

**Міністерство освіти і науки України  
Кіровоградська обласна державна адміністрація  
Академія Прикладних Наук  
Центральноукраїнський національний технічний університет**



# **МАТЕРІАЛИ**

**XIV Міжнародної науково-практичної  
конференції «Проблеми конструювання,  
виробництва та експлуатації  
сільськогосподарської техніки»**



**Кропивницький, 8-10 листопада 2023 р.**

**Міністерство освіти і науки України  
Кіровоградська обласна державна адміністрація  
Академія Прикладних Наук  
Центральноукраїнський національний технічний університет**

# **МАТЕРІАЛИ**

**XIV Міжнародної науково-практичної  
конференції «Проблеми конструювання,  
виробництва та експлуатації  
сільськогосподарської техніки»**

**Кропивницький, 8-10 листопада 2023 р.**

Матеріали XIV Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки». Кропивницький: ЦНТУ. 2023. – 430 с.

В матеріалах конференції викладені питання конструювання, розрахунку, удосконалення, створення і дослідження нових робочих органів сільськогосподарських машин, засобів механізації, електрифікації та автоматизації сільськогосподарського виробництва. Наведені результати досліджень в галузі технологій виробництва і експлуатації машин та забезпечення їх надійності і довговічності.

Викладені практичні рекомендації по використанню результатів досліджень і дослідно-конструкторських розробок в сільськогосподарській і інших галузях машинобудування.

Даний збірник є виданням, в якому публікуються основні результати наукових досліджень вчених, аспірантів, здобувачів – учасників XIV Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки», 8-10 листопада 2023 року.

Збірник розрахований на наукових і інженерно-технічних робітників науково-дослідних інститутів, ЗВО, конструкторських організацій і промислових підприємств.

Відповідальний редактор: Черновол М.І., доктор технічних наук, професор, академік НААНУ.

Відповідальний секретар: Васильковський О.М., кандидат технічних наук, професор.

Редакційна колегія: Сало В.М., доктор технічних наук, професор;

Васильковський О.М., кандидат технічних наук, професор;

Лещенко С.М., кандидат технічних наук, доцент;

Петренко Д.І., кандидат технічних наук, доцент;

Васильковська К.В., кандидат технічних наук, доцент.

Адреса редакційної колегії: 25006, м. Кропивницький, пр. Університетський, 8, Центральноукраїнський національний технічний університет, тел.: 390-472.

Автори опублікованих матеріалів несуть відповідальність за підбір і точність наведених фактів, цитат, економіко-статистичних даних, власних імен та інших відомостей, а також за те, що матеріали не містять даних, які не підлягають відкритій публікації.

Редакція може публікувати матеріали в порядку обговорення, не поділяючи точки зору автора.

## ЗМІСТ

<i>НАУКА І ОСВІТА В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПЕРЕТВОРЕННЯХ ТА ПРІОРИТЕТАХ ДЕРЖАВИ</i> <i>В. Адамчук, М. Черновол, В. Булгаков</i>	16
<i>ENERGY EFFICIENCY OF THE AIR-STREAM LOADING SYSTEMS FOR AIR-SEEDERS</i> <i>A. Yatskul, J-P. Lemièrè, F. Cointault</i>	18
<i>VEGETABLE GROWING: STUDY OF MECHANIZED PLANTING SEEDLINGS</i> <i>Iu. Melnic, A. Melnic, V. Vadiul</i>	20
<i>ТЕХНОЛОГІЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ЯК СПОСІБ ОТРИМАННЯ</i> <i>СТАБІЛЬНИХ ВРОЖАЇВ</i> <i>М. Заєць, О. Сергійчук</i>	21
<i>ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ</i> <i>СОЛЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ</i> <i>О. Науменко, О. Фененко</i>	22
<i>СПОСІБ ЗМЕНШЕННЯ ТРАВМУВАННЯ НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР</i> <i>Ф. Харченко, Г. Шкробот, А. Цеділкин</i>	24
<i>МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ РУЙНУВАННЯ ОБОЛОНКИ НАСІННЯ</i> <i>С. Харченко, Д. Селезньов, О. Клименко</i>	25
<i>ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СОРТУВАННЯ НАСІННЯ СОЛЯШНИКУ</i> <i>Ф. Харченко, В. Удовіченко, В. Бурнос, А. Харченко</i>	26
<i>СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ ЗАПИЛЕНОГО</i> <i>ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ НА ЗЕРНОСУШАРКАХ</i> <i>С. Харченко, О. Лебідь, Я. Макаренко, Ю. Твіртінов</i>	27
<i>УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ПНЕВМОСЕПАРУВАННЯ ЧАСТИНОК СОЛОМИ ПРИ</i> <i>ВИГОТОВЛЕННІ ПЛЕТ</i> <i>С. Харченко, С. Тендіт, С. Хоменко, П. Клемениченко</i>	28
<i>ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ В</i> <i>АГРОВИРОБНИЦТВІ</i> <i>В. Олексюк, А. Олексюк</i>	29
<i>ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЛЕГУЮЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА ВЛАСТИВІСТЬ МАТЕРІАЛУ</i> <i>КОПЕНСАЦІЙНОЇ ВСТАВКИ</i> <i>С. Іващенко</i>	31
<i>ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ НАДДУВУ ТРАКТОРНОГО ДВИГУНА</i> <i>М. Макаренко, Б. Крилевський</i>	33
<i>ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ ТРАКТОРА ХТЗ-160 ЗАСТОСУВАННЯМ</i> <i>КОМБІНОВАНОГО СПОСОБУ КЕРУВАННЯ ПОВОРОТОМ</i> <i>М. Макаренко, М. Миргород</i>	34
<i>УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ КОМБІНОВАНОГО СОШНИКА ТА МЕТОДИКА</i> <i>ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ</i> <i>С. Добранський, І. Бучко</i>	35
<i>ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ВАЛЬЦІВ ДЕКОРТИКАТОРА ДЛЯ ОБРОБКИ СТЕБЕЛ ЛЬОНУ</i> <i>ОЛІЙНОГО</i> <i>Д. Альбота</i>	36
<i>ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ НАСІННЯ ПО РОЗПОДІЛЬНИКУ СОШНИКА ЗЕРНОВИХ</i> <i>КУЛЬТУР</i> <i>М. Заєць, О. Шевчук</i>	38
<i>МОДЕРНІЗОВАНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЯГОВО-ЗЧІПНИХ ПОКАЗНИКІВ</i> <i>МОБІЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ</i> <i>Р. Шевчук, О. Сукач, В. Шевчук</i>	41
<i>ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ТЕРТЯ</i> <i>Р. Шевчук, О. Сукач, В. Шевчук</i>	43
<i>АНАЛІЗ НАПРУЖЕНОГО СТАНУ У ЗОНАХ КОНТАКТУ КРІПЛЕНЬ ПРУТКОВИХ</i> <i>ТРАНСПОРТЕРІВ</i> <i>Н. Хомик, Т. Довбуш, А. Довбуш</i>	44

<i>ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ, ВНЕСЕНИХ РІЗНИМИ СПОСОБАМИ</i>	46
<i>Д. Жук, В. Дейкун, Р. Москальченко</i>	
<i>ОБГРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО СПОСОБУ ПОСІВУ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР</i>	48
<i>Р. Москальченко, В. Дейкун, Д. Жук</i>	
<i>ФУНКЦІЇ ТА ЗАВДАННЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ</i>	49
<i>В. Дейкун</i>	
<i>ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЗБИРАННЯ НАСІННЯ БАГАТОРІЧНИХ БОБОВИХ ТРАВ</i>	51
<i>М. Анеляк</i>	
<i>ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ ЗБИРАННЯ ПОБІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ СОНЯШНИКУ НА ЕНЕРГЕТИЧНІ ЦІЛІ</i>	52
<i>А. Кузьмич</i>	
<i>ПОШУКОВИЙ АНАЛІЗ СПРЯМУВАНЬ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ ЛЕЗОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ</i>	54
<i>О. Ковальов, О. Блезнюк</i>	
<i>ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ КОМБІНОВАНОГО ШНЕКОВОГО КОНВЕЄРА ДЛЯ УМОВ РОБОТИ В ПРОМИСЛОВОСТІ ТА АГРОСЕКТОРІ</i>	55
<i>Д. Часов, В. Молчанов, В. Бейгул</i>	
<i>ПОШУКОВИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ГАЗОРОЗПОДІЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ</i>	57
<i>А. Кузнєцов, О. Блезнюк</i>	
<i>ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ БІТЕРІВ ДОЗАТОРА КОРМІВ</i>	58
<i>І. Притуляк, Р. Кісільов</i>	
<i>КОМПЛЕКСНА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ТРИБОСПРЯЖЕНЬ МАШИН ТА МЕХАНІЗМІВ</i>	60
<i>А. Гупка, Л. Слободян, Р. Лещук, І. Ярема</i>	
<i>ПОШУКОВИЙ АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ЗЕРНООЧИСНИХ МОДУЛІВ</i>	62
<i>Д. Петренко, В. Нетеса, О. Філіпов</i>	
<i>ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТА ЯКОСТІ РОБОТИ КОМБІНОВАНИХ ПОСІВНИХ МАШИН</i>	64
<i>В. Куликівський, В. Боровський</i>	
<i>ВІБРАЦІЙНИЙ ЛЕМІШ КАРТОПЛЕКОПАЧА</i>	66
<i>А. Бабій, І. Головецький, В. Бабій, В. Гамрач</i>	
<i>ПРИСТРІЙ ДЛЯ ПРИКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ ВЕГЕТУЮЧИХ РОСЛИН</i>	68
<i>А. Бабій, І. Броцак, В. Мартинюк</i>	
<i>ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНСТРУКЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ ПИЛОВІДОКРЕМЛЮВАЧА НА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ РОБОТИ АСПІРАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ СЕПАРАТОРА</i>	70
<i>С. Степаненко</i>	
<i>ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ШЛІЦЬОВИХ ВАЛІВ</i>	72
<i>О. Алфьоров, О. Ізюменко</i>	
<i>ОБГРУНТУВАННЯ КРИТЕРІАЛЬНОГО РІВНЯННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ І РЕЖИМІВ РОБОТИ ДИСКОВОЇ БОРОНИ</i>	73
<i>О. Грищенко, С. Степаненко</i>	
<i>ОЦІНКА ВПЛИВУ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАПОБІЖНОЇ МУФТИ НА НАДІЙНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ ТРАНСМІСІЇ</i>	75
<i>О. Алфьоров, В. Левченко</i>	
<i>ВИДИ ПОШКОДЖЕНЬ ДЕТАЛЕЙ ГОЛОВНИХ ПЕРЕДАЧ</i>	77
<i>О. Алфьоров, А. Свередюк</i>	
<i>ОЦІНКА ІМОВІРНОСТІ БЕЗВІДМОВНОЇ РОБОТИ ГНОЄЗБИРАЛЬНОГО ТРАНСПОРТЕРУ</i>	79
<i>О. Алфьоров, І. Чернявський</i>	
<i>ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛАСТОМЕРНИХ УЩІЛЬНЮВАЛЬНИХ КЛЕЦЬ ТИПУ O-RING СУЧАСНИХ АВТОТРАКТОРНИХ ДВИГУНІВ</i>	81
<i>О. Черній</i>	
<i>ТЕОРЕТИЧНА СУТНІСТЬ ПРОЦЕСІВ ЗЧЕПЛЕННЯ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНОГО ЗАЛІЗА З ОСНОВОЮ</i>	84
<i>С. Панченко</i>	

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ ВИРОБНИЧИХ МОДУЛІВ ТА ДІЛЯНОК ВІБРАЦІЙНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ В АВТОРЕМОНТНОМУ ВИРОБНИЦТВІ О. Віланов	85
ЖИТТЄВИЙ ЦИКЛ ВИРОБУ В РЕМОНТНОМУ ВИРОБНИЦТВІ. ОСНОВНІ ЕТАПИ В. Михайліченко	87
ДОСЛІДЖЕННЯ ХОДОВОЇ СИСТЕМИ ГУСЕНИЧНИХ МАШИН М. Голотюк, Н. Ювчик, О. Бундза,	89
СТВОРЕННЯ КРОКУЮЧОГО РОБОТА ДЛЯ ТЕПЛИЧНОГО ГОСПОДАРСТВА О. Налобіна, О. Бундза, М. Голотюк, А. Шимко, А. Михайлов	90
ВПЛИВ ВІДСТАНИ МІЖ ОСЯМИ ПРУТКІВ, ВЕЛИЧИНИ ГЕОМЕТРИЧНОГО ПЕРЕРІГУ ПРУТКІВ ТА ШВИДКОСТІ РУХУ МАШИНИ НА ТЯГОВИЙ ОПІР А. Шимко, О. Налобіна	92
ВИЗНАЧЕННЯ ТЯГОВОГО ОПОРУ РОБОЧОГО ОРГАНА КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ А. Шимко, О. Змієвська	94
ІСТОРИЧНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ ДОСЛІДНОЇ СПРАВИ З ПИТАНЬ МЕХАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ НА КІРОВОГРАДЩИНІ О. Гайденко	96
ВИКОРИСТАННЯ МАШИННО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СТАНЦІЙ У СУЧАСНИХ УМОВАХ В. Ковтун	103
АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ І КЛАСИФІКАЦІЯ ЗАСОБІВ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНА С. Царіков	105
АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПАСТЕРИЗАЦІЇ МОЛОКА Є. Мартищенко	107
РОЛЬ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ В. Лимаренко	109
УДОСКОНАЛЕННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ БОРОТЬБИ З ВИСОКОРОСЛИМИ БУР'ЯНАМИ О. Бундза, В. Голотюк	110
МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРЕМІЩЕННЯ НАЛИВНИХ ВАНТАЖІВ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ М. Сташків, О. Цьонь, В. Антонюк	111
ВИКОРИСТАННЯ АГРОДРОНА З БЛОКОМ НАДВИСОКИХ ЧАСТОТ ДЛЯ ЗАХИСТУ РОСЛИН І. Гевко, М. Сташків, І. Борис, Р. Булаєнко	113
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ КУКУРУДЗИ У НЕРУХОМОМУ ШАРІ Р. Калініченко	114
ТЕОРІЯ РУХУ ЗРІЗАНОЇ ГИЧКИ БУР'ЯКУ ЦУКРОВОГО ПО ВНУТРІШНІЙ ПОВЕРХНІ ЗАВАНТАЖУВАЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ ГИЧКОЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ В. Булгаков, І. Головач, Є. Ігнат'єв, О. Троханяк, А. Пилипенко, З. Ружило	116
ДОСЛІДЖЕННЯ БОКОВОЇ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ В ПТАХІВНИЧОМУ ПРИМІЩЕННІ В. Троханяк	118
ДОСЛІДЖЕННЯ ГНУЧКОГО ГВИНТОВОГО КОНВЕЄРА ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ ЗЕРНОВИХ МАТЕРІАЛІВ О. Троханяк	120
ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ПІДХОДІВ ВІДНОВЛЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ, ЗРУЙНОВАНИХ ВІЙСЬКОВИМИ ДІЯМИ В. Булгаков, І. Головач, О. Троханяк, О. Черниш	122
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАПОЧАТКУВАННЯ В УКРАЇНІ НАУКИ «ЗЕМЛЕРОБСЬКА МЕХАНІКА» О. Булгакова	124
ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ШНЕКОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ ДЛЯ УТИЛІЗАЦІЇ ПОШКОДЖЕНОГО ШАРУ ҐРУНТУ О. Троханяк	130
КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ АГРЕГАТУ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ГОЛОВОК КОРЕНЕПЛІДНИХ КУЛЬТУР ВІД ЗАЛИШКІВ ГИЧКИ НА КОРЕНІ М. Будзанівський	132

<i>ОБҐРУНТУВАННЯ ОКРЕМИХ ПАРАМЕТРІВ БАРАБАНА ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ СТЕБЕЛ СОНЯШНИКУ</i>	134
<i>В. Сало, І. Дудник</i>	
<i>ВИЗНАЧЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ЯКОСТІ ПОДРІБНЕННЯ ЗЕРНА ВІД ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ РОТОРНОГО ДИСПЕРГАТОРА РІДКИХ КОМПІВ ДЛЯ СВИНЕЙ</i>	138
<i>Р. Малєгін</i>	
<i>РОЗВИТОК СУЧАСНИХ ЗНАРЯДЬ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ РОСЛИННИХ РЕШТОК ОДНОЧАСНО З ОБРОБІТКОМ ҐРУНТУ</i>	139
<i>В. Вольський, Р. Коцюбанський</i>	
<i>ТЕМПЕРАТУРНИЙ РЕЖИМ ВЗАЄМОДІЇ АТАКУЮЧОЇ ДРОБИНКИ З МЕТАЛЕВОЮ ПОВЕРХНЕЮ ПРИ ДРОБОСТРУМІННІЙ ОБРОБЦІ</i>	141
<i>О. Горик, О. Брикун</i>	
<i>ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ ТА ОГЛЯД МАШИН</i>	143
<i>В. Мельник, Р. Рева, О. Калнагуз, М. Горовий</i>	
<i>ОГЛЯД ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ АГРЕГАТИВ НА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТУ</i>	145
<i>А. Мальцев, О. Калнагуз, Ю. Сіренко</i>	
<i>РІЗНОВИДИ СИВАЛОК ТА ЇХ КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ</i>	147
<i>Р. Ференц</i>	
<i>ОСОБЛИВОСТІ СУШННЯ РІПАКУ</i>	149
<i>Т. Гапонюк, Р. Кірчук, Л. Забродоцька</i>	
<i>STUDY OF ECONOMICS AND HARMFUL EMISSIONS DIESEL WHEN WORKING ON ROPE OIL</i>	152
<i>D. Golub, D. Marchenko</i>	
<i>STUDY OF RECONSTRUCTED WORKING BODIES OF SOIL TILLAGE MACHINES IN A CONTINUOUS WAY</i>	154
<i>D. Rososhynskiy, D. Marchenko</i>	
<i>STUDY OF THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF TILLAGE UNITS WHEN BALLASTING ENERGY- RICH WHEELED TRACTORS</i>	155
<i>D. Mykhailik, D. Marchenko</i>	
<i>RESEARCH IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE USE OF MACHINE-TRACTOR UNITS BY USING FUEL WITH A MODIFIER</i>	156
<i>V. Zhigalo, D. Marchenko</i>	
<i>RESEARCH ON THE METHOD OF RESTORATION OF WORN CAR PARTS BY USING ELECTROSPARK COATINGS BASED ON ELECTROEROSION NANOMATERIALS</i>	158
<i>E. Savchenko, D. Marchenko</i>	
<i>STUDY OF THE EFFECTIVENESS OF VIBRATION-CENTRIFUGAL PROCESSING OF PARTS WITH FREE ABRASIVES</i>	160
<i>M. Filipskiy, D. Marchenko</i>	
<i>RESEARCH IMPROVEMENT OF OPERATIONAL INDICATORS OF TILLAGE UNITS THROUGH THE DEVELOPMENT OF DYNAMIC WORKING BODIES</i>	162
<i>R. Nor, D. Marchenko</i>	
<i>STUDY OF OPERATIONAL CHARACTERISTICS OF HYDRAULIC SHOCK ABSORBERS OF CARS USED IN AGRICULTURE</i>	163
<i>M. Litvinov, D. Marchenko</i>	
<i>RESEARCH AND DEVELOPMENT OF METHODS OF BENCH TESTS, CONTROL AND MANAGEMENT OF THE TECHNICAL CONDITION OF THE MACHINE-TRACTOR FLEET</i>	165
<i>D. Ivanchuk, D. Marchenko</i>	
<i>STUDY OF THE RELIABILITY OF TRACTOR EQUIPMENT WITH ELEMENT-MODULAR MAINTENANCE AND REPAIR SYSTEM</i>	167
<i>D. Kutyaev, D. Marchenko</i>	
<i>STUDY OF CYLINDERS' WEAR RESISTANCE AUTOMOBILE ENGINES DURING RESTORATION</i>	169
<i>N. Osipov, D. Marchenko</i>	
<i>STUDY OF THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF TRAILED TILLAGE MACHINE-TRACTOR UNITS DUE TO THE IMPROVEMENT OF THEIR STABILITY AND MANEUVERABILITY INDICATORS</i>	171
<i>A. Hnatyuk, D. Marchenko</i>	

<i>STUDY OF THE DURABILITY OF CULTIVATOR PAWS FOR PRE-SOWING TILLAGE BY THE METHOD OF TECHNOLOGICAL CONVERGENCE</i>	173
<i>М. Kondratiev, D. Marchenko</i>	
<i>АНАЛІЗ ВПЛИВУ БІОПАЛИВА НА ТРИВАЛІСТЬ СЛУЖБИ ПАПЕРОВИХ ФІЛЬТРІВ</i>	174
<i>О. Калюжний, А. Махник</i>	
<i>АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕХАНІЗОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЗБИРАННЯ ТРЕСТИ У ВЕСНЯНИЙ ПЕРІОД</i>	176
<i>О. Горбенко, А. Лазоренко</i>	
<i>ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОТВЕРДОСТІ МОДИФІКОВАНИХ ПОВЕРХОНЬ ТИТАНОВИХ СПЛАВІВ ТА ВСТАНОВЛЕННЯ ЇЇ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ З ГЛИБИНОЮ НАСИЧЕННЯ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ АЗОТОМ</i>	177
<i>А. Рутковський, С. Маркович, С. Магопець, В. Маркович</i>	
<i>ПІДВИЩЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТА КОРОЗІЙНОЇ СТІЙКОСТІ ПОКРИТТІВ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ ДЕТАЛЕЙ АГРАРНОЇ ТЕХНІКИ ЕЛЕКТРОДУГОВИМ НАПИЛЕННЯМ</i>	181
<i>М. Студент, С. Маркович, В. Гвоздецький, Х. Задорожна</i>	
<i>ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ «ЦИФРОВИЙ ДВІЙНИК» ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ СОНЯЧНОГО ТЕПЛООВОГО КОЛЕКТОРУ</i>	185
<i>В. Сацюк, Ю. Булік, І. Малянтович</i>	
<i>ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВИРОБІВ З БІЛОГО ЧАВУНУ</i>	187
<i>А. Автухов, Є. Ковалевський, Р. Федорчук</i>	
<i>УДОСКОНАЛЕННЯ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКУ: КЛЮЧ ДО УСПІХУ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ</i>	188
<i>А. Автухов, Є. Косенко</i>	
<i>ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ВІДНОВЛЕННЯ ГАЛЬМІВНИХ БАРАБАНІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ І ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ</i>	189
<i>А. Автухов, М. Стріляний</i>	
<i>ВДАЛИЙ ВИБІР ВИСІВНИХ АПАРАТІВ - ЯКІСТЬ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПОСІВНИХ РОБІТ</i>	190
<i>О. Гайдабура, Л. Батюк, Т. Хворост</i>	
<i>ОБІРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ҐРУНТООБРОБНОЇ МАШИНИ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ РОСЛИННИХ РЕШТОК</i>	192
<i>О. Коряка, Т. Хворост</i>	
<i>ПЕРЕВАГИ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ «AMS» В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ</i>	193
<i>Ю. Савчинський, Л. Батюк, Т. Хворост</i>	
<i>ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ДИСКОВИХ ЗНАРЯДЬ НА ЯКІСТЬ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ</i>	194
<i>О. Стадніченко, Л. Батюк, Т. Хворост</i>	
<i>СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ СИСТЕМИ ЗЕМЛЕРОБСТВА</i>	195
<i>І. Сисоліна</i>	
<i>ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ</i>	196
<i>І. Сисоліна, В. Блохін</i>	
<i>ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА</i>	197
<i>І. Сисоліна, О. Пономаренко</i>	
<i>МОДЕРНІЗАЦІЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ФЕРМЕНТАЦІЇ ОПАРИ</i>	198
<i>О. Пархомовський, Д. Трушаков</i>	
<i>ПЕРСПЕКТИВИ НАПРЯМІВ РОЗВИТКУ МЕХАНІЗАЦІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР</i>	200
<i>І. Сисоліна, В. Погорєлов</i>	
<i>ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ГОРОХУ</i>	201
<i>І. Сисоліна, В. Сас</i>	
<i>ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ІНТЕНСИФІКАТОРІВ СЕПАРУЮЧИХ ЕЛЕВАТОРІВ НА КОМПОНЕНТИ КАРТОПЛЯНОГО ВОРОХУ</i>	202
<i>А. Тіманов, А. Келемеш</i>	
<i>АДАПТАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ З ОЧИЩЕННЯ ТЕХНІЧНИХ МАСТИЛ ДЛЯ МАШИН І ЗАСОБІВ МЕХАНІЗАЦІЇ АГРАРНОГО ВИРОБНИЦТВА</i>	204
<i>А. Хмеленко, А. Келемеш</i>	
<i>ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ САПРОПЕЛЮ ДЛЯ ОТРИМАННЯ БІОГАЗУ</i>	205
<i>Р. Хлопецький</i>	



<i>ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОЛІЄЖИРОВОЇ ГАЛУЗІ</i> <i>О. Маяк, А. Михайлова</i>	207
<i>ДОДАТКОВІ РЕГУЛЮВАННЯ ДИСКОВИХ МАШИН ДЛЯ РОЗСІВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ</i> <i>Ю. Семірненко, В. Очкуренко</i>	209
<i>ISSUES OF TECHNOLOGICAL EFFICIENCY AND RELIABILITY OF VIBRATING SIEVES WITH HOLES OF COMPLEX GEOMETRY</i> <i>S. Kharchenko, S. Samborski, F. Kharchenko</i>	210
<i>ФАКТОРИ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕШЕТНОГО СЕПАРУВАННЯ СИПКИХ СЕРЕДОВИЩ</i> <i>С. Харченко, Ф. Харченко, А. Стельмах</i>	211
<i>АНАЛІЗ СИСТЕМ ОЧИЩЕННЯ ОТВОРІВ ВІБРАЦІЙНИХ РЕШІТ</i> <i>С. Харченко, Ф. Харченко, І. Котляревський</i>	212
<i>СУМІСНИЙ ПОСІВ У ПОДВІЙНИЙ РЯДОК ПРОСАПНИХ КОРМОВИХ КУЛЬТУР</i> <i>М. Циганенко, В. Мельник, М. Артёмов, О. Анікеев, О. Романашенко, М. Цехмейструк</i>	213
<i>СУЧАСНА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА ТЕХНІКА - «ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТА» ПРОДУКЦІЯ</i> <i>О. Романашенко, М. Циганенко</i>	215
<i>ВДОСКОНАЛЕННЯ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРУТКОВОГО БАРАБАНА СЕПАРАТОРА ЗЕРНА</i> <i>Д. Петренко, В. Лісовий, Ю. Ковальчук</i>	217
<i>ЕНЕРГЕТИЧНІ ВИТРАТИ НА ТРАНСПОРТІ ТА НАПРЯМИ ЗАОЩАДЖЕННЯ</i> <i>М. Циганенко, Ю. Ванін, С. Ємельяненко</i>	220
<i>ВПЛИВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ НА РІВЕНЬ СОБІВАРТОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ</i> <i>М. Циганенко, І. Владіміров, Д. Іванов</i>	221
<i>УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ</i> <i>М. Циганенко, К. Радіонов, В. Бакало</i>	222
<i>ДОСЛІДЖЕННЯ НАВАНТАЖЕНЬ НА ПЛОДООВОЧЕВУ СИРОВИНУ</i> <i>М. Циганенко, М. Михайліченко</i>	223
<i>ОЦІНКА ВПЛИВУ ХАРАКТЕРИСТИК ГОЛКИ РОЗПИЛЮВАЧА НА ДОВГОВІЧНІСТЬ ФОРСУНОК ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ</i> <i>С. Маркович, В. Маркович, Н. Лесь, С. Бжесевський</i>	224
<i>РОЗРОБКА КОНСТРУКТИВНОЇ СХЕМИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ОЧИЩЕННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ МОРКВИ ВІД ДОМІШОК</i> <i>В. Булгаков, З. Ружило, В. Яременко, О. Мацуєв</i>	227
<i>НОВІ ПІДХОДИ ДО УДОСКОНАЛЕННЯ МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ</i> <i>В. Адамчук, М. Мінков</i>	230
<i>СУЧАСНІ МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ДЕТАЛЕЙ ТРИБОТЕХНІЧНИХ СПРЯЖЕНЬ СТРИЛИ ЕКСКАВАТОРА</i> <i>К. Борак, С. Сидорчук-Шмідт</i>	231
<i>ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ЕКСКАВАТОРА</i> <i>К. Борак, О. Умінський</i>	232
<i>СТАН СИСТЕМИ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА В УКРАЇНІ</i> <i>О. Савчук, Р. Кудринецький</i>	233
<i>ТЯГОВО-ЕНЕРГЕТИЧНА КОНЦЕПЦІЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИННО-ТРАКТОРНИХ АГРЕГАТІВ</i> <i>В. Третьак</i>	235
<i>ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МЕХАНІЗОВАНОГО ПРОЦЕСУ ЗБИРАННЯ ГИЧКИ КОРМОВИХ БУРЯКІВ</i> <i>М. Леонов, Ю. Мачок</i>	236
<i>УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО МЕХАНІЗОВАНОГО ПРОЦЕСУ В КОРМОЦЕХУ СВИНОФЕРМИ</i> <i>М. Кудінов, Ю. Мачок</i>	237
<i>ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОСОТІЙКОСТІ ПОКРИТТІВ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ, НАНЕСЕНИХ ГАЗОПОЛУМЕНЕВИМ НАПЛАВЛЕННЯМ</i> <i>І. Василенко, І. Шепеленко, М. Красота, С. Колісник</i>	238

<i>НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПРАКТИЧНИЙ ІНСТРУМЕНТАРІЙ ПРИСКОРЕННЯ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА В ЦЕНТРАЛЬНОМУ РЕГІОНІ УКРАЇНИ</i>	240
<i>І. Семеняка, О. Гайденко, Г. Томашина</i>	
<i>ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ПІДВИЩЕННЯ РІВНОМІРНОСТІ ЗАГОРТАННЯ НАСІННЯ ПО ГЛИБИНІ</i>	243
<i>Б. Вовнянко</i>	
<i>ОГЛЯД КОМБІНАЦІЇ ДОДАТКОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ДЛЯ ЧИЗЕЛЬНИХ ГЛИБОКОРОЗПУШУВАЧІВ</i>	245
<i>С. Леценко, В. Мельніченко, М. Васильковський</i>	
<i>УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ КАРТОПЛЕКОПАЧА</i>	247
<i>Д. Кулішенко, О. Васильковський</i>	
<i>МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ НАСІННЯ ЛАВАНДИ ПО ПОХИЛІЙ ПЛОЩИНІ</i>	248
<i>В. Амосов, О. Васильковський, А. Богуславський</i>	
<i>УДОСКОНАЛЕННЯ ВИСІВНОГО АПАРАТУ ЗЕРНОВОЇ СІВАЛКИ</i>	250
<i>Д. Величко, О. Гур'євська, О. Васильковський</i>	
<i>УДОСКОНАЛЕННЯ ВИЛЧАСТИХ КОПАЧІВ БУРЯКОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНУ</i>	251
<i>А. Репетир, О. Васильковський</i>	
<i>ВПЛИВ ПОПЕРЕДНИКІВ НА УРОЖАЙНІСТЬ СОРТІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ В ПІВНІЧНОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ</i>	253
<i>Н. Умрихін, Є. Любченко</i>	
<i>ВПЛИВ СТРОКІВ СІВБИ НА УРОЖАЙНІСТЬ СУЧАСНИХ СОРТІВ ЯЧМЕНЮ ЗВИЧАЙНОГО ОЗИМОГО В СТЕПУ УКРАЇНИ</i>	254
<i>Н. Умрихін, Я. Туницький</i>	
<i>ВДОСКОНАЛЕННЯ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ КУКУРУДЗИ В СТЕПУ УКРАЇНИ</i>	256
<i>К. Васильковська, Р. Ковальчук</i>	
<i>БЕЗГЕРБІЦИДНА ОБРОБКА ПИРІЮ</i>	258
<i>К. Васильковська, В. Удоденко</i>	
<i>ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ДИНАМКУ ЛІНІЙНОГО ПРИРОСТУ У РОСЛИН СОЧЕВИЦІ</i>	260
<i>В. Шеремет, В. Резніченко</i>	
<i>ВПЛИВ МІКРОДОБРІВ ТА ІНОКУЛЯНТІВ НА УРОЖАЙНІСТЬ СОЇ</i>	262
<i>В. Резніченко, О. Масленко</i>	
<i>ВПЛИВ НОРМ ВИСІВУ ТА СПОСОБІВ СІВБИ НА УРОЖАЙНІСТЬ ЗЕЛЕНОЇ МАСИ ЛЮЦЕРНИ</i>	263
<i>В. Резніченко, А. Самохвал</i>	
<i>ЕФЕКТИВНІСТЬ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СОНЯШНИКУ В СТЕПУ УКРАЇНИ</i>	264
<i>Г. Кулик</i>	
<i>ВИКЛИК ЧАСУ: АГРОДРОНИ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ</i>	265
<i>А. Рештакова, К. Васильковська</i>	
<i>ВПЛИВ ЗНАРЯДЬ ДЛЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ВРОЖАЙНІСТЬ КУКУРУДЗИ В СТЕПУ УКРАЇНИ</i>	267
<i>К. Васильковська, Т. Дуднік</i>	
<i>УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ СІВОЗМІН</i>	269
<i>Г. Кулик, І. Белов</i>	
<i>ВПЛИВ СТРОКІВ СІВБИ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРМОВИХ БУРЯКІВ В ЦЕНТРІ УКРАЇНИ</i>	270
<i>Г. Кулик, В. Бідненко</i>	
<i>ВПЛИВ МІКРОДОБРІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ В ЦЕНТРІ УКРАЇНИ</i>	271
<i>Г. Кулик, Б. Борисенко</i>	
<i>РОЛЬ СІВОЗМІН ТА АГРОТЕХНІКИ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУР У ФОРМУВАННІ РОДІЮЧОСТІ ҐРУНТУ</i>	272
<i>Г. Кулик, П. Вербовий</i>	
<i>ВПЛИВ ГЕРБІЦИДІВ НА ЗАБУР'ЯНЕНІСТЬ ПОСІВІВ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ ЦЕНТРУ УКРАЇНИ</i>	273
<i>Г. Кулик, Д. Іванов</i>	

<i>ВПЛИВ СТРОКІВ СІВБИ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ В УМОВАХ ЦЕНТРУ УКРАЇНИ</i> <i>Г. Кулик, А. Коцюба</i>	274
<i>РОЗПОВСЮДЖЕНІСТЬ КАРАНТИННИХ БУР'ЯНІВ В КІРОВОГРАДСЬКІЙ ОБЛАСТІ</i> <i>Г. Кулик, А. Красота</i>	275
<i>ВПЛИВ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ НА УРОЖАЙНІСТЬ СОНЯШНИКУ В ЦЕНТРІ УКРАЇНИ</i> <i>Г. Кулик, Д. Петренко</i>	276
<i>УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ В ПІВНІЧНОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ</i> <i>Г. Кулик, В. Розоза</i>	277
<i>ВПЛИВ ПОПЕРЕДНИКІВ НА ВРОЖАЙНІСТЬ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ НЕДОСТАТНЬОГО ЗВОЛОЖЕННЯ</i> <i>К. Васильковська, О. Звездун, А. Біжан</i>	278
<i>ІНТЕНСИВНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ЧИ БІОЛОГІЧНА: ЯК ДОСЯГТИ БАЛАНСУ?</i> <i>В. Малаховська, М. Васильковська</i>	279
<i>ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ РІПАКУ ОЗИМОГО В УМОВАХ СТЕПУ УКРАЇНИ</i> <i>К. Васильковська, Р. Дворніченко</i>	281
<i>ВПЛИВ СПОСОБІВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ В СТЕПУ УКРАЇНИ</i> <i>К. Васильковська, С. Цируленко</i>	282
<i>ВПЛИВ СПОСОБІВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ВРОЖАЙНІСТЬ СОНЯШНИКУ В СТЕПУ УКРАЇНИ</i> <i>К. Васильковська, В. Кравченко</i>	284
<i>ВПЛИВ МІКРОДОБРІВ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ В СТЕПУ УКРАЇНИ</i> <i>К. Васильковська, Д. Калінін</i>	286
<i>ЕФЕКТИВНІСТЬ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СОЇ В ЦЕНТРІ УКРАЇНИ</i> <i>Н. Трикіна, Х. Амрахов</i>	287
<i>УРОЖАЙНІСТЬ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ ЗАЛЕЖНО ВІД ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН В СТЕПУ УКРАЇНИ</i> <i>Ю. Мащенко, Д. Кунєв</i>	289
<i>ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ЇЇ ЧАСТКИ В СІВОЗМІНІ ТА СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ В СТЕПУ УКРАЇНИ</i> <i>Ю. Мащенко, І. Бугмій</i>	291
<i>ВПЛИВ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ ТА БІОПРЕПАРАТУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В СТЕПУ УКРАЇНИ</i> <i>Ю. Мащенко, Є. Снежков</i>	294
<i>УРОЖАЙНІСТЬ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ ВІТЧИЗНЯНОЇ СЕЛЕКЦІЇ В УМОВАХ СТЕПУ УКРАЇНИ</i> <i>Ю. Мащенко, Р. Сорокун</i>	296
<i>ВПЛИВ ПОПЕРЕДНИКІВ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ В СТЕПУ УКРАЇНИ</i> <i>К. Васильковська, А. Тоток</i>	298
<i>ВПЛИВ ШИРИНИ МІЖРЯДЬ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ В СТЕПУ УКРАЇНИ</i> <i>К. Васильковська, В. Галятовський</i>	299
<i>ВЛИВ НОРМ ВИСІВУ ТА СПОСОБІВ СІВБИ НА УРОЖАЙНІСТЬ ЗЕЛЕНОЇ МАСИ ІТАЛІЙСЬКОГО ПРОСА</i> <i>В. Резніченко, А. Біжан</i>	301
<i>ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ ГАЛЕГИ СХІДНОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ІНОКУЛЯЦІЇ</i> <i>В. Резніченко, П. Микитюк</i>	302
<i>ВЛИВ СОРТУ ТА МІКРОДОБРІВ НА УРОЖАЙНІСТЬ НУТУ</i> <i>В. Резніченко, О. Сарана</i>	304
<i>СТІЙКІСТЬ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ ДО ІМІДАЗОЛІНОНІВ</i> <i>Є. Гончаренко, О. Андрієнко</i>	305
<i>СИСТЕМИ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ПІД СОНЯШНИК</i> <i>Ю. Рябоволик, О. Андрієнко</i>	306

<i>ПОЛЬОВА СХОЖІСТЬ СОНЯШНИКУ ЗА РІЗНИХ СТРОКІВ СІВБИ</i> <i>Д. Середенко, О. Андрієнко</i>	308
<i>ЕФЕКТИВНІСТЬ ВНЕСЕННЯ ГЕРБІЦИДІВ КЛАСУ СУЛЬФОНІЛСЕЧОВИНИ НА ПОСІВАХ СОНЯШНИКУ</i> <i>О. Андрієнко, І. Ніколаєнко</i>	309
<i>ВПЛИВ НОРМИ ВНЕСЕННЯ ГЕРБІЦИДУ НА ЗАБУР'ЯНЕНІСТЬ ПОСІВІВ СОНЯШНИКУ</i> <i>О. Андрієнко, А. Тищенко</i>	310
<i>ПРИЧИНИ НЕСХОЖОСТІ НАСІННЯ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД КОМПОНЕНТІВ ПРОТРУЮВАННЯ</i> <i>О. Андрієнко, І. Осадча</i>	311
<i>ДИНАМІКА РОСТУ РОСЛИН ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ РІЗНИХ ГРУП СТИГЛОСТІ</i> <i>О. Андрієнко, С. Хижняк</i>	312
<i>ІННОВАЦІЇ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ТА ЇХ ВПЛИВ НА ВРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ ПРОДУКЦІЇ</i> <i>К. Колодєєва, О. Андрієнко</i>	314
<i>РЕАКЦІЯ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ НА ПРИПОСІВНЕ УДОБРЕННЯ В СТЕПУ УКРАЇНИ</i> <i>Л. Сало, І. Гайчєня</i>	316
<i>ОСОБЛИВОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТА ЕКОЛОГІЧНИХ КЛАСТЕРІВ АВСТРІЇ ТА ІТАЛІЇ (за результатами навчальних турів в межах проєкту Еразмус+)</i> <i>Л. Сало</i>	318
<i>ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ В СТЕПУ УКРАЇНИ</i> <i>Л. Сало, Ю. Мащенко, Д. Смірнов</i>	321
<i>ВРОЖАЙНІСТЬ КУКУРУДЗИ ПІСЛЯ РІЗНИХ ПОПЕРЕДНИКІВ В СТЕПУ УКРАЇНИ</i> <i>Л. Сало, Ю. Трикула</i>	322
<i>ВРОЖАЙНІСТЬ СОНЯШНИКУ ЗАЛЕЖНО ВІД ПРИПОСІВНОГО УДОБРЕННЯ В СТЕПУ УКРАЇНИ</i> <i>Л. Сало, В. Трикула</i>	324
<i>ПРОДУКТИВНІСТЬ ГРЕЧКИ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ ТА БІОФОНУ В СТЕПУ УКРАЇНИ</i> <i>Л. Сало, Ю. Мащенко, Є. Вейкай</i>	326
<i>ВПЛИВ СПОСОБІВ УДОБРЕННЯ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ В СТЕПУ УКРАЇНИ</i> <i>Л. Сало, С. Бродовський</i>	327
<i>ВРОЖАЙНІСТЬ КОКТЕЙЛЬНИХ СОРТІВ ТОМАТІВ ЗАЛЕЖНО ВІД ВИКОРИСТАННЯ ОРГАНІЧНИХ ДОБРІВ</i> <i>Л. Сало, В. Журило</i>	329
<i>ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ПРИ ВИРОЩУВАННІ В УМОВАХ ФРАНЦІЇ</i> <i>Л. Сало, О. Малишко</i>	331
<i>ЕФЕКТИВНІСТЬ СТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В СТЕПУ УКРАЇНИ</i> <i>М. Мостіпан, М. Кіндрат</i>	333
<i>ПРО ПРИЧИНИ ПОГРІШЕННЯ СОРТІВ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ</i> <i>М. Мостіпан, Р. Карнажук</i>	334
<i>ПРОДУКТИВНІСТЬ РІЗНОВІКОВИХ ПОСІВІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В СТЕПУ УКРАЇНИ</i> <i>М. Мостіпан, І. Махно</i>	336
<i>ВПЛИВ СТРОКІВ СІВБИ НА ЗИМОСТІЙКІСТЬ СОРТУ ДУМА ОДЕСЬКА В СТЕПУ УКРАЇНИ</i> <i>М. Мостіпан, В. Мороз</i>	338
<i>ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ПІЗНІХ ПОСІВІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В ПІВНІЧНОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ</i> <i>М. Мостіпан</i>	340
<i>ОЦІНКА СОРТІВ КАПУСТИ КОЛЬРАБІ В ПІВНІЧНОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ</i> <i>Є. Щербина, В. Патлаченко</i>	342
<i>ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОТРУЙНИКІВ НАСІННЯ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО В СТЕПУ УКРАЇНИ</i> <i>О. Гелевера, О. Омельченко</i>	344

<i>ПРОДУКТИВНІСТЬ КАПУСТИ КОЛЬРАБІ ЗА РІЗНИХ СТРОКІВ ВИРОЩУВАННЯ В ПІВНІЧНОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ</i>	346
<i>Є. Щербина, В. Патлаченко</i>	
<i>ВПЛИВ ПОПЕРЕДНИКІВ НА ФОРМУВАННЯ БУЛЬБОЧОК НА КОРЕНЯХ РОСЛИН СОЇ В СТЕПУ УКРАЇНИ</i>	348
<i>М. Мостіпан, С. Плахотній</i>	
<i>ВПЛИВ СТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ НА ФОРМУВАННЯ БІОМЕТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПОСІВІВ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО В СТЕПУ УКРАЇНИ</i>	350
<i>М. Мостіпан, Б. Ругало</i>	
<i>ВРОЖАЙНІСТЬ ЦУКРОВОЇ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ В СТЕПУ УКРАЇНИ</i>	351
<i>Є. Щербина, Я. Тактаров</i>	
<i>ВПЛИВ ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ КУКУРУДЗИ В СТЕПУ УКРАЇНИ</i>	353
<i>М. Мостіпан, О. Хитрий</i>	
<i>ВРОЖАЙНІСТЬ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСУВАННЯ ІНСЕКТИЦИДІВ В СТЕПУ УКРАЇНИ</i>	355
<i>Є. Щербина, Р. Хлевицький</i>	
<i>ЕФЕКТИВНІСТЬ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В СТЕПУ УКРАЇНИ</i>	356
<i>М. Мостіпан, В. Шевцов</i>	
<i>ВПЛИВ РЕЖИМІВ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ НА ВРОЖАЙНІСТЬ КОРЕНЕПЛОДІВ МОРКВИ</i>	358
<i>М. Ковальов, В. Валько</i>	
<i>ДИНАМІКА ВОДОСПОЖИВАННЯ КАПУСТИ БІЛОКАЧАННОЇ ПІЗНЬОЇ ЗА ПЕРІОДАМИ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ</i>	360
<i>Є. Щербина, Б. Вилка</i>	
<i>ДИНАМІКА ВОЛОГОСТІ ҐРУНТУ ТА РОЗПОДІЛ ПОЛИВІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ КАРТОПЛІ В СТЕПУ УКРАЇНИ</i>	362
<i>Н. Умрихін, Д. Гребенюк</i>	
<i>ШВИДКІСТЬ РОЗКЛАДАННЯ РОСЛИННИХ ЗАЛИШКІВ ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР СІВОЗМІН В УМОВАХ СТЕПУ УКРАЇНИ</i>	364
<i>М. Ковальов, В. Демидчик</i>	
<i>ОСОБЛИВОСТІ РЕГУЛЮВАННЯ МІКРОКЛІМАТУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ТРОЯНД У ТЕПЛИЦЯХ</i>	366
<i>М. Ковальов, Д. Добрун</i>	
<i>ДИНАМІКА ЗВОЛОЖЕННЯ ҐРУНТУ ПРИ КРАПЛИННОМУ ЗРОШЕННІ САДІВ В СТЕПУ УКРАЇНИ</i>	368
<i>М. Ковальов, Ю. Ейвазов</i>	
<i>АНАЛІЗ ІСНУЮЧОЇ СИТУАЦІЇ ПРИ ПОВОДЖЕННІ З ПЛАСТИКОВИМИ ВІДХОДАМИ В УМОВАХ КІРОВОГРАДСЬКОЇ ОБЛАСТІ</i>	370
<i>В. Іванов</i>	
<i>СУМАРНЕ ВОДОСПОЖИВАННЯ ГОРОХУ ПІД ВПЛИВОМ СПОСОБІВ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА ДОЗ ДОБРІВ</i>	371
<i>М. Ковальов, С. Левенко</i>	
<i>ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ СОРТІВ РЕДИСУ ЗА РІЗНИХ СПОСОБІВ ВИРОЩУВАННЯ</i>	373
<i>М. Ковальов, Д. Михайлова</i>	
<i>ВПЛИВ РЕЖИМІВ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ НА РІВЕНЬ КИСЛОТНОСТІ ҐРУНТУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СУНИЦІ САДОВОЇ</i>	375
<i>М. Ковальов, А. Островерха</i>	
<i>УРОЖАЙНІСТЬ НАСІННЯ СОНЯШНИКА ПІД ВПЛИВОМ РІЗНИХ СПОСОБІВ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ</i>	377
<i>М. Ковальов, А. Проценко</i>	
<i>ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРІВ НА ПОСІВАХ СОЇ В СТЕПУ УКРАЇНИ</i>	379
<i>Т. Шепілова, К. Голоцван</i>	
<i>КРИТЕРІЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БІНАРНИХ ПАЛИВНИХ СИСТЕМ</i>	380
<i>І. Свінар</i>	

<i>ВПЛИВ ФОНУ ЖИВЛЕННЯ ТА НОРМИ ВИСІВУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ В СТЕПУ УКРАЇНИ</i> <i>Т. Шепілова, Г. Дебелий</i>	382
<i>ВПЛИВ СПОСОБІВ СІВБИ ТА НОРМ ВИСІВУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ В СТЕПУ УКРАЇНИ</i> <i>Т. Шепілова, Р. Льченко</i>	383
<i>ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКУ СІВБИ ТА ФОНУ ЖИВЛЕННЯ В СТЕПУ УКРАЇНИ</i> <i>Т. Шепілова, А. Пшеничний</i>	384
<i>ВПЛИВ ІНОКУЛЯЦІЇ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ СОЇ В СТЕПУ УКРАЇНИ</i> <i>Т. Шепілова, А. Пустовіт</i>	385
<i>ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ НА УРОЖАЙНІСТЬ СОЇ В ПІВНІЧНОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ</i> <i>Н. Умрихін, І. Сташук</i>	386
<i>ВПЛИВ СТРОКІВ ВНЕСЕННЯ ДОБРІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ В СТЕПУ УКРАЇНИ</i> <i>Т. Шепілова, К. Черненко</i>	387
<i>ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОСТИМУЛЯТОРА РОСТУ ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКІВ СІВБИ СОЇ В СТЕПУ УКРАЇНИ</i> <i>Т. Шепілова, А. Ковтун</i>	388
<i>ВПЛИВ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ В СТЕПУ УКРАЇНИ</i> <i>Т. Шепілова, С. Романескул</i>	389
<i>АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПОДІЛУ ЗЕРНОВОГО МАТЕРІАЛУ НА ДЕЦІ ВІБРОПНЕМОІМПУЛЬСНОГО СЕПАРАТОРА</i> <i>Д. Волик, С. Степаненко</i>	391
<i>АНАЛІЗ ПРИЧИН ВІДМОВ ЦИЛІНДРОПОРШНЕВОЇ ГРУПИ ТА ПОШКОДЖЕНЬ ДЕТАЛЕЙ</i> <i>В. Білецький, В. Костишин</i>	393
<i>СПОСОБИ ЗАМОРОЖУВАННЯ ЗЕРНОВОЇ СИРОВИНИ</i> <i>В. Куликівський, Є. Пилипчук</i>	394
<i>ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА УСТАНОВКА ДЛЯ ОСУШЕННЯ ПОВІТРЯ У ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕННЯХ</i> <i>С. Міненко, Я. Рудь</i>	395
<i>ВПЛИВ ВІБРАЦІЇ НА ВЛАСТИВОСТІ ОБРОБЛЮВАНОВОГО ҐРУНТУ</i> <i>В. Куликівський, М. Юркін</i>	397
<i>ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ РОБОТИ ДИЗЕЛЬНОГО ДВЗ ПРИ ЗНОШУВАННІ РОЗПИЛЮВАЧІВ ФОРСУНОК</i> <i>Д. Дерев'яно, Є. Бржестовський</i>	398
<i>МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ ДИСКОВОГО СОШНИКА З ҐРУНТОМ</i> <i>В. Савченко, В. Куліш</i>	399
<i>КЛАСИФІКАЦІЯ ВТРАТ ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ПІД ЧАС ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТРАКТОРІВ</i> <i>В. Савченко, В. Савчук</i>	401
<i>РОЗРОБКА КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ОЗОНУВАННЯ ВУЛИКІВ</i> <i>В. Савченко, В. Шевеленко</i>	403
<i>АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЗНОСОСТІЙКІСТЬ ГІЛІЗ ЦИЛІНДРІВ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ</i> <i>Д. Дерев'яно, В. Яцук</i>	404
<i>ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ТА ОПИС КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ПРОФІЛОГРАФА</i> <i>І. Грабар, І. Двораковський</i>	406
<i>РОЗРОБЛЕННЯ СТЕНДА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ ПОКРІВЛІ ЯК СОНЯЧНОГО КОЛЕКТОРА</i> <i>Л. Савченко, О. Андрійчук</i>	408
<i>РОЗРОБЛЕННЯ СХЕМИ СИМЕТРУЮЧОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ 0,4 КВ</i> <i>Л. Савченко, В. Борисевич</i>	409
<i>ОГЛЯД НАЯВНИХ СИСТЕМ РЕГУЛЮВАННЯ МІКРОКЛІМАТУ В ТВАРИННИЦТВІ</i> <i>Л. Савченко, М. Левицький</i>	411
<i>ЗАСТОСУВАННЯ ЕНЕРГООЦАДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТЕПЛИЦЬ У ХОЛОДНУ ПОРУ РОКУ</i> <i>Л. Савченко, Н. Романчук</i>	413

<i>РОЗРОБКА ДЖЕРЕЛА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ</i>	415
<i>Л. Савченко, С. Шумський</i>	
<i>ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ КРАПЕЛЬНОГО ЗРОШУВАННЯ</i>	417
<i>В. Савченко, А. Голяка</i>	
<i>ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СПОСОБІВ ЗАХИСТУ ДЕТАЛЕЙ ДИЗЕЛЯ ПІД ЧАС РОБОТИ НА СІРЧИСТИХ ПАЛИВАХ</i>	419
<i>І. Грабар, М. Нахаєв</i>	
<i>КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ЛАЗЕРНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ОВЕЦЬ</i>	421
<i>В. Савченко, О. Тертенюк</i>	
<i>МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ СТУПЕНЯ ЗАКРІПЛЕНОСТІ АБРАЗИВНИХ ЧАСТИНОК В ҐРУНТІ</i>	422
<i>Д. Дерев'яно, В. Тишко</i>	
<i>АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ РОЗПОДІЛЬНИКІВ ГІДРАВЛІЧНИХ РУЛЬОВИХ ПІДСИЛЮВАЧІВ</i>	424
<i>А. Ільченко, О. Якобчук</i>	
<i>ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ОПОРНО-ПРИКОЧУВАЛЬНОГО КОТКА СЕКЦІЇ КУЛЬТИВАТОРА</i>	426
<i>В. Куликівський, В. Яроцький, С. Хоменко</i>	
<i>МЕТОДИКА ОЦІНКИ ТА ВИБОРУ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ПЛАЗМОВОГО МЕТОДУ НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТІВ</i>	428
<i>В. Білецький, В. Сікун</i>	
<i>МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ГЛИБИНИ ПРОПЛАВЛЕННЯ МЕТАЛУ ПІД ЧАС ПЛАЗМОВОГО НАПЛАВЛЕННЯ</i>	429
<i>В. Савченко, В. Ткачук</i>	
<i>АГРОТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО ОБПРИСКУВАЧІВ</i>	430
<i>В. Савченко, Р. Шевчук</i>	

**НАУКА І ОСВІТА В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПЕРЕТВОРЕННЯХ ТА ПРІОРИТЕТАХ  
ДЕРЖАВИ**

**В. Адамчук<sup>1</sup>**, *д.т.н., академік НААН;*  
**М.Черновол<sup>2</sup>**, *д.т.н., академік НААН;*  
**В. Булгаков<sup>3</sup>**, *д.т.н., академік НААН*

*1- Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН України;*

*2- Центральноукраїнський національний технічний університет;*

*3- Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Нажаль зараз в Україні ще продовжується негативні тенденції спаду обсягу та деформації структури інвестицій, зведення нанівець інноваційної діяльності загрожують перетворити нашу країну на економічно і технологічно відсталу. З огляду на це, падіння престижу науки й освіти, інтелектуальної праці в її широкому розумінні є згубним, а фактично зарахування їх до необ'язкових атрибутів у житті суспільства є грубою помилкою нинішньої державної стратегії, якщо така існує. Держава, в якій недооцінюється роль інтелекту та потужна каталізуюча функція науки та освіти в прогресивних перетвореннях, неминуче втрачає своє майбутнє. Вона опиняється на узбіччі науково-технологічного і суспільного розвитку, потрапляючи в повну залежність від економічно і технологічно розвинених країн Європи.

У сучасному світі, безперечно, доведено, що інвестиції в науку та освіту є найбільш вигідним. Вони гарантують найшвидшу віддачу, закладаючи надійний фундамент для сьогоднішнього і майбутнього прогресу. І кожна держава, якщо вона хоче бути конкурентоспроможною у світовому розвитку, прагне насамперед підтримувати свої науково-технічний та освітній потенціали на належному рівні. Соціальний престиж, у тому числі оплата праці вчених, у більшості країн є досить високим, що створює сприятливі умови для прогресивних зрушень у науці, техніці, технологічному та організаційно-економічному оновленні макро- і мікроструктур.

Сьогодні українські науковці (включно з професорсько-викладацьким складом університетів), більшість наукових і дослідно-конструкторських центрів опинилися в дуже скрутному економічному та фінансовому становищі. Вони швидко втрачають грошові та матеріальні можливості для здійснення наукових досліджень на сучасному світовому рівні. Реальна заробітна плата вчених скоротилась в багато разів. Вона є непорівнянною з рівнем оплати праці державних чиновників, не кажучи вже про працівників комерційних, банківських і фінансових структур, іноземних фірм і тіньового бізнесу.

Не дивно, що вчені (особливо в молодому віці), на підготовку яких держава витратила величезні кошти і час, змінюють свої професії або їдуть за кордон. Тим самим інтелектуальний потенціал держави розпадається. Висококласні інженери, кібернетики, фізики, математики, хіміки, біологи, лікарі, економісти, юристи почали масово полишати науково-викладацьку та проєктно-конструкторську діяльність, переходячи на роботу в будь-які інші структури, де їхня праця більше винагороджується. Частина вчених влаштовується в іноземні фірми (переважно на другорядні роботи, що не мають нічого спільного з їхньою професією).

На словах органи державної влади визнають таке становище з наукою та освітою України ненормальним і багато разів декларують про їх реформування. Фактично ж за рекомендаціями ззовні здійснюється політика послідовного скорочення фінансування науки, згорання фундаментальних і прикладних досліджень. По суті, вчені наукових установ позбавлені можливості проводити глибокі експериментальні дослідження – через різке скорочення лімітів витрат і подорожчання електроенергії, транспорту, комунальних та інших побутових послуг, неможливість купувати сучасні прилади, реактиви, технологічне обладнання. Наукові центри стають фінансовими банкрутами. Значна частина проєктно-конструкторських установ та



організацій уже припинила своє існування, а їхні приміщення та лабораторні корпуси передаються в оренду комерційним структурам. У програмах урядової діяльності доводиться передбачати відновлення в машинобудівному комплексі необхідних технологічних і проектно-конструкторських розробок, без чого неможливо домогтися конкурентоспроможності української промислової продукції.

Під виглядом розвитку альтернативних форм вищої освіти і науки занепадає справжня вища школа, бо в альтернативному (приватних) навчальних закладах викладання студентам фундаментальних і профільюючих курсів здійснюється здебільшого на низькому рівні. Лекції, семінари, лабораторні роботи проводять наймані викладачі, які нерідко не мають відповідної фахової підготовки. У кращому разі до приватних «університетів» залучається професорсько-викладацький склад тих же самих державних університетів. Оскільки заробітна плата їхніх професорів, доцентів та асистентів є низькою, то вони змушені шукати додаткові заробітки. Але надлишкове навантаження не дає їм змоги на належному рівні виконувати свої функції на двох, трьох чи чотирьох посадах і тим паче займатися при цьому фундаментальними дослідженнями. Як наслідок якість вищої освіти, наукових пошуків і розробок знижується.

До того ж слід мати на увазі, що платне навчання звужує конкурсний відбір найбільш здібних і талановитих абітурієнтів. Усе вирішують їхні грошові можливості. Цей самий принцип відбору дедалі більше поширюється і на середню освіту. Оцінки учнів починають визначатися не їхніми дійсними знаннями, а фінансовими можливостями їхніх батьків здійснювати так звану «гуманітарну допомогу» школі та збіднілим учителям. Це найнебезпечніший вид хабарництва, який деформує і навіть руйнує психіку молоді. Відповідно деформуються і якісні властивості суспільства. В освіті як у дзеркалі відбивається бурхливий процес його соціального розшарування.

Якщо справи й надалі підуть так, то доступ до вищої освіти зрештою може звестися до вузького кола збагаченої меншості, незважаючи на те, що це суперечить Конституції України та законодавства про освіту. Як відомо, купівля права на знання ще не є самим знанням. Негативна тенденція до загального зниження вимог до якості навчання на всіх щаблях освіти загрожує перспективою випуску дипломованих фахівців з вищою освітою низької якості, які не будуть конкурентоспроможними порівняно з відповідними фахівцями інших країн. Водночас лише фундаментальні знання належним чином корелюють із рівнем і темпами НТП (Науково-технічного прогресу) та конкурентоспроможністю держав у світовому співтоваристві.

Ось чому тінювий перехід у системі освіти від конкурсного добору абітурієнтів за об'єктивними оціночними критеріями рівня знань, здібностей і талантів до добору за обсягами хабарів не лише є небаченою в Україні соціальною несправедливістю (понад  $\frac{3}{4}$  її населення взагалі не можуть брати участі в таких своєрідних конкурсах «гаманців»), а й потягне за собою неминуче падіння якості знань молодого покоління, а звідси й загального рівня інтелекту української нації з усіма негативними наслідками для сучасного та майбутнього розвитку країни. Далеко не все в цивілізованій ринковій економіці кінця ХХ – початку ХХІ століття формується тільки за принципом купівлі-продажу, тобто примітивного торгу. В економічно розвинених державах наука й освіта посідають почесне місце і базуються на зовсім інших принципах.

Процеси виховання нових поколінь, здобуття загальної та вищої освіти, добору елітарних особистостей, спроможних забезпечувати швидкий прогрес науки і техніки, а також економічне зростання в умовах ринкової конкуренції базується на загальнодержавній політиці залучення для цього найвищого інтелекту суспільства та відповідних асигнувань. Далеко не все (як свого часу помилково трактувала пропаганда) тут вирішується ринок і гроші. Кожна країна має в цьому сенсі свої особливості, історичні традиції та досвід, прагнучі також використовувати новітні методи і засоби, що є світовими досягненнями. Але в усіх народів суть справи зводиться врешті-решт до того, щоб усіляко підвищувати свій інтелектуальний потенціал і духовну культуру, а також рівень знань і вміння людей краще працювати і жити. Це вирішальне підґрунтя і напрямок прогресивних зрушень. Ба більше, якщо Українська держава справді має намір на рівних увійти до числа цивілізованих країн світу, то вона не повинна принести науку й освіту в жертву загальному кризовому руйнуванню. Без знань і вміння неможливо подолати гострі

кризові явища, а тим паче швидко домогтися високих темпів економічного зростання, якісного оновлення виробничих і ринкових структур, що стати економічно потужною, конкурентоспроможною державою.

Саме в цьому напрямі наша держава повинна прагнути активізувати свою науково-технічну політику та розвиток освіти. Руйнівні тенденції в цих сферах уже вкрай негативно вплинули на характер ринкових перетворень. Замість прискорення процесу технологічного і структурного оновлення відбувається суттєвий спад інноваційної діяльності.

Саме про це відверто казав відомий в Україні науковець в галузі економіки, академік Іван Лукінов майже чверть століття тому, але мало що змінено.

Але без докорінних змін саме в цій галузі неможливий впевнений рух нашої країни до Європейського та світового простору.

UDC 631

### ***ENERGY EFFICIENCY OF THE AIR-STREAM LOADING SYSTEMS FOR AIR-SEEDERS***

**A. Yatskul<sup>1</sup>**, lecturer;

**J-P. Lemièrè<sup>2</sup>**, lecturer;

**F. Cointault<sup>2</sup>**, lecturer

*1- Polytechnical Institute UniLaSalle, Beauvais, France;*

*2 - Institute Agro Dijon, Dijon, France*

Very efficient, productive and autonomous, the air-seeder was created in Germany in the 1960's. The single storage hopper (mounted or from a wheeled air-cart) provides the metered seeding material (seeds or/and fertilizers) through the closed air-delivery system and a dividing device(s), to the soil openers, located on a tillage implement [4]. Nevertheless, one of the biggest drawbacks of the air-seeders as a high energy consumption often remains ignored. One of the most energy consuming process during the air seeding is the air stream loading. This paper explores the process and evaluate the energetic efficiency of the loading of the seeding material in the air-stream by a Venturi injector and a pressurized hopper (Figure 1).

The metering unit provides the bulk of the seeding material into a conveying airline. During the air-stream loading the problem of the air leakage through the introduction window is targeted. The air-stream pressure, produced by the blower, is significantly greater than the atmospheric pressure in the hopper. Thus, the air will always try to escape through the introduction window and prevent pneumatic conveying [3].

The experimentation was undertaken on a specific experimental setup (Figure 1) with both systems, for four most common material flow rates of (0,180; 0,360; 0,480; 0,620 kg s<sup>-1</sup>), of untreated wheat certified seed (Sensas variety). Each flow rate being conveyed at the different following air velocities: 25, 29, 34, 39 m s<sup>-1</sup>. During the experiments, the air velocity and static pressure were controlled by the fixed Pitot tubes and universal Testo 512 micromanometer, according to [2]. The physical value characterizing the power consumption is the power. The power consumption has been calculated as the product of the hydraulic oil flow rate  $Q_h$  and its pressure  $P_h$  at the blower. The global pressure drops due to the material introduction was estimated like a difference of total pressure (the sum of static  $P_{s_i}$  and dynamic pressures  $\frac{1}{2}\rho v_i^2$  in a section) between the up and down stream. The coefficient of local pressure drops  $\xi$  was defined as:  $\xi = \frac{\Delta P_{i-j}}{0.5\rho v^2}$  [1].

The energetic comparison of both loading systems shows that the pressurized system is significantly more efficient for the same operating conditions, in terms of air velocity and mass flow rate. The use of the pressurized system saves 11-29 kW of energy to perform the same tasks (Figure 2).

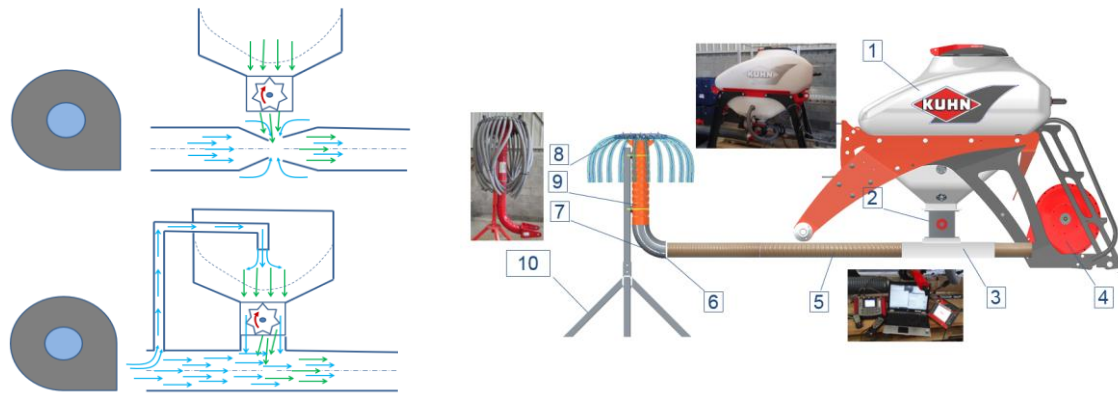


Fig. 1. Functioning of a Venturi injector and a pressurized system (left). Experimental set-up (right): Storage hopper (1), Metering unit (2), loading device (3), Blower (4), Flexible pipe (5) Elbow (6), Corrugated cylinder (9) Divider head (8).

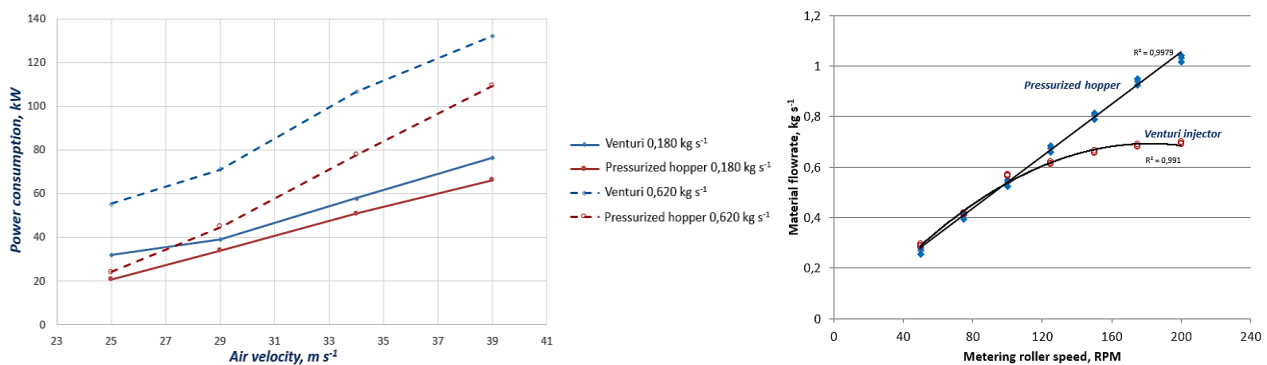


Fig. 2. Power consumption as a function of air velocity and material flow rate (left). Material flow rate as a function of the metering roller speed (right).

The highest power consumption of the Venturi injector system is due to the air compression within the injector body. Obtaining of the same air velocity in this system induces the need for the highest fan rotation frequency. At about 50-55% of supplied pressure is definitely lost inside the injector. The pressurized system consumes less than 20% of the supplied pressure. This means that the energy which is economized in the pressurized system could be potentially used to deliver more seeding material, or for other tasks such as conveying over a longer distance.

According to the Figure (2), the material flow rate changes proportionally until the rotational roller speed of 90-100 RPM in both cases. However, in the case of the Venturi injector, we observed a slowdown progression of the flow rate until 180 RPM, before a decreasing of the flow rate. The pressurized system provides clearly linear trend of material flow evaluation. In addition, in the air-seeder, the material flow rate increase leads to the static pressure at the introduction area also increasing. The air tends to escape into the atmosphere through the loading hole, consisting of an obstacle for the emptying rollers' cells. The pressurized systems have the highest transfer capability and the highest productivity. A material flow rate of 1.2 kg s<sup>-1</sup> for the pressurized hopper against 0.62 kg s<sup>-1</sup> for the injector is obtained for instance. The overflow of the injector has been already observed at 0.52 kg s<sup>-1</sup>, whereas the transfer limit of the pressurized system could not be reached.

## References

1. Idelchik, I. E. (2005) Handbook of Hydraulic Resistance, 3 edition, Jaico Publishing House.
2. Mills, D. (2013). Pneumatic conveying design guide. Butterworth-Heinemann.
3. Srivastava A.K., Goering C.E., Rohrbach R P., Buckmaster D.R., (2003) - Conveying of Agricultural Materials. Chapter 14. Engineering Principles of Agricultural Machines, 2nd ed., pg. 491-524 St. Joseph, Michigan: ASABE. (10.13031/2013.41476);
4. Weiste, H. (2013) The ACCORD PNEUMATIC-System: From invention to worldwide application, Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup. Germany, 224p.

**VEGETABLE GROWING: STUDY OF MECHANIZED PLANTING SEEDLINGS****Iu. Melnic, PhD, Associate Professor;****A. Melnic;****V. Badiul***Technical University of Moldova, Chisinau, Republic of Moldova*

Vegetable growing is one of the most important agricultural sectors in the Republic of Moldova and Ukraine. However, for various reasons, today vegetable production in Moldova is going through hard times, since the sales market for products has shrunk significantly, which has led to a reduction in the production area of major vegetable crops, such as tomatoes, cabbage, peppers and others.

The opening of the European market does not give farmers the opportunity to mass produce vegetables and increase the volume of vegetable products. In addition, the high level of imports of vegetables and vegetable products into the Republic of Moldova leads farmers astray from the production of domestic vegetables.

Another major problem is the production of vegetables in greenhouses. High energy prices do not make it possible to start producing vegetables from seedlings at an earlier date and growing them in greenhouses themselves. This has led to a slow and reliable takeover of the Moldovan market by Turkish vegetables, namely tomatoes, which appear on sale earlier and have a lower selling price at the same time of year. Thus, without state support for farmers growing, for example, tomatoes, it does not seem possible to even provide the country's population with local vegetables, let alone export vegetable products.

So, the high level of imports of vegetables and vegetable products into the country pushes farmers away from the production of domestic vegetables. Today, vegetable growers initially find themselves in unequal competitive production conditions with their foreign colleagues, since these problems are aggravated by problems in the technology of growing vegetable crops, which do not allow for the full mechanization of technological processes. Planting seedlings is one of the most labor-intensive and important technological operations when growing vegetables. A lack of workers in agricultural production is felt more and more strongly, and the mechanization of work when planting seedlings plays an increasingly important role.

Transplanting machines do not fully comply with the agritechnical requirements for the process of planting seedlings. The working parts of current imported planting machines do not always correspond to the physical and mechanical properties of the soil on which it is planned to grow vegetables. The result is a lot of wear on the working parts of the planting machines or failures associated with the machine breaking down in the field while performing work.

Preliminary field experiments on planting cabbage seedlings conducted in the early summer of 2023 at the "Polyus-Agro" farm in the village of Kremenchug revealed some design shortcomings of the carousel-type transplanting machine from the Italian company Checchi & Magli, such as: unevenness planting of seedlings; covering plants with soil; clogging of the press wheels and coulter with soil and plant remains.

During the experiments, simultaneously with planting, the performance of the equipment for installing a drip irrigation system additional installed on the transplanting machine was also tested.

Experiments have shown that this design can be improved by design and technological parameter optimization, which will eliminate the listed disadvantages and improve the quality of planting seedlings.

## **ТЕХНОЛОГІЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ЯК СПОСІБ ОТРИМАННЯ СТАБІЛЬНИХ ВРОЖАЇВ**

**М. Засць**, *к.т.н., доцент;*

**О. Сергійчук**, *магістр*

*Поліський національний університет*

Концепція вертикального обробітку полягає в системному підході, заснованому на методах, направлених на запобігання формуванню глибоких надмірно ущільнених прошарків ґрунту, які пригнічують всі природні процеси: капілярність ґрунтів та обмін вологи, правильний розвиток кореневої системи. Дані методи сприяють споживанню рослинами достатньої кількості поживних речовин та води, а також рух таких корисних організмів[1].

Горизонтальний обробіток призводить до формування ущільнених прошарків, які перешкоджають розвитку кореневої системи рослин та негативно впливають на розподіл вологи в ґрунті, що призводить до зниження врожайності. Досягаючи більш твердих підорних прошарків ґрунту, коріння перестає рости вглиб та починає витися в сторони у верхньому менш ущільненому прошарку. Крім цього, ущільнені прошарки можуть призводити до збирання води на поверхні ґрунту та погіршенню його капілярності[2].

Агрегати вертикального обробітку призводять до утворення вертикальних розломів та тріщин у ґрунті, що сприяє хорошему поглинанню та обміну вологи, забезпечуючи рослини її достатньою кількістю.

Окрім цього, правильний підхід до вертикального обробітку призводить до формування однорідного профілю без ущільнень та твердих прошарків для безперешкодного розвитку та росту кореневої системи рослин, в результаті чого вони отримують більше поживних речовин, повітря та води.

Агрегати вертикального обробітку ґрунту також здійснюють ефективний обробіток рослинних залишків, закріплюють поверхню та виконують якісну передпосівну обробку ґрунту (рис. 1).

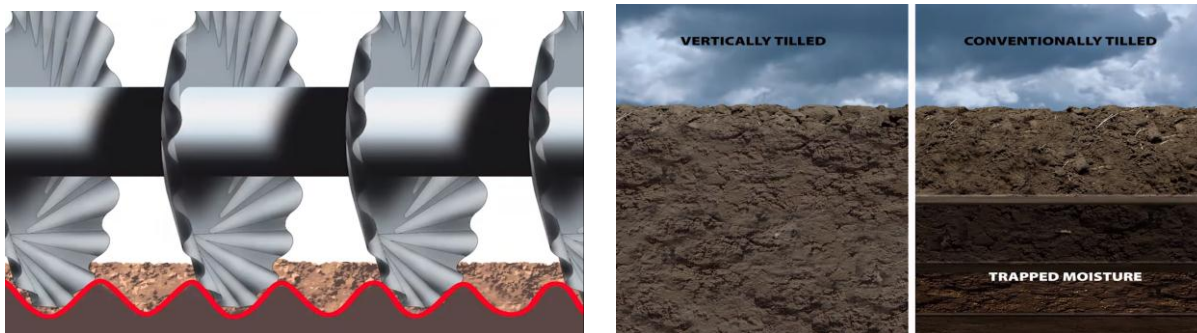


Рис. 1. Структура ґрунту при різних способах обробітку

Ґрунтозахисна технологія безплужного обробітку сільськогосподарських угідь, або, так званий, вертикальний обробіток, достатньо новий для України та лише декілька років тому прийшов з територій Північної Америки, проте, на сьогоднішній день, вже активно використовується успішними аграрними компаніями. Сутність інноваційного методу полягає, головним чином, у можливості уникнути в процесі обробітку земель прошарків високої щільності, у порівнянні з традиційним "горизонтальним" способом. В результаті корені рослин можуть активніше розвиватися вглиб та отримувати ще більше поживних речовин та вологи, такі рослини більш посухостійкі і в цілому мають набагато більш розвинену кореневу систему, що забезпечує на всіх типах ґрунтів і всіх культурах збільшення врожаю до 8,5 ц / га.



Рис. 2. Агрегат для проведення вертикального обробітку ґрунту

Переваги технології вертикального обробітку ґрунту.

Більшої віддачі від землі. Більшої віддачі від своєї праці. Більшої віддачі від свого обладнання. З цією метою створюється техніка, здатну запропонувати більше. Розробка більш ефективних агротехнічних рішень. Пропонується більш високотехнологічна система для підвищення продуктивності роботи.

Вертикальний обробіток ґрунту може стати дієвим інструментом для підготовки полів з великою кількістю поживних решток. Ця передова технологія дозволяє розпушити ґрунт для безперешкодного розвитку кореневої системи вирощуваних культур, а також забезпечує вільний доступ до них води і поживних речовин протягом всього сезону вегетації, дозволяючи повністю розкрити потенціал їх врожайності. Проте для втілення цієї можливості потрібно підготувати рівне і однорідне насінневе ложе — не тільки поверхневий шар ґрунту, але і, що особливо важливо, зону кореневої системи рослин, розпушення якої є запорукою їх повноцінного розвитку на ранньому етапі. Агрегати для вертикального обробітку ґрунту, на даний час, є єдиними у своєму роді знаряддями, які здатні ефективно подрібнити поживні залишки, перемішувати їх з ґрунтом і рівномірно вирівнювати поверхню поля, формуючи рівне і однорідне насінневе ложе.

### Список використаних джерел

5. [http://agroalliance.com.ua/home/articles/130/True-Tandem\\_2014\\_UKR\\_easy.pdf](http://agroalliance.com.ua/home/articles/130/True-Tandem_2014_UKR_easy.pdf).
6. [Dave Kanicki, Tom Evans](#) Disc Chisels vs. Hybrid Disc Chisels: There is a Difference, [Farm Equipment](#), 2017. Posted in [Best Practices](#).

УДК 656:338

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ**

**О. Науменко, к.т.н., професор;**

**О. Фененко, магістр**

*Державний біотехнологічний університет, м.Харків*

В умовах конкуренції, коли постачальнику вкрай необхідно враховувати інтереси споживачів, все більшої актуальності набуває проблема, що полягає в тому, щоб постачальник з найменшими для себе витратами якнайкраще задовольнив вимоги клієнтів. У протилежному випадку виникне загроза, що клієнт надасть перевагу співпраці з іншими транспортними підприємствами.

Переорієнтація ринку на споживача виявила необхідність використання логістичного підходу до управління транспортним обслуговуванням, який би враховував економічні інтереси всіх учасників транспортного процесу. Аналіз робіт [1-3], присвячених логістичному підходу, дозволяє зробити висновки, що недостатньо враховується фактор випадковості при організації поставок у чітко призначений термін, що обмежує їх практичне застосування при здійсненні транспортного обслуговування споживачів, особливо у випадку соняшникової олії. Математичне обґрунтування питань взаємозв'язку якості послуг і відповідних витрат, а також задачі визначення оптимального рівня якості поставки, як відносно постачальника, так і споживача, мають значні прогалини в розробках. Це й визначило актуальність проведення наукових досліджень в галузі управління транспортним обслуговуванням.

Виходячи з вищевказаного, виникає необхідність забезпечення надійності, якості та ефективності процесу перевезення олії шляхом організації раціональних маршрутів та зменшення затримок під час виконання навантажувально-розвантажувальних операцій та руху на маршруті з подальшим прийняттям відповідних заходів [4,6].

Однак в даний час оцінка надійності та якості процесу перевезення олії в транспортних підприємствах практично не проводиться.

Тому виникла необхідність розробки і впровадження на транспортних підприємствах системи комплексної оцінки надійності, якості та ефективності процесу перевезення олії, яка охоплювала б різні рівні реалізації перевізного процесу.

Оцінка показників надійності процесу доставки олії, рішення задач оптимізації, пов'язаних з підтриманням і відновленням працездатності виробничої системи забезпечення перевізного процесу, вимагає використання математичної теорії надійності.

Під надійністю розуміється властивість системи виконувати задані функції на певному інтервалі часу і при цьому підтримувати значення встановлених виробничих показників в заданих межах при відповідних умовах експлуатації, ремонту, зберігання і транспортування.

Виходячи з вищевикладеного слід зазначити, що забезпечення достатньої надійності перевезень олії за допомогою об'єктивної оцінки надійності процесу доставки і оперативного прийняття заходів, є в даний період одним із актуальних завдань, що стоять перед перевізником.

Мета дослідження: підвищити надійність, якість та ефективність процесу перевезення олії за рахунок вибору раціональних маршрутів та транспортних засобів.

Обґрунтовані вимоги до параметрів оцінки надійності, якості та ефективності процесу доставки олії. До таких вимог відносяться: час навантажувальних та розвантажувальних робіт; час руху транспортних засобів на маршруті; час оформлення супровідних документів, а також витрати транспортного підприємства на доставку вантажу.

При визначенні надійності враховується як основний час виконання технологічних операцій, так і час затримок по кожній операції.

При визначенні якості обслуговування, додатково до введених параметрів, враховується кількість та якість витраченого пального.

При визначенні ефективності обслуговування, додатково до введених параметрів, враховуються витрати на експлуатацію транспортних засобів та заробітну плату водіїв.

Отримані математичні вирази для моделювання ймовірності процесу доставки рослинної олії, які дозволяють розрахувати ймовірність виконання всіх складових технологічного процесу та визначити шляхи покращення процесу.

Проведено математичне моделювання надійності якості та ефективності процесу доставки олії від виробника до оптового споживача ЗАТ Полтавський олієекстракційний завод м. Полтава. Встановлено, що на надійність і якість процесу доставки істотно впливають два технологічних параметра: час затримок по кожній технологічній операції доставки і час знаходження транспортного засобу на маршруті. Зниження часу затримок призводить до збільшення коефіцієнта надійності від 0,72 до 0,85.

Виконано оцінку ефективності доставки олії по заданих маршрутах. Розраховані питомі витрати на доставку олії. За результатами моделювання встановлено, що для підвищення ймовірності доставки олії по заданих маршрутах необхідно розробляти заходи щодо скорочення часу затримок на всіх етапах технологічного процесу доставки.

### Список використаних джерел

1. Vojtov V., Kutiya O., Berezhnaja N., Karnaukh M., Bilyaeva O. Modeling of reliability of logistic systems of urban freight transportation taking into account street congestion. / Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Vol. 4, no. 3 (100), pp. 15-21. 2019. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.175064>
2. Войтов В.А., Кутья О.В., Бережна Н.Г. Моделювання надійності вантажних міських перевезень з урахуванням завантаженості вулиць// Perspectives of world science and education. / Abstracts of the 1st International scientific and practical conference. CPN Publishing Group. Osaka, Japan. 2019. Pp. 296-300. URL: <http://sci-conf.com.ua>.
3. Войтов В. А., Бережна Н. Г., Кутья О. В. Критерії оцінювання надійності логістичної системи транспортного обслуговування / Автомобільний транспорт. – 2017. – №. 41., с. 96-104.
4. Tareq M. A. Al-Quraan, Fadi Alfaqs, Ibrahim F. S. Alrefo, Viktor Vojtov, Anton Voitov, Andrey Kravtsov, Oleksandr Miroshnyk, Andrii Kondratiev, Pavel Kučera, Václav Pištěk. Methodological Approach in the Simulation of the Robustness Boundaries of Tribosystems under the Conditions of Boundary Lubrication. *Lubricants*, **2023**, 11, 17. <https://doi.org/10.3390/lubricants11010017>
5. Войтов В.А., Кравцов А.Г., Карнаух М.В., Горяїнов О.М., Козенок А.С., Бабич І.А. Оцінка ергономічної стійкості транспортного потоку на дільницях дорожньої мережі. Ідентифікація математичної моделі. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*, 2023, Випуск 7(38), с. 236-245 [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7\(38\).1.236-245](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7(38).1.236-245)
6. Аналітична оцінка автотранспортних засобів північно-східного регіону [Текст] / О. А. Науменко, А. І. Цуканов // Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., м. Харків, 1-2 груд. 2022 р. - Харків : ДБТУ, 2022. - С. 49-50

УДК 663.53

### **СПОСІБ ЗМЕНШЕННЯ ТРАВМУВАННЯ НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР**

**Ф. Харченко, к.т.н., доцент;**

**Г. Шкробот, студент;**

**А. Цеділкін, студент**

*Сумський національний аграрний університет*

Виробництво зерна та його стійке нарощування об'ємів – одне з найважливіших завдань агропромислового комплексу України. Пріоритетним напрямом збільшення виробництва зерна зернових сільськогосподарських культур є підвищення врожайності та зниження втрат на всіх стадіях виробництва. Однією з причин низької врожайності зернових, у тому числі пшениці, в нашій країні є погана якість насіння. Останніми роками в Україні висівають не більше 20,0 % висококласного насіння, а некондиційного – до 34,9 %. Низька якість насіння в Україні пояснюється високим рівнем їх травмування, при збиранні та післязбиральній обробці, несвоєчасною обробкою зерна, недостатню продуктивність очисної та сушильної техніки.

Очищення, сортування дають змогу досягнути найбільший ефект при післязбиральній обробці зернового матеріалу. По мірі надходження зернового матеріалу на агропідприємства, очищати їх від різних домішок, а також відокремлювати від основної фракції дроблене, щупле та біологічно неповноцінне зерно з низькими посівними якостями та спрямовувати його у фураж допоможе підвищити якість насіння на виході. Додатковим позитивним фактором при проектуванні насінневих технологічних ліній є зменшення їх протяжності, кількості машин та механічних дій робочих органів на насіння.



Спосіб зниження травмування насіння полягає в розробці технічних рішень щодо зниження кількості механічних впливів на насіння в робочих органах машин для очищення, сортування та транспортування зернових матеріалів.

Одним з технічних засобів реалізації може бути гравітаціо-гвинтовий канал, який призначено для транспортування та сортування насінневого матеріалу з мінімальною механічною дією на насінини. Для цього використано сили гравітації та активний обертальний вертикальний гвинт. По мірі руху насінневого матеріалу по спіралі гвинта компоненти на собі відчують сили гравітації, відцентрові та тертя. Це дозволяє розподілити траєкторії компонентів матеріалу в залежності від їх ваги, форми, стану поверхні та розмірів відносно вісі гвинта (або до вісі або до стінок каналу). В нижній частині маємо пристрій-заслінку, яка регулює чистоту поділу компонентів або кількість компонентів двох фракцій. З метою мінімізації травмування насіння поверхня гвинта, стінок є прогумованою.

Поділ насінневого матеріалу за комплексом властивостей компонентів дозволяє відібрати від повноцінного цілого насіння не тільки домішки різних типів, а й попередньо макротравмоване, з крупними деформаціями, відколеними частинами насіння і т.п. Подібна операція на попередньому очищенні насінневого матеріалу дозволяє зменшити кількість технологічних операцій, механічних дій на насінини. Результатом подібного впровадження є підвищення якості насінневого матеріалу за рахунок відділення макротравмованого насіння, підвищення продуктивності лінії за рахунок відділення домішок з загального об'єму матеріалу, зменшення собіратності операцій очищення та сушіння насіння.

#### **Список використаних джерел**

1. Теорія сепарування зерна: монографія / В. П. Ольшанський, С.О. Харченко [та ін.]. – Харків: ХНТУСГ, 2017. – 802 с.

УДК 663.53

### ***МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ РУЙНУВАННЯ ОБОЛОНКИ НАСІННЯ***

***С. Харченко, д.т.н., професор;***

***Д. Селезньов, студент;***

***О. Клименко, студент***

*Сумський національний аграрний університет*

Вирощування та обробка зернових матеріалів супроводжується контактами з ними робочих органів машин, які можуть спричиняти деформацію зовнішніх оболонок та інших частин насіння основної культури. Подібні пошкодження насіння викликають розвиток мікроорганізмів, хвороб та призводять до втрати посівних властивостей насінневого матеріалу. Для того щоб мінімізувати пошкодження насінневого матеріалу або взагалі їх виключити, необхідно обґрунтувати конструкцію робочих органів даними щодо властивостей міцності насіння.

Визначення кінематичних параметрів робочих органів машин та обладнання повинно супроводжуватися мінімізацією руйнування оболонки насінневого матеріалу. Динамічну міцність оболонки насінневого матеріалу пшениці озимої визначали на маятниковому копрі, який дає можливість вивчати технологічний ефект при ударних навантаженнях.

Швидкість удару залежить від кута падіння маятника та коливається від 25 до 50 м/с. Одночасно враховували розміри насінин та ефект виробничого впливу, що дозволяє встановити оптимальні умови руйнування. Для відтворення спеціального технологічного

процесу маятники мали бойки відповідної форми.

За допомогою маятникового копра визначали вплив бойка на насіння при варіюванні швидкості руху бойка під час удару. Удар був спрямований на центр насіння, де забезпечувалося оптимальне наближення до процесу впливу на нього робочих органів.

Залежність пошкодження насіннєвого матеріалу визначали за наступним алгоритмом. Перед початком досліду фіксували за шкалою середній кут зльоту маятника при холостому ході. Маятник і затискач встановлювали у такому положенні, щоб точка удару маятника збігалася з центром удару його. Маятник піднімали на кут кидання, а стрілку-показчик встановлювали на нулі шкали. Потім маятник визволяли. При падінні він робить удар, захоплюючи у себе стрілку. Стрілка вказує на шкалі кут робочого зльоту. Лінійна швидкість, що розвивається маятником, підвищується при збільшенні вихідного куту в заданих значеннях 30, 60, 90 і 120°.

З результатами досліджень побудована залежність відсотка пошкодження насіння (у) від швидкості руху бойка копера (х). Щоб правильно судити про отримані дані, у проведеному експерименті проведено поліноміальну апроксимацію – залежність є експонентною з рівнянням:  $y=1,2839e1,7041x$ . Достовірність коефіцієнта апроксимації дорівнює  $R^2 = 0,9737$ . Апроксимована крива на отриманому експериментальному графіку точно описує криву залежності відсотка пошкодження насіння від швидкості бойка.

Одержані залежності дозволяють прогнозувати показники травмування насіння за відомих швидкостях руху робочих органів машин для післязбиральної обробки насіння. Подібна оптимізація параметрів корисна при проектуванні та дослідженні процесів машин.

#### **Список використаних джерел**

1. Теорія сепарування зерна: монографія / В. П. Ольшанський, С.О. Харченко [та ін.]. – Харків: ХНТУСГ, 2017. – 802 с.

УДК 663.53

### ***ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СОРТУВАННЯ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ***

**Ф. Харченко, к.т.н., доцент;**

**В. Удовіченко, студент;**

**В. Бурнос, студент;**

**А. Харченко, студент**

*Сумський національний аграрний університет*

Виробництво соняшнику залишається перспективним для господарств України, що пов'язано з рентабельністю та світовим попитом на дану продукцію. Ефективність виробництва с.г. культури оцінюється фінансовою рентабельністю та збереженістю природних ресурсів. Прибутковість при виробництві соняшнику залежить доходності, яка визначається вартістю кінцевого продукту та собівартістю вирощування. Остання складається з низки факторів, серед яких однією з основних є експлуатаційні витрати та технологічні операції.

Стан зерноочисної та калібрувальної техніки не відповідає сучасним вимогам за критеріями питомо продуктивності та якості процесів, енерго- та металоємності, універсальності або функціональності обладнання, надійності та ремонтноздатності машин. Це створює передумови щодо вдосконалення машин, їх робочих органів.

Запропонована технологічна схема удосконалення зерноочисного комплексу ЗАВ-20, яка базується на послідовному застосуванні окремих операцій сортування насіння, а також

використання нових робочих органів зерноочисних машин.

Запропонована технологія базується на обґрунтованих параметрах процесів пневмосепарування та поділу за розмірами на решетному сепараторі. Обґрунтовані режими роботи та запропоновані до використання решета с отворами у вигляді епіциклоїди та об'ємних активаторів.

У результаті застосування запропонованої технології: вихід відокремленого насіння за рахунок зменшення втрат у відходи збільшився на 21,5 %. Продуктивність комплексу при сортуванні насіння зросла на 64,2 %, чистота основного виходу склала 96,13 %. Спостерігається позитивний вплив на масу 1000 насінин соняшнику: вага 1-3 фракції в запропонованій технології вище на 2,3-4,5%, що позитивно відобразиться на врожайності. Врожайність насіння соняшнику підвищилась на 7,5-9,1% і складає 2,25-2,96 т/га.

### **Список використаних джерел**

1. Теорія сепарування зерна: монографія / В. П. Ольшанський, С.О. Харченко [та ін.]. – Харків: ХНТУСГ, 2017. – 802 с.
2. Харченко С.О. Концепція інтенсифікації процесів віброрешітного просіювання зернових сумішей. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. Харків, 2018. – 516 с.
3. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Очистка і сортування насіння. –Харків: Око, 2006. – 407 с.

УДК 663.53

## ***СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ ЗАПИЛЕНОГО ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ НА ЗЕРНОСУШАРКАХ***

***С. Харченко, д.т.н., професор;***

***О. Лебідь, студент;***

***Я. Макаренко, студент;***

***Ю. Твірігінов, студент.***

*Сумський національний аграрний університет*

При охороні атмосферного повітря та безпеці праці працівників встановлюють нормативи гранично допустимих концентрацій дисперсних частинок в повітря робочих зон. Крім того, наявність частинок пилу призводить до порушення технологічного процесу, наприклад, очищення зерна. Наявність пилу в кінцевому продукті суттєво впливає на його товарні властивості. Іншим негативним фактором запилення повітря робочих зон є вибухонебезпечність та вплив на роботоздатність обладнання.

Підвищення пропускної здатності зерноочисних та переробних підприємств обмежено недостатньою ефективністю роботи аспіраційних систем зерносушарок. Для очищення повітряного потоку на зерносушарках потрібно високоякісне та ефективне пиловловлююче обладнання.

Одним із способів підвищення ефективності післязбиральної обробки зерна є виконання техніко-технологічних рішень щодо удосконалення процесу очищення повітряного потоку в аспіраційних системах сушарок типу ДСП. Відцентрові пиловловлювачі є перспективними конструкціями з урахуванням комплексу сил що діють на дисперсну частку в робочій зоні. Для підвищення ефективності процесу очищення повітряного запропоновано конструкцію пиловловлювача із зустрічними закрученими потоками та трьома робочими зонами, з відсмоктуванням з бункерної зони. Реалізація подібного технічного рішення дозволяє: запобігти виділенню пилу при вивантаженні уловленого матеріалу з пиловловлювача; знизити абсолютний тиск в апарату (це також

забезпечить зниження вибивання пилу); уникнути установки додаткового обладнання шлюзового затвора; забезпечити надійність роботи систем аспірації через зниження ймовірності забивання пиловловлювача.

В результаті досліджень встановлені: раціональні параметри діаметру робочої зони апарата швидкості повітряного потоку та зміни концентрації частинок в робочій зоні; коефіцієнту проскоку частинок пилу (ефективності); гідравлічного опору апарату; технологічні показники використання пиловловлювача на сушарці.

Встановлено поліпшення ефективності процесу очищення повітряного потоку та потенційне підвищення продуктивності зерносушарки на 8-12%.

### **Список використаних джерел**

1. Теорія сепарування зерна: монографія / В. П. Ольшанський, С.О. Харченко [та ін.]. – Харків: ХНТУСГ, 2017. – 802 с.
2. Харченко С.А. Ефективність очищення запиленого повітряного потоку циклонами на зернопереробних підприємствах / С.А. Харченко, Є.А. Гаєк // Науковий журнал «Інженерія природокористування». – Харків, 2018, № 1(9), – С. 79-82.
3. Харченко С. О. Обґрунтування параметрів процесу очищення повітряного потоку пилоосаджувальною камерою вібровідцентрових зернових сепараторів: Автореф. дис... канд. техн. наук / ХНТУСГ.–Харків, 2007.– 20 с.

УДК 663.53

### ***УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ПНЕВМОСЕПАРУВАННЯ ЧАСТИНОК СОЛОМИ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ ПІЛЕТ***

***С. Харченко, д.т.н., професор;***

***С. Тендіт, студент;***

***С. Хоменко, студент;***

***П. Клемениченко, студент***

*Сумський національний аграрний університет*

Найважливішим завданням енергетичної безпеки країни є забезпечення ресурсами в повному обсязі для промисловості та населення. Поряд нафтопродуктами та газу спостерігається тенденція використання альтернативних ресурсів. Набуває поширення виробництво та подальше використання пілет, технологічний процес виготовлення яких базується на переробці відходів деревини або рослинних решток, лузги, тирси, стружки тощо. Україна є традиційно аграрною країною, а близько 70 % території країни це орні землі, завдяки чому можна вирощувати та обробляти широкий спектр зернових культур, де побічним продуктом є солома. Актуальною проблемою для агровиробників є залишки соломи, які залишаються після збирання зернових культур. Створення технологічної лінії, обґрунтування її параметрів, дозволить вирішити питання з залишками соломи та енергетично забезпечити себе ресурсами.

Провівши попередній аналіз встановлено, що однією зі слабких місць в технології виробництва пілет з соломи є відсутність обґрунтованої та ефективною машини для сортування частинок подрібненої соломи, що дозволяє підготувати до пресування однорідний за складом матеріал. Важливим є урахування параметрів машини для сортування з іншим обладнанням в технологічній лінії, для забезпечення максимальної продуктивності та якості.

Виконано теоретичні та експериментальні дослідження динаміки частинок соломи в робочій зоні пневмосепаратору. Встановлені закономірності ефективності сепарування та

раціональні параметри пневмосепаратору. Вивчено властивості соломи, їх фізичних взаємозв'язків з характеристикою кількісних та якісних показників, здійснено оцінку розмірно-якісних характеристик сировини тощо.

Встановлені наступні параметри: раціональні діапазони швидкості повітряного потоку в робочій зоні 6-7 м/с; параметри робочого каналу: ширина 0,3 м і глибина 0,3 м; ефективність сепарування 80 %, що відповідає технічним вимогам для виготовлення пілет.

Продуктивність сепарування соломистого матеріалу в запропонованій машині з урахуванням процесів подрібнення та фракціонування становить 8...9 т/год.

### **Список використаних джерел**

1. Теорія сепарування зерна: монографія / В. П. Ольшанський, С.О. Харченко [та ін.]. – Харків: ХНТУСГ, 2017. – 802 с.
2. Харченко С.О. Концепція інтенсифікації процесів віброрешітного просіювання зернових сумішей. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. Харків, 2018. – 516 с.
3. Гелетуха Г. та ін. Комплексний аналіз українського ринку пелет з біомаси. – К.: ТОВ «Науково-технічний центр «Біомаса». – 336 с.

УДК:631

## ***ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ В АГРОВИРОБНИЦТВІ***

**В. Олексюк, к.т.н., доцент;**

**А. Олексюк, студент**

*Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулюя*

Однією з доволі актуальних проблем аграрного виробництва в Україні є забезпечення сільськогосподарських виробників сучасними енергетичними засобами.

Однак висока ступінь зношення техніки, значні витрати на ремонти, низька якість використовуваних для ремонту матеріалів, обмежений доступ до нових запасних частин перешкоджають досягненню високої технічної готовності та надійності енергетичних засобів аграрних підприємств. Тому можливості машин, що експлуатуються виробниками сільськогосподарської продукції використовуються далеко не в повній мірі.

З огляду на це, велику увагу слід приділяти вдосконаленню технічного обслуговування та матеріально-технічного забезпечення аграрного виробництва, які б дозволили підтримувати парк машин в працездатному стані і ефективно використовувати наявну техніку.

На ринку технічного сервісного обслуговування в Україні все більш зростає певна невідповідність між попитом і пропозицією. Практично, формування пропозиції переважно залежить від корпоративного технічного обслуговування, який має ключовий вплив на відносини в цій галузі. Запит на цей вид сервісу створюють великі сільськогосподарські господарства та агрохолдинги, які мають можливість придбати складну, однак надійну закордонну техніку. Вони розпоряджаються фінансовими ресурсами і користуються фірмовим обслуговуванням як під час гарантійного періоду, так і після його завершення на умовах угоди.

У більшості ж випадків, серед середніх і малих сільськогосподарських підприємств, які взагалі можуть дозволити собі придбати нову техніку, фінансування фірмового сервісу в післягарантійний період є важко досяжним. У цих господарствах також існує потреба у технічному обслуговуванні, але, оскільки вона не підкріплена

фінансово, вона не виявляється у попиті на фірмовий технічний сервіс.

Тому, після закінчення гарантійного періоду, вимоги до технічного обслуговування та регламенти часто порушуються, що призводить до збільшення потреби в ремонтах. У випадку простої техніки, аграрні господарства можуть проводити ремонт самостійно, однак коли мова йде про ремонт сучасних енергетичних засобів, складної техніки та іншого обладнання, виникають серйозні проблеми. Зазвичай фахівці з ремонту відповідних компаній виконують роботу, замінюючи вузли та агрегати, що збільшує вартість ремонту.

Здійснювати ремонт техніки іншими учасниками ринку із сервісного обслуговування, окрім спеціалізованих компаній, фактично дуже складно через відсутність технічної документації та спеціалізованого обладнання для ремонту, які зазвичай не надаються споживачам. Така ситуація гальмує розвиток альтернативних сервісних центрів та обмежує розвиток ринку послуг з технічного обслуговування.

Сьогодні виробники сільськогосподарської продукції мають застарілий парк енергетичних засобів, який є значно меншим, ніж потрібно. Це призводить до збільшеного навантаження на кожну машину, і відповідно, збільшує попит на послуги технічного обслуговування. З іншого боку, вітчизняні виробники та імпортери надають недостатньо таких послуг, особливо після закінчення гарантійного періоду.

Крім того, більшість фермерських господарств не можуть собі дозволити таку високу вартість цих послуг через відсутність власних коштів та складнощі отримання кредитів. Альтернативні сервісні підприємства є малопотужними, недостатньо оснащеними і не можуть на сьогодні скласти достатню конкуренцію фірмовому технічному сервісу, який практично поступово монополізує ринок. Загальний результат цих проблем - зниження ефективності сільськогосподарського виробництва.

В Україні є свої специфічні особливості провадження технічного сервісу: зазвичай енергетичні засоби обслуговуються неперіодично; є велика кількість дрібних сервісних фірм, які не мають сучасного обладнання, фахівців та відповідальності за якість виконаних робіт; відсутність практики планового технічного обслуговування; довгі терміни постачання через неефективні митні правила та тендерні процедури; є велика частка аграрних підприємств, які через брак коштів тримають техніку “на самообслуговуванні”.

Для вирішення проблем в галузі сервісного обслуговування та забезпечення технічної підтримки аграрного сектору потрібно застосовувати комплексний підхід. В першу чергу важливо вирішити питання стосовно кількісного забезпечення сільськогосподарських підприємств енергетичними засобами, оскільки недостатня їх кількість ускладнює впровадження інтенсивних технологій у сфері агровиробництва. Для розв'язання цієї проблеми є доцільним комбінувати закупівлю закордонної техніки з розвитком її виробництва на вітчизняних підприємствах.

Варто впроваджувати широке використання спеціалізованих авторизованих сервіс-центрів, що мають відповідну сертифікацію та можуть взяти на себе відповідальність за оптимізацію технічної підтримки протягом усього життєвого циклу енергетичних засобів. Це дозволить знизити вартість експлуатації упродовж всього терміну служби, а також збільшить тривалість використання техніки у разі потреби.

Слід переймати досвід більшості великих світових виробників сільськогосподарської техніки, котрі замість штатної технічної служби користуються послугами фірм, що забезпечують комплексний технічний сервіс.

Основними напрямками розвитку системи технічного сервісу в Україні можна вважати наступні: необхідність присутності заводів-виробників техніки в усьому спектрі її технічного обслуговування; оптимізація розміщення мережі підприємств і виробництв технічного сервісу з метою протидії монополізму в цій сфері; створення умов агровиробникам для вільного вибору виконавців ремонтно-обслуговуючих робіт за рахунок розвитку ринку послуг; застосування дилерської моделі в наданні послуг

технічного сервісу; підтримання раціонального співвідношення між виробництвом нових машин, обсягом запасних частин до них, рівнем матеріально технічної бази і підприємствами, що надають технічний сервіс; забезпечення логістичного підходу до розв'язання завдань технічного сервісу.

### Список використаних джерел

1. Головний журнал з питань агро бізнесу. <https://propozitsiya.com/ua/zabezpechennya-pracezdatnosti-tehniki>.
2. Клімов С.В. Організація технічного сервісу машин: Навчальний посібник. - Рівне: НУВГП, 2010. – 120 с.
3. Шпикуляк О.Г. Організаційні форми і методи інноваційної діяльності у розвитку аграрної сфери економіки / О.Г. Шпикуляк, В.М. Русан, Л.І. Курило, П.В. Павлик, І.Ю. Розгон // Економіка АПК. – 2010. – № 11. – С. 119-125.

УДК 669

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЛЕГУЮЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА ВЛАСТИВІСТЬ МАТЕРІАЛУ КОПЕНСАЦІЙНОЇ ВСТАВКИ**

**С. Іващенко, к.т.н., доцент**  
*Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

У великій кількості автотракторних дизельних двигунів вийшов моторесурс, тому відновлення зношених деталей двигунів є досить гострою задачею. Однією з основних деталей циліндро-поршневої групи, яка в процесі експлуатації зношується є гільза циліндрів.

В роботах [1, 2, 3] запропоновано відновлення зношеної робочої поверхні гільзи циліндра методом запресування компенсаційної вставки в розточену гільзу циліндра. Вставку виготовляють зі зносостійкого легованого чавуну, методом відцентрового виливання [4]. Замість звичайного хонінгування робочої поверхні компенсаційної вставки після її запресування у розточену гільзу циліндра та токарної обробки запропоновано проводити алмазне вигладжування [5, 6, 7, 8].

Метою даних досліджень є дослідження впливу легуючих елементів на властивість чавуну, які зможуть забезпечити експлуатаційні властивості вставки, теплову посадку в розточену гільзу, термічну і механічну обробку.

В умовах відсутності графіту для зниження коефіцієнта тертя і підвищення зносостійкості вставки, зменшення долі карбідної фази, її дроблення, шляхом лабораторних досліджень, було прийнято рішення провести комплексне легування базового чавуну нікелем, міддю та ванадієм.

Нікель і мідь, є графітизуючими елементами, зменшують долю карбідної фази. Мідь в легованих чавунах має особливу роль. В таких чавунах основна матриця перлітна з невеликою долею тростита і карбідами. Ферит відсутній. Межа розчинності міді в  $\alpha$ -залізі не перевищує 0,35%. Одночасний вплив нікелю не значно перевищує розчинність міді. При більш високих концентраціях відбувається виділення структурно вільної міді по кордонах зерен, що знижує коефіцієнт тертя при експлуатації гільзи циліндру зі вставкою. Це має особливе значення для чавунів без включень графіту.

Була проведена серія плавок та отримані вилівки вставок. Оцінювали наступні показники механічних властивостей: твердість, межа міцності при розриванні та згинанні, ударна в'язкість.

Зробивши оптимізацію по методу крутого сходження, визначили, що вміст досліджуємих елементів в чавуні для вставки гільзи циліндра повинен бути наступним: нікель – 2,8...3,2%; мідь – 0,9...1,1%; ванадій – 0,1...0,2%.

На рисунку 1 представлено мікроструктуру матеріалів з легуючими добавками і без них.

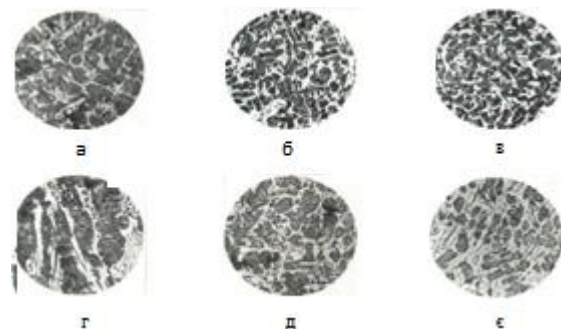


Рис. 1. Мікроструктура вставки рекомендованого вмісту (а, в, д) і без добавок  $Ni$ ,  $V$ ,  $Si$  (б, г, е)  $\times 100$

Встановлено, що при внесенні даних легуючих добавок для покращання властивостей розробленого матеріалу для компенсаційної вставки при відновленні зношеної робочої поверхні гільзи циліндра автотракторного двигуна найбільший вплив цих компонентів на рівень твердості полягає в тому, що у присутності  $Ni$  розчинність  $Si$  у матриці зростає з 0,35 до 0,6...0,7%. При цьому підвищується її мікротвердість. Вплив  $V$  у кількості 0,15...0,25% призводить до зростання центрів кристалізації, зменшення зерна. При такому комплексному легуванні зростає міцність чавуну на 30%, а  $KC$  у 1,5...2,0 рази, твердість не перевищує 300НВ.

На основі виконаних лабораторних досліджень з впливу хімічних елементів на структуру, механічні властивості і пластичність сплаву, з урахуванням та умов кристалізації вилівка рекомендовано використовувати комплексне легування нікелем і ванадієм, а також вводити добавки міді вище межі її розчинності ( $>0,35\%$ ) для забезпечення природнього змачення. В такій кількості вона виділяється в структурно вільному вигляді та сумісно з сульфідом марганцю, як по тілу зерна, так і по їх кордонах, що знижує коефіцієнт тертя при експлуатації гільзи циліндра.

### Список використаних джерел

1. Иващенко С.Г. Исследование особенностей износа гильзы цилиндра двигателей типа СМД и ее ремонт с использованием вставки. Вісник ХДТУСГ /Підвищення надійності відновлюємих деталей машин. Вип. 8, том 2. –Харків: 2001. –С. 160...164.
2. Иващенко Г.А., Скобло Т.С., Иващенко С.Г. Повышение долговечности гильз цилиндров дизельных двигателей. Вісник ХДТУСГ “Технічний сервіс АПК, техніка та технології у с.г. машинобудуванні”. Вип. 39. – Харків: 2005. –С. 7...12.
3. Скобло Т.С., Иващенко С.Г. Разработка технологии восстановления зеркала гильзы цилиндра двигателя СМД-62 путем постановки компенсационной вставки. Труды Міжнар. наукової конф. КДТУ “Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин”. –Кіровоград: 2000. –С. 21...24.
4. Иващенко С.Г. Разработка технологических параметров центробежного литья вставок и гильз цилиндров дизельных двигателей. Сб. научн. тр. ХГТУСХ /Повышение надежности восстанавливаемых деталей машин. – Харьков: 1998. –С. 158...162.
5. Иващенко С.Г., Скобло Т.С., Иващенко Г.А. Режимы токарной обработки вставок и гильз цилиндров автотракторных двигателей. Сб. научных трудов “Повышение надежности восстанавливаемых деталей машин” ХДТУСГ. –Х: 1999. –С. 93...98.
6. Иващенко С.Г., Скобло Т.С., Иващенко Г.О. Вплив мастильно-охолоджувальної рідини на знос різців і шорсткість поверхні при токарній обробці вставки гільзи циліндра двигуна СМД-62. Вісник ХДТУСГ “Технічний сервіс АПК, техніка та технології у с.г. машинобудуванні”. Вип. 24. –Харків: 2004. –С. 185...189.
7. Иващенко С.Г., Денисенко С.А. Зміцнення робочої поверхні циліндричних деталей методом алмазного вигладжування. Матеріали Міжнар. наукової конф. “Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація” ДБТУ. –Х: 2021. –С. 191...192.
8. Иващенко С.Г., Скобло Т.С., Сидашенко А.И. Упрочнение рабочей поверхности вставки гильзы цилиндра методом алмазного шлифования. Вісник ХНТУСГ “Технічний сервіс АПК, техніка та технології у сільськогосподарському машинобудуванні”. Вип. 67. –Харків: 2007. –С. 156...161.



**ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ НАДДУВУ ТРАКТОРНОГО ДВИГУНА****М. Макаренко, к.т.н., доцент;****Б. Крилевський, магістр***Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

Зберегти номінальну потужність двигуна з турбонаддувом на заданій частоті обертання колінчатого валу можливо спеціальними системами регулювання турбокомпресору. Вони забезпечують необхідну подачу повітря до циліндрів двигуна на різних режимах його роботи. В систему регулювання турбонаддува положенні методи використання енергії газів при зміні частоти обертання колінчатого валу дизеля при роботі його на коректорній гільці зовнішньої характеристики. Способи регулювання можливо поділити на дві групи: ті що характеризуються зовнішнім впливом на режим роботи турбокомпресора, в результаті чого змінюється положення робочої точки на характеристиці роботи при незмінній самій характеристиці (дроселювання на вході та виході турбокомпресора, перепуск газу, обвідне регулювання та інше); а також «внутрішнє», використовуючи які з'являється можливість отримати нові характеристики роботи турбокомпресора (зміною кута установки направляючих та дифузорів лопаток компресора й соплових лопаток турбіни, а також ступеня парціальності або імпульсності турбіни).

В загальному випадку двигун внутрішнього згоряння слід представляти, як незамкнуту газодинамічну систему, яка обмінюється масою та енергією. Параметри газу в цих системах описуються диференціальними рівняннями збереження маси, енергії, імпульсу і рівнянням стану. Використовуючи лопатевий напрямний апарат з'являється можливість керувати частотою обертання ротора турбіни, і, як наслідок, регулювати тиск нагнітання повітря в циліндри двигуна на мінімальних обертах та усунути «турбояму». Перерозподіл теплопередачі в ступені передачі характеризується ступенем реактивності  $\rho_T$ , яка представляє відношення теплопередачі, що відбувається в робочому колесі, до загальної теплопередачі. Основними параметрами, що характеризують роботу ступеня компресора, є ступінь підвищення тиску в компресорі  $\pi_K$  й масової витрати повітря  $G_B$ . Отже проаналізувавши залежність тиску нагнітання повітря та потужності двигуна, можливо зробити висновок, що ця залежність має лінійний характер, тобто при збільшенні будь-якого показника збільшуються й інші показники.

З метою регулювання тиску наддування та швидкого реагування на процеси, що відбуваються в двигуні на усіх його режимах, в управлінні роботою двигуна використовуються мікропроцесори. Комп'ютерний контроль регулювання проходить в два етапи: на першому етапі, на основі певного числа параметрів, таких як температура охолоджувальної рідини, оливи, повітря і відпрацьованих газів аналізується стан двигуна. Вимірюються також число обертів, положення педалі акселератора та інші параметри. Усі ці дані аналізуються комп'ютером і використовуються для визначення заданого для цих умов тиску нагнітання; на другому етапі це значення заданого тиску передається на виконавчі пристрої, які регулюють тиск у впускній системі.

Для реалізації цього в загальну систему управління входять три основних підсистем: система контролю за роботою двигуна, система перетворення параметрів роботи двигуна у вихідний сигнал, який подається на виконавчі органи, які в свою чергу регулюють тиск нагнітання.

В цілому використання регульованого турбокомпресора з мікропроцесорним керуванням забезпечує підвищення запасу крутного моменту двигуна в широкому діапазоні навантажень.

**ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ ТРАКТОРА ХТЗ-160  
ЗАСТОСУВАННЯМ КОМБІНОВАНОГО СПОСОБУ КЕРУВАННЯ ПОВОРОТОМ**

**М. Макаренко, к.т.н., доцент;  
М. Миргород, магістр**  
*Державний біотехнологічний університет*

Застосування комбінованого способу керування поворотом є одним із засобів поліпшення властивостей маневреності колісних тракторів, що мають зміщений до задньої осі центр мас (мале навантаження на керовані колеса). Для його ефективного застосування необхідно автоматично узгодити кут повороту керованих коліс і різницю дотичних реакцій на ведучих колесах, а також забезпечити раціональні конструктивні параметри рульового керування [1].

При оцінці властивостей маневреності колісних машин критерієм динамічної повороткості може бути кутова швидкість повороту, критерієм керованості - кутове прискорення машини в площині дороги, а показником легкості керування (наряду з опором повороту керованих коліс) - сумарна дотична реакція на ведучих колесах, що визначається опором коченню коліс, необхідними значеннями показників маневреності, характеристиками підвіски і кінематичною похибкою положення керованих коліс [2].

Комбінований спосіб керування поворотом забезпечує більш високі, порівняно з кінематичним способом, показники повороткості і керованості. Застосування комбінованого способу керування, у порівнянні з кінематичним, дозволяє зменшити радіус повороту (збільшити кутову швидкість) машини удвічі.

Автоматичне узгодження кутів повороту керованих коліс і гальмування заднього внутрішнього щодо центру повороту колеса тракторів і самохідних шасі є найбільш ефективним варіантом реалізації комбінованого способу керування поворотом.

Реалізація комбінованого способу керування можлива з використанням мехатронної системи управління поворотом. При виконанні розвороту на поворотних смугах при виконанні технологічних операцій система автоматичного управління трактори самостійно визначає в який момент, яке колесо необхідно підгальмувати, щоб знизити або запобігти бічному уведенню керованих коліс.

Дана система включає електронне керування гальмівною системою та систему стабілізації руху, які працюють за допомогою інтелектуального логічного програмного забезпечення, і виконують свої функції без втручання оператора.

Окрім того, перевагами мехатронної системи керування є: мінімальний час спрацьовування гальмівних механізмів; максимальне гальмівне уповільнення; збереження керованості і стійкості руху в процесі гальмування (виключення занесення); малі витрати енергії водієм на гальмування; пропорціональність зусиль гальмівних моментів між осями; плавність спрацьовування гальм; збереження ефективності гальмування при тривалому безперервному або циклічному процесі гальмування; збереження гальмівних якостей не нижче номінальних в процесі тривалої експлуатації гальм.

### **Список використаних джерел**

1. Макаренко М.Г. Вплив перерозподілу нормальних навантажень від агрегатуваних на передній і задній напісних системах сільськогосподарських машин на тягові якості трактора // Вісник ХДТУСГ. Зб. наук. пр., вип. 29. Харків, 2004. – С. 91-97.
2. Match Implement Size to Tractor to Save Fuel. Електронний ресурс. <https://farm-energy.extension.org/match-implement-size-to-tractor-to-save-fuel/>

## УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ КОМБІНОВАНОГО СОШНИКА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

**С. Добранський;  
І. Бучко**

*Житомирський агротехнічний фаховий коледж*

Для проведення лабораторних та польових досліджень для отримання оціночних показників впливу конструктивних параметрів сошника було розроблено та виготовлено робочий орган посівної сівалки – сошник комбінований.

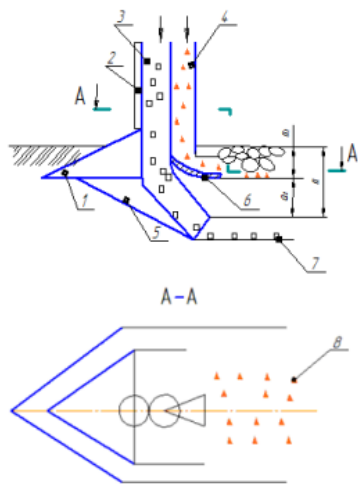


Рис. 1. Сошник комбінований:

1-лапа стрілочаста; 2-стійка; 3-туконаправник; 4-направник насіння; 5- ніж туконаправника; 6- пластина; 7 - шар внесення добрив; 8- насіння

Лаповий сошник містить стрілочасту лапу 1 прикріплену до стійки 2, туконаправника 3, направник насіння 4, ніж туконаправника 5, пластину 6. Ніж туконаправника має форму клина, підрізає шар ґрунту, утворює ложе для добрива розташованого нижче рівня насіння. У підлаповому просторі туконаправника встановлений так, щоб добрива можна розташовувати нижче за шар посіву насіння. Пристрій працює наступним чином, стрілочаста лапа 1 підрізає пласт, розпушує ґрунт і утворює ґрунтовий шар, насіння

зернових культур надходять у направник насіння 4 і укладаються на поверхню ущільненого шару, який утворюється пластиною 6.

Добрива надходять у туконаправник. Таке конструктивне виконання дозволяє збільшити схожість за рахунок внесення добрив нижче за шар посіву насіння. При розвитку кореневої системи рослини отримуватимуть поживні речовини.

У лабораторних умовах застосовувалася лабораторна установка (рис. 2).

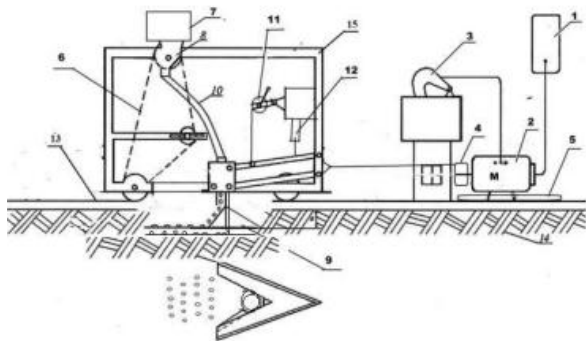


Рис. 2. Схема лабораторної установки:

1-електричний щит, 2-електродвигун, 3- рідинний реостат, 4 - барабан з тросом, 5- станина, 6 - ланцюговий привід, 7-насінний ящик, 8 - висівний механізм, 9- експериментальний робочий екземпляр (лаповий сошник), 10-насіннепровід, 11- підйомний механізм, 12-стабілізатор, 13-рейки, 14-ґрунтовий канал, 15-каретка.

Лабораторна установка складається із ґрунтового каналу - 1; візок, що рухається по рейках - 2, паралелограмного механізму - 3, експериментального сошника - 4, бункера з висівним механізмом - 5, електромотора - 6, тросу - 7, сошника - 8, насіннепроводу - 9, тукопроводу - 10, підйомного пристрою 11, приводних барабанів 12 та 13.

Для проведення дослідів ґрунт у каналі готувався згідно з агротехнічними вимогами при передпосівній підготовці. Тобто ґрунт перекопували, вирівнювали і створювали необхідну для дослідів вологість.



Рис. 3. Лабораторна установка

Пересуваючи візок із заданими швидкостями по каналу отримували дослідні дані та виміри. Проводились виміри за різної швидкості. Визначалася рівномірність розподілу насіння по глибині загортання насіння.

Швидкість руху візка визначалася виміром часу  $t$  за довжиною ґрунтового каналу:

$$v = \frac{S}{t},$$

Час фіксувався секундоміром. Глибина входження сошника вимірювалася лінійкою. Отримані виміри оброблялися методом математичної статистики вибором середнього глибини.

Вологість ґрунту контролювали цифровим вологоміром MC-7828SOIL.



Рис. 4. Цифровий вологомір MC-7828SOIL

Він складається з вимірювального приладу та датчика з щупом. Метод виміру ґрунтується на зміні діелектричної проникності. На екрані приладу з LED-підсвічуванням читаються дані про зміну вологості вимірюваного ґрунту.

Результати вимірів виходять з максимальною точністю. Пристрій виконує вимірювання вологості ґрунту в межах від 0 до 80% при температурі від 0 до 50°. Вологість ґрунту бралася в межах від 0 до 80%. Щуп вводився у ґрунт у різних ділянках ґрунтового каналу, оскільки зволоження ґрунту каналу

відбувалося нерівномірно. Статистичні дані зберігалися у пам'яті приладу та відображались на дисплеї екрана, значення вибиралися за допомогою натискання необхідних клавiш приладу.

УДК 631.354.2

### **ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ВАЛЬЦІВ ДЕКОРТИКАТОРА ДЛЯ ОБРОБКИ СТЕБЕЛ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО**

*Д. Альбота, аспірант*

*Луцький національний технічний університет*

При вирощуванні льону олійного в зоні Полісся середня врожайність насіння складає 18 ц/га, а стеблова частина врожаю може бути до 40 ц/га з довжиною стебел більше 70см. Така кількість соломи льону приносить додатковий прибуток у подальшому її використанні.

На сьогодні в Україні відсутні машини для збирання всього врожаю льону олійного. Тому фермери змушені використовувати зернозбиральні комбайни з метою отримання лише насіння. А згодом мають проблему з залишками стеблово - волокнистої маси на полі, яка залишається після комбайну. Якщо її не прибрати то будуть виникати труднощі пов'язані з експлуатацією машин і обладнання через наявність волокнистої маси в ґрунті.

Дослідження провідних вчених у галузі луб'яних культур підтверджують наявність волокна у стеблах льону олійного та можливість його використання. З такого волокна льону олійного можна отримати корисну продукцію: канати, ізоляційні плити, а також висококалорійні паливні матеріали. Особливо цікавим є сорт Міандр, у якого волокно починає формуватися від

поверхні землі, тому довжина волокна у стеблах буде ще більшою.

Для збереження стеблової частини врожаю запропонована машина, яка здатна забезпечити збереження всього врожаю льону олійного: виділити насіння та здійснити обробку стебел льону олійного для формування рулонів.[1]

Головним вузлом цієї машини є декортикатор – набір із шести пар вальців: перші дві пари призначені для руйнування насінневих коробочок та виділення насіння; чотири пари вальців з трапецеподібним зубом для зменшення пружності стебел.

Для підтвердження ефективності роботи було розроблено модель декортикатора з набором відповідних вальців. Гладкі вальці, які призначені для руйнування коробочок і виділення насіння та вальці трапецеподібної форми зуба для зменшення пружності стебел.

Така форма зубів забезпечує ефективне руйнування з'єднання, що існує між волокном та деревною складовою стебла – костриці. Це забезпечується періодичною зміною зусилля, що діє на стебло у точці прикладання сили. Кут між основою та бічною стороною трапецій зуба забезпечує додаткове згинання та злам стебла при обертанні вальців. Удар, що виникає в точці контакту зі стеблом допомагає виділити кострицю з внутрішніх шарів потоку стебел, а тиск між основами трапецій сприяє плющенню стебла та розпушенню волокон.

Щоб визначити можливість здійснити обробку реального валка в полі було проведено дослід з визначенням максимальної висоти шару, яку можна подавати між вальці декортикатора. Для цього було розроблено обмежувач ширини подачі стебел на вальці. Дослідження проводили з стеблами льону олійного сорту Орфей. Ці результати стали необхідними для проведення три факторних експериментів та оцінки якості проминання стебел.

Метою першого дослідження було визначення залежності виділеного насіння  $Q$ , від зміни трьох основних факторів: від висоти подачі стебел на вальці  $H$ ; вологості стебел  $W$ , кількості проминань  $N$ , тобто  $Q=f(H, W, N)$ . У цьому дослідженні використовували гладкі вальці.

В результаті першого три факторного експерименту дійшли висновку про наступне: якість виділення насіння визначається кількістю отриманого насіння з коробочок. Серед трьох факторів, найбільший вплив має вологість матеріалу. Встановлено, що при вологості більше 30% процес руйнування коробочок уповільнюється. Коробочки тільки плющуються, а виділення насіння відбувається тільки після інтенсивного проминання. Це відбувається через зміщення коробочки з її початкового розташування у потоці стебел до середини потоку. При цьому відбувається руйнування оболонки коробочки та виділення насіння.

Фактори кількості проминань та висоти подачі стебел, мають не такий вагомий вплив. При дослідженні встановлено, що за однакової вологості 11,5% більший вплив має висота подачі стебел. Це зумовлено ущільненням коробочок зі стеблами, які перешкоджають вільному насінню покидати внутрішні шари стебел. При збільшенні кількості проминань всі коробочки руйнуються та насіння виділяється.

Висновок проведення експерименту: ефективне виділення насіння відбуватиметься при максимальній висоті подачі стебел на вальці декортикатора, яка не повинна перевищувати 153мм, вологість стебел не більше 18%. Дві пари гладких вальців достатньо для руйнування коробочок у шарі стебел.

У другому дослідженні використовували вальці з трапецеподібним зубом і за мету ставили визначення коефіцієнту пружності стебел  $k$  від зміни аналогічних факторів. В результаті експерименту встановлено: коефіцієнт пружності залежить від отриманих стеблами механічних пошкоджень під час проминання та від можливості костриці виділятися з середини стебла. Виявлено, що вологість має найбільший вплив на можливість отримання стеблами руйнувань. При збільшенні вологості понад 30% процес руйнування стебел уповільнюється. Відбувається з'єднання окремих стебел окремі пучки, що стримує виділення костриці..

При вологості 48,5% пружність практично не змінювалась при трьох та п'яти проминаннях. Дане явище можна пояснити тим, що при такій вологості стебла не руйнуються і костриця не відшаровується від волокон. При цьому відбувається з'єднання стебел між собою, що додатково забезпечує пружність потоку.

На основі проведених три факторних експериментів побудовані поверхні відгуку та їхні

двовірні перерізи зміни коефіцієнту пружності стебел  $k$  та кількості виділеного насіння  $Q$  при таких діапазонах факторів: висота подачі стебел на вальці  $H$  в межах  $2 \leq H \leq 153$  (мм); вологість матеріалу в межах  $11,5 \leq W \leq 48,5$  (%); кількість проминань межах  $1 \leq N \leq 5$ .

Отже результатом проведених досліджень є встановлення необхідної кількості пар гладких вальців та трапецевидних вальців для обробки потоку стебел льону олійного. Встановлені необхідні умови для виділення насіння та зменшення пружності стебел льону олійного. Проведено експерименти, що підтверджують можливість виділення насіння з коробочок льону олійного та зменшення пружних властивостей стебел за допомогою декортикатора.

### Список використаних джерел

1. Дідух В.Ф., Ягелюк С.В., Альбота Д.С., Бодак М.В. Машина для підбирання валків льону олійного. Патент на КМ № 147778, МПК(2021.01) A01C 7/00. Опубл. 09.06.2021р. бюл. № 23

УДК 631. 33. 02

## **ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ НАСІННЯ ПО РОЗПОДІЛЬНИКУ СОШНИКА ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР**

**М. Засць, к.т.н., доцент;**

**О. Шевчук, магістр**

*Поліський національний університет*

Згідно загальноприйнятої методики для визначення величини швидкості руху насіння використовували швидкісну фотозйомку. Згаданий спосіб вимагає значних затрат часу і матеріальних ресурсів, а головне - отримані при цьому результати мають значну розбіжність. Тому була розроблена методика і необхідне устаткування для визначення величини швидкості руху насіння по криволінійній поверхні розподільника.

Для підвищення рівномірності розподілу насіння за шириною захвату сошника, дослідники (Сисолін П.В., Заїка П.М., Погорілий Л.П., та інші.) рекомендують встановлювати розподільник, який забезпечує підвищення швидкості сходження насіння, дає змогу покращити рівномірність та дальність розподілу його по площі поля.

В завдання досліджень входило розробити методику визначення швидкості руху насіння по криволінійній поверхні розподільника сошника для розкидного способу сівби, при варіюванні факторів, які впливають на її зміну, а також встановити експериментальні залежності зміни швидкості від конструктивних параметрів розподільника.

Дослідження проводилися на лабораторній установці (рис. 1.), що складається із сошника з комбінованим розподільником насіння у вигляді криволінійної призми, направляча насіння, висівної системи, рухомої нескінченної стрічки та її приводу, цифрової відеокамери "Genius e-Messenger 112", ПЕОМ "Asus M 51 Se". Ширина похилої ділянки розподільника сошника становила 95 мм, а довжина змінювалася в діапазоні 30... 100 мм з кроком 10 мм з можливістю переміщення направляча насіння по вертикалі відносно осі насіннепроводу. Розподільник, з діаметром твірного кола рівним 20 мм встановлювався без ексцентриситету [2]. Кут встановлення похилої ділянки до горизонталі складав  $22^\circ$ . Повторність дослідів триразова. Для експериментів використовувалося насіння пшениці.

Одним з основних факторів, що впливають на дальність польоту насіння, а отже, і на ширину захвату сошника, є швидкість руху насіння по криволінійній поверхні розподільника [1]. В роботі [3] для визначення величини швидкості руху насіння використовували швидкісну фотозйомку. Цей спосіб вимагає значних витрат часу і

матеріальних ресурсів, а головне - отримані при цьому результати мають значну розбіжність

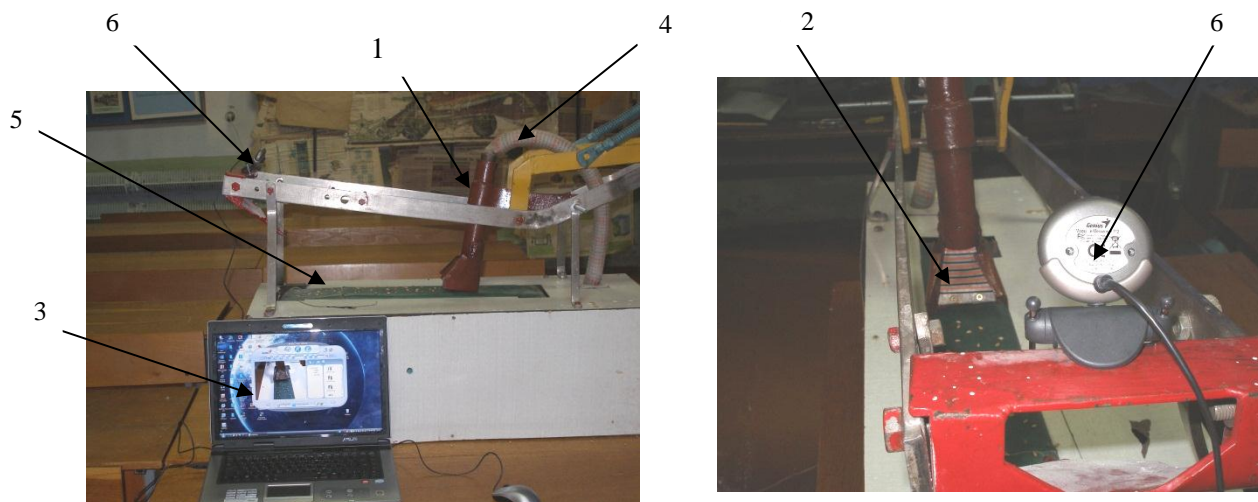


Рис. 1. Лабораторна установка для визначення швидкості насіння руху насіння по криволінійній поверхні розподільника:

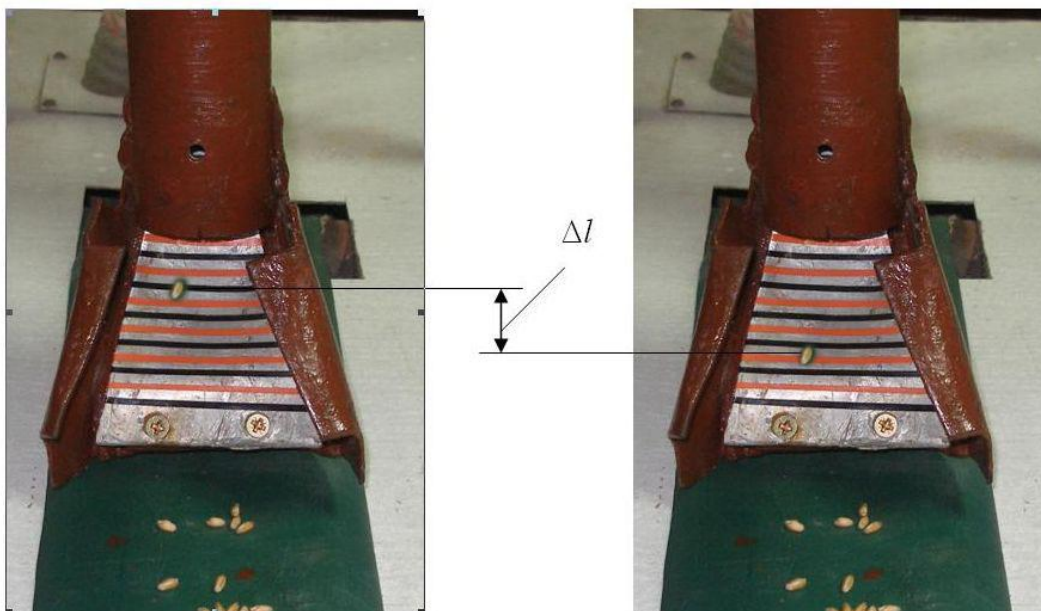
1 – сошник; 2 – розподільник; 3 - ПЕОМ “Asus M 51 Se”; 4 – висівна система; 5 - нескінченна стрічка; 6 – швидкісна відео камера.

Лабораторна установка складається з висівної системи і спеціального пристосування для кріплення досліджуваного сошника з різними поверхнями розподільників. Пристосування являє собою кронштейн, установлений на стійку сошника, в якому закріплювався розподільник і направляч насіння з вихідним вікном у вигляді витягнутого прямокутника, що служить для подачі насіння на вершину розподільника по всій його ширині. Конструкція направляча дозволяє йому переміщуватись по вертикалі. Досліджувані розподільники являють собою тіло обертання, твірною якого є брахистохрона, з діаметром твірної кола 10, 15, 20, 25, 30 мм. На поверхню розподільника нанесена розмітка з інтервалом через 5 мм (рис. 2.). На нескінченну стрічку, яку приводить в рух електродвигун, вкладається насіння після сходу з розподільника. Швидкісна відеокамера проводить зйомку насіння, яке рухається по розподільнику (швидкість зйомки повинна бути не меншою чим 30 кадрів за секунду).



Рис. 2. Експериментальний розподільник з нанесеними мітками

Дані, які фіксувала швидкісна відеокамера, одразу поступали на ПЕОМ «Asus M 51 Se», де після завершення зйомки оброблялися за допомогою спеціальної програми для покадрової розбивки “Windows Movie Maker” [3]. Дана програма дозволяє виконати розбивку однієї секунди запису на 30 кадрів та визначити шлях, який пройде насіння за цей проміжок часу, що дасть змогу встановити швидкість руху насіння з похибкою 1/30 секунди.



Кадр 5

Кадр 8

Рис. 3. Рух насінини по градуйованій криволінійній поверхні розподільника

Як відомо швидкість руху можна визначити за формулою:

$$v = \frac{\Delta l}{t} \quad (1)$$

де  $\Delta l$  - шлях пройдений насінною за час  $\Delta t$ , м;

$t$  - час за пройде насінина відстань  $\Delta l$ , с;

Враховуючи, що для визначення швидкості була використана швидкісна відеокамера, що має можливість знімати 30 кадрів за секунду, то можна визначити час  $\Delta t$  між двома сусідніми:

$$\Delta t = \frac{1}{30} = 0,033 \text{ с.}$$

Врахувавши, що між кадром 5 та кадром 8 насінина пройшла відстань  $\Delta l = 22$  мм за час що рівний  $t = 3 \cdot \Delta t = 3 \cdot 0,033 = 0,1$  с.

Висновки. Одним з перспективних напрямків визначення швидкості сходу насіння з поверхні розподільників є швидкісна відео зйомка його руху, яка дозволяє визначити її величину з високою точністю

Розроблена методика визначення швидкості руху насінини по криволінійній поверхні розподільника сошника для розкидного способу сівби дозволяє з достатньою точністю визначити значення швидкості її руху.

### Список використаних джерел

1. Заєць М.Л. Обґрунтування швидкості надходження насіння на похилу ділянку розподільника сошника для підґрунтового-розкидного способу посіву / М.Л. Заєць // Вісник Харківського Національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. «Механізація сільського господарства» Випуск 59, Том 1 Харків 2007 р. С. 238-245.
2. Заєць М.Л. Обґрунтування швидкості надходження насіння на комбінований розподільник насіння сошника для підґрунтового-розкидного способу сівби / М.Л. Заєць // Інноваційні технології в АПК міжнародна конференція: Збірник наукових праць ЛДТУ.- Луцьк, 2007.- С. 158-161.
3. Windows Movie Maker (дистрибутив «Windows XP. Professional edition»).



**МОДЕРНІЗОВАНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЯГОВО-ЗЧІПНИХ  
ПОКАЗНИКІВ МОБІЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ**

**Р. Шевчук<sup>1</sup>**, д. с.-г. н., доцент;

**О. Сукач<sup>2</sup>**, к.т.н., доцент;

**В. Шевчук<sup>2</sup>**, к.т.н., доцент.

*1- Львівський національний університет природокористування*

*2- Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Тяговий потенціал автотракторної техніки, окрім потужності двигуна, визначається тяговим зусиллям та коефіцієнтом зчеплення, від якого залежить режим роботи за допустимого буксування ведучих коліс. Узагальненим показником ефективності використання тягових мобільних засобів є їх тяговий коефіцієнт корисної дії [1], який визначається коефіцієнтами опору коченню і зчеплення рушіїв з опорною поверхнею. До основних способів визначення коефіцієнтів опору коченню і зчеплення відносять вибіг та буксирування [2]. У випадку дослідження тягових мобільних засобів доцільно використовувати спосіб буксирування, який передбачає номінальну швидкість випробування в межах 2...5 км/год. Даний спосіб найкраще відповідає режиму руху агрегату по полю під час виконання технологічних операцій.

Для дослідження експлуатаційних характеристик мобільних енергетичних засобів у Львівському національному університеті природокористування розроблено пристрій для визначення їх тягово-зчіпних показників (рис. 1а). Даний пристрій можна використовувати у лабораторних умовах, застосовуючи тягову електричну лебідку, або ж у польових умовах – за допомогою трактора-тягача.

Даний пристрій характеризується великою похибкою визначення середнього значення сили опору коченню  $\bar{P}_f$ , яка дорівнює середньому значенню  $\bar{P}_{суб.f}$  зусилля буксирування досліджуваного мобільного засобу на горизонтальній опорній поверхні з постійною невеликою швидкістю до 6 км/год, а також великою похибкою встановлення коефіцієнта  $f$  опору коченню. Середнє значення сили опору коченню  $\bar{P}_f$  визначається з умови рівності імпульсу цієї сили на всьому інтервалі  $\Delta t$  дослідження опору коченню та суми імпульсів середніх значень  $\bar{P}_f$  сил опору коченню на елементарних інтервалах  $\Delta t_i$  всього інтервалу  $\Delta t$ , де  $i$  – номер елементарного інтервалу. Вказана умова записується у вигляді:

$$\bar{P}_f \Delta t = \sum_{i=1}^n \bar{P}_f \Delta t_i, \quad (1)$$

де  $n$  – число елементарних інтервалів.

Допустивши, що зміна сили опору коченню на елементарному інтервалі описується відрізком прямої, значення  $\bar{P}_f$  розраховується як середнє арифметичне сили  $P_f$  на початку  $i$ -го інтервалу та в його кінці  $P_{f(i+1)}$ , тобто:

$$\bar{P}_f = 0,5(P_f + P_{f(i+1)}). \quad (2)$$

Тому:

$$\bar{P}_f = \frac{\sum_{i=1}^n 0,5(P_{f_i} + P_{f_{(i+1)}})\Delta t_i}{\Delta t}; \quad (3)$$

Точність визначення середнього значення сили  $\bar{P}_f$  і коефіцієнта  $f$  опору коченню обмежується досяжним для дослідника елементарним інтервалом  $\Delta t_{di}$ , обмеженим можливістю людини візуально спостерігати і реєструвати поточні покази динамометра. Для зменшення елементарного інтервалу реєстрації досліджуваних показників розроблено модуль запису даних (рис. 1б), який за необхідності під'єднується до тензодатчика динамометра вагового типу пристрою [3]. Зчитування даних з тензодатчика відбувається за допомогою аналогово-цифрового перетворювача, з'єднаного через мікроконтролер з шиною передачі даних для підключення зовнішніх пристроїв. Тоді як інтерфейс виводу даних забезпечує автоматизовану реєстрацію значень вимірювань на карту пам'яті чи персональний комп'ютер для їх подальшого аналізу.



а)



б)

Рис. 1. Модернізований пристрій для визначення тягово-зчіпних показників мобільних енергетичних засобів:

а – загальний вигляд; б – модуль зчитування даних

Для підвищення точності визначення середнього значення сили та коефіцієнта опору коченню складено програму, яка дозволяє встановлювати необхідний інтервал вимірювань. Оскільки програмований елементарний інтервал  $\Delta t_{ni}$  реєстрації ряду значень сили опору коченню менший від досяжного для дослідника елементарного інтервалу  $\Delta t_{di}$ , то знижується похибка допущення, що зміна сили опору коченню на елементарному інтервалі описується відрізком прямої, й підвищується точність визначення середнього значення сили та коефіцієнта опору коченню мобільних засобів.

### Список використаних джерел

1. Водяник І.І. Експлуатаційні властивості тракторів і автомобілів. – Київ: Урожай, 1994. – 224 с.
2. Експлуатаційні властивості автотранспортних засобів. В 3 ч. Ч. 1. Динамічність та паливна економічність автотранспортних засобів: навчальний посібник / В.П. Сахно, А.В. Костенко, М.І. Загороднов та ін. – Донецьк: ТОВ “Цифрова друкарня”, 2014. – 444 с.
3. Мигаль В.Д. Мехатронні та телематичні системи: монографія. Харків: Вид-во Майдан, 2017. – 307 с.

## ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ТЕРТЯ

**Р. Шевчук<sup>1</sup>**, д. с.-г. н., доцент;

**О. Сукач<sup>2</sup>**, к.т.н., доцент;

**В. Шевчук<sup>3</sup>**, к.т.н., доцент

*1- Львівський національний університет природокористування*

*2- Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Коефіцієнт тертя визначає характер взаємодії різноманітних об'єктів та є вагомим показником під час виконання технічних розрахунків, обґрунтування параметрів обладнання, машин тощо. Залежно від способу переміщення розрізняють коефіцієнт неповного тертя ковзання, коефіцієнт тертя спокою і коефіцієнт тертя ковзання. Вони можуть змінюватися в широких межах залежно від типу поверхні та її шорсткості. Низька точність дослідження визначення сили і коефіцієнта тертя сипких середовищ зумовлена великою кількістю твердих частинок, які втрачають та набувають механічної енергії через взаємодію між собою. За характером поведінки ці матеріали займають проміжне становище між рідинами та твердими тілами.

Для підвищення точності визначення коефіцієнта тертя запропоновано пристрій, в якому шляхом запобігання доповненню сили тертя між досліджуваною поверхнею і сипким матеріалом іншими небажаними силами, й досягається висока точність визначення коефіцієнта тертя. Пристрій для визначення коефіцієнта тертя містить базову плиту 1 (рис 1), на якій закріплена різбова основа 2, а на неї вертикально нагвинчена нижня частина циліндричної обичайки 3.

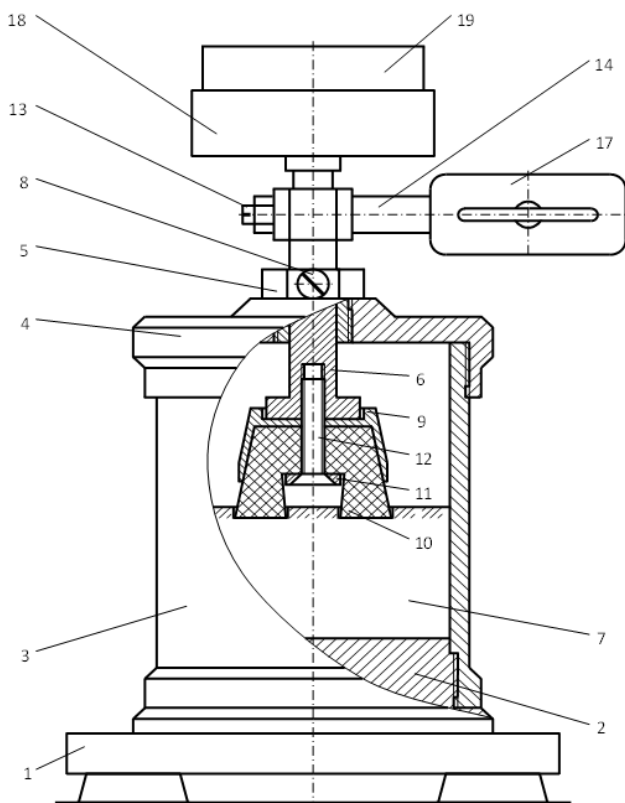


Рис. 1. Схема пристрою для визначення коефіцієнта тертя

На верхню частину цієї обичайки нагвинчена кришка 4 із змонтованою в ній прямою втулкою 5, в якій вертикально розміщений ковзний шток 6 стискача сипкого матеріалу 7, розміщеного в циліндричній обичайці 3. Крім ковзного штока 6, фіксованого гвинтом 8, стискач сипкого матеріалу 7 виконаний у вигляді конусної чашки 9, й у паз торця цієї чашки поміщений тарілчастий шип, виготовлений внизу ковзного штока 6. Також в конусній чашці 9 змонтований вірець 10 з досліджуваною горизонтальною кільцевою поверхнею тертя, обертою в сипкий матеріал 7. Вірець 10 притиснений до внутрішньої поверхні конусної чашки 9 шайбою 11 і гвинтом 12, який продітий через менший циліндричний отвір цього вірця і вгвинчений в ковзний шток 6. Зовнішня бокова поверхня вірця 10 та бокова поверхня його більшого внутрішнього отвору виконані конусними для запобігання

контакту даних конусних поверхонь із сипким матеріалом 7 під час його осідання у процесі стискання. На ковзному штоці 6 горизонтально встановлений і зафіксований гвинтом 13 консольний важіль 14, перпендикулярно до якого горизонтально розташований гвинт 15 з

гачком. На гачок насилена петля нитки 16, розташовуваної збіжно з повздожньою віссю даного гвинта і з'єднаної з утримуванням в руці електронним динамометром 17 тертя. Крім цього, зверху ковзного штока 6 встановлена циліндрична чашка 18 для тягарців 19.

Під час визначення коефіцієнта тертя ковзний шток 6 (рис. 1) піднімається максимально вгору до впирання його тарілчастого шипа в напрямну втулку 5, і в цьому положенні шток 6 фіксується гвинтом 8. Відгвинчується і знімається з обичайки 3 кришка 4 разом з ковзним штоком 6, чашкою 9 й підтисненим до неї взірцем 10, а також разом з фіксуючим гвинтом 13 консольним важелем 14 та циліндричною чашкою 18. В циліндричну обичайку 3 поміщається сипкий матеріал 7, після чого кришка 4 разом із сполученими з нею вказаними складовими елементами нагвинчується на верхню частину обичайки 3. Повертанням гвинта 8 звільняється і переміщається вниз ковзний шток 6, сипкий матеріал 7 навантажується досліджуваною горизонтальною кільцевою поверхнею тертя взірця 10 й осідає у процесі стискування. Нормальне навантаження  $N$  стиску, спрямоване перпендикулярно до поверхні сипкого матеріалу 7. Навантаження  $N$  на початковому етапі визначення коефіцієнта тертя дорівнює сумарній силі тяжіння ковзного штока 6 разом з чашкою 9, взірцем 10, шайбою 11 і гвинтом 12, а також разом з консольним важелем 14 й гвинтами 13, 15 та чашкою 18. В подальшому, тобто на наступних етапах визначення коефіцієнта тертя вказана сумарна сила тяжіння доповнюється силою тяжіння встановлюваних в чашку 18 тягарців 19.

Сила тертя на всіх етапах дослідження зумовлюється взаємодією сипкого матеріалу 7 лише з досліджуваною горизонтальною кільцевою поверхнею тертя, а інші небажані сили відсутні, тому й коефіцієнт тертя визначається з високою точністю.

УДК 621.855

### ***АНАЛІЗ НАПРУЖЕНОГО СТАНУ У ЗОНАХ КОНТАКТУ КРІПЛЕНЬ ПРУТКОВИХ ТРАНСПОРТЕРІВ***

**Н. Хомик**, *к.т.н., доцент;*

**Г. Довбуш**, *к.т.н., доцент;*

**А. Довбуш**

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

Пруткові транспортери сільськогосподарських машин, у яких тяговим органом є стандартні втулково-роликові ланцюги, виготовляють так – замість осей в отвори втулок ланцюгів встановлюють калібровані прутки із сталі 35 відповідного діаметра. Кінці прутків, що виступають, розвальцьовують, забезпечуючи рухомість шарнірних з'єднань; втулки запресовують у вушка пластин внутрішніх ланок з натягом. На втулки ланцюга для зменшення зношування зубів зірочок вільно одягають ролики. Найбільш навантаженою частиною прутка є його головка, яка закріплена в отворах ланок з'єднання полотна. Належним чином виготовлені транспортери на основі втулково-роликового ланцюга виходять з ладу саме через зношування у шарнірах.

Під час роботи транспортера, пруткове полотно, яке має певний натяг, спричиняє контактний тиск поверхні отворів ланок з'єднання (втулок) на поверхню головок прутків. Це, а також обертання головок прутків в отворах ланок з'єднання під час руху полотна призводить до зношування головок прутків. Якщо зазор між головкою прутка і втулкою ланцюга досягне 2 мм (виходячи з технічних умов на капітальний ремонт коренезбиральної машини), то це може призвести до виходу головок прутків з кріплень і порушення технологічних властивостей полотна транспортера. Для передбачення такої ситуації і забезпечення належної роботи транспортера необхідно визначити час стирання головки,

тобто ресурс прутка, який залежить від середніх контактуючих напружень, що виникають у трибоспряженні.

Для прийнятої математичної моделі трибоконтактної взаємодії деформівних тіл головка прутка-ланка ланцюга контактні напруження визначаємо за формулами:

$$\sigma_H(\alpha) = \frac{G \cdot \sqrt{\frac{2N \cdot R(1-\mu)}{\pi \cdot G \cdot b} - l^2}}{R(1-\mu)}, \quad \sigma_{H.CP} = \frac{1}{l_0} \left\{ \frac{G}{R(1-\mu)} \cdot \int_0^{l_0} \left( \sqrt{\frac{2N \cdot R(1-\mu)}{\pi \cdot G \cdot b} - l^2} \right) dl \right\}, \quad (1)$$

де  $N$  – сила, яка діє на головку прутка під час виконання технологічного процесу, величина змінна, прийmemo  $N = 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400$  Н;  $R$  – радіус напрямляючого кола головки прутка,  $R = 5,4$  мм;  $b$  – ширина контакту (ширина головки прутка), величина змінна, прийmemo  $b = 10, 20, 30, 40, 50$  мм;  $\mu$  – коефіцієнт Пуассона,  $\mu = 0,3$ ;  $G$  – модуль зсуву,  $G = 8,1 \cdot 10^4$  Н/мм<sup>2</sup>;  $l$  – довжина лінії контакту поверхонь тертя, змінюється у процесі експлуатації,  $0 < l \leq l_0$ ,  $l = \alpha \cdot R$ , тут  $\alpha$  – кут контакту;  $l_0$  – гранична довжина лінії контакту поверхонь тертя.

Для визначення часу стирання головки прутка до моменту її виходу з отворів кріплення (ресурсу прутка), а саме, при  $l = l_0$  необхідно отримати середньостатистичне значення контактних напружень

Дослідимо зміну контактних напружень у зонах контакту головок прутків і втулок ланцюгів залежно від навантажень на зону контакту та довжини втулок (рис. 1).

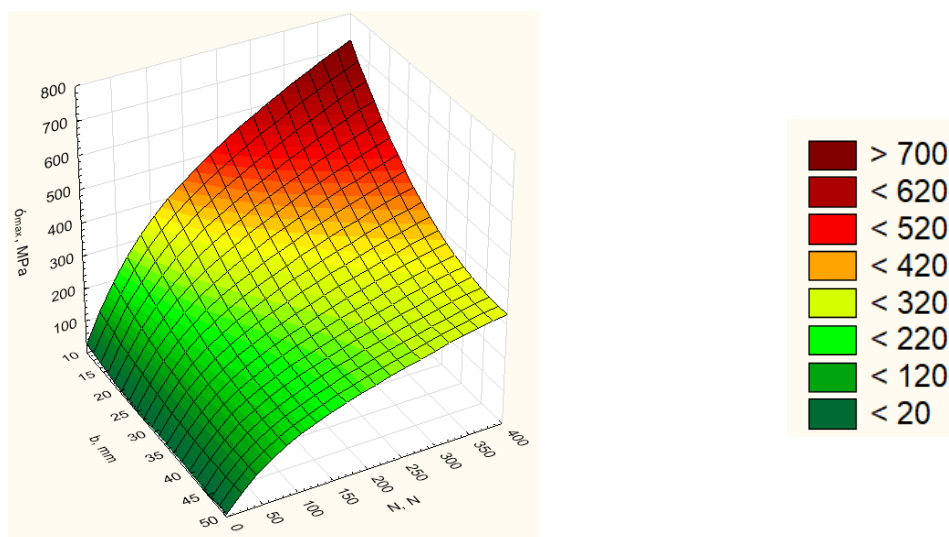


Рис. 1. Використовуючи отримані результати середніх допустимих напружень можна визначати ширину головки прутка залежно від сили тиску, яка діє у трибоспряженні.

### Список використаних джерел

1. Andrii Babii, Taras Dovbush, Nadiia Khomuk, Anatolii Dovbush, Anna Tson, Vasyi Oleksyuk, 2022. Mathematical model of a loaded supporting frame of a solid fertilizers distributor. Procedia Structural Integrity No 36, .203-210. Science Direct. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2022.01.025>
2. Dovbush T. A., Dovbush A. D., Khomyk N. I., 2014. Modyfikatsiia MMPED dlia rozkryttia statychnoi nevyznachenosti kryvoliniinykh elementiv ram [Modification of MMPED to disclose static uncertainty of curvilinear frame elements] "Tekhnichniy servis dlia mashyn dlia roslynnystva" Visnyk KhNTUSH im. P. Vasylenka. Kh.: KhNTUSH, 105–110.
3. Dovbush T., Khomyk N., Dovbush A., Dunets B., 2019. Evaluation technique of frame residual operational life. Scientific Journal of the Ternopil national technical university. Tern.:TNTU.2019. Vol.93. No1. P. 61-69.
4. Rybak T. I., Popovych P. V., Khomyk N. I., Dovbush T. A., Tson H. B., 2013. Imitatsiine modeliuвання pry rozrakhunkakh na kvazistatychnu mitsnist konstruktivnykh struktur vazhko navantazhenykh silskohospo-darskykh mashyn [Simulation calculations on quasi-static strength structural structures are heavily loaded with agricultural machinery] Problemy nadiinosti mashyn ta zasobiv mekhanizatsii silskohospodarskoho vyrobnystva Visnyk KhNTUSH im. P. Vasylenka. Kh.: KhNTUSH., PP.321-326.

5. Trokhaniak O. M., Hevko R. B., Lyashuk O. L., Pohrishchuk B. V., Dobizha N. V., Dovbush T. A., 2020. Research of the of bulk material movement process in the inactive zone between screw sections, INMATEH-agricultural engineering. Vol. 60, No. 1, 261-268. DOI: 10.35633/inmateh-60-29.
6. Hevko R. B., Tkachenko I. G., Khomyk N. I., Gumeniuk Y. P., Flonts I. V., Gumeniuk O. O. 2020. Determination of technical-and-economic indices of root crop conveyer-separator during their motion on curved path. IMMATEH: Agricultural engineering. Vol. 61, No 2. PP. 175-182.
7. Dovbush Taras, Khomyk Nadia, Dovbush Anatolii, Palyukh A., 2022. Estimation of the load capacity and the strain-stress state of rod transporters. Scientific Journal of the Ternopil national technical university. Tern.: TNTU, 2022. Vol. 108. No 4. P. 5-15.
8. Довбуш Т. А. Опір матеріалів: навчальний посібник до виконання розрахунково-графічних робіт і самостійної роботи. Т. А. Довбуш, Н. І. Хомик, А. В. Бабій, Г. Б. Цьонь, А. Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 220 с.
9. Гевко Р.Б., Баліцький І.Б., Хомик Н.І. Вдосконалення процесів очищення коренеплодів при розробленні та модернізації машин. Сучасні технології промислового комплексу-2020: матеріали VI-ої міжнар. наук.-практ. конф., вип. 6, м.Херсон, 8-12 верес. 2020 р. Херсон: ХНТУ, 2020. С. 91-94.
10. Хомик Н.І., Довбуш Т.А. Обґрунтування силових факторів завантаженості пруткових транспортерів. Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва: проблеми теорії та практики: зб. тез доп. між наук.-практ. конф. м.Тернопіль, 29-30 верес. 2022 р. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. С.140-141.

УДК 631.331

### ***ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ, ВНЕСЕНИХ РІЗНИМИ СПОСОБАМИ***

**Д. Жук, аспірант;  
В. Дейкун, к.т.н., доцент;  
Р. Москальченко, аспірант**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Однією із найбільш важливих складових, що впливають на підвищення врожайності сільськогосподарських культур, є своєчасне та правильне, з точки зору агротехніки, внесення основної дози добрив та підживлення культурних рослин мінеральними добривами в процесі їх вегетації.

Більш широкого застосування набуло внесення добрив методом поверхневого розсіювання з подальшою заробкою різноманітними ґрунтообробними знаряддями. Даний метод є високопродуктивним, що позитивно впливає на економічну складову польових робіт.

Одним із недоліків методу поверхневого розсіювання є нерівномірність розподілення гранульованих добрив по площі поля, яка може сягати 25-30%. Аналіз літературних джерел [1, 2] показує, що при подальшій заробці гранул добрив, внесених таким способом ґрунтообробними знаряддями, вони нерівномірно перемішуються з ґрунтом (по закону випадкового розподілення), і значна їх частина не потрапляє до зони кореневого живлення.

Як свідчать дослідження [3], при заробці добрив орними агрегатами від 17,5 до 48,1% їх розташовуються в горизонті 0-5 см, від 38 до 78% – у шарі 0-10 см, а при заробці добрив у ґрунт за робочими органами культиваторів чи дискових борін – від 50 до 90% розміщуються у шарі 2-3 см. У такому горизонті вони є доступними до дії атмосферних чинників, вивітрюються або вимиваються опадами, і є втраченими як поживна речовина.

Провівши аналіз існуючих способів внесення мінеральних добрив, нами визначено недоліки та переваги кожного з них, обґрунтовано оптимальний спосіб внесення та проведено аналіз конструкцій робочих органів для його виконання.

Враховуючи дані попереднього аналізу, робимо висновок, що метод поверхневого розсіювання мінеральних добрив з подальшою заробкою є мало перспективним. Його удосконалення пов'язане з вирішенням комплексу питань, що стосуються рівномірного

розподілення елементів живлення по площі поля та повної і якісної їх заробки з розміщенням в задані горизонти орного шару, що є складною теоретико-прикладною задачею.

На наш погляд, локальне внесення є більш прийнятним з точки зору агротехніки вирощування сільськогосподарських культур та ефективності використання добрив, так як при такому способі не потрібна додаткова операція заробки туків у ґрунт, а також відсутні втрати добрив за рахунок вивітрювання чи вимивання опадами. Локальний спосіб дозволяє більш продуктивно використовувати малі дози мінеральних добрив, що знижує загальні витрати та затрати часу на виконання операції підживлення рослин.

Досвід вітчизняних та закордонних ґрунтознавців свідчить про високу ефективність застосування в землеробстві комбінованих безполицевих знарядь, які не лише дозволяють захистити ґрунт від ерозійних процесів, а також зменшують шкідливу дію сільськогосподарських агрегатів на ґрунт за рахунок зменшення числа їх проходів, знижують затрати праці та витрати паливно-мастильних матеріалів на отримання врожаю

Обробіток ґрунту безполицевими знаряддями є більш ефективним, якщо його суміщувати з локальним внесенням добрив за допомогою тукових сошників, або інших додаткових пристроїв, які монтуються на плоскорізах чи культиваторах для суцільного обробітку ґрунту [3].

Враховуючи значення безполицевого обробітку ґрунту, в тому числі такі фактори, як підвищення якісних показників функціонування робочих органів, зменшення ймовірності обволікання рослинними рештками стояка та розпушувальної лапи, зниження енергоємності процесу, підвищення довговічності роботи, а також можливість використовувати порожнину підлапового простору плоскорізальної лапи для розміщення і заробки мінеральних добрив, що дозволяє сумістити дві технологічні операції. Вирішенням поставленої задачі є застосування комбінованих робочих органів, які складаються з плоскорізальної лапи, обладнаної пристроєм для транспортування сипкого матеріалу до підлапового простору, а також розподільним пристроєм, який рівномірно розподілить матеріал на ґрунті [3].

Мінеральні добрива, які вносяться такими знаряддями, розташовуються в ґрунті на чітко встановленій глибині, поживні речовини, які при цьому утворюються, є більш доступними для кореневої системи і споживаються більш ефективно. Це є особливо важливим для зон із недостатньою кількістю вологи, якими є центральні та південні області України.

Виходячи з вищевказаного, можна зробити висновок, що більш перспективним способом підвищення родючості ґрунтів і урожайності сільськогосподарських культур є локальне внесення гранульованих мінеральних добрив, суміщене з обробітком ґрунту плоскорізальними робочими органами. Очікується, що використання запропонованих комбінованих робочих органів дозволить зменшити час на виконання робіт за рахунок суміщення операцій розпушування ґрунту, внесення добрив і їх заробку, знизити витрати мінеральних добрив за рахунок підвищення ефективності їх використання і, в цілому, загальні економічні витрати на отримання врожайів сільськогосподарських культур.

### Список використаних джерел

1. В. Дейкун, Д. Жук, Ю. Мачок. Огляд способів внесення та ефективності застосування мінеральних добрив. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин, англійською "Design, Production and Exploitation of Agricultural Machines". Вип. 52. – Кропивницький: ЦНТУ – 2022. – С. 41-47. – <http://zbirniksgm.kntu.kr.ua/archive/52.html>.
2. Жук Д.Г., Дейкун В.А. Комбінований робочий орган / Збірник тез доповідей X Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» з нагоди 116-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, члена-кореспондента ВАСГНІЛ, віце-президента УАСГН Крамарова Володимира Савовича (1906-1987) 23-25 лют. 2023 р., м. Київ / МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. – К.: Видавничий центр НУБіП України, 2023. – С. 165-167.
3. Дейкун, В. А. Обґрунтування параметрів робочого органа для внутрішньоґрунтового внесення мінеральних добрив: дис. канд. техн. наук: спец. 05.05.11. «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» [Текст] / В. А. Дейкун. – Кіровоград, 2013

## **ОБГРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО СПОСОБУ ПОСІВУ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР**

**Р. Москальченко, аспірант;**

**В. Дейкун, к.т.н., доцент;**

**Д. Жук, аспірант**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Одним із найважливіших технологічних заходів в аграрному виробництві є посів сільськогосподарських культур. Тому важливо обрати спосіб посіву, при якому створяться оптимальні умови для проростання та розвитку насіння культурних рослин.

Способи сівби залежать від біологічних особливостей культур (різні культури неоднаково вимогливі до родючості ґрунту, кількості тепла, освітлення, вологості тощо).

Однією з основних вимог до способів сівби є створення оптимальної густоти посівів, що забезпечує найінтенсивніше наростання асиміляційної листкової поверхні – основного фактора врожайності.

На даний момент в агропромисловому виробництві застосовують такі способи сівби: звичайний рядковий; перехресний; вузькорядний; широкорядний; стрічковий; гніздовий; квадратно-гніздовий; пунктирний; борозенний; гребеневий

Суцільний рядковий спосіб сівби: насіння розміщується з шириною міжрядь від 10 до 25 см і на відстані в рядку 1,5-2 см одне від одного при невеликій площі живлення (зернові колосові, горох, гречка, однорічні та багаторічні трави тощо).

Вузькорядний спосіб сівби (ширина міжрядь становить 6,5-7 см) забезпечує більш рівномірне розміщення насіння на площі посіву. При цьому використовують сівалки з вузькорядними сошниками.

Перехресний спосіб сівби так само, як і вузькорядний, має деякі переваги перед суцільним рядковим. Виконують його рядковими сівалками, які переміщуються на полі перехресно – спочатку вздовж, а потім упоперек. Сівалки встановлюють на висів половини норми висіву насіння.

Широкорядний спосіб сівби (ширина міжрядь понад 30 см) застосовують для вирощування культур, які потребують великих площ живлення (кукурудза, соняшник, цукрові буряки, картопля, бавовник, овочеві культури), а також проса, гречки тощо.

Стрічковий спосіб сівби: насіння в ґрунті розміщується стрічкою, у якій два чи кілька рядків. Відстань між окремими рядками в стрічці становить від 7,5 до 15 см, а між стрічками – 45-60 см і більше. Цим способом висівають насіння культур, які не потребують великих площ живлення (просо, морква, цибуля, столові буряки).

Пунктирний спосіб сівби – один з видів рядкового, за якого насіння рівномірно розміщуються в рядку через певну відстань одна від одної.

Гніздовий спосіб сівби: насіння розміщується по кілька штук в окремій гнізді. Для цього використовують спеціальні сівалки. Основна перевага гніздового способу порівняно з широкорядним рядковим полягає в економії насіння і поліпшенні умов живлення рослин.

Квадратний та квадратно-гніздовий способи сівби характеризуються тим, що насіння розміщується поодиноці або групами (гніздами) по кутах квадрата з відстанню 60×60 або 70×70 см. Цим способом висівають високостеблові просапні культури (кукурудзу, соняшник, бавовник, рицину тощо).

Борозенний спосіб сівби дає змогу загорнути насіння на дно утвореної борозни. Як правило, так сіють у південно-східних посушливих районах, де верхній шар ґрунту навесні швидко пересихає.

Гребеневий спосіб сівби застосовують у районах надмірного зволоження. Насіння висівають на спеціально створених гребенях сівалками. Такий спосіб сівби сприяє кращому



забезпеченню культур повітрям, теплом і поживними речовинами. Гребневий спосіб сівби дуже ефективний на важких безструктурних ґрунтах.

Існуючі способи сівби узагальнено можна поділити на рядковий і розкидний.

Рядковий спосіб сівби є основним, оскільки забезпечує більш рівномірне висівання насіння на всій площі посіву і загортання його на однакову глибину у зволожений шар ґрунту.

При розкидному способі насіння у ґрунті розміщується без міжрядь. Виконують його вручну або розкидними сівалками. Цей спосіб сівби немає широкого застосування, зокрема через відсутність посівних знарядь для його здійснення.

Найбільш гостро питання вибору способу посіву стоїть при вирощуванні зернових культур, площа живлення яких вимагає раціонального використання поживних елементів ґрунту та сонячної енергії. При цьому зменшується застосування хімічних препаратів для боротьби з бур'янами, оскільки останні біологічно пригноблюються культурними рослинами.

На наш погляд, найбільш раціональним є застосування підґрунтового-розкидного способу сівби, де в якості робочого органа використовується сошник для підґрунтового-розкидного посіву зернових культур.

Дослідниками розроблено ряд робочих органів посівних машин та розподільників насіннєвого матеріалу по ширині захвату сошника, визначені основні недоліки їх конструкцій. Однак, проблема підвищення ефективності використання ширини захвату сошників може вирішуватися за умови обґрунтування технологічних параметрів елементів конструкції робочого органа, проведення дослідження процесу руху насіння в підсошниковому просторі, визначення оптимальних теоретичних та експериментальних параметрів сошника та відбивача насіння.

УДК 631.3; 658.382:631.145

## ***ФУНКЦІ ТА ЗАВДАННЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ***

**В. Дейкун, к.т.н., доцент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Сільськогосподарське виробництво характеризується цілим рядом структурних, організаційних, технологічних особливостей, що впливають на рівень виробничих ризиків та роблять цю галузь однією з найбільш травмонебезпечних.

Важливою задачею керівництва сільськогосподарських підприємств є створення для працівників здорових і безпечних умов праці, попередження та профілактика виникнення нещасних випадків і аварій, професійних захворювань, пов'язаних з виробничими процесами у сільському господарстві, тобто захист працюючих від впливу небезпечних і шкідливих факторів – фізичного, біологічного, хімічного та психофізіологічного походження.

Основними чинниками, які враховують при організації виробничого процесу, в аграрному секторі економіки є:

- сезонність робіт, що практично не дає можливості в окремі періоди року дотримуватися нормативів тривалості робочого дня, внаслідок чого щорічно травматизм досягає пікових значень в одні і ті ж місяці року (липень-серпень, жовтень);
- нерівномірне навантаження працівників протягом року (кількість працівників в агропромисловому виробництві в липні перебільшує в середньому за рік на 12-15%);
- застосування праці підлітків і осіб пенсійного віку у напружений період польових робіт

( у відсотках від загальної кількості працюючих).

Агропромислове виробництво характеризується наявністю цілого ряду виробничих факторів, здатних чинити негативний вплив на організм людини в процесі її трудової діяльності, які мають місце в більшості господарств і потребують нагального вирішення:

- старіння основних фондів, зростаюча кількість фізично зношеного та морально застарілого обладнання, машин та механізмів, їх невідповідність безпечним умовам праці;
- збільшення кількості робочих місць, що не відповідають вимогам нормативно-правових актів з охорони праці.

Сільське господарство включає такі основні галузі, як рослинництво та тваринництво, а також обслуговування та переробне виробництво, кожне з яких має цілий ряд специфічних небезпечних та шкідливих виробничих факторів, дія яких при певних умовах може призвести до зниження працездатності, захворювання або ж негативний вплив на здоров'я нащадків, а в певних умовах призводить до травм, гострого отруєння або погіршення здоров'я чи летальних наслідків).

Так, роботи в рослинництві пов'язані з застосуванням мінеральних добрив та пестицидів (боротьба з бур'янами, шкідниками та хворобами рослин), приготування робочих розчинів, протруювання насіння, опилювання, обприскування, фумігація рослин, ґрунту та приміщень, приготування і розкидання протруєної приманки, підживлення рослин. Більшість пестицидів та мінеральних добрив являються токсичними для організму людини. Потрапляючи в організм людини, такі речовини можуть викликати порушення його нормальної життєдіяльності та бути причиною гострих та хронічних інтоксикацій. Високий рівень небезпеки мають і механізовані роботи в рослинництві, так як працівники підпадають тривалій дії підвищеного рівня шуму, вібрації, підвищеній температурі в кабіні тракторів чи комбайнів, нервовим перевантаженням, що призводить до високого показника виробничого травматизму серед механізаторів у сільськогосподарському виробництві.

Типовими для тваринництва є небезпечні та шкідливі фактори, пов'язані із застосуванням в цій галузі різних технічних засобів, машин і механізмів для приготування кормів, доїння молочних тварин, прибирання гною; широким використанням токсичних та подразнюючих речовин (мінеральні добавки до кормів, лікарські препарати, дезінфікуючі, миючі засоби); постійним контактом працюючих з патогенними мікроорганізмами (бактеріями, паразитами-збудниками інвазійних хвороб, загальних для людини і тварини, вірусами та продуктами їх життєдіяльності). Крім того, самі тварини є джерелом підвищеної небезпеки.

У переробній галузі застосовується велика кількість машин і механізмів, які є джерелом підвищеної безпеки, для очищення, подрібнення, пресування, змішування, обробки препаратами, охолодження чи нагрівання сировини різного походження; також використовуються концентровані хімічні препарати для подовження терміну зберігання продукції, робота з якими потребує відповідної підготовки фахівців та їх відповідності медичним нормам, дотримання відповідних гігієнічних норм.

У сучасному агропромислому виробництві постійно зростає кількість технологічних процесів та операцій, застосування різних речовин, генетично-модифікованих організмів, які є потенційно небезпечними для життя і здоров'я працівників, тому слід брати до уваги вплив всіх небезпечних та шкідливих факторів на організм працюючих з метою розробки більш ефективних заходів і засобів з охорони праці та закріплення їх на законодавчому рівні, що є запорукою підвищення рівня безпеки працівників, задіяних в агропромислому виробництві.

Враховуючи вищенаведене, для ефективного регулювання заходів з охорони праці у сільському господарстві наряду з загальними необхідно дотримуватися ряду спеціальних норм, які відображають специфіку виробничих процесів по галузях сільськогосподарського виробництва. Ці норми відображаються в галузевих нормативних актах з охорони праці, які представляють собою правила з охорони праці по видах виробничих процесів, і відповідних інструкціях по видах робіт або професіях, на основі яких власником підприємства розробляються інструкції з охорони праці для відповідного сільськогосподарського підприємства.

**ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТВІ ЗБИРАННЯ НАСІННЯ БАГАТОРІЧНИХ БОБОВИХ ТРАВ****М. Анеляк, к.т.н.***Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН України*

Вдосконалення існуючих та розробка нових енергозберігаючих технологій вирощування багаторічних бобових трав дозволяє отримати біологічну урожайність насіння люцерни в межах 8-14 ц / га, конюшини 6-8 ц / га та буркуну білого 8-10 ц / га. Але внаслідок недотримання технологічних регламентів вирощування і особливо збирання насіння багаторічних бобових трав їх генетичні можливості реалізуються лише на 20- 25 %.

Для збирання насіння багаторічних бобових трав в основному використовують зернозбиральні комбайни, які є основним технічним засобом і на якому базуються всі відомі технології збирання насіння трав. Але значні відмінності фізико-механічних властивостей біологічної маси насінників багаторічних бобових трав від зернових культур ускладнює процес збирання і особливо операції сепарації та витирання насіння молотаркою комбайна. Використання комбайнових технологій збирання насінників трав приводить до значних втрат насіння, які складають 30% і більше. А якщо врахувати і те, що в останні роки в Україні спостерігається розповсюджена тенденція використання оренди зернозбиральних комбайнів які не обладнані пристосуваннями для збирання багаторічних бобових трав в такому випадку втрати ще більше зростають.

Питанням розробки технологій та засобів механізації збирання насіння багаторічних бобових трав приділялось у багатьох наукових роботах, але слід зауважити, що ці результати мають значні протиріччя і носять характер ДКР та НДР і не дають відповіді, яким чином зменшити втрати насіння виходячи із реальних можливостей виробництва, це наявності технічних засобів, які є на даний момент в господарствах для збирання насіння в полі та доводки його на стаціонарі до товарних кондицій.

В ІМА АВП НААН відпрацьований технологічний процес збирання насіння багаторічних бобових трав в полі та подальший обробіток на його стаціонарі, який передбачає збір частково провіяного вороху в бункер комбайна, доставку транспортними засобами його на стаціонар, первинну очистку, витирання насіння та доводку його до товарних кондицій. В процесі досліджень проведені виробничі випробування робочих органів машин та елементів технологічного процесу сепарації і витирання насіння багаторічних бобових трав.

Дослідження процесу збирання та обробітку насінневого вороху багаторічних бобових трав на стаціонарі проведені на виробництві в агрофірмі «Комора» смт. Тростянець Вінницької області та лабораторних умовах. Збирання насіння трав в господарстві було розділене на кілька етапів. На першому етапі технологічного процесу в полі збирали насінневу частину врожаю. Враховуючи, що значні втрати врожаю насіння можуть бути через несвоєчасний початок збирання насінників люцерни, тому збирання починали за наявності у суцвіттях 80—90% бурих бобів. Перед збиранням насінників трав рослини за три - п'ять днів до їх збирання обробляли реглоном (3 – 4 кг/га) або хлоратом магнію (18—20 кг/га). Цей засіб дозволяє зменшити втрати на 25—30% у порівнянні з роздільним (двофазним) способом. спосіб збирання –з попередньою десикацією

Насінневу частину врожаю збирали прямим комбайнуванням зернозбиральними комбайнами зарубіжного виробництва. Агрофірма власних комбайнів немає, тому для збирання насіння трав їх орендували. Враховуючи те, що комбайни не були обладнані пристроями для витирання насіння трав, тому в полі збиралась насіннева частина врожаю. Суттєвий вплив на чистоту вороху мають оберти барабана. При їх зміні з 600 до 800 об/хв. засміченість бункерного вороху за сталого режиму вентилятора збільшується в межах 7,5-8,5%. Збільшення засміченості

бункерного вороху в цьому випадку обумовлено збільшенням відсотка подрібнення не зернової частини врожаю молотильним барабаном і подачею на очистку більш засміченого вороху, сепаруючі властивості якого значно погіршуються, тому частина соломистих домішок поступає в бункер. Значний вплив на чистоту бункерного вороху має величина робочого зазору між декою та барабаном на вході. Так, із збільшенням робочого зазору між декою і барабаном від 14 мм до 20 мм засміченість бункерного вороху збільшується на 9,0-9,9 %. Дослідження показали, що при цих режимах роботи молотарки бункерний ворох засмічується за рахунок невитертого насіння, кількість якого значно збільшується через недомолот його молотильним барабаном, тому що із збільшенням робочого зазору між декою і барабаном погіршуються умови протягування маси в робочому зазорі. Частота обертання крильчатки вентилятора значно впливає на чистоту бункерного вороху. Так, за збільшення частоти обертання з 300 об/хв до 500 об/хв засміченість бункерного вороху, при п'яти фіксованих значеннях обертів молотильного барабана, збільшувалась на 21,5-22,5%. Дослідження показали, що частота обертання крильчатки вентилятора також впливає на такий важливий якісний показник роботи комбайна, як втрати насіння за очисткою. Так, із збільшенням частоти обертання вентилятора збільшується швидкість повітряного струменя на очистці, що приводить до виносу насіння за її межі. За збирання насінників конюшини та люцерни комбайном "Дон-1500А" оберти вентилятора мають бути в межах 300 – 400 об/хв, для цього необхідно встановити змінний комплект зірочок на ведучий і ведений вали вентилятора.

В бункер комбайна збирали витерте із бобів насіння та боби із не витертим насінням, крім цього в бункер поступає незначна частина солом'яних домішок. Насіннева частина врожаю насінників трав доставлялася на стаціонарний пункт, який обладнаний технологічною лінією для обробки вороху на стаціонарі. Технологічна лінія розділяє ворох на дві основні фракції насіння і не витерті боби. Насіння зразу ж доводяться до кондиції. Не витерті боби збираються в тару і доставляються на площадки для сушки, так, як боби мають високу вологість більше 20%. Після висушування не витерті боби подаються в терковий пристрій. В терковому пристрої із бобів виділяється насіння і подається на технологічну лінію для доведення до відповідної кондиції.

Аналіз роботи технічних засобів технологічної лінії показав, що основними напрямками доробки технологічного процесу обробки насінневого вороху на стаціонарі є інтенсифікація процесу первинної очистки насіння та витирання насіння із бобів, що дасть змогу збільшити продуктивність технологічної лінії та зменшити трудомісткість процесу.

УДК 631.554

## ***ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ ЗБИРАННЯ ПОБІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ СОНЯШНИКУ НА ЕНЕРГЕТИЧНІ ЦІЛІ***

**А. Кузьмич, к.т.н.**

*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН України*

Світова тенденція декарбонізації економіки та зменшення викидів парникових газів спонукає до пошуку альтернативних джерел енергії. Україна має значний потенціал біомаси, доступної для виробництва енергії. Економічно доцільний енергетичний потенціал біомаси в країні складає близько 20–25 млн т у.п./рік [1].

Основними складовими потенціалу є побічна продукція сільськогосподарського виробництва рослинного походження, зокрема незернова частина врожаю соняшнику. Одним із найбільш вагомих аргументів на користь використання цієї культури на енергетичні цілі є значні посівні площі вирощування.

Аналіз останніх досліджень дозволяє стверджувати, що на сучасному етапі відсутні науково обґрунтовані технологічні процеси збирання та ефективні технічні засоби, що здатні забезпечувати отримання якісної сировини з побічної продукції соняшнику в необхідній кількості [2].

Тому виникає необхідність проведення досліджень з пошуку шляхів підвищення ефективності процесу збирання та обґрунтування енергоефективних технологій і технічних засобів для збирання побічної продукції соняшнику на енергетичні цілі.

Метою досліджень є підвищення ефективності збирання побічної продукції соняшнику на енергетичні цілі шляхом оцінювання можливих варіантів технологій його збирання.

Для порівняння ефективності різних способів збирання були розраховані значення приведених витрат на збирання 1 т побічної соняшнику в пресованому вигляді за трьох варіантів збирання (рис. 1).

Аналіз отриманих залежностей свідчить про значне зростання приведених витрат за способу 1 збирання побічної продукції соняшнику, що обумовлено багатократним проходженням збиральних агрегатів по полю. Після проходження зернозбирального комбайна частина рядів стебел соняшнику прикочується колесами до землі, що значно ускладнює їх скошування. Крім того за значного подрібнення стебел спостерігаються значні втрати маси при її підбиранні прес-підбирачами.

Зменшити приведені витрати на збирання побічної продукції соняшнику до 32 % можливо за способу 2. За цього варіанту зернозбиральний комбайн обладнується подрібнювачем з напрямним дефлектором та причіпним копнувачем [3].

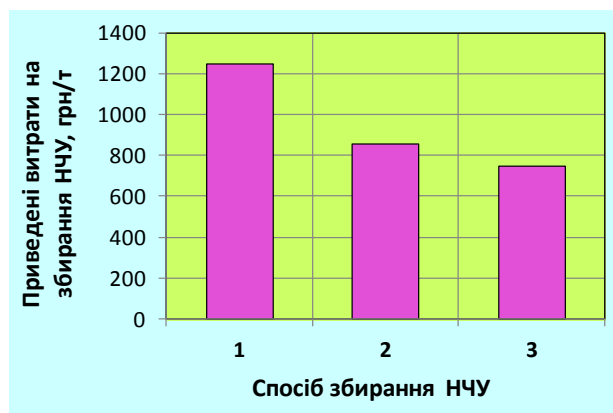


Рис. 1. Приведені витрати на збирання побічної продукції соняшнику за різних способів:

1 – збирання побічної продукції із формуванням валків за допомогою причіпних подрібнювачів-валкоутворювачів; 2 – збирання побічної продукції зі збором подрібненої маси в причіпний копнувач та формуванням паків на краю поля; 3 – збирання побічної продукції із формуванням валків за допомогою жнивarki комбайна

Подрібнена маса збирається та вивантажується на краю поля. Пресування маси здійснюється за допомогою прес-підбирача, обладнаного дозувальним пристроєм. За використання способу 2 зменшується кількість проходів збиральних агрегатів по полю. Використання даного способу дозволяє збирати лише масу, що пройшла крізь молотарку комбайна, в обсягах 1,0–1,2 т/га.

Перспективним варіантом технології збирання стебел соняшнику на енергетичні цілі є скошування та укладання їх у валок жнивarkою зернозбирального комбайна одночасно з обмолочуванням, з наступним підбиранням і пресуванням. За даного способу відбувається розділення технологічних потоків матеріалів при збиранні соняшнику зернозбиральним комбайном (рис. 2). При цьому обмолочені кошики та частина стебел, які пройшли через молотарку комбайна укладаються зверху на валок зі стебел, сформований жнивarkою.

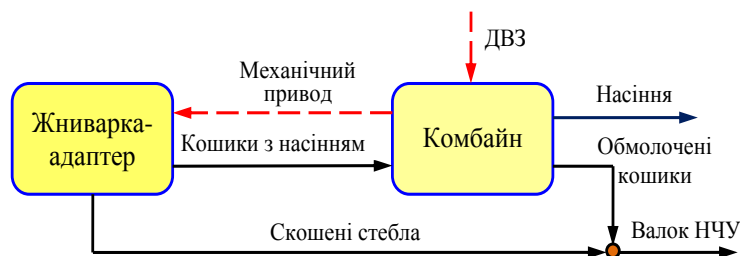


Рис. 2. Структурна схема розділення потоків технологічних матеріалів при збиранні соняшнику зернозбиральним комбайном

Використання даного способу дозволить збирати до 2,0–2,5 т побічної продукції соняшнику з гектара, та забезпечить підвищення ефективності збирання. Для реалізації даного способу збирання в інституті механіки та автоматики агропромислового виробництва розроблено конструкцію адаптера до жнивварки ПЗС-8 для додаткового скошування стебел та укладання їх у валок.

Висновки. Перспективним способом збирання стебел соняшнику на енергетичні цілі є скошування та укладання їх у валок жнивваркою зернозбирального комбайна одночасно з обмолочуванням. Використання даного способу дозволить збирати до 2,0–2,5 т побічної продукції соняшнику з гектара, та забезпечить підвищення ефективності збирання до 40%.

### Список використаних джерел

1. Гелетуха Г. Г., Железна Т. А. Перспективи використання відходів сільського господарства для виробництва енергії в Україні. *Аналітична записка БАУ*. 2013. № 7. 20 с.
2. Аспекти процесів збирання незернової частини врожаю кукурудзи та соняшнику як твердого біопалива / В. В. Адамчук та ін. *Механізація та електрифікація сільського господарства*. 2019. Вип. 9 (108). С. 10–20. DOI:10.37204/0131-2189-2019-9-1
3. Кузьмич А. Я., Анеляк М. М., Грицака О. М. Збирання незернової частини урожаю соняшнику на енергетичні цілі. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин*, 2020, Вип. 50. С. 69–78. DOI:10.32515/2414-3820.2020.50.69-78

УДК 631.316.022

### **ПОШУКОВИЙ АНАЛІЗ СПРЯМУВАНЬ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ ЛЕЗОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ**

**О. Ковальов, аспірант;**

**О. Блезнюк, к.т.н., доцент**

*Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

З огляду на прагнення отримання чистої органічної продукції, обумовленої відмовою застосування гербіцидів або їх обмеження, відбувається всебічне застосування сільськогосподарських машин з лезовими робочими органами, а відтак ще більшої актуальності набуває питання підвищення експлуатаційної надійності машин та їх складових.

Слід відзначити, що науковий пошук напрямків з підвищення рівня експлуатаційної надійності машин базується на питаннях тертя, зношування робочої поверхні спряженої з середовищем обробітку, формування теоретичних передумов трибосистеми, які в підсумку, знаходяться між собою в тісній кореляційній залежності.

На основі наукового аналізу літературних джерел, а також особистого досвіду досліджень, визначено, що провідна роль у створенні ґрунтообробних робочих органів з підвищеним рівнем надійності належить конструкторсько-технологічним методам,

обумовлених триботехнікою [1]. Тобто це науковий пошук раціональної форми зменшеної енергоємності, матеріалу і технології виготовлення та зміцнення, визначений скороченням витрат запасних частин і матеріалів на їх виготовлення, зменшенням кількості задіяних робітників і відповідно трудомісткості робіт при експлуатації, технічному обслуговуванні та ремонті.

Складність питання, що розглядається, зумовило формування багатьох теорій і наукових шкіл, однією з провідних на нашу думку є структурно-енергетична теорія тертя і зношування в машинах, основоположником якої є Костецький Б.І., який теоретично і практично підтвердив явище структурної пристосованості матеріалів, самоорганізації при терті та окисного зношування [2].

Одним із напрямків підвищення довговічності лезових робочих органів є нанесення зносостійкого шару, матеріалу різними методами на їх робочу поверхню в процесі виготовлення чи відновлення. З різновиду нанесення зносостійких покриттів слід відзначити композиційні матеріали, зокрема металічні, що складаються з металевої матриці та керамічного наповнювача. Дані покриття, що мають гетерогенну структуру, відповідно до сучасних уявлень щодо трибосистеми, є найдосконаліші за умов процесу зношування лезових робочих органів при виконанні функції призначення.

Розглядаючи конструкторські методи підвищення довговічності лезових робочих органів слід відзначити складовий підхід у формуванні робочого органу, що передбачає заміну елементу конструкції за умови його спрацювання. Дане конструктивне рішення дозволяє формувати просторове рішення з визначення раціональної поверхні, визначеною геометрією, зносостійкістю за варіацією фізико-хімічно-біологічного складу середовища обробітку.

З означеного випливає, що пошуковий аналіз спрямувань щодо підвищення експлуатаційної надійності лезових робочих органів дозволив виявити перспективні напрямки подальших досліджень, які дозволять у комплексному поєднанні досягти певних результатів у даному напрямку.

### **Список використаних джерел**

1. Козаченко О.В. Вплив властивостей ґрунтового середовища та режимів руху на формування леза робочого органу / О.В. Козаченко, О.М. Шкрегаль, В.С. Каденко, О.В. Блезнюк // Техн. серв. агропром. ліс. та тран. компл. – 2018. – №11. – С. 193-198.
2. Закалов О.В. Основи тертя і зношування в машинах: Навчальний посібник / О.В. Закалов, І.О. Закалов. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ ім. І.Пулюя, 2011. – 322 с.

УДК 621.867.427

## ***ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ КОМБІНОВАНОГО ШНЕКОВОГО КОНВЕЄРА ДЛЯ УМОВ РОБОТИ В ПРОМИСЛОВОСТІ ТА АГРОСЕКТОРІ***

**Д. Часов, к.т.н., доцент;**

**В. Молчанов, к.т.н., доцент;**

**В. Бейгул, к.т.н., доцент**

*Дніпровський державний технічний університет*

Переміщення матеріалів та відходів виробництв є складовою собівартості продукції, для зниження якої необхідно використовувати варіативні технології. До таких технологій слід віднести зниження спожитої електроенергії за рахунок доопрацювання процесів переробки – об'єднання процесу транспортування та подрібнення з метою використання спільного приводу, адже процес окремо процес підготовки до переміщення матеріалів

споживає до 70 % енергоємності процесу переробки.

Об'єктом дослідження є процес транспортування відходів механічних підприємств та продуктів аграрних виробництв від місць утворення до зони подальшої переробки за допомогою модернізованого шнекового конвеєра з встановленими додатковими подрібнюючими лопатями із можливістю варіювання кута атаки.

У якості транспортованого матеріалу використовувалася стружка зливна та зколювання, коренеплоди (буряк), деревина тверда (дуб) та м'яка (сосна).

Проведені дослідження із споживання енергії шнековим конвеєром при транспортуванні різних типів матеріалів (рис. 1) показали арифметичну залежність росту споживання від твердості матеріалу та заданої продуктивності роботи. Якщо продуктивність є позитивним чинником, то її модернізувати не доцільно.

Також, як видно з графіків, енергоспоживання коливається при зміні кута атаки встановленої лопаті. Найнижча величина споживання ресурсів спостерігається при величині кута встановленої лопаті у межах 40-50°.

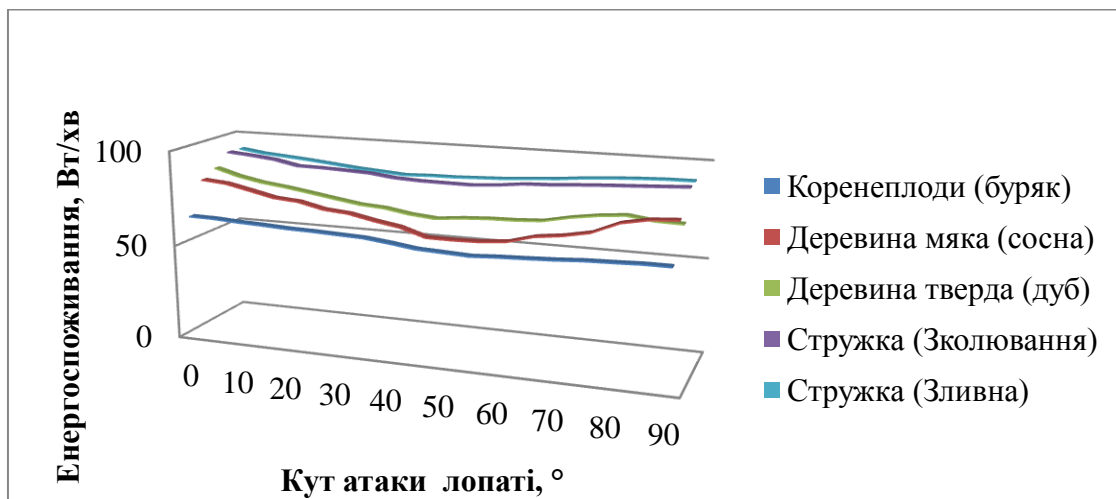


Рис.1. Діаграма залежності енергоспоживання

Під час виконання дослідження було визначено найнижчу енергоємність конвеєра при транспортуванні різних типів: для коренеплодів - 57,3 Вт/хв., для твердої деревини - 67,8 Вт/хв., для м'якої деревини - 61 Вт/хв., для стружки зколювання – 83,4 Вт/хв., для стружки ливної - 84,1 Вт/хв.

Визначено відповідні діапазони кутів встановлення додаткової лопаті: для коренеплодів – 45-70°, для твердої деревини – 40-55°, для м'якої деревини – 35-65°, для стружки зколювання – 35-55°, для стружки ливної – 30-50°.

Наявність додаткової лопаті дає енергетичний ефект у межах від 5 до 15 відсотків в залежності від кута встановлення лопаті та типу транспортованого (подрібнюваного) матеріалу.

Великий діапазон кутів встановлення додаткової лопаті при одночасному транспортуванні та подрібненню стружки обумовлений фракційністю матеріалу, яка дозволяє практично не потрапляти під дію лопаті. Тому для подальшого розвитку досліджень доцільно використовувати розширений спектр дослідних зразків матеріалів.

## Список використаних джерел

1. Часов Д.П. (2022). Дослідження параметрів подрібнювача комбінованого із шнековим транспортером. Збірник наукових праць Дніпровського державного технічного університету (технічні науки), Кам'янське, ДДТУ, 2022, № 2(41), С. 83-88
2. Nevko R.B. (2015). Development and investigation of reciprocating screw with flexible helical surface. INMATEH–Agricultural engineering. National Institute of research development for machines and installations designed to Agriculture and food industry. Inma Bucharest. Vol. 46.P. 133–138.



## **ПОШУКОВИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ГАЗОРОЗПОДІЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ**

**А. Кузнєцов, студент;**

**О. Блезнюк, к.т.н., доцент**

*Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

В результаті пошукового аналізу і вивчення літературних джерел щодо конструктивних особливостей двигунів внутрішнього згоряння визначено, що найбільшого розповсюдження набули двигуни із зворотно-поступальним рухом кривошипно-шатунного механізму. Задля забезпечення подачі робочої суміші до циліндрів та відведення відпрацьованих газів, застосовують газорозподільні механізми різного конструктивно-технологічного виконання, визначеного необхідністю контролю, регулювання теплового зазору в механізмі приводу клапанів.

Слід відзначити, що реалізація перспективних методів діагностування газорозподільного механізму визначена такими напрямками як: реалізація контролю пульсації тиску в колекторі впускного тракту і вібросигналу [1]. Основними засобами щодо діагностування, визначення впливу теплового зазору на роботу газорозподільного механізму можуть слугувати осцилограф USB-Autoscope, USB-осцилограф Постоловського, з датчиком розрядження і п'єзодатчиком, акселерометром, задля визначення рівня вібрації.

В більшій мірі аналіз отриманої осцилограми за допомогою USB-осцилографа полягає у визначенні швидкості наростання тиску у впускному колекторі на такті впуску та порівняння її з нормативною швидкістю для двигуна, що діагностується. За умови відхилення фактичної швидкості від еталонної, виникає необхідність у постановці діагнозу, і можна відзначити, що з високою ймовірністю причиною є невідповідність теплового зазору в приводі газорозподільного механізму.

Множинність віброімпульсів у наслідок пружних коливань від зіткнень спряжених деталей газорозподільного механізму, обумовлених змінністю навантаження і напрямку діючих сил в складових приводу клапанів визначає можливість використання доступних засобів з вібродіагностування та визначення оціночних показників для постановки діагнозу [2].

При цьому слід відзначити, що використання скриптів з розшифрування, дозволяє проводити комплексну діагностику за даними параметрами, і що головне відокремити людський фактор при постановці діагнозу [3].

Таким чином, за двома наведеними методами можна, комплексно, оперативно і без виконання складних робіт з розбирання, визначати технічний стан газорозподільного механізму і двигуна в цілому. Кожен з методів є достатньо інформативним, однак на нашу думку використання вібраційного методу визначення величини теплового зазору приводу клапанів газорозподільного механізму є найбільш перспективним.

### **Список використаних джерел**

1. Блезнюк О.В. Аналіз методів визначення теплового зазору приводу клапанів газорозподільного механізму двигуна / О.В. Блезнюк, А.О. Кузнєцов // *Проблеми та перспективи розвитку сільськогосподарського машинобудування*: матеріали V Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конференції, 21-22 лют. 2023 р. – Полтава: ПДАУ, 2023. С. 24-27.
2. Мигаль В.Д. Основы технической диагностики автомобилей: учеб. Пособие. – 2-е изд., переработанное и дополненное / В.Д.Мигаль. – Х.: Майдан, 2016. – 372 с.
3. Блезнюк О.В. Способи визначення теплового зазору клапанів і зміщення фаз газорозподілу / О.В.Блезнюк, Ольшанський М.С. // *Молодь і сільськогосподарська техніка у XXI сторіччі*: збірка матеріалів XVII-го Міжнародного форуму молоді, 25-26 березня 2021 р. – Харків: ХНТУСГ. 2021. – Том 2. – С. 111-113.

**ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ БІТЕРІВ ДОЗАТОРА КОРМІВ**

**І. Притуляк, студент;  
Р. Кісільов, к.т.н. доцент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Зниження темпів виробництва продуктів тваринництва в Україні пов'язане з багатьма відомими факторами, що неодмінно впливають на позитивний розвиток всієї галузі. Одним з таких чинників є незадовільний стан кормової бази. Недостатня забезпеченість тваринництва кормами, невідповідна їх якість до діючих зоотехнічних вимог при підготовці до згодовування призводить до значного порушення генетичного потенціалу. Тому реалізація тварин в таких умовах можлива лише на 45-50%. Корми та кормові суміші мають визначальний вплив серед економічних показників розвитку галузі тваринництва, так як їх частка в структурі собівартості може складати майже 60-70% всіх витрат [1].

Вагомою і досить складною операцією в процесі приготування вищевказаних сумішей для ВРХ є дозування і подача різних компонентів згідно встановленої кількості корма з метою отримання якісної кормової суміші. Можливі порушення співвідношення компонентів в суміші призводить до небажаного зниження або підвищення поживності готового корма, що є наявною їх перевитратою.

В практиці кормоприготування і роздавання кормів широко застосовують масове або об'ємне дозування, кожне з яких може бути порційним або безперервним. В системі використання механізованих кормоцехів, кормороздавачів і кормопереробних машин за кордоном і в Україні найбільш широко застосовують для дозування малосипучих грубих, соковитих і стебельних кормів ланцюгово-планкові бункерні живильники з транспортерними і бітерними дозуючими засобами, що мають різне конструктивне виконання. Тобто вони відрізняються робочими органами подаючих конвеєрів, транспортерів-відокремлювачів і бітерів, їх кількістю і розташуванням, кутом нахилу живильних транспортерів до горизонту, принципом роботи та прийнятною частиною. Технологічний процес дозування малосипучих кормів відбувається із застосуванням одно- та двоступеневої системи подачі.

Для аналізу конструктивних і кінематичних параметрів бітерів пропонується розроблена фізична модель, яка визначає взаємодію радіальних пальців бітера з монолітом корму (рис. 1) [2].

Проведений аналіз запропонованої кінематики процесу відокремлення корма і взаємодії радіальних пальців з монолітом за один цикл дозволив виділити чотири періоди: пружне стискання і початок руйнування структури моноліту корма, що визначається кутом  $\alpha_0$  - стикання пальця з монолітом і кутом  $\alpha_{\text{об}}$  - обертання пальця до початку руйнування структури моноліту; руйнування структури моноліту, відокремлення матеріалу від моноліту корма пальцем і формування на кінці штифта тіла волочіння, що обмежується кутом  $\alpha_1$  - формування тіла волочіння корма; рух тіла волочіння в контакті з пружним середовищем, відокремлення додаткової порції кормової маси, вільне переміщення матеріалу вдовж пальця, що відбувається до початку четвертого періоду, який обмежується кутом  $\alpha_2 = \pi$ ; період розвантаження граблін бітера, що відбувається в квадранті  $\alpha_3 > \pi$  розвантаження бітера. Таким чином, бітер, що є ротаційним робочим органом, за допомогою пальців захвачує і розрихлює певний шар маси моноліту, долає пружне стискання матеріалу, руйнує структуру його, відокремлює частину корма від моноліту і перекидає відцентровою силою на вивантажувальний конвеєр. В процесі руху

пальця гребінки на кінці його формується тіло волочіння, яке рухається вздовж пружної кормової маси [3].

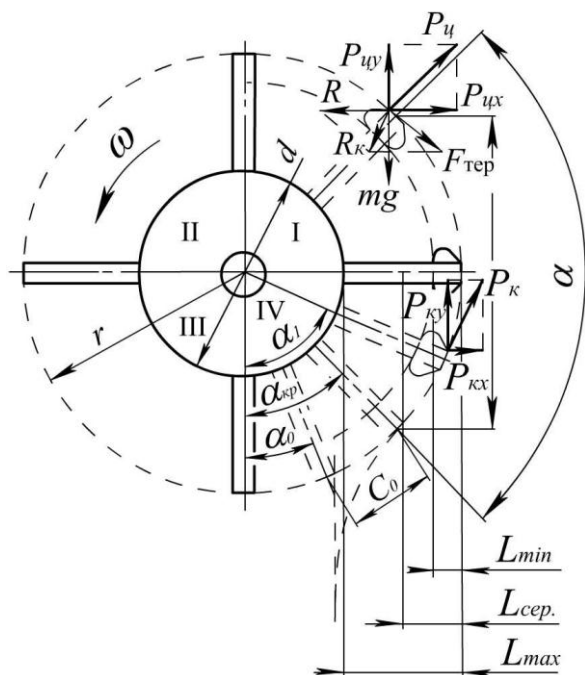


Рис. 2. Схема взаємодії радіального пальця бітерного дозатора з часткою корму

При цьому гребінка бітера відбирає з маси корму шар, який дорівнює висоті хорди  $m$ , центрального кута  $\alpha$  між радіусами входження гребінки в масу та виходу її з маси. Нелінійна траєкторія руху пальця в першому і другому періодах не враховується, оскільки в кожний момент реакція матеріалу направлена по нормалі до пальця. Ділянка траєкторії пальця, на якій відбувається пружний стиск, може бути визначено наступним рівнянням:

$$C_0 = \pi \cdot r \cdot \frac{\alpha_{\text{ед}} - \alpha_i}{180}, \quad (1)$$

де:  $r$  – радіус бітера, м;

$\alpha_{\text{ед}}$  – кут відхилення пальця, при якому починається руйнація матеріалу, град.;

$\alpha_0$  – кут, при якому палець починає контактувати з матеріалом, град.

Аналіз нерівномірності дозування корма в залежності від масової подачі показує, що нерівномірність дозування корма бітером з радіальними пальцями коливається в межах 35-24%, активним бітером – 14-11,95%, а двоступеневим з активним бітером – 7,2-6,8%. При збільшенні подачі маси корма позовжнім транспортером нерівномірність дозування бітерами зменшується.

### Список використаних джерел

1. Машини і обладнання для тваринництва : Електронний підручник / І.І. Ревенко, В.С. Хмельовський, О.О. Заболотько та ін. – Київ, ДУ «Науково-методичний центр вищої та фахової передвищої освіти», 2019. URL: <http://rodak.if.ua/mot/index.htm>.
2. Ревенко І.І., Брагінець М.В., Ребенко В.І. Машини та обладнання для тваринництва. Кондор. Київ. 2009. 730 с. URL: <http://www.twirpx.com/file/2085032/>
3. Шевченко І.А., Павліченко В. М., Лиходід В. В., Забудченко В. М. Аналіз конструкцій технічних засобів для виробництва вологих високосазвоюваних кормів. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: загальнодерж. міжвід. наук.-техн. зб., 2013. Вип. 43. С. 179–185. URL: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/2701>.

**КОМПЛЕКСНА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ  
ТРИБОСПРЯЖЕНЬ МАШИН ТА МЕХАНІЗМІВ**

**А. Гупка, к.т.н., доцент;**

**Л. Слободян, к.т.н.;**

**Р. Лешук, к.т.н., доцент;**

**І. Ярема, к.т.н., доцент**

*Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя*

Для вирішення практичних задач триботехніки (підбір матеріалів пар тертя та методів їх зміцнення, визначення оптимальних концентрацій добавок в мастило) необхідне визначення діапазону СЕП і критичних точок переходу до пошкоджуваності. У зв'язку з малими значеннями величини зносу  $I$  (в діапазоні СЕП) застосування традиційних методів його вимірювання малоефективне. Крім цього, фіксація величини  $I$  за певний період дослідження не розкриває кінетики і взаємозв'язку процесів, які його зумовили. Фізичною основою кореляційної залежності між параметрами контактного електроопору (КЕО),  $I$ ,  $\mu$ ,  $T$  коефіцієнта тертя являється наявність на поверхнях тертя в діапазоні СЕП оптимальних по складу, будові, властивостях вторинних структур (ВС) з максимальною зносостійкістю ( $I \rightarrow \min$ ) і високими діелектричними властивостями (КЕО  $\rightarrow \max$ ).

Одним із найбільш чутливих кінетичних методів контролю процесів тертя та зношення являється метод вимірювання (КЕО) пари тертя. Контролюючи основні триботехнічні показники (інтенсивність зношення  $I$ , коефіцієнт тертя  $\mu$ , температуру в зоні тертя  $t$ ), параметр КЕО враховує весь комплекс механічних, фізико-хімічних, термодинамічних, структурно-енергетичних явищ в зоні фрикційного контакту, інформує про кінетику зміни параметрів  $I$ ,  $\mu$ ,  $T$  безпосередньо під час дослідження. Основними перевагами даного методу являються:

Мінімальні витрати часу для визначення і контролю діапазону нормального тертя та зношення - діапазон СЕП (експресність методу), зв'язок параметрів КЕО з механічними, фізико-хімічними, термодинамічними, структурно-енергетичними процесами в зоні фрикційного контакту (комплексність методу), можливість контролю кінетики структурних перетворень матеріалів поверхневих шарів елементів пар тертя (утворення, трансформації та руйнування ВС), можливість кількісної та якісної оцінки основних процесів поверхневого руйнування згідно загальної класифікації видів тертя та зношення (універсальність методу), створення єдиного банку триботехнічних даних для побудови загальної теорії тертя та зношення.

До основних переваг даного методу відносяться також висока чутливість і точність, можливість його використання не тільки в лабораторних, а й у виробничих умовах. Висока чутливість методу звільняє від необхідності форсованих режимів дослідження, які порушують дійсну природу трибологічних взаємодій. Крім цього коректними можуть бути тільки ті методи дослідження, ті критерії оцінки, фізична суть яких відповідає природі досліджуваного явища, а роздільна здатність співрозмірна масштабу досліджуваного процесу. З практичної точки зору в основі любого методу повинні бути: простота, наглядність, надійність та інформативність.

Дослідження проводились, як на серійних, так і на спеціально спроектованій машині тертя (рис. 1). Схема контакту диск-торець пальця, при силових параметрах навантаження в діапазонах: швидкість ковзання  $V=0,12-11\text{ м/с}$ , питома навантаження  $P = 0,3-35\text{ МПа}$  з можливістю їх плавної зміни. Конструкція вузла тертя та механізму навантаження дозволяє зменшити вплив динамічних навантажень на досліджуваний зразок при перехідних процесах і реверсивному характері взаємного переміщення. Система змащування - автоматизована з

можливістю подачі як рідких, так і пластичних мастил. Досліджувались зразки (06 мм,  $l = 25$  мм), виготовлені із сталі 45 (42...45 HRC,  $Ra = 0,125$  мкм), бронзи ОЦС 5-5-5. мастило - інактивне вазелінове масло, а також вазелінове масло з добавками присадки (2%), Англамол 99.

Вимірювання інтенсивності зносу, коефіцієнта тертя, температури проводилось традиційними методами, величини КЕО вимірювались за допомогою спеціально розробленої схеми. За контрольне значення вказаних параметрів приймалось їх стабільне значення після кожного етапу навантаження. Структура поверхонь тертя (тип та властивості ВС) досліджувались на електронному мікроскопі CamScan 44DB, з приставкою Line 860.

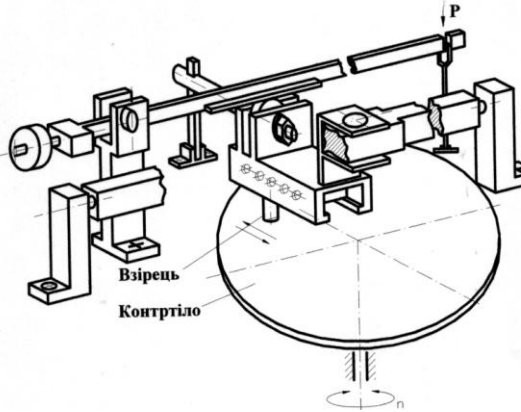


Рис. 1. Схема вузла тертя та механізму навантаження машини тертя

В діапазоні СЕП властивості ВС, їх геометричні параметри, співвідношення площі ВС до загальної площі досліджуваного зразка, їхній характер формоутворення та руйнування змінюється в широких діапазонах під впливом дії комплексу зовнішніх параметрів, що засвідчує про широкі можливості їх внутрішньої перебудови.

Для оцінки структурно-енергетичного та термодинамічного стану ВС запропоновано наступні критерії параметра КЕО (рис. 2), де  $\Delta R$  - величина падіння параметра КЕО після кожного етапу навантаження, ( $\Delta P, \Delta V$ );  $R_{вих}$  ~ вихідне (стабільне) значення параметра КЕО;  $\Delta t$  - час стабілізації параметра КЕО після кожного етапу навантаження.

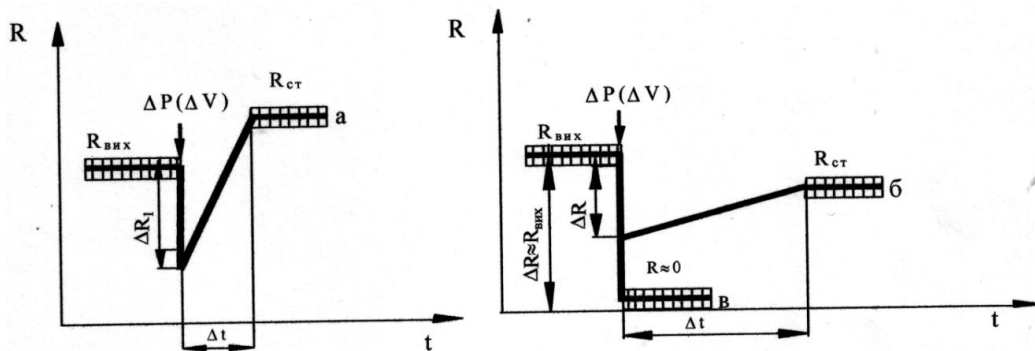


Рис. 2. Характер зміни параметрів  $\Delta R/R_{вих}$ ,  $\Delta t$  в залежності від режимів тертя та зношення: а - режим припрацювання, б - режим СЕП, в - режим об'ємної деструкції.

В діапазоні СЕП критерії  $\Delta R / R_{вих}$ ,  $\Delta t$  стабільні і мінімальні (оптимальні властивості ВС), в діапазонах припрацювання або об'ємної деструкції значення даних параметрів максимальні. Після кожного етапу навантаження ( $\Delta P, \Delta V$ ) відбувається падіння вихідного значення КЕО ( $R_{вих}$ ) на певну величину  $\Delta R$  з подальшою його стабілізацією на іншому рівні ( $R_{ст}$ ) через певний період часу ( $\Delta t$ ). Для досліджуваних пар тертя встановлено наступні значення даних параметрів: режим СЕП -  $\Delta R/R_{вих} \approx 0,15...0,55$ ,  $\Delta t \approx 12...20$  хв.; режим припрацювання -  $\Delta R/R_{вих} \approx 0,60... 0,85$ ,  $\Delta t \approx 25...40$  хв.; режим об'ємної деструкції -  $\Delta R/R_{вих} \approx 1$ ,  $\Delta t \rightarrow \infty$ .

Запропоновані кінетичні критерії дозволяють проводити безперервний контроль процесами тертя та зношення, кінетикою утворення, трансформації та руйнування ВС і в сукупності з в структурно-енергетичним аналізом поверхонь тертя, розробити комплексну методику дослідження для розкриття фізичної суті процесів в зоні фрикційного контакту.

**ПОШУКОВИЙ АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ  
ЗЕРНООЧИСНИХ МОДУЛІВ**

**Д. Петренко, к.т.н., доцент;**

**В. Нетеса, аспірант;**

**О. Філіпов, студент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Серед найбільших проблем повноцінного функціонування агропромислового виробництва, як показали події останнього часу, є забезпечення збереження вирощеного врожаю. Технологічне рішення по забезпеченню збереження зернових культур полягає в організації післязбирального очищення від домішок, доведення до необхідної вологості зерноsumіші та організації місць зберігання.

Отже, в першу чергу, після жнив необхідно організувати первинну обробку зерноsumіші, оскільки вона містить в своєму складі як мінеральні, так і органічні домішки, що мають різноманітну природу (зернові домішки, насіння та частки бур'янів, сіно-соломисті частки тощо), які знижують загальну придатність до зберігання та подальшої обробки врожаю. Крім того, надважливим є дотримання агротехнічних строків виконання операцій очищення від сторонніх домішок, оскільки затримка може призвести як до кількісних втрат продукту внаслідок псування, так і до якісних за рахунок зниження класності.

Як відомо [1-11], очищення зерноsumіші відбувається за критеріями подільності, сутність яких полягає в різниці фізико-механічних властивостей (розміри, форма, густина, аеродинаміка тощо) компонентів зерноsumіші. Відповідно до цього, на сьогодні розроблено, апробовано та використовується значна кількість конструктивних рішень зерноочисних систем. Але при цьому, актуальним залишається проблема мінімізації експлуатаційних витрат при забезпеченні належного рівня ефективності роботи зерноочисних машин (ЗОМ).

Аналіз технологічних рішень ЗОМ [1-12] виявив, що найбільш універсальними показниками подільності зерноматеріалів є розмірні та аеродинамічні властивості. В переважній більшості, виробники зерноочисних машин конструктивно поєднують ці два способи сепарації, забезпечуючи при цьому ступінь ефективності очищення на рівні 90-99%.

Однією з найбільш відомих схем пневморешітних систем є застосування пневматичного модуля перед решітним, як приклад зерноочисні машини типу ОВС-25, ОВУ-25, РЕТКУС серії Х та ін. [1-3, 12]. В таких схемах виділення легких домішок перед решітним очищенням реалізується як додаткова опція та не призводить до суттєвого підвищення ефективності очищення, оскільки прослідковується неузгодженість питомої продуктивності даних систем.

Іншими технологічними схемами передбачається очищення зерноsumіші повітряним потоком після сепарації за розмірами (скальператори фірми «KARTER DAY» (США), барабанні сепаратори Kongskilde KDC 4000 Combi-Cleaner тощо [1-3, 5]), що дещо підвищує загальну ефективність, але в цілому має більшу питому металоемність.

На сьогоднішній день переважна більшість виробників пропонує комбіновані зерноочисні машини, технологічна схема яких передбачає двократну обробку зерноsumіші повітряним потоком – до та після решітних систем. Перша сепараторна система дозволяє видалити «крупні» легкі домішки, а кінцеве очищення повітряним потоком дозволяє усунути найбільш легку фракцію. Зазначені технології застосовано зокрема в конструкції зерноочисних машин РЕТКУС серії А та S, БСХ, А1-БМС-6 та ін. [1-6, 12]. Даний тип машин, хоч і дозволяє доволі суттєво збільшити ефективність очищення повітряним потоком, але при цьому збільшується метало- та енергоемність процесу.

Аналізуючи особливості технологічної ефективності пневмо-решітних зерноочисних машин приходимо до висновків:

- поєднання технологічних модулів, що дозволяють розділити зерноsumіш за комплексом фізико-механічних властивостей сприяє збільшенню загальної ефективності процесу сепарації;
- при застосуванні модулів різного технологічного принципу розділення зерноsumіші необхідно враховувати їх питому ефективність;
- збільшенню технологічної ефективності процесу очищення зерноsumіші сприяє застосування систем, які мають багатофункціональне призначення, як наслідок дозволяють знизити загальну метало- та енергоємність процесу сепарації.

Для подальших досліджень, як найбільш перспективну на думку авторів, обрано концепцію повітряно-решітного сепаратора [9, 10, 13]. Аналіз технологічної схеми даного сепаратора виявив можливість підвищити ефективність його роботи за рахунок використання колосового решета, що має пруткову дугоподібну конструкцію, що дозволить крім гравітаційних сил застосувати і сили інерції, що сприятиме більш інтенсивному сепаруванню зерноsumіші.

Запропонована конструкція пневмо-решітного сепаратора (рис. 1) складається з: бункера 1, регульованого живильника 2, дугоподібного колосового решета пруткового типу 3, повітряного каналу 4, кожухів 5 та 8, що формують конструкцію сепаратора, щіткового ротора 6, дугоподібного підсівного решета пруткового типу 7 та відвантажувального рукава 9.

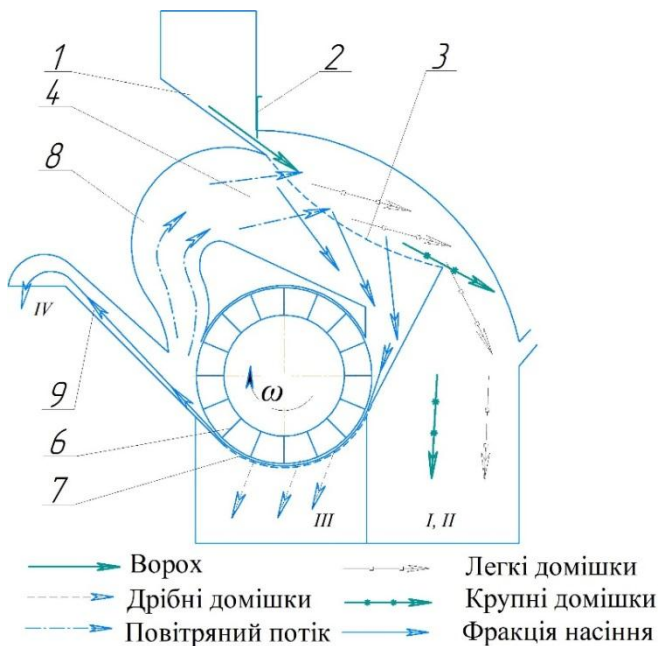


Рис.1. Принципова схема пневмо-решітного сепаратора:

I, II – фракція крупних та легких домішок;  
III – дрібна фракція домішок;  
IV – фракція очищеного матеріалу.

Технологічна схема процесу очищення передбачає наступні операції. Зерноматеріал завантажується до бункера 1, звідки після відкриття регульованої заслінки 2 живильника надходить до колосового решета 3, де відбувається переміщення по поверхні решета під дією гравітаційної сили з взаємодією сил інерції (відцентрових), які виникають завдяки відповідному радіусу форми решета. На цьому решеті крупні фракції зерноsumіші йдуть сходом з решета, а більш дрібні, серед яких зернова маса основної культури та дрібна фракція домішок, проходять крізь його отвори, утворені прутками. Внаслідок виникнення інерційних сил спостерігається інтенсифікація «самосортування» матеріалу, що підвищує ефективність сортувальної здатності решета. При переміщенні зерноsumіші по поверхні колосового решета вона взаємодіє з повітряним потоком, який створюється багатофункціональним робочим органом – щітковим ротором 6. Таким чином легка фракція домішок відноситься до осадової камери приймача II. Далі зернова суміш, що пройшла крізь систему «колосове решето-пневмоканал», надходить до підсівного решета 7, де за рахунок дії щіткового ротора 6 відбувається інтенсивне виділення дрібної фракції крізь отвори пруткового підсівного решета. Очищений матеріал за рахунок наданого прискорення від лопаток ротора 6 вивантажується по рукаву IV до відповідного бункера чи у бурт.

Запропонована технологічна схема має ряд переваг, такі як менші, порівняно з аналогами, масо-габаритні параметри та вищу енергоефективність за рахунок суміщення операцій та використання багатофункціонального робочого органу – лопатевого ротора.

Підтвердження висунутої гіпотези передбачає в подальшому виконання відповідних досліджень ефективності роботи запропонованої технологічної системи.

## Список використаних джерел

1. Механічні процеси і обладнання переробного та харчового виробництва: навч. посібник / П.С. Берник [та ін.]. – Львів: Вид-во Національного ун-ту "Львівська політехніка", 2004. – 336 с.
2. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості: підручник / Мирончук В.Г., Гулий І.С., Пушанко М. М. [та ін.]; за ред. В.Г. Мирончука. – Вінниця: Нова книга, 2007. – 648 с.
3. Машини та обладнання переробних виробництв: навч. посібник для студ. вузів / О.В. Дацишин [та ін.]; за ред. О.В. Дацишина. – К.: Вища освіта, 2005. – 159 с.
4. Обґрунтування параметрів пневмосепаруючого каналу з багаторівневим введенням зернового матеріалу [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.05.11 / Нестеренко Олександр Вікторович; Центральн. нац. техн. ун-т. - Кропивницький, 2017. - 21 с.
5. Обґрунтування параметрів відцентрово-пневматичного сепаратора зерна [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.05.11 / Петренко Дмитро Іванович; Кіровоград. нац. техн. ун-т. - Кіровоград, 2011. - 20 с.
6. Обґрунтування параметрів пневмосепаруючої системи інерційного прямооточного сепаратора зерна [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.05.11 / Лещенко Сергій Миколайович; Кіровоград. нац. техн. ун-т. - Кіровоград, 2010. - 20 с.
7. Підручник дослідника: навч. посіб. для студ. агротехн. спец. / О. М. Васильковський, С. М. Лещенко, К. В. Васильковська, Д. І. Петренко. – Кіровоград: Мачулін, 2016. – 204 с.
8. Основи наукових досліджень. Перші наукові кроки: навч. посіб. для студ. агротехн. спец. / О. М. Васильковський, С. М. Лещенко, К. В. Васильковська, Д. І. Петренко. – Харків: [Мачулін], 2019. – 164 с.
9. Васильковський О.М., Васильковський М.І., Осипов І.М. Обґрунтування конструктивних параметрів інерційного прямооточного сепаратора зерна. - Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. // Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – Вип. 29, 1999.
10. Васильковський О.М., Васильковський М.І., Осипов І.М. Аналіз процесу сепарації на інерційному прямооточному сепараторі. Механізація сільськогосподарського виробництва. // Збірник наукових праць Національного аграрного університету. – Том 8, 2000. С. 346-349.
11. Pneumatic conveying characteristics of seeds in a vertical ascending airstream / M. Kroulik, A. Rybka, J. Hula, I. Honzík // Research in Agricultural Engineering (2016). 62(2). P. 56-63. DOI: 10.17221/32/2014-RAE.
12. Strong Seed. Healthy Grain. PETKUS. Сайт виробника. URL: <http://www.petkus.com/>. (дата звернення 19.10.2023 р.).
13. Пат. 74642 Україна, МПК: B02C 23/00. Інерційний повітряно-решітний сепаратор / Васильковський О.М., Васильковський М.І., Петренко Д.І., Лещенко С.М., Непик О.В.; заявник та патентовласник Кіровоградський національний технічний університет. – №u201203308; заявл. 20.03.12; опубл. 12.11.12, Бюл. №21.

УДК 631.331.032

### ***ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТА ЯКОСТІ РОБОТИ КОМБІНОВАНИХ ПОСІВНИХ МАШИН***

**В. Куликівський, к.т.н., доцент;  
В. Боровський, старший викладач  
Поліський національний університет**

Аналіз існуючих методів і засобів автоматичного моніторингу роботи посівних машин свідчить про те, що успішне використання їх багато в чому залежить від правильного вибору параметрів, які підлягають контролю, технічної та експлуатаційної надійності самих пристроїв. У деяких випадках застосування автоматики не дає бажаного результату, призводить до зростання вартості сівалок та вимагає від оператора спеціальних інженерних знань. Щоб уникнути цього, автоматичному контролю повинні піддаватися в першу чергу процеси, якість яких, внаслідок специфічних умов експлуатації, не може бути забезпечена самою конструкцією робочого елемента, що здійснює дану операцію. Тобто контролювати необхідно технологічні процеси та виконуючі їх робочі органи, що мають найбільшу ймовірність відмов, своєчасне візуальне виявлення яких практично неможливе або викликає певні труднощі. Отже, підґрунтям під час експлуатації існуючих та розробки інноваційних конструкцій пристроїв автоматичного моніторингу роботи комбінованих посівних машин



має бути надійність і можливість використання у звичайних умовах сільськогосподарського виробництва.

Задля полегшення аналізу та встановлення основних показників, які підлягають автоматичному контролю, саме розподілення зерна, що здійснюється посівною машиною, може бути досліджене у процесі руху насіння на шляху від бункера до розміщення в борозні. Стосовно комбінованих посівних машин рух насіння під час сівби можливо розділити на п'ять взаємопов'язаних етапів. Внаслідок впливу низки випадкових чинників на кожній стадії виникають різного роду відмови, які значно знижують якісні показники, як самих етапів, так і всього процесу розподілу насіння загалом (рис. 1). На першому етапі сівби здебільшого проявляються поступові відмови та збої. Основними причинами їх виникнення є зависання, заклинювання зернин, обумовлені, як правило, низькою сипкістю насіння, що спричиняє нерівномірне висівання окремими апаратами, яке може перевищувати 10 %. Даний фактор викликає неодночасне вивантаження бункерів, яке в процесі сівби своєчасно виявити візуальним шляхом, особливо під час обслуговування посівного агрегату одним оператором, практично неможливо, що призводить до значних огріхів (просівів).



Рис. 1. Відмови, що виникають під час експлуатації посівних агрегатів

Для усунення зазначених небажаних явищ у деяких конструкціях сучасних сівалок використовуються активні пристрої для інтенсифікації висипання зерна, а також спеціальні дозатори, що забезпечують більш рівномірну подачу посівного матеріалу до висівних пристроїв та обмежують негативний вплив шару насіння на процес захоплення і переміщення його з бункера. Зважаючи на вказані відхилення, першочерговим параметром, що потребує автоматичного контролю на початковому етапі сівби, має бути витрата насіння (рівень посівного матеріалу в ємностях). Водночас потрібно перевіряти наявність насіння у бункері кожної посівної секції, оскільки під час контролю в декількох ємностях, як це часто реалізовується в багатьох сівалках, спостерігатиметься суттєве зниження ефективності використання автоматизованих систем.

На наступному етапі процесу сівби виявляються всі перераховані категорії відмов. Раптові, непередбачувані відмови зазвичай спричиняють припинення висівання насіння (зупинка обертання робочих органів висівних апаратів) і здебільшого є результатом виходу з ладу вузлів та деталей приводних систем: зіскакування, обрив приводних ланцюгів, ременів; зріз шпонок зірочок, шківів; обрив шлангів гідроприводів. Збої та поступові, стадійні відмови на другому етапі трапляються і мають різноманітні прояви, а порушення працездатності висівних апаратів здебільшого залежить від конструктивних особливостей робочих органів сівалок. У механічних висівних апаратах коміркового типу здебільшого прослідковується заклинювання зерна в порожнинах, а недоліком пневматичних систем є забивання отворів, які присмоктують, переміщують насіння, що призводить до огріхів (просівів). Проаналізувавши характер відмов та їх вплив на якість сівби, необхідно автоматично контролювати роботу висівних апаратів і переміщення зерна в насіннепроводи, сошники.

Основною ознакою відмов на третій стадії процесу сівби є забивання насіннепроводів

зерновим матеріалом. Характерною особливістю даного явища є недостатня пропускну здатність, спричинена невідповідністю кутів встановлення і поперечних перерізів насіннепроводів. Отже, моніторинг руху посівного матеріалу на третьому етапі доцільно поєднати з контролем другої стадії процесу сівби, а саме – переміщенням насінин робочим органом висівного апарату в підсошниковий простір. Тобто вимірювальні пристрої, виходячи із особливостей конструкції висівних апаратів і компоновання з сошниками, необхідно розміщати після дозувальних систем у воронці насіннепроводів чи в кінці трубки (наконечнику).

Багаторазові збої та відмови четвертого етапу сівби пов'язані з забиванням сошників рослинними рештками, частинками ґрунту, а також недосконалістю конструкції робочого органу, який утворює борозну. Порушення працездатності сошників є основною причиною огріхів, просівів, а у структурі відмов даний показник сягає 60 %. З огляду на дані обставини, можна підсумувати, що найважливішим об'єктом автоматичного моніторингу на четвертій стадії повинен бути процес роботи сошників, що дасть змогу вчасно встановити факт забивання робочого органу, зупинити посівну машину та оперативно усунути несправність.

Головним якісним показником останнього етапу процесу сівби є рівномірність розподілу насіння по площі поля. Тому поряд із виготовленням зручних та надійних механізмів регулювання глибини загортання насіння та автоматичного контролю процесу, слід прагнути до забезпечення заданих значень даного показника, а також характеристик попередніх етапів, обґрунтованими конструктивними рішеннями стосовно якісного функціонування висівних апаратів та сошників комбінованих посівних машин.

УДК 631.351

### ***ВІБРАЦІЙНИЙ ЛЕМІШ КАРТОПЛЕКОПАЧА***

**А. Бабій<sup>1</sup>**, *д.т.н., професор;*

**І. Головецький<sup>1</sup>**, *аспірант;*

**В. Бабій<sup>2</sup>**, *студентка;*

**В. Гамрач<sup>1</sup>**, *аспірант*

*1- Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

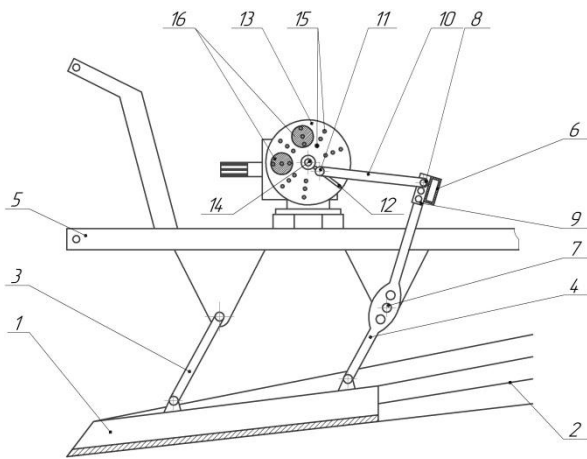
*2- Львівський національний університет «Львівська політехніка»*

Виробництво сільськогосподарської продукції в Україні залишається однією з пріоритетних галузей народного господарства. Серед найбільш популярних культур рослинництва є вирощування картоплі. Значна частина такого продукту виробляється у підсобних або невеликих фермерських господарствах, які мають ще незадовільний рівень механізації виробничих процесів. Серед великої номенклатури сільськогосподарських машин картоплекопачі займають особливе місце [1-3]. Пропозиція таких машин на ринку є достатньою. Але, аналізуючи їх конструктивні та технологічні параметри, можна спостерігати багато недоліків [1]. Мова йде про невеликі картоплекопачі, які агрегатуються з мініенергосадами. Тут одним із критеріїв є співвідношення «ціна-якість роботи».

Досить ефективними машинами виявили себе картоплекопачі з вібраційним лемешем. Серед їх недоліків – нездатність забезпечити заданий закон руху різального леза лемеша для ефективного підкопування, забезпечення направленої руху та первинної сепарації бульбоносного пласта на пруткових подовжувачах, а також наявність значних вібрацій машини в цілому.

Тому було прийняте рішення щодо усунення цих недоліків, шляхом удосконалення конструкції вібраційного лемеша картоплекопача, рис.1.

Рис. 1. Принципова схема вібраційного лемеша картоплекопача



Серед елементів вдосконалення типової конструкції вібраційного лемеша є: кривошип виконано у вигляді диска 13, у якому в радіальному напрямку зроблено паз 12, де фіксується з'єднувальний шарнір 12 та концентрично виконано отвори 15 для закріплення зрівноважувальної противаги 16. Різальне лезо 1 з прутковими подовжувачами 2 закріплене на двох парах шарнірних підвісів 3 і 4. Особливістю є те, що пара шарнірних підвісів 4 має виконані регульовальні отвори 7 у середній частині та з'єднана між собою поперечиною 6 у жорстку рамку, посередині якої закріплено кронштейн 9 з отворами 8.

Приводний вал 14 отримує крутний момент від енергетичного засобу, наприклад через конічний редуктор, і разом з ним обертається диск кривошипа 13, у пазі 12 якого зафіксований з'єднувальний шарнір 11 на заданій відстані від осі обертання, що утворює величину радіуса кривошипа. Приєднавши до з'єднувального шарніра 11 шатун 10, через який передається зусилля на поперечину 6, при їх з'єднанні в одному з отворів 8 у кронштейні 9, а відповідно і передається на пару шарнірних підвісів 4. Фіксація шарнірних підвісів 4 у середній частині з допомогою одного із регульовальних отворів 7 до рами 5 дає можливість отримати ефект важеля. Вибираючи один із регульовальних отворів 7 для приєднання до рами 5, регулюють величину нижнього плеча пари шарнірних підвісів 4. Аналогічним чином можна змінювати величину верхнього плеча пари шарнірних підвісів 4, вибираючи для з'єднання з шатуном 10 один із отворів 8 у кронштейні 9 на поперечині 6. Таким чином, парою шарнірних підвісів 4 передається зусилля до різального леза 1 з прутковими подовжувачами 2, що викликає їх переміщення. Причому, різальне лезо 1 в передній частині з допомогою пари шарнірних підвісів 3 шарнірно приєднане до рами 5. Утворена багатоланкова шарнірна система забезпечує визначений закон руху площини різального леза 1 з прутковими подовжувачами 2.

При виконанні машиною технологічного процесу викопування картоплі утворений вібраційний леміш різальним лезом 1 входить у бульбоносний пласт, підрізає його, а вібраційні зворотно-поступальні рухи утворюють ефект псевдорозрідженого середовища, що полегшує проникнення різального леза 1 у непідкопаний бульбоносний пласт. Змінюючи положення з'єднувального шарніра 11 у пазі 12 диска кривошипа 13, тобто величину кривошипа, а також величини плечей пари шарнірних підвісів 4 з допомогою відповідних регульовальних отворів 7 і отворів 8 у кронштейні 9, можна забезпечити заданий закону руху площини різального леза 1 з прутковими подовжувачами 2. Це має визначальне значення щодо можливості ефективного підкопування бульбоносного пласту, наприклад амплітуда коливань різального леза 1, а також можливості направлено транспортування підкопаної маси утвореною коливною площиною з можливістю одночасної сепарації на пруткових подовжувачах 2.

Оскільки вихідна ланка утвореного вібраційного лемеша картоплекопача здійснює зворотно-поступальні рухи, то така система буде незбалансованою і утворені вібрації всієї машини будуть передаватися на енергетичний засіб, а відповідно і людину, яка ним керує. Тому для усунення такого недоліку в конструкції вібраційного лемеша картоплекопача передбачено використання диска кривошипа 13, який виконує роль маховика, а закріплена зрівноважувальна противага 16 у визначених концентрично розміщених отворах 15 дозволяє частково збалансувати утворену динамічну систему. Величина маси зрівноважувальної противаги 16 та місце її розміщення на диску

кривошипа 13 визначаються додатковими розрахунками та корегуються в процесі експлуатації.

Таким чином, запропонована конструкція вібраційного лемеша картоплекопача забезпечує можливість реалізувати заданий закон руху різального леза з прутковими подовжувачами для ефективного підкопування та сепарації бульбоносного пласти, а також зменшити вібрації машини в цілому

### Список використаних джерел

1. Головецький І.В., Бабій А.В. Аналіз конструктивних особливостей найпростіших картоплекопачів. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва: проблеми теорії та практики»*. Тернопіль 29-30 вересня 2022. С.49-50.
2. Головецький І.В., Бабій А.В. Аналіз типу приводу робочих органів картоплекопача. *Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем*, 13-15 квітня 2022 р. Кропивницький : ЦНТУ, 2022. С.100-102.
3. Бабій А.В., Головецький І.В., Герасимович П.В. Проблеми та перспективи розвитку картоплярства в Україні. *Збірник тез доповідей X Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій “*. Тернопіль 24-25 листопада 2021 року. ФОП Паляниця ВА. Т.1. С. 25-26.

УДК 631.349

## ***ПРИСТРІЙ ДЛЯ ПРИКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ ВЕГЕТУЮЧИХ РОСЛИН***

**А. Бабій**, *д.т.н., професор;*

**І. Брошак**, *к.с.-г.н., доцент;*

**В. Мартинюк**, *асистент*

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

Сучасні технології вирощування сільськогосподарських культур містять багато технологічних операцій, серед яких хімічний захист та підживлення рідкими комплексними добривами. Це в свою чергу вимагає удосконалення робочих процесів та органів сільськогосподарських машин. Незаперечним є той факт, що кількість хімічних обробок рослин за період вирощування значно зросла. Обприскувач став однією з основних машин у технології вирощування сільськогосподарських культур [1-4]. Крім того, така машина використовується і для підживлення цих культур. Проблема, яка тут виникає, пов'язана із незадовільною роботою пристосувань для внесення рідких добрив: низька якість підживлення, великі витрати хімічних речовин, складність у використанні тощо.

Представлені результати дослідження полягають у розробці нового пристрою для прикореневого підживлення вегетуючих рослин, що дозволить покращити якість прикореневого підживлення при їх широкорядному посіві, зменшити витрати рідких мінеральних і органічних добрив [5, 6].

Наведемо схему запропонованого пристрою, рис. 1.

Пристрій для прикореневого підживлення вегетуючих рослин монтується на штанзі 1 обприскувача, має вертикальну стійку, що виконана комбінованою: по чергово з'єднані частини металеві труби 4 і гнучкі з'єднувальні рукави 5. Вертикальна стійка закріплена на штанзі 1 кронштейном 3. У місцях кріплення розпилювачів головками 2 приєднують трубопроводи 7, які протягують у внутрішньому контурі комбінованої вертикальної стійки. Нижня частина цієї стійки виконана у вигляді розподільчих рукавів 6, що розташовані під кутом один до одного, для направлення потоків рідини на рядки рослин. На кінцях розподільчих рукавів 6 встановлені гумові насадки 8. Ширина нижньої частини вертикальної стійки «L» не перевищує ширини

міжряддя. Висота вертикальної стійки залежить від висоти вегетуючих рослин. Кількість розпилювачів і стійок визначається довжиною штанги і шириною захвату кожного обприскувача.

Таким чином, рідина з мінеральними або органічними добривами подається під тиском з резервуара напірною магістраллю через приєднані головки 2 і трубопроводи 7 по внутрішньому контуру вертикальної стійки до прикореневої зони рослин.

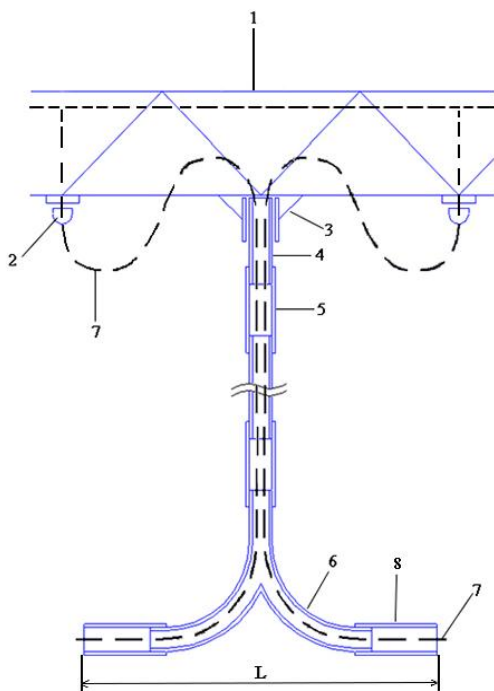


Рис. 1. Пристрій для прикореневого підживлення

Ефективність пристрою полягає в тому, що утворена вертикальна стійка, рухаючись за штангою обприскувача 1, ковзає поверхнею ґрунту з двома розподільчими рукавами 6, які на кінцях мають гумові насадки 8, що не травмують вегетуючі рослини. Робоча рідина, що витісняється з трубопроводів 7, які розташовані у внутрішньому контурі пристрою, безпосередньо направляє в прикореневу зону рослин.

При русі обприскувача польовими нерівностями його штанга здійснює вертикальні коливання, внаслідок чого міняється відстань до поверхні ґрунту, яка компенсується деформацією гнучких з'єднувальних рукавів 5 вертикальної стійки.

Використання на розподільчих рукавах 6 насадок 8 дозволяє захищати рослини від травмування при обробці.

Утворена система є досить гнучкою, вона добре копіює рельєф поля, деформуючись у вертикальній площині, та має гнучкі насадки 8, що дозволяє не травмувати рослини та своєю деформацією компенсувати зміну відстані між умовними осями оброблюваних рядів.

Описані конструктивні особливості розробленого пристрою добре ілюструють його ефективність з механічної точки зору. Але, не менш важливим є те, що добрива подаються безпосередньо у зону живлення рослин, що виключає їх перевитрату, наприклад за способом суцільного внесення, робоча рідина не попадає на листову поверхню рослин та не обпікає їх. Також варто відзначити, що монтування на штанзі обприскувача є простим та не потребує витрачання значного часу.

## Список використаних джерел

1. Babii A.; Aulin V.; Babii M.; Levytskyi B. (2022). Investigation of the working capacity of the operating body suspension functional-transporting machine. *Scientific Journal of TNTU (Tern.)*, vol 105, no 1, pp. 5–12.
2. Бабій А.В., Дзюра В.О., Головецький І.В. Дослідження впливу вертикальних коливань штанги обприскувача на рівномірність обприскування. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. 2022. Вип. 5(36)\_I. С. 216-226.
3. Бабій А.В. Дослідження впливу висоти встановлення штанги на рівномірність обприскування за шириною захвату. *Збірник тез доповідей міжнародної науково-практичної онлайн конференції «Сучасні проблеми та перспективи розвитку машинобудування України», присвяченої 20-й річниці з дня створення факультету конструювання та дизайну Національного університету біоресурсів і природокористування України (23-24 вересня 2021 року)*. К.: НУБіП України, 2021. С. 118-120.
4. Бабій А.В. Дослідження впливу горизонтальних коливань штанги на рівномірність обприскування. *Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених і науково-педагогічних працівників, 16 червня 2020 р.* Редкол.: Непочатенко О.О. (відп. ред.) та ін. Умань: ВПЦ «Візаві», 2020. С. 121–123.
5. Бабій А.В., Бортник І.М., Сташків М.Я., Олексюк В.П. Штанга обприскувача. Деклараційний патент на корисну модель 137527 A01M11/00, A01M7/00; заявл. 15.04.2019, u201903846; опубл. 25.10.2019, бюл. № 20.
6. Малота Ю.С., Брошак І.С. Пристрій для прикореневого підживлення вегетуючих рослин. Деклараційний патент на корисну модель 148415 A01C 23/00, A01M 7/00; заявл. 30.03.2021, u 2021 01663; опубл. 04.08.2021, бюл. № 31.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНСТРУКЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ  
ПИЛОВІДОКРЕМЛЮВАЧА НА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ РОБОТИ АСПІРАЦІЙНОЇ  
СИСТЕМИ СЕПАРАТОРА**

С. Степаненко, д.т.н., старший науковий співробітник

Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН України

Розглянемо осадову камеру сепаратора де дрібнодисперсний пил і частинки полови практично не осідають. На даний час домішки в пневмосепараторах із розімкненим циклом роботи повітряного потоку виводяться з пневмосепаруючого каналу [1]. Крім того, ці домішки в сепараторах із розімкненим циклом роботи повітряного потоку через нещільності аспіраційної системи, яка знаходиться під надлишковим статичним тиском  $P_{sv}$ , можуть разом з повітрям надходити назовні і створювати підвищену запиленість біля машини [2].

Винесені повітряним потоком з осадової камери легкі домішки доцільно відводити до частини повітря безпосередньо із зони вихідного каналу вентилятора. Однак щоб видалити з пневмосистеми при різних режимах її роботи в аспіраційну мережу мінімальна кількість  $Q$  повітря при максимальному вмісті в ньому частинок легких домішок, необхідно виявити місце їх найбільшої концентрації в зоні вихідного каналу вентилятора. Для цього потрібно визначити траєкторії руху частинок легких домішок, що вилітають з робочого колеса вентилятора (рис. 1).

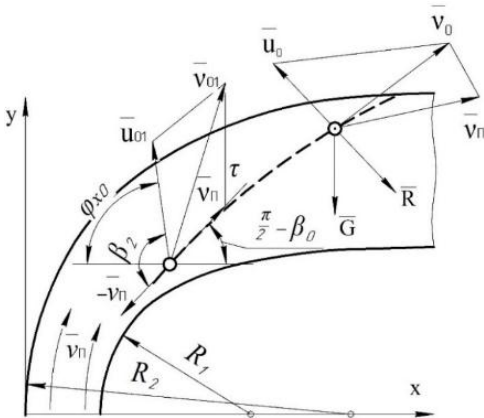


Рис. 1. Схема сил, що діють на частку легких домішок при її русі в вихідному каналі вентилятора. - - - траєкторія руху частинки

З робочого колеса вентилятора в зону вихідного каналу частка надходить з деякою початковою швидкістю  $v_{01}$  під кутом  $\alpha_0$  до дотичної  $\tau$ .

З урахуванням початкових умов введення частки, можемо записати, що в інерційній системі координат при русі на частку діє сила опору  $\bar{R}$  повітряного потоку і сила тяжіння  $\bar{G}$ . Тоді з урахуванням основного рівняння динаміки руху матеріальної точки  $m\bar{a} = \bar{R} + \bar{G}$  в проекціях

на вибрані осі  $Ox$  і  $Oy$  нерухокої системи координат  $xOy$  в найбільш загальному вигляді отримаємо систему диференціальних рівнянь [2]:

$$\begin{cases} m \frac{d^2x}{dt^2} = R \sin \varphi_x \\ m \frac{d^2y}{dt^2} = mg + R \cos \varphi_x \end{cases} \quad (1)$$

Підставляючи відомі залежності [1, 2]:

$$R = 3\pi\mu d u_0; R = 3\pi\mu d u_0 \left( 1 + \frac{1}{6} \left( \frac{\rho_{пd}}{\mu} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot u_0^{\frac{2}{3}} \right).$$

де  $\mu$  - динамічний коефіцієнт в'язкості повітря, Па с;  $d$  - діаметр частинки, м;  $u_0$  - відносна швидкість частинки, м/с;  $\rho_{пd}$  - щільність повітря, кг/м<sup>3</sup>;  $m$  - маса частинки, кг;  $v_0$  - абсолютна швидкість руху частинки, м/с;  $v_{п}$  - швидкість повітряного потоку, м/с;  $k_p$  - коефіцієнт вітрильності частки, м<sup>-1</sup>.

Для часток, що характеризуються коефіцієнтом  $k_p$  вітрильності:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = k_p u_0^2(t) \sin \varphi_x(t) \\ \frac{dy}{dt} = g + k_p u_0^2(t) \cos \varphi_x(t) \end{cases} \quad (2)$$

Обмежимося тільки лінійними коефіцієнтами, представимо систему (2) в наступному вигляді:

$$\begin{aligned} \sin \varphi_x(t) &= \varphi_{x0} - \frac{1}{3!}(\varphi_{x0})^3 + \frac{1}{5!}(\varphi_{x0})^5 + \dots \\ &+ \left(1 - \frac{1}{2!}(\varphi_{x0})^2 + \frac{1}{4!}(\varphi_{x0})^4 - \dots\right) \varphi_{x1} t \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \cos \varphi_x(t) &= 1 - \frac{1}{2!}(\varphi_{x0})^2 + \frac{1}{4!}(\varphi_{x0})^4 - \dots \\ &- \left(\varphi_{x0} - \frac{1}{3!}(\varphi_{x0})^3 + \frac{1}{5!}(\varphi_{x0})^5 + \dots\right) \varphi_{x1} t \end{aligned} \quad (4)$$

Використовуючи відому залежність для розкладання, знайдемо  $u_0^{\frac{2}{3}}(t)$  та  $u_0^2(t)$ :

$$u_0^{\frac{2}{3}}(t) = (u_{01} + u_{01}t + \dots)^{\frac{2}{3}} = u_{01}^{\frac{2}{3}} + \frac{2}{3} \cdot u_{01}^{\frac{1}{3}} \cdot t \cdot u_{02} + \dots \quad (5)$$

$$u_0^2(t) = (u_{01} + u_{01}t + \dots)^2 = u_{01}^2 + 2 \cdot u_{01} \cdot t \cdot u_{02} + \dots \quad (6)$$

Підставляючи отримані вирази, отримаємо нескінченну систему рівнянь для визначення невідомих коефіцієнтів  $x_1, x_2, \dots, y_1, y_2, \dots$ . З огляду на, що час  $t$  руху (польоту) частки невеликий, обмежимося тільки лінійними членами, а отже, визначаючи невідомі коефіцієнти  $x_1$  і  $y_1$ , знайдемо параметричні рівняння траєкторій руху в вихідному каналі вентилятора частинок розміром  $d$ , які менші 100 мкм:

для часток, що характеризуються коефіцієнтом  $k_p$  вітрильності:

$$\begin{cases} x(t) = x_0 + \dot{x}_0 t + k_p u_{01}^2 \sin \varphi_{x0} \cdot \frac{t^2}{2} \\ y(t) = y_0 + \dot{y}_0 t + [g + k_p u_{01}^2 \cos \varphi_{x0}] \cdot \frac{t^2}{2} \end{cases} \quad (7)$$

де  $x(t), y(t)$  - значення координат траєкторії руху частинки при певному фіксованому часі  $t$ , м;  $\dot{x}_0, \dot{y}_0$  - складові початкової швидкості частки на координатні осі  $xOy$ , м/с;  $x_0, y_0$  - координати початку руху (вильоту) частинки з робочого колеса вентилятора, м;  $u_{01}$  - відносна швидкість частинки в момент вильоту її з робочого колеса вентилятора, м/с.

Виходячи з вище приведених теоретичних досліджень, які дозволяють визначити конструкційні параметри пиловідокремлювача у вихідному аспіраційному каналі та встановити вплив на якісні показники роботи аспіраційної системи.

## Список використаних джерел

1. Моделювання технологічних процесів в типових об'єктах післязбиральної обробки і зберігання зерна (сепарація, сушіння, активне вентилявання, охолодження) : монографія / Б. І. Котов та ін. Ніжин : ПП Лисенко, 2017. 487 с.
2. Основи теорії та технології повітряної сепарації зернових матеріалів / монографія / Б. І. Котов, С. П. Степаненко. Київ : ЦП Компринт, 2023. 427 с.

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ШЛІЦЬОВИХ ВАЛІВ****О. Алфьоров, д.т.н., професор;****О. Ізюменко, студент***Сумський національний аграрний університет*

Вал зі шліцьовим з'єднанням слід вважати ресурсолімітуючим об'єктом для гідросистеми, тому його розгляд і аналіз є правомірними з точки зору забезпечення надійності.

До загальних наслідків експлуатації шліцьових валів можна віднести такі результати деградаційних процесів як знос в місцях опори підшипника та сальника, пошкодження самих шліців та знос в місцях різьбових з'єднань.

При оцінці довговічності шліцьового з'єднання слід на ряду з величиною зносу в процесі експлуатації, враховувати і втрату міцності внаслідок зменшення площі поперечного перетину, а також брати до уваги збільшення номіналу динамічних навантажень, доцільно не упускати з розрахунку і вплив вібрації та шуму [1-4].

Таблиця 1 наглядно демонструє виділені за основні види та причини, що передують пошкодженню шліцьового з'єднання. Слід зауважити про неможливість відновлення, якщо пошкодження можна класифікувати за першим та другим видом. В такому випадку використовують заміну на нову деталь. Інші види пошкоджень, що можуть бути класифіковані за третім, четвертим та п'ятим видами, підлягають відновленню.

Таблиця 1

Види і причини пошкоджень шліцьових з'єднань

№	Види пошкоджень	Причини пошкоджень
1	Миттєві поломки(крихкі руйнування) валів	Перевантаження при пуску і в процесі роботимашин. Наявність технологічних дефектів (тріщини, шлакові включення і таке інше)
2	Втомні руйнування	Циклічний характер навантаження, наявність концентраторів напружень, що з'являються в процесі виготовлення або при експлуатації (виступи через обтискання і зношення)
3	Зріз шліців	Пускові і робочі перевантаження, наявність технологічних дефектів
4	Механічне і корозійно - механічне зношування робочих поверхонь шліців (фретінг-корозія)	Значні питомі напруження, що формують нерівності дотичних поверхонь і викликаються осьовими і радіальними мікропереміщеннями з амплітудою в доли міліметра і частотою, що відповідає частоті обертання. Останні спостерігаються в з'єднаннях без гарантійних натягів
5	Пластичні деформації робочих поверхонь тіла шліца	Пускові перевантаження і великі питомі напруження в роботі, низька твердість робочих поверхонь і тіла шліца

Можна виділити декілька властивостей шліцьових валів, які можуть виступати критеріями забезпечення їх працездатності – це міцність, твердість та зносостійкість. Під час виготовлення та при експлуатації вали сприймають такі види навантаження як розтяг, стиск, згин та кручення. Це відбувається під дією наступних осьової та радіальної сил, також



присутні відцентрові сили, сили дисбалансу та обертальний момент.

Напруження від дії стиснення або розтягу можуть виникати в шарах вала при процесі відновлення за різноманітними технологіями, що включають обробку металу та його зміцнення.

Раціональне обрання марки сталі з подальшою технологією її термічної обробки повинно базуватися на вимогах, які враховують зносостійкість і масу заготовки, а також властивості поєднання з матеріалами інших деталей. Найпоширеніші конструктивні рішення отримали зубчасті вінці, шестерні, з'єднання з маточиною за рахунок зубів. Вал з шестерною виконаною у конічному виконанні може також мати конструкцію з вінцем, призначення якого зводиться до передачі крутного моменту від маточини поєднувальної муфти. Для таких конструкцій важливими вимогами є відповідність матеріалу належному рівню міцності та зносостійкості. При серійному виробництві агрегатів доцільно для виготовлення зубців шлицу використовувати матеріали, що забезпечать високий рівень твердості за умов виконання термообробки.

Підвищення поверхневої твердості у цапфи може забезпечити антифрикційні властивості з'єднання цапфа-вкладиш. Цього можна досягти методом цементації або азотування, особливий ефект буде відчутно в разі використання у швидкохідних опорах.

Високоміцний чавун доцільно використовувати при виробництві валів складної геометрії, до яких можна віднести колінчастий вал, вали що виконані в поєднанні з фланцем або з поєднувальною муфтою та ін.

### **Список використаних джерел**

1. Grynchenko O.; Alfyorov O. Mechanical Reliability. In Prediction and Management under Extreme Load Conditions; Springer Nature: Cham, Switzerland, 2020; 125p.
2. Гринченко А.; Алферов А. Основы прогнозирования и управления надежностью в условиях экстремальных нагрузок; ТОВ «Планета - Принт»: Харьков, Украина, 2017; 136с.
3. Alfyorov, O.; Grynchenko, O.; Ponomarenko, V.; Shchur, T.; Tomporowski, A.; Kruszelnicka, W.; Walichnowska, P. Agricultural Equipment Design Optimization Based on the Inversion Method. Agriculture 2022, 12, 1410. <https://doi.org/10.3390/agriculture12091410>
4. Гринченко А.С.; Алферов А.И. Прогнозирование надежности элементов машин при случайном пуассоновском потоке экстремальных нагружений. Научный журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів». 2017, 7, 141–148.

УДК 631.313.6

### ***ОБҐРУНТУВАННЯ КРИТЕРІАЛЬНОГО РІВНЯННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ І РЕЖИМІВ РОБОТИ ДИСКОВОЇ БОРОНИ***

**О. Гриценко**, науковий співробітник;

**С. Степаненко**, д.т.н., старший науковий співробітник

*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН України*

При вирішенні практичних завдань щодо розробки комплексу заходів для збереження та підвищення родючості ґрунту важливу роль відіграють розрахункові методи, які ґрунтуються на результатах досліджень процесів взаємодії робочих органів з ґрунтом та визначених його властивостями [1]. Під час експериментальних досліджень процесів взаємодії робочих органів з ґрунтом часто використовується метод динамометрії. Проте використання цього методу обмежено конкретними умовами випробувань. Зокрема, порівняння тягового опору різних технічних засобів необхідно проводити в однорідних ґрунтових умовах, це означає, що потрібно виконати безліч експериментів за обмежений час.

Якщо однорідність ґрунтових умов не може бути досягнута, то потрібно ввести корекційний коефіцієнт, точне визначення якого досить ускладнене [2].

За допомогою моделювання в системному аналізі можна визначити залежність між тяговим опором технічного засобу та фізико-механічними властивостями ґрунту, параметрами та режимами роботи [3]. Отже, корекційний коефіцієнт, який враховує фізико-механічні властивості ґрунту, буде вже включений у залежність, і можна буде визначити тяговий опір технічного засобу в різних умовах, значно скоротивши обсяг експериментальних досліджень.

Тяговий опір технічного засобу для обробітку ґрунту  $P_t$  можна сформулювати функціональною залежністю  $P_t$  від таких параметрів: глибина обробітку ґрунту  $h$ , ширина захвату технічного засобу  $B$ , швидкість агрегата  $V_a$ , твердість ґрунту  $P_q$  і прискорення вільного падіння  $g$ :

$$P_t = f(h, B, V_a, P_q, g), \quad (1)$$

де  $h$  - глибина обробки ґрунту, (м);  $B$  - ширина захвату дискової борони, (м);  $V_a$  - швидкість руху технічного засобу (агрегата), (м/с);  $P_q$  - твердість ґрунту, (Па);  $g$  - прискорення вільного падіння, (м/с<sup>2</sup>).

Для представлення розмірності кожної величини, яка входить до формули (1), у вигляді добутку степеневих функцій незалежних величин (довжина  $L$ , час  $T$  і маса  $m$ ), ми можемо використовувати метод розмірних розрядів.

Таким чином, ми представимо розмірність кожної з величин у вигляді добутку степеневих функцій довжини ( $L$ ), часу ( $T$ ) і маси ( $m$ ).

Для переходу до безрозмірного запису функції (1) та визначення безрозмірних комплексів  $\pi_i$ , використовуємо кількість безрозмірних комплексів, для нашого випадку кількість безрозмірних комплексів дорівнює  $N = 3$ .

Отже, безрозмірні комплекси можна визначити наступним чином:

$$\pi_1 = \frac{P_t}{P_q \cdot h^2} \quad (2)$$

Аналогічно, формуємо безрозмірний комплекс  $\pi_2$ , використовуючи показники ступенів:

$$\pi_2 = \frac{g \cdot h}{V_a^2} \quad (3)$$

Обернена величина отриманого безрозмірного комплексу (3) називається критерієм механічної подібності Фруда [1, 2].

Для представлення безрозмірного комплексу  $\pi_3$  аналогічним чином використовується рівняння (1) і показники ступенів:

$$\pi_3 = \frac{B}{h} \quad (4)$$

Згідно з  $\pi$  - теоремою, будь-яке рівняння фізичного процесу, яке об'єднує  $n_i$  величин, серед яких  $m_i$  величин мають незалежні розмірності, можна перетворити в критеріальне рівняння, яке пов'язує  $n_i - m_i$  безрозмірних комплексів:

$$\frac{P_t}{P_q \cdot h^2} = f\left(\frac{g \cdot h}{V_a^2}, \frac{B}{h}\right) \quad (5)$$

За допомогою методу найменших квадратів були визначені коефіцієнти емпіричного рівняння для  $\frac{P_t}{P_q \cdot h^2}$ :

$$\left(\frac{P_t}{P_q \cdot h^2}\right)_0 = n^{-1} \cdot \sum_{i=1}^n \left[\left(\frac{P_t}{P_q \cdot h^2}\right)_i\right] - n^{-1} \cdot k \cdot \sum_{i=1}^n \left[\left(\frac{g \cdot h}{v_a^2}\right)_i\right]^2 \quad (6)$$

Розв'язавши рівняння (6), отримали:

$$\frac{P_t}{P_q \cdot h^2} = 1,378 + 0,011 \cdot \left(\frac{B}{h}\right) - 0,213 \cdot \left(\frac{g \cdot h}{v_a^2}\right)^2 \quad (7)$$

Застосування теорії розмірностей і подібності допомагає спростити аналіз і визначення параметрів технічних засобів та їх робочих органів для обробітку ґрунту, роблячи їх порівняння більш об'єктивними. Даний підхід може бути корисним для оптимізації роботи сільськогосподарських машин та покращення ефективності обробітку ґрунту в сільськогосподарському виробництві.

Моделювання в системному аналізі дозволяє визначити залежність, яка пов'язує тяговий опір машин з фізико-механічними властивостями ґрунтового середовища, параметрами і режимами роботи.

### Список використаних джерел

1. Гуков Я. С. Механіко-технологічне обґрунтування енергозберігаючих засобів для механізації обробітку ґрунту в умовах України: автореф. дис... докт. техн. наук: 05.20.01./ Я. С. Гуков. – ІМЕСГ УААН. – Глеваха, 1998. – 33 с.
2. Дубровін В. О. Механіко-технологічне обґрунтування диференціації засобів механізації оранки: дис... докт. техн. наук: 05.20.01 / В. О. Дубровін. – Глеваха, 1997. – 420 с.
3. Машини для обробітку ґрунту та внесення добрив. / Сало В.М., Лещенко С.М., Лузан П.Г., Мачок Ю.В., Богатирьов Д.В. Навчальний посібник. – Х.: Мачулін, 2016. – 244 с.

УДК 621.825

### **ОЦІКА ВПЛИВУ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАПОБІЖНОЇ МУФТИ НА НАДІЙНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ ТРАНСМІСІЇ**

**О. Алфьоров, д.т.н., професор;**

**В. Левченко, студент**

*Сумський національний аграрний університет*

Основні методи забезпечення надійності елементів машин при дії короточасних перевантажень в основному зводяться до наступного: використання дешевих деталей і елементів, які легко знімаються; проектування з достатнім запасом міцності, яке враховує наявність випадкового розсіювання характеристик міцності і максимальних перевантажень, що може приводити до перевитрати матеріалів.

У зв'язку з тим, що багато мобільних сільськогосподарських машин працюють в різних умовах і режимах навантаження, для багатьох з них характерна наявність екстремальної (перевантажувальної) складової, що діє на робочі органи машини. Робота в нормальному режимі, який складає велику частину терміну служби, приводить до поступового накопичення втомних пошкоджень або зносу. При виникненні перевантаження, яке зазвичай впливає короточасно, можливе миттєве руйнування або неприпустима залишкова деформація. Кількість таких відмов, зазвичай, невелика, проте вони можуть відбутися в початковий момент періоду експлуатації, що вкрай негативно позначається на конкурентоспроможності машини.

Виникнення перевантажувальних відмов в період експлуатації обумовлене не тільки

розсіюванням характеристик статичної міцності матеріалів, дефектами при виготовленні деталей і монтажі вузлів, але і використанням запобіжних пристроїв, які мають неоптимальні параметри. З цього виходить, що підвищення якісних характеристик запобіжних муфт стає в один ряд з найбільш важливими завданнями по підвищенню надійності і ефективності роботи мобільних сільськогосподарських машин, , що мають тяжко навантажені робочі органи.

Конструктивні особливості і методика вибору захисних пристроїв, а також визначення їх параметрів викладене в багатьох літературних джерелах. Як правило параметри запобіжної муфти вибирають по величині номінального моменту  $T_{ном}$ , а також виходячи з величини граничного обертального моменту  $T_{пр}$ .

Процес роботи машини на різних режимах навантаження може розглядатися як випадкова послідовність незалежних перевантажень, що впливають на елементи у випадковий момент часу (рис. 1).

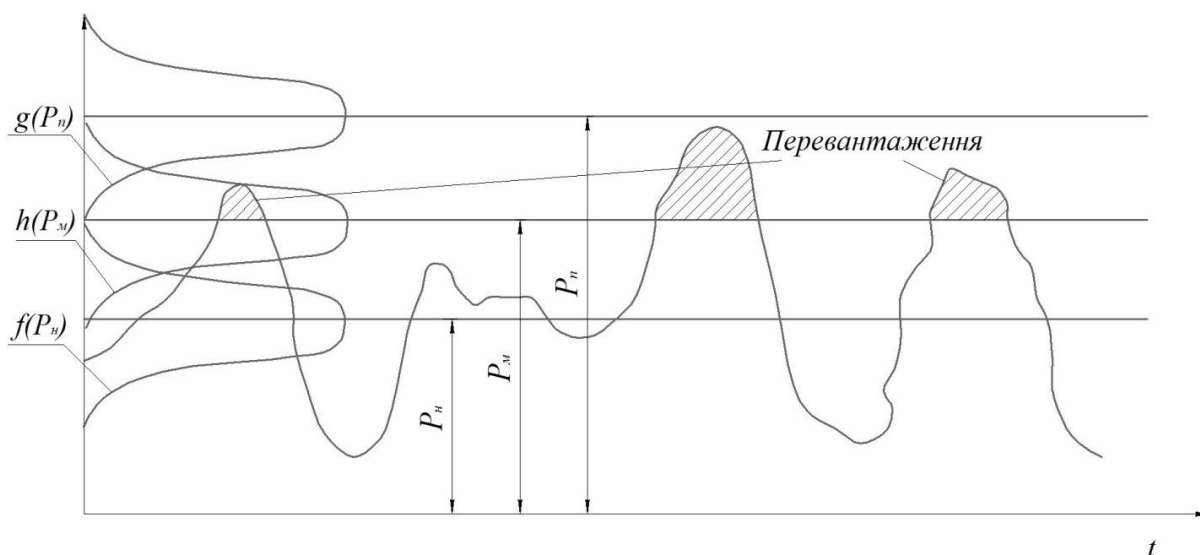


Рис. 1.Схема роботи елемента із запобіжним пристроєм

Вважатимемо відомим статично непошкоджуючий постійний рівень навантаження  $P_M > 0$ . Під перевантаженням розумітимемо такий максимум навантаження  $P(t_i)$ , при якому ставатимемо можливими статичне (одноразове) руйнування або неприпустима деформація елементів  $P(t_i) > P_M$ .

Позначимо  $g(P_n)$  - щільність розподілу міцності елемента машини,  $h(P_M)$  - щільність розподілу навантаження спрацьовування запобіжного пристрою, тобто запобіжної муфти  $f(P_H)$  - щільність розподілу навантаження. Прийmemo  $P_n$ ,  $P_M$  і  $P_H$  - середні величини значень розподілу міцності, моменту спрацьовування муфти і величини навантаження відповідно.

Розглядаючи надійність елементів, які захищаються від перевантажень запобіжними муфтами, слід враховувати, що характеристики існуючих запобіжних пристроїв також схильні до випадкового розсіювання. Тоді, вірогідність неруйнування елементів після дії  $m$  перевантажень визначається виразом:

$$R_m = \int_0^{\infty} [F(P)]^m \cdot g(p) dP \quad (1)$$

який зручно перетворити до вигляду:

$$R_m = \int_0^1 [F_1(G)]^m dG \quad (2)$$

де  $G(P)$  — функція розподілу міцності.

Якщо перевантаження і міцність розподілені згідно із законом Вейбула [12-14]:

$$F(P) = 1 - \exp \left[ - \left( \frac{P}{a_H} \right)^{\beta_n} \right],$$
$$G(P) = 1 - \exp \left[ - \left( \frac{P}{a_n} \right)^{\beta_n} \right]$$

то вираз функції  $F_1(G)$  має вигляд:

$$F_1(G) = 1 - (1 - G)^{\alpha [-\ln(1-G)]^{\beta-1}} \quad (3)$$

$$\text{де } \alpha = \left( \frac{a_n}{a_m} \right)^{\beta_n} \quad \text{і } \beta = \frac{\beta_n}{\beta_m}.$$

У інженерній практиці ступінь розсіювання навантаження і міцності оцінюється коефіцієнтами варіації  $v_H$  і  $v_n$  відповідно.

### Список використаних джерел

1. Grynchenko O.; Alfyorov O. Mechanical Reliability. In Prediction and Management under Extreme Load Conditions; Springer Nature: Cham, Switzerland, 2020; 125p.
2. Гринченко А.; Алферов А. Основы прогнозирования и управления надежностью в условиях экстремальных нагрузок; ТОВ «Планета - Принт»: Харьков, Украина, 2017; 136с.
3. Alfyorov, O.; Grynchenko, O.; Ponomarenko, V.; Shchur, T.; Tomporowski, A.; Kruszelnicka, W.; Walichnowska, P. Agricultural Equipment Design Optimization Based on the Inversion Method. Agriculture 2022, 12, 1410. <https://doi.org/10.3390/agriculture12091410>
4. Гринченко А.С.; Алферов А.И. Прогнозирование надежности элементов машин при случайном пуассоновском потоке экстремальных нагрузжений. Научный журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів». 2017, 7, 141–148.

УДК 621.52:637.116

### **ВИДИ ПОШКОДЖЕНЬ ДЕТАЛЕЙ ГОЛОВНИХ ПЕРЕДАЧ**

**О. Алфьоров, д.т.н., професор;**

**А. Сверхдюрк, студент**

*Сумський національний аграрний університет*

Застосування водокільцевих вакуумних насосів (ВВН) у складі доільних агрегатів має ряд переваг [1-4]: ВВН відрізняються простотою конструкції, низьким рівнем шуму, що дуже важливо для процесу доїння, а також для обслуговування насоса не потрібно висококваліфікований персонал. Конструкція ВВН передбачає проміжок між корпусом насоса і лопатями крильчатки, таким чином, виключений знос лопаток крильчатки.

Однак утворення накипу на поверхні сталеві крильчатки в процесі експлуатації насоса суттєво обмежує його ресурс. Фізика відмови проявляється в тому, що утворившийся накип при досягненні певних розмірів, заповнює проміжок між крильчаткою і корпусом насоса, призводячи тим самим до появи тертя, ковзання, зниження продуктивності насоса та

можливості його заклинювання.

Для усунення цього негативного фактора, а також для спрощення технологічного процесу виготовлення крильчатки доцільно використовувати прогресивний матеріал, на поверхні якого не утворювався б накіп. Аналіз літературних джерел [1-3] показав, що одним з кращих матеріалів для виготовлення крильчаток водокільцевого вакуумного насоса доїльного агрегату є поліпропілен. Він відрізняється низькою щільністю, достатньою міцністю, що в поєднанні з низькою вартістю і високою технологічністю робить використання поліпропілену конструктивно і економічно вигідним. Основні механічні властивості цього матеріалу відповідають наступним показникам: щільність  $\rho_{\text{ПП}} = 910 \text{ кг/м}^3$ ; межа міцності  $\sigma_B = 25 \text{ МПа}$ ; умовна межа витривалості  $\sigma_{-1}^y = 2,5 \text{ МПа}$ ;

Однак у зв'язку з особливостями міцнісних, деформаційних і термоізоляційних характеристик поліпропілену, які значною мірою відрізняють його від сталі, виникає необхідність в обґрунтуванні застосування цього матеріалу і визначенні параметрів крильчатки, які забезпечать необхідний рівень надійності та ефективності насоса [4-6] .

Результати розрахунку напружено-деформованого стану поліпропіленової крильчатки показали, що максимальні напруження виникають в областях крильчатки позначені червоним на рис. 1. При товщині лопатки поліпропіленової крильчатки 3 мм розрахована величина максимальної інтенсивності напружень при експлуатаційному режимі навантаження склала  $\sigma_{\text{max}} = 10,13 \text{ Н/мм}^2$ . При збільшенні товщини лопатки поліпропіленової крильчатки і роботі насоса в експлуатаційному режимі, максимальні інтенсивності напружень крильчатки будуть відповідати: при товщині лопатки 4 мм –  $\sigma_{\text{max}} = 5,75 \text{ Н/мм}^2$ , 5 мм –  $\sigma_{\text{max}} = 3,7 \text{ Н/мм}^2$ , 6 мм –  $\sigma_{\text{max}} = 2,6 \text{ Н/мм}^2$ . Порівнюючи отримані результати максимальних інтенсивностей напружень, що виникають у поліпропіленовій крильчатці з межею статичної міцності поліпропілену  $[\sigma] = 25 \text{ Н/мм}^2$ , отримаємо запас статичної міцності в межах  $2,47 \div 9,6$ .

Крильчатка, підвладна екстремальному режиму навантаження, відчуває такі максимальні інтенсивності напружень: при товщині лопатки 3 мм –  $\sigma_{\text{max}} = 29,6 \text{ Н/мм}^2$ , 4 мм –  $\sigma_{\text{max}} = 19,18 \text{ Н/мм}^2$ , 5 мм –  $\sigma_{\text{max}} = 11,12 \text{ Н/мм}^2$ , 6 мм –  $\sigma_{\text{max}} = 7,76 \text{ Н/мм}^2$ . При такій навантаженості поліпропіленова крильчатка з товщиною лопатки 3 мм відчуває напруження, що перевищують межу статичної міцності, і не може бути використана при дії таких навантажень.

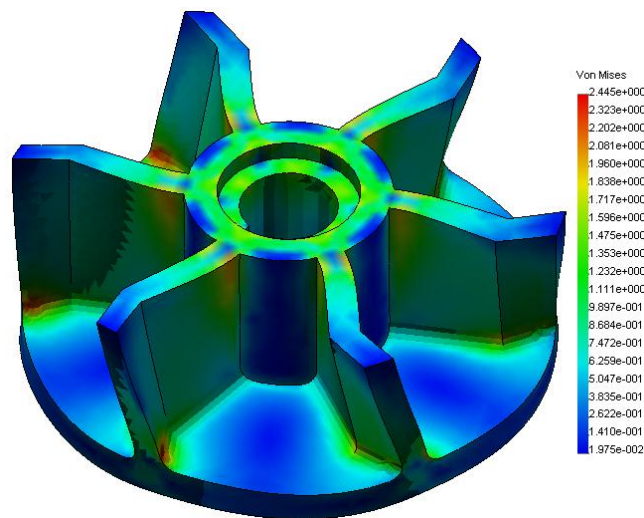


Рис. 1. Розподіл інтенсивності напружень в крильчатці насоса

Крильчатки зі товщинами лопаток 4, 5 і 6 мм мають запас статичної міцності 1,27, 2,25 і 3,22 відповідно. Як видно за результатами розрахунку напружено-деформованого стану на безвідмовність насоса в більшій мірі впливає екстремальний режим навантаження поліпропіленової крильчатки.

## Список використаних джерел

1. Алферов А.И. Ресурсные испытания и оценка долговечности крыльчатки вакуумного насоса доильного агрегата / А.С. Гринченко, А.И. Алферов // Технічний сервіс АПК, техніка та технології у сільськогосподарському машинобудуванні: Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. – Харків: 2007. - Вип.6 - С.81-86.
2. Алферов А.И., Гринченко А.С. Определение остаточных деформаций крыльчатки водокольцевого вакуумного насоса с применением компьютерных технологий. Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. (м.Харків). 2006. Вип. 44. Т. 2. - С.269-273.
3. Алферов А.И. Исследование процесса повреждаемости крыльчатки водокольцевого вакуумного насоса доильного агрегата. Проблемы надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництва: Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. (м. Харків). 2007. Вип.51. С. 246-252.
4. Grynchenko O.; Alfyorov O. Mechanical Reliability. In Prediction and Management under Extreme Load Conditions; Springer Nature: Cham, Switzerland, 2020; 125p
5. Гринченко А.; Алферов А. Основы прогнозирования и управления надежностью в условиях экстремальных нагрузок; ТОВ «Планета - Принт»: Харьков, Украина, 2017; 136с.
6. Гринченко А.С; Алферов А.И. Прогнозирование надежности элементов машин при случайном пуассоновском потоке экстремальных нагружений. Науковий журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів». 2017, 7, 141–148.

УДК 621.524

### **ОЦІНКА ІМОВІРНІСТІ БЕЗВІДМОВНОЇ РОБОТИ ГНОЄЗБИРАЛЬНОГО ТРАНСПОРТЕРУ**

**О. Алфьоров, д.т.н., професор;**

**І. Чернявський, студент**

*Сумський національний аграрний університет*

Розрахунок напружено-деформованого стану скребка гноєзбирального транспортеру дозволив визначити максимальні напруження при максимальних експлуатаційних навантаженнях, які можуть бути досягнуті у випадку запуску транспортеру при повній загрузці гнойового каналу [1]. Саме такі напруження доцільно враховувати при оцінці довговічності елементів транспортеру [2-5]. Однак при наявності розсіювання як навантажень, що діють на скребок, так і несучої здатності окремого скребка, закони яких нам не відомі, при оцінці імовірності безвідмовної роботи було використано залежності найімовірніших законів розподілів для аналогічних випадків. До таких законів слід віднести нормальний і логнормальний закони розподілу, при яких імовірність безвідмовної роботи визначається відповідно до залежностей [2, 3]:

$$R = F_o \left( \frac{n-1}{\sqrt{V_n^2 \cdot n^2 + V_n^2}} \right); \quad (1)$$

$$R = F_o \left( \frac{\ln n - \ln \sqrt{\frac{1+V_n^2}{1+V_n^2}}}{\sqrt{\ln [(1+V_n^2)(1+V_n^2)]}} \right), \quad (2)$$

де  $V_n = 0,1$  коефіцієнт варіації міцності;

$V_n = 0,3$  коефіцієнт варіації навантажень,

$n$  – коефіцієнт запасу,

$$n = \frac{\sigma_B}{\sigma_{max}},$$

де  $\sigma_B$  – межа міцності;  $\sigma_{max}$  – максимальне напруження;  
 $F_0(x)$  – функція нормального нормованого розподілу.

Умовний коефіцієнт запасу визначають розрахунковим шляхом з урахуванням максимальних навантажень, що виникають у експлуатації. При цьому задамося коефіцієнтом варіації для несучої здатності скребка у розмірі  $V_n = 0,1$ . При цьому, враховуючи відсутність достовірних даних про можливі максимальні навантаження, приймаємо розмір коефіцієнта варіації навантаження  $V_n = 0,3$

Для забезпечення гарантованих рекомендацій щодо конструктивних параметрів скребка, до уваги слід брати результати оцінки за тим законом, який прогнозує меншу імовірність безвідмовної роботи. А отже для основи рекомендацій слід брати до уваги результати розрахунку за логнормальним законом (табл. 1).

Таблиця 1

Імовірність безвідмовної роботи скребка

Товщина стінки скребка, мм	Коефіцієнт запасу міцності по раптовому руйнуванню	Імовірність безвідмовної роботи скребка	
		за раптовими відмовами (перевантаження)	
		Нормальний закон	Логнормальний закон
3	1,304	0,3126	0,3365
6	2,248	0,9974	0,9817
8	3,222	0,9999	0,9997

Ланцюг транспортеру слід сприймати з погляду надійності як систему з послідовним поєднанням елементів, в якості яких виступають скребки. Отже відмова одного скребка загрожує призвести до відмови весь робочий інструмент транспортеру. Тому імовірність безвідмовної роботи всього транспортеру доцільно оцінювати за виразом [2, 3]:

$$R_c = \prod_{i=1}^n R_i \quad (3)$$

Враховуючи, подібність робочих органів транспортеру, вираз (3) набуде вигляду:

$$R_c = R_z,$$

де  $z$  – загальна кількість скребків у транспортері.

Результати розрахунку свідчать, про те, що виконання скребка з листа сталі товщиною 3 мм недопустимо, а мінімальна товщина стінки скребка повинна мати товщину не нижче 6 мм.

### Список використаних джерел

1. «Проектування та монтаж техніки агропромислового виробництва»: навчальний посібник з виконання лабораторних робіт / Н.І. Болтянська, О.Г. Скляр, Р.В. Скляр, Б.В. Болтянський, С.В. Дереза. Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2021. 246 с.
2. Grynchenko O.; Alforyov O. Mechanical Reliability. In Prediction and Management under Extreme Load Conditions; Springer Nature: Cham, Switzerland, 2020; 125p.
3. Гринченко А.; Алферов А. Основы прогнозирования и управления надежностью в условиях экстремальных нагрузок; ТОВ «Планета - Принт»: Харьков, Украина, 2017; 136с.
4. Гринченко А.С.; Алферов А.И. Прогнозирование надежности элементов машин при случайном пуассоновском потоке экстремальных нагрузений. Науковий журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів». 2017, 7, 141–148.
5. Alforyov, O.; Grynchenko, O.; Ponomarenko, V.; Shchur, T.; Tomporowski, A.; Kruszelnicka, W.; Walichnowska, P. Agricultural Equipment Design Optimization Based on the Inversion Method. Agriculture 2022, 12, 1410. <https://doi.org/10.3390/agriculture12091410>



## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛАСТОМЕРНИХ УЩІЛЬНЮВАЛЬНИХ КІЛЕЦЬ ТИПУ O-RING СУЧАСНИХ АВТОТРАКТОРНИХ ДВИГУНІВ**

**О. Черній**, старший викладач  
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Метою роботи є дослідження на якість виготовлення та релаксацію напруження при стиску та визначення залишкової деформації еластомерних ущільнювальних кілець типу O-ring, які використовуються при технічному сервісі сучасної сільськогосподарської техніки.

Підтримання та забезпечення надійності сучасної сільськогосподарської техніки при її експлуатації і ремонті на сьогодні є дуже актуальною. Велика кількість факторів об'єктивного та суб'єктивного характерів негативно впливають на якість використання техніки. Все більше господарств України різних форм власності формують свій машинно-тракторний парк з технічних засобів іноземного виробництва. Ця техніка є як новою, так і з напрацюванням. Власники господарств самостійно вирішують де проводити технічне обслуговування, ремонт, а особливо, які запчастини та витратні матеріали при цьому використовувати.

В роботі пропонується до уваги результати дослідження на ряд показників таких деталей як ущільнювальні кільця типу O-ring виконані з еластомерних матеріалів. Для дослідження були обрані ущільнювальні кільця з розмірами 144x152x4 нижнього поясу гільз циліндрів мокрого типу сучасних автотракторних двигунів. Причиною цьому є порівняно велика трудомісткість заміни таких деталей в сучасному двигуні, а також наслідки втрати герметичності кілець можуть призвести до появи відказів третьої групи складності. А так як сучасна техніка є високопродуктивною та енергонасиченою, її простої з технічних причин призводять до суттєвих порушень технологічних процесів в агровиробництві. Для порівняння взято кільця оригінального виробництва, які придбані у офіційного дилера та популярний до них аналог. Економічні витрати на ці запасні частини відрізняються на порядок. Отже, чи суттєво різниться якість цих кілець?

Як заявляють виробники, кільця виготовлені з такого еластомеру як фторкаучук FPM 75 (FKM). Завдяки перевагам: стійкості до високих температур, впливу кисню та озону, мінерального мастила та різних синтетичних та органічних рідин, цей матеріал займає чи не основне місце серед еластомерів, що використовуються для виробництва ущільнень.

На першому етапі дослідження було проведено ретельний огляд представлених кілець та проведені вимірювання їх розмірів.



Рис. 1 Досліджувані ущільнювальні кільця типу O-ring: чорного кольору- оригінальне; зеленого – аналог.

Якість еластомерних кілець регулюється міжнародними стандартами ISO 3601-1. Fluid power systems — O-rings — Part 1: Inside diameters, cross-sections, tolerances and designation codes, ISO 3601-3. Fluid power systems — O-rings — Part 3: Quality acceptance criteria.

При огляді зовнішньої поверхні кілець були виявлені такі відхилення: В оригінального кільця: випресовка матеріалу (рис. 2а) (допуск виступів по стандарту 0,14 мм), втягнута кромка (рис. 2б ) (допуск глибини по стандарту 0,36 мм).

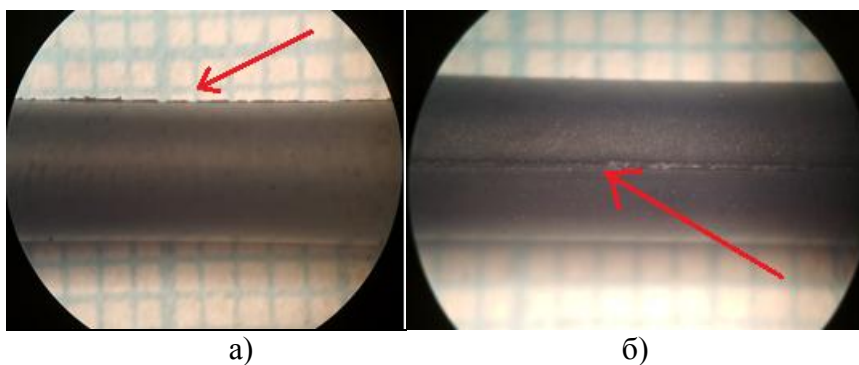


Рис. 2 Відхилення виготовлення оригінального кільця: а-випресовка матеріалу, б-втягнута кромка. (фон фото- міліметровий папір).

В кільці аналога виявлені такі відхилення: втягнута кромка (рис. 3а), недопресовка (допуск по стандарту 1,0 мм) (рис. 3б), підвищення та заглиблення поверхні (рис. 3в) (допуск довжини по стандарту 6,5 мм), пошкодження поверхні кільця (рис. 3г).

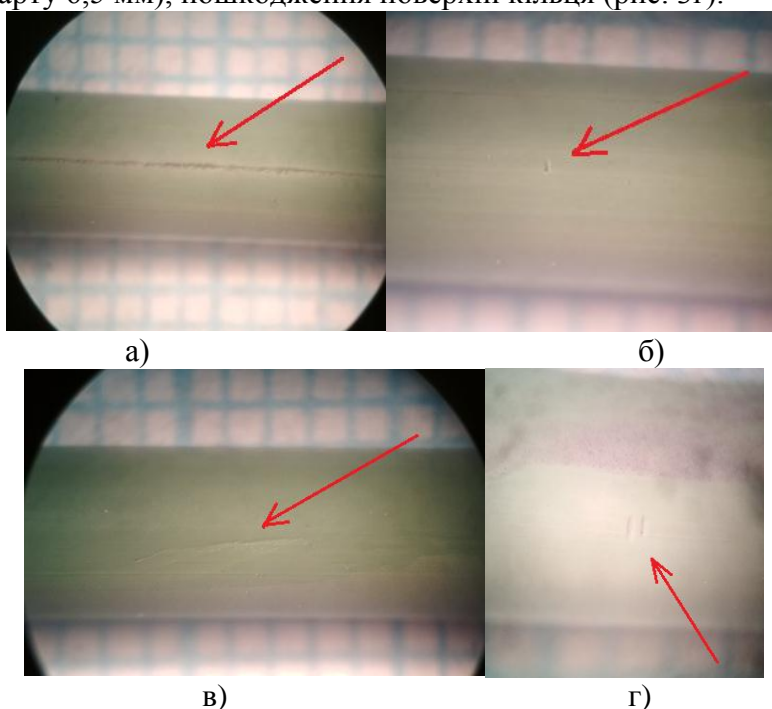


Рис. 3 Відхилення виготовлення кільця аналога: а- втягнута кромка, б- недопресовка, в-підвищення та заглиблення поверхні, г- пошкодження поверхні кільця.

Результати вимірювання геометричних параметрів кілець представлено в таблиці 1.

Таблиця 1

Показники вимірювання геометричних параметрів досліджуваних кілець

Дослідні зразки	Результати вимірювання					
	Діаметр кільця в перерізі, мм	Номинальний розмір та допуск діаметру кільця в перерізі згідно з ISO 3601-1, мм	Діаметр внутрішній кільця, мм	Номинальний розмір та допуск внутрішнього діаметру кільця згідно з ISO 3601-1, мм	Діаметр зовнішній кільця, мм	Номинальний розмір та допуск зовнішнього діаметру кільця згідно з ISO 3601-1, мм
1.Оригінальне кільце	4,0	4,0±0,1	144,5	144,0±1,11	152,0	152,0±1,13
2. Кільце аналог	3,94		143,0		151,0	

Релаксація напруження еластомерів представляє собою складний механохімічний процес, що призводить до зміни в часі напруження при заданій деформації. Якщо в матеріалі кільця буде зменшуватись напруження, то це призведе до зменшення сили притискання поверхні кільця до поверхонь деталей, а отже, збільшиться ймовірність втрати герметичності спряження. Визначення релаксації напруження при осьовому стисканні регламентовано міжнародними стандартами ASTM D6147, ISO 3384.

Експериментальні дослідження проводились по методикам відповідно до стандартів: ISO 3384 «Rubber, vulcanized or thermoplastic — Determination of stress relaxation in compression — Part 1: Testing at constant temperature», ДСТУ ISO 815-1:2019 (ISO 815-1:2014, IDT) «Гума вулканізована чи термопластична. Визначення залишкової деформації після стискання. Частина 1. Випробування за стандартної чи підвищеної температури.

Результати дослідження матеріалу кілець представлено в таблиці 2.

Таблиця 2

Результати дослідження матеріалу кілець.

Дослідні зразки	Показники випробування					
	Твердість по Шору, од.	Вага, г	Швидкість релаксації напруження, К	Величина падіння напруження до рівноважного значення, $\Delta$ , %	Рівноважний модуль, $E_{рівн}$ , МПа	Залишкова деформація після стискання, $\delta$ , %
1. Оригінальне кільце	75-77	10,170	0,06	18	11,2	1,4
2. Кільце аналог	73-75	12,400	0,11	31	8,6	4,3

Графічні експериментальні залежності зміни сили стиску зразків від часу витримки при сталій відносній деформації зразків наведені на рис. 1.

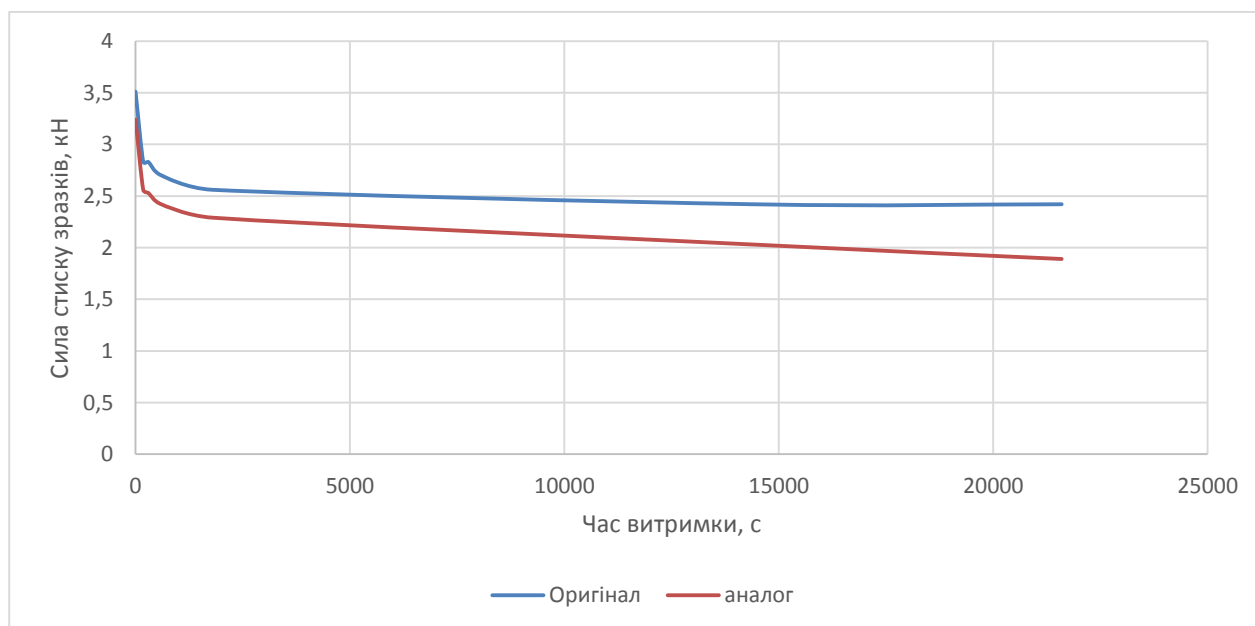


Рис. 4 Експериментальні залежності зміни сили стиску зразків від часу витримки при сталій відносній деформації зразків 35%.

Отже, дослідження показують, що оригінальні ущільнюючі кільця мають параметри якості кращі чим аналоги. Використання якісних запасних частин є запорука високої експлуатаційної надійності сучасної сільськогосподарської техніки.

## **ТЕОРЕТИЧНА СУТНІСТЬ ПРОЦЕСІВ ЗЧЕПЛЕННЯ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНОГО ЗАЛІЗА З ОСНОВОЮ**

**С. Панченко, аспірант**

*Полтавський державний аграрний університет*

Міцність зчеплення покриття з основним металом деталі є основним показником будь-якого гальваностегічного процесу. Тверді зносостійкі електролітичні осади не можуть бути використані у виробничій практиці без вирішення основного завдання – дослідження та розробки технологічного процесу формування металопокриття, що забезпечує адгезійні зв'язки з металом заготовки при високому рівні стабільності основних технологічних параметрів.

Осади електролітичного заліза, що застосовувалися на ранньому етапі розвитку процесу, не пред'являли особливо жорстких вимог до електрохімічного стану поверхонь, що підлягають покриттю, тому що не несли в собі великих внутрішніх напружень, що сприяють відриву покриття від основного металу.

У розвитку теорії отримання високої міцності зчеплення електролітичного залізного покриття можна розрізнити два етапи.

Більшість досліджень першого періоду мало скоріше практичний характер і переслідували мету дати виробництву технологічні рекомендації, які дозволили б отримати високу міцність зчеплення електролітичного заліза з основою. Було встановлено, що найвищу міцність зчеплення (150-190 МПа і 210 МПа) забезпечує анодна обробка в 30% розчині сірчаної кислоти. Причому можна зазначити, що при міцності зчеплення 150-190 МПа покриття не відшаровується від основи сталевих деталей навіть за її руйнації.

На початок другого періоду було отримано досить високу міцність зчеплення електролітичного залізного покриття зі сталеву основою. Тому головна увага дослідників була спрямована на розкриття теоретичної сутності процесів, що відбуваються при анодній обробці в 30% розчині сірчаної кислоти, і на вдосконалення цього способу підготовки. Тоді ж встановлено, що анодна обробка в 30% розчині сірчаної кислоти виконує наступні функції: розтравлення товстих окисних плівок і частково деформованих шарів; видалення травильного шламу.

Разом з тим ряд дослідників висувують гіпотезу про те, що при анодній обробці сталевих деталей в 30% розчині сірчаної кислоти одночасно вирішується також завдання, пов'язане з нанесенням пасивної плівки на поверхню деталі, що покривається. Причому пасивна плівка розглядається ними лише як захист активної поверхні від можливого окислення киснем, від зіткнення з водою при мийці і з електролітом залізнення в момент завантаження деталі у ванну. Тому на момент осадження металу на деталь пасивна плівка повинна бути зруйнована.

Активування пасивної поверхні сталі, на думку авторів гіпотези, повинно здійснюватися в гарячому хлористому електроліті залізнення на стадіях витримки деталей без струму та поступового підвищення катодного струму іонами хлору та водню, що знаходяться в електроліті, а також воднем, що виділяється на катоді спільно з металом.

Дослідниками було також встановлено, що на операції «витримка без струму» вирішується друге завдання, пов'язане з прогріванням прикатодного шару. Зазначені рекомендації дозволили вперше в лабораторних умовах отримати міцність зчеплення, що дорівнює 400...500 МПа. Разом з тим було з'ясувалося, що для деталей з великими дефектними шарами на поверхні при анодній обробці в 30% розчині сірчаної кислоти не вирішується завдання видалення з поверхні товстих окисних плівок, що і призводить до погіршення міцності зчеплення.

Окремі дослідники стверджують, що найбільш повно зазначену задачу можна і доцільно вирішувати при анодному травленні безпосередньо в гарячому хлористому електроліті залізнення, а видалення продуктів травлення здійснювати при подальшій анодній обробці в 30% розчині сірчаної кислоти. Однак, як і раніше, анодної обробки в 30% розчині сірчаної кислоти відводиться роль створення пасивної плівки.

З вище сказаного випливає, що основними операціями, що визначають адгезію металів, є:

- травлення в електроліті залізнення або близькому до нього за розчином соляної кислоти;

- анодна очистка поверхні від травильного шламу;

У разі отримання нових композитів або сплавів на основі електролітичного заліза необхідно дослідити вплив компонентів, що вводяться, на міцність зчеплення покриття з основним металом.

УДК 621.7

### ***ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ ВИРОБНИЧИХ МОДУЛІВ ТА ДІЛЯНОК ВІБРАЦІЙНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ В АВТОРЕМОНТНОМУ ВИРОБНИЦТВІ***

**О. Віланов, аспірант**

*Полтавський державний аграрний університет*

Для забезпечення ефективної експлуатації парку машин та їх двигунів представляє безперечний інтерес удосконалення технології ремонту існуючих та розробки нових методів обробки, і зокрема методів очисної та оздоблювально-зачистної обробки, що становлять значний обсяг у загальній трудомісткості ремонту машин. Серед невирішених завдань загальної технології ремонту машин в авторемонтному виробництві важливе місце відводиться створенню виробничих модулів та ділянок вібраційної обробки деталей.

Вібраційні методи обробки та відповідні машини та обладнання набули останнім часом у різних галузях господарської діяльності широкого поширення. Впровадження вібротехніки та вібротехнології сприяє інтенсифікації різних процесів, збільшує економічну ефективність та продуктивність праці.

Проведені дослідження показують, що операції вібраційної обробки та вібраційні верстати в авторемонтному виробництві можуть бути використані як у загальних технологічних лініях, так і на спеціальних ділянках. Розміщення основного та допоміжного обладнання вібраційної обробки, утримання та оформлення робочого місця або ділянки вібраційної обробки залежать від ряду факторів, таких як: масштаби виробництва, його склад і структура, метод організації ремонтних робіт, що виконуються та ін. Від нього залежить схема технологічного процесу, організація праці, спеціалізація робочих місць, ділянок та технологічних ліній вібраційної обробки. Так, наприклад, при потоковому методі ремонту, що здійснюється на спеціальних авторемонтних підприємствах або у великих спеціалізованих цехах при машинобудівних заводах, оснащених відповідними потоково-механізованими лініями та високопродуктивним технологічним обладнанням, де вібраційні верстати можуть бути використані для обробки деталей одного виду (виконання однієї операції), їх доцільно включати у відповідні ділянки або потокові лінії.

При інших методах організації ремонтних робіт (децентралізований, вузловий, агрегатний та ін.), що використовуються, як правило, на невеликих авторемонтних підприємствах або майстернях загального призначення, оснащених універсальним та

спеціалізованим технологічним обладнанням для відновлення та ремонту широкої номенклатури деталей, коли вібраційний верстат може бути використаний для обробки різних деталей (виконання різних операцій), їх слід розмістити окремо або на одній із ділянок слюсарно-механічній, ковальсько-штампувальній, зварювальній, гальванічній, термічної обробки таким чином, щоб максимально скоротити дальність міжопераційних перевезень оброблюваних деталей та кількість транспортних потоків.

Для забезпечення високих техніко-економічних показників вібраційної обробки на робочому місці необхідно мати підведення води, стиснутого повітря, злив, інструментальну шафу з набором слюсарно-монтажного інструменту для регулювання та налагодження верстата, тару для зберігання необхідної кількості робочих середовищ (твердих та рідких), дрібно мірну тару на 1-5 літрів для вимірювання сипких та рідких матеріалів при підготовці складу робочих середовищ, сита з різними чарунками, пристрої для поділу деталей та робочих середовищ, для відділення зношених абразивних гранул, для промивання, сушіння та консервації деталей, підйомний пристрій. Обслуговування верстата з виконанням допоміжних та транспортних операцій доцільно доручити робітнику, який здійснює обробку деталей.

Зважаючи на те, що ремонт та відновлення більшості деталей (навіть однотипних), як правило, важко організувати за єдиною технологією на одному загальному потоці, оскільки в цьому випадку усуваються різні дефекти і потрібне виконання різних операцій. Можна відзначити, що найбільш прийнятним шляхом підвищення ефективності таких робіт в авторемонтному виробництві є максимальна концентрація операцій, що виконуються на спеціалізованих ділянках вібраційної обробки.

Організація спеціалізованих ділянок вібраційної обробки незалежно від методів виконання ремонтних робіт та типу виробництва дозволить:

- забезпечити повніше використання технологічних можливостей та ресурсу вібраційних верстатів за рахунок вибору раціональних умов експлуатації, кращої організації їх ремонту та техобслуговування, тим самим знизити питомі витрати на операції з виробами, що ремонтуються;

- підвищити продуктивність та якість обробки за рахунок використання оптимальних характеристик робочих середовищ, технічних рідин та технічної оснастки, створення централізованої системи приготування, подачі, відстоювання та нейтралізації технологічних рідин;

- покращити культуру праці та умови роботи обслуговуючого персоналу за рахунок централізованого оснащення ділянки комплектом завантажувально-розвантажувальних та підйомно-транспортних пристроїв, засобами механізації та автоматизації допоміжних операцій (миття, сушіння та ін.) спеціальною тарою, ящиками та візками для зберігання та перевезення робочих середовищ, оброблюваних деталей, проведення заходів щодо більш повного задоволення вимог щодо охорони праці та техніки безпеки;

- скоротити виробничі площі за рахунок збільшення пропускної спроможності обладнання і тим самим знизити витрати на їх утримання та експлуатацію;

- підвищити техніко-економічні показники вібраційної обробки за рахунок використання добре відпрацьованих типових та групових технологічних процесів вібраційної обробки та засобів їх оснащення;

- використовувати постійний обслуговуючий персонал, який володіє необхідною кваліфікацією, досвідом та навичками.

Залежно від умов виробництва та його специфіки структура та зміст спеціалізованих ділянок вібраційної обробки можуть бути різними. Вибір типу ділянки (централізована або децентралізована) визначається масштабами виробів, що випускаються, взаємним розташуванням цехів, поверховістю приміщень, протяжністю та способом міжцехового транспортування деталей, системою організації механічного, ливарного, зварювального, ковальсько-термічного, штампувального, гальванічного та інших виробництв.

Отже, в тих випадках, коли на дільниці передбачається обробка деталей, що

виготовляються на різних ділянках і цехах підприємства, слід організувати централізовані ділянки вібраційної обробки. При відносно великих програмах обробки деталей окремих цехах (ділянках) доцільна організація децентралізованих ділянок вібраційної обробки, тобто дільниць з обслуговування цього цеху. І в тому, і в іншому випадку ділянки вібраційної обробки необхідно розміщувати таким чином, щоб обсяг транспортних перевезень був мінімальним. Слід зазначити, що викладене вище виключає можливість установки окремих верстатів в потокових лініях, якщо масштаби виробництва створюють необхідні умови їхнього раціонального використання.

УДК 629.3

### ***ЖИТТЄВИЙ ЦИКЛ ВИРОБУ В РЕМОНТНОМУ ВИРОБНИЦТВІ. ОСНОВНІ ЕТАПИ***

**В. Михайліченко, аспірант**

*Полтавський державний аграрний університет*

У машинобудуванні життєвий цикл виробу (ЖЦВ) є важливим показником, за яким можна виявити дійсний його ресурс та подальшу утилізацію. Дослідженням різних етапів життєвого циклу виробу приділяється значна увага. У світовій практиці відома велика кількість робіт у цій галузі. При цьому найповніше представлені результати досліджень таких етапів ЖЦВ, як розробка, проектування, дослідження та оптимізація технології виготовлення, технологія експлуатації та ремонту. Однак заключний етап ЖЦВ, його утилізація, не знайшов належного відображення в літературі, а дослідження в цій галузі знаходяться лише в початковій стадії. Разом з тим відомо, що вироби, які вийшли з ладу та вилучені з експлуатації, містять велику кількість елементів, що становлять певну цінність. Причому цілий ряд елементів виробу, які не виробили свій ресурс, є цілком придатними для подальшого використання. Однак їх вилучення з зношеного виробу та подальше використання становить серйозні труднощі. ЖЦВ складається з трьох послідовних стадій: виробництва, експлуатації та утилізації.

*Стадія виробництва.* Виробничий процес починається з маркетингу та закінчується задоволенням потреб ринку відповідним продуктом. Маркетинг виводить загальний образ необхідного ринком продукту (автомобіль, літак, холодильник, телевізор тощо). Далі – ідея створення цього продукту. Далі слідує її функціональна модель – структурна модель – структурно-параметрична модель (вже з урахуванням дизайну), технологічна модель, тобто технологічне представлення виробу (можна чи не можна його виготовляти у даному технологічному середовищі, відпрацювання технологічності), – організаційна модель. Крім цього ланцюжок на кожній фазі підкріплюється відповідною інформацією з економічних, організаційних та інших аспектів. При цьому практично одночасно слід здійснювати перетворення її на мову інформаційної технології, а це: моделювання всіх фаз ЖЦВ, використання баз знань та даних у мережевих технологіях та, зокрема, корпоративних мережах, вихід на глобальні мультимедійні технології, сертифікаційні технології (мова, стандарти подання). Саме уявлення всіх фаз ЖЦВ в інформаційних технологіях дозволяє вийти на сучасний рівень його створення. У сучасних умовах реалізація ланцюжка ЖЦВ вимагає активного застосування обчислювальної техніки на всіх етапах, що означає використання найвищого нині рівня інформатики, як CALS-технологій (Computer Aided Acquisition and Logistics Support). Одним із напрямів підвищення ефективності промислового сектору економіки є застосування сучасних інформаційних технологій, які забезпечують інтеграцію процесу та спрямовані на підтримку всього ЖЦВ та його компонентів.

Аналіз сучасних досліджень та розробок у галузі технологічної підготовки виробництва показує, що найбільший ефект може бути отриманий при комплексному вирішенні поставлених завдань. Однак для цього потрібно враховувати різні критерії при прийнятті рішень щодо управління виготовленням та експлуатацією виробу. Досить актуально ця проблема стоїть на етапі конструкторсько-технологічної підготовки виробництва під час вирішення завдань оцінки технологічності, розробки технології виготовлення тощо. Наявність складних системних зв'язків між завданнями конструкторської та технологічної підготовки виробництва показує необхідність їхнього спільного вирішення. Методи оцінки технологічності на основі моделювання технологічного процесу дозволяють більш точно врахувати вплив виробничих та технологічних факторів. При цьому оцінюється не тільки технологічний процес, а й обґрунтовується можливість зміни конструктивних особливостей виробу.

Аналіз існуючих підходів підвищення ефективності технологічної підготовки виробництва дозволив виділити низку основних напрямів вирішення проблеми:

- розвиток інтеграційних процесів під час вирішення завдань технологічної підготовки виробництва;

- розробка методології оптимізації та оцінки при прийнятті технологічних рішень;

- розробка засобів автоматизації, що включають створення автоматизованих систем для комплексного вирішення завдань технологічної підготовки виробництва. У загальному випадку вирішення цієї проблеми, можливо бути представлено як знаходження оптимального проективного рішення для складного об'єкта.

*Стадія експлуатації.* У період експлуатації вузли виробу піддаються зношуванню в тій чи іншій мірі внаслідок різних факторів. Це зношування вузлів тертя, що відбувається за відомими законами динаміки зношування (лінійний, нелінійний), пов'язане з процесами впливу навколишнього середовища на виріб (корозія, всі види пошкодження тощо), це недбала експлуатація виробу людиною. Негативні наслідки зношування виробу стають неминучим результатом проведення багаторазових технічних заходів (миття та очищення, мащення, регулювання та ін.) підтримки його у працездатному стані, тобто з метою підтримки його технічних параметрів у певних технічних межах в даний період часу, після якого подальша експлуатація стає неможливою або недоцільною і в тому числі небезпечною і, в деяких випадках, призводить до миттєвого припинення існування виробу, що супроводжується величезними матеріальними та/або людськими втратами.

*Стадія утилізації.* У світовій практиці у господарствах багатьох країн накопичено величезний арсенал машин та виробів різного призначення. Він безперервно поповнюється, замінюючи і оновлюючи вироби, що вийшли з ладу або застаріли. Обсяг останніх також безперервно зростає, та їх ефективне використання (утилізація) потребує ґрунтовних та всебічних технологічних досліджень.

За даними школи дизайну Квебеку (Канада) L'eco-design a'la rescousse, кожен житель цього міста на рік викидає 1 тону сміття (без урахування промислових відходів), серед яких 60% складає зношена побутова техніка (телевізори, пральні машини, холодильники, праски і т.п.). При цьому професор Пієрре Де Конінк зазначає, що лише 14% цих зношених виробів піддається утилізації. Тому останнім часом розпочато наукові дослідження в галузі утилізації виробів, які спрямовані не тільки на вирішення екологічних завдань щодо покращення стану навколишнього середовища, а й на вирішення економічних аспектів – раціонального використання вичерпних природних ресурсів, вирішуючи при цьому й завдання продовження життєвого циклу не лише виробів, а й їх окремих елементів.

Так, наприклад, досить успішно ведуться наукові розробки технології утилізації виробів із алюмінієвих сплавів, у тому числі спецтехніки (корпусних деталей авіаційно-ракетної техніки, боєприпасів), великогабаритного брухту з кольорових металів, наприклад, бродильних чанів пивного виробництва та ін.

Як правило, досі жодному машинобудівному підприємству не вдається випускати вироби, термін служби яких вичерпувався комплектно – разом із терміном служби його



складових елементів (агрегатів, вузлів, деталей), що суттєво ускладнює подальшу утилізацію та раціональне використання виробу та його елементів.

Отже, технологічне вирішення завдання забезпечення споживачів якісною продукцією із зменшенням екологічного навантаження на природу здійснюється не тільки за рахунок підвищення обсягу та якості продукції, а й за рахунок підвищення життєвого циклу виробів на стадії ремонту та подальшої утилізації зношених виробів.

УДК 656.13

## ***ДОСЛІДЖЕННЯ ХОДОВОЇ СИСТЕМИ ГУСЕНИЧНИХ МАШИН***

**М. Голотюк**, *к.т.н., доцент;*

**Н. Ювчик**, *к.т.н., доцент;*

**О. Бундза**, *к.т.н., доцент;*

*Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне*

Гусеничні системи стали необхідною частиною сучасного сільського господарства, забезпечуючи високу прохідність та маневреність на різних типах ґрунтів і ділянках. Їхнє використання розпочалося в кінці XIX століття та поступово розширилося на всі аспекти сільського господарства. Розглянемо конструкцію та основні переваги гусеничних систем сільської техніки.

Сьогодні гусеничні системи машин в сільському господарстві мають складну конструкцію, яка базується на інноваційних розробках. Основними компонентами гусеничних систем є гусениці, барабани, ланцюги та гідравлічні системи.

Гусениці це найважливіший елемент гусеничної системи. Вони складаються з міцних металевих ланок, які з'єднані між собою. Гусениці розташовані по обидві сторони машини і забезпечують рівномірний тиск на ґрунт, що дозволяє машині не застрягати навіть на м'якому або багаторівневому ґрунті.

Барабани розташовані на кінцях гусениць і відповідають за керування машини. Рух барабанів дозволяє змінювати напрямок руху та маневреність машини.

Ланцюги з'єднують барабани та гусениці, передаючи рух від двигуна до гусениць. Це дозволяє машині рухатися плавно та стабільно навіть на ухилених ділянках.

Гусеничні системи в сільському господарстві також включають гідравлічні системи, які керують рухом барабанів та інших компонентів. Гідравліка дозволяє забезпечувати точну реакцію на керування оператора та оптимальну ефективність роботи машини.

Ця конструкція гусеничних систем робить їх ідеальними для використання в сільському господарстві, де рельєф та ґрунт можуть сильно варіюватися. Маневреність та стійкість гусеничних машин дозволяють проводити роботи в різних умовах, зберігаючи якість та продуктивність. Гусеничні ходові системи машин відзначаються високою прохідністю на різних типах ґрунту. Навіть на м'якому чи багаторівневому ґрунті вони не тільки не застрягають, але й забезпечують стійкість машини під час руху.

Використання гусеничних ходової систем машин у сільському господарстві надає безліч переваг, які значно полегшують та покращують різні аспекти сільськогосподарських операцій. Враховуючи перспективи до подальшого розвитку, вдосконалення та з переходом до більш сталого та екологічно чистого сільського господарства, гусеничні ходові системи можуть стати ключовим елементом цього процесу.

## Список використаних джерел

1. Розробка, виробництво, конструктивні особливості нової сільськогосподарської техніки : навчальний посібник для здобувачів професійної (професійно-технічної) освіти / В. І. Скрипник. – Київ : Літера ЛТД, 2019. – 256 с.
2. Holotyiuk M.V. Ensuring the efficiency of the system of technical maintenance and repair of transport and technological mashines / Holotyiuk M.V. , Shymko A.V., Shovkomyd O.V., Martyniuk V.L. // The Archives of Automotive Engineering – Archiwum Motoryzacji Vol. 99, No. 1, 2023, pp. 5–17.
3. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку : підручник / Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.М. Барановський та ін. ; за ред. Д.Г. Войтюка. – 2-ге вид., перероб. та допов. – Київ : Науково-методичний центр ВФПО, 2019. – 508 с.

УДК 631.34:632

## **СТВОРЕННЯ КРОКУЮЧОГО РОБОТА ДЛЯ ТЕПЛИЧНОГО ГОСПОДАРСТВА**

**О. Налобіна, д.т.н., професор;**

**О. Бундза, к.т.н., доцент;**

**М. Голотюк, к.т.н., доцент;**

**А. Шимко, к.т.н., доцент;**

**А. Михайлов, аспірант**

*Національний університет водного господарства та природокористування*

Технології майбутнього інтегруються в сільське господарство, роботи стають незамінними помічниками. Застосування роботів відкриває нові можливості для скорочення витрат на проведення технологічних операцій, підвищення врожайності, скорочення строків проведення робіт, підвищення безпеки праці.

Не зважаючи на значну зацікавленість виробників сільськогосподарської продукції у запровадженні роботизованих систем вони потребують певної адаптації до специфічних умов середовища, а також оброблюваних матеріалів у галузі сільського господарства, вимагають нових техніко- конструктивних рішень, зокрема й ходових систем роботів. Крім того, проектування та створення нових сільськогосподарських машин, впровадження їх у сільськогосподарське виробництво – процес, який потребує обліку та оцінки багатьох факторів, аналізу чинних конструкцій з метою виявлення їхніх переваг і недоліків.

Результати досліджень, які пов'язані з розробкою та встановленням умов запровадження роботів в сільському господарстві, викладено у роботах Павленка В. І. [1], Danny Eizicovits [2], Durmuş Halil, et al [3]; Homchanthanakul, J., et al. [4] та інших.

На кафедрі Агроінженерії Національного університету водного господарства та природокористування на замовлення тепличного господарства Рівненської області проводяться роботи, спрямовані на розробку крокуючого робота.

Прикладами є відомі роботи Digit, HRP-5, HEXU [5, 6, 7]. Незважаючи на популярність, крокуючі роботи все ще не досконалі й мають суттєвий недолік – на відміну від біологічного прототипу вони важко пристосовуються до місцевості зі змінним рельєфом, втрачають стійкість на перезволожених ґрунтах, пісках, поверхнях що густо покриті травою.

Процес розроблення конструкції робота ґрунтується на засадах системного аналізу складних технічних систем. Це дозволило окреслити основні системи майбутньої конструкції, що підлягають глибокому проробленню та перелік факторів впливу, які необхідно врахувати під час проведення проектних робіт.

В конструкції робота виділено шість функціональних груп: група датчиків, група приладів керування, група приводів, група ходової системи, енергетична група і група безпеки. Функціонування кожної з окреслених груп спрямовано на вирішення проблеми

стійкості та оптимізації траєкторії руху в конкретних умовах.

Для вирішення окресленої проблеми сформовано також перелік основних факторів впливу на функціонування проєктуємого робота, що дозволило нам отримати максимально вірні результати моделювання переміщення робота в просторі теплиць без втрати стійкості та взаємодії його рук із рослинним матеріалом.

Зокрема моделювання ходової системи проведено з урахуванням впливу: обмежень простору, в якому переміщується робот, характеристик поверхні з якою контактує ходова система:

- фізико-механічні характеристики ґрунту;
- форма рельєфу;
- наявність перешкод.

Вибір датчиків проводили з урахуванням специфіки кліматичних показників теплиці: температурний режим, вологість.

Обґрунтування конструкції ходової системи робота проводили на основі морфологічного аналізу. Нами проаналізовано чинні конструкції, які відрізняються кількістю ніг, їхнім структурним виконанням, конфігурацією стопи, кількістю та будовою шарнірних з'єднань.

Метою морфологічного аналізу було обґрунтування нового, функціонально раціонального рішення ходової системи. Було виконано вибір основних ознак:

- 1) кількість ступенів вільності.

Важливість даної ознаки обґрунтована тим, що від кількості ступенів вільності залежить можлива траєкторія руху, вид контакту з опорною поверхнею, що впливає на стійкість роботи. Крім того, конструктивне виконання ноги, вид її кріплення до тулуба також залежать від обраної кількості ступенів вільності ноги (стопи);

- 2) кількість ніг.

За даною ознакою оцінювали маневреність, стійкість, функціональність конструкції.

- 3) напрямки руху ніг в просторі.

За даними ознаками було складено морфологічну матрицю із зазначенням всіх складових елементів і можливими варіантами їхньої реалізації. З метою зменшення кількості варіантів можливих рішень було сформовано додаткову умову відбору: забезпечення стійкості.

## Список використаних джерел

1. Павленко В. І. Дистанційний модуль управління мобільним роботом сільськогосподарського призначення: пояснювальна записка до атестаційної роботи здобувача вищої освіти на другому (магістерському) рівні, спеціальність 151 - Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології / В. І. Павленко ; Харків. нац. ун-т радіоелектроніки – Харків, 2021 – 81 с.
2. Eizicovits D., Berman S. Efficient sensory-grounded grasp pose quality mapping for gripper design and online grasp planning. *Robotics and Autonomous Systems*. 2014. Vol. 62, no. 8. P. 1208–1219. URL: <https://doi.org/10.1016/j.robot.2014.03.011> (date of access: 02.11.2023).
3. Durmuş Halil, et al., (2015). The design of general purpose autonomous agricultural mobile-robot: "AGROBOT" / Durmuş Halil, et al., 2015 Fourth International Conference on Agro-Geoinformatics (Agro-geoinformatics). IEEE, 2015, pp. 49-53.
4. Homchanthanakul, J., et al. Neural Control with an Artificial Hormone System for Energy-Efficient Compliant Terrain Locomotion and Adaptation of Walking Robots. SCOPUS [online] . 2019 [cit. 2021-03-23]. Dostupné z: doi:10.1109/IROS40897.2019.8968580.
5. Acekman, Evan. Boston Dynamics' Spot Is Helping Chernobyl Move Towards Safe Decommissioning [online]. New York: IEEE Spectrum 2020 [cit. 2021-3-21]. Dostupné z: <https://spectrum.ieee.org/autamaton/robotics/robotics-hardware/boston-dynamicsspot-chernobyl>
6. Vincent, James. This walking package-delivery robot is now for sale [online]. New York: The Verge [2020] [cit. 2021-3-21]. Dostupné z: <https://www.theverge.com/2020/1/6/21050322/bipedal-robot-digit-agility-robotics-onsale-delivery-inspection-ces-2020>
7. Graf, Nicole, Alexander Behr, Kathryn A Daltorio a Nicole GRAF. Dactyls and inward gripping stance for amphibious crab-like robots on sand. *Bioinspiration & biomimetics* [online]. 2021 [cit. 2021-03-23]. ISSN 17483182. Dostupné z: doi:10.1088/1748-3190/abdd94.

**ВПЛИВ ВІДСТАНИ МІЖ ОСЯМИ ПРУТКІВ, ВЕЛИЧИНИ ГЕОМЕТРИЧНОГО ПЕРЕРІГУ ПРУТКІВ ТА ШВИДКОСТІ РУХУ МАШИНИ НА ТЯГОВИЙ ОПІР**

А. Шимко, к.т.н.;

О. Налобіна, д.т.н., професор

*Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне*

Картопля є одним із основних продуктів харчування на території України та досить популярною культурою у с/г виробництві. Механізоване збирання бульб картоплі є найбільш трудомісткою операцією у технології виробництва картоплі. І якість збирання, продуктивність і енергоємність процесу та втрати урожаю, в значній мірі, визначаються конструкцією підкопувального робочого органа картоплезбиральних машин.

Нами було запропоновано конструкцію підкопувально-сепарувального робочого органа картоплезбиральної машини [1] який складається із двох частин, а саме підкопульної частини та сепаруючої частини.

Для дослідження зміни тягового опору нами було проведено дослідження впливу відстань між центрами сепаруючих прутків, перерізу прутка та швидкості руху картоплезбиральної машини методом математичного планування експерименту.

Загальний вираз моделі, яка була використана для опису впливу вищезгаданих факторів отримала вигляд [2]:

$$K = f(X_1, X_2, X_3),$$

де  $X_1$  – відстань між осями прутків, м;  $X_2$  – величина розміру геометричного перерізу прутків, м;  $X_3$  – швидкість руху машини, м/с.

План-матриця повнофакторного експерименту набула вигляду (табл.1).

Таблиця 1

План-матриця повнофакторного експерименту  $2^3$

Номер досліджу	Значення кодіваних факторів			Значення критерію оцінки			
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$\bar{Y}_{U1}$	$\bar{Y}_{U2}$	$\bar{Y}_{U3}$	$\bar{Y}_{c_i}$
1	-1	-1	-1	3500	3470	3530	3500
2	+1	-1	-1	3000	3040	2975	3005
3	-1	+1	-1	3430	3400	3460	3430
4	+1	+1	-1	3400	3370	3430	3400
5	-1	-1	+1	4600	4560	4630	4597
6	+1	-1	+1	4105	4080	4125	4103
7	-1	+1	+1	4000	3960	4040	4000
8	+1	+1	+1	4350	4323	4375	4349

Після проведення обчислень ми отримали рівняння регресії у кодіваних факторах, яке набуло вигляду [2]:

$$Y = 464,3x_3 - 83,6x_1 + 163,5x_1x_2 + 47,6x_1x_3 - 84,5x_2x_3 + 163,5x_1x_2x_3 + 3798.$$

Поверхня відгуку у кодіваних факторах наведена на рис.1.

При перевірці адекватності за допомогою критерію Фішшера ми отримали позитивний результат ( $F = 3.943 < F(0.05; 1) = 4.46$ ).

Врахувавши зв'язок кодіваних факторів із дійсними, рівняння регресії набрало вигляду:

$$Y = 596.64 \cdot X_3 - 72713.64 \cdot X_2 - 65943.94 \cdot X_1 + 6.55 \cdot X_1 \cdot X_2 - 6806.06 \cdot X_1 \cdot X_3 - 79503.03 \cdot X_2 \cdot X_3 + 2.75 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 + 4023.2.$$

За отриманим рівнянням регресії було побудовано поверхні відгуку при швидкостях переміщення, які становили:  $V=1$  км/год,  $V=2,38$  км/год та  $V=3,75$  км/год (рис.2.).

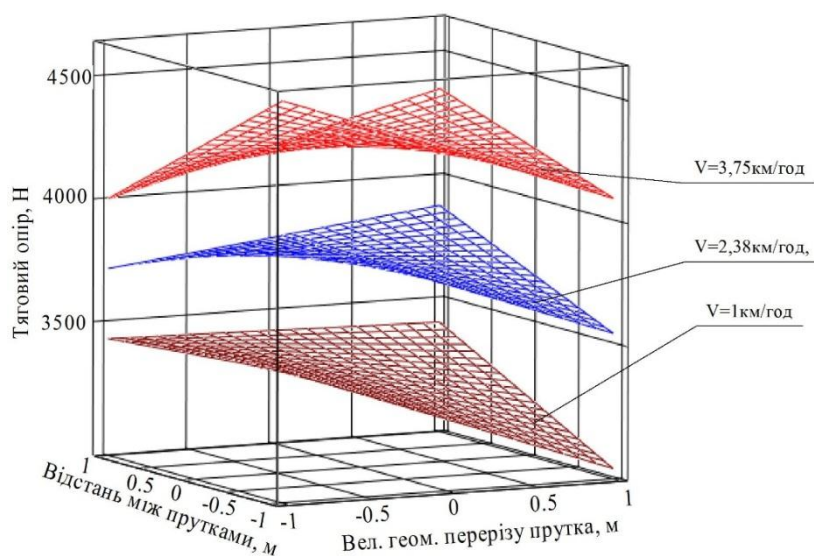


Рис. 1. Поверхня відгуку в кодованих факторах

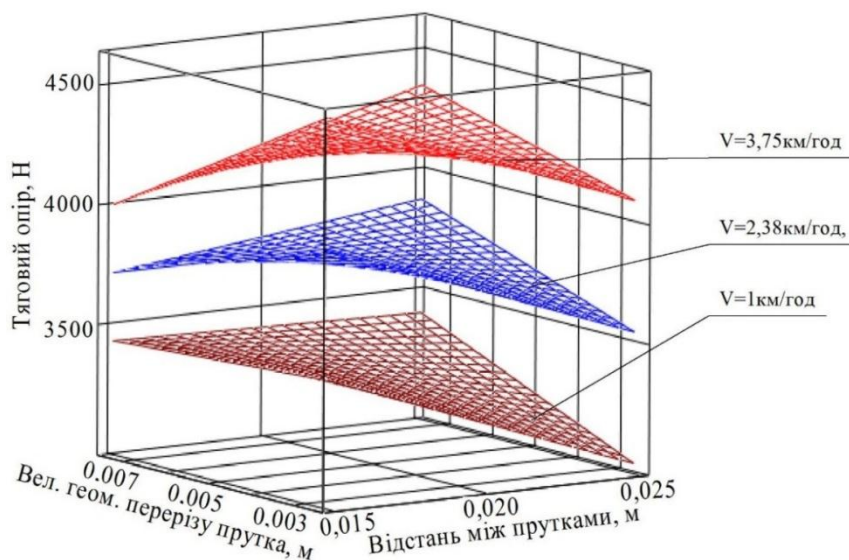


Рис.2. Поверхня відгуку зміни тягового опору від відстані між осями прутків, величини розміру геометричного перерізу прутків та швидкості руху машини за умови, що швидкість переміщення становить:  $V=1$  км/год,  $V=2,38$  км/год та  $V=3,75$  км/год.

Отже, з рівняння регресії видно, що найбільш значущими параметрами, які впливають на показник тягового опору є розмір геометричного перерізу прутка та швидкість руху машини.

### Список використаних джерел

1. Налобіна О.О., Шимко А.В. Підкопуючий робочий орган бульбозбиральної машини : патент на корисну модель № 131318 Україна : № u201807674; заявл. 09.07.2018; опубл. 10.01.2019. Бюл. № 1. 4 с.
2. Гришук Ю. С. Основи наукових досліджень: Навч. посібник. / Ю.С. Гришук. – Харків: НТУ «ХПІ», 2008. – 232 с.

## ВИЗНАЧЕННЯ ТЯГОВОГО ОПОРУ РОБОЧОГО ОРГАНА КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИН

А. Шимко, к.т.н.;

О. Змієвська, асистент

*Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне*

При дослідженні тягового опору при використанні робочого органа картоплезбиральної машини [1], який був запропонований викладачами кафедри «Агроінженерії» Національного університету водного господарства та природокористування (м. Рівне), був використаний ґрунтовий калан з використанням моделі підкопувально-сепарувального робочого органа.

Ґрунтовий канал являє собою бетонний лоток із розмірами 10x1,8x1,5 м, заповнений ґрунтом. Над каналом по рейках пересувається динамометрично-тензометричний візок, який являє собою зварну конструкцію, яка спирається на чотири колеса з ребордами. В якості силового обладнання використано електродвигун трьохфазного струму, трансмісія трактора ДТ-75Б і барабан будівельної лебідки. Робочий орган закріплювали на рамі тензометричного візка. За допомогою привода через трос установці надавалася швидкість руху. При цьому робочий орган був занурений в ґрунт в каналі на певну глибину. При проходженні деякої відстані за допомогою персонального комп'ютера проводився замір тягового опору та результат вносився в таблицю. Після цього проводилася заміна підкопувально-сепарувального робочого органа на підкопувально-сепарувальний робочий орган із іншими формоутворювальними параметрами, які визначали його геометрію.

Щільність ґрунту у каналі змінювалась штучно у межах 1,0...1,5 г/см<sup>3</sup>. Важкість розробки ґрунту також оцінювали числом ударів ударника ДорНДІ.

У ході експериментальних досліджень визначено показники тягового опору при використанні робочих органів із наступними формоутворювальними параметрами:  $c = 0,95$ ,  $b = 1,5$ ,  $\varphi = 0,25$ ;  $c = 1,05$ ,  $b = 1,5$ ,  $\varphi = 0,25$ ;  $c = 0,95$ ,  $b = 1,5$ ,  $\varphi = 0,15$ .

За даними формоутворюючими параметрами побудовано 3D моделі робочого органа (рис.1) та визначено основні конструктивні параметри для виготовлення фізичних моделей робочого органа. Основною відмінністю виготовлених моделей є позовжній кут нахилу поверхні, який для моделі №1 становить 10<sup>0</sup> у зоні лемішної частини та 15<sup>0</sup> в зоні сепарувальної частини робочого органа; моделі № 2 - 5<sup>0</sup> та 25<sup>0</sup>, моделі № 3 – 10<sup>0</sup> і 20<sup>0</sup> відповідно.

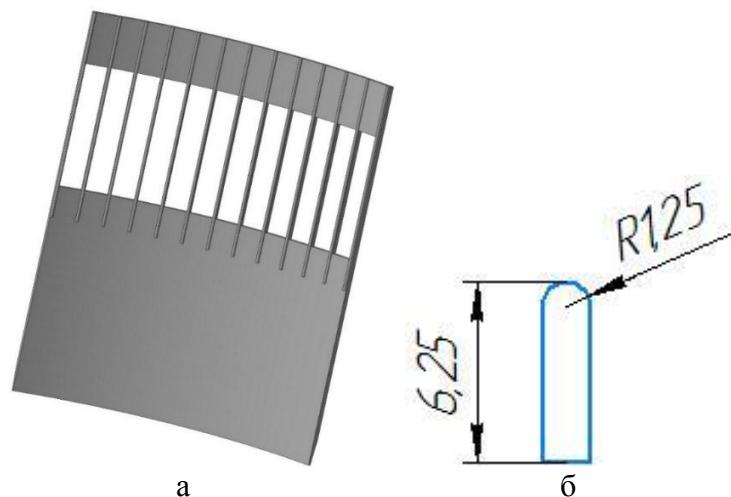


Рис.1 Модель робочого органа [1]:

а – загальний вигляд робочого органа; б – геометричний переріз прутка

Таблиця 1

Показник тягового опору при значенні формоутворювальних параметрів  $c = 0,95$ ,  $b = 1,5$ ,  $\varphi = 0,25$

Експериментальне значення, Н	Теоретичне значення, Н	Розбіжність, %
3595	3425	4,9
3362		1,8
3280		4,2
3260		4,8
3260		4,8
3225		5,8
Середнє значення		4,38

Таблиця 2

Показник тягового опору при значенні формоутворювальних параметрів  $c = 1,05$ ,  $b = 1,5$ ,  $\varphi = 0,25$

Експериментальне значення, Н	Теоретичне значення, Н	Розбіжність, %
3750	3650	2,7
3910		7,1
3925		7,5
3890		6,8
3910		7,1
3880		6,3
Середнє значення		6,25

Таблиця 3

Показник тягового опору при значенні формоутворювальних параметрів  $c = 0,95$ ,  $b = 1,5$ ,  $\varphi = 0,15$

Експериментальне значення, Н	Теоретичне значення, Н	Розбіжність, %
3598	3560	1,1
3420		3,9
3380		5,1
3360		5,6
3410		4,2
3480		2,2
Середнє значення		3,69

Розбіжність теоретичних і експериментальних даних не перевищує 10%, що доводить їхню узгодженість.

З аналізу отриманих значень бачимо, що робочий орган, конструктивні параметри якого встановлено за рахунок побудови 3D моделі з використанням програмного продукту Mathematica, за умови, що формоутворювальні параметри  $c$ ,  $b$  та  $\varphi$ , які входять у рівняння поверхні леміша та поверхні, в якій розміщені сепарувальні прутки, та характеризують форму розташування та параметри кривизни поверхні лемешної частини, яка в подальшому переходить в пруткову сепарувальну частину, становлять:  $c = 0,95$ ,  $b = 1,5$ ,  $\varphi = 0,25$  створює мінімальний тяговий опір.

Зростання величини тягового опору за умови використання моделей № 2 і № 3 пояснюється зростанням кута входження лемеша у ґрунт (табл. 4.91).

Таблиця 4

Кут входження робочого органа в ґрунт

Номер моделі	1	2	3
Кут входження, град.	20	28	25

При цьому для забезпечення необхідної глибини ходу (прийнято 0,19 м) потрібно було забезпечити зростання довжини леміша.

### Список використаних джерел

1. Налобіна О.О., Шимко А.В. Підкопуючий робочий орган бульбозбиральної машини : патент на корисну модель № 131318 Україна : № u201807674; заявл. 09.07.2018; опубл. 10.01.2019. Бюл. № 1. 4 с.

УДК 631.9

## ***ІСТОРИЧНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ ДОСЛІДНОЇ СПРАВИ З ПИТАНЬ МЕХАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ НА КІРОВОГРАДЩИНІ***

**О. Гайденко, к. т. н., старший науковий співробітник  
Інститут сільського господарства СТЕПУ НААН України**

Наприкінці ХІХ та на початку ХХ століття на значних просторах півдня Степу розширювалися площі під сільськогосподарськими культурами. Для підвищення продуктивності праці в землеробстві власники землі застосовували механізацію ручної праці на деяких технологічних процесах. Використовували кінні рядкові сівалки, які випускалися заводом братів Ельворті (зараз АТ “Ельворті”), культиватори та інші як вітчизняні так і іноземні ґрунтообробні та посівні машини (рис. 1).

Поширення засобів механізації вимагало вивчення можливостей застосування цих машин в умовах зони, відповідності їх агротехнічним вимогам [1]. В зв'язку з цим 25 жовтня 1913 р. на базі Аджамської сільськогосподарської дослідної станції було створено машиновипробувальний відділ, який очолив відомий на той час інженер Нагібін В. І. [2].



Рис. 1. Ґрунтообробні та посівні машини якими працювали на початку ХХ століття

Працівники відділу проводили випробування плугів та рядкових сівалок, надавали консультації селянам по їх використанню. В 1915 році під керівництвом інженера Мещеріна В. І. випробували дискову борону (виробництва США) на парокінній тязі та культиватори з різними робочими органами для боротьби з бур'янами на парах [3, 4].

На початку 1929–31 рр. робота дослідної станції та машиновипробувального відділу не могли задовольнити вимоги укрупнених сільськогосподарських господарств, які утворилися шляхом колективізації [5]. Тому з приходом на поля нових, на той час, тракторів “У–1”, “У–2”, “ХТЗ” і до них знарядь, змусило науковців з машиновипробувального відділу змінити свою роботу в бік розробки нових технологічних прийомів і їх перевірки у виробництві в основних районах Степу при вирощуванні олійних культур. Це вперш чергу відносилось до



механізації основного обробітку ґрунту, внесення добрив під олійні культури, техніки сівби, системи догляду за рослинами і їх збирання. Ще більше розширились функції науковців з впровадженням у господарствах жаток-лобогрійок, молотарок типу “М-1100”, а пізніше причіпних комбайнів “Комунар”.

У зв'язку зі створенням в 1956 році на базі Української науково-дослідної станції олійних культур Кіровоградської державної сільськогосподарської дослідної станції, відділ реорганізували у лабораторію механізації, співробітники якого впроваджували квадратно-гніздовий спосіб сівби соняшнику, кукурудзи, вдосконалювали машини та технологію, навчили нові прийоми одержання високих врожаїв цих культур [6].

У 1970–80 рр. співробітники лабораторії працювали в комплексі з іншими відділами, а дослідження були спрямовані на удосконалення механізації технологічних процесів в рослинництві та тваринництві. На базі перспективних машин розроблена технологія вирощування просапних культур без затрат ручної праці, потокова технологія очистки насіння зернових і зернобобових культур, встановлено комплекс машин для механізації основних процесів в м'ясному скотарстві (Підвезена Л. В., Матвєєв К. Д.), адаптована промислова технологія виробництва молока на промисловій основі з доїнням корів в молочному залі на доїльній установці “Ялинка” (Швець В. А., Бобров В. В., Стусь К. І.).

В період широкого впровадження у сільськогосподарське виробництво індустриальних технологій, робота науковців лабораторії була направлена на вдосконалення робочих органів сільськогосподарських машин та знарядь. В результаті вдосконалення розкидачів мінеральних добрив 1РМГ-4 та НРУ-0,5 продуктивність та рівномірність розкидання в цих машин підвищилася відповідно у 1,2–1,8 та у 1,3 рази. Для покращення якості внесення гербіцидів створено експериментальний стенд та розроблено монограму для визначення оптимальних параметрів різних типів розпилювачів. Крім того, співробітниками постійно проводилась робота по навчанню та підвищенню кваліфікації агрономів, інженерів, трактористів-машиністів, ланкових механізованих ланок по питаннях комплектування, технологій та технічній налагодці машинно-тракторних агрегатів.

З 1989 року робота в лабораторії механізації була спрямована на випробування та науково-виробничу перевірку нової техніки та технологій в умовах сільськогосподарських підприємств Кіровоградської області. Одержані експериментальні дані по перспективному способу збирання зернових колосових культур методом очісування. В результаті збирання зерна цим способом втрати зерна не перевищували 1 %, травмованого зерна не більше 6–7 %, лабораторна схожість при цьому становила 96 %. В ті часи цей спосіб збирання зернових культур знайшов застосування при виробництві таких машин. Розроблені жатки до зернозбиральних комбайнів СК-5, Лан, Джон Дір. По даних наукових установ застосування цих жаток (ЖОН-4, ЖОН-6) підвищувало продуктивність комбайнів в 2–2,5 рази.

В ґрунтово-кліматичних умовах області співробітниками лабораторії (Стусь К. І., Темченко А. М., Діхтяр В. І., Скалецкий Ю. М.) проведена експлуатаційно-технологічна оцінка експериментальних ґрунтообробних знарядь: плуга ПНЯ-4-40 зі змінними корпусами КУ-40, розпушувача ПРК-3-40, робочих органів типу “Параплау” – ПРН-31000 тощо (рис. 2). Встановлено, що при дефіциті вологи плуг ПНЯ-4-40 зі змінними корпусами КУ-40, розпушувач ПРН-31000 забезпечували технологічний процес обробітку з якісним кришенням ґрунту. В таких умовах плуг-розпушувач ПРК-3-40 був не працездатний.

З розвитком фермерських господарств в лабораторії проводилась науково-виробнича перевірка повного комплексу знарядь для цих господарств, який включає начіпну борону НБ-5, культиватор КРН-2,8, плуги ПН-2-30, ПН-3-30 та косарку КІР-1,2 для скошування батьківських форм гібридної кукурудзи. Вивчалися і комбіновані машини для обробітку ґрунту (ПЩН-2,5 та АРП-3), які показали високі агротехнічні та експлуатаційні показники. В процесі досліджень виявлено конструктивні недоліки та визначено місце застосування машин і знарядь в технологічному процесі при підготовці ґрунту.

Поглиблено проводилися дослідження по особливостях використання техніки і в процесі реформування агропромислового комплексу, яке характеризується виникненням

різних за площею, формою власності, технічною забезпеченістю та економічною спроможністю господарств. Вивчалось як використовується техніка у господарствах фермерів, одноосібників, селянсько-фермерських кооперативів, агрофірмах, агропромислових об'єднань тощо. Така робота викликала нові форми досліджень по використанню машин в господарствах, на міжгосподарській основі, з урахуванням нових земельних відносин.

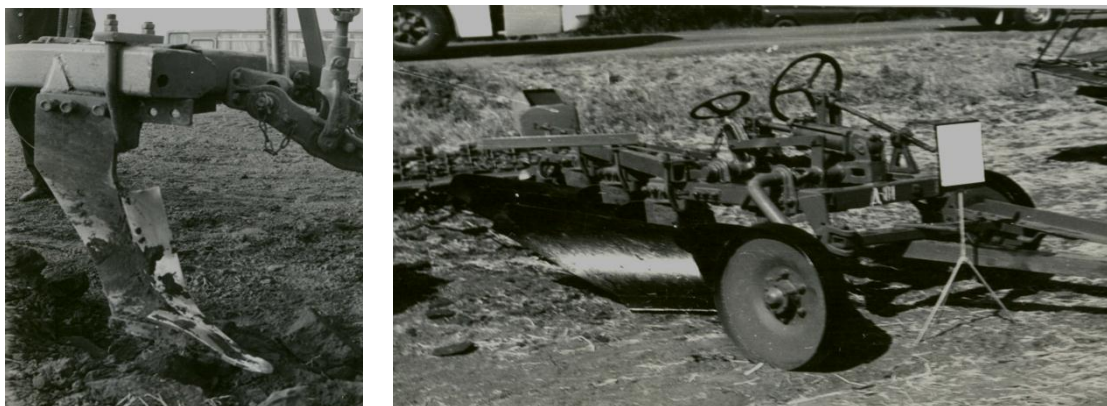


Рис. 2. Випробування експериментальних ґрунтообробних знарядь

Наприкінці 1990-х та на початку 2000-х років науковці лабораторії механізації (Стусь К. І., Темченко А. М., Шаповалова С. А. та Прудкун С. В.) працювали над проблемами використання техніки в умовах, коли рівень зносу МТП в сільськогосподарських підприємствах складав 90 – 95 %, а коефіцієнт готовності знизився до 0,6 і практично майже не оновлювалася матеріально-технічна база господарств. Встановлено, що в цих умовах великі резерви підвищення ефективності експлуатації техніки в формуваннях типу МТС, збирально-транспортних загонах, створених на основі високопродуктивних вузькоспеціалізованих машин. При їх використанні годинна продуктивність техніки підвищується в 1,5 – 2 рази, а її середній виробіток у 3 – 5 разів, порівняно із середніми даними експлуатації таких же машин в окремих господарствах. Враховуючи економічний стан різних сільськогосподарських формувань наука і практика свідчить, що досить ефективним в цих умовах є багатозмінне використання техніки, що забезпечить виконання сільськогосподарських робіт в оптимальні агростроки.

З 2000 по 2005 рр. колектив науковців лабораторії механізації (Стусь К. І., Темченко А. М., Гайденко О. М.) працював над виконанням завдання науково-технічної програми Української академії аграрних наук “Оптимізація технічного забезпечення аграрних підприємств області на основі регіональних нормативів потреби в техніці під прогнозовані обсяги виробництва продукції”. Для базових сільськогосподарських підприємств області було проведено аналіз організаційних форм використання техніки в нових умовах землекористування, розроблено зональні нормативи витрат матеріально-технічних ресурсів і паливно-мастильних матеріалів для виробництва продукції рослинництва за ресурсоощадними технологіями в господарствах усіх форм землекористування, проведено оптимізацію технічного забезпечення аграрних підприємств області на основі регіональних нормативів потреби в техніці під прогнозовані обсяги виробництва продукції. На основі проведених досліджень було визначено оптимальну структуру, кількісний склад МТП, згідно розроблених нормативів, що забезпечувало зниження експлуатаційних витрат при виробництві сільськогосподарської продукції.

В період з 2006 по 2010 рр. науковий колектив лабораторії (Гайденко О. М., Сало В. М., Темченко А. М., Панін С. В.) працював над виконанням завдання “Відпрацювати зональні технологічні комплекси високопродуктивних сільськогосподарських машин для виробництва продукції рослинництва та раціональні форми їх використання”. Було досліджено організаційно-виробничу структуру аграрного сектора Кіровоградської області.

В досліджуваному господарстві визначено основні техніко-економічні показники роботи МТП: витрата палива, рівень річного завантаження, затрати на ремонт. Визначено надійність роботи і затрати на використання сільськогосподарської техніки іноземного виробництва та рівень її завантаження. Проведено економічне обґрунтування запропонованих розробок. Досліджено рівень технічної готовності та ефективності використання МТП в господарствах області та встановлено, що завдяки використанню науково-обґрунтованого комплексу ґрунтообробних та посівних машин досягається скорочення затрат часу на сівбу до 75 %, витрат ПММ на 20 % та сукупних затрат на гектар до 16 % в порівнянні до традиційної технології (рис. 3).



Рис. 3. Сучасні ґрунтообробно-посівні машини, які випробувані та впроваджені у ДП “ДГ “Елітне” КІАПВ НААН”

З 2006 по 2009 роки Гайденко О. М., сумісно з науковцями ННЦ “ІМЕСГ” УААН, проводив дослідження у відповідності до тематичних планів НДР згідно із завданням “Розробити механіко-технологічні основи, технологічні процеси та технічні засоби для виробництва субстратів і їстівних грибів з використанням пристосованих приміщень”. Дослідження були спрямовані на зниження енергомосткості виробництва та підвищення якості субстрату для вирощування гливи шляхом оптимізації конструкційно-режимних параметрів поршневого ущільнювача з одночасним пакуванням субстрату у мішки. Результати проведених досліджень дали можливість розробити методику інженерного розрахунку конструкційно-технологічних параметрів та конструкцію поршневого ущільнювача з двома взаємоперпендикулярними камерами ущільнення. Основні результати досліджень представлені у науково-практичному виданні “Технологічний процес виробництва субстрату для вирощування гливи методом ферментації в пастеризаційній камері” [7], впроваджений у ТОВ “Славута” Білоцерківського р-ну, Київської обл.

Впродовж багатьох років триває співпраця науковців лабораторії механізації з освітянами кафедри Сільськогосподарського машинобудування Кіровоградського національного технічного університету (нині ЦНТУ) у плані сумісних розробок та випробування сучасних сільськогосподарських машин та елементів робочих органів. До основних вагомих сумісних розробок, які пройшли випробування, слід віднести:

- культиватор розпушувач сівалка КРУ–4 – комбіноване знаряддя для одночасного виконання операцій безвідвального основного (до 20 см), чи поверхневого (10 – 15 см) обробітку ґрунту, суцільного локального внесення мінеральних добрив під розпушений шар ґрунту та прямої смугової сівби (рис. 4). При використанні розробленого комбінованого знаряддя скорочується кількість задіяних машин, що дозволяє провести сівбу в короткі агротехнічні строки та досягнути економію загальних прямих експлуатаційних витрат;

- культиватор КПМ–6 – комбінований універсальний культиватор, призначений для основного безвідвального та поверхневого обробітку ґрунтів на глибину від 5 до 20 см в осінній та весняний періоди в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України. Окрім цього

культиватор може бути додатково обладнаний щілинорізами та різними варіантами додаткових робочих органів.



Рис. 4. Загальний вигляд культиватора розпушувача сівалки КРУ–4 та його робочих органів

Було проведено випробування різних конструкцій подрібнювачів рослинних решток (рис. 5) та встановлено, що одним із шляхів покращення показника подрібнення рослинних решток – введення до відомої конструкції машини додаткових робочих органів, разом з тим для забезпечення високої ефективності їх роботи потребує теоретичного обґрунтування їх раціональних конструктивних та технологічних параметрів.



Рис. 5. Випробування подрібнювачів рослинних решток

У 2009 році колектив лабораторії механізації приймав участь у виконанні досліджень за грантом, наданим молодим науковцям Кіровоградською обласною радою: «Пошук шляхів оптимального використання наявного ресурсного потенціалу Кіровоградської області для забезпечення розвитку відновлювальної та альтернативної енергетики».

За даними проведених досліджень та розробленої економіко-математичної моделі встановлено, що за рахунок використання перспективних технологій отримання енергії із біомаси та відходів сільськогосподарського виробництва в Кіровоградській області потенційно можна замінити близько 27,5 % споживаних традиційних паливно-енергетичних ресурсів, або 330,7 тис. т у. п.

Таким чином, основними шляхами оптимізації ресурсного потенціалу Кіровоградської області для розвитку відновлювальної та альтернативної енергетики є раціональне використання біоенергетичного потенціалу соломи, біогазу та біопалива для потреб паливно-енергетичного комплексу регіону.

З 2011 року науковці лабораторії (Гайденко О. М., Сало В. М., Кернасюк Ю. В.) працювали над виконанням завдання “Розробити технологічний регламент заготівлі рослинної біомаси для використання як твердого біопалива”. Дослідження були спрямовані на розробку технологічного процесу та обґрунтування комплексів технічних засобів для заготівлі та використання рослинної біомаси (соломи) в якості твердих біопалив для

підвищення рівня енергетичної автономності сільськогосподарського виробництва.

При дослідженні потенціалу сільськогосподарської органічної сировини рослинного походження в Кіровоградській області було встановлено, що в середньому за період з 2005 по 2010 роки в господарствах районів щорічно є в наявності близько 2,1 млн т доступної соломи, з якої розрахунковий залишок, який можна використати для енергетичних потреб щорічно становить у межах від 605 до 1312 тис. т.

Встановлено, найбільш доцільною технологією заготівлі соломи на енергетичні цілі є валкова, так як передбачає заготівлю соломи в ущільненому вигляді, що має ряд технологічних переваг.

Для перевезення ущільненої соломи в тюках або рулонах запропоновано ряд технічних засобів вітчизняного виробництва – це причепи серії РВ (ТОВ “Агро-Ідея”), причепи-платформи ПП-12/3 та причепи-тюковози самозавантажувальні моделей ПТ-10 (-12, -15) виробництва “Заводу Кобзаренка”. Використання самозавантажувальних причепів-тюковозів має ряд переваг в технологічному процесі заготівлі соломистої маси, що мінімізує використання ручної праці при підбиранні та розвантаженні рулонів (рис. 6).



Рис. 6. Причеп-тюковоз самозавантажувальний моделі ПТ.

При техніко-економічному обґрунтуванні засобів механізації для заготівлі рослинної біомаси встановлено, що найбільш ефективною, є валкова технологія заготівлі соломи з механізованим навантаженням і розвантаженням соломи, що забезпечує зниження собівартості виробництва 1 т на 14,4 % порівняно із потоковою технологією.

Спільно з фахівцями Головного управління АПР Кіровоградської ОДА науковці лабораторії приймали участь при розробці пріоритетних напрямків наукового забезпечення з метою реалізації Комплексної програми розвитку аграрного сектора економіки Кіровоградської області на 2011–2015 рр. Розроблено проекти обласних програм “Зерно Кіровоградщини 2011–2015” та “Олійні культури Кіровоградщини 2011–2015”.

У 2011 році науковці лабораторії випробування, економічного обґрунтування та наукового супроводження інноваційних технологій (Гайденко О. М., Сало В. М.), приймали участь у виконанні досліджень за грантом, наданим молодим науковцям Кіровоградською обласною радою: “Обґрунтування параметрів робочих органів та розробка модуля для прямої сівби зернових культур”. При застосуванні розробленого посівного модуля стає можливою практична реалізація елементів енергозберігаючої, ґрунтозахисної технології вирощування сільськогосподарських культур в умовах регіону, що в подальшому зведе до мінімуму негативний, з екологічної точки зору, вплив засобів механізації на ґрунт, забезпечить підвищення продуктивності праці та рентабельності виробництва в цілому.

Основні результати наукових досліджень, проведених науковцями лабораторії увійшли складовою частиною при підготовці рекомендацій щодо проведення комплексу

весняно-польових робіт, механізації основних робіт при вирощуванні, збиранні сільськогосподарських культур та підготовки до сівби озимих культур, при розробці системи машин для комплексної механізації агропромислового виробництва в книзі “Науково-обґрунтована система ведення агропромислового виробництва в Кіровоградській області” [8] та щорічному науковому збірнику “Вісник Степу”. З метою висвітлення результатів досліджень у засобах масової інформації науковці лабораторії щорічно є авторами та співавторами статей у таких періодичних виданнях: “Агробізнес сьогодні”, “The Ukrainian Farmer”, “Хімія, агрономія, сервіс” та ін.

Останніми роками, під керівництвом д. т. н., професора Голуба Г. А., колективом науковців було проведено ряд досліджень, результати яких висвітлено у монографії “Інженерія виробництва гливи” [9], де наведено основні принципи біологічної конверсії органічної сировини агроценозів у штучних умовах із виробництвом їстівних грибів та висвітлені наукові основи створення технічних засобів для агропромислового виробництва субстратів та грибів гливи.

За результатами проведених досліджень науковцями також видано монографію “Технологічний процес заготівлі та використання рослинної біомаси як твердого біопалива” [10], у якій досліджено біоресурсний потенціал рослинної біомаси сільськогосподарських культур у Кіровоградській області, проведено аналіз існуючих в регіоні технологій збирання рослинної біомаси та виробництва твердого біопалива, встановлено параметри контролю та оцінки якості роботи машин для збирання та обладнання для виробництва паливних гранул, вивчено перелік технологічних операцій під час виробництва твердого біопалива та етапи їх виконання; розроблено технологічний процес заготівлі рослинної біомаси для використання як твердого біопалива з техніко-економічною оцінкою засобів механізації для заготівлі, виробництва та спалювання рослинної біомаси. Монографія призначена для наукових працівників, аспірантів, студентів та фахівців агропромислового виробництва [11].

У різні часи над питаннями механізації виробничих процесів в установі працювали і внесли гідний вклад у її роботу вчені Баєв У. П., Соловйов В. А., Чуприна В. Ф., Макаров О. В., Денисенко І. І., Підвезена Л. В., Матвеев К. Д., Сахацький І. І., Стусь К. І., Швець В. А., Бобров В. В., Скалецький Ю. М., Ангурець М. М., Діхтяр В. І., Темченко А. М., Шаповалова С. А. та інші. За вагомий внесок у розвиток аграрної науки науковці лабораторії були нагороджені Почесними грамотами Президії НААН та Міністерства аграрної політики України та ін. [12, 13].

Чітко розуміючи свою роль і завдання, у вирішенні проблем механізації агропромислового виробництва, колектив науковців і в подальшому планує підвищувати результативність наукових досліджень та впроваджувати завершені наукові розробки у сільськогосподарське виробництво.

### **Список використаних джерел**

1. Труды Аджамской сельскохозйственной станции Херсонского губернского земства. Машиноиспытательный отдел. Данные испытания плугов и рядовых сеялок в 1913 году. – Елисаветград, 1914. – С. 4 – 12.
2. Нагибин В. И. Данные испытания рядковых сеялок в 1913 году на Аджамской с.-х. опытной станции / В. И. Нагибин. – Киев. – 1914. – С. 4 – 12.
3. Мещерин В. И. Отчет по испытанию с.-х. машин при машиноиспытательном отделе. Дисковый культиватор. – Киев, 1915.
4. Мещерин В. И. Отчет по испытанию с.-х. машин при машиноиспытательном отделе. Пароочистители. – Киев, 1915.
5. Краткие итоги работы по масличным культурам за 1931–1935 годы. – Госсельхозиздат УССР. – Вып. 1-к, 1957.
6. Устінчик О. К. Короткі підсумки роботи Кіровоградської обласної державної сільськогосподарської дослідної станції / зб. “Степове землеробство”. – Урожай. – Вип. 7-к. – 1972. – С. 82 – 92.

7. Технологічний процес виробництва субстрату для вирощування гливи методом ферментації в пастеризаційній камері : науково-виробниче видання / Г. А. Голуб, Г. Л. Абросимова, О. М. Гайденко, О. І. Кепко, А. І. Томащук. – К. : Наук. світ. – 2010. – 30 с.
8. Науково-обґрунтована система агропромислового виробництва в Кіровоградській області / В. В. Савранчук, І. М. Семеняка, М. І. Мостіпан, Л. П. Пікаш, С. М. Слободян. – Видавництво ПП “Ліра ЛТД”, Кіровоградський інститут АПВ УААН, 2005. – 268 с.
9. Голуб Г. А. Інженерія виробництва гливи / Г. А. Голуб, О. М. Гайденко, О. І. Кепко. – Кіровоград : СПД ФО Лисенко В. Ф., 2012. – 448 с.
10. Гайденко О. М. Технологічний процес заготівлі та використання рослинної біомаси як твердого біопалива: *монографія*. Київ: Аграр. наука, 2017. 144 с.
11. Гайденко О. М. Наукові дослідження з питань використання альтернативних видів палива на Кіровоградщині / О. М. Гайденко // Матеріали XVI Всеукр. наук. конф. молодих учених та спеціалістів “Історія освіти, науки і техніки в Україні” (14 травня 2021 р.). Київ: ННСГБ НААН, 2021 – С. 40 – 42. Режим доступу: <http://dnsgb.com.ua/files/XVI-konf-2021.pdf>
12. Історія в особистостях. Кіровоградський інститут агропромислового виробництва НААН України (1912–2012) / За ред. В. В. Савранчука; Видання друге, доповнене до 100-річчя створення установи. – Кіровоград: КОД, 2012. – 160 с.
13. Кіровоградський інститут агропромислового виробництва: минуле і сьогодення (1912–2012). – Короткий історичний нарис до 100-річчя заснування установи – Кіровоград: КОД, 2012. – 72 с.

УДК 631.173

## ***ВИКОРИСТАННЯ МАШИННО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СТАНЦІЙ У СУЧАСНИХ УМОВАХ***

**В. Ковтун, студент**

*Полтавський державний аграрний університет*

У сучасній кризовій ситуації забезпечення сільськогосподарською технікою одним із головних резервів, що дозволяє підвищити ефективність її використання, є система машинно-технологічні станції (МТС).

В сучасних умовах МТС розвиваються як організаційно-правові форми концентрації виробництва так і ефективного використання техніки. В основу їх діяльності покладено взаємні інтереси самої МТС і господарств з обов'язковою відповідальністю станцій за терміни і якість виконуваних робіт.

До недоліків організації мережі МТС відносяться, в першу чергу, недостатнє регулювання і контроль розвитку машинно-технологічні станції з боку державних органів. Більшою мірою це стосується виділення коштів по лізингу, коли треба стежити не тільки за поверненням коштів, а й за їх використанням.

Кількість і структура технічних засобів, що входять до складу МТС, багато в чому визначаються спеціалізацією обслуговування господарств, наявністю у них власних виробничих ресурсів, обсягом площ, зайнятих під сільськогосподарські культури, і іншими виробничо-технологічними факторами.

При виборі організаційної форми враховуються зовнішні і внутрішні чинники. До внутрішніх відносяться: розмір підприємства, склад технологічного комплексу машин, їх продуктивність, сезонне навантаження, технічний стан, термін служби, наявність і кваліфікація кадрів та ін. Зовнішні фактори складають: наявність ринку необхідної техніки, розвиненість дилерської мережі та сервісної служби, надійність партнерів і підрядників та ін.

Склад витрат при різних організаційних формах володіння технікою представлений на рис. 1. На рисунку колами позначені різні організаційні форми використання техніки. У зоні перетину кіл розташовані точки, що позначають витрати які однакові при різних формах використання машинно-тракторного парку.

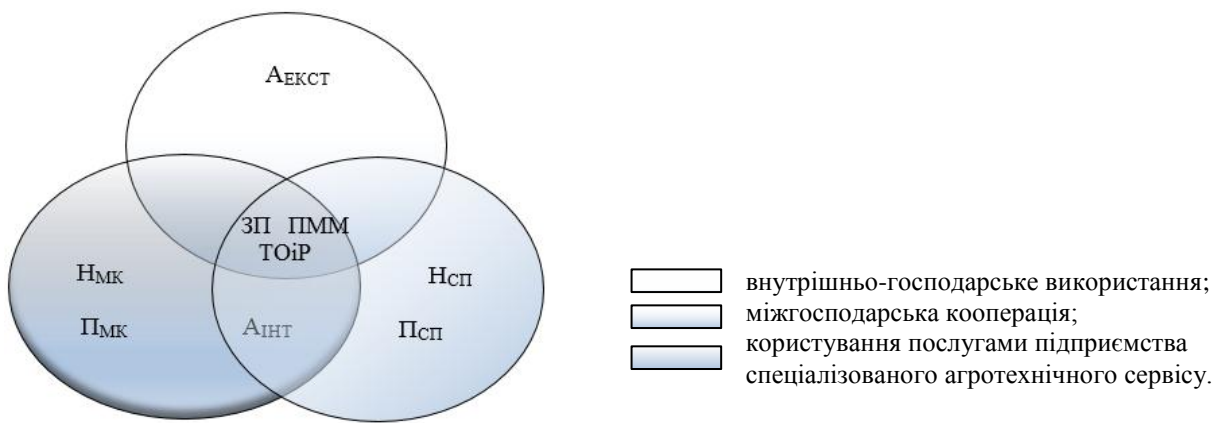


Рис. 1. Витрати при різних організаційних формах володіння технікою:

ЗП - заробітна плата, грн/га; ТОіР - витрати на технічне обслуговування, ремонт і зберігання, грн/га; ПММ - вартість паливно-мастильних матеріалів, грн/га; А<sub>екст</sub> - амортизаційні відрахування при нормальному і екстенсивному завантаженні техніки, грн/га; А<sub>інт</sub> - амортизаційні відрахування при інтенсивній експлуатації техніки, грн/га; Н<sub>мк</sub> - податки і організаційно-управлінські витрати міжгосподарського кооперативу, грн/га; Н<sub>сп</sub> - організаційно-управлінські витрати і податки сервісного підприємства, грн/га; П<sub>мк</sub> - планові накопичення міжгосподарського кооперативу, грн/га; П<sub>сп</sub> - планові накопичення спеціалізованого сервісного підприємства, грн/га.

У рівних виробничих умовах величина цих витрат у розрахунку на гектар однакова. У зоні, де окружності не перетинаються, розташовані точки, що позначають витрати, властиві тільки даній організаційній формі використання техніки.

Певний інтерес для вітчизняного сільського господарства представляє досвід організації спільного використання техніки дрібними і середніми сільськими товаровиробниками за кордоном.

Класифікація зарубіжних форм використання техніки проводиться за двома основними ознаками – формою власності і цілі використання машини та ділиться на чотири групи.

Першу групу утворює внутрішньо-фермерська експлуатація машин, коли вся техніка належить одній людині і використовується в одному фермерському господарстві. У західних країнах сільське господарство представлено в основному сімейними фермами, які мають, найчастіше, в наявності весь спектр машин, необхідний для сільськогосподарського виробництва. Однак сучасна енергонасичена техніка представлена високопродуктивними дорогими машинами, оптимальне сезонне навантаження яких перевищує потреби дрібних і середніх ферм, а висока ціна підвищує амортизаційні відрахування і, тим самим, вартість сільськогосподарської продукції. Це є причиною пошуку можливості сезонного напрацювання з метою зниження витрат через їх спільне використання.

Друга група – товариства зі спільного використання техніки. До них відносяться машинні ринги, сусідська допомога, машинні списки та ін. В даному випадку техніка тільки використовується за межами своєї ферми, залишаючись у володінні одного господаря, який, зазвичай, сам нею і управляє. Фермери, чії ферми розташовані недалеко один від одного, домовляються про створення машинного рингу і надають інформацію про незавантажену техніку на своїх фермах і терміни, в які вони можуть виконувати роботу для інших членів рингу. Кожен з фермерів-членів машинного рингу для виконання робіт в своєму господарстві наймає колег, і ті виконують їх на своїх машинах. Диспетчерська машинного рингу погоджує терміни виконання робіт і здійснюється контроль за їх виконанням.

Третю групу складають міжфермерські кооперативи. При цій формі володіння технікою, покупка і спільне володіння здійснюється кількома фермерами. Відмінною особливістю такої форми машино-користування є її некомерційний характер. У Франції, за умови пільгового оподаткування та дотацій з боку держави, міжфермерська кооперація становить серйозну конкуренцію підрядним організаціям.

Четверта група – підрядні підприємства, які тільки надають сільськогосподарські



механізовані послуги. Машина тільки здається в найм і є лише джерелом прибутку для свого господаря. У Німеччині, Франції, Нідерландах, Великобританії та Італії 50...90% збиральних робіт проводиться підрядними підприємствами. В Італії 70% всієї сільськогосподарської техніки знаходиться в великих підрядних підприємствах.

У США однією з найбільш поширених форм підрядних підприємств є збиральні колони, до складу яких входять зернозбиральні комбайни, транспорт для їх перевезення, автомобілі для транспортних робіт, машини для проживання механізаторів і обслуговуючого персоналу. Завдяки великій протяжності країни і розбіжності агротехнічних термінів транспортні колони здійснюють прибирання, рухаючись з півдня на північ і працюючи кілька місяців в році.

Проте питання формування машинно-технологічних станцій в масштабах сільського господарства нашої країни є дискусійною і знаходиться на початковому етапі дослідження. Одні дослідники констатують факти становлення МТС і відзначають практичний досвід експлуатації сучасних машинно-технологічних станцій, інші вказують на їх низьку економічну ефективність через завищені тарифи на технічне обслуговування, а також економічну ефективність використання трудових і матеріально-технічних ресурсів.

УДК 664.7

## ***АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ І КЛАСИФІКАЦІЯ ЗАСОБІВ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНА***

***С. Царіков, студент***

*Полтавський державний аграрний університет*

Сушка зерна та інших сипучих сільськогосподарських матеріалів – найбільш поширений процес теплової обробки. Зерно – живий організм, який дихає, розвивається і старіє.

Для зниження вологості зерна до стійкого при зберіганні стану в технології сушіння застосовують різні технічні способи і конструкції сушильних установок, які можна класифікувати за рядом ознак.

Конструкція сушарки повинна, перш за все, забезпечувати рівномірне нагрівання і сушіння зерна при надійному контролі температури і вологості. Конструкція сушильної установки також повинна виключати механічне травмування зерна. Зерносушарки повинні мати досить високу продуктивність, що відповідає вимогам безперебійного приймання зерна. При цьому вони повинні бути економічними за питомими витратами теплоти, електроенергії і мати найменшу металоємність.

З огляду на сезонність роботи сушарок, варто прагнути до раціоналізації їх конструкції, до зниження капітальних витрат на їх спорудження, до більш широкого застосування неметалічних частин.

Сучасні зерносушарки повинні мати певний ступінь універсальності, тобто здатність сушити зерно різних культур, вони різко розрізняються фізико-хімічними, біохімічними, структурно-механічними і іншими технологічними властивостями.

Сушарки повинні сушити зерно будь-якої початкової вологості до установлених норм за один пропуск, а також сушити зерно без попереднього його очищення, що дозволить отримати відходи в сухому вигляді і використовувати їх за призначенням. Крім того режими створювані в сушильних установках повинні забезпечувати виконання термічної обробки зерна в необхідних випадках. Таким чином, конструкція сушильної установки повинна володіти універсальністю.

У комплексі заходів щодо забезпечення високої якості сушки зерна велике значення має запобігання його забруднення шкідливими речовинами. Ця вимога особливо актуально

для сушильних установок, працюючих на суміші продуктів згоряння палива з зовнішнім повітрям. При неповному згорянні палива не виключена можливість забруднення зерна. У зв'язку з інтенсифікацією процесу сушіння, впровадженням пристроїв для попереднього нагріву зерна агентом сушіння з високою температурою, зростають вимоги пожежної безпеки.

Зерносушильні установки також повинні задовольняти сучасним вимогам екологічної безпеки.

У сільськогосподарському виробництві використовують прямоочні шахтні сушарки і рециркуляційні установки, процес сушіння в яких заснований на конвективному способі підведення тепла до матеріалу, а агент сушіння виконує функції тепло-вологоносія.

Для отримання агента сушіння використовують топки для спалювання рідкого або газоподібного палива. Як паливо застосовують дизель, гас і природний газ. Однак при згорянні палива утворюється велика кількість токсичних компонентів.

Шахтні зерносушарки застосовують для сушіння сирого зерна кукурудзи, пшениці, жита, ячменю, вівса соняшнику та інших зернових культур. При високій продуктивності сушильні установки дозволяють знизити вологість зерна за один прохід на 3...4%.

Однак ці зерносушарки мають велику масу, значну витрату палива (до 272 кг/пл.т) і високі питомі витрати електроенергії, які досягають 4,2 кВт-год/кг випарованої вологи.

Рециркуляційні зерносушарки призначені для сушіння зерна пшениці, соняшнику, кукурудзи та інших зернових культур. У процесі теплової обробки в рециркуляційних сушильних установках вологість зерна за один цикл знижується на 1...1,5%.

Продуктивність рециркуляційних зерносушарок на порядок більше в порівнянні з прямоочними шахтними зерносушарками, але інші технічні показники нижче.

Для сушіння сипучих сільськогосподарських матеріалів в агропромисловому виробництві застосовують барабанні сушильні установки, в яких підвід теплоти здійснюють конвективним способом.

Зерносушарки барабанного типу призначені для сушіння зерна різних культур будь-якої вологості і засміченості, насіння трав і овочів.

Продуктивність барабанних сушильних установок нижче, ніж у шахтних зерносушарок в 2...2,5 рази, маса зерносушарок може перевищувати 11 т, витрата палива варіюється в межах 80...30 кг/пл.т, а питомі витрати електроенергії досягають 2 кВт-год/кг. Використання барабанних сушильних установок дозволяє знизити вологість оброблюваного матеріалу на 3...5% за один прохід.

Для сушіння зерна також застосовують конвеєрні сушильні установки, карусельні, а також колонкові зерносушарки, підведення теплоти в яких здійснюють конвективним способом.

Конвеєрні універсальні зерносушарки призначені для сушіння зерна зернобобових, бобових і круп'яних культур, насіння трав, соняшника насінневого, продовольчого і фуражного призначення.

Сушка матеріалу від початкової до кондиційної вологості в таких зерносушарках відбувається за один прохід, шляхом плавної зміни часу перебування матеріалу в сушильній камері.

Карусельні універсальні сушильні установки призначені для сушіння неочищеного зернового вороху зернових і зернобобових культур, соняшнику, ріпаку, насіння трав з початковою вологістю до 35%. Матеріал будь-якої вологості в такій зерносушарці сушать за один прохід.

Колонкові зерносушарки застосовують для сушіння зерна різних культур насінневого і продовольчого призначення будь-якої вологості і засміченості.

У цих сушильних установках забезпечений м'який тепловий режим процесу сушки, що сприяє збереженню біологічної життєздатності зерна і оздоровлення зернівок, а також поточна обробка матеріалів за один прохід до кондиційної вологості незалежно від початкової вологості зерна.

Продуктивність цих установок на порядок менше в порівнянні з шахтними зерносушарками. Крім того на процес сушіння зерна в таких зерносушарках, маса яких досягає 13 т, витрачається велика кількість палива.

Проведений аналіз показав, що застосовувані для сушіння зерна в агропромислового виробництва сушильні установки мають ряд суттєвих недоліків, до яких відносять високу масу, велику витрату палива і значні витрати електроенергії.

Існуючі сушильні установки не відповідають вимогам екологічної безпеки, так як в зерносушарках для отримання агенту сушіння використовують різні види палива, при згорянні якого утворюється значна кількість різних шкідливих речовин. Тому розробка установок, що інтенсифікують процес сушіння зерна з урахуванням зниження енергетичних витрат і забезпечення екологічних вимог, є важливим науково-технічним завданням.

УДК 696.4

### ***АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПАСТЕРИЗАЦІЇ МОЛОКА***

***Є. Мартищенко, студент***

*Полтавський державний аграрний університет*

У фермерських і особистих підсобних господарствах молоко отримують в основному на стаціонарних доїльних установках зі збором його в доїльні відра. Близько 10% корів доять на доїльних установках з молокопроводом. При цьому, відзначається досить висока бактеріальна забрудненість молока. Тривалість зберігання його до здачі на молокозавод також нище, ніж на фермах сільськогосподарських організацій.

По цим причинам на молочні заводи надходить близько 30% молока з підвищеною кислотністю прийнятого за зниженими цінами (особливо в літню пору року). У зв'язку з цим виникає необхідність не тільки негайної фільтрації та охолодження молока після доїння, а й його теплової обробки до вивезення безпосередньо споживачеві. Вперше нагрів рідин нижче точки кипіння, як спосіб знезараження її, запропонував Луї Пастер в другій половині XIX століття. Він названий ім'ям цього дослідника – пастеризація. Порівняно швидко цей спосіб пастеризації знайшов широке застосування у всіх країнах світу в різноманітних варіантах поєднання температури нагріву і тривалості наступної витримки молока. Він в меншій мірі видозмінює фізико-механічні показники молока, ніж звичайне кип'ятіння.

У молочній промисловості використовуються наступні методи пастеризації: тривала, тонкошарова, біорізація, короткочасна високотемпературна і миттева. Тривала (низькотемпературна) проводиться в чані або цистерні з молоком, де весь його обсяг нагрівається до температури не нижче 63°C і витримується при ній протягом 30 хв. Цей метод пастеризації має суттєві недоліки: він вимагає великої кількості пару на одиницю продукції (100...140 кг на 1 т молока), низько продуктивний і не виключає розмноження термофілів.

Біорізація молока здійснюється в закритому від атмосферного повітря просторі апарату шляхом розпилення його під високим тиском, швидкого і рівномірного нагріву до температури 72...76°C і подальшого швидкого охолодження. При цьому методі пастеризації молока окислююча дія зовнішнього повітря усувається.

В інших методах прогривається потік молока, що пропускається через трубчастий або пластинчастий пастеризатор. В обох випадках потік молока інтенсивно перемішується, чим і забезпечується швидка теплопередача.

Тонкошарова пастеризація (або стасанація) обґрунтована доктором Стасано. Вона проводиться при температурі 75°C в закритому просторі апарату без доступу повітря порівняно швидким нагріванням (не більше 15...16 с) тонкого шару молока (близько 1...1,2 мм) з двох сторін, далі молоко надходить в теплообмінну батарею і потім швидко охолоджується. Суть стасанації полягає в тому, що в процесі теплової обробки тонкого шару молока гарячою водою, (а не парою) бактерії притягуються до нагрітих внутрішніх стінок апарату і гинуть. Смак і властивості молока при цьому не погіршуються.

У всьому світі найбільшого поширення набув метод високо-температурної короткочасної пастеризації з використанням пластинчастого пастеризатора. У ньому потік молока проходить по тонкому зазорі між пластинами з нержавіючої сталі, які з іншого боку нагріваються гарячою водою. Потік молока нагрівається до 80°C і витримується при цій температурі близько 15 с. Цей метод пастеризації молока до теперішнього часу переважає в більшості країн світу. Істотним недоліком його є деяке погіршення смакових якостей і поживної цінності молока через контакт його при обробці із зовнішнім повітрям і утворення накипу на стінках пастеризатора в результаті випадання альбуміну.

При миттєвій пастеризації тонкий шар молока в потоці швидко нагрівається без доступу повітря до температури не менше 85°C, короткочасно витримується при ній і негайно охолоджується. Після такої обробки молоко і вершки не псується протягом 3 місяців без охолодження. У ньому в процесі інтенсивного нагрівання знищуються всі вегетативні форми мікроорганізмів. Це досягається в даний час в пластинчастих і трубчастих апаратах, що представляють собою складні комплекси обладнання, оснащені засобами автоматики і пристроями для видалення газів, що виділяються.

Вище вказувалися мінімальні значення температури і тривалості. На практиці виробники молочних продуктів проводять пастеризацію при більш високих температурах, щоб збільшити допустимі строки зберігання своїх виробів.

Більш того, прогрівання продуктів, які містять доданий цукор (наприклад, шоколадне молоко) або збільшена кількість жиру (вершки) до підвищених температур необхідно для того, щоб знищити в них всі бактерії. Якщо, кінцевим продуктом є вершкове або молочне морозиво, які відрізняються від цілісного молока високим вмістом цукру і жиру, то пастеризацію проводять при ще більш високій температурі і протягом більш тривалого часу, оскільки цукор і жир є середовищами, сприятливими для розмноження бактерій.

Крім теплової пастеризації молока відомі методи хімічної, ультразвукової його обробки, опроміненням інфрачервоним і ультрафіолетовим світлом, кавітацією та ін. Однак в харчовій промисловості найбільшого поширення набула теплова пастеризація.

Серед теплових пастеризаторів особливий інтерес представляють гідродинамічні пастеризатори через компактність установки, простоти безпосереднього перетворення енергії обертання ротора в теплову для нагрівання молока і досить високого ККД процесу пастеризації.

Відомі конструкції гідродинамічних пастеризаторів і нагрівачів рідини можна поділити за способом нагріву рідини: на кавітаційні, рідинного тертя і апарати, що використовують для нагрівання не тільки тертя рідини, але і турбулізацію потоку. Серед них в молочному тваринництві знайшли застосування, в основному, гідродинамічні пастеризатори третього типу.

І, нарешті, всі пастеризатори і пастеризаційні установки поділяються на ємнісні і проточні. У ємнісних пастеризаторах процес роботи є циклічним, через що вони мають низьку продуктивність. Переважно у всіх технологічних процесах обробки і переробки молока використовують проточні пастеризатори, які дозволяють скоротити кількість і тривалість технологічних операцій.

## **РОЛЬ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ**

**В. Лимаренко, студент**

*Полтавський державний аграрний університет*

Сільське господарство є однією з найбільш транспортноємних галузей народного господарства. В середньому по сільськогосподарському виробництву витрати на транспортні роботи складають 40...45%, а витрати на палива до 50%. Транспортними роботами зайнято 20...25% робітників сільськогосподарського виробництва.

Транспортні роботи в сільськогосподарському виробництві виконуються по транспортним і транспортно-виробничим процесам. Транспортні процеси включають операції навантаження, перевезення та розвантаження. Транспортні роботи в сільськогосподарському виробництві, що виконуються всередині підприємства є внутрішньогосподарськими, а між районними та обласними підприємствами – міжгосподарськими. Обсяг тракторних перевезень обмежується зайнятістю тракторів на виконання основних сільськогосподарських робіт і вартістю перевезень, яка вище, ніж вартість автомобільних перевезень в сільському господарстві. Як правило, тракторні перевезення це ті, які не можуть виконати за технічними можливостями автомобілі, тому, в основному, тракторні перевезення входять в транспортно-виробничі процеси.

До особливостей перевезення вантажів в сільському господарстві відносяться:

- значні коливання вантажообігу і обсягу перевезень протягом року. Для негосподарських перевезень коефіцієнт нерівномірності вантажообігу коливається в середньому від 2,5 до 3,5. Розподіл річного обсягу перевезень по кварталах виглядає приблизно так: по 15% в I і II кварталах, 45% в III і 25% в IV кварталі;

- короткі строки збирання врожаю і вивезення його з полів. Як показує практика, затримка в збиранні зернових культур на 10 днів призводить до втрат врожаю до 15%, на 20 днів – до 30%. При збиранні врожаю сільськогосподарських продуктів застосовуються три основних способи організації робіт: поточний, коли продукт з збирального агрегату подається безпосередньо в кузов транспортного засобу; роздільний, коли прибраний продукт тимчасово зберігається в полі, а потім завантажується в рухомий склад; комбінований, який поєднує перші два способи;

- невелика відстань (від 5 до 20 км) внутрішньогосподарських перевезень і великий діапазон відстаней (від 30 до 3000 км) для негосподарських;

- висока питома вага навалювальних і насипних вантажів з невеликою щільністю;

- серед сільськогосподарських вантажів значну частину становлять порошкоподібні або рідкі мінеральні добрива, перевезення яких має свої особливості;

- для внутрішньогосподарських перевезень характерна перевага ґрунтових доріг з низькою проїжджою здатністю в весняно-осінні періоди, а також їзда по оранці, стерні;

- розгойдування кузова і як наслідок розхитування його основи, рами при русі по нерівних дорогах з вантажем малої щільності (при перевезенні проводять нарощування бортів кузовів, внаслідок чого підвищується центр ваги автомобіля);

- сільськогосподарські вантажі схильні до значних пошкоджень під час перевезення (овочі, фрукти та ін.).

В сучасних умовах частка транспортних витрат у собівартості валової сільськогосподарської продукції становить 20...40%, а в бездорожніх районах досягає 47% і більше. Отже, іншими словами, сільськогосподарські роботи наполовину є транспортними, тому можна вважати, що автоперевезення – найважливіша складова частина технологічного процесу виробництва сільськогосподарської продукції.

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ БОРОТЬБИ З ВИСОКОРОСЛИМИ БУР'ЯНАМИ**

**О. Бундза<sup>1</sup>**, к.т.н., доцент;

**В. Голотюк<sup>2</sup>**

*1- Національний університет водного господарства та природокористування;*

*2- Київський національний університет імені Т. Шевченка*

Запорукою ефективного вирощування сільськогосподарських культур є своєчасне та ефективне знищення бур'янів з мінімальним забрудненням навколишнього середовища. Продуктивним шляхом вирішення цієї задачі є внесення гербіцидів обприскуванням, що може привести до таких непродуктивних втрат, як знесення гербіциду вітром, випаровування і втрати через осідання крапель робочої рідини на поверхню ґрунту, а також її стікання з рослин. Сумарна величина означених непродуктивних втрат може доходити до 50% від норми внесення. Це приведе до накопичення шкідливих речовин в ґрунті, негативного впливу на сільськогосподарські культури. Тому актуальною є розробка перспективних напрямків хімічного методу захисту рослин.

Фермерські господарства в ЄС та США останнім часом практикують контактний спосіб боротьби з високорослими бур'янами, що передбачає нанесення розчину гербіциду на високорослий бур'ян шляхом безпосереднього контакту з робочим органом [1]. Застосування на практиці довело, що такий спосіб дозволяє уникнути втрат на знесення вітром; звести до мінімуму втрати на скапування та випаровування; знищувати високорослі бур'яни, не завдаючи шкоди низькорослим рослинам; зменшити витрату робочого розчину. Серійна реалізація ідеї добре показана в [3]. Дослідженням контактного способу для знищення бур'янів та розробкою пристроїв для його здійснення займалися: В.В. Білянський, М. М. Пйонтик [1], Lemus R [2] та інші. Авторами доведено екологічну безпечність способу, можливість застосування більш широкого спектру гербіцидів.

Проте, рівень втрат буде мінімальним лише тоді, коли розташування робочого органу по висоті буде сталим, а перенасичення пористо-капілярного матеріалу поверхні барабану вдасться уникнути.

Для вирішення цієї задачі на кафедрі агроінженерії запропоновано варіант дооснащення засобів контактного нанесення гербіциду системою стабілізації висоти барабану та його захисту від перенасичення робочим розчином.

Використання методу боротьби з високорослими бур'янами шляхом контактного нанесення робочого розчину із застосуванням контрольованого насичення барабану дасть можливість звести до мінімуму перенасичення барабану і як наслідок – скапування робочого розчину.

### **Список використаних джерел**

1. Патент 60421 Україна (UA), МПК 7 А 01 М 21/00 . Пристрій для контактного нанесення хімікатів на рослини / В. В. Білянський, М. С. Закорчемний, О. Д. Матвієвська, М. М. Пйонтик, О. Б. Малачівський; заявник і правовласник Західний філіал інституту механізації і електрифікації сільського господарства. -№ 2002010765; заявл. 30.01.2002; опубл. 15.10.2003, Бюл. №10.
2. Lemus R. Herbicide evaluation for Smutgrass control using the weed wiper method / R. Lemus, M. Mowdy, A. Davis // Journal of the American Society of Farm managers and rural appraisers. – 2013. – Vol. 6(1). – p. 59 – 63.
3. Weed Wipeout 2 [Electronic resource] // quad-x.com [web site]. – Access: <https://www.quad-x.com/machinery/weed-wipeout-2/> (01.11.2023). – Title from screen.

## **МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРЕМІЩЕННЯ НАЛИВНИХ ВАНТАЖІВ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ**

**М. Сташків**, *к.т.н., доцент*;

**О. Цьонь**, *к.т.н., доцент*;

**В. Антонюк**, *аспірант*

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

Для виробництва, переробної галузі та потреб споживачів важливим та необхідним є перевезення наливних вантажів. До цієї категорії вантажів відносять усі речовини та субстанції, що перебувають у рідкому агрегатному стані. Це може бути нафта і нафтопродукти (мазут, бензин, дизпаливо), скраплений газ, різні види мастил (рослинні, мінеральні, синтетичні), кислоти та їх розчини, харчові продукти (молоко, соки) тощо. Перевізники виділяють три основні групи наливних вантажів:

- нафту та продукти її перегонки;
- хімічні компоненти та харчові напівфабрикати (продукти);
- зріджений газ.

Особливістю процесу транспортування наливних вантажів є можливість переміщення транспортованого вантажу у об'ємі цистерни. Іншою особливістю є високе розташування центру мас вантажу над дорогою. Коливання рідкого вантажу всередині резервуара призводять до істотного зниження поздовжньої та поперечної стійкості та керованості автотранспортного засобу та збільшують навантаження на конструкцію цистерни. Найбільший вплив на керованість та межу стійкості автоцистерн мають такі фактори, як геометрія резервуара, висота центру ваги, рівень завантаження, поперечне і поздовжнє зміщення центру ваги вантажу при транспортуванні, а також властивості динамічної взаємодії рідини з конструкцією.

Втрата стійкості та керованості автоцистерни можлива при несправних розгоні та гальмуванні, переїзді нерівностей, різкій зміні смуги руху та русі по дузі в повороті, особливо у випадках неповного заповнення резервуара цистерни, характерних для технологічних процесів багатьох сільськогосподарських, паливозаправних, пожежних та інших машин. Це створює випадковий рух вільної поверхні рідини у цистерні який називається ефектом плюскання (Sloshing effect), коли рідина створює певний тиск та крутний момент всередині резервуара.

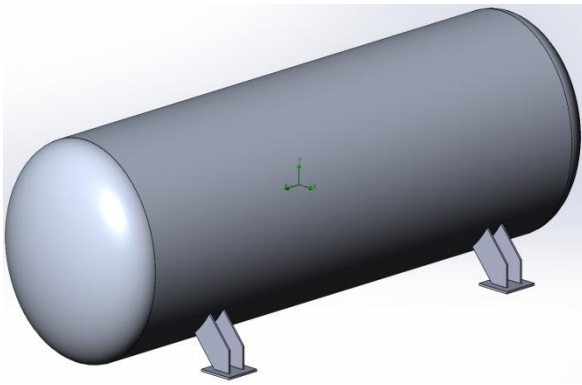
Моделювання плюскання рідини передбачає взаємодію двох різнорідних середовищ – рідини та газу. Це вимагає розв'язку нестационарної задачі (Time - dependent) з використанням особливого підходу – моделювання вільної поверхні.

Моделювання плюскання рідини за допомогою опції «вільна поверхня» реалізується в розрахунковому модулі FlowSimulation починаючи з SolidWorks 2018.

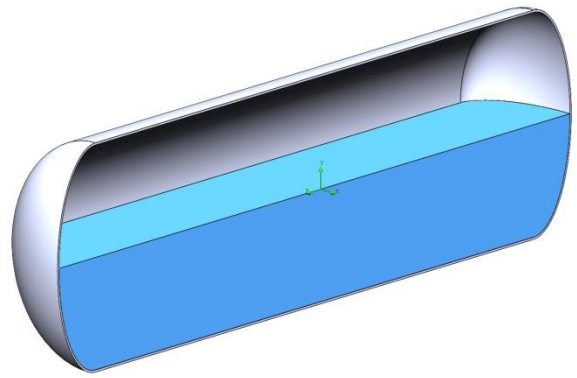
Для оцінки характеру переміщення наливного вантажу моделювали цистерну довжиною 3,5 м та діаметром 1 м (рис. 1,а), яка наполовину заповнена рідиною (рис. 1,б). У верхній частині цистерни знаходиться повітря (газова фаза). Модель без випарів.

Ініціюємо середовище для моделювання потоків FlowSimulation та у загальних налаштуваннях (General Setting) цього модуля задаємо загальний час аналізу – 10 с та крок ітерацій 0,01 с. Обов'язково вмикаємо опцію «вільна поверхня» (Free Surface) та додаємо у модель два компоненти – повітря (Gas) та рідину (Liquid), які будуть утворювати гетерогенну суміш. Термодинамічні параметри та параметри шорсткості залишаємо за замовчуванням.

Зовнішнє збурення задаємо у вигляді прискорення у напрямку осі X як функцію від часу. Табличний запис функції та графічний вигляд характеру зміни прискорення (збурення) показано на рис. 2.



а)



б)

Рис. 1. Загальний вигляд (а) та поперечний перетин (б) моделі цистерни

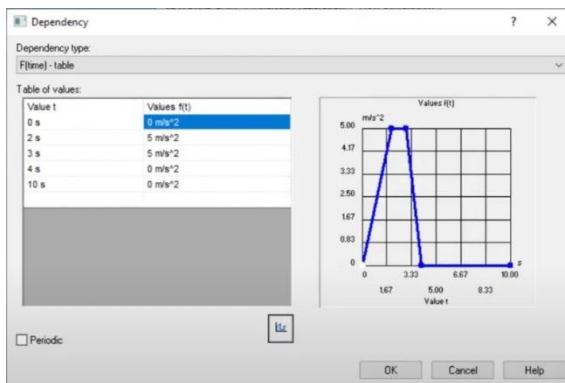


Рис. 2. Характер зовнішніх збурень

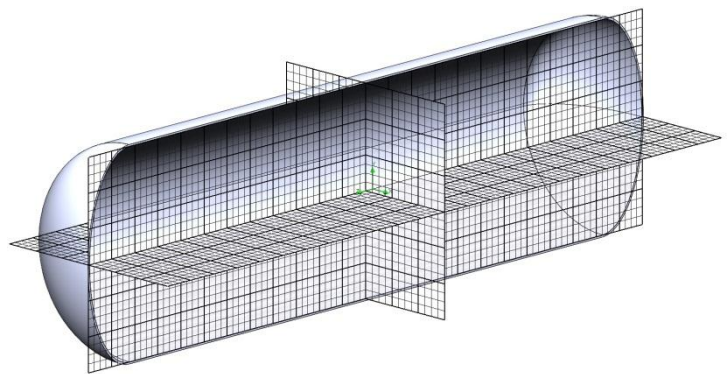
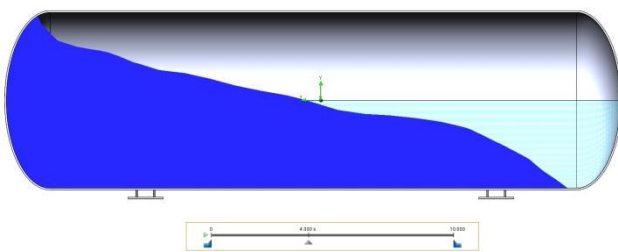


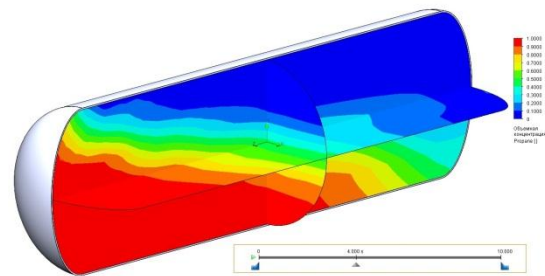
Рис. 3. Сітка кінцевих об'ємів

Загальний об'єм цистерни розбиваємо на кінцеві об'єми з ступенем подрібнення 2. У поперечних напрямках задаємо по 6 рівнів сітки, а у поздовжньому - 24 (рис. 3).

Після розв'язку побудованої моделі можна візуалізувати як безпосередній характер переміщення рідини у цистерні (рис. 4, а) так і різноманітні параметри цього процесу у вигляді, наприклад, ізоповерхонь у трьох взаємно перпендикулярних площинах (рис. 4, б) чи іншому зручному для аналізу вигляді, наприклад, як графічну залежність досліджуваного параметру від часу.



а)



б)

Рис. 4. Переміщення (а) та концентрація (б) наливного вантажу у цистерні

Отримана модель дозволяє оцінити таке явище як Sloshing effect. Ігнорування цього ефекту при перевезенні наливного вантажу може привести до різного роду аварій, тому дуже важливо зменшити пікові навантаження та крутні моменти від наливного вантажу всередині цистерни, коли вона рухається з деяким нерівномірним прискоренням чи при раптовому гальмуванні.



## **ВИКОРИСТАННЯ АГРОДРОНА З БЛОКОМ НАДВИСОКИХ ЧАСТОТ ДЛЯ ЗАХИСТУ РОСЛИН**

**І. Гевко, д.т.н., професор;**

**М. Сташків, к.т.н., доцент;**

**І. Борис, аспірант;**

**Р. Булаєнко, аспірант**

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

Постійна інтенсифікація аграрного виробництва, впровадження нових сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур вимагають ефективних заходів збереження біологічного потенціалу рослин, зокрема їх захисту від бур'янів, шкідників і хвороб. Тому створення універсальних, екологічно безпечних, відносно дешевих і простих методів боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами рослин є одним із пріоритетних напрямків розвитку аграрного виробництва.

Традиційно у аграрному виробництві найбільш поширеним способом захисту рослин від бур'янів, шкідників та хвороб є використання отрутохімікатів. У рослинництві найбільш поширеним способом хімічного захисту є обприскування, яким виконують близько 75% заходів з хімічного захисту рослин.

Одним із перспективних способів збереження біологічного потенціалу рослин в аграрному виробництві є використання електромагнітного випромінювання. Серед електромагнітного випромінювання високої частоти, діапазон надвисоких частот (НВЧ) має найбільш яскраво виражений вплив на біологічні організми. На даний час найперспективнішим є дослідження впливу на біологічні об'єкти електромагнітного випромінювання різної інтенсивності, зокрема, наближеної до природної, і розробка способів та технічних засобів для реалізації такого способу захисту рослин.

Зокрема, у [1] запропоновано спосіб захисту рослин в польових умовах з використанням модульованого сигналу надвисоких частот. Такий спосіб захисту забезпечується запропонованою установкою, що складається з системи генерації височастотних імпульсів, системи формування сигналу, антенно-фідерного тракту та опромінювачів і комплектується на базі польового штангового обприскувача [2].

За останні роки в аграрному виробництві різко зросло використання дронів. Так, за прогнозами Global Market Insights, до 2024 року обсяг світового ринку сільськогосподарських безпілотних літальних апаратів перевищить \$4,4 млрд.

Найпопулярніший напрям використання дронів в Україні є обприскування полів (внесення ЗЗР, добрив, регуляторів росту, трихограм). Якщо раніше агродрони використовувалися, в основному, для польових інспекцій та допомоги агрономам в розумінні проблемних зон, то зараз агродрони все ширше використовуються для внесення засобів захисту рослин, серйозно конкуруючи з причіпною і самохідною технікою для обприскування. З'являється все більше марок та моделей БПЛА, постійно розширюються можливості агродронів та збільшується кількість функцій, з якими вони можуть впоратися.

Однак під час роботи з дронами виникають проблеми різного рівня складності. Одним з основних недоліків агродронів є невелика кількість годин, напрацьованих дроном у повітрі, що зумовлено обмеженням об'єму робочого бака та ємності батарей.

Ця проблема вирішується в конструкції дрона з блоком надвисоких частот, запропонованого авторами [3].

Дрон з блоком надвисоких частот для оброблення рослин (рис. 1) виконано у вигляді малогабаритного багатогвинтового автоматичного безпілотного літаючого апарата 1, на якому закріплено блок подачі модульованого сигналу надвисоких частот 2, до якого підключено

опромінювач 3.

Опромінювач 3 закріплено у нижній частині малогабаритного багатогвинтового автоматичного безпілотного літаючого апарата 1 і він забезпечує подачу модульованого сигналу надвисоких частот 4 на оброблювані рослини 5, що ростуть на поверхні землі 6.

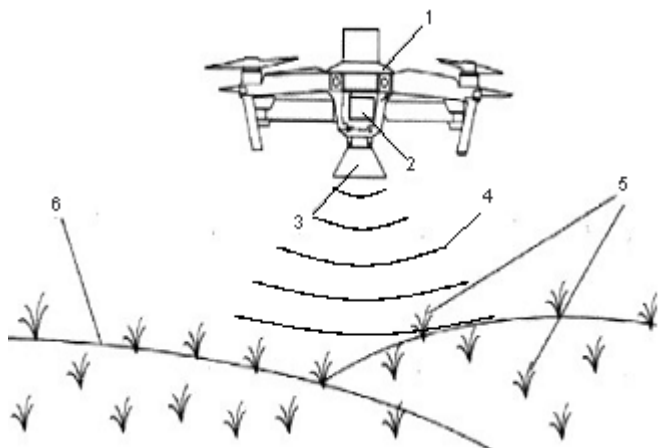


Рис. 1. Схема роботи агродрона з блоком НВЧ

Працює дрон з блоком надвисоких частот для оброблення рослин наступним чином. При обробленні рослин малогабаритний багатогвинтовий автоматичний безпілотний літаючий апарат 1 піднімається над поверхнею землі 6 і здійснює обробку рослин 5. При цьому у блоці подачі модульованого сигналу надвисоких частот 2 генерується модульований сигнал надвисоких частот, який передається на опромінювач 3, який і здійснює оброблення рослин 5 від негативного впливу окремих шкідників, грибків та інших негативних явищ за рахунок надвисокочастотного опромінення 4.

Перевагою такого дрона з блоком надвисоких частот для оброблення рослин є уникнення забруднення ґрунтів та ґрунтових вод отрутохімікатами.

### Список використаних джерел

1. Сташків М.Я. Використання НВЧ випромінювання у рослинництві / М.Я. Сташків, І.Б.Гевко, А.С. Марценюк, В.Л. Дунець // Інноваційні технології в АПК: збірник тез доповідей ІХ Міжнародної науково-практичної конференції. – Луцьк: ЛНТУ, 2023. – С. 156 – 157.
2. Гевко І.Б., Сокіл М.Б., Сташків М.Я., Дунець В.Л., Дуда С.П., Марценюк А.С., Паляниця Ю.Б., Химич Г.П., Бучинський В.М., Стрембiцький М.О. Пристрій з блоком надвисоких частот для оброблення посівів сільськогосподарських культур / Патент на корисну модель № 154250 (у 2023 01516). Опубліковано 25.10.2023, Бюл. № 43.
3. Гевко І.Б., Сташків М.Я., Дмитрів О.Р., Дунець В.Л., Дуда С.П., Марценюк А.С., Паляниця Ю.Б., Химич Г.П., Бучинський В.М., Стрембiцький М.О. Дрон з блоком надвисоких частот для оброблення рослин / Патент на корисну модель № 153813 (у 2023 01517). Опубл. 30.08.2023, Бюл. № 35.

УДК 631

### **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ КУКУРУДЗИ У НЕРУХОМОМУ ШАР**

**Р. Калініченко, к.т.н., доцент**  
ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»

Сушіння кукурудзи є важливою технологічною операцією для підготовки врожаю до зберігання та для подальшого його використання в харчовій або тваринницькій галузях.

Для проведення енергоефективного процесу сушіння і отримання якісного продукту потрібно завжди враховувати властивості кукурудзи як об'єкта сушіння. А саме: кукурудза має низьку вологовіддачу, за рахунок щільної алейронової оболонки яка уповільнює дифузію вологи від центральних шарів зернівки до поверхні випаровування: у різних сортів кукурудзи, різна швидкість сушіння; для зернівки кукурудзи характерна

внутрішня тріщинуватість в ендоспермі; сушити і охолоджувати кукурудзу необхідно з меншою інтенсивністю в порівнянні з іншими зерновими культурами; для сушіння кукурудзи допустимо використовувати більш високі температури сушильного агента чим для інших зернових культур, вологість кукурудзи в кінці стадії сушіння 14.5%, максимальна допустима температура нагріву зерна 60 °С.

Для зменшення тріщинуватості зерна застосовують різні температури сушильного агента в залежності від початкової вологості зерна та змінну швидкість охолодження висушеного зерна, чим гарячіше зерно – тим повільніше його охолоджують.

Для визначення впливу температури сушильного агента на ступінь нагріву зерна кукурудзи сорту UNIVERSEED EXPM032, за методикою [1], проведені експериментальні дослідження, результати яких представлено на рис.1 і рис.2.

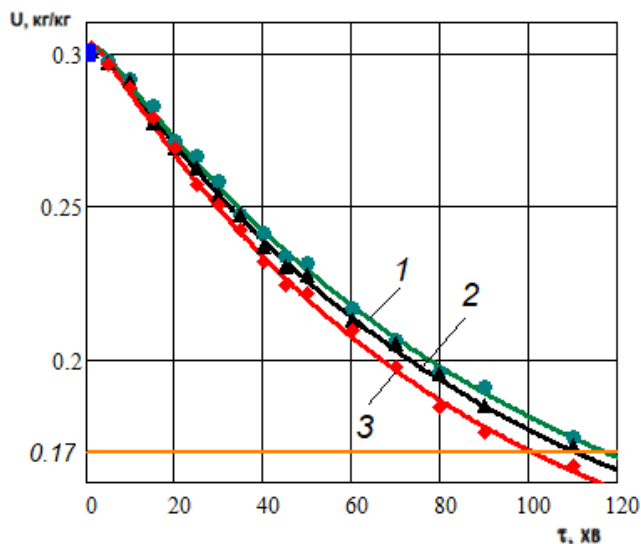


Рис.1. Кінетика сушіння кукурудзи: крива 1 – температура сушильного агента  $t_a = 110^\circ\text{C}$ ; крива 2 –  $t_a = 120^\circ\text{C}$ ; крива 3 –  $t_a = 130^\circ\text{C}$ .

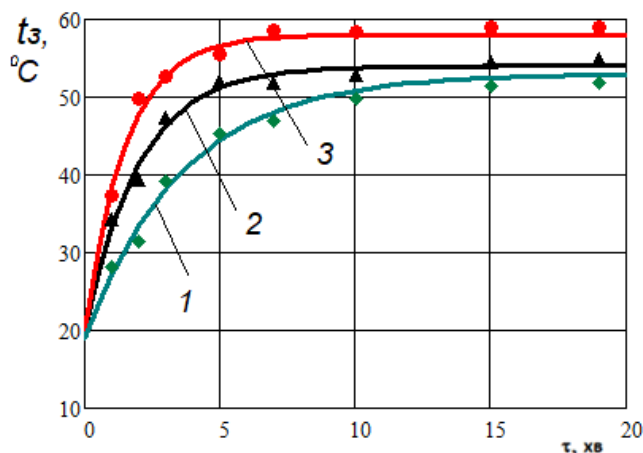


Рис.2. Термограми зерна кукурудзи: крива 1 – температура сушильного агента  $t_a = 110^\circ\text{C}$ ; крива 2 –  $t_a = 120^\circ\text{C}$ ; крива 3 –  $t_a = 130^\circ\text{C}$ .

Проаналізувавши рис.1 і рис.2 можна зробити такі висновки:

- підвищення температури сушильного агента до  $t_a = 130^\circ\text{C}$  зменшує експозицію сушіння зерна на 18%, але при цьому температура зерна досягає максимально допустимих показників 58-60 °С, тобто існує ризик погіршення якості зерна, особливо тих партій, що закладаються в подальшому на довготривале зберігання;

- для партій зерна, які після сушіння направлятимуться на переробку, використання підвищених температур сушильного агента допустиме, і це дозволяє збільшити продуктивність сушильного обладнання, що особливо актуально при великих об'ємах зерна, що потребує сушіння.

## Список використаних джерел

1. Котов Б.І. Моделивання технологічних процесів в типових об'єктах післязбиральної обробки і зберігання зерна (очищення, сепарація, сушіння, активне вентилявання, охолодження): [колект. монографія]. Нац. акад. аграр. наук України, Нац. наук. центр "Ін-т механізації та електрифікації сіл. госп-ва". Київ ; Ніжин : Лисенко М. М. 2017. 551 с.

УДК 658.562.2:635.11:633.63

### **ТЕОРІЯ РУХУ ЗРІЗАНОЇ ГИЧКИ БУРЯКУ ЦУКРОВОГО ПО ВНУТРІШНІЙ ПОВЕРХНІ ЗАВАНТАЖУВАЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ ГИЧКОЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ**

**В. Булгаков<sup>1</sup>**, д.т.н, професор;

**І. Головач<sup>1</sup>**, д.т.н, професор;

**Є. Ігнат'єв<sup>2</sup>**, к.т.н., доцент;

**О. Троханяк<sup>1</sup>**, к.т.н., доцент;

**А. Пилипенко<sup>1</sup>**, к.т.н., доцент;

**З. Ружилю<sup>1</sup>**, к.т.н., доцент;

*1- Національний університет біоресурсів і природокористування України;*

*2- Таврійський державний агротехнологічний університет ім. Дмитра Моторного*

Збирання буряку цукрового є однією з найбільш енергоємних і трудомістких технологічних операцій у його виробництві. Водночас однією з ключових проблем вважається видалення гички з головок коренеплодів та її завантаження у транспортний засіб. Оскільки гичка є цінним кормом для худоби [1 - 3], а останнім часом і важливою сировиною для виробництва біогазу, то її якісне і максимально повне, тобто з мінімальними втратами, збирання є вельми актуальним завданням у галузі механізації сільськогосподарського виробництва. Для його реалізації треба розробити досконалішу конструкцію завантажувальних механізмів гички після її безкопійного зрізу різальним апаратом гичкозбиральної машини у транспортний засіб, що рухається поруч. Для обґрунтування раціональних конструктивних та кінематичних параметрів завантажувальних механізмів з метою забезпечення якісного виконання технологічних операцій створено нову математичну модель руху частинки гички буряку цукрового після її сходження з лопаті жбурлялки і переміщення по циліндричній ділянці кожуха та його прямолінійній ділянці до вильоту з вивантажувального патрубку гичкозбиральної машини.

Для складення диференціального рівняння руху частинки гички по циліндричній ділянці кожуха, побудовано еквівалентну схему переміщення частинки гички (рис. 1). Враховуючи систему сил, подану на еквівалентній схемі, та після виконання відповідних математичних перетворень та підстановок, було записане диференціальне рівняння руху частинки  $M$  у такому вигляді:

$$\ddot{S} + \frac{k}{m} \cdot \dot{S} + \frac{f}{R} \cdot \dot{S}^2 = -g \cdot \left( \sin \frac{S}{R} + f \cdot \cos \frac{S}{R} \right) + \frac{k}{m} \cdot V_n, \quad (1)$$

де  $S$  – це дугова координата частинки гички, що переміщується циліндричною ділянкою  $CD$  кожуха;  $R$  – радіус циліндричної ділянки кожуха;  $m$  – маса частинки;  $g$  – прискорення сили тяжіння;  $f$  – коефіцієнт тертя ковзання;  $V_n$  – швидкість повітряного потоку;  $\ddot{S}$  – тангенціальне прискорення частинки  $M$  гички;  $\dot{S}$  – швидкість частинки  $M$ ;  $k$  – коефіцієнт, що залежить від фізико-механічних властивостей гички.

Диференціальне рівняння (14) завідомо є нелінійним, тож розв'язати його можна лише числовими методами за допомогою ПК.

Щоб скласти диференціальне рівняння руху частинки  $M$  гички на прямолінійній ділянці кожуха, було побудовано другу еквівалентну схему (рис. 2).

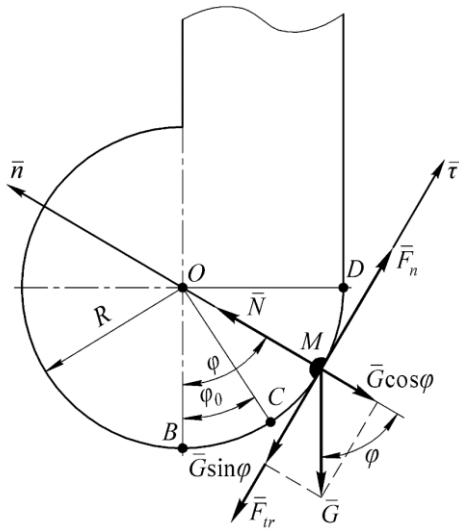


Рис. 1. Еквівалентна схема процесу руху частинки  $M$  зрізаної гички по циліндричній ділянці кожуха

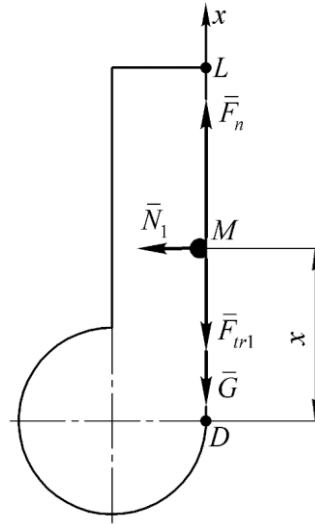


Рис. 2. Еквівалентна схема руху частинки  $M$  гички по прямолінійній ділянці кожуха завантажувального механізму

Шукане диференціальне рівняння руху частинки  $M$  гички вздовж прямолінійної ділянки кожуха отримуємо після низки перетворень:

$$\ddot{x} + \frac{k}{m} \cdot \dot{x} = \frac{k}{m} \cdot V_n - g - \frac{f \cdot N_1}{m}. \quad (2)$$

Виконавши числові розрахунки на ПК, отримали графіки залежностей дугової координати  $S(t)$  та швидкості  $\dot{S}(t)$  від часу  $t$  у процесі руху частинки  $M$  зрізаної гички по циліндричній ділянці кожуха завантажувального механізму після її сходження з лопаті жбурлялки (рис. 3).

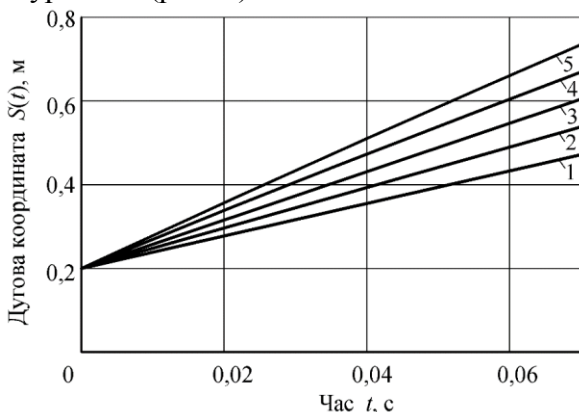


Рис. 3. Залежність дугової координати  $S(t)$

від часу  $t$  в процесі руху частинки  $M$  зрізаної гички по циліндричній ділянці кожуха завантажувального механізму після її сходження з лопаті жбурлялки зі швидкістю

$$\begin{aligned} V_a = 4 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1} (1); V_a = 5 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1} (2); \\ V_a = 6 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1} (3); V_a = 7 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1} (4); \\ V_a = 8 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1} (5) \end{aligned}$$

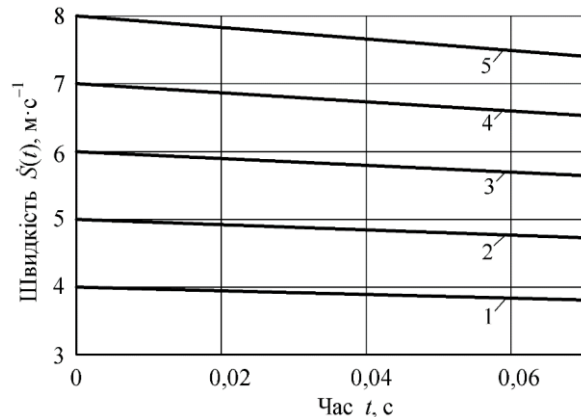


Рис. 4. Залежність швидкості  $\dot{S}(t)$  від часу  $t$  в

процесі руху частинки  $M$  зрізаної гички по циліндричній ділянці кожуха завантажувального механізму після її сходження з лопаті жбурлялки зі швидкістю

$$\begin{aligned} V_a = 4 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1} (1); V_a = 5 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1} (2); V_a = 6 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1} (3); \\ V_a = 7 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1} (4); V_a = 8 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1} (5) \end{aligned}$$

Аналіз поданих на рис. 3 залежностей свідчить про те, що збільшення швидкості  $V_a$  сходження частинки  $M$  гички з кінця лопаті викликає зростання дугової координати  $S(t)$ . У межах зміни швидкості руху  $V_a$  від  $4 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  до  $8 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  значення дугової координати  $S(t)$  збільшується в 1,54 рази за час  $t = 0,06 \text{ с}$ . Залежність швидкості  $\dot{S}(t)$  від часу  $t$  в процесі руху частинки  $M$  зрізаної гички по циліндричній ділянці кожуха завантажувального механізму після її сходження з лопаті жбурлялки при зміні швидкості  $V_a$  показано на рис. 4.

Аналіз поданих на рис. 4 графічних залежностей свідчить про те, що збільшення швидкості  $V_a$  сходження частинки  $M$  гички з кінця лопаті сприяє більш інтенсивному зменшенню швидкості  $\dot{S}(t)$  з плином часу, тобто крива, що відповідає більшому значенню  $V_a$ , має більший нахил до горизонту.

У межах зміни швидкості руху  $V_a$  від  $4 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  до  $8 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  нахил кривої зміни швидкості  $\dot{S}(t)$  збільшується приблизно вдвічі. Така її поведінка пояснюється тим, що збільшення швидкості  $V_a$  у початковий момент часу зумовлює збільшення сили тертя в цей початковий момент часу (у виразі (10) для визначення сили тертя у початковий момент часу швидкість  $\dot{S}$  дорівнює  $V_a$ , тобто чим більша швидкість  $V_a$ , тим більша сила тертя  $\bar{F}_{tr1}$ ).

### Список використаних джерел

1. Bulgakov V., Ivanovs S., Adamchuk V., Boris A. Mathematical model for determination of losses of sugar bearing-mass when sugar beet tops are removed. Engineering for Rural Development. Proceedings. 2015. V. 14. P. 41–45.
2. Bulgakov V., Boris A., Ivanovs S. Mathematical model of interaction of operating element of top remover with head of root crop. Engineering for Rural Development. Proceedings. 2013. V. 12. P. 115–120.
3. Bulgakov V., Ivanovs S., Adamchuk V., Boris A. Experimental laboratory investigations of operating element for sugar beet top removal. Engineering for Rural Development. Proceedings. 2014. V. 13. P. 24–30.

УДК 681.511;681.527

## **ДОСЛІДЖЕННЯ БОКОВОЇ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ В ПТАХІВНИЧОМУ ПРИМІЩЕННІ**

**В. Троханяк, к.т.н., доцент**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Розвиток нових технологій в енергетичній галузі, перехід на новий рівень енергозабезпечення об'єктів, у тому числі вентиляційних систем птахівницьких комплексів, характеризується прискоренням темпів зростання всіх кількісних та якісних показників виходу продукції, а також удосконаленням усієї структури птиці виробництва.

Оцінка продуктивності нових вентиляційних систем може бути складним завданням, оскільки вона займає багато часу та досить дорога. Як альтернатива польовим вимірюванням моделювання за допомогою Computational Fluid Dynamics (CFD) є потужним інструментом прогнозування схеми повітряного потоку, концентрації частинок і газу, а також теплового середовища в тваринницьких приміщеннях [1]. Дана публікація є продовженням науково-практичних досліджень щодо удосконалення аеродинамічних характеристик повітряного середовища у пташнику [2].

Таким чином, метою є удосконалення системи мікроклімату в повітряному середовищі пташника за рахунок монтажу витяжних вентиляторів на бічній стінці загалом 8 шт. Як науковою складовою є дослідження процесів гідродинаміки та теплообміну в повітряному середовищі пташника з удосконаленням розташування як витяжного вентиляційного обладнання, так і спойлерів над припливними клапанами.

Для видалення повітря використовують витяжні вентилятори типу Munters EM50 1,5 HP в загальній кількості 6 шт. Припливні клапани Wlotpowietrza 3000-VFG із загальною кількістю 64 pcs, які розміщені на висоті 0,21 m від перекриття для 1-6 клапана та 0,81 m для 7-40 клапана. Над клапанами вбудовані спойлери під кутом нахилу від вертикалі  $73^\circ$ , довжина їх становить 0.2 m для 1-6 клапана та 0,25 m для 7-40 клапана. З рекомендацій попередніх робіт авторів [3] клапани біля витяжних вентиляторів не задіяні, а саме 7-8, 17-18, 21-22 та 33-34.

Нижче представлено результати чисельного моделювання пташника в 3D за допомогою ANSYS Fluent. Це дозволяє оцінити гідродинамічні потоки повітря в пташнику. Для проведення чисельного моделювання попередньо здійснюють побудову сітки 3D методом об'ємних елементів ANSYS Meshing. Результати чисельного моделювання пташника представлені на трьох ділянках по довжині приміщення – 16,23 м, 50,78 м та 85,25 м. Перша ділянка – середина 6-го приливного клапана. Друга – 2-й витяжний вентилятор (між 17-м та 18-м приливним клапаном). Третя ділянка – у середині 29-го приливного клапана. По довжині пташника розташовано 40 припливних клапанів.

На рис. 1 показана гідродинаміка потоку повітря в пташнику. Потік повітря спрямований у гору приливними клапанами. Однак за рахунок недостатніх тисків та швидкостей на вході повітря після проходження майже всієї ширини приміщення розподіляється вниз та вгору. Тільки клапани на висоті 210 мм від перекриття працюють ефективніше. Повітря плавно прямує до центру пташника, частково затримується за рахунок бетонних виступів перекриття. Середня швидкість повітря на вході біля припливних клапанів – 11,5657 м/с. У певних точках припливних клапанів пташника максимальна швидкість може досягати 12,01243 м/с. У самому центрі по ширині приміщення пташника утворюється один великий вихор. За рахунок збурення біля витяжних вентиляторів, по довжині пташника на 50,78 м, поблизу перекриття повітря частково затримується та прямує до вентиляторів. На ділянці витяжних вентиляторів середня швидкість 3,2801507 м/с. На відстані від передньої торцевої стінки пташника на 85,25 м утворюються два великі вихори. Повітря, яке прокачується через припливні клапани на висоті 810 мм досягає центру приміщення за рахунок верхнього вихору. Це може бути спричинене збуренням, яке відбувається за рахунок великих об'ємів приміщення. Поділ на два протилежні вихори зумовлений високою швидкістю повітря, достатніми тисками на цих припливних клапанах.

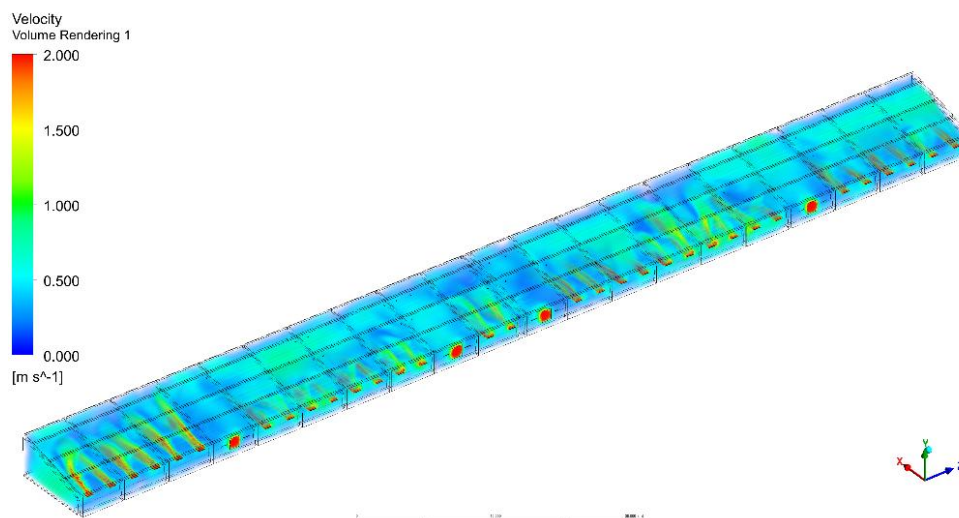


Рис. 1. Візуалізація об'ємної витрати повітря пташника в межах від 0 до 2 м/с

Результати поля швидкостей та температур які виведені на висоті 0,7 м від рівня підлоги пташника становлять найбільший інтерес. Вони допоможуть оцінити гідродинаміку та теплообмін повітря над птицею. Середня швидкість повітря становить 0,45958 м/с, температура – 15,94015°. Лише у деяких точках швидкість дещо більша 2 м/с. Основний масив птиці не відчуватиме дискомфорту.

З отриманих результатів CFD моделювання можна побачити, що за рахунок менших швидкостей і більш рівномірних температур над птицею, якість продукції в порівнянні з традиційним розташуванням витяжних вентиляторів буде вищою. Проте, представлені результати надають як позитивний, так і негативний вплив на птицю загалом.

#### **Подяка**

Міністерству освіти та науки України за фінансову підтримку проєктів молодих вчених (Київ), № 110/1М-пр-2022.

#### **Список використаних джерел**

1. Kwon K.S., Lee I.B., Zhang G.Q., Ha, T. Computational fluid dynamics analysis of the thermal distribution of animal occupied zones using the jet-drop-distance concept in a mechanically ventilated broiler house. *Biosystems Engineering*. 2015. Vol. 136, pp. 51-68. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2015.05.008>.
2. Trokhaniak V.I., Spodyniuk N.A., Trokhaniak O.M., Shelimanova O.V., Luzan P.H., Luzan O.R. Investigation of the influence of exhaust fan's location on the upper line on poultry house aerodynamics with the use of CFD. *INMATEH - Agricultural Engineering*. 2022. Vol. 67, no. 2, pp. 425-432. <https://doi.org/10.35633/inmateh-67-43>.
3. Trokhaniak V.I., Spodyniuk N.A., Lendiel T.I., Luzan P.H., Mishchenko A.V., Tarasenko S.V., Popa L., Ionita C. Investigation of an improved side ventilation system in a poultry house using CFD. *INMATEH - Agricultural Engineering*. 2023. Vol. 69, no. 1, pp. 121-130. <https://doi.org/10.35633/inmateh-69-11>.

УДК 631.01

### ***ДОСЛІДЖЕННЯ ГНУЧКОГО ГВИНТОВОГО КОНВЕЄРА ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ ЗЕРНОВИХ МАТЕРІАЛІВ***

**О. Троханяк, к.т.н, доцент**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Транспортування сипких вантажів за допомогою гнучких гвинтових спіралей забезпечує високу мобільність при виконанні різних технологічних процесів [1]. Однак, існуючі суцільні гнучкі спіралі при транспортуванні матеріалів по криволінійних трасах швидко руйнуються внаслідок знакозмінних циклічних навантажень, а використання комбінованих робочих органів характеризується високою матеріаломісткістю, що призводить до підвищених енерговитрат і пошкодження сипкого матеріалу [2].

Для вирішення даної проблеми розроблений гнучкий гвинтовий робочий орган та проведено комплекс теоретичних і експериментальних досліджень для визначення раціональних параметрів і режимів роботи конвеєра [3-5]. Його конструктивна схема та загальний вигляд зображено на рис.1. Цей робочий орган виконано із окремих секцій, до яких із правого кінця жорстко прикріплена циліндрична втулка 1. Вона оснащена системою осьових паралельних пазів 2, які розміщені рівномірно по колу, є паралельними до осі циліндричної втулки і взаємодіють із тілами кочення 3. Останні взаємодіють із внутрішньою поверхнею сферичної втулки 4 з можливістю осьового і кутового повертання сферичного пальця 5.

З іншого кінця зварної циліндричної секції у внутрішній отвір жорстко, перпендикулярно до осі, встановлена з'єднувальна втулка 6 із внутрішнім фасонним отвором 7. Втулка 6 з'єднана зі сферичним пальцем сусідньої секції і жорстко закріплена гайкою 8.



До зовнішнього діаметра з'єднувальної втулки 6 рівномірно по колу з одного кінця приварені перемички 9. З іншого кінця ці перемички приварені до зовнішнього діаметра циліндричної втулки 1. На зовнішньому діаметрі циліндричної секції жорстко приварена гвинтова секція, яка фактично є продовженням гвинтових спіралей сусідніх секцій.

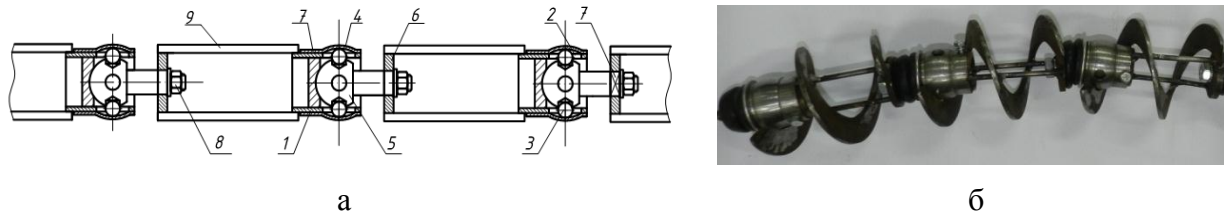


Рис. 1. Конструктивна схема (а) та загальний вигляд (б) гвинтового секційного шарнірного робочого органу для транспортування зерна

Робота гвинтового робочого органу здійснюється таким чином. Під час обертання секції спіралі обертовий рух передається через тіла кочення 3 на сферичний палець 5 і сусідні секції гвинтового робочого органу.

Для визначення впливу параметрів транспортування сипучого середовища та конструктивних параметрів конвеєра на крутний момент (параметр оптимізації  $T$ ) проведено повнофакторний експеримент ПФЕ -  $3^3$ , тобто визначення залежності крутного моменту від зміни трьох основних факторів: частоти обертання шнека  $n$ , грт, висоти піднімання сипкого матеріалу  $h$ , м та радіуса згину гнучкого гвинтового шарнірно-секційного робочого органу  $R_k$ , м, тобто  $T=f(n, h, R_k)$ . Дослідження із визначення крутного моменту робочого органу конвеєра проводились при транспортуванні ячменю з відповідною об'ємною масою, рівною  $710 \text{ кг/м}^3$ .

Загальний вигляд рівняння регресії максимального крутного моменту за результатами проведених ПФЕ  $3^3$  у кодованих величинах дорівнюють:

$$T = 28,234 + 0,0143n + 4,125h - 0,15R_k. \quad (1)$$

Графічні значення залежностей для визначення крутного моменту транспортування ячменю представлено на рис. 2. Для цього використовували програмне забезпечення "Statistica-6.0" for Windows, за допомогою якого побудували графічне відтворення регресійних моделей у вигляді квадратичних поверхонь відгуку.

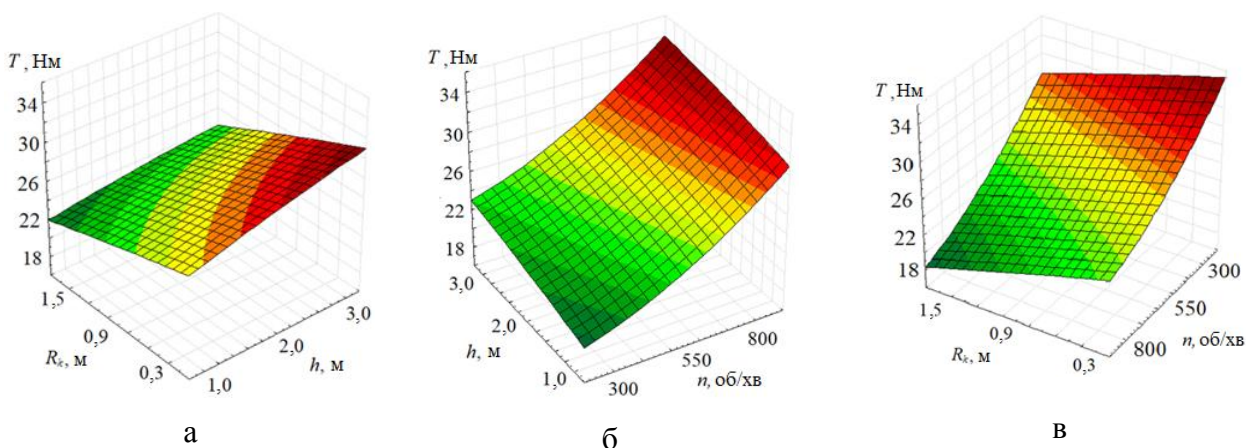


Рис. 2. Поверхні відгуку зміни крутного моменту на привідному валу від змінних факторів при транспортуванні ячменю

З аналізу графіків можна встановити, що домінуючим фактором, який впливає на величину крутного моменту є частота обертання робочого органу  $n$ , а найменш впливовим є радіус згину гнучкого гвинтового секційного робочого органу  $R_k$ , однак і висота піднімання матеріалу  $h$  також суттєво впливає на силові параметри процесу транспортування.

Так, при зміні частоти обертання робочого органу  $n$  в межах 300...800 об/хв, крутний момент збільшується на 17%, при зміні висоти піднімання матеріалу  $h$  від 1 м до 3 м, крутний момент зростає на 14%, а в діапазоні зміни радіуса згину гнучкого гвинтового секційного робочого органу  $R_k$  від 0,3 м до 1,5 м крутний момент зменшується на 0,5%.

### Список використаних джерел

1. Hevko R.B., Klendii M.B., Klendii O.M. (2016), Investigation of a transfer branch of a flexible screw conveyer, *INMATEH: Agricultural Engineering*, vol. 48, no.1, pp. 29-34, ISSN 2068 – 2239, Bucharest / Romania;
2. Hevko R.B., Yazlyuk B.O., Liubin M.V., Tokarchuk O.A., Klendii O.M., Pankiv V.R., (2017), Feasibility study of mixture transportation and stirring process in continuous-flow conveyors, *INMATEH: Agricultural Engineering*, vol.51, no.1, pp.49-59, ISSN 2068 – 2239, Bucharest / Romania;
3. Булгаков В.М., Адамчук В.В., Надикто В.Т., Троханяк О.М. Теоретичні дослідження параметрів гнучкого гвинтового конвеєра для транспортування зернових матеріалів. Вісник аграрної науки, вип. 101, №4.
4. Bulgakov V., Holovach I., Klendii M., Trokhaniak O., Innatiev Ye., Dubrovina O. Experimental study of the driving resistance of a harrow with screw working bodies. *International Scientific Journal "Mechanization in Agriculture & Conserving of the Resources"*. Issue 3. 2023.
5. Bulgakov, V., Trokhaniak, O., Adamchuk, V., Chernovol, M., Korenko, M., Dukulis, I., & Ivanovs, S. (2022). A study of dynamic loads of a flexible sectional screw conveyor. *Acta Technologica Agriculturae*, 25(3), 131-136. doi:10.2478/ata-2022-0020
6. Bulgakov V., Trokhaniak O., Adamchuk V., Olt J., Ivanovs S. (2022). Experimental studies of flexible sectional screw conveyor torque value. *Contents of Proceedings of 21st International Scientific Conference ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT*. May 25-27, 2022, P. 472-477.

УДК 621.01

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОБІРУНТУВАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ПІДХОДІВ ВІДНОВЛЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ, ЗРУЙНОВАНИХ ВІЙСЬКОВИМИ ДІЯМИ**

**В. Булгаков**, д.т.н., професор;

**І. Головач**, д.т.н., професор;

**О. Троханяк**, к.т.н, доцент;

**О. Черниш**, к.т.н, доцент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Відновлення та забезпечення умов збереження родючості ґрунтів сільськогосподарського призначення України, зруйнованих військовими діями (а у подальшому й можливі шляхи її підвищення) в даний час, є дуже гострою, глобальною та актуальною проблемою для усього сільського господарства, яка має державний пріоритет [1, 2]. Головні проблеми українських аграріїв, які спричинила війна – заміновані поля, пошкоджені врожай та агротехніка [3]. Загалом близько 25% земель сільськогосподарського призначення в Україні зазнали пошкоджень.

Розглянувши стан поверхонь рельєфів полів сільськогосподарського призначення, що були зруйновані внаслідок військових дій, встановлено, що спочатку необхідно здійснити план заходів із розмінування сільськогосподарських земель, який відбувається у три етапи: нетехнічне обстеження (перевірка на наявність мін), безпосереднє розмінування та контроль якості. Тимчасова відсутність доступу до земель сільськогосподарського призначення завдає чималої шкоди й для економіки України загалом. Але кожне розміноване поле – це ще один невеликий крок до перемоги.

Роботи розмінувального характеру охоплюють цілий ряд видів діяльності, які призводять до усунення небезпек і ризиків, пов'язаних з мінами, боєприпасами, які не вибухнули та іншими вибухонебезпечними предметами. Даний процес включає проведення

технічних обстежень, складання карт, очищення територій, маркування, складання документації щодо розмінованих територій.

Розмінування не гарантує фермерам повернення до роботи на цих землях. Поверхню ще потрібно вирівняти та рекультивувати, тобто відновити родючість ґрунту.

Встановлено, що діаметри воронок від вибухів мають різні розміри, як по глибині, так й по діаметрах. Так, найбільші глибини воронок від вибухів можуть досягати 4 метрів, а їх діаметри на горизонтальній поверхні 40 метрів і більше. Мають місце розкидання внутрішніх складових ґрунтів на значні площі. Тому збирання і повернення на попереднє місце розташування значної частини тих глибинних ґрунтів, які не придатні для вирощування сільськогосподарських культур, вимагають розроблення наукових основ, спрямованих на відновлення родючості [4, 5].

Застосування землерийних машин звичайного призначення, хоча й вирішує загальне відновлення рельєфу, але може призвести до різкого погіршення родючості поверхневих шарів ґрунту, що є вкрай небажаним. Тому виникає необхідність у розробленні наукових основ по відновленню загального рельєфу полів сільськогосподарського та іншого призначень пошкоджених руйнівною дією вибухів ґрунтів, здатних до повернення тих їх шарів, де вони мали попереднє розташування, а на самій поверхні формування шарів, які мають відповідне ґрунтове середовище, здатне для вирощування сільськогосподарських культур.

Зараз інтенсивне ведення сільського господарства доходить до межі своїх можливостей. Застосування занадто важких, енергоємних, одноопераційних машинно-тракторних агрегатів викликає настільки інтенсивне руйнування поверхневого шару ґрунту та робить його ущільнення таким, що відомі способи запобігання або відновлення родючості (насамперед шляхом запобігання втрат гумусу), такі, як біологічний та фізико-хімічний вже не в змозі його уповільнити або взагалі зупинити. Тому виникає гостра потреба в розробленні та дослідженні машинно-тракторних агрегатів так званого розширеного функціонального призначення (тобто комбінованих, або агрегатів колійного чи мостового землеробства), які б сприяли розв'язанню цієї гострої проблеми. Такі машинно-тракторні агрегати, які працюють за схемою «push-pull» (орно-подрібнювальний, дискувальний, орно-удобрювальний та жнивварко-луцильний), а також агрегати колійного (мостового) землеробства «Controlled Traffic Farming» розроблені авторами даного проекту і у своїй більшості не мають аналогів у світі.

На даний час необхідно враховувати вплив різних машинно-тракторних агрегатів, в тому числі розширеного функціонального призначення, на стан ґрунту з врахуванням динаміки взаємодії рушіїв з ґрунтом та супроводжуючих коливальних процесів робочих органів ґрунтообробних машин при виконанні конкретних технологічних операцій щодо відновлення родючості ґрунтів.

Дослідження погіршення родючості ґрунтів унаслідок втрат гумусу повинні бути багатогранними, оскільки проблема їх вирішення потребує комплексного підходу. Так, нині відомі три основних шляхи втрат (руйнування) гумусу, як складової ґрунту: 1) біологічний; 2) фізико-хімічний; 3) механічний. Останній шлях є найменш дослідженим, оскільки зміст відомих праць показує, що багато авторів шукають відповідь на це дуже гостре питання, вивчаючи вплив тільки різних робочих органів взагалі, не розглядаючи ґрунтообробні машинно-тракторні агрегати в цілому.

Тому взаємодія машинно-тракторного агрегату з ґрунтовим середовищем повинна розглядатись в цілому. Саме використання машинно-тракторних агрегатів розширеного функціонального призначення дає можливість значно підсилити ефект керуванням родючістю ґрунтів, оскільки значно розширює коло можливостей: точного врахування природно-кліматичних умов, фізико-механічних властивостей оброблюваних ґрунтів, застосування різних систем землеробства, агротехнічних вимог до обробки ґрунтів і посівів, можливістю і доцільністю сполучення технологічних операцій, а також наявною енергетичною базою.

Крім того застосування машинно-тракторних агрегатів розширеного функціонального призначення сприятиме підвищенню урожайності оброблюваних культур, утриманню родючості ґрунту на відповідному рівні, задовільному їх інтегруванню у нові сучасні технології.

Таким чином, інноваційні підходи до механізації ґрунтообробки повинні базуватись на теоретичному обґрунтуванні нових технологій та параметрів вдосконалених ґрунтообробних робочих органів здатних до відновлення пошкодженої ділянок полів, зруйнованих внаслідок військових дій, а також ефективного функціонування (рухів) машинно-тракторних агрегатів розширеного функціонального призначення при виконанні ними ґрунтообробок, при яких не будуть погіршуватись показники його родючості, а по деяких позиціях (збереження структури поверхневого шару ґрунту, зменшення ущільнення агрофону, зміну місцями шарів ґрунту тощо) навіть збільшуватись.

### **Список використаних джерел**

1. Bulgakov, V., Pascuzzi, S., Adamchuk, V., Gadzalo, J., Nadykto, V., Olt, J., Kaminskiy, V. (2022). Dynamics of temperature variation in soil under fallow tillage at different depths. *Agriculture (Switzerland)*, 12(4)
2. Надикто В.Т., Тиховод М.А. Аналіз стійкості руху боронувальної секції. *Machinery & Energet-ics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020, Vol. 11. No 2. P. 95-105. DOI: 10.31548/machenergy.2020.02.095-105.
3. Сплодинець А., Голубцов О., Чумаченко С., Сорокіна С. Вплив війни росії проти України на стан українських ґрунтів. – Київ: ГО «Центр екологічних ініціатив «Екодія», 2023. – 32 с.
4. Bulgakov, V., Aboltins, A., Beloiev, H., Nadykto, V., Kyurchev, V., Adamchuk, V. & Kaminskiy, V. (2021). Maximum admissible slip of tractor wheels without disturbing the soil structure. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(15)
- Bulgakov, V., Aboltins, A., Ivanovs, S., Holovach, I., Nadykto, V. & Beloiev, H. (2020). A mathematical model of plane-parallel movement of the tractor aggregate modular type. *Agriculture (Switzerland)*, 10(10), 1-22.

УДК 631.3.001.4:621.01

## ***ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАПОЧАТКУВАННЯ В УКРАЇНІ НАУКИ «ЗЕМЛЕРОБСЬКА МЕХАНІКА»***

**О. Булгакова, к.і.н.**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Бурхливий розквіт промисловості у другій половині ХІХ та на початку ХХ-го століть в нашій країні, коли йшло інтенсивне будівництво заводів та фабрик з випуску сільськогосподарських машин, організація вищих інженерно-технічних інститутів, дослідних станцій та випробувальних установ вплинув на зародження паростків таких наук, як «Землеробська механіка» та «Сільськогосподарське машинобудування», Тобто розробка наукових основ, прийомів та методів створення та випробувань машин для землеробства.

Виникає цілком закономірне питання, а коли і де в ті часи почалось зародження і цієї науки, і з розв'язування яких найголовніших питань і вирішення яких проблем вона починалась, і хто з викладачів та науковців «прокладав», як кажуть, тут першу стежку?

Слід підкреслити, що зародження такої, без перебільшення фундаментальної науки як «Землеробська механіка» відбувалось виключно в існуючих тоді вишах, та нових, які відкривалися наприкінці ХІХ-го століття. Досі чомусь вважалося, що обов'язковою умовою на цьому шляху, була наявність кафедр, які неодмінно повинні були мати назву – «Сільськогосподарські машини». Але це зовсім не відповідає дійсності. Так, майже всі кафедри перш ніж мати окрему назву «Сільськогосподарські машини» проходили значний шлях зміни різноманітних назв, тому започаткування науки та навчальної

дисципліни «Землеробська механіка» почало зароджуватись значно раніше ніж з'явилися кафедри з такою назвою, її формування та розвиток починався у надрах інших кафедр, з іншими назвами і напрямками досліджень і це цілком природньо.

До сих пір помилково вважалось, що перші паростки такого зародження відбулись в Петрівській землеробській та лісовій академії (майбутній Сільськогосподарський університет, згодом Тимірязєвська сільськогосподарська академія) де в 1894 р. в програму викладання предметів по кафедрі «Ґрунтознавство та загальне землеробство» почали входити дисципліни «Вчення про землеробські машини та знаряддя» для сільськогосподарського та сільськогосподарсько-інженерного відділень та «Вчення про двигуни» для сільськогосподарсько-інженерного відділення. Безумовно, що «Відділеннями» раніше у вишах вважались факультети.

І саме тут протягом двох років (1894–1896) заняття зі студентами сільськогосподарсько-інженерного відділення з предметів, як тоді говорили, «землеробського машинобудування», проводив інженер-механік К.Г. Шиндлер, випускник імператорського технічного училища. Він фактично перший тут керував цим напрямом навчальних дисциплін, але завідувачем кафедрою, як помилково вважалось донині, він не був. І кафедра на якій він це робив протягом двох років мала назву «Ґрунтознавство та загальне землеробство».

У подальшому К.Г. Шиндлер був направлений для вивчення закордонного досвіду і на цю кафедру, по закінченні відрядження, у 1898 році він вже не повернувся. Скоріш за все причиною цього могли бути непрості людські стосунки між К.Г. Шиндлером та В.П. Горячкіним, які нетривалий проміжок часу працювали разом, оскільки за відсутністю першого (тобто відрядженого за кордон) другий у сільськогосподарському інституті зайняв його місце і почав викладати курс сільськогосподарських машин та знарядь.

А саме напередодні постановою Ради сільськогосподарського інституту від 7 вересня 1896 р. для викладання дисципліни «Вчення про землеробські машини та знаряддя» на вказаній кафедрі, яку тоді обіймав ад'юнкт-професор В.Р. Вільямс, саме й було запрошено В.П. Горячкіна, який мав фундаментальну освіту, спочатку закінчивши у 1890 році з відзнакою (тобто з дипломом 1-го ступеня) фізико-математичний факультет столичного університету, а також згодом у 1894 році блискуче закінчив інженерно-механічний факультет імператорського технічного училища з похвальною грамотою й іменною медаллю. Причому вказане запрошення і початок викладацької та у подальшому наукової діяльності В.П. Горячкіну було зроблено завдяки проханням відомого вченого зі світовим ім'ям, члена-кореспондента Петровської академії наук Миколи Єгоровича Жуковського (1847–1921) – засновника авіаційної науки у світі, який ще тоді зрозумів і розгледів у своєму учні задатки здібного, навіть видатного, науковця. Як відомо, В.П. Горячкін був учнем М.Є. Жуковського ще під час навчання на фізико-математичному факультеті університету, а також активно спілкувався з ним при навчанні у технічному виші, де саме тут й читав лекції видатний вчений. І у подальшому ніколи В.П. Горячкін не переривав із М.Є. Жуковським наукових зв'язків. Саме ще й тоді, під час навчання та закінчення університету, відомий вчений рекомендував своєму учню звернути увагу на прикладну механіку сільськогосподарських знарядь та машин і пропонував йому, перш ніж цим зайнятися, спочатку додатково отримати фундаментальні інженерні знання, що було прийнято і Василь Прохорович додатково закінчив ще й інший вже технічний навчальний заклад (тобто Імператорське технічне училище).

І це було у подальшому підтверджено, оскільки завдяки своїм фундаментальним працям В.П. Горячкін заслужено вважається одним із засновників безпосередньо науки «Землеробська механіка». Його фундаментальні та всеохоплюючі теоретичні дослідження майже у всіх напрямках механізації сільського господарства були неперевершеними і використовуються й донині. А юридично заснування власне кафедри з назвою «Сільськогосподарські машини» тут у сільськогосподарському інституті (Тимірязєвська

академія) офіційно відбулось лише 2 вересня 1901 р. і було здійснено саме майбутнім академіком В.П. Горячкіним.

Але згідно архівної інформації, в Україні, в Харкові ще раніше у даній галузі науки плідно працював професор Григорій Олексійович Латишев (який теж був інженером-механіком, оскільки закінчив механічне відділення відомого технологічного інституту і далі працював на механічному заводі, що спеціалізувався на виготовленні сільськогосподарських знарядь і машин), який з 1885 р. у Харківському практичному технологічному інституті – ХПТІ (у подальшому Харківський політехнічний інститут – ХПІ) спочатку викладав курс нарисної геометрії і технічного креслення [1]. Але за ініціативою першого директора Харківського практичного технологічного інституту професора В.Л. Кирпичова, у березні 1889 р. йому було запропоновано викладання курсу сільськогосподарського машинобудування [2]. Саме ця дата фактично і є початком заснування й становлення в Україні і навчальної дисципліни і науки, яка має назву «Землеробська механіка», хоча кафедра, на якій це відбувалось багато разів мала й такі назви – «Сільськогосподарське машинознавство» або «Сільськогосподарське машинобудування».

Також згідно архівної інформації саме в Україні у 1889 році у Харківському практичному технологічному інституті його Навчальним комітетом й було організовано вперше в імперії як самостійна кафедра сільськогосподарського машинобудування, перша спеціальна лабораторія з цього напрямку, так і перша станція з випробування сільськогосподарських машин, при якій було дослідне поле площею кілька десятин [2]. Сьогодні будівля, де першопочатково розташовувались вказана кафедра та спеціальна лабораторія, належить адміністративно-господарському корпусу НТУ ХПІ, тут також розміщується друкарня університету тощо.

Вже 15 квітня 1890 р. Міністром народної освіти було затверджено Правила для випробування студентів ХПТІ, які закінчили повний курс навчання на звання інженер-технолога та технолога, в якому передбачалося вивчення предмету «Сільськогосподарські машини» в групі «Прикладна механіка» безпосередньо студентами, які навчалися на механічному відділенні вишу [3].

Саме відтоді професор Григорій Олексійович Латишев і почав ґрунтовно та досконало вивчати існуючі у світі джерела такого напрямку фундаментальної інженерної науки, прискіпливо аналізував закордонний досвід по виробництву сільськогосподарських знарядь та машин, приступив до формування штату кафедри. Заради цього він у 1889 році на початку діяльності у цьому, новому напрямі, також був відраджений за кордон [4]. Тоді вважалось, що для придбання відповідного досвіду вивчення, дослідження, а потім проектування і подальшого виробництва нових сільськогосподарських машин та знарядь обов'язковою умовою було першопочаткове вивчення цих питань за кордоном. Сам курс сільськогосподарського машинобудування у Харківському практичному технологічному інституті почали регулярно викладати студентам з січня 1893 р. В 1893 р. Григорій Олексійович окрім курсу з сільськогосподарських машин читав у ХПТІ ще й курс технології металів [4]. А в 1896 р. його було призначено експертом з сільського господарства на виставці в Нижньому Новгороді [5].

Далі архівні джерела свідчать про те, що повернувшись у 1898 році з-за кордону на батьківщину К.Г. Шиндлер не побажав повертатись на попереднє місце роботи, тобто на кафедру у сільськогосподарський інститут (Тимірязєвську академію), а почав шукати новий виш для викладання курсу з сільськогосподарських машин, оскільки він мав до цього палке бажання й відповідний досвід. Скоріш за все К.Г. Шиндлер знав, що у Харкові така кафедра вже існує і мабуть попередньо звернувся з цим питанням до професора Г.О. Латишева. Є всі підстави вважати, що отримавши згоду від завідувача кафедрою сільськогосподарського машинобудування ХПТІ на його переїзд до Харкова та зарахування на зазначену кафедру, у подальшому Шиндлер К.Г. звернувся до керівництва

Харківського вишу і для нього було оформлене запрошення, що надавалось вже від ректора інституту професора В.Л. Кирпичова. Такі тоді були вимоги Міністерства народної освіти, яке направило відповідне розпорядження директору Харківського технологічного інституту Імператора Александра III про призначення інженера-механіка Шиндлера К.Г. викладачем креслення (Лист: МИНИСТЕРСТВА НАРОДНАГО ПРОСВѢЩЕНІЯ. ПОПЕЧИТЕЛЯ ХАРЬКОВСКАГО УЧЕБНАГО ОКРУГА – мова оригіналу; розпорядження від 26 серпня 1898 р. за № 2216) [6].

І хоча згідно вказаного розпорядження Міністерства інженеру-механіку К.Г. Шиндлеру доручалась викладацька діяльність, зокрема викладання креслення, насправді іншим розпорядженням від 8 жовтня 1898 року № 7444, він отримав посаду лаборанта.

Слід припустити, що мабуть за невеликою кількістю студентів саме на спеціальність сільськогосподарське машинобудування К.Г. Шиндлер спочатку був задіяний у ХПТІ (саме у 1898 році цей виш почав мати назву Харківський технологічний інститут – ХТІ) на лаборантській посаді, а згодом на посаді кресляра. Для такого припущення є підстави, оскільки сам професор Г.О. Латишев викладав на двох факультетах нарисну геометрію та креслення і студентів, які ці предмети вивчали, було багато. Попрацювавши в Харкові лише 1 рік на посадах, які по суті не були викладацькими, К.Г. Шиндлер переїхав у 1899 році до Києва у Київський політехнічний інститут, оскільки й сам ректор В.Л. Кирпичов вже рік як був тут і організовував цей новий технічний виш. І хоча К.Г. Шиндлер в КПІ отримав посаду штатного викладача кафедри механіки, оскільки кафедри сільськогосподарських машин тут не було, але Віктор Львович Кирпичов відразу планував для нього іншу посаду. Саме згідно намірів самого Віктора Львовича у Києві він теж запланував і майже відразу заснував Київську станцію по випробуванню землеробських машин та знарядь, а на керування нею саме й був запрошений «кресляр» із ХПТІ – інженер-механік К.Г. Шиндлер [6].

Таким чином, згідно архівних джерел, лаборант Харківського технологічного інституту К.Г. Шиндлер переводився у 1899 році у Київський політехнічний інститут не на посаду завідувача кафедри, а лише на посаду виконувача обов'язки екстраординарного професора.

Підсумовуючи сказане, є всі підстави, без усіляких перебільшень, вважати безпосереднім засновником в Україні і науки, яка зветься «Землеробська механіка», і сільськогосподарського машинобудування, і випробувальної справи цього напрямку техніки саме видатного вченого й організатора навчання професора Віктора Львовича Кирпичова. Саме за його задумами та офіційними розпорядженнями й була здійснена вказана трансформація.

Далекоглядність професора В.Л. Кирпичова, його геніальність в оцінці вагомості і напрямів багатьох наук, в тому числі й науки, яка тоді тільки ще народжувалась і яка зараз зветься «Агроінженерія», їх подальшого значення для нашої держави, та навіть й світу, більш ніж очевидна.

А безпосередніми виконавцями задумів видатних вчених М.Є. Жуковського та В.Л. Кирпичова, які зробили вирішальний внесок у формування основ землеробської механіки та сільськогосподарського машинознавства (машинобудування), як було вже зазначено вище, без усіляких сумнівів стали три у подальшому видатних вчених: Григорій Олексійович Латишев (1857–1922), Василь Прохорович Горячкін (1868–1935) та Каміл Гаврилович Шиндлер (1869–1940).

Є необхідність більш докладно висвітлити праці цих вчених з початку їх плідної діяльності у вказаному напрямі науки, оскільки далі виникає питання про зміст нової дисципліни, що почала викладатись студентам у трьох зазначених вишах. Так, В.П. Горячкін у 1896 р. приступив до читання курсу, що мав назву: «Вчення про сільськогосподарські машини і двигуни» в Сільськогосподарському інституті (згодом Тимірязєвська сільськогосподарська академія). Такий курс тут читався вперше, та

молодому викладачеві В.П. Горячкіну довелося самостійно вивчати їх конструкції і розробляти теоретичні основи розрахунку та побудови сільськогосподарських машин та знарядь, обґрунтовувати технологічні процеси, засновані вже на застосуванні різних сільськогосподарських машин. На відміну від попередників та сучасників, які користувалися виключно описовими методами, він у своїх лекціях використовував теоретичні викладки, широко застосовуючи при цьому закони механіки та вищої математики. Знань та компетенцій для цього у В.П. Горячкіна, після блискучих закінчень двох столичних навчальних закладів, було достатньо. Видатна без перебільшення діяльність цього вченого підтверджується виданням у 1919 році першої у світі книги «Землеробська механіка».

Оскільки в Україні важливу роль у розвитку сільськогосподарських знарядь і машин наприкінці XIX ст., як це вже було визначено вище, зіграли кафедра сільськогосподарського машинобудування, спеціальна лабораторія та станція з випробування сільськогосподарських машин, що відкрилася в 1893 р., при яких було дослідне поле площею кілька десятин у Харківському практичному технологічному інституті (зараз Харківський політехнічний інститут) та створена в 1900 р. станція з випробування землеробських машин та знарядь у Київському політехнічному університеті (функціонування якої, згідно архівних документів, практично почалось з 1901 р.), то тут почалось також змістовне формування курсів навчальних дисциплін з цього напрямку й ґрунтовне викладання їх студентам. Безумовно активно почали розглядатись конструкції сільськогосподарських знарядь та машин на кінній тязі та наміри вперше описати їх роботу за допомогою доволі найпростіших аналітичних виразів. Так, в книзі інженера-механіка, виконуючого обов'язки екстраординарного професора Київського політехнічного інституту Імператора Олександра II К.Г. Шиндлера «Теорія і конструкція орних знарядь», 1904, наведений простий приклад дії сил при різанні матеріалу горизонтальним симетричним лезом (с. 99, рис. 25), розглядається схема сил, прикладених до ножа (чересло), що рухається у ґрунті під різними кутами, і їх розкладання по відповідним осям координат (с. 107, рис. 26) та сил, прикладених до загальної похилої площини, що також рухається на відповідній глибині у ґрунті (с. 119, рис. 28). Теоретичне (графічне) обґрунтування повертання пластів ґрунту при оранці і їх складання у борозни у відповідній послідовності після багатократного проходження кінного плуга представлені тут як запозичення з книги В.П. Горячкіна «Відвал (до графічної теорії плуга)», 1898 р. (див. с. 47) та книги «Знаряддя для обробки ґрунту – елементарній курс загального землеробства» виданої у 1897 р. (див. с. 28).

При цьому на кафедрі механіки (саме «Механіки», а не «Прикладної механіки», на якій він працював з 1899 по 1911 роки) КПП виконуючий обов'язки екстраординарного професора К.Г. Шиндлер з 1900 р. починає читати лекції по механіці для студентів III курсу сільськогосподарського відділення [див.: Личний составъ Кіевскаго Политехническаго Института Императора Александра II Въ 1900 1901 академическомъ году – мова оригіналу, с. 7-8], згодом лише з 1903 року читає лекції з сільськогосподарських машин для студентів III та IV курсів сільськогосподарського відділення та з землеробських машин для студентів IV курсу механічного відділення. Він керує складанням спеціальних проектів на цьому курсі та проектуванням підйомних машин на III курсі механічного відділення та проектуванням котлів на IV курсі цього відділення. При цьому він також керує практичними заняттями з сільськогосподарського машинознавства на III та IV курсах сільськогосподарського відділення [див.: Личний составъ Кіевскаго Политехническаго Института Императора Александра II На 1903–1904 академ. Годъ – мова оригіналу, с. 15]. Такий широкий спектр навчальних дисциплін у Київському політехнічному інституті, які почав читати студентам інженер-механік К.Г. Шиндлер, був обумовлений тим, що сам він мав також відповідні ґрунтовні знання і закордонний досвід.

Крім того К.Г. Шиндлер також починає керувати станцією випробувань



землеробських машин та знарядь, що знаходиться під Києвом (с. Грушки) і організує ці випробування ретельно розробляючи їх методику та застосування відповідних приладів, які перед цим закупає за кордоном, або виготовляє у механічних майстернях КПІ. Ця станція відіграла велику роль у справі оцінки та подальшого вдосконалення багатьох сільськогосподарських машин, що випускалися на той час. Найбільш широке впровадження у сільськогосподарське виробництво отримували тільки ті машини, яким було дано позитивну оцінку саме цією машиновипробувальною станцією. Слід зазначити, що після випробувань станція, як правило, залишала у себе зразки машин для вивчення студентами і на станції була зібрана значна колекція машин і знарядь.

Проведення випробувань великої кількості машин, особливо плугів для обробки різних типів ґрунтів дозволило К.Г. Шиндлеру підготувати і в 1903 році захистити в КПІ наукову роботу на тему: «Теорія та конструкція орних знарядь» та здобути вчене звання ад'юнкта (зараз це відповідає званню кандидат технічних наук). У 1904 році ним було видано книгу з однойменною назвою з доданим (і фактично його складовою частиною) атласом «Політипажі, ескізи та креслення машин-орудій сучасного сільського господарства», які ним успішно використовувалися надалі в навчальних цілях, про які було наведено вище.

Таким чином, ніякої кафедри сільськогосподарських машин, як багато років помилково вважалось, що була утвореною в Київському політехнічному інституті, з самого початку його заснування, ніколи не існувало й не могло існувати, про що свідчить відома достовірна архівна інформація (див. Личный состав Киевского Политехнического Института ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА II – мова оригіналу; за 1900 і окремо за послідувачі до 1915 роки, які тоді щорічно офіційно друкувались у відповідні роки і де наведений весь не тільки викладацький склад співробітників, починаючи від керівництва інституту й факультетів, а й всіх професорів різних рангів, штатних викладачів, осіб, які були запрошені для занять в Інституті по найму, штатних лаборантів, сверхштатних лаборантів, бібліотеки, інспекції, помічників, канцелярії, господарської частини тощо; позначені всі існуючі тоді кафедри з їх офіційними назвами). Саме згідно цієї інформації в зазначені роки жодних кафедр «Сільськогосподарського машинознавства» та «Сільськогосподарського машинобудування» у Київському політехнічному інституті також не існувало.

Всі намагання, які докладаються в останні часи в деяких псевдоісторичних виданнях, «прив'язати» назву неіснуючої кафедри «Сільськогосподарські машини» до кафедри «Механіки» або «Прикладної механіки» штучні і не відповідають дійсності і достовірній архівній інформації. На кафедрах «Прикладної механіки» та «Механіки» КПІ, де починалась діяльність як виконуючого обов'язки екстраординарного професора К.Г. Шиндлера окрім класичної механіки було викладання багатьох дисциплін, зокрема: «Теплові двигуни», «Паровози», «Котли» тощо. До речі й сам виконуючий обов'язки екстраординарного професора К.Г. Шиндлер тоді читав студентам курси «Механіки», «Проектування котлів», «Проектування підйомних машин».

Безпосередньо предмети, що пов'язані з землеробською механікою, сільськогосподарським машинознавством та сільськогосподарським машинобудуванням студентам в тій чи іншій мірі в КПІ викладались, причому на різних факультетах, скоріш за все у невеликих обсягах. Ймовірно, що це відбувалось в основному на Станції випробування землеробських машин та знарядь. Але відповідно вказаним вище назвам та справжній архівній інформації структурної одиниці, яка б мала назву кафедра «Сільськогосподарських машин» в Київському політехнічному інституті не було!

Цікавим є також той факт, що, згідно зазначених вище «Особистих составів Київського Політехнічного Інституту» за всі початкові роки від його утворення, Шиндлер К.Г. за весь час своєї роботи у КПІ (1899–1911) жодною кафедрою взагалі не завідував – ні кафедрою «Механіки» де весь час роботи в КПІ він перебував на відповідній посаді, ні кафедрою «Прикладної механіки».

Підтвердженням цього ще є й факти, згідно яких існували вимоги у тогочасній освітянській сфері, згідно яких екстраординарні професори (не кажучи вже про виконавців обов'язків екстраординарних професорів) не мали по Статуту права завідувати кафедрами, та бути членами Вчених рад вишів. Деканом факультетів він був, а також завідував Станцією випробування землеробських машин і знарядь. Причому згідно архівних джерел іноді один декан міг керувати одразу двома факультетами, що й було в біографії цього вченого.

Таким чином, є всі підстави вважати, що саме в Україні фактично й відбулось започаткування такої науки як «Землеробська механіка», що сприяло значному поштовху подальших фундаментальних досліджень, які дали світу видатного корифея землеробської механіки зі світовим ім'ям академіка Петра Мефодійовича Василенка.

### **Список використаних джерел**

1. Становление и развитие Харьковского Технологического института в конце XIX – начале XX веков: монография / Д. Ю. Журило; Нац. техн. ун-т «Харьков. политехн. ин-т». – Харьков: Підручник НТУ «ХП», 2016. – 264 с. С. 37.
2. Державний архів Харківської області (ДАХО). Фонд 770. Опис. 1. Справа 100. Введение в Институте преподавания сельскохозяйственного машиностроения и об устройстве при Институте станции для испытания сельскохозяйственных машин и орудий. 9 с.
3. ДАХО. Фонд 770. Опис. 1. Справа 146. Об окончании студентами полного курса Института со званием инженер-технолога и технолога в 1890/91 учебном году. 38 с.
4. ДАХО. Фонд 770. Опис. 1. Справа 110. Отчет о состоянии Института за 1893 г. 32 с.
5. ДАХО. Фонд Р-1682. Опис. 2. Справа 179. Справа про службу професора Григорія Олексійовича Латишева. 338 с.
6. ДАХО. Фонд Р-1682. Опис. 2. Справа 370. Особова справа Шиндлера Камілла Гавриловича. 34 с.
7. Гутник М.В. Внесок професора Г.О. Латишева у започаткування викладання та наукових досліджень у галузі з сільськогосподарського машинобудування у Харківському технологічному інституті / М.В. Гутник // Історія освіти, науки і техніки в Україні: матеріали 12-ї Міжнар. конф. мол. учених та спеціалістів. – Київ : ЦП «Компринт», 2017. – С. 70-73.
8. Журило А.Г., Журило Д.Ю. Нариси історії Харківського політехнічного інститута. Конспект лекцій І А. Г. Журило, Д. Ю. Журило; НТУ «ХП». Харків: ФОП Панов А. М., 2021, 216 с.
9. Академік Василенко Петро Мефодійович – корифей землеробської механіки в Україні: монографія / С.М. Ніколаєнко, В.М. Булгаков, В.В. Адамчук та ін. – К.: Аграрна наука, 2015. – 264 с.

УДК 631.01

### ***ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ШНЕКОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ ДЛЯ УТИЛІЗАЦІЇ ПОШКОДЖЕНОГО ШАРУ ҐРУНТУ***

**О. Троханяк, к.т.н, доцент**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Воєнні дії спричиняють ряд механічних, фізичних та хімічних впливів на ґрунтовий покрив. Такі впливи призводять до руйнування структури та функцій ґрунтової екосистеми, ведуть до погіршення фізикогеохімічних властивостей. Для різних типів військових об'єктів комплекси порушень можуть різнитись від виду і типів бойових дій, порушень рельєфу поверхні, ґрунтів (воронки вибухів, наслідки руху бойової техніки), захисних споруд (окопів, бліндажів, вогневих точок, протитанкових споруд тощо), забруднення верхніх горизонтів ґрунтового покриву продуктами бойової діяльності, захараченням поверхні (залишками бойової техніки, захисних споруд, осколками тощо) [1-3]. Знищення рослинності, порушення ґрунтового покриву, дефіцит природного

зволоження, опустелювання є поширеними наслідками воєнно-техногенного навантаження. Тому відновлення та забезпечення умов збереження родючості ґрунтів сільськогосподарського призначення України, зруйнованих воєнними діями в даний час, є дуже гострою, глобальною та актуальною проблемою для усього сільського господарства, яка має державний пріоритет. Передусім необхідно здійснити обстеження та розмінування сільськогосподарських земель, хоча воно не гарантує фермерам повернення до роботи на цих землях. Поверхню ще потрібно вирівняти та рекультивувати, тобто повернути ґрунту здоровий баланс та родючість. Для цього необхідно зняти та утилізувати забруднений шар ґрунту. Адже воронки від потужних вибухів іноді досягають глибини 4 м і величезних за розмірами діаметрів, а ґрунт, що залишається на місці удару турбулізується, піддається динамічному ущільненню, а також містить численні металеві уламки з залишками вибухових токсичних речовин. Також в наслідок воєнних дій часто виникають пожежі, після яких на вигорілих ділянках спостерігається винесення гумусових речовин та утворення гідрофобного шару, який обмежує інфільтрацію води. Тепловий вплив обумовлений локальним підвищенням температури внаслідок викидів нагрітого повітря, порохових газів, газоподібних продуктів вибухового перетворення боєприпасів та вихлопних газів. Тепловий вплив негативно впливає на ґрунтовий покрив, викликаючи порушення термічного та водного режиму, зміни гранулометричного та агрегатного складу. Зміна термічного режиму ґрунту впливає на ґрунтові організми, змінюючи їхню оксигенацію та призводить до зниження біорізноманіття. Тому виникає необхідність у розробленні наукових основ по рекультивації полів сільськогосподарського та іншого призначень пошкоджених руйнівними воєнними діями.

Для відновлення родючості ґрунтів потрібно забрати пошкоджений поверхневий шар та вирівняти рельєфу земель сільськогосподарського призначення. Для цього можна використовувати шнекові робочі органи, які дозволять механізувати процес очищення поверхневого шару ґрунту з наступним вирівнювання поверхні полів відомими машино-тракторними агрегатами. Одним з перспективних напрямків вирішення даної задачі є розробка засобів механізації технологічних операцій на базі жорстких та гнучких гвинтових робочих органів, які забезпечують транспортування ґрунту по криволінійних трасах при вільному розташуванні робочого органу в гнучкому кожусі [4]. Нові конструкції та їх комбінації гнучких і жорстких гвинтових робочих органів дозволять механізувати технологічні операції забирання та переміщення пошкодженого і забрудненого поверхневого шару ґрунту.

В подальшому необхідно розробити теоретичні основи впливу різних машинно-тракторних агрегатів, в тому числі розширеного функціонального призначення, на стан ґрунту з врахуванням динаміки взаємодії рушіїв з ґрунтом та супроводжуючих коливальних процесів робочих органів ґрунтообробних машин при виконанні конкретних технологічних операцій щодо відновлення родючості ґрунтів. Подальший пошук шляхів підвищення родючості ґрунтів на пошкоджених полях, а також конкретні заходи для здійснення цього є, таким чином, головною сферою, яка в цілому торкається національної безпеки України, а й зокрема прямого вирішення її продовольчої безпеки.

### Список використаних джерел

1. Сплодинець А., Голубцов О., Чумаченко С., Сорокіна С. Вплив війни росії проти України на стан українських ґрунтів. – Київ: ГО «Центр екологічних ініціатив «Екодія», 2023. – 32 с.
2. Bulgakov, V., Aboltins, A., Beloev, H., Nadykto, V., Kyurchev, V., Adamchuk, V. & Kaminskiy, V. (2021). Maximum admissible slip of tractor wheels without disturbing the soil structure. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(15)
3. Bulgakov, V., Aboltins, A., Ivanovs, S., Holovach, I., Nadykto, V. & Beloev, H. (2020). A mathematical model of plane-parallel movement of the tractor aggregate modular type. *Agriculture (Switzerland)*, 10(10), 1-22.
4. Bulgakov V., Holovach I., Klendii M., Trokhaniak O., Ihnatiev Ye., Dubrovina O. Experimental study of the driving resistance of a harrow with screw working bodies. *International Scientific Journal "Mechanization in Agriculture & Conserving of the Resources"*. Issue 3. 2023. P. 86-88

**КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ АГРЕГАТУ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ГОЛОВОК  
КОРЕНЕПЛІДНИХ КУЛЬТУР ВІД ЗАЛИШКІВ ГИЧКИ НА КОРЕНІ****М. Будзанівський***Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН України*

Коренеплідні культури збирають найчастіше роздільним способом, згідно якого попередньо відбувається збирання гички, шляхом її зрізання й подальшого викопування коренеплодів з ґрунту. При цьому зрізання гички коренеплідних культур здійснюється на корені після чого відразу відбувається очищення головок від залишків гички. Нами створений причіпний агрегат для очищення головок коренеплодів від залишків гички на корені, який є двохвальним очисником, встановленим на раму.

Агрегат (рис. 1) складається з агрегуючого трактора 1, позаду якого за допомогою навісного пристрою 2 навішений очисник головок коренеплодів, що включає раму 3, на якій встановлені елементи приводу 4 та вона опирається на два копіювальних колеса 5.

В задній частині рами 3 встановлені два привідних вали 6 повздожні осі яких розташовані на рамі 3 під кутом  $\alpha$  один до одного, а вершина кута спрямована вперед. Поверхні привідних горизонтальних валів 6 виконані у вигляді зовнішніх шліців по всіх їх довжинах, на які встановлені втулки 7, які мають внутрішні шліці, таким чином, вали 6 і втулки 7 мають рухоме шліцеве з'єднання 8. В даному випадку втулки 7 мають можливість передавати обертальні моменти від валів 6 і одночасно переміщуватись вздовж валів 6 у осьовому їх напрямі.

В передніх частинах валів 6 встановлені втулки 7, на яких розташовані еластичні лопаті 9 у вигляді пар плоских ременів. У задніх частинах валів 6 встановлені такі самі шліцеві втулки 7, на зовнішніх поверхнях яких закріплені чотири кронштейни 10, на яких на осях 11 встановлені вже еластичні лопаті 12, які мають у поперечних перерізах квадратні форми з закругленими бічними частинами. На валах 6 між парами втулок 7 з еластичними лопатями 9 і втулками 7 з еластичними лопатями 12 квадратного поперечного перерізу встановлені пружини стиснення 13. Позаду втулок 7 з еластичними лопатями 12 квадратного поперечного перерізу також встановлені пружини стиснення 14.

Завдяки тому, що в задній частині рами 1 встановлені два привідних вали 6, які мають повздожні осі, що розташовані під кутом  $\alpha$  один до одного, а вершина кута  $\alpha$  спрямована назад досягається гарантована взаємодія вказаних еластичних очисних лопатей з головками коренеплодів, які відхилені від осьової лінії рядка. Саме віддалення у передній частині один від одного валів 6, завдяки куту  $\alpha$ , забезпечує відповідну так звану зону захоплення для усіх головок коренеплодів і гарантоване надання їм зчісуючих зусиль. Завдяки тому, що поверхні привідних горизонтальних валів 6 виконані у вигляді зовнішніх шліців по всіх їх довжинах, на які встановлені втулки 7, які мають внутрішні шліці, то вали 6 і втулки 7 мають рухоме шліцеве з'єднання 8.

Таким чином, втулки 7 мають можливість передавати обертальні моменти від валів 6 і одночасно переміщуватись вздовж валів 6 у осьовому їх напрямі. А тому, втулки 7, які встановлені у передніх частинах валів 6 разом з еластичними лопатями 9 у вигляді пар плоских ременів мають можливість рухатись вздовж валів 6 (завдяки рухомому шліцевому з'єднанню 8). Завдяки тому, що на валах 6 між парами втулок 7 з еластичними лопатями 9 і втулками 7 з еластичними лопатями 12 квадратного поперечного перерізу встановлені пружини стиснення 13, то під дією змінного навантаження кінці лопатей 9 згинаються і одночасно мають два види рухів: обертальні на валах 6 і поступальні вздовж повздожних осей валів 6. Такі два види рухів, які виконуються одночасно, сприяють тому, що кінці лопатей 9, фактично плоских ременів більш повно охоплюють кожну сферичну поверхню головок коренеплодів. При обкочуванні кінцями ременів лопатей 9 головок коренеплодів вони здатні відминати залишки гички.

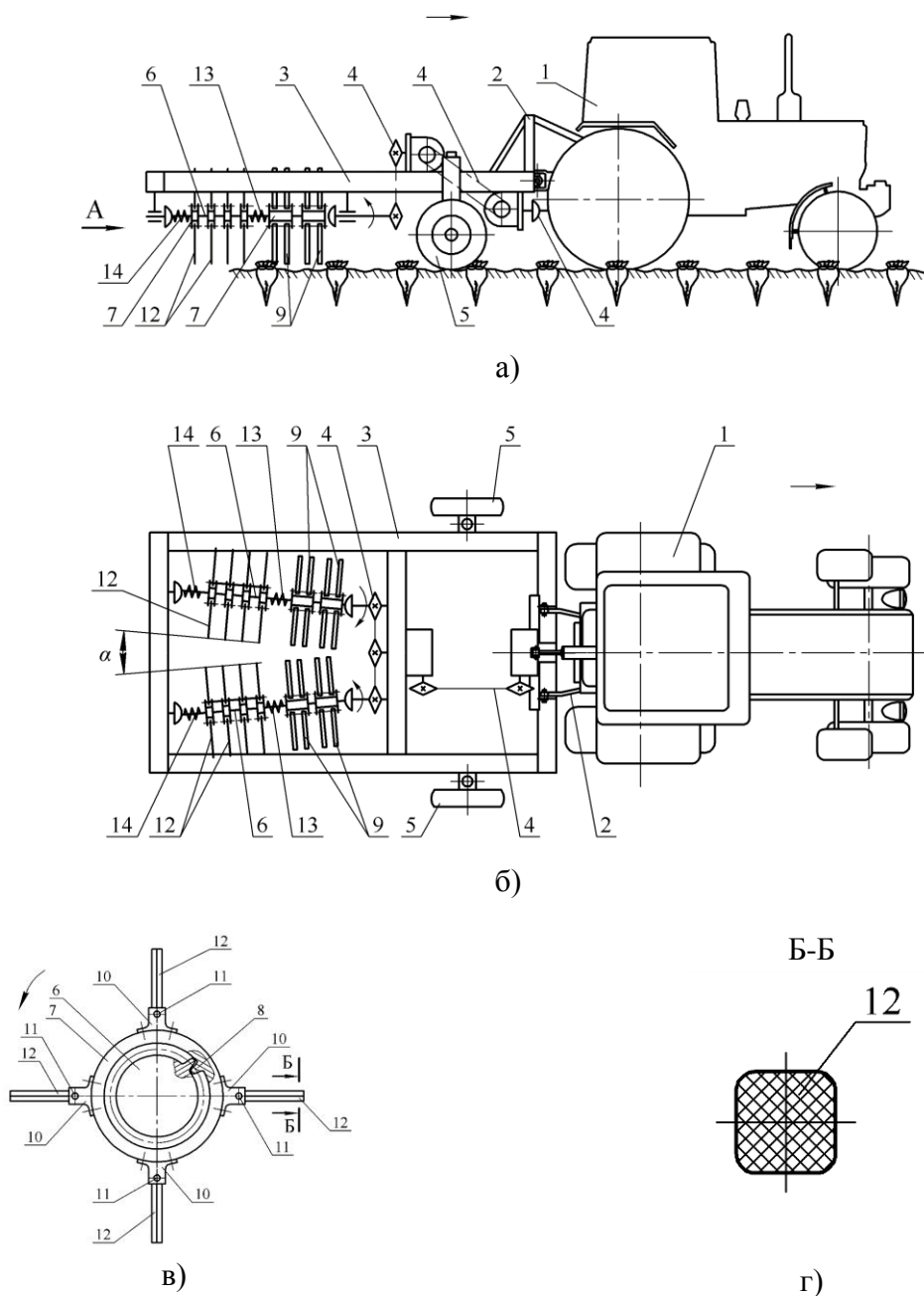


Рис. 1. Конструктивна схема агрегату для очищення головок коренеплідних культур від залишків гички на корені: а) вигляд збоку; б) вигляд зверху; в) вид А; г) переріз Б-Б

Окрім того, під дією змінного навантаження втулки 7 з лопатями 9 долають опір пружин стиснення 13 рухаючись назад (тобто стискають пружини 13). Після зняття навантаження під дією пружин 13 (пружини розжимаються) втулки 7 разом з лопатями 9 рухаються з прискоренням вздовж валів 6 вже у зворотному напрямі. Всі вказані рухи кінців лопатей 9 відбуваються під кутом  $\alpha$ . Однак якщо врахувати прямолінійний рух самого очисника, то фактично кінці ременів 9 здійснюють просторові складні рухи по відношенню до сферичних поверхонь головок коренеплідів. Це створює ефект того, що плоскі ремені лопатей 9 можуть зачіпати задні сторони головок коренеплідів контактуючи з ними і ефективно зчісувати з них залишки гички. Далі з головками коренеплідів починають контактувати задні частини валів 6. Оскільки тут встановлені такі самі шліцеві втулки 7, на зовнішніх поверхнях яких закріплені чотири кронштейни 10, на яких на осях 11 встановлені вже еластичні лопаті 12, які мають у поперечних перерізах квадратні форми з закругленими бічними частинами, то по головках коренеплідів наносять більш точкові ефективні удари або площинами, або закругленими гранями, здатні відбивати не тільки зелені та міцні залишки гички, а й сухі та полеглі, що знаходяться у міжряддях посівів, або між самими коренеплодами у рядках.

Саме така форма еластичних лопатей 12 і наявність кута  $\alpha$  на який відхилені лопаті 12 від осевої лінії рядка забезпечує ефективне захоплення і подальше відривання сухих та полеглих залишків гички. Оскільки позаду рухомих втулок 7 з еластичними лопатями 12 квадратного поперечного перерізу також встановлені пружини стиснення 14, то вони фактично знаходяться одночасно між двох пружин – 13 та 14. Таким чином, підпружинені рухи втулок 7 з лопатями 12 в обох напрямках на валах 6 та відповідне відхилення, завдяки куту  $\alpha$ , забезпечують гарантовані контакти їх кінців з задніми та передніми частинами головок коренеплодів.

Встановлення лопатей 12 на осях 11 кронштейнів 10 забезпечує їх повороти, що не викликає пошкоджень зовнішніх поверхонь головок коренеплодів і сприяє не вибиванню тіл коренеплодів з ґрунту. Це значно підвищує якість очищення та забезпечує надійність роботи очисника. Привід валів 6 очисника здійснюється від заднього валу відбору потужності агрегатуючого трактора 1 і завдяки елементам привода 4 вали 6 обертаються з відповідними кутовими швидкостями. При цьому змінюючи зірочки ланцюгів (з різною кількістю зубів) елементів привода 4 є можливість задавати різні кутові швидкості обертання валів 6. Так в разі значної кількості залишків гички на головках коренеплідних культур, кутові швидкості обертання повинні бути більшими.

Проведені польові експериментальні дослідження показали результати, що свідчать про стійке виконання технологічного процесу та високі показники якості очищення головок коренеплідних культур від залишків гички на корені.

#### **Список використаних джерел**

1. Bulgakov V., Ivanovs S., Santoro F., Anifantis A.S. Experimental investigation of the energy-power characteristics of the cleaner of the root crop heads from the haulm., 18th International Scientific Conference “Engineering for rural development”, Proceedings, Volume 18. 2019. Jelgava 2019, pp. 129–135.
2. Bulgakov V., Ivanovs S., Ruzhylo Z., Golovach I. Theoretical investigations in cleaning sugar beet heads from remnants of leaves by cleaning blade. Engineering for Rural Development, Proceedings, Vol. 15, 2016, pp. 1090–1097.
3. Bulgakov V., Zaryshnyak A., Beloev H., Ivanovs S. Investigation of amplitude-frequency characteristics of disturbing and control impacts of asymmetric swath header machine-and-tractor aggregate. Engineering for rural development, proceedings, Vol. 17, 2018, pp. 221–226.
4. Будзанівський М.І. Розробка конструктивної схеми польової експериментальної установки для дослідження очищення головок коренеплідних культур від залишків гички на корені. Виробництво сільськогосподарської продукції на основі Smart-технологій: матеріали Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф. (30-31 березня 2023 р., смт Глеваха) / ІМА АПВ НААН; В. В. Адамчук (гол. редактор). – Чернігів: НУ «Чернігівська політехніка», 2023. – С. 186–189.

УДК 631.352

### ***ОБҐРУНТУВАННЯ ОКРЕМИХ ПАРАМЕТРІВ БАРАБАНА ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ СТЕБЕЛ СОНЯШНИКУ***

**В. Сало, д.т.н., професор;**

**І. Дудник, студент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна*

Подрібнення рослинних решток з технічної точки зору – це один із варіантів підпорного різання. В даному випадку функції опори виконує ґрунт, а різального елемента – плоский ніж, радіально закріплений на циліндричній поверхні котка. Сам процес подрібнення полягає в тому, що при перекачуванні барабана з ножами, стебла рослин притискаються до ґрунту, ножі перерізають їх на частинки, розміри яких наближені до відстані між лезами ножів і залишають на поверхні поля. Та забезпечити надійне протікання даного процесу не завжди вдається. Очевидним є те, що для

нормальної роботи ґрунтообробних машин розміри рослинних решток після подрібнення повинні мати рекомендовані розмірні характеристики. Нажаль, віднайти чіткі рекомендації щодо встановлених максимально допустимих розмірів рослинних решток після подрібнення стебел у вигляді чітких нормативних рекомендацій в Україні не вдалося. Група німецьких науковців рекомендує оцінювати процес подрібнення грубостеблових культур за кількістю неушкоджених частинок стебел довжина яких перевищує 5 см [1,2,3]. В окремих роботах ННЦ «ІМЕСГ» простежувалися рекомендації оцінювати якість подрібнення рослинних матеріалів за відсотком максимально допустимих розмірів подрібнених частинок, Мова йшла про довжину в 20 см. Зустрічаються рекомендації щодо максимальної довжини рослинних решток після подрібнення в межах до 12 см і в кількості не менше 70% [4]. Нажаль однозначність у даному питанні відсутня і вирішальним повинне бути слово агрономів, спеціалістів по захисту рослин, ґрунтознавців. А поки що, на основі наявної інформації, складається враження, що для нормального протікання процесів основного обробітку ґрунту та послідуного їх розкладання і збагачення ґрунту органічною речовиною розміри рослинних решток повинні бути близькими до 5 см. Згідно викладеного вище, машини аналогічного призначення повинні подрібнювати стебла, як мінімум, до розмірів при яких вони можуть бути зароблені при послідуному основному обробітку ґрунту. Також очевидним є те, що розміри подрібнених стебел рослин напряму залежать від конструктивних параметрів технічних засобів призначених для виконання даних процесів.

Коли мова йде про роботу подрібнювачів з активними робочими органами то досягти бажаного результату простіше ніж при використанні котків – подрібнювачів [5]. В першому випадку інтенсивність подрібнення можна забезпечувати співвідношенням робочої швидкості та частоти обертання роторів, а при роботі котків-подрібнювачів корегувати довжину подрібнених часток стебел можна тільки зміною відстані між лезами ножів сусідніх рядів. Діаметр котків у більшості машин аналогічного призначення знаходиться в межах від 30-и до 50-и см. [6,7,8,9,10,11]. При кількості ножів 6,7,8 шт. Ці конструктивні параметри не випадкові, при них забезпечується кут розхилу між радіально встановленими ножами  $40...50^{\circ}$  і мінімально можлива відстань між лезами ножів, а отже і мінімальна довжина рослинних решток у межах 19...25см. При цих конструктивних параметрах забезпечується технологічна надійність виконання процесу подрібнення. На перший погляд, підвищити інтенсивність подрібнення можна збільшенням кількості рядів ножів на барабані. Але це призводить до зменшення кута розхилу, а відповідно і до інтенсивного забивання міжножового простору рослинно-ґрунтовою масою. Виконання технологічного процесу стає неможливим.

Один із варіантів покращення представленої ситуації може бути наступним. Зазвичай, природно чи примусово стебла рослин орієнтуються перед контактом з ножами в напрямку паралельному переміщенню робочої машини (перпендикулярно лезам ножів). В результаті саме цього частинки стебла, які відрізаються сусідніми ножами під тиском ґрунту протискаються між ними в напрямку циліндричної поверхні і затискаються. З часом кількість таких часток збільшується і коток втрачає працездатність. Спостереження за процесом подрібнення свідчать про те, що стебла, які вступають у взаємодію з ножами з відхиленням під певним кутом від напрямку руху котка, не перпендикулярно до лез ножів, практично не затискаються між їх площинами. Можна припустити, що аналогічного ефекту можна досягти при розташуванні ножів на коткові під певним кутом відносно його вісі по спіралі. В даному випадку перерізання стебел орієнтованих по напрямку руху машини буде здійснюватися також під цим кутом і забивання міжножового простору не відбуватиметься (рис.1). Для реалізації даної гіпотези пропонується конструкція котка-подрібнювача на якому ножі встановлено під кутом до осі його обертання і напрямку руху. Передбачається, що перерізання стебел також відбуватиметься під кутом, а при подальшому протисканні між ножами частинки стебла

легко повертатимуться в напрямку протилежному відхиленню ножів назад (рис.1) і при подальшому обертанні барабана під дією відцентрових сил відкидатимуться за межі зони дії ножів.

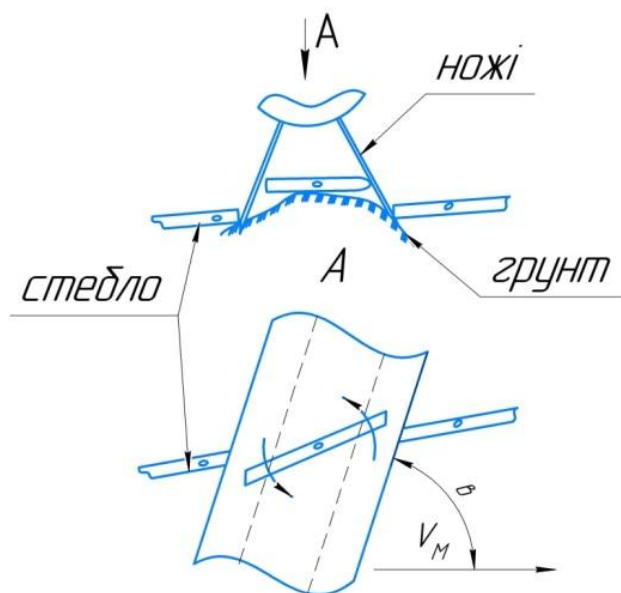


Рис.1. Взаємодія ножів зі стеблами розташованими під кутом ( не перпендикулярно лезу).

До таких параметрів зазвичай відносять: діаметр котка; кількість ножів, зазвичай пов'язана з кутом їх розхилу при радіальному розташуванні; висота ножів; форма загострення ножів; орієнтація різальної кромки; питомий тиск на одиницю довжини котка чи ножа; робоча швидкість машини; характеристики рослинних матеріалів та ґрунту, який виконує функції опори для різання та ряд інших. На підставі результатів попередніх досліджень [12] можна припустити, що до найбільш впливових факторів на показник імовірності забивання міжножового простору відносять такі конструктивні параметри як кут зміщення лінії розташування ножів відносно вісі барабана чи напрямку руху подрібнювача  $\gamma$ , град. та робоча швидкість агрегату  $V$ , км/год.

Інформація про характер взаємозв'язку між вказаними параметрами дозволить встановити їх орієнтовні числові значення, які слугуватимуть основою для вибору раціональних конструктивних параметрів ножового барабана.

З цією метою були розроблені програма та методика і проведені польові експериментальні дослідження з використанням серійного котка-подрібнювача рослинних решток ПГ-6, який агрегувався з трактором ЮМЗ-6Л.

За результатами обробки проведених експериментальних досліджень отримано рівняння регресії, що описує зв'язок між параметром оптимізації та впливовими факторами, а також графічна інтерпретація даних залежностей у вигляді поверхні відгуку та лінії рівних зрізів (рис. 2.).

$$P = 107,48 - 7,9181 * v - 12,7929 * \gamma + 0,1206 * v * v + 0,5267 * v * \gamma + 0,3536 * \gamma * \gamma$$

Аналіз отриманих результатів свідчить про те, що представлені фактори аналогічно впливають на зміну показника імовірності забивання міжножового простору рослинно-ґрунтовою масою, але ступінь впливу кута зміщення лез ножів відносно вісі барабана є сильнішою ніж робочої швидкості. Досягти бажаної надійності виконання технологічного процесу (рис. 2.) можна при кутові зміщення лез ножів понад  $12^\circ$  та робочих швидкостях, які перевищують 5 км/год.

Результати проведених експериментальних досліджень можуть бути враховані при удосконаленні конструкції котка подрібнювача рослинних решток для соняшнику та знайшли відображення в розробленій графічній частині кваліфікаційної роботи



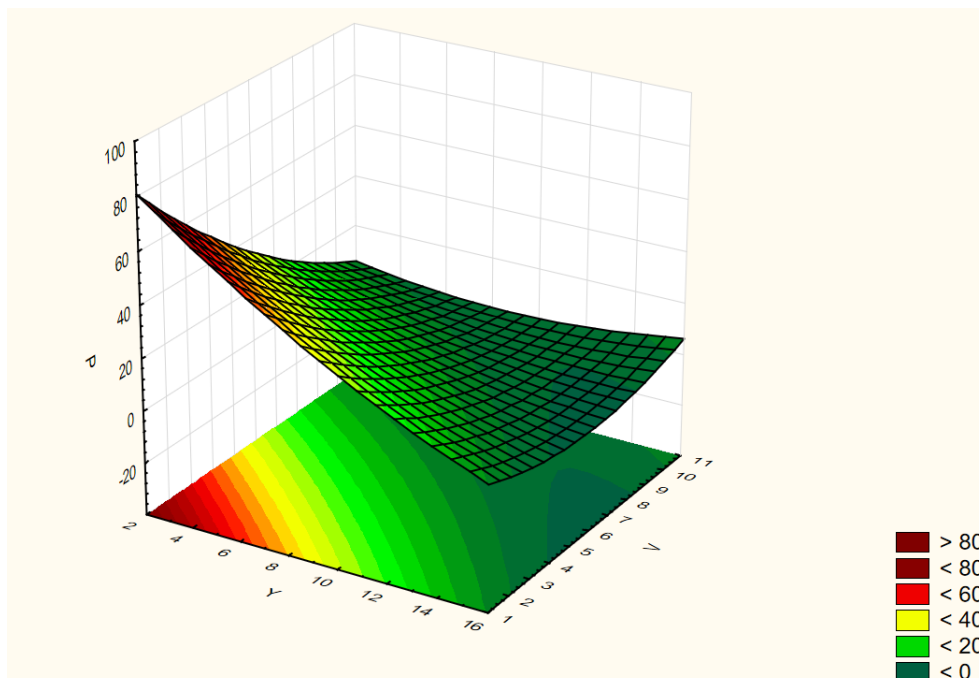


Рис. 2. Графічне відображення залежності показника імовірності  $P(\%)$  забивання міжножового простору рослинно-грунтовою масою від кута зміщення лінії лез ножів відносно вісі барабана  $Y, \text{град}$  та робочої швидкості виконання технологічного процесу  $V, \text{км/год}$ :

### Список використаних джерел

1. Кукурудзяний метелик – значення, попереджувальні заходи і стратегія боротьби (аграрна школа Triesdorf); Нещадне різання. Terra HORSCH. 2018. №16. С.12 – 14, 28 – 32. Режим доступу: [https://www.horsch.com/fileadmin/user\\_upload/downloads/ru-russisch/terraHORSCH/TH\\_16\\_2018\\_ru.pdf](https://www.horsch.com/fileadmin/user_upload/downloads/ru-russisch/terraHORSCH/TH_16_2018_ru.pdf) (дата звернення: 18.08.2019)
2. На лезі ножа: Cultro TC. Terra HORSCH. 2019. №19. С.8 – 9. Режим доступу: [https://www.horsch.com/fileadmin/user\\_upload/downloads/ru-russisch/terraHORSCH/TH\\_19\\_2019\\_RU.pdf](https://www.horsch.com/fileadmin/user_upload/downloads/ru-russisch/terraHORSCH/TH_19_2019_RU.pdf) (дата звернення: 03.04.2020)
3. О. Гайденко. Основні агротехнічні вимоги до обробітку ґрунту та сівби. / Механізація АПК / Вівторок, 11 серпня 2020 15:15. Режим доступу: <https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-ark/item/18415-osnovni-ahrotekhnichni-vymohy-do-obrobitku-gruntu-ta-sivby.html>
4. М. К. Лінник, В. А. Вольський, Р. В. Коцюбанський. Системний підхід до обґрунтування технологічної схеми та структури комбінованої машини для обробітку кукурудзяної стерні. Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільськогосподарства» (ННЦ «ІМЕСГ»). Режим доступу: <https://visnyk.mnau.edu.ua/statti/2019/n104/n104v4r2019linnik.pdf>
5. Машини для обробітку ґрунту та внесення добрив. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей./ Сало В.М., Лещенко С.М., Лузан П.Г., Мачок Ю.В., Богатирьов Д.В.- Х.: Мачулін, 2016.-244с.:іл.
6. Борона причіпна БП-6 2-х рядна з ріжучими катками. URL: <https://voshod.dp.ua/ua/p1060647819-borona-pritsepnaua-guadnaua.html> (дата звернення: 13.10.2021)
7. Компактна дискова борона KRONOS 4 з ножовими катками. URL: <https://www.velesagro.com/products/compact-disc-harrows/221/> (дата звернення: 13.10.2021)
8. Лушитель ЛДП-6 (з переднім котком-подрібнювачем). URL: <https://sloboda.pro/lushhilnik-ldp> (дата звернення: 07.11.2021)
9. Універсальний дискатор, призначений для лушення стерні та передпосівної підготовки ґрунту. URL: [https://www.bednar.com/ru/swifterdisc-хо\\_profi/](https://www.bednar.com/ru/swifterdisc-хо_profi/) (дата звернення: 16.01.2022)
10. Ножовий каток Cross Cutter Knife додає універсальності. URL: <https://www.vaderstad.com/ua/produkcija/--crosscutter-knife/> (дата звернення: 04.09.2020)
11. Культиватор КВО-5. URL: <https://sloboda.pro/kultivatoru-kvo> (дата звернення: 27.04.2021)
12. В.М. Сало, С.М. Лещенко, Д.В. Богатирьов. Вплив параметрів барабана для подрібнення рослинних решток на надійність протікання технологічного процесу. / Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник/ Центральноукраїнський національний технічний університет. Кропивницький, 2021.,2021,вип..51 . с.70-77.

## **ВИЗНАЧЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ЯКОСТІ ПОДРІБНЕННЯ ЗЕРНА ВІД ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ РОТОРНОГО ДИСПЕРГАТОРА РІДКИХ КОМРІВ ДЛЯ СВИНЕЙ**

**Р. Малєгін, аспірант**  
*Дніпровський державний аграрно-економічний університет*

У сучасному сільському господарстві ефективна обробка кормів є ключовим фактором для забезпечення належного розвитку та здоров'я тварин, зокрема свиней. Роторні диспергатори є важливими пристроями, які використовуються для подрібнення зерна та інших компонентів рідкого корму. Частота обертання робочих органів роторного диспергатора може відігравати ключову роль у підвищенні якості подрібнення зерна, що впливає на поживну цінність корму та споживання його свинями. Дослідження показали, що частота обертання робочих органів роторного диспергатора має прямий вплив на якість подрібнення зерна. При недостатній частоті обертання може спостерігатися недостатня подрібненість зернових культур, що може ускладнити процес перетравлювання та засвоєння корму свинями. З іншого боку, надмірно висока частота обертання може призвести до перегрівання та надмірного подрібнення зерна, що також негативно впливає на його поживну цінність. Для досягнення оптимальної якості подрібнення зерна та забезпечення належної поживної цінності рідкого корму для свиней важливо підбирати оптимальну частоту обертання робочих органів роторного диспергатора відповідно до типу та текстури зернових культур.

Для визначення оптимальних параметрів подрібнення було висунуто гіпотезу, згідно якої оптимальна якість подрібнення зерна може бути досягнута при встановленні робочих органів пристроя в діапазоні від 1500 до 3000 хв<sup>-1</sup>. Для підтвердження даної гіпотези було проведено низку дослідів з використанням роторного диспергатора-гомогенізатора рідких кормів для свиней.



Рис. 1. Загальний вигляд дослідної установки

Для дослідження згідно технологічних рекомендацій щодо концентрації зернових компонентів у рідких комрах було прийнято сумів води і зерна (в данному випадку пшениці) 9:1, і завантажено 5л води і 560г зерна.

Після циклу приготування рідкого корму, було проведено класифікацію подрібнених частин за допомогою решітчастого класифікатора з діаметром отвора 1.5 мм. Весь залишок що не пройшов через отвори 1мм був зважений на лабораторних вагах з точністю вимірювання до 0,01г і отримано результати які описують залежність якості подрібнення зерна від частоти обертання робочих органів установки.

Вага порожнього класифікатора складає 995,1г, віднявши цю величину від отриманих значень бачимо: при приготуванні суміші при частоті обертання 1500 хв<sup>-1</sup> вага недостатньо подрібненого залишку складає 313,8г; при частоті обертання 2250 хв<sup>-1</sup> вага недостатньо подрібненого залишку зменшується і складає 295,49г; при частоті обертання 3000 хв<sup>-1</sup> вага недостатньо подрібненого залишку стає найменшою і складає 136,88г

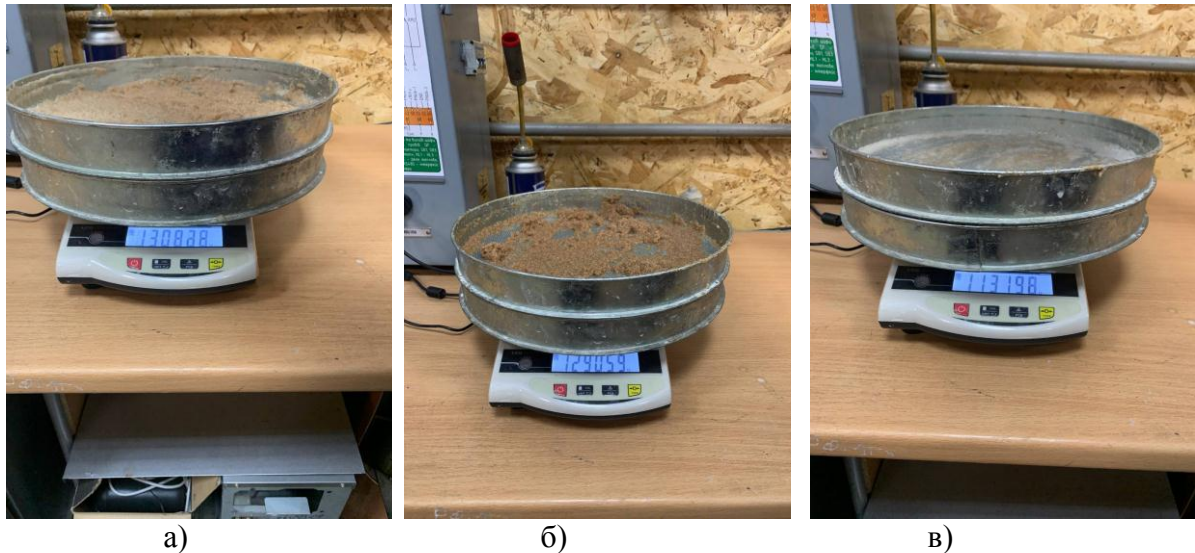


Рис. 2. Результат зважування залишку: а – частота обертання  $1500 \text{ хв}^{-1}$ , б – частота обертання  $2250 \text{ хв}^{-1}$ , в – частота обертання  $3000 \text{ хв}^{-1}$ .

Після аналізу вище приведених значень бачимо чітку залежність зменшення кількості недостатньо подрібненого залишку від збільшення частоти обертання робочих органів роторного диспегатора-гомогенізатора. Подальше збільшення частоти обертання робочих органів є недоцільним, оскільки призводить до значної кількості питомого енергоспоживання пристрою і, виходячи з цього, зменшення економічної ефективності застосування пристрою.

Такі показники будуть позитивно впливати на якість отриманого корму, ефективність використання компонентів корму і засвоюваність корму тваринами, а тому і на цільовий показник, такий як продуктивність свинарських підприємств в цілому.

УДК 631.314:631.363.2

### **РОЗВИТОК СУЧАСНИХ ЗНАРЯДЬ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ РОСЛИННИХ РЕШТОК ОДНОЧАСНО З ОБРОБІТКОМ ҐРУНТУ**

**В. Вольський, к.т.н., старший дослідник;  
Р. Коцюбанський, в.о. завідувача відділу**

*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН України*

За механічного обробітку кукурудзяної стерні знаряддями для подрібнення рослинних решток критерієм оцінювання якості виконання технологічної операції є ступінь подрібнення стебел. Кількість неподрібнених частин стебел завдовжки понад 5 см повинно становити не більше 40 %, в неподрібнених частинах стебел зимують лялечки шкідників, з яких весною розвиваються дорослі особи. Технологічні операції збирання забезпечують зменшення кількості личинок. Тільки завдяки правильному вибору висоти зрізування популяція шкідника може бути зменшена на 50 %. Проте, кількості личинок, що залишаються, достатньо, щоб повністю знищити всю плантацію урожаю наступного року. Тому під час подальших обробіток рекомендується подрібнити рештки стебел, перемішати їх із ґрунтом на глибину понад 10 см [1, 2].

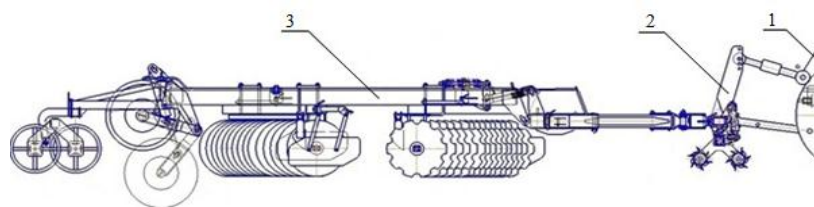
Проведено аналіз світового та вітчизняного застосування комбінованих знарядь для подрібнення рослинних решток одночасно з обробітком ґрунту (табл. 1) [1].

Таблиця 1.

Технічні характеристики комбінованих знарядь для подрібнення та зароблення рослинних решток у ґрунт, у складі яких є котки-подрібнювачі

Вітчизняні комбіновані агрегати					
	Дискові борони		Дискові луцильники	Культиватори	
	Борона БДВП-3,8	Борона БП-6	Луцильник ЛДП-6 Слобода	КВО-5 «СВОБОДА»	
Тип агрегату	причіпний	причіпний	причіпний	причіпний	
Глибина обробітку ґрунту агрегатом (см)	до 25	до 18	до 12	до 18	
Робоча швидкість агрегату (км/год)	до 10	12–15	18	12	
Агрегатування з трактором (к. с.)	180	280	160	150	
Кількість рядів ножів котка (шт.)	6				
Діаметр ріжучого котка (мм)	330	530	430	430	
Конструкційна особливість барабана котка	пустотілий				
Спосіб розміщення ножів барабана котка	шахматний				
Розміщення ножа на барабані котка (°)	похилі 12	похилі 5–10	прямі		
Закордонні комбіновані агрегати					
	Дискові борони	Дискові луцильники	Культиватори		
	KRONO S 4	SWIFTER DISC XO 6000 PROFI	Väderstad Carrier XL 525	Skimmer APB 300 Plus	AMAZON Cobra-2TX
Тип агрегату	причіпний	причіпний	причіпний	причіпний	причіпний
Глибина обробітку ґрунту агрегатом (см)	12	14	12	до 30	4–13
Робоча швидкість агрегату (км/год)	8–20	15	10–15	до 10	10–16
Агрегатування з трактором (к. с.)	220	250–320	210	120–170	185–250
Кількість рядів ножів котка (шт.)	6				
Діаметр ріжучого котка (мм)	300	310	380	380–400	330
Конструкційна особливість барабана котка	пустотілий			циліндричний	
Спосіб розміщення ножів барабана котка	шахматний	спіралеподібний	шаблеподібний	шахматний	
Розміщення ножа на барабані котка (°)	прямі	похилі			

Відповідно до програми комплексних досліджень, в ІМА АПВ НААН (ННЦ «ІМЕСГ») спільно з ТОВ Краснянське «Спеціалізоване підприємство «АГРОМАШ» розроблено та виготовлено експериментальний зразок комбінованого агрегату для подрібнення та зароблення в ґрунт грубостеблових культур на базі важкої дискової борони БДВП-3,8 (рис. 1) [1, 2].



а)



б)

Рис. 1. Експериментальний зразок комбінованого агрегату, що містить коток-подрібнювач:

а) структурно функціональна схема комбінованого агрегату; б) загальний вигляд комбінованого агрегату з трактором; 1 – енергетичний засіб, 2 – двосекційний коток-подрібнювач, 3 – дискова борона, Case IH Magnum 290.

Застосування комбінованих агрегатів для подрібнення рослинних решток одночасно з обробіткою ґрунту забезпечує більш ефективну боротьбу зі шкідниками та хворобами рослин, зменшує нерівномірність подрібнення грубостеблових культур, енергетичні витрати, інтенсифікує процеси подрібнення та зароблення.

Одним із можливих напрямків розвитку знарядь для подрібнення рослинних решток є використання дворядних котків-подрібнювачів у комбінованих ґрунтообробних машинах. Завдяки цьому інтенсифікується процес подрібнення пожнивних решток грубостеблових сільськогосподарських культур.

### Список використаних джерел

1. Вольський В. А., Коцюбанський Р. В. Конструкційно-технологічні особливості сучасних комбінованих знарядь для подрібнення рослинних решток одночасно з обробіткою ґрунту та перспективи їх розвитку. *Загальнодержавний збірник Механіка та автоматика агропромислового виробництва*. 2023. Вип. 2 (116). С. 15–19.
2. Вольський В. А., Коцюбанський Р. В. Розроблення структурно-функціональної схеми агрегату для подрібнення та зароблення в ґрунт грубостеблових рослинних решток. *Загальнодержавний збірник Механізація та електрифікація сільського господарства*. 2020. Вип. 12 (111). С. 36–43.

УДК 621.924.9

### **ТЕМПЕРАТУРНИЙ РЕЖИМ ВЗАЄМОДІЇ АТАКУЮЧОЇ ДРОБИНКИ З МЕТАЛЕВОЮ ПОВЕРХНЕЮ ПРИ ДРОБОСТРУМИННІЙ ОБРОБЦІ**

**О. Горик, д.т.н., професор;**

**О. Брикун, к.т.н.**

*Полтавський державний аграрний університет*

Однією із актуальних задач процесу дробоструминної обробки, яка широко використовується в різних галузях машинобудівного виробництва, є забезпечення необхідної якості поверхневого шару та високих експлуатаційних властивостей деталей машин з урахуванням температури, що виникає в умовах дії величезного косоного тиску на поверхнях

контакту [1, 2]. Теплофізичний аналіз дозволить встановити закони розподілу температур на контактуючих поверхнях та їх вплив на якість дробоструміння.

Термодинамічну систему двох взаємодіючих тіл, складену із атакуючої дробинки і нерухомої металеві плити кінцевих розмірів, можна вважати адіабатично ізольованою. З першого закону термодинаміки випливає, що для такого адіабатичного процесу  $A = dU$ . Тобто робота  $A$ , що здійснюється атакуючою дробинкою, яка нашоухується на нерухому перешкоду і деформує її, витрачається на збільшення внутрішньої енергії  $dU$  тіла, що деформується.

Дробинка масою  $m_{op}$ , що діє на нерухому металеву поверхню з деякою змінною силою при змінній швидкості занурення від початкового значення  $v_0 = v$  (швидкість атаки) до нуля, виконує роботу  $A_{op}$ , рівну початковій енергії дробинки  $E_0 = m_{op}v^2/2$ . А робота (потужність) дробоструминного факела  $A_\phi$  за одиницю часу  $t = 1c$  у цьому випадку може бути визначена за формулою:

$$A_\phi = \sum_{i=1}^N A_{op} = B_c (v^2/2), \quad (1)$$

де  $N = B_c/m_{op}$  – кількість дробинок, що викидаються дробоструминним соплом за одиницю часу ( $t = 1c$ ) при відомій масовій подачі  $B_c$  дробинок через сопло.

Енергія атакуючих дробинок витрачається на зовнішнє тертя, мікрорізання, зношування дробинок, пружне і пластичне деформування оброблюваної поверхні, внутрішнє тертя в поверхневому шарі виробу та ін. [3]. Внутрішня енергія  $dU$  термосистеми «дробинка – металева плита» є однозначною функцією її термодинамічного стану, тобто визначається кількістю теплоти

$$dU = f((\bar{m}_{op}c_{op} + \bar{m}_m c_m)dT), \quad (2)$$

де  $\bar{m}_{op}$  – частинка маси дробинки, що нагрівається;  $\bar{m}_m$  – маса деякого об'єму оброблюваного матеріалу, що нагрівається;  $c_{op}$  – масова теплоємність матеріалу дробинки;  $c_m$  – оброблюваного металу;  $T$  – абсолютна усереднена температура миттєво нагрітих частинок мас (об'ємів) взаємодіючих тіл.

Враховуючи, що  $c_{op} \approx c_m = c$  та  $\bar{m}_{op} \approx \bar{m}_m = \bar{m}$ , внутрішня енергія термодинамічної системи «дробинка – металева плита» буде визначатися за формулою:

$$U_{op} = 2\bar{m}c(T_k - T_n), \quad (3)$$

де  $T_k$  – абсолютна усереднена контактна температура стану мас системи;  $T_n$  – абсолютна температура початкового стану мас (до контакту).

За проміжок часу  $t = 1c$  внутрішня енергія взаємодіючих тіл термодинамічної системи «факел – металева плита» буде за аналогією з (1) дорівнювати

$$U_\phi = 2B_c k c (T_k - T_n), \quad (4)$$

де  $k$  – коефіцієнт пропорційності, який визначає частку нагрітої маси  $\bar{m}$  атакуючої дробинки чи атакуючої плити від деякого номінального значення маси  $m_{ном}$ , взятого за одиницю відліку.

При дробоструминному впливі на нерухому металеву плиту, спостерігається термодинамічна рівновага, яка виражається тотожністю:

$$A_\phi \eta = U_\phi, \quad (5)$$

де  $\eta = 0,8...0,9$  – частка кінетичної енергії атакуючих дробинок, яка витрачається на внутрішнє тертя [4].

Досягнувши певної граничної швидкості  $v_{2p}$ , атакуючі дробинки при ударі об металевий півпростір повністю руйнуються і розплавляються. Тому в якості номінальної

маси, яка характеризує граничний стан, приймаємо масу дробинки, тобто  $m_{ном} = m_{ор}$ . У цьому випадку коефіцієнт  $k$ , що входить у формулу (4), визначається відношенням  $\bar{m}/m_{ор}$  і змінюватися від 0 до 1.

Таким чином з врахуванням (1) і (5) можна записати

$$\eta v^2/2 = 2kc(T_k - T_n). \quad (6)$$

Із (6) знаходимо усереднену температуру  $T_k$  в зоні контакту взаємодіючих тіл залежно від початкової швидкості атаки  $v$  та питомої теплоємності сталі  $c$ .

$$T_k = T_n + (v^2\eta/4kc). \quad (7)$$

Рясне іскроутворення, яким супроводжується процес дробоструминного очищення металевих виробів, свідчить про те, що необхідна для цього температура ( $\approx 500^\circ$ ) самозаймання в повітрі дрібнодисперсної металевої стружки (пилу), що видаляється, досягається при значно меншій швидкості атаки ніж це передбачено формулою (7) при  $k = 1,0$ . Для реальних режимів дробоструміння (швидкість атаки  $v = 80...120$  м/с і кут атаки  $\alpha = 55...65^\circ$ ) коефіцієнт  $k$  становить 0,05.

### Список використаних джерел

1. Шин И.Г. Технологические методы обеспечения качества и прогнозирования долговечности деталей машин первичной обработки хлопка. Ташкент : ТИТЛП, 2014. 90 с.
2. Горик О.В., Брикун О.М., Черняк Р.Є. Оцінка інтенсивності абразивного руйнування металевих поверхонь дією дробоструминного факелу. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин*. 2017. № 47. С. 72–78.
3. Рябенков И.А., Новиков Ф.В. Теоретические исследования энергоёмкости механической обработки и определение условий её уменьшения. *Вестник Национального технического университета «ХПИ»*. 2014. №44. С. 145–150.
4. Горик О.В., Ковальчук С.Б., Брикун О.М., Черняк Р.Є. Прогнозування шорсткості металевих поверхонь деталей машин при дробеструменевому очищенні. *Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури*. 2016. № 63. С. 38–43.

УДК.631

## **ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ ТА ОГЛЯД МАШИН**

**В. Мельник, здобувач;**

**Р. Рева, здобувач;**

**О. Калнагуз, старший викладач;**

**М. Горовий, старший викладач**

*Сумський національний аграрний університет*

Збирання урожаю зернових культур – це складний і важливий етап сільськогосподарського виробництва, який безпосередньо впливає на якість та врожайність продукції. Процес збору вимагає уважності, високотехнологічного обладнання і дотримання правильних технологічних процедур. Залежно від типу культури, ступеня дозрівання, густоти засіву та інших факторів, вибір методу збирання може варіюватися.

Урожай зернових культур найкраще збирати прямим комбайнуванням, особливо, якщо посіви однорідні та мають низьку забур'яненість. Важливо збирати їх, коли зерно повністю дозріло і має вологість 14-16%. Вибір методу збирання впливає на якість продукції і витрати. Зниження втрат зерна під час збирання, транспортування та зберігання є важливим аспектом. Пряме комбайнування - найоптимальніший метод для зернових. У разі

нерівномірного дозрівання та великої забур'яненості може бути доцільним роздільне збирання. Щоб зменшити втрати зерна, слід розпочати збирати один день раніше, ніж досягне повної стиглості. У деяких випадках, особливо при наявності достатнього обладнання та багатофазного підходу, двофазне збирання може бути доцільним.

Цей метод передбачає збирання стебел у валок та через деякий час обмолот. Для збирання забур'янених посівів на полі з нерівномірним дозріванням культур або в несприятливих погодних умовах використовуються хімічні методи, такі як десикація. Для максимально ефективної дії десикантів, важливо враховувати погодні умови та стан бур'янів перед обробкою. Усі ці процеси повинні бути ретельно організовані, і важливо розпочинати обмолот раніше, ніж стебла втратять здатність зберігати зерно..

При збиранні озимого жита рекомендується налаштувати комбайн зі зазором між барабаном та декою більшим, ніж для пшениці, і з обертами барабана від 800 до 900 об/хв. Пряме комбайнування жита можливо при вологості зерна 15-16%. Пшениця яра має короткий строк збирання, і рекомендується збирати її при вологості зерна 16-18% для уникнення втрат якості. Пряме комбайнування є найкращим способом збору. Ячмінь ярий можна збирати прямим комбайнуванням на чистих полях, а роздільний спосіб використовується при засміченні поля бур'янами. Ячмінь озимий дозріває швидше і збирається трохи важче, через ламкість колосся та короткий строк обмолоту. Можна розтягнути строки збирання, оскільки він дозріває трохи пізніше, але слід враховувати ці особливості. Для гороху рекомендують збирати прямим комбайнуванням при вологості зерна 16-17%. Для ріпаку, важливо визначити правильний момент для збирання, зазвичай при вологості насіння 25-30% і забарвленні насіння від червоного до коричневого. Більше 90% горохових посівів сьогодні вирощують сучасні безлисточкові напівкарликові сорти, що стійкі до вилягання. Збирання чистих від бур'янів посівів рекомендується вологим зерном (16-17%) і при мінімальних обертах комбайну (не більше 300) для запобігання пошкодження насіння. У випадку нерівномірного дозрівання гороху може бути необхідно застосовувати десикацію з використанням спеціальних препаратів, або навіть проводити роздільне збирання: скошування при пожовтінні 75% бобів та обмолочування зерна при вологості 16-17%..

Не менш важливим аспектом в збиранні є втрати. Важливо враховувати стиглість і вологість зерна а також правильно відрегулювати жатку. Висоту зрізу зернових колосових культур слід налаштувати залежно від їхньої густоти та висоти рослин. Культури з низьким розташуванням бобів також мають свої вимоги до висоти зрізу. Рекомендовано збирати пшеницю озиму та ячмінь озимий при досягненні повної стиглості. Для полеглих хлібів рекомендується збирати їх роздільним способом, формуючи валки для зменшення втрат насіння від осипання. Велику роль у втратах грають недостатньо підготовлене обладнання, погана організація робіт та недотримання технології. Мінімізація цих факторів є ключем до успішного збирання врожаю.

Двобарабанні комбайни зазвичай менше травмують насіння порівняно з однобарабанними. Регулювання швидкості обертання барабанів залежить від виду культури. Регулювання молотильних зазорів між барабанами та підбарабанниками дозволяє зменшити втрати та травмування насіння під час обмолоту. На кам'янистих або вологих ґрунтах треба встановити башмаки на жатці на мінімальну висоту зрізу. Колова швидкість планок мотвила повинна бути вищою за швидкість руху жатки на 1,2–2,0 рази.

Перед скошуванням дуже коротких рослин слід використовувати підвищену швидкість мотвила, а для низькорослих - знижену, щоб уникнути нагромадження різаних стебел. Зазор між планками мотвила і жаткою регулюють відповідно до виду культури та її стану. Важливо налагодити різальний апарат для збирання вологих і забур'янених рослин. Для підбирання хлібної маси використовують барабанні або полотняно-транспортні підбирачі, які повинні бути належно налаштовані для уникнення втрат. Для запобігання додатковому пошкодженню насіння під час сушіння, важливо дотримуватися встановлених режимів, таких як нерівномірність нагрівання зерна, нерівномірність сушіння, вологість



теплоносія, і температурні обмеження. Також слід уникати високої температури зовнішнього повітря.

Збір насінницьких посівів зернових культур потребує особливої уваги до якості та технічних аспектів. Насіння для наступного посіву повинно відповідати високим стандартам якості. Збір може бути прямим або роздільним. Збирання насінницьких посівів варто починати при повній стиглості та вологості насіння 14-16%. Важливо також розділяти різні посіви та обмолочувати їх окремо. Для зниження травмування насіння застосовують десикацію, але вологість насіння при цьому не повинна перевищувати 30%. Для запобігання додатковому пошкодженню насіння під час сушіння, важливо дотримуватися встановлених режимів, таких як нерівномірність нагрівання зерна, нерівномірність сушіння, вологість теплоносія, і температурні обмеження. Також слід уникати високої температури зовнішнього повітря.

Для зберігання насіння, важливо враховувати критичну вологість для кожного виду культури. Під час очищення і сортування насіння важливо дотримуватися встановлених технологічних режимів, включаючи швидкість руху робочих органів та використання відповідних решет. Для тривалого зберігання важливо визначити оптимальну вологість та температуру насіння. Зберігання насіння при низькій вологості і температурі допомагає зберегти його довговічність. Контроль якості насіння повинен включати в себе визначення відсотка дроблення, рівня травмування та інші параметри для забезпечення високої якості насіння перед посівом. Важливо зберігати насіння при відповідних вологості та температурі, щоб уникнути ураження грибами та іншими шкідниками.

У збиранні врожаю зернових культур виявляється низка важливих аспектів, від яких залежить якість продукції та врожайність. Оптимальний вибір методу збору, правильна підготовка обладнання та вчасне втручання можуть значно зменшити втрати зерна та покращити загальний результат сільськогосподарської діяльності.

УДК.631

## ***ОГЛЯД ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ АГРЕГАТИВ НА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТУ***

***А. Мальцев, студент;***

***О. Калнагуз, старший викладач;***

***Ю. Сіренко, PhD***

***Сумський національний аграрний університет***

Наша земля є основним елементом сільськогосподарського виробництва, а Український чорнозем, запаси якого в нашій державі майже 27% від світових, знаходиться в Україні. Це пов'язано з тим що з давних давен в Україні переважало сільське населення, яке займалось розведенням тварин, сільським господарством, вирощуванням сільськогосподарських культур та його вдосконаленням.

Родючість українських ґрунтів немає аналогів в світі. Майже 78% земель України це рілля, що використовується в сільськогосподарських цілях, є потенціалом аграрного виробництва, що в свою чергу забезпечує населення продуктами харчування.

Під час вирощування сільськогосподарських культур застосовуються як енергетичні засоби так і сільськогосподарська техніка. Саме вона за останні роки стала загрозою родючості, а саме руйнуванню структури ґрунту. Використання потужних тракторів з їх ходовою системою, важких сільськогосподарських машин, призводить до розвитку ерозії ґрунту. Це пов'язано з тим що в Україні відбувалось укрупнення підприємств в холдинги з великими обсягами земельного

банку, які необхідно обробляти за короткі агротерміни. Для таких підприємств і випускають закордонні фірми більш потужні трактора.

Аналіз технологій вирощування сільськогосподарських культур, показав що за весь час технології вирощування, від передпосівного обробітку ґрунту до збирання культури, енергетичним засобом, незалежно від його комплектації з сільськогосподарським знаряддям, поле покривається слідом від рушіїв, від 6 до 18 раз. Тому і ущільнення ґрунту при даних умовах відбувається максимальне. Причому найбільший цей показник набуває під час виконання розворотів на поворотних смугах.

Потужний трактор – велике тягове зусилля, що дозволяє робити одночасно операції основного, передпосівного обробітків та посів культури комбінованим агрегатом.

Дослідження багатьох науковців показали що такі «мега трактора» погіршують механіко-технологічні властивості ґрунту, а саме збільшується об'ємна маса, та знижується пористість. Це в свою чергу, призводить до поганого розвитку кореневої системи, погіршується водно-фізичний стан ґрунту, а отже знижує урожайність і якість отриманої сільськогосподарської продукції.

В роботі деяких науковців наведені дослідження енергетичного засобу і сільськогосподарської машини при русі по поворотній смузі. Рух по поворотній смузі відбувався 3 способами: з передніми керованими колесами, з всіма керованими колесами та комбінованим способом. При русі комбінованим способом, на ділянці вхід і вихід з повороту, колеса передні і задні повертались в одну сторону, тобто рухались по діагоналі («крабовий», або як ще називають «собачій» хід). Дослідження показали що вологість в поворотній смузі, в залежності від глибини, була більшою ніж в довгих гонах. Щільність ґрунту в залежності від ділянки поле, прямі гони чи поворотні смуги, була більше на 14% (на глибині від 0 до 25 см). Проведені дослідження показали що спосіб руху типу «краб» на поворотній смузі найбільш ефективний такий що зменшує навантаження на ґрунт рушіями.

Запропоновано спосіб руху автомобіля по прямій під кутом до своєї поздовжньої осі за рахунок повороту передніх напрямних коліс й одночасного загальмування коліс зовнішнього борту. Отримано рівняння, що описує умову забезпечення руху «крабом» повноприводного автомобіля [1].

Невірно виконані повороти збільшують ширину поворотних смуг, значно збільшуючи холостий хід агрегату навісного обладнання і трактора, що негативно позначається на його ефективності. Як слідство, маємо не використану земельну площу, ущільнену і понівечену землю. Фактично це втрати плодючої землі. Тому питання економічності криволінійного руху тракторного агрегату, які ще недостатньо освітлені в науковій літературі, набувають все більшого практичного значення [2].

Про проблему ущільнення ґрунтів сьогодні говорять все частіше. Адже інтенсивне виробництво, поява великої кількості важкої сільськогосподарської техніки та нехтування правильною організацією сівозмін у багатьох господарствах дуже негативно впливають і на структуру ґрунту, і на його родючість у кінцевому підсумку [3].

Встановлено, що після проходження важких колісних і гусеничних машин змінюється структура ґрунту: збільшується кількість грудок, крупніших діаметром 10 мм, на 15-20%. Така зміна структури відбувається до глибини 30-60 см (залежно від маси трактора, кратності проходів по одному сліду, від типу та стану ґрунту). Крім того, після проходження важких машин різко збільшується число часток ґрунту, діаметром менших 0,25 мм, тобто відбувається його розпилення. Зруйнована структура ґрунту не відновлюється повністю навіть протягом року, внаслідок чого сильно ущільнений ґрунт із часом деградує.

Проходи коліс важких машинно-тракторних агрегатів по розпушеній і зволоженій землі особливо несприятливі. Такі чинники ущільнення негативно впливають також на водно-фізичні властивості ґрунту: підвищується щільність і твердість до глибини понад 1 м, знижується швидкість надходження у ґрунт атмосферної вологи, зменшується її доступність і різко погіршуються умови для розвитку корневих систем рослин. Дослідженнями встановлено, що збільшення або зменшення об'ємної маси ґрунту від оптимальної на 0,3 г/см<sup>3</sup> призводить до зниження урожаю на 20... 40% [4].

## Список використаних джерел

1. Подригало М. А. Застосування комбінованого способу керування для здійснення руху автомобіля «Крабом» [Електронний ресурс] / М. А. Подригало, О. О. Бобошко, Р. О. Кайдалов // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: [https://dspace.khadi.kharkov.ua/dspace/bitstream/123456789/1833/1/V\\_75\\_21.pdf](https://dspace.khadi.kharkov.ua/dspace/bitstream/123456789/1833/1/V_75_21.pdf).
2. Сіренко Ю. В. Отримання траєкторії повороту експериментальним шляхом [Електронний ресурс] / Ю. В. Сіренко, О. М. Калнагуз // Технічне забезпечення інноваційних технологій в АПК : матеріали I Міжнар. наук.-практ. конференції молодих учених, (м. Мелітополь, 01-26 лютого 2021 р.) / ред. кол. В. М. Кюрчев [та ін.]. - Мелітополь : ТДАТУ, 2021. - С. 213.
3. Басанець О. Ущільнення ґрунту: що добре для будівництва, те шкідливо для сільського господарства [Електронний ресурс] / О. Басанець // Головний сайт агронома. SuperAgronom.com. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://superagronom.com/blog/161-uschilnennya-gruntu-scho-dobre-dlya-budivnitstva-te-shkidlivo-dlya-sil'skogo-gospodarstva>.
4. Макаренко М. Мегатрактор: можливі наслідки [Електронний ресурс] / М. Макаренко // Агробізнес Сьогодні. Механізація АПК.. – 2012. – Режим доступу до ресурсу: <http://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/900-mehatraktor-mozhlyvi-naslidky.html>.

УДК 631

## ***РІЗНОВИДИ СІВАЛОК ТА ЇХ КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ***

**Р. Ференц, аспірант**

*Луцький національний технічний університет*

Ефективний засів полів зерновими та технічними культурами – одна з важливих умов отримання хорошого врожаю та гідного прибутку від діяльності аграрного підприємства.

Примітивні агрегати для висіву насіння використовувалися ще древніми шумерами. Пізніше, у II столітті до н.е. китайці винайшли металеву сівалку для висіву насіння. Створення першої європейської сівалки приписують Камілло Торелло. Пізніше Джетро Талл вдалося доробити і дещо вдосконалити агрегат, але перші сівалки, як і раніше, залишалися дорогими, складними в обслуговуванні і ненадійними. Цілком зрозуміло, що фермери насторожено ставилися до новинки і не поспішали купувати новомодні пристрої. Масове використання сівалок у країнах Європи розпочалося лише у XIX столітті.

Сучасні моделі сівалок здатні забезпечити рівномірний висів насінневого матеріалу без завдання серйозної шкоди родючому шару ґрунту зі зменшенням експлуатаційних і тимчасових витрат при проведенні масштабної посівної кампанії.

Сьогодні на ринку сільгосптехніки представлені різноманітні моделі сівалок від відомих та нових виробників. Однак, не завжди просто підібрати варіант, що оптимально відповідає потребам фермерського господарства. Аналізуючи інформаційний матеріал можна запропонувати огляд сівалок в асортименті спеціального обладнання та представити узагальнену їх класифікацію:

1) за видом сільськогосподарських культур, що висіваються:

універсальні – відрізняються широкою сферою застосування. Експлуатуються для засіву полів зерновими, зернотрав'яними, бобовими, олійними, трав'яними, луб'яними культурами;

спеціальні – забезпечують максимально ефективний засів ділянок культурами одного виду. До цього типу відносять агрегати для засіву полів кукурудзою, буряком, овочами, бавовною тощо;

комбіновані - являють собою високотехнологічні комплекси, що одночасно

виконують кілька опцій. Наприклад, агрегати, оснащені туковисівними апаратами, одночасно можуть виконувати внесення в ґрунт мінеральних добрив.

2) за способом посіву:

рядковий - припускає можливість висіву насіннєвого матеріалу рядовим, стрічковим, суцільним широкорядним способами;

гніздовий – забезпечує чітку закладку насіння у рядові «гнізда»;

квадратно-гніздовий – здійснює повне загортання насіння за вершинами квадратів;

пунктирний (однозерновий) – призначений для широкорядного посіву, забезпечують розміщення насіння на рівній один від одного відстані;

розкидний – підходить як для висіву насіння, так і для внесення добрив, активно використовуються під час заходів щодо поліпшення стану природних кормових угідь.

За типом тяги сівалки можна розділити лише умовно, оскільки нині навіть невеликими фермерськими господарствами використовуються тракторні сівалки, тоді як ручні і кінні агрегати безповоротно пішли у історичне минуле. За способом агрегування з тракторами різної потужності сівалки поділяють на причіпні та навісні.

У конструкції кожної сівалки є основні елементи та опційні пристрої, що забезпечують розширення функціональних можливостей агрегату. До ключових конструктивних елементів відносять:

- тару для насіння (ящики, банки та ін.);

- висівний апарат та сім'япровід (рівномірна подача насіння);

- сошники (формують у ґрунті отвори для закладки насіння);

- тукорозкидач (продовження тукопроводу відповідає за подачу насіння або мінеральних добрив на дно борозни).

- загортачі (засипання борозни, вирівнювання поверхні поля).

Нині немає чіткого універсального алгоритму на підбір сівалок. Агрегат, який ідеально підходить для одного фермерського господарства, може виявитися абсолютно непотрібним рудиментом в арсеналі іншого. Так, великим агропідприємствам для проведення ефективної посівної кампанії, можуть знадобитися широкозахватні посівні комплекси, а для невеликого фермерського господарства достатньо сівалки із шириною захвату до 1,5 м. При виборі сівалки варто орієнтуватися на такі критерії:

- ґрунтово-кліматична зона, до якої належать поля господарства;

- мета обробки та площа ділянок, особливості рельєфу;

- зручність налаштування ширини міжрядь;

- особливості експлуатації, налаштування, технічного обслуговування;

- поточний стан ґрунтів (важкі, легкі, кам'янисті та ін.);

- наявність функції копіювання рельєфу (для широкозахватних агрегатів);

- технологія землеробства (традиційна, mini-till, no-till);

- наявність додаткових опцій (пристрою для внесення сухих, рідких добрив тощо);

- кількість культур, що висіваються на полях (від цього критерію залежить вибір універсальної або пунктирної сівалки);

- продуктивність агрегату;

- варіант агрегування з трактором (начіпний, причіпний);

- відстань сервісних центрів виробника, доступність запчастин.

Вартість сучасних сівалок досить висока, але за умови вибору надійного, довговічного, відповідно до потреб господарства обладнання, окупність відбувається за кілька сезонів. При виборі сівалки важливо враховувати репутацію продавця та заводу-виробника.

Застосування сучасних моделей сівалок під час посівної кампанії дозволяє: забезпечити високу ефективність витрати ресурсів, підвищити рентабельність фермерського господарства, коригувати витрату насіннєвого матеріалу та добрив, скоротити витрати паливно-мастильних матеріалів, підвищити якість сходів та врожайність сільськогосподарських угідь.

## Список використаних джерел

1. Різновид сівалок та їх конструктивні особливості / Журнал «VELES EURO TRADE». URL: <https://veles-euro.trade/sevalki-osnovnyye-vidy-funksii-i-konstruktivnyye-osobennosti/> - (Дата звернення 05.11.23)
2. Анна Артим. Зернові сівалки: огляд сучасних моделей / Всеукраїнський аграрний журнал «АгроЕліта». URL: <https://agroelita.info/zernovi-sivalky-ohliad-suchasnykh-modeley/> - (Дата звернення 01.11.23).

УДК 631

## ОСОБЛИВОСТІ СУШІННЯ РІПАКУ

**Т. Гапонюк, аспірант;**

**Р. Кірчук, к.т.н., професор;**

**Л. Забродоцька, к.т.н., доцент**

*Луцький національний технічний університет*

В Україні до такої олійної культури як ріпак інтерес то збільшується, то знижується - все залежить від зовнішнього ринку та погодних умов. Однак, як би там не було, це досить поширена культура для вітчизняних елеваторів, тому дослідження процесів післязбирального обробітку ріпаку є актуальним завданням і надалі.

«Важливо пам'ятати, що насіння ріпаку з вологістю понад 8% необхідно зберігати з обов'язковим систематичним (не рідше ніж раз на добу) контролем температури зернової маси, реєструючи результати в журналі. Теплопередача в насінній масі майже в 100 разів менша, ніж у повітря, тому регулярне вимірювання температури потрібно проводити в різних точках, щоб забезпечити належний контроль. Поєднання підвищеної вологості та температури в процесі зберігання може призвести до псування та самозігрівання. Якщо немає можливості сушити, то треба як мінімум забезпечити активне вентилявання, тому що вологість і температура навколишнього середовища також вносять корективи в термін зберігання. При несприятливому збігу обставин миттєво розпочнеться розвиток цвілевих грибів. Гриби, що розвивають плісняву насіння, - це постійна складова мікрофлори не тільки ріпаку. І як тільки створюється живильне середовище або теплий і вологий клімат утворюються великі колонії цвілевих грибів. Тому не слід зволікати, ріпак варто зберігати до сушіння з активним вентиляванням, і якщо не вдається сформувати велику партію - сушити порційно.

Очищення насіння від домішок зазвичай виконують у два етапи. Протягом першого - відокремлюють великі та легкі домішки, а за другий етап - домішки інших культур тощо. Найкраще для цих цілей застосовувати очисну машину, яка комбінує механічне просіювання та очищення повітряним потоком.

Ріпак – олійна культура, тому зі сміттям у зерносушарку її краще не завантажувати. Через сміття можуть виникати пожежі в зерносушарці. Перед сушінням ріпак слід очистити до базових показників. Крім безпеки таке очищення дає можливість заощадити витрати газу (не доводиться сушити сміття). Очищення слід виконувати у кілька етапів. Для очистки використовується сито з розміром отворів 3,0 мм, щоб прибрати велику домішку. Сито з розміром отворів 1,0 або 1,2 – для відділення від насіння бур'янів.

Довго зберігати ріпак при високій вологості не рекомендується. Тому накопичувати великі партії цієї культури та сушити потоком не завжди вдається. Найчастіше доводиться робити це порційно. Як правило, ріпак на сушіння надходить з різною вологістю - від 8,5% до 18-19%. Коли партія насіння ріпаку накопичується близько 500 т, тоді запускається зерносушарка в потоці. У протилежному випадку – сушіння є порційним.

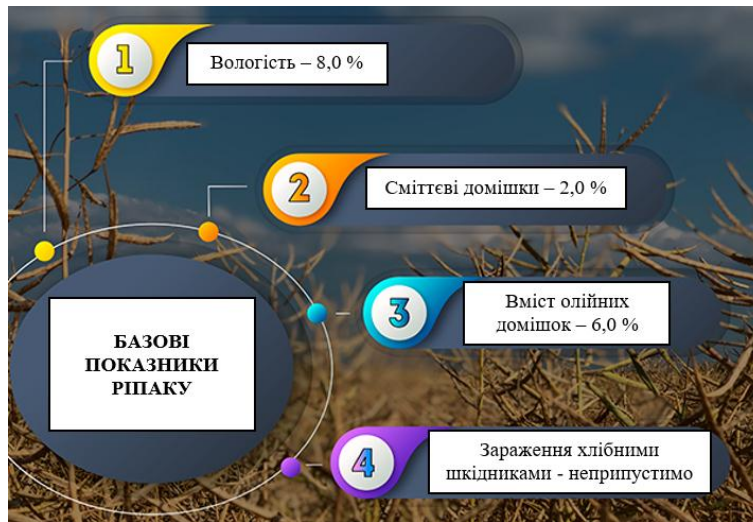


Рис. 1. Показники засміченості насіння ріпаку

Сушіння ріпаку -це найбільш трудомісткий і відповідальний процес у технології сушіння зернових. Насамперед тому, що вологе зерно, що містить великий відсоток олії та білка, має високий ризик самозаймання. Окрім того, сушити його треба з особливою обережністю, щоб білок не згорнувся. Однак є правила, яких потрібно дотримуватись при сушінні на будь-якій сушарці. Зокрема це стосується температурного режиму.

Ріпак сушать за температури сушильного агенту 50–60 °С, тоді культура не втрачає життєздатності. Відповідно, при роботі з ріпаком продуктивність сушарки на 60–70% нижча порівняно із сушінням зернових. Якщо у соняшника за один прохід можна прибрати до 6% вологи, то тут все потрібно робити поетапно і прибрати за перший прохід десь 2-3% вологи. Надалі кількість відсотків, що знімаються, можна збільшити, тому що ріпак буде вже менш вологий [1].

Класифікація насіння ріпаку:			
Клас насіння	Масова частка ерукової кислоти у олії, %, не більше	Глюкозинолатів, кмоль/г, не більше ніж	
		у насінні	у шроті
Вищий	1,5	20,0	34,0
I	5,0	45,0	75,0
II	Не нормують		
У сухій речовині			

Рис. 2 Класифікація насіння ріпаку

Слід акцентувати увагу на текучості ріпаку. Ріпак - як "вода", схильний до текучості, тому перед завантаженням зерносушарки обов'язково потрібно перевірити та усунути всі наявності щілин, нещільні примикання і т. п. Особливо важливо це для шахтних сушарок, оскільки прилягання коробів до стінок шахти може бути нещільним, а збільшені зазори між загинами коробів та стінками шахт можуть призвести до втрат матеріалу. Також необхідно відрегулювати вивантажувальний механізм.

Заощаджувати енергоресурси при сушінні ріпаку – основне завдання дослідження. До основних недоліків існуючих типів сушарок можна віднести нерівномірність просушування матеріалу, неконтрольованість тривалості сушіння, неефективне використання енергетичного потенціалу сушильного агента. Частково, усунути вказані недоліки можливо шляхом використання запропонованої сушарки ріпаку. Виникає необхідність теоретичного і експериментального обґрунтування ефективності процесу сушіння для запропонованої конструкції.

Запропонована конструкція сушарки сипких матеріалів [2], схема якої зображена на рис.3., працює наступним чином: сипкий матеріал завантажується в верхню циліндричну сушильну секцію 2 сушильної камери 1. При обертанні приводного валу 9 з лопатями 11 сипкий матеріал піднімається поверхнею лопатей вгору, що забезпечується кутом їх встановлення. Далі сипкий матеріал спадає з лопатей на іншу сторону і при цьому перемішується. Аналогічний процес відбувається в усіх циліндричних сушильних секціях 2.

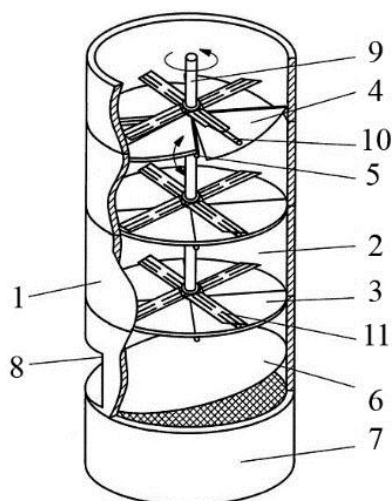


Рис. 3. Сушарка для сипких матеріалів:

1 – циліндрична сушильна камера, 2 – сушильна секція, 3 – перфороване днище, 4 – сектор перфорованих днищ, 5 – вісь, 6 – похиле перфороване днище, 7 – повітропровід, 8 – вивантажувальне вікно, 9 – приводний вал, 10 – хрестовина, 11 – лопать.

Періодично в процесі сушіння сипкий матеріал переміщується зверху вниз із однієї циліндричної сушильної секції 2 в іншу. Пересипання сипкого матеріалу відбувається послідовно із всіх циліндричних сушильних секцій на рівень нижче. Це досягається шляхом повороту секторів 4 перфорованих днищ 3 вниз на кут до 90°. Сипкий матеріал вивантажується на похиле перфороване днище 6 та через вивантажувальне вікно 8 виводиться з сушильної камери 1. Сушильний агент підводиться повітропроводом 7 у нижню частину сушильної камери та, проходячи через шари сипкого матеріалу всіх циліндричних сушильних секцій 2 знизу вгору, підсушує його і виводиться в атмосферу.

Аналізуючи конструкцію сушарки, можна стверджувати, що ефективність зниження вологості при перемішуванні матеріалу значно вища, ніж без перемішування. Порівнюючи середні значення відносної вологості при сушінні з перемішуванням матеріалу без пересипання з секції в секцію і з пересипанням з секції в секцію не було виявлено суттєвої різниці в зоні середньої швидкості сушіння, але зважаючи на неоднакову швидкість сушіння матеріалу в різних секціях, пересипання матеріалу з секції в секцію в кінцевому результаті забезпечує рівномірність просушування всієї маси матеріалу.

### Список використаних джерел

1. І.Воробйова. ProСушка Рапса / Журнал «Elevatorist.com». URL: <https://elevatorist.com/spetsproekt/148-prosushka-kak-sushit-raps>-(Дата звернення 05.11.23)
2. Патент №27977 Україна, МКВ А01F26В 17/04. Сушарка для сипких матеріалів / Дударев І.М., Кірчук Р.В., Кокалюк Л.Ю.; заявл. 01.06.07 ; опубл. 26.11.07.

**STUDY OF ECONOMICS AND HARMFUL EMISSIONS DIESEL WHEN WORKING ON  
ROPE OIL**

**D. Golub**, *student*;  
**D. Marchenko**, *PhD, associate professor*  
*Mykolayiv National Agrarian University*

For the optical study of the PM atomization process in atmospheric conditions, a high-speed video recording stand was used, which allows recording of fast-flowing pulse processes, the scheme of the high-speed video recording stand and the determination of the geometric parameters of the atomized fuel jet. The video recording process was carried out using a high-speed "Video Sprint/G6" camera. Further data transfer from the camera to a personal computer is carried out through the LA-1.5 PCI ADC board installed on it. The processing of the shooting results was performed according to the proven method using a computer program [1, 3].

Principle of operation: the device for controlling the operation of the KK-2 installation (1) at a given moment of time, which corresponds to a certain position of the engine crankshaft, sends an impulse to the control unit (4), opening the high-pressure electric valve of the injector (6). In the ramp (5) there is fuel under a given pressure (up to 180 MPa), which enters the sprayer of the nozzle (6) at the moment of opening the electric valve. The pulse from the electrovalve (4) is simultaneously sent to the synchronization unit (2), which coordinates the voltage levels on the injector with the digital high-speed video camera "Video Sprint/G6" (9) and the LA-1.5 PCI ADC board installed in a personal computer (12). In this way, the start of the video camera is synchronized with the moment of the leading edge of the pulse arriving at the electric valve of the injector. Via the controller-camera cable from the video camera (9), the information signal is transmitted to the controller board (11), also installed in the personal computer (10). In addition, on the LA-1.5 PCI ADC

(12) the exposure signal of the video camera (9) is supplied. Sync pulse signals from the synchronization device (2) and the exposure moment signal of the video camera (9) are necessary when determining the recording time of a given frame in the video film, which is registered by the camera (9) and recorded on a personal computer (10). The fuel jet (9) sprayed by the nozzle (6) moves along the surface of the screen (7) in the form of frosted glass, on the inside of which there is a light source (3) with a 150 W incandescent lamp and a power supply unit. To register the image of the fuel jet, synchronization with an external sync pulse was used - a signal from the EGF electromagnet signal (for TPA CR).

The operating parameters of the fuel system are precisely fixed on the control panel of the UK-2 installation, which allows experiments to be carried out for various stable injection pressures and the angle of rotation of the crankshaft, which, in turn, is closely related to the synchro pulse of the "Video Sprint/G6" camera control.

The use of external synchronization for the "Video Sprint/G6" camera has some specificity, which consists in the fact that the sync pulse received by the camera starts its operation of capturing and transferring video frames to the memory of the controller (11) of the computer within 8  $\mu$ s. In one second, at an engine crankshaft speed of 1700 min<sup>-1</sup>, 14 injections occur. The frequency of the frame pulses is constant and is determined by the camera settings of the operator. Thus, the "Video Sprint/G6" camera is triggered by the first pulse of the opening of the fuel injector valve and continuously records the shooting image in the controller's memory, and the subsequent pulses of the fuel injector valve may no longer coincide with the frame pulse. As a result, there is an uncertainty in the timing of the first shot after the nozzle valve actuation of the frame for all subsequent sprays except the first. Recording and further processing of signal oscillograms from the frame pulse of the camera and the opening pulse of the injector valve allow you to calculate the



time between the pulses from the injector valve and the first frame of the sprayed fuel flow.

The high-speed video shooting stand allows digital high-speed shooting of images showing the dynamics of fuel spraying by a high-pressure nozzle for various liquid fuels in light, determining the length and describing the presence of internal optical seals of the jets in each image. The jet is registered on a light background and has dark outlines of boundaries and internal optical seals that are connected to each other in a gradient manner.

As an example, images of mono- and fractional injection for the maximum of the studied injection pressures of 160 MPa are shown, respectively.

The presented images show that with the use of fractional injection, the main part of the injected fuel falls into the trail of pre-injected fuel. Thus, it is possible to assume a decrease in the speed of propagation of the front of the main part of the deposited fuel due to a decrease in the mass of this portion and a collision with drops of previously deposited fuel, which means a decrease in range and an increase in the proportion of volumetric mixture formation. The area of the zone with a more uniform distribution of fuel increases, which indicates better homogenization (ie, uniform distribution in the volume of fuel and oxidizer).

Dynamics of changes in the bright zones of the atomized fuel jet. During the passage of light radiation through a sprayed jet due to a decrease in the light flux that passed through zones with a high concentration of fuel droplets, the region of this zone will correspond to a lower brightness, and vice versa, which is caused by the optical inhomogeneity of the jet. Optical inhomogeneity refers to the phenomenon of unequal transmission and absorption of light by different zones of the fuel jet, which causes non-uniform coloring of the image of the jet, as a result of its unequal brightness along the entire length. This, in turn, is caused by the true inhomogeneity of atomization and distribution of fuel droplets in a real jet.

Experimental studies of the dynamics of the development of the fuel jet were carried out with the selection of six bright jet zones of sprayed PM on the stand. Each point was obtained by processing images of fuel jets according to the method of calculating the areas of bright jet zones, developed and tested by Professor O.V. Yeskov. [3, 9]. The areas of the zones on all graphs are normalized to the total area of the entire jet.

## References

1. Yeskov, A. V. Devices and methods of optical control of parameters of pulsed dispersed flows [Text]: diss. ... Dr. technical Sciences / O. V. Yeskov; AltDTU named after I. And Polzunova. - Barnaul, 2007. - 363 p.
2. Seidel, A.N. Measurement errors of physical quantities [Text] / A.N. Seidel. - Leningrad: Nauka, 2005. - 112 p.
3. Seidel, A.N. Elementary estimates of measurement errors [Text]/A. N. Seidel. - L: Nauka, 2008. - 96 p.
4. Dzvyn, V.A. Toxicity of internal combustion engines [Text]/V. A. Zvonov. - K: Mashinobuduvaniya, 2003. - 200 p.
5. Zeldovich, Ya. B. Mathematical theory of combustion and explosion [Text] / Ya. B. Zeldovich, G. I. Barenblat, V. B. Librovich. - K: Nauka, 2000. - 478p.
6. D. Marchenko; A. Dykha; V. Aulin; K. Matvyeyeva, K. Tishechkina, V. Kurepin, "Development of Technology and Research of Method of Electric Hydropulse Hardening of Machine Parts", IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), 21-25 Sept. 2020, Conference Location: Kremenichuk, Ukraine © Publisher: IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), USA, 2020. <https://doi.org/10.1109/PAEP49887.2020.9240796>.
7. AV Dykha, DD Marchenko, VA Artyukh, OV Zubiekhina–Khaiiat, VN Kurepin, "Study and development of the technology for hardening rope blocks by reeling", Eastern–European Journal of Enterprise Technologies, vol. No. 2/1 (92), Ukraine: PC "TECHNOLOGY CENTER", 2018, pp. 22–32. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.126196>.
8. AV Dykha, DD Marchenko, "Prediction of the wear of sliding bearings", International Journal of Engineering and Technology (UAE), vol. 7, no 2.23, India: "Sciencepubco–logo" Science Publishing Corporation. Publisher of International Academic Journals, 2018, pp. 4–8. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i2.23.11872>.
9. D. Marchenko; A. Dykha; V. Kurepin; K. Matvyeyeva, K. Tishechkina, V. Kurepin. Development of Technology and Research of Method of Electric Hydropulse Hardening of Machine Parts. ISBN: 978-1-7281-9936-8, IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), Date of Conference: 21-25 Sept. 2020, Conference Location: Kremenichuk, Ukraine © Publisher: IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), USA. <https://doi.org/10.1109/PAEP49887.2020.9240796>.

**STUDY OF RECONSTRUCTED WORKING BODIES OF SOIL TILLAGE MACHINES IN A CONTINUOUS WAY**

**D. Rososhynskiy**, *student*;  
**D. Marchenko**, *PhD, associate professor*  
*Mykolayiv National Agrarian University*

The works of such scientists as M. M. Khrushchev, A. Sh. Shevchenko, I. V. Kragelsky, and others are known for increasing abrasive wear resistance. The wear resistance of the working bodies of machines for continuous soil cultivation has significantly increased thanks to the works of M. A. Babichev, M. M. Severneva, Rabinovych, M. I. Chernoval, O. M. Mikhalchenkov, V. V. Aulin, A. I. Boyk, B. I. Kostetsky, and others. Spouse B.R. Oh no. Lazarenka, A.L. Livshyts, L.Ya. Popilov and other scientists made a significant contribution to the development of new electrophysical methods of metal processing. The works of I. E. Ulman, B. Ya. Borysov, I. I. Bevz, A. K. Olkhovatsky, L. O. Solodkina, M. O. Vasylenko, K. V. Borak are known directly from the electrical contact processing of agricultural machine parts . etc.

It has been established that depending on the wear resistance of the soil, the nature of plow dump wear varies, which leads to a differentiated approach to the restoration and strengthening of the technological processes of such working bodies.

Of the analyzed methods, the most accessible and economically feasible method is the method of electrical contact processing, which provides simultaneous sharpening and strengthening of restored plowshares. Additional strengthening in local places of the greatest wear of ploughshares will ensure an increase in their resource depending on the wear of the soils in which they are used, and a decrease in cost compared to the cost of new domestic working bodies on the market.

On clay and loamy soils, plow blades reach their limit state due to linear wear along the width B, and the toe of the plowshares stops protruding above the dump due to more intensive wear due to increased specific loads, which also leads to the onset of the limit state of plows.

The dependence of the structural parameters of the plow shafts after their strengthening by electric contact treatment and spot welding on the parameters and regimes of the strengthening process, which take into account the conditions of their use on soils of different wearability, was established.

Theoretical calculations based on the theory of probability based on the results of micrometric studies determined the quantitative values of the coefficients of rejection, recovery and repeatability of plow blade defects.

The geometric parameters of the repair inserts were determined according to the statistical analysis of the wear of the plow blades and their repairability criteria.

An original installation for electrocontact processing of parts was chosen for electrocontact processing of plow blades.

For welding repair inserts, electrodes with a low carbon content of the UONY-13/45 brand were chosen, which allows to reduce the negative impact on the properties of the strengthening structures of the welded joint, as well as for point strengthening with electrodes of the T-590 brand, which allows to obtain a deposited layer of metal with hardness 58-62 HRC to increase the wear resistance of plow blades in places of their greatest local wear.

Means of technological equipment for welding repair liners to ploughshares are developed in accordance with the requirements of ergonomics, uniformity and operational safety while ensuring the specified quality of restored and reinforced ploughshares.

**References**

1. Vasylenko M.O., Buslaev D.O., Kalinin O.E. Modification of the nanostructure of the created surface layer of cultivator paws for use in different types of soil. Mechanization and electrification of agriculture: general government. coll. Vol. #1 (100). Glevakha, 2015. P. 195–204.

2. Vasylenko M.O., Buslaev D.O., Kalinin O.E., Kononogov Yu.A. Analysis of constructional and technological parameters of tillers of cultivators used on different types of soil. Technical progress in agricultural production: materials XXV International science and technology conf. and XVII All-Ukrainian. conference-seminar of post-graduate students, doctoral students and applicants in the field of agricultural engineering: theses of reports (June 29-30, 2017, Glevakha town). Glevakha, 2017. P. 70.
3. D. Marchenko; A. Dykha; V. Aulin; K. Matvyeyeva, K. Tishechkina, V. Kurepin, "Development of Technology and Research of Method of Electric Hydropulse Hardening of Machine Parts", IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), 21-25 Sept. 2020, Conference Location: Kremenchuk, Ukraine © Publisher: IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), USA, 2020. <https://doi.org/10.1109/PAEP49887.2020.9240796>.
4. AV Dykha, DD Marchenko, VA Artyukh, OV Zubiexhina-Khariat, VN Kurepin, "Study and development of the technology for hardening rope blocks by reeling", Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, vol. No. 2/1 (92), Ukraine: PC "TECHNOLOGY CENTER", 2018, pp. 22–32. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.126196>.
4. AV Dykha, DD Marchenko, "Prediction of the wear of sliding bearings", International Journal of Engineering and Technology (UAE), vol. 7, no 2.23, India: "Sciencepubco–logo" Science Publishing Corporation. Publisher of International Academic Journals, 2018, pp. 4–8. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i2.23.11872>.
5. D. Marchenko; A. Dykha; V. Kurepin; K. Matvyeyeva, K. Tishechkina, V. Kurepin. Development of Technology and Research of Method of Electric Hydropulse Hardening of Machine Parts. ISBN: 978-1-7281-9936-8, IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), Date of Conference: 21-25 Sept. 2020, Conference Location: Kremenchuk, Ukraine © Publisher: IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), USA. <https://doi.org/10.1109/PAEP49887.2020.9240796>.
6. Kalinin O. E. Criteria for choosing a rational method of restoration of working bodies of tillage machines. History of education, science and technology in Ukraine: Mat. IX All-Ukrainian conf. minor student and special (May 22, 2014, Kyiv). Kyiv, 2014. P. 272.
7. Kalinin O. E., Vasylenko M. O. Design features of ploughshares operated on sandy and loamy soils. Perspectives and trends in the development of constructions of agricultural machines and tools: coll. theses of the 1st All-Ukrainian scientific and practical conference of students and young scientists (October 16-17, 2014, Zhytomyr). Zhytomyr, 2014. P.100–101.

UDC 631.171

### ***STUDY OF THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF TILLAGE UNITS WHEN BALLASTING ENERGY-RICH WHEELED TRACTORS***

**D. Mykhailik**, *student*,  
**D. Marchenko**, *PhD, associate professor*  
*Mykolayiv National Agrarian University*

The use of scientifically based principles of operational technologies of Basic tillage made it possible to justify the structure and models of the general system of adaptation of traction-speed ranges and parameters of wheeled tractors and aggregates to the conditions of the working course and agricultural zone.

The input factors are the average length of the drive  $l_{\bar{g}}$  typical for the zone, the amount of work on various technologies  $V_i$  Basic soil treatment with specific resistance parameters  $K_0$  and  $\Delta K_i$  of working machines  $n_{TC_i}$  and the existing or desired standard size series of tractors  $n_{TC_j}$  with different operational capacity  $N_{e_j}$ .

The main task of the first level of research is the formation of separate groups related to agricultural requirements and energy intensity of operational technologies  $n_{\bar{i}}$ , and additional adaptation of tillage units to these groups of technologies.

Traction efficiency does not depend on the standard size of the tractor, but is determined by the specific design and operating conditions. It has a maximum and some zone of allowable towing values, corresponding to  $\varphi_{KR_{opt}}$  and  $\varphi_{KR_{max}}$ , which limit the rational traction range of tractors with an operating mass  $m_E$ .

Effective use of tractors with specified engine parameters ( $N_{ee}, K_M$ ) and set traction range ( $\varphi_{CR_{opt}} - \varphi_{KR_{max}}$ ) on different energy-intensive groups of family tillage operations with justified intervals of changing the working speed is achieved by adjusting the operating mass to ensure optimal values of the manufacturability indicator - specific mass  $m^*$  (kg/kW) in nominal traction-speed

mode.

Pairing of rear and front wheels tractors without removable ballast ( $m^* = 14.35$  t) in the range of operating speeds leads to a decrease in skidding by 3–4% and a load factor from 2.3 to 9.3%. The productivity of the unit increases from 2.1 to 7.4% due to a decrease in fuel consumption by 8.0–9.2%. Tractor ballasting ( $m^* = 17.93$  t) increases the productivity of the unit up to 2.0% in the event of an increase in fuel consumption by 2.0–5.5% in the speed range from 2.03 to 3.07 m/s. At a speed of  $V \geq 3.07$  m / s, the engine enters the constant power mode (11th gear) and the efficiency of the tractor with full ballast is lower by 1-2% according to the indicated indicators, than that of the tractor without ballast.

The indicators of the unit (New Holland T8.390 + BDM 8-4P) on the surface treatment of the soil have similar dependences on the working speed and equipment of the tractor. With partial engine load in the speed range from 2.03 to 3.0 m/s, the most efficient tractor with double wheels and full ballasting. At the same time, fuel consumption is 2.4–3.4% higher than that of tractors without ballast. at a working speed of  $V > 3.0$  m/s, a tractor without ballast is more efficient in terms of productivity and fuel consumption. on deep disking ( $h = 0.16 - 0.18$  m) in the speed range from 1.98 to 2.65 m/s, productivity is 1.6-2.3% higher with a ballasted tractor at the same fuel consumption.

## References

1. Selivanov, N.I. Modeling of speed modes of aggregates and specific indicators of wheeled tractors for the main tillage / N.I. Selivanov, V.M. Zaprudskiy, Yu.M. Makeeva // Visnyk KrasGAU. - 2015. - No. 1. - P. 81–89.
2. Selivanov, N.I. Operational parameters of wheeled tractors for zonal tillage technologies / N.I. Selivanov, Yu.M. Makeeva // Visnyk KrasGAU. - 2015. - No. 2. - P. 56–63.
3. D. Marchenko; A. Dykha; V. Aulin; K. Matvyeyeva, K. Tishechkina, V. Kurepin, “Development of Technology and Research of Method of Electric Hydropulse Hardening of Machine Parts”, IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), 21-25 Sept. 2020, Conference Location: Kremenchuk, Ukraine © Publisher: IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), USA, 2020. <https://doi.org/10.1109/PAEP49887.2020.9240796>.
4. AV Dykha, DD Marchenko, VA Artyukh, OV Zubiekhina–Khaiiat, VN Kurepin, “Study and development of the technology for hardening rope blocks by reeling”, Eastern–European Journal of Enterprise Technologies, vol. No. 2/1 (92), Ukraine: PC "TECHNOLOGY CENTER", 2018, pp. 22–32. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.126196>.
5. AV Dykha, DD Marchenko, "Prediction of the wear of sliding bearings", International Journal of Engineering and Technology (UAE), vol. 7, no 2.23, India: “Sciencepubco–logo” Science Publishing Corporation. Publisher of International Academic Journals, 2018, pp. 4–8. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i2.23.11872>.
6. D. Marchenko; A. Dykha; V. Kurepin; K. Matvyeyeva, K. Tishechkina, V. Kurepin. Development of Technology and Research of Method of Electric Hydropulse Hardening of Machine Parts. ISBN: 978-1-7281-9936-8, IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), Date of Conference: 21-25 Sept. 2020, Conference Location: Kremenchuk, Ukraine © Publisher: IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), USA. <https://doi.org/10.1109/PAEP49887.2020.9240796>.
7. Selivanov, N.I. Adaptation of wheeled tractors to tillage technologies / N.I. Selivanov, V.M. Makeeva // Modern problems of science and education [Electronic resource]. - 2015. No. 1. – Access mode: [http:// www. Science-education.ru/121-19086](http://www.Science-education.ru/121-19086) (access date: 05/15/2015).

UDC 631.3

### **RESEARCH IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE USE OF MACHINE-TRACTOR UNITS BY USING FUEL WITH A MODIFIER**

**V. Zhigalo**, student;  
**D. Marchenko**, PhD, associate professor  
*Mykolayiv National Agrarian University*

On the basis of the analysis of literary sources, it is possible to conclude that the main reasons affecting the reduction of power indicators of tractor engines in operation are malfunctions of the cylinder-piston group of the crank-connecting mechanism and fuel equipment. These

malfunctions significantly affect the productivity of machine-tractor units and their fuel efficiency. This leads to additional financial costs of agricultural enterprises, including due to the extension of agrotechnological terms of operations.

The development of methods of use is of scientific and practical interest. the use of modified and alternative fuels in agriculture, which until now mainly pursued the goals of increasing environmental safety and fuel efficiency. The use of fuel with changed characteristics as a means of maintaining the powerful performance of tractor engines was not considered.

The use of modified fuel, as a means of increasing the performance of tractor engines, necessitates changes in the regulation of the fuel equipment. However, the existing regulatory and technical documentation does not take into account the possibility of using fuel with modifiers to increase the indicated indicators of machine-tractor units. Comrade Therefore, it is necessary to evaluate the influence of fuel with a modifier on power. no and fuel-economy indicators of the tractor engine, and then on the effect-efficiency of the use of MTA.

In order to substantiate the use of fuel with a modifier in operation, we developed a block diagram. According to the developed scheme, if the results of diagnostics show that the engine does not have the required amount of installed power, then maintenance (TI) is carried out. After maintenance, the diagnostic indicators are checked again. If at the same time it is not possible to ensure the set power, then the use of fuel with a modifier is justified. The use of this technique is envisaged in the case of detection in the process of diagnosis of extreme wear of the cylinder-piston group of the engine, for a justified period of operation.

The theoretical justification of the increase in the efficiency of the use of MTA, taking into account the use of a modifier in the fuel, is presented. The period of rational use of fuel with a modifier to compensate for the reduction in power is substantiated. The requirements for the fuel modifier and its concentration are substantiated. A change in the working process of the engine, which leads to an increase in its power, is theoretically considered. According to the results of numerical mathematical modeling of the process of heat release in the engine cylinder, an expanded indicator diagram of the engine and the dependence of the heat release coefficient on the angle of rotation of the KV were obtained according to the previously accepted coefficients of useful heat use of point z'. The simulated course of the work process in the 4Ch 11/12.5 engine showed that when the power value at the nominal operating mode is reduced from 55.6 to 48.0 kW (a decrease of 13.64%), it leads to a decrease in the compression value by 8.24% and an increase in the self-ignition delay period in the range of 43.7...45.5%.

For engines with reduced installed power, the use of fuel modified with an additive was assumed. According to the classification of the cation presented in the works of Bolshakov G.V. and Danilova A.M., the requirements for the additive were formulated. One of them was an increase in the cetane number of diesel fuel. Based on the presented requirements, the choice of additives-modifiers (hereinafter - modifiers) was justified. Based on the results of consideration of potential samples for further research. the Bio petro improver (BPI) modifier was chosen for her.

Based on the conducted chromatographic analysis, which revealed that the active substance of the modifier is a compound of bibenzene, calculations of its maximum concentration in the fuel were carried out according to the criterion of complete combustion in the engine cylinder to elementary components. According to the results of the calculations, the concentration of the selected modifier, which does not exceed 0.02% by mass, is justified.

Analytical dependence of the required nominal power of the tractor engine depending on the hourly productivity of the seeding unit was obtained based on the results of statistical data processing of the indicators of modern domestic tractors of different traction classes and different models of planters.

$$N_n = 31.954 e 0.1078 W h$$

The obtained dependence proves that an increase in the installed powerful tractor engine does not lead to a proportional increase in the hourly productivity of the MTA.

Analyzing the obtained dependences, it can be concluded that when matching the engine power of tractors with the nominal value, the minimum specific operating costs during sowing are

observed in MTA with a nominal engine power of 130 kW. When operating tractors with diesel power reduced by 15%, the minimum operating costs are achieved with an engine power of 60 kW. The difference in processing costs per unit area was 28.4%.

## References

1. Ametov, V.A. Model installation for testing diesel fuel. new equipment of tractor engines / V.A. Ametov, M.M. Brilkov, that is. Alushkin // Bulletin of KuzDTU. - Kemerovo. - No. 2. - 2012. - P. 101-104.
2. Alushkin, T.E. Technology of technical maintenance of fuel equipment when working on modified fuel / i.e. Alushkin, A.V. Zubrytskyi, V.A. Ametov // Herald of NDAU. - Novosibirsk. - No. 2. - 2014. - Q. 132-138.
3. D. Marchenko; A. Dykha; V. Aulin; K. Matvyeyeva, K. Tishechkina, V. Kurepin, "Development of Technology and Research of Method of Electric Hydropulse Hardening of Machine Parts", IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), 21-25 Sept. 2020, Conference Location: Kremenchuk, Ukraine © Publisher: IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), USA, 2020. <https://doi.org/10.1109/PAEP49887.2020.9240796>.
4. AV Dykha, DD Marchenko, VA Artyukh, OV Zubiexhina–Khaiiat, VN Kurepin, "Study and development of the technology for hardening rope blocks by reeling", Eastern–European Journal of Enterprise Technologies, vol. No. 2/1 (92), Ukraine: PC "TECHNOLOGY CENTER", 2018, pp. 22–32. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.126196>.
5. AV Dykha, DD Marchenko, "Prediction of the wear of sliding bearings", International Journal of Engineering and Technology (UAE), vol. 7, no 2.23, India: "Sciencepubco–logo" Science Publishing Corporation. Publisher of International Academic Journals, 2018, pp. 4–8. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i2.23.11872>.
6. D. Marchenko; A. Dykha; V. Kurepin; K. Matvyeyeva, K. Tishechkina, V. Kurepin. Development of Technology and Research of Method of Electric Hydropulse Hardening of Machine Parts. ISBN: 978-1-7281-9936-8, IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), Date of Conference: 21-25 Sept. 2020, Conference Location: Kremenchuk, Ukraine © Publisher: IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), USA. <https://doi.org/10.1109/PAEP49887.2020.9240796>.
7. Alushkin, T.E. Necessary level of technical support // Collection of materials and reports of the first agronomic meeting of Tomsk region. - Tomsk: Department of Social and Economic Development of Villages of the Tomsk Region, 2016. - Z. 60-64.

UDC 621.793.7

## ***RESEARCH ON THE METHOD OF RESTORATION OF WORN CAR PARTS BY USING ELECTROSPARK COATINGS BASED ON ELECTROEROSION NANOMATERIALS***

**E. Savchenko**, student;  
**D. Marchenko**, *PhD*, associate professor  
*Mykolayiv National Agrarian University*

A modern car consists of 15...20 thousand parts, of which 7...9 thousand lose their original properties during operation, and about 3...4 thousand parts have a service life shorter than that of the car as a whole. All this causes the greatest idle time of cars, resource costs of operation [1].

A literature review showed that more than 70% of worn parts of automotive equipment could rationally be reused after restoration. This significantly reduces the resource costs of motor vehicle enterprises, and in addition, it is economically justified for repair production. The cost of restoring parts in most cases does not exceed 25-30% of their value, and with the qualified appointment of the restoration technology, 100% resource is achieved. The different service life of car parts is due to various reasons. The main ones are: performed functional purposes, a diverse range of loads, different types of friction in connected parts and different materials from which they are made, precision and quality of processing in connected parts.

Automotive parts of the "shaft" type make up a large part of the nomenclature of parts that can be restored. In most cases, it is these details that limit the life of machine components and assemblies. The coefficient of their recovery during the overhaul of machines is 0.25 ... 0.95. The length of the restored shafts is 100...4000 mm, but more than 90% of these parts have a length of

slightly more than 1000 mm. The diameters of the shafts are equal to 12...210 mm, but the diameter of 98% of the shafts does not exceed 60 mm. The average weight is about 3 kg.

In parts of the "shaft" type, defects most often appear on the landing surfaces under the bearings and threaded surfaces. Surfaces under bearings are restored when worn more than 0.017...0.060 mm; surfaces of fixed joints (places for hubs with key grooves, etc.) due to additional parts - if worn more than 0.04...0.13 mm; surfaces of movable compounds - when worn more than 0.4...1.3 mm; for sealing - more than 0.15 ... 0.20 mm. Keyways are restored when worn with a width of more than 0.065...0.095 mm; slotted surfaces - when worn more than 0.2...0.5 mm [2].

46% of all shaft surfaces that can be restored are worn to 0.3 mm; 27% – from 0.3 to 0.6 mm; 19% - from 0.6 to 1.2 mm and 8% - more than 1.2 mm.

The main requirement that must be fulfilled during the restoration of shafts is to ensure the size and roughness of the restored surfaces, their hardness, the integrity of the coating, the strength of the adhesion of the applied layers to the base metal, as well as the symmetry, alignment, radial and end runout of the treated surfaces, parallelism of the lateral surfaces of the spline teeth and keyway grooves of the shaft axis.

Shafts of automobile machinery are made mainly of medium-carbon and low-alloy steels. They are subjected to surface hardening with high frequency currents, cementation followed by hardening, normalization.

After analyzing literary sources [1-3], it is customary to divide the defects of "shaft" type car parts into three groups: mechanical damage, chemical-thermal damage and wear of "shaft" type car parts.

Mechanical damage to parts of the "shaft" type occurs as a result of damage to its surface with cracks, risks and burrs, as well as possible bending of the shaft, its breakage or twisting.

In a number of cases, risks and indentations are formed on the surfaces of parts of the "shaft" type, especially often this happens in shaft - sliding bearing combinations, as a result of contamination of the lubricant or the abrasive effect of particles of foreign origin.

When surfacing under the flux layer in the arc burning zone, loose flux is fed, which consists of individual small grains (grits). Due to the effect of high temperature, part of the flux melts around the arc, forming an elastic shell that protects the molten metal from the action of nitrogen and oxygen. After the arc has moved, the liquid metal solidifies with the flux, forming a brittle slag crust on the deposited surface. The flux that did not melt can be used again. Surfacing under a layer of flux is used to restore various parts of cars, tractors and agricultural machines.

In those cases when it is necessary to deposit a layer with a thickness of more than 3 mm. (when performing surfacing on parts of the chassis of tractors and agricultural machines - rollers, trunnions, rollers, axles, etc.), effective automatic surfacing. Deep penetration is undesirable, as it increases the deformation of parts.

With the technology of mass restoration of smooth and splined shafts, the in-depth principle of group restoration technology, the creation of unified group equipment for the restored surfaces of parts, is used in the organizational plan. According to the technology, it is necessary to switch to high-performance gas-thermal methods of applying powder materials with increased wear resistance for the external cylindrical surfaces of movable and fixed connections.

## References

1. Mashkina, M.N. Study of cobalt loss during electroerosion dispersion of alloys of the VK group / M. n. Mashkina // Welding and related technologies in mechanical engineering and electronics: regional collection of scientific papers. - Lipetsk: Lipetsk Technical University, 2001. P.143-145.
2. Petridis, A. U Research of hard alloy powder obtained by electroerosion dispersion / A.V Petridis [et al.] // Problems of chemistry and chemical technology: theses and materials of reports of the regional scientific and technical conference. - Kursk. 1995. - P.31-36.
3. D. Marchenko; A. Dykha; V. Aulin; K. Matvyeyeva, K. Tishechkina, V. Kurepin, "Development of Technology and Research of Method of Electric Hydropulse Hardening of Machine Parts", IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), 21-25 Sept. 2020, Conference Location: Kremenchuk, Ukraine © Publisher: IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), USA, 2020. <https://doi.org/10.1109/PAEP49887.2020.9240796>.

4. AV Dykha, DD Marchenko, VA Artyukh, OV Zubiekhina–Khaiiat, VN Kurepin, “Study and development of the technology for hardening rope blocks by reeling”, Eastern–European Journal of Enterprise Technologies, vol. No. 2/1 (92), Ukraine: PC "TECHNOLOGY CENTER", 2018, pp. 22–32. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.126196>.
5. AV Dykha, DD Marchenko, "Prediction of the wear of sliding bearings", International Journal of Engineering and Technology (UAE), vol. 7, no 2.23, India: “Sciencepubco–logo” Science Publishing Corporation. Publisher of International Academic Journals, 2018, pp. 4–8. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i2.23.11872>.
6. D. Marchenko; A. Dykha; V. Kurepin; K. Matvyeyeva, K. Tishechkina, V. Kurepin. Development of Technology and Research of Method of Electric Hydropulse Hardening of Machine Parts. ISBN: 978-1-7281-9936-8, IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), Date of Conference: 21 -25 Sept. 2020, Conference Location: Kremenchuk, Ukraine © Publisher: IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), USA. <https://doi.org/10.1109/PAEP49887.2020.9240796>.
7. Fominskii, L.P. Peculiarities of powders obtained by electroerosion dispersion in water of a sormite-type alloy/L.P. Fominskyi, St. P. Tyrabina, M. St. Levchuk // New methods of obtaining metal powders: a collection of scientific papers. - Kyiv: IPM Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, 1985. - Z. 109-113.

UDC 621.924

### ***STUDY OF THE EFFECTIVENESS OF VIBRATION-CENTRIFUGAL PROCESSING OF PARTS WITH FREE ABRASIVES***

**M. Filipskiy**, *student*;  
**D. Marchenko**, *PhD, associate professor*  
*Mykolayiv National Agrarian University*

The wide technological possibilities of the vibration processing process in combination with high productivity and the possibility of processing parts of a complex configuration and low rigidity during finishing operations (cleaning, grinding, polishing, increasing the microhardness of the processed surfaces) put it in a number of the most relevant and promising methods of processing machine parts. The work of scientists O.P. Babicheva, P.S. Bernik, I.S. Aftanaziva, B.B. Khodosha, V.I. Dyachenko, I.M. Kartashova, V.A. Vlasova, M.E. Shainsky, E.A. Kogan, A.M. Tamarkina, V.M. Moroza, Yu.M. Samodumskyi, B.M. Hivka, as well as foreign experts: M. Matsunatsi and Ush Hagidbi (Japan), O. Polish (England), K. Wellinger (Germany), St. Branja and Y. Raosh (USA) and others.

developed , which reveals the essence of the force interaction of the working granule with the surface of the part. The basis of the calculation by the B VO method and its varieties is the phenomenon of increasing the energy level of the working environment due to additional movements of the working chamber. The complication of the kinematics of the movement of the working chamber occurred in such a way that the working environment and the processed parts were subjected to the simultaneous influence of directional vibrations and centrifugal forces. Receiving kinetic energy in the form of two components of vibration forces P and centrifugal forces P in , the pellet penetrates the processed surface with a normal force RN and is displaced along the surface by the associated force R.

The complex nature of the movement of the particle of the worker of the environment under the hour of the VO ensures an increase in the intensity of vibration processing. This is achieved by increasing the speed, acceleration and complication of the trajectory of the movement of the working chambers of vibration-centrifugal installations.

The mathematical model for determining the power of cutting and removing metal during vibration-centrifugal processing was based on its energy capabilities. The kinematic energy E of the particle consists of the energy of the particle under the influence of directional vibration E in and energy from the movement of the oscillating surface along the arc Od.



Accordingly, the impact force  $P$  of a particle of the worker of the environment with the processed surface in the vibration-centrifugal model can be represented as the sum of the force of the type of vibration  $P$  in and the type of action of the centrifugal force  $P_{vt}$ .

The study of energetic parameters, cutting force and the amount of metal removal during the processing of parts in the abrasive environment of a vibration-centrifugal installation (VVU) with volumetric vibration of the working chamber was based on its energy capabilities. Quantitative and qualitative indicators of the BVO process are determined to a large extent by the design parameters and kinematic elements of the movement of the working chamber.

An analysis of its roughness and microhardness was carried out during the study of the quality of the surface. Processing was carried out in an abrasive medium and in the medium of hardened polished balls. The samples were made prismatic and cylindrical. forms of carbon and alloy structural steels of the same grades as when determining the productivity of the process.

It was established that the change in surface roughness parameters, depending on the type and hour of processing in an abrasive environment, occurs discretely during the first 15 minutes. intensive reduction of micro-irregularities occurs during processing. The next 15 min. the intensity of the reduction in roughness is insignificant. In the period from 30 to 45 min. the roughness increases, but the  $R_a$  parameter does not exceed the initial one. With further processing, from 45 to 60 min. a repeated decrease in roughness is observed, the intensity of which decrease is approximately equal to the intensity in the initial period of processing. Further, the formation of surface roughness occurs discretely with decreasing discreteness as the processing hour increases. When constant roughness is achieved, the force interaction of the granule with the surface of the part acquires the character of an elastic impact. As the mechanical properties of the processed material improve, the quality of the surface ball improves. For an hour, processing samples from steel 45 in the middle of steel hardened balls with a diameter of 12 mm at an angular amplitude of 3 degrees. and the frequency of oscillations  $22s^{-1}$ , the microhardness of the annealed samples increases from 202 to 275 N/mm<sup>2</sup>, and of the hardened ones - from 504 to 647 N/mm<sup>2</sup>.

## References

1. Kondratyuk O. M. Mathematical modeling of the process of the vibration-centrifugal processing experiment / O. M. Kondratyuk // Bulletin of the NUVHP: Coll. of science works – Rivne: NUVHP, 2008. - Vol. 2(42). - P. 354-360.
2. Kondratyuk O. M. Optimization of the parameters of conducting experimental studies of vibration-centrifugal processing / O. M. Kondratyuk // Bulletin of the NUVHP: coll. of science works – Rivne: NUVHP, 2008. - Vol. 1(41). - pp. 315–321.
3. D. Marchenko; A. Dykha; V. Aulin; K. Matvyeyeva, K. Tishechkina, V. Kurepin, “Development of Technology and Research of Method of Electric Hydropulse Hardening of Machine Parts”, IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), 21-25 Sept. 2020, Conference Location: Kremenchuk, Ukraine © Publisher: IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), USA, 2020. <https://doi.org/10.1109/PAEP49887.2020.9240796>.
4. AV Dykha, DD Marchenko, VA Artyukh, OV Zubiekhina–Khaiiat, VN Kurepin, “Study and development of the technology for hardening rope blocks by reeling”, Eastern–European Journal of Enterprise Technologies, vol. No. 2/1 (92), Ukraine: PC "TECHNOLOGY CENTER", 2018, pp. 22–32. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.126196>.
5. AV Dykha, DD Marchenko, "Prediction of the wear of sliding bearings", International Journal of Engineering and Technology (UAE), vol. 7, no 2.23, India: “Sciencepubco–logo” Science Publishing Corporation. Publisher of International Academic Journals, 2018, pp. 4–8. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i2.23.11872>.
6. D. Marchenko; A. Dykha; V. Kurepin; K. Matvyeyeva, K. Tishechkina, V. Kurepin. Development of Technology and Research of Method of Electric Hydropulse Hardening of Machine Parts. ISBN: 978-1-7281-9936-8, IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), Date of Conference: 21-25 Sept. 2020, Conference Location: Kremenchuk, Ukraine © Publisher: IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), USA. <https://doi.org/10.1109/PAEP49887.2020.9240796>.
7. Radon, I. G. Theoretical prerequisites for controlling the machining process depending on the type of change in the roughness of the surface being machined // Scientific Bulletin of UDLTU: Coll. scientific and technical works. – Lviv: UDLTU, 2001. - Vol. 114. - pp. 178-180.

**RESEARCH IMPROVEMENT OF OPERATIONAL INDICATORS OF TILLAGE UNITS  
THROUGH THE DEVELOPMENT OF DYNAMIC WORKING BODIES**

**R. Nor**, student;  
**D. Marchenko**, PhD, associate professor  
Mykolayiv National Agrarian University

Load fluctuation is a process that is approximately complete after certain time intervals. Researchers classify changes in the traction co- Resistance of MTA as macro-, meso- and micro-oscillations. The area of macro-oscillations of the load is in the range from 0 to 0.2 Hz, meso-oscillatory - from 0.2 to 3.0 Hz, and micro-oscillations - over 3 - 5 Hz. energy and technical and economic indicators of aggregates are significantly influenced by macro fluctuations. In other words, macro-oscillations worsen the operational performance of units. Low-frequency oscillations - with a period  $T > 1 \dots 2$  s. High-frequency oscillations - with a period  $T \leq 1 \dots 2$ s.

The main factors affecting the fluctuations in the load of tillage units:

- on micro-oscillations (high-frequency) - loosening of the soil, staining of the layer, the state of the micro-profile of the site;
- on meso-oscillations - periodic changes in the resistance of the soil - due to the patchiness of its humidity, soiling, etc.;
- on macro-oscillations - ascent of mothers, overcoming lowlands, etc.

The amplitude of oscillations of the traction resistance of the tillage working body represents its maximum displacement from its average value, that is, the equilibrium position, kN.

On the basis of research on the work of working bodies and machines for soil treatment, we have proposed a new way to improve operational performance. ley of tillage units based on the development and application of dynamic working bodies, i.e. with variable geometry.

The analysis shows that the most significant parameter in the structure of operational indicators of tillage units is the traction resistance of the working bodies of the prosecutor's office and machines in general. The value of the specific resistance, required power, productivity and specific fuel consumption per unit of work performed depends on the traction resistance, which ultimately determine the performance indicators of the tillage units.

The purpose of the experimental research was to obtain experimental data, to determine probabilistic estimates of the traction resistance of dynamic and typical (non-dynamic) tillage working bodies, the regularity of their changes depending on the depth of tillage and speed of movement. A comparative energy assessment of dynamic and typical (non-dynamic) tillage works was carried out on the fields on an experimental basis.

Experimental studies were conducted according to the developed and approved program and methodology. As a result of the comparative energy assessment of the workers of the bodies, primary experimental data were obtained using the IP-264 measuring and information system.

The attachment consists of a frame, support wheels made of fur. system for adjusting the set depth of tillage, two tensometric carts, on which the compared tillages are fixed. tying workers organs.

When processing the experimental data, the statistical standard error of the sample average value of the traction resistance of the unit with dynamic and non-dynamic worker bodies was established, which varied within 0.013 - 0.021kN.

## References

1. Dzhaborov N.I., Dobryniv A.V., Semenova G.A. Determination of energy-technological parameters of dynamic tillage units // Izvestiya of St. Petersburg State Agrarian University. - 2017. - No. 4(49). - Z. 252-259. [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_32414122\\_20155160.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_32414122_20155160.pdf)

2. Semenova G.A., Jabborov N.I. Justification of constructive parameters of dynamic tillage workers' bodies //Proceedings of DOSVITY. - 2018. Vol. 132. - P. 122-127.
3. D. Marchenko; A. Dykha; V. Aulin; K. Matvyeyeva, K. Tishechkina, V. Kurepin, "Development of Technology and Research of Method of Electric Hydropulse Hardening of Machine Parts", IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), 21-25 Sept. 2020, Conference Location: Kremenchuk, Ukraine © Publisher: IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), USA, 2020. <https://doi.org/10.1109/PAEP49887.2020.9240796>.
4. AV Dykha, DD Marchenko, VA Artyukh, OV Zubiexhina–Khaiiat, VN Kurepin, "Study and development of the technology for hardening rope blocks by reeling", Eastern–European Journal of Enterprise Technologies, vol. No. 2/1 (92), Ukraine: PC "TECHNOLOGY CENTER", 2018, pp. 22–32. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.126196>.
5. AV Dykha, DD Marchenko, "Prediction of the wear of sliding bearings", International Journal of Engineering and Technology (UAE), vol. 7, no 2.23, India: "Sciencepubco–logo" Science Publishing Corporation. Publisher of International Academic Journals, 2018, pp. 4–8. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i2.23.11872>.
6. D. Marchenko; A. Dykha; V. Kurepin; K. Matvyeyeva, K. Tishechkina, V. Kurepin. Development of Technology and Research of Method of Electric Hydropulse Hardening of Machine Parts. ISBN: 978-1-7281-9936-8, IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), Date of Conference: 21-25 Sept. 2020, Conference Location: Kremenchuk, Ukraine © Publisher: IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), USA. <https://doi.org/10.1109/PAEP49887.2020.9240796>.
7. Nozim I. Jabborov, Oleksandr V. Dobrinov, and Galina A. Semenova. Evaluation of ecological efficiency of soil cultivation machines with innovative dynamic working bodies. E3S Web of Conferences 262 , 04008 (2021) ITEEA 2021.

UDC 625

### ***STUDY OF OPERATIONAL CHARACTERISTICS OF HYDRAULIC SHOCK ABSORBERS OF CARS USED IN AGRICULTURE***

**M. Litvinov**, *student*;  
**D. Marchenko**, *PhD, associate professor*  
*Mykolayiv National Agrarian University*

K.S. dealt with issues of the operation of transport in agriculture at low temperatures, as well as the study of the effectiveness of its use. Aleksakhina, N.V. Anikin, Yu.I., Iv.V. Denisov, A.A. Dovgushin, A.P. Kartoshkin, H.M. Krokhta, D.Yu. Levytskyi, S.S. Molotov, Ya V. Prozorya, M.M. Razyapov, A.I. Savluk, N.E. Sergienko, Yu.M. Khropiv et al. According to the Autoramas, trucks of the KamAZ family are mainly used for the transportation of various cargoes, including in agriculture. When cars operate at low operating temperatures, the efficiency of most of its units deteriorates, as a result of which the dynamic load increases, smoothness indicators deteriorate, the average effective speed of movement decreases, the number of malfunctions increases, and the safety of transported goods decreases. It was also established that the operation of suspension elements with a violation of the operating parameters reduces the durability of assemblies and units. weight of the entire car by more than 1.5 times and worsens the safety of transported goods during their transportation. Since most of the oscillating energy is absorbed precisely due to hydraulic shock absorbers, the efficiency of their operation depends on the thermal regime and operational characteristics of the working fluid .

Ensuring the functioning of shock absorbers using various technical solutions was carried out by N.V. Brusyantsev, P.S. Kazorin, Yu.G. Moroshkin, N.P. Mustafaev, F.M. Khlamtsov and others. The described methods made it possible to determine that one of the promising and most technological ones, in our opinion, is a method of controlling the viscosity-temperature characteristics of the shock absorber fluid when low-viscosity components are added. However, this topic has not been studied much and additional body research is needed.

The vertical external load  $F$  acting on the wheels of the car with amplitude  $A$  affects the

point of application of forces  $P$ . The specified stroke of the suspension is provided due to the total opposing forces  $F_{\Sigma spe}$ , which arise in the elastic element and the hydraulic shock absorber with the speed of piston movement  $v_n$ .

At the same time, most of the vibration energy should not be transferred to the vertical reactions of the supports  $R_1$ ,  $R_2$  and  $R_3$ , but should be transformed from mechanical energy into thermal energy.

It was established that the values of the resistance forces of the hydraulic shock absorber exceed the limits of the values set by the manufacturer from the mark of 246 K (-27 °C) and reach 4022 and 1226 N for rebound and compression, respectively, therefore, at these points, the shock absorber becomes disabled. The shaded area indicates that the hydraulic shock absorber is operable in the temperature range from 263 K (-10 °C) to the specified line, then the resistance forces exceed the specified values several times.

If the external temperature drops to 243 K (-30 °C), the temperature of the shock absorber fluid drops almost to the initial temperatures, which indicates a significant heat exchange between the surfaces of the shock absorber and the surrounding environment.

To determine the operating parameters of the shock absorber, as well as to check the adequacy of the proposed mathematical model, a combined calculation of the hydraulic shock absorber with the execution of the SOLIDWORKS Simulation program package was developed. Modeling of functioning processes was carried out using the finite element method and virtual testing of the CAD model. When simulating hydraulic and heat exchange processes, the software complex uses a standard calculation algorithm, to full of private products. The functional model of the hydraulic shock absorber processed in the software complex.

Studies of the process of predicting the behavior of the hydraulic shock absorber model under the conditions of power load and low operating temperatures have established that the most significant factors are the ambient temperature, as well as the speed and amount of movement of the rod.

Other factors had the least impact or did not meet the requirements.

In order to implement the performed studies to ensure the functioning of hydraulic shock absorbers of trucks used in agriculture at low temperatures, a technological map of maintenance of hydraulic shock absorbers, given in the dissertation, was developed and implemented. An expedient solution is also the implementation of additional operations during seasonal maintenance, which are performed according to the regulations with such units as the chassis, suspension, frame, etc.

## References

1. Domnyshev DA Performance assurance hydraulic shock-absorbers at sub-zero temperatures / AA Dolgushin, DM Voronin, Yu.N. Blynsky, AF Kurnosov // Journal of Engineering and Applied Sciences. 2019. Vol. 14, No. 24. Z. 9608-9612.
2. Domnyshev D.A. Analysis of the causes of decommissioning of car shock absorbers from operation in NSO conditions / A.A. Dolgushyn, D.V. Baraniv // Materials of the annual scientific and practical conference of students and postgraduates of the Engineering Institute (Novosibirsk, November 10-11, 2015): at 1 p.m. / Novosibirsk state agrarian Univ. Engineer. int. - Novosibirsk, 2015. with. 31-34.
2. D. Marchenko; A. Dykha; V. Aulin; K. Matvyeyeva, K. Tishechkina, V. Kurepin, "Development of Technology and Research of Method of Electric Hydropulse Hardening of Machine Parts", IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), 21-25 Sept. 2020, Conference Location: Kremenchuk, Ukraine © Publisher: IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), USA, 2020. <https://doi.org/10.1109/PAEP49887.2020.9240796>.
3. AV Dykha, DD Marchenko, VA Artyukh, OV Zubiekhina–Khaiiat, VN Kurepin, "Study and development of the technology for hardening rope blocks by reeling", Eastern–European Journal of Enterprise Technologies, vol. No. 2/1 (92), Ukraine: PC "TECHNOLOGY CENTER", 2018, pp. 22–32. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.126196>.
4. AV Dykha, DD Marchenko, "Prediction of the wear of sliding bearings", International Journal of Engineering and Technology (UAE), vol. 7, no 2.23, India: "Sciencepubco–logo" Science Publishing Corporation. Publisher of International Academic Journals, 2018, pp. 4–8. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i2.23.11872>.
5. D. Marchenko; A. Dykha; V. Kurepin; K. Matvyeyeva, K. Tishechkina, V. Kurepin. Development of Technology and Research of Method of Electric Hydropulse Hardening of Machine Parts. ISBN: 978-1-7281-9936-8, IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), Date of Conference: 21-25 Sept. 2020,

6. Kurnosov A.F. Study of the intensity of heat generation during the operation of hydraulic car shock absorbers/ A.F. Kurnosov, D.M. Voronin. Materials of the international scientific and practical conference. Under the general editorship of N. I. Bukhtoyarov, V. I. Orobin- from whom. 2017. P. 28-35.

UDC 621

***RESEARCH AND DEVELOPMENT OF METHODS OF BENCH TESTS, CONTROL AND MANAGEMENT OF THE TECHNICAL CONDITION OF THE MACHINE-TRACTOR FLEET***

**D. Ivanchuk**, *student*;  
**D. Marchenko**, *PhD, associate professor*  
*Mykolayiv National Agrarian University*

The main scientific and practical contribution to research on the control and management of the technical condition of self-propelled machines in the agricultural sector, their maintenance and repair was made by well-known scientists: V.I. Balabaniv, D.S. Buklagin, F.H. Burumkulov, A.A. Gvizdev, Zavraznov A.I., Lyovshin A.G., Lenskii A.V., Lisunov E.A., Lyalyakin V.P., Savelev G.S., Selivanov A.I., Striltsiv V.V., Telnov N.F., Trishkin I.B., Cherepaniv S.S., Chornoivaniv V.I., Yudin V.M. etc. V. A. Aliluev, V. I. Belskikh, I. P. Dobrolyubov, N. S. Zhdanovsky, O. M. Zakharchenko, V. A. Zmanovsky, and G. Ignatiev made a significant contribution to the basics of machine diagnostics. S., Kolchyn A.V., Livshyts V.M., Machnev V.A., Mikhlin V.M., Nikolayenko A.V., Syerov A.V., Skibnevskiy K.Yu., Terskikh I.P. , Filimonov A.I., Cheche, V.A. etc. Prof. B. Pavlov explained the basics of machine vibrodiagnostics, implemented in LSHI, DOSVITA, the need for the development of a diagnostic NTD was determined for the first time by Prof. Mikhlin V.M. the fundamental doctrine of reliability management of rural areas was developed. equipment, under his leadership, sets of tools for control of agricultural machinery were created, developed by prof. Skibnevskiy K.Yu. Prof. Krauspom V.R. fundamentally developed strategy, scientific methods of automation and informatization of management of technological processes in the agricultural industry, as well as mathematical models of objects of control and management. In flowmetry, the fundamental works of P.P. Kremliivskiyi, in chemotology and tribotechnics - S.G. Arabyan, G.F. Bolshakova, I.A. Buyanovskiyi, S.V. Wenzel, I.E. Vynogradovy, Grigoryeva M.A., Guryanova Yu.A., Zaslavskiyi Yu.S., Zuyeva V.V., Kartoshkina A.P., Kostetskiy B.I., Lyshko G.P., Medzhibovskiyi A.S., Ostrykova V.V., Pichugina V.F., Papok K.K., Selyutyna G.E., Skoblo A.I., Striltsova V.V., Fuksa I.G., Tsvetkova O.M., Chankina V. V., Chkhetiani P.D., Shabanova A.Yu.

However, a deep analysis of the known research results revealed that only the basic provisions of machine diagnostics were established. It is necessary to develop the scientific principles of bench control of traction and economic, braking qualities of wheeled tractors, resource parameters of internal combustion engines, as well as analysis of oils for in-depth control of machines, and in the future - control automation.

On the basis of the general methodology, a private method of substantiation of test regimes, speed, power, and design parameters of complex excavators of diagnostic stands for wheeled tractors has been developed, which ensures:

- compatibility of control of traction forces in the generator, and control of wheel brakes of tractors in the driving mode of the electric machine AKB 92-8 of the stand;
- stability of tractors on the stand during traction tests;

- stability of tractors on the stand and reliability of braking tests;
- autonomous departure of the tractor from the stand when its drums are stopped;
- the adequacy of the use of an asynchronous balancing electric machine AKB-92-8 with a phase rotor with a nominal power of 55 kW, with a nominal torque of 71.5 kgf.m, with a maximum power in generator mode of 110 kW;
- optimal modes of traction tests of tractors at high speeds. speed of their movement to the double synchronous frequency of the electric machine to eliminate its torque load, which is provided by an optimal combination of the diameter of the stand drums (at least 0.4 of the diameter of the tractor wheels, the length of the spot of their contact with the drums at least 5% of the circle), as well as a high transmission by the number of gearboxes from the drums to the electric machine.

Obtained: the maximum speed parameter of the KI-8948-GOSNITY diagnostic stand for wheeled tractors and the simulated maximum tractor speed on its drums is 6.48 m/s or 23.33 km/h. This corresponds, for example, to the 2nd gear of mode IV KP of the K-701 tractor (23.26 km/h) and the 3rd gear of mode III KP of the T-150K tractor (23.00 km/h). The following tractor speeds exceed the permissible rotation frequency of the AKB 92-8 machine rotor by 1.2 and 1.3 times. For the rest of the tractors, there are no critical provisions.

To justify them, an analysis of the forces in contact between the wheels and the drums was carried out.

For the most critical K-701 tractor (and tractors based on it) with traction tests through the front bridge we have: the weight falling on the bridge is 9050 kgf, approximately reasonable diameter of stand drums angle  $\alpha = 28^\circ$ . From here the maximum permissible traction force, at which stability is still ensured tractors K-701 on drum stand, consists of:

$$R_{kmax} = 0.5( G_{ek} \sin \alpha + G_{ek} \cdot f ) = 2252.5 \text{ kgf,}$$

and nominal power cravings tractors K-701 on transfers IV-2 makes up 2200 kgf

Such way condition stability tractors "Kirovets" at traction tests through the front conductive bridge, which does not turn off, is also provided at control of the nominal traction force, and power parameters of the stand for traction trials are determined equation

Therefore, the limit values of the speed and power modes of traction are determined. tests and parameters of diagnostic stands for wheeled tractors. But it was found that stability during traction tests of T- 150K and MTZ tractors, due to insufficient weight on their rear axles, requires additional loading of the axles by 500 and 300 kgf.

Analysis of the dynamics of the force of the stand drums on the wheels of the tractor in Figure 2d during direct rotation of the wheels shows that these forces move the wheels from the front leading drums to the unmarried ones. This determines the unstable position of the tractor on the leading drums and the unreliability of the control of its braking forces.

Therefore, to ensure the stability of the tractor and the reliability of its brake control on single-drive drum stands, we have for the first time proposed a reverse in the drive. At the same time, the maximum values of the braking forces (according to the mechanism of the brakes) are 10-15% less than with direct rotation of the wheels. But if the braking forces of the wheels will be more than the permissible values when reversing, then they will be guaranteed to be higher when the tractor is braking in motion.

Thus, the substantiation of the speed and power modes of rolling and structural parameters of complex single-drive reversible drum diagnostic stands for wheeled tractors was carried out. Their use has shown a guaranteed guarantee of stability during bench and operational tests, even of the Kirovets tractors, which are critical in this regard.

However, with the nominal torque of the AKB 92-8 electric machine equal to 71.5 kgf.m with the T2UN-315M-8 gearbox, the nominal traction or braking force on the stand drums is absorbed in 1750 kgf.m. Therefore, to prevent torque overload of the electric machine for the Kirovets and T-150K tractors, it was necessary to set control modes of only the values of the permissible traction forces and brakes, or to allow a small short-term load in the drive.

## References

1. Dunaev, A.V. Results of comparative tests of tribopreparations of mineral and sulfonic acid salts basis [Text]/ A.V. Dunaev, S.S. Khokhlov, K.M. Gerasimov // Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences. - M.: 2013. - No. 2. - Z. 78-79.
2. Gitelman, D.A. And the study of tribocompounds based on hexagonal boron nitride [Text]/ D.A. Gitelman, A.V. Dunaev, V.M. Dzvonicov, K.S. Podzharaya, R.Yu. Solovyov // Proceedings of DASNITY.- M.: 2014.- Vol. 115.- P. 66-70.
3. D. Marchenko; A. Dykha; V. Aulin; K. Matvyeyeva, K. Tishechkina, V. Kurepin, "Development of Technology and Research of Method of Electric Hydropulse Hardening of Machine Parts", IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), 21-25 Sept. 2020, Conference Location: Kremenchuk, Ukraine © Publisher: IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), USA, 2020. <https://doi.org/10.1109/PAEP49887.2020.9240796>.
4. AV Dykha, DD Marchenko, VA Artyukh, OV Zubiexhina–Khaitat, VN Kurepin, "Study and development of the technology for hardening rope blocks by reeling", Eastern–European Journal of Enterprise Technologies, vol. No. 2/1 (92), Ukraine: PC "TECHNOLOGY CENTER", 2018, pp. 22–32. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.126196>.
5. AV Dykha, DD Marchenko, "Prediction of the wear of sliding bearings", International Journal of Engineering and Technology (IAE), vol. 7, no 2.23, India: "Sciencepubco–logo" Science Publishing Corporation. Publisher of International Academic Journals, 2018, pp. 4–8. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i2.23.11872>.
6. D. Marchenko; A. Dykha; V. Kurepin; K. Matvyeyeva, K. Tishechkina, V. Kurepin. Development of Technology and Research of Method of Electric Hydropulse Hardening of Machine Parts. ISBN: 978-1-7281-9936-8, IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), Date of Conference: 21-25 Sept. 2020, Conference Location: Kremenchuk, Ukraine © Publisher: IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), USA. <https://doi.org/10.1109/PAEP49887.2020.9240796>.
7. Grigor'ev, VS Synthesis and Properties of Environmentally Sound Tribological Agents Based on 1,1DihydroperfluoropolyoxaalkylβKetosulfonic Acids [Text] // VS Grigor'ev... AV Dunaev, VV Ostrikov// Journal of Physical Chemistry B, 2015, Vol. 9, No. 3, pp. 461-469. 2015, published in Khimichna Fizika, 2015, Vol. 34, No. 6, pp. 65-74.

UDC 621.128:34.3

### ***STUDY OF THE RELIABILITY OF TRACTOR EQUIPMENT WITH ELEMENT-MODULAR MAINTENANCE AND REPAIR SYSTEM***

**D. Kutyaev, student;**  
**D. Marchenko, PhD, associate professor**  
*Mykolayiv National Agrarian University*

Analysis of the working conditions of the tractor-trailer equipment (ATT) and changes in the reliability of its systems and units during the operation of the existing maintenance and repair systems used for the ATT in agricultural production. Many works of domestic and foreign scientists, such as O.S. Polyanskyi, V.V. Aulina, B.F. Khazova, R. Barlow, V.V. Bilichenko, S. Gupta, V.P. Volkiv, S. Olshovskyi, V.M. Varfolomeeva, M.Ya. Govorushchenko, F. Nodem, E.S. Kuznetsova, V.M. Mikhlina, J. Siegel, Y.I. Nesvytskyi, F.M. Avdonkina, A.V. Sarajevo, E.Yu. Barzylowycha, R. Mikhalski, M.M. Poor and others. All of them singled out optimal operation as one of the main conditions for achieving an adequate level of reliability. The most important issue of the effectiveness of managing the state of ATT equipment is the choice of technical progressive directions and systems for ensuring its operational reliability. Since the maintenance and repair system at the development stage is improved on the basis of the achieved level of scientific experimental and theoretical research, it should be periodically refined and improved.

It was determined that when improving the maintenance and repair system, it is necessary to take into account the internal resources of the enterprise that operates the ATT. Important in this direction is the information provision of all stages of the work cycle of nodes, systems and aggregates of ATT. Information support allows you to optimally collect, accumulate, process and use data on the development and improvement of production processes, the results of analysis of failures and defects, data on changes in documentation, violations of production stability, disruptions of deadlines, etc.

factors of deviations from the intended course of development and application of ATT, as well as data on measures taken to prevent, control and protect the type of consequences of these deviations.

The analyzed studies show that maintenance and repair must be carried out according to the condition of the elements (nodes, systems and aggregates) of the ATT, taking into account operation based on diagnostic information. It was established that the basis of the ATT maintenance system is the structure and standards of maintenance and repair. The maintenance structure is determined by the types of relevant technical impacts and their number, the list of performed operations, and their periodicity. Norms include the frequency of impacts, the list and sequence of operations, etc. The structure of the maintenance and repair system is influenced by the level of reliability and quality of the ATT, put in front of it and technical operation, as well as operation. conditions, available resources, organizational and technical limitations of the enterprise.

It was established that the effectiveness of the maintenance and repair system depends on the type of correctly defined list, the number of types of control and the frequency of performing a set of service impacts. Maintenance and repair standards established in accordance with domestic and foreign documents, as well as set forth in ATT service books, refer to specified (reference) operating conditions. When the operating conditions change, the reliability and durability of the ATT changes, as well as the cost of labor and material resources for the maintenance and repair of the ATT. In this regard, their standards must be constantly adjusted in accordance with changes in the technical condition.

It has been established that currently a significant number of ATTs have exhausted their depreciation rates, have been repeatedly repaired (capitally and as needed for individual elements), and are also operated with varying intensity. Given the small amount of new foreign and domestic machinery (14.28% - cars, 8.12% - tractors), it is difficult to accurately determine the technical condition of ATT units based on the existing regulatory framework. After all, it is designed to comply with certain standards for the duration of operation from 7 to 10 years before decommissioning - realistically 15 - 22, and for tractors, the service life is 8 - 12 thousand motors, but in reality it is 11.2 ... 22.2 thousand. motorcycle year - a year or for cars 250...500 thousand km. mileage, but in fact 400...850 thousand km. Considering that ATTs are not written off, the new (repaired) equipment falls into the previously non-ideal operating conditions of the ATS, which naturally reduces its resource. The total operating time of ATT elements rarely exceeds 70 ... 80% of the planned type of resource. Therefore, the implementation of new approaches to equipment that has a diverse fleet, different intensity and conditions of operation and technical condition as a whole determines the need to perform maintenance tasks. According to the frequency of failures by complexity groups in ATT, the key place is occupied by power units, respectively 35.5% for new units of equipment operated from 1 to 3 years and 54.7% for equipment operated from 3 to 15 years at ARW farms. For the convenience of data comparison, during the study, it was customary to estimate the performance of the ATT fleet for passenger cars in the motor year, therefore the following assumptions were made: the average mileage per hour of the ATT should be 45 km/year, so we used a conversion factor of 0.0225 to translate the mileage in km/year into a car.

In the course of the passive experiment, it was established that the informativeness of the control parameters for ATS diesels of the researched park is: gas pressure entering the crankcase (ATK KamAZ - 0.365 bits, and ATT John Deer - 0.459 bits); compression in cylinders (ATT of the KamAZ family - 0.622 bits, and ATT of the John Deer family - 0.751 bits). According to the amount of information with the pressure of the gases passing into the engine crankcase, compression has higher indicators for the ATT of the KamAZ family by 57 ... 59%, for the ATT of the John Deer family - by 61...62%. For further studies of the technical condition of the CPG of ATT diesels operated in APR conditions, a diagnostic database was created on the basis of these diagnostic parameters, the pattern of changes in the operating mode of which.

The most informative diagnostic parameters of the diesel lubrication system in terms of the amount of information are: oil alkalinity, the content of mechanical impurities in the oil, the dielectric constant of the oil, the flash point in a closed crucible. butter. The volume of information in the specified set for the KamAZ ATT is 63...64% of the total list of service parameters, and for the John Deer ATT - 59...61%. To study the condition of the lubrication system of ATT diesels operated in ATP conditions, a database was created based on the specified list of diagnostic parameters.



The volume of information on the set of parameters for the KamAZ ATT is 87...88% of the list of service parameters, and for the John Deer ATT - 84 ... 85%. In order to further study the technical condition of the transmissions of the ATT fleet operated under AVR conditions, a database was created based on the received list of diagnostic parameters.

## References

1. V.V. Aulin, V.V. Slon, O.M. Livytskyi, A.V. Hrynkiv, E.G. Artyukh. Improvement of methods and tools for diagnosing the lubrication system of power units of vehicles. Increasing the reliability and efficiency of machines, processes and systems. Improving the reliability and efficiency of machines processes and systems: materials of the 3rd International Scientific and Practical Conference, April 14-16, 2021 Kropyvnytskyi: National Technical University. Q. 169-174.
2. Hrynkiv A.V., Livitskyi O.M. Mathematical apparatus for evaluating diagnostic parameters and determining their optimal number. Car and electronics. modern technologies: materials of the IV international scientific and technical Internet conference, November 17-19, 2015, Kharkiv, Ukraine, 2015. 126-128.
3. D. Marchenko; A. Dykha; V. Aulin; K. Matvyeyeva, K. Tishechkina, V. Kurepin, "Development of Technology and Research of Method of Electric Hydropulse Hardening of Machine Parts", IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), 21-25 Sept. 2020, Conference Location: Kremenchuk, Ukraine © Publisher: IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), USA, 2020. <https://doi.org/10.1109/PAEP49887.2020.9240796>.
4. AV Dykha, DD Marchenko, VA Artyukh, OV Zubiexhina–Khaiiat, VN Kurepin, "Study and development of the technology for hardening rope blocks by reeling", Eastern–European Journal of Enterprise Technologies, vol. No. 2/1 (92), Ukraine: PC "TECHNOLOGY CENTER", 2018, pp. 22–32. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.126196>.
5. AV Dykha, DD Marchenko, "Prediction of the wear of sliding bearings", International Journal of Engineering and Technology (UAE), vol. 7, no 2.23, India: "Sciencepubco–logo" Science Publishing Corporation. Publisher of International Academic Journals, 2018, pp. 4–8. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i2.23.11872>.
6. D. Marchenko; A. Dykha; V. Kurepin; K. Matvyeyeva, K. Tishechkina, V. Kurepin. Development of Technology and Research of Method of Electric Hydropulse Hardening of Machine Parts. ISBN: 978-1-7281-9936-8, IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), Date of Conference: 21-25 Sept. 2020, Conference Location: Kremenchuk, Ukraine © Publisher: IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), USA. <https://doi.org/10.1109/PAEP49887.2020.9240796>.
7. A system-oriented approach to the formation of an intelligent technical service system. Kramarov's readings: a collection of theses of reports of the VIII International Scientific and Technical Conference February 25-26, 2021 born Kyiv/NUBiP. - K.: Publishing center of NUBiP Ukraine, 2021. - Z. 25-32.

UDC 629.113

### ***STUDY OF CYLINDERS' WEAR RESISTANCE AUTOMOBILE ENGINES DURING RESTORATION***

**N. Osipov, student;**  
**D. Marchenko, PhD, associate professor**  
*Mykolayiv National Agrarian University*

At the theoretical stage, in order to obtain the most generalized analytical solution, simplifying assumptions, traditional for the hydrodynamic theory of lubrication, were adopted.

According to the model of J. Archard, the linear wear of the surface of the part in the mode of molecular mechanical wear can be defined as

$$h=(kqv)/3H\cdot t, \quad (1)$$

where  $k$  is the empirical coefficient of frictional interaction;  $q$  - pressure in the contact, determined according to Hertz's contact theory;  $v$  – body movement speed;  $t$  - contact time of parts;  $H$  is the hardness of the wearable body.

From consideration of dependence (1), it turns out that, provided that the kinematics, operating mode, and physical properties of the friction pair are not affected (parameters  $v$ ,  $N$ ,  $q$ , and  $H$  are unchanged), to reduce wear, it is necessary to strive to reduce the contact time  $t$ . In the presence of lubricant in the "cylinder-piston ring" combination, this can be achieved by maximizing the HNS. In particular, this is achieved by using a special microrelief on the cylinder mirror containing grooves (triangular or circular) that ensure the necessary narrowing of the oil film profile in the direction of the piston ring sliding speed vector.

The task of this research was to analytically determine the rational values of step-height parameters of the microrelief of the cylinder, which maximized its GNZ. In order to find the linear (width of the profile, reduced to a unit) hydrodynamic bearing capacity (hereinafter PGNZ), the solution of the Reynolds equation was used in the form of a distribution along the axial (in the direction of the velocity vector  $v$ ) coordinate  $x$  of the hydrodynamic pressure  $p$  for an arbitrary (integrated) function of the gap  $h(x)$  on the length  $L$ .

With regard to the calculation scheme of the microrelief, the solution of the integrals included in the function and the integration of the resulting expression after transformations gives the expression for the PGNZ:

$$P=(6\mu vL^2/H^2)g(\delta,\lambda). \quad (2)$$

The solution of the problem boils down to finding the values of the step-height parameters of the microrelief  $\lambda$  and  $\delta$  that maximize the dimensionless function  $g(\delta,\lambda)$ .

Taking into account the geometry of the microrelief fragmen, the range of values of the relative length of the inclined section is described by the inequality  $0 \leq \lambda \leq 0.5$ . For the relative height difference of the microrelief based on the analysis of the topography parameters of the completed structures, the area of existence can be defined as  $0 \leq \delta \leq 0.5$ . The analytical method of finding the global maximum of the function of two variables  $g(\delta,\lambda)$  is very time-consuming, so a graphical method was used. The rational values of the parameters  $\lambda$  and  $\delta$  obtained as a result of this calculation, as well as the global maximum of the function  $g(\delta,\lambda)$  associated with them, were:  $\delta_0=1.121$ ;  $\lambda_0=0.344$ ;  $g(\delta_0,\lambda_0)=0.011$ .

Substitution of microrelief parameters in equation (1) allows tracing the distribution of hydrodynamic pressure along the length of the gap and, thus, analyzing the nature of the load capacity in sections.

Considering the graph, it can be seen that in the conditions of reciprocating (reversible) movement, characteristic of the kinematics of the piston ring, both on the forward and reverse stroke, the area of the positive part of the pressure plot will always be greater than the area of the negative part. The assignment of rational values of step-height parameters maximized the positive area of the plot, other things being equal. At the same time, to close the solution, it is necessary to set the step of the microrelief  $L$  and choose the minimum gap in the connection  $H_1$ .

It is obvious that with a given axial height of the piston ring  $S$ , the following basic options for choosing the pitch of the microrelief  $L$  are possible:

1. Average step ( $L \approx S$ );
2. Increased step ( $L > S$ );
3. Reduced pitch ( $L < S$ ).

In the first variant, one fragment of microrelief is located within the axial height of the piston ring; in the second - a certain part of it; in the third, on the contrary, several fragments. In order to justify the choice of the step of the microrelief, it was numerically evaluated in which of the given options the connected surfaces form the largest value of PGNZ.

As a result, we get that the rational value of the step of the microrelief  $L$  will be proportional to the axial height of the piston ring  $S$  (a known value). The depth of the groove or the absolute height difference of the microrelief profile  $H=H_2-H_1$ , as well as the length of its inclined section  $l_{1.3}$  are determined from the analytically obtained key ratios:  $H=1.121 \cdot H_1$  and  $l_{1.3}=0.344 \cdot L$ . The minimum gap in the "piston ring-cylinder" connection  $H_1$  is determined

taking into account the value of the working gap in the ring lock  $\sigma : H_1 = \sigma/2\pi$ .

The solution to the problem of increasing the molecular strength of boundary films on the bonded surfaces of the cylinder and piston ring was obtained from the analysis of physical prerequisites that indicate the possibility and feasibility of using metal soap, in particular, zinc stearates  $Zn(C_{18}H_{35}O_2)_2$ , in motor lubricants. These substances, in comparison with other known friction modifiers (graphite, mica, polytetrafluoroethylene, metal sulfides, chloroparaffins, etc.) meet the complex requirement of efficiency and environmental safety. TS based on zinc stearate were recommended for the following laboratory, tribotechnical and motor tests.

## References

1. Laser hardening of cylinder liners/B.P. Bugai, I.F. Bukhanova, V.M. Zhuravel et al.//Avtomobilnaya promyshlennost. 2005. - No. 5. - P. 28-30.
2. A. S. Lychkovakha, Improving the quality of the finish processing of repaired cylinder liners of internal combustion engines: Abstract of Dissertation, Ph.D. technical Science.-Zernograd, 2006.-19 p.
3. D. Marchenko; A. Dykha; V. Aulin; K. Matvyeyeva, K. Tishechkina, V. Kurepin, "Development of Technology and Research of Method of Electric Hydropulse Hardening of Machine Parts", IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), 21-25 Sept. 2020, Conference Location: Kremenchuk, Ukraine © Publisher: IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), USA, 2020. <https://doi.org/10.1109/PAEP49887.2020.9240796>.
4. AV Dykha, DD Marchenko, VA Artyukh, OV Zubiekhina–Khaiiat, VN Kurepin, "Study and development of the technology for hardening rope blocks by reeling", Eastern–European Journal of Enterprise Technologies, vol. No. 2/1 (92), Ukraine: PC "TECHNOLOGY CENTER", 2018, pp. 22–32. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.126196>.
5. AV Dykha, DD Marchenko, "Prediction of the wear of sliding bearings", International Journal of Engineering and Technology (UAE), vol. 7, no 2.23, India: "Sciencepubco–logo" Science Publishing Corporation. Publisher of International Academic Journals, 2018, pp. 4–8. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i2.23.11872>.
6. D. Marchenko; A. Dykha; V. Kurepin; K. Matvyeyeva, K. Tishechkina, V. Kurepin. Development of Technology and Research of Method of Electric Hydropulse Hardening of Machine Parts. ISBN: 978-1-7281-9936-8, IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), Date of Conference: 21-25 Sept. 2020, Conference Location: Kremenchuk, Ukraine © Publisher: IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), USA. <https://doi.org/10.1109/PAEP49887.2020.9240796>.
7. Influence of ultradispersed metal alloy powders on steel surfaces during friction/L.V. Zolotukhina, I.V. Frishberg, V.V. Kharlamov et al.//Materials of the international scientific and practical symposium "Slavyantribo-5".-S.-Pb., 2000.-S. 239-241.

UDC 631.372

## ***STUDY OF THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF TRAILED TILLAGE MACHINE-TRACTOR UNITS DUE TO THE IMPROVEMENT OF THEIR STABILITY AND MANEUVERABILITY INDICATORS***

**A. Hnatyuk**, student;  
**D. Marchenko**, PhD, associate professor  
*Mykolayiv National Agrarian University*

For the purpose of conducting preliminary laboratory tests, a stand with a soil channel 3.5 meters long was used. The design of the stand allows for complex tests of the working bodies of tillage agricultural machines. The resistance forces and moments on the working bodies moving in the soil environment can be determined at different processing depths, soil hardness and humidity, as well as at different angular deviations of the plane of symmetry of the working body of the longitudinal axis of the soil channel.

The design of the stand allows for complex tests of the working bodies of tillage agricultural machines. The resistance forces and moments on the working bodies moving in the soil environment

can be determined at different processing depths, soil hardness and humidity, as well as at different angular deviations of the plane of symmetry of the working body from the longitudinal axis of the soil channel.

To determine the magnitude of the forces and moments that arise in the working body when it affects the soil, depending on the place of its installation on the frame of the tillage machine, the methodology provided for three test modes.

Mode No. 1. Soil hardness at a depth of 10 cm was  $0.85 \pm 0.05$  MPa. The working body was installed at a given depth in the center of the soil channel. Under such test conditions, the working body acts on undeformed soil. The mode simulates the forces and moments acting from the soil on the working body installed on the frame of the tillage machine in the first row.

Mode No. 2. Simulates the forces and moments acting from the soil on the working body installed on the frame of the tillage machine in the second row. At the same time, the working body, on the one hand, in relation to the plane of symmetry, affected the undeformed soil, and on the other hand, the partially loosened soil with the paws of the first row in the overlap zone.

The hardness of the soil before the start of the test at a depth of 10 cm was  $0.85 \pm 0.05$  MPa. At the beginning of each experiment, the soil channel was shifted to one side relative to the central longitudinal axis by the amount of  $228 \pm 1$  mm using the adjusting mechanism of the moving platform 20. After installing the working body to the required depth, the soil channel was moved to the extreme position. The signals from the strain gauges were not recorded. Then the working body was excavated from the soil and the soil channel returned to its original position. The soil channel was shifted in the transverse plane by the adjusting mechanism of the moving platform 20.

The amount of displacement of the soil channel was chosen in accordance with the arrangement of the coulters of the seeder-cultivator, according to the instructions. The overlapping area of the working bodies was 82 mm.

Mode #3 simulates forces and moments acting from the soil on the working body installed on the frame of the tillage machine in the third row. In this mode, the working body affected the soil, partially ripened by the paws of the second row in the overlap zones, located already on two sides with respect to the plane of symmetry.

The entire volume of preliminary tests was carried out at an air temperature of  $+20 - +24^\circ\text{C}$ . Soil moisture at a depth of 10 cm, measured before the beginning of the tests, was 16.6...18.4%. During the tests, the experience was repeated five times in each mode.

## References

1. Pavlyuk, A. S. Theoretical foundations of controlled motion of wheeled machines: monograph / A. S. Pavlyuk, V. I. Poddubny. - Barnaul: AltGTU Publishing House, 2010. - 237 p.
2. Sankin, Yu.N. Frequency method of evaluating the course stability of a car based on ego models in the form of systems with many degrees of freedom and non-linear interaction of tires with a road surface / Yu.N. Sankin, M.V. Guryanov; under the municipality ed. Yu. N. Sankina. – UISTU, 2011. – 243 p.
3. D. Marchenko; A. Dykha; V. Aulin; K. Matvyeyeva, K. Tishechkina, V. Kurepin, “Development of Technology and Research of Method of Electric Hydropulse Hardening of Machine Parts”, IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), 21-25 Sept. 2020, Conference Location: Kremenchuk, Ukraine © Publisher: IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), USA, 2020. <https://doi.org/10.1109/PAEP49887.2020.9240796>.
4. AV Dykha, DD Marchenko, VA Artyukh, OV Zubiekhina–Khaiiat, VN Kurepin, “Study and development of the technology for hardening rope blocks by reeling”, Eastern–European Journal of Enterprise Technologies, vol. No. 2/1 (92), Ukraine: PC "TECHNOLOGY CENTER", 2018, pp. 22–32. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.126196>.
5. AV Dykha, DD Marchenko, "Prediction of the wear of sliding bearings", International Journal of Engineering and Technology (UAE), vol. 7, no 2.23, India: “Sciencepubco–logo” Science Publishing Corporation. Publisher of International Academic Journals, 2018, pp. 4–8. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i2.23.11872>.
6. D. Marchenko; A. Dykha; V. Kurepin; K. Matvyeyeva, K. Tishechkina, V. Kurepin. Development of Technology and Research of Method of Electric Hydropulse Hardening of Machine Parts. ISBN: 978-1-7281-9936-8, IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), Date of Conference: 21-25 Sept. 2020, Conference Location: Kremenchuk, Ukraine © Publisher: IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), USA. <https://doi.org/10.1109/PAEP49887.2020.9240796>.
7. Khachatryan, H.A. Stability of soil tillage aggregates / H.A. Khachatryan. K.: Mashinostroenie, 2004. - 601 p.

**STUDY OF THE DURABILITY OF CULTIVATOR PAWS FOR PRE-SOWING TILLAGE BY  
THE METHOD OF TECHNOLOGICAL CONVERGENCE**

**M. Kondratiev**, student;  
**D. Marchenko**, PhD, associate professor  
Mykolayiv National Agrarian University

During operation, due to the abrasive action and soil pressure, the cutting edge of the workers of the tillage implements is primarily worn out. Its blunting and subsequent change in geometry, namely, an increase in the thickness of the cutting edge are observed. This is especially characteristic of workers of organs with volume hardening of individual areas of working organs, in particular the wings of the arrow-shaped paws of cultivators.

Lisa new Cultivator paws characterized by certain thickness cutting edge  $\delta_0$  and the sharpening angle of the blade  $a$ . Depending on the destination paws - plowing or loosening, the cutting angle  $\gamma$  changes and the rear angle  $\beta$ :

The wear of the part is accompanied by a change in thickness  $\delta_i$  cutting edge, type  $\delta_0$  to  $\delta_{gr}$ , where  $\delta_i$  - be which one intermediate value. From increase values wearing  $b$  and increases  $\delta_i$ . By conditions achievement marginal value values wearing blades by width  $b_{gr}$ , thickness cutting edges not changes and is equal to size  $\delta_{gr}$ .

This expression allows you to predict the thickness of the cutting edge  $\delta_i$  in process exploitation and to predict magnification strength resistance worker body in depending on the amount of wear of the blade in width  $b$  and. An increase in the value of  $b$  and leads to an increase in the radius of rounding of the cutting edges and increase strength resistance cultivator and costs fuel at performance technological operations with processing soil on practice according to technical requirements and in dependencies kind appointment Cultivator paws are manufactured using blade sharpening angles kind  $12^\circ$  to  $30^\circ$ .

Taking into account the expression, the process of the relationship between the amount of linear wear  $b$  and, the blade sharpening angle  $a$  and the thickness of the cutting edge  $\delta_i$  was modeled.

According to theoretical studies of the relationship between the amount of wear, corner aggravation and thickness cutting edges Cultivators paw with volume hardening, it was established that in the process of operation at the expense of linear wear of the blade, there is a gradual increase in the radius of the cutting edge edges Decreasing  $\delta_i$ , and in the ideal case, bringing it to the initial level value  $\delta_0$  and software him constant values in process operation, possible by strengthening surface blades Cultivator paws method causing strengthening coatings, or superficial hardening working blade surface to the depth 0.5-2.0 mm.

## References

1. Vasylenko M.O., Buslaev D.O., Kononogov Yu.A., Kalinin O.E. Department for restoration and strengthening of working bodies of tillage machines. Agrarian science - production. Kyiv, 2015. No. 2. P. 22.
2. Buslaev D. O. Cultivator of shallow and pre-sowing soil cultivation. All-Ukrainian business magazine "Agrarian Week". Kyiv, 2015. No. 1-2 (292-293). P. 76-77.
3. D. Marchenko; A. Dykha; V. Aulin; K. Matvyeyeva, K. Tishechkina, V. Kurepin, "Development of Technology and Research of Method of Electric Hydropulse Hardening of Machine Parts", IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), 21-25 Sept. 2020, Conference Location: Kremenchuk, Ukraine © Publisher: IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), USA, 2020. <https://doi.org/10.1109/PAEP49887.2020.9240796>.
4. AV Dykha, DD Marchenko, VA Artyukh, OV Zubiekhina–Khaiiat, VN Kurepin, "Study and development of the technology for hardening rope blocks by reeling", Eastern–European Journal of Enterprise Technologies, vol. No. 2/1 (92), Ukraine: PC "TECHNOLOGY CENTER", 2018, pp. 22–32. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.126196>.
5. AV Dykha, DD Marchenko, "Prediction of the wear of sliding bearings", International Journal of Engineering and Technology (UAE), vol. 7, no 2.23, India: "Sciencepubco–logo" Science Publishing Corporation. Publisher of International Academic Journals, 2018, pp. 4–8. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i2.23.11872>.

6. D. Marchenko; A. Dykha; V. Kurepin; K. Matvyeyeva, K. Tishechkina, V. Kurepin. Development of Technology and Research of Method of Electric Hydropulse Hardening of Machine Parts. ISBN: 978-1-7281-9936-8, IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), Date of Conference: 21-25 Sept. 2020, Conference Location: Kremenchuk, Ukraine © Publisher: IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), USA. <https://doi.org/10.1109/PAEP49887.2020.9240796>.
7. Buslaev D.O., Kononogov Yu.O., Kalinin O.E. The latest technological processes of restoration and strengthening of workers' bodies of tillage machines, adapted to soils of various types. Agrarian science of production. Kyiv, 2019. No. 3. P. 29.

УДК 621.436. – 61

## **АНАЛІЗ ВПЛИВУ БІОПАЛИВА НА ТРИВАЛІСТЬ СЛУЖБИ ПАПЕРОВИХ ФІЛЬТРІВ**

**О. Калюжний, к.т.н., доцент;**

**А. Махник, студент**

*Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

Для виробництва сільськогосподарської продукції потрібен великий парк тракторів і сільськогосподарської техніки, яка використовує нафтове паливо. Однак нафта є несхвалюваним джерелом енергії, і вичерпання її запасів передбачається протягом наступних кількох десятків років. За прогнозами, вже протягом наступних 20-25 років очікується різке зниження видобутку нафти. Це призводить до постійного зростання вартості нафтового палива, що негативно впливає на витрати виробництва сільськогосподарської продукції. Зважаючи на те, що багато країн є залежними від імпорту нафти, слід очікувати подальшого підвищення цін на нафтове паливо до рівня, характерного для Європи.

Треба також враховувати екологічний аспект проблеми, пов'язаний з використанням традиційних моторних палив. Узагальнюючи, більше 70% забруднень навколишнього середовища походить від двигунів внутрішнього згорання. Вчені з різних країн, особливо тих, де відсутні власні ресурси вуглеводневої сировини, вже тривалий час активно шукають альтернативні джерела палива.

Зараз велика увага приділяється використанню відновлюваних джерел енергії, які виробляються з рослинної сировини. У сільському господарстві, безперечно, великий акцент робиться на біопаливі, виготовленому з рослинних олій, зокрема, біодизельного палива для дизельних двигунів. Цей вид палива успішно застосовується в численних країнах як альтернатива звичайному дизельному паливу. Однією з переваг використання біодизельного палива є невеликі витрати на адаптацію автотракторної техніки для його використання у стандартних двигунах, з використанням наявних систем технічного обслуговування, засобів транспортування і заправки паливом. Це сприяє успішному впровадженню біопалива в сільському господарстві. На сьогоднішній день використання біопалива в Європейському союзі регулюється відповідним законодавством.

В даний час біопаливом, більш близьким за своїми фізико-хімічними властивостями до вуглеводневого (дизельного) палива, є суміш метилових ефірів жирних кислот ріпакової олії (МЕРО). На підставі аналізу було визначено, що перспективним альтернативним паливом дизельних двигунів для умов України є біопаливо, яке отримують шляхом змішування рідких вуглеводневих палив і похідних ріпакового масла - метилових ефірів ріпакової олії. При цьому раціональним складом такого бінарного біопалива є 10% МЕРО + 90% нафтового дизельного палива (марка В10) та 30% МЕРО + 70% нафтового дизельного палива (марка В30).

Однак, відмінності фізико-хімічних та експлуатаційних показників нафтового дизельного та біодизельного палив можуть суттєво вплинути на строк служби паперових

фільтруючих елементів, якими оснащені фільтри тонкого очищення дизельних двигунів. На жаль процеси фільтрування біопалива не вивчалися.

Однією з характеристик біопалива є вища вологість, оскільки воно може містити воду у вигляді емульсії або мікроемульсії. Вода, що потрапляє до палива, може призвести до розм'якшення паперових фільтрів та їх руйнування. Крім того, вода може викликати окислення і корозію металевих частин фільтрів та системи пального в цілому.

Засмічення фільтрів є однією з основних проблем, пов'язаних із використанням біопалива. Біопаливо може містити більше домішок, таких як вода, мікроорганізми та частинки, які можуть призвести до швидшого засмічення паперових фільтрів.

Домішки, такі як мікроорганізми та частинки бруду, також можуть проникати до фільтрів разом із біопаливом. Це може призвести до засмічення фільтраційних матеріалів та утруднити прохід пального через фільтр. Як наслідок, фільтри стають менш ефективними у видаленні домішок та частинок і можуть потребувати більш часті заміни або очищення.

Засмічені фільтри можуть призвести до кількох проблем. Засмічені фільтри можуть обмежити потік пального до двигуна, що призводить до зниження потужності та продуктивності автомобіля. Засмічені фільтри можуть спричинити незадовільну згорання пального, що в свою чергу може призвести до збільшеного споживання пального.

Відповідно до ГОСТ 305, у дизельному паливі механічні домішки повинні бути відсутні при їхньому визначенні кількісним методом за ГОСТ 6370 (масова частка механічних домішок до 0,005 % включно оцінюється як їхня відсутність). Біодизельне паливо може містити вільну воду, гліцерин, жирні й високомолекулярні органічні кислоти, продукти полімеризації (у змішаних паливах), які викликають забруднення паливних фільтрів.

Доцільно було провести паралельні дослідження процесів фільтрування МЕРО, дизельного палива (ДП) і біопалива (В10, В30).

Для визначення забруднення МЕРО, ДП, В10 й В30, проби цих видів палива були відфільтровані через паперовий фільтруючий матеріал ПФДП ( $S = 1,13 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ ) при постійному перепаді тиску ( $\Delta P = 2,5 \text{ кПа}$ ). Встановлено, що при одержанні змішаних палив В10 й В30 (шляхом змішення МЕРО та ДП у відповідних кількостях), відбувалося їхнє помутніння. Осад, затриманий фільтром при фільтруванні різних видів палива, характеризував їхнє забруднення. Результати експерименту наведено на рис 1.



Рис. 1. Осад, затриманий фільтром при фільтруванні різних видів палива:

а - ДП (осад відсутній), б - МЕРО (осад відсутній, але мають місце жирові плями на поверхні), в - В10 (щільний осад чорного кольору), г - В30 (пухкий осад коричневого кольору)

Для того, щоб мінімізувати вплив біопалива на паперові фільтри, важливо дотримуватися низки рекомендацій:

- Регулярна заміна та обслуговування фільтрів.
- Використання паперових фільтрів, спеціально розроблених для роботи з біопаливом.
- Моніторинг стану фільтрів та системи подачі палива для виявлення проблем.

Використання біопалива може підвищити вимоги до обслуговування системи подачі палива та фільтрації. Правильне обслуговування та дотримання рекомендацій виробників може допомогти знизити негативний вплив біопалива на паперові фільтри та забезпечити надійну роботу двигуна або системи. Глибокі дослідження та розробка більш стійких матеріалів для фільтрів також можуть допомогти у поліпшенні даної проблеми.

**АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕХАНІЗОВАНИХ  
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЗБИРАННЯ ТРЕСТИ У ВЕСНЯНИЙ ПЕРІОД**

**О. Горбенко, к.т.н., доцент**

**А. Лазоренко, асистент**

*Полтавський державний аграрний університет,*

Коноплярство у світовій практиці є потенційною та економічно-вигідною галуззю агропромислового комплексу, яка забезпечує продукцією та сировинними ресурсами багато галузей промисловості. В Україні тенденція розвитку коноплярства тільки починає набирати популярність.

Основою виробництва, яке забезпечує якісною і конкурентоспроможною продукцією в складних економічних умовах є правильний вибір технології та технологічних комплексів машин для виконання відповідних процесів.

Високоєфективне використання збирально-транспортних комплексів у технологічних процесах весняного збирання трести конопель може бути досягнуто за умови злагодженої взаємодії між їх технічними характеристиками, експлуатаційними параметрами, технологіями, що застосовуються, та загальними обсягами робіт [1]. Ці взаємопов'язані фактори утворюють основу успішної та оптимізованої системи збирання врожаю. Але, крім того, показники ефективності виконання технологічних операцій значною мірою залежать від агрометеорологічних умов, що склалися в період збирання врожаю. Непередбачуваність та невід'ємні ризики, пов'язані з цими умовами, істотно впливають на показники ефективності всього процесу [2-4]. Тому сільськогосподарські товаровиробники, які вирощують коноплі та готують тресту, щороку ризикують понести втрати вирощеного урожаю через несвоєчасність виконання збиральних процесів. Крім того, затягування через різні обставини термінів проведення збиральних робіт трести конопель у весняний період створює негативні передумови загальних очікувань у системах виробництва культур, які будуть несвоєчасно посіяні на цих ділянках.

Виходячи з вищевикладеного, питання підвищення ефективності механізованих технологічних процесів весняного збирання трести шляхом узгодження показників виробничих планів сільськогосподарських товаровиробників з характеристиками збирально-транспортних комплексів за стохастичного впливу агрометеорологічних умов є актуальним завданням як для науковців, так і для виробників конопляної продукції. Комплексний підхід у врахуванні ризиків, які мають місце під час виконання операцій збирання, уможливорює обґрунтування раціональних параметрів збирально-транспортних комплексів, які забезпечать виконання технологічного процесу з мінімальними сумарними питомими витратами коштів.

Відповідно у зазначеному контексті розглянутих проблем потрібно дослідити такі питання: проаналізувати чинні методи і моделі дослідження технологічних процесів весняного збирання трести конопель, проаналізувати параметри збирально-транспортних комплексів, виявити недоліки та означити шляхи їх усунення; виділити й розкрити чинники функціональних показників технологічних систем весняного збирання трести конопель; розробити методи прогнозування часу весняного збирання трести конопель та обґрунтувати параметри збиральної та транспортної складових збирально-транспортних комплексів; дослідити модель процесу весняного збирання трести конопель та удосконалити статистичну імітаційну модель технологічних процесів їх збирання стосовно окремих полів та їх множин; виконати спостереження та комп'ютерні експерименти зі статистичними імітаційними моделями, опрацювати дані і встановити статистичні закономірності характеристик виробничих планів весняного збирання трести конопель сільськогосподарськими товаровиробниками адміністративного району; вартісно оцінити функціональні показники процесів збирання трести



конопель для заданих характеристик виробничих планів та визначити екстремальні значення сумарних питомих витрат коштів, що відповідають раціональним параметрам збирально-транспортних комплексів.

Очікується, що впровадження та дотримання розроблених параметрів механізованих технологічних процесів весняного збирання трести може мати вагомий позитивний вплив на загальні результати виробництва не лише промислових конопель, а й луб'яних культур загалом.

### Список використаних джерел

1. Налобіна О. О., Герасимчук О. П. Аналіз факторів впливу на величину зібраної площі коноплі. *Сільськогосподарські машини*. 2019. № 42. С. 60-70.
2. Довідник конопляра / Ткаченко С.М., Мохер Ю.В., Лайко І.М. та ін. Суми : Еллада, 2021. 27 с.
3. Шевчук В. В., Шейченко В. О., Проценко С. Ю., Гак В. М., Кордубан М. М. Обґрунтування систем технологій збирання біологічного врожаю конопель. *Інженерія природокористування*. 2020. № 2 (16). С. 113-119.
4. Sheichenko V. O. Development of technology for the hemp stalks preparation. *Modern Development Paths of Agricultural Production: Trends and Innovations*. Springer International Publishing. 2019. P. 223-232.

УДК 539.319

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОТВЕРДОСТІ МОДИФІКОВАНИХ ПОВЕРХОНЬ ТИТАНОВИХ СПЛАВІВ ТА ВСТАНОВЛЕННЯ ЇЇ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ З ГЛИБИНОЮ НАСИЧЕННЯ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ АЗОТОМ**

**А. Рутковський<sup>1</sup>**, к.т.н., старшин науковий співробітник;

**С. Маркович<sup>2</sup>**, к.т.н., доцент;

**С. Магопець<sup>2</sup>**, к.т.н., доцент;

**В. Маркович<sup>2</sup>**, магістрант

1- Інститут проблем міцності імені Г.С. Писаренка НАН України, м. Київ,

2- Центральноросійський національний технічний університет, м. Кропивницький

Титанові сплави мають унікальні властивості, серед яких висока питома міцність, корозійна стійкість і досить висока температура плавлення. Однак, застосування даних матеріалів обмежує їх невисока твердість, надзвичайно низька зносостійкість, висока схильність до налипання, великий коефіцієнт тертя в парі практично з усіма матеріалами, висока хімічна активність під час нагрівання вище 500°C та чутливість до концентраторів напружень. Дані недоліки можна усунути шляхом нанесення покриттів або за рахунок зміни структурного стану поверхневих шарів матеріалу за допомогою їх модифікації різними технологіями [1-5].

Актуальним є модифікація поверхні сплавів титану шляхом використання методів з мінімальним або низьким термічним впливом, зокрема, методом вакуумного іонного азотування в імпульсному режимі. При цьому використання ефекту аномального масопереносу азоту в поверхні деталі, що обробляється, шляхом створення поля термічних напружень в поверхневому шарі за рахунок циклічного включення та виключення тліючого розряду та циклічної зміни температури дозволяє скоротити в 3...5 разів потрібну потужність джерел електричного живлення. Така модифікація поверхні підвищить довговічність, межу витривалості та зносостійкість титанових сплавів. Збільшення часу азотування титанових сплавів сприяє збільшенню товщини азотованого шару до певних меж по параболічній залежності. Додавання в насичуюче середовище інертних газів гелію і аргону сприяє збільшенню пластичності та товщини азотованого шару [6-11].

Постановка завдання. Провести дослідження титанового сплаву зі зміцненим азотованим шаром для отримання експериментальних результатів щодо визначення закономірності впливу параметрів дифузійного насичення на мікротвердість. Визначити характеристики поверхневого

шару, визначити закономірності їх формування для встановлення можливості керування ними внаслідок зміни параметрів технологічного процесу.

Дослідження мікротвердості зміцнених поверхневих шарів проводилися на металографічних шліфах за допомогою мікротвердоміра ПМТ-3М, кут між протилежними гранями алмазної пірамідки –  $136^{\circ}$ , навантаження – 0,98 Н, час витримування під навантаженням – 20 с, крок вимірювання по товщині зразка – 30...40 мкм. Визначали середнє значення мікротвердості за результатами п'яти вимірювань. В процесі досліджень властивостей поверхні титану VT1-0 після різних режимів азотування контролювалась товщина нітридного шару з використанням мікроструктурного аналізу на мікроскопі МІМ-10 і фазовий склад поверхневого шару на установці ДРОН-3М.

В таблиці 1 наведені результати досліджень мікротвердості поверхні титану VT1-0 після азотування за різними режимами. З таблиці видно, що в результаті азотування мікротвердість поверхні збільшилась від 1998 МПа до 7390 МПа (режим 1). При цьому в залежності від значень технологічних параметрів мікротвердість поверхневого шару змінювалась від 5126 МПа (режим 8) до 7390 МПа (режим 1). Неазотований VT1-0 має вихідну мікротвердість поверхні після шліфування ~ 2000 МПа.

Величина мікротвердості залежить від фазового складу поверхні. Як видно з таблиці 2 на поверхні сплаву VT1-0 після азотування утворюються три фази TiN, Ti<sub>2</sub>N і Ti<sub>α</sub>(N). Твердість поверхневого шару азотованого титану залежить від співвідношення цих фаз і тим вища, чим більша кількість фази TiN. Саму високу твердість має фаза TiN, меншу - Ti<sub>2</sub>N. Твердість зони внутрішнього азотування (Ti<sub>α</sub>(N)) змінюється в залежності від концентрації в ній азоту.

Таблиця 2.

Характеристики азотованого шару титанового сплаву VT1-0 після різних режимів вакуумного іонного азотування в імпульсному режимі

№ режиму	Параметри азотування			Мікротвердість поверхні Н <sub>100</sub> , МПа	Товщина, мкм		Фазовий склад поверхні, об'ємних %		
	T, °C	p, Па	Вміст Ar, %		Азот. шару	Нітридної зони	TiN	Ti <sub>2</sub> N	Ti <sub>2</sub> (N)
1	680	400	70	7390	320	4,0	15,0	18,2	66,8
2	680	240	70	7350	290	3,0	6,9	25,9	67,2
3	640	400	70	5390	180	1,0	1,0	23,5	75,5
4	640	240	70	5863	200	5,0	9,7	18,2	72,1
5	660	320	70	6330	260	9,0	10,6	21,5	67,9
6	680	320	95	6615	240	8,0	10,9	21,2	67,9
7	680	320	45	6420	220	4,5	6,1	20,4	73,5
8	640	320	95	5126	260	0,8	–	24,0	76,0
9	640	320	45	5390	175	4,3	7,9	26,2	65,9
10	660	320	70	6355	250	9,0	10,8	21,6	67,6
11	660	400	95	6803	230	4,0	14,1	16,5	69,4
12	660	400	45	6307	350	8,5	7,1	21,2	71,4
13	660	240	95	7182	360	3,5	10,5	20,9	69,5
14	660	240	45	5673	200	10,0	6,5	17,1	76,5
15	660	320	70	6307	250	9,0	10,4	20,8	68,8
Опт.	666	240	45	6760	280	9,5	11,3	22,1	66,6

Вакуумне іонне плазмове азотування в термоциклічному режимі забезпечує високу твердість титанових сплавів. Товщина твердого нітридного шару при азотуванні титанових сплавів складає не більше 15÷20 мкм, під яким знаходиться зона внутрішнього азотування меншої твердості, яка поступово зменшується до твердості основи.

Вакуумне іонне азотування в термоциклічному режимі титанових сплавів дозволяє змінювати в широких межах фізико-механічні характеристики (глибину дифузійного шару

до 500 мкм, мікротвердість до 9600 МПа, фазовий склад азотованих поверхонь і т.д.), отримувати поверхневі шари з різним фазовим складом ( $\alpha$ ,  $\gamma'$  та  $\epsilon$  - фази) із нітридною зоною і без неї, залежно від температури, тиску, складу середовища, що насичує (табл. 2, табл. 3), та розміру температурних циклів (рис. 1). При азотуванні в тліючому розряді досягається висока твердість поверхні титанових сплавів – до 10000 МПа, але при цьому різко зменшується пластичність азотованих шарів і на 30 % зменшується границя міцності при розтязі матеріалу (табл. 3).

Таблиця 3.

Вплив температури вакуумного іонного азотування в імпульсному режимі на механічні властивості титанових сплавів

Сплав	$t_H, ^\circ C$	$\sigma_B$	$\sigma_{0,2}$	$\delta$	$\psi$	$h_{д}, мкм$
		Н/мм <sup>2</sup>		%		
BT1-0	500	1340	1025	8	13,0	80
	550	1340	1035	9	16,0	95
	600	1330	1030	9	16,5	115
	700	1010	890	4	6	
	900	1050	990	3,5	5,9	
	гартування + старіння	1335	1030	10	22	
BT1-00	500	1355	1050	9	16	90
	550	1360	1060	10	17	105
	600	1355	1050	10	17	130
	700	1060	930	5	8	
	900	1085	950	4	7	
	гартування + старіння	1355	1060	12	25	

Дослідження показало, що при термоциклічній обробці збільшується швидкість дифузії за рахунок імпульсного впливу на поверхню іонами суміші робочих газів. Проводилася обробка зразків різними режимами термоциклів (0, 20, 50, 100)°C, результати показані на рис. 1.

Дослідженнями встановлено, що твердість модифікованого шару досягає високих значень за глибиною при обробці методом йонноплазмового термоциклічного азотування в режимі циклування  $\pm 50^\circ C$ . Мінімальні значення твердості мали зразки, опрацьовані в ізотермічному режимі (цикл дорівнює 0°С).

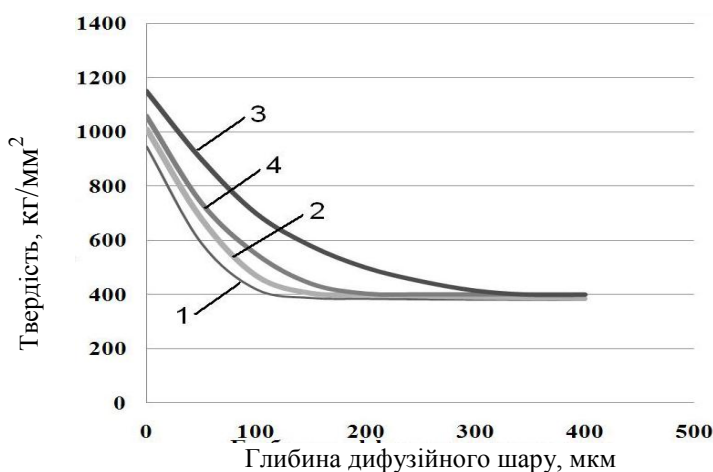


Рис. 1. Вплив тривалості циклів на глибину дифузійного шару:  
1 – ізотермічний режим; 2 – цикл  $\pm 20^\circ C$ ; 3 - цикл  $\pm 50^\circ C$ ; 4-цикл  $\pm 100^\circ C$

При дослідженні мікротвердості зразків, зміцнених методом вакуумного іонного азотування в імпульсному режимі, було виявлено її збільшення до 10000 МПа і поступове зменшення до 3500 МПа на глибині до 300 мкм (рис. 3.10).

Отримані значення мікротвердості в 2,5...3,0 рази більше, ніж у просто термооброблених (загартування при 870...890°C у маслі, відпуск при 510...570°C) зразків (рис. 2).

Залежність зміни глибини азотованого шару від температури азотування титанових сплавів наведено на рис. 3.

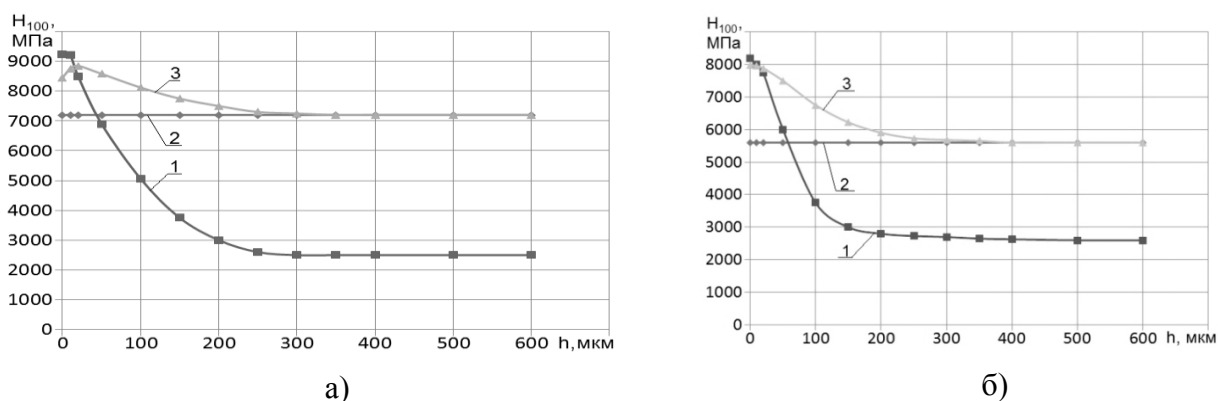


Рис. 2. Розподіл мікротвердості від поверхні по глибині титанових сплавів: VT1-0 (а) і VT1-00 (б) – вакуумне іонне азотування в імпульсному режимі; 2 – гартування; 3 – нітрогартування

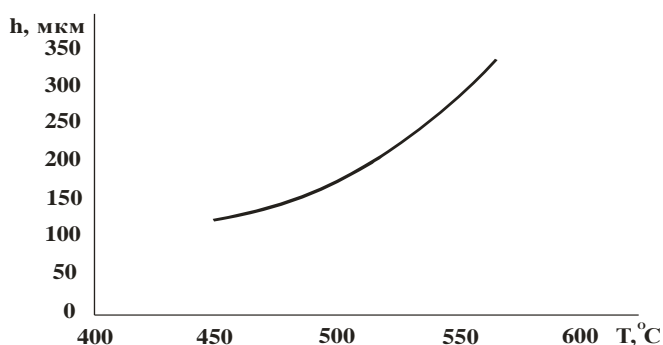


Рис. 3. Залежність глибини азотованого шару від температури насичення титанових сплавів тривалістю 8 годин

Дослідження титанового сплаву зі зміцненим азотованим шаром дозволили отримати експериментальні результати щодо визначення закономірності впливу параметрів дифузійного насичення на мікротвердість.

За рахунок зміни параметрів процесу вакуумного іонного азотування в імпульсному режимі (температура, тиску, складу насичуючого середовища і часу азотування) можна змінювати фізико-механічні характеристики, структуру, товщину, фазовий і хімічні склади поверхневого азотованого шару в значних межах, а саме: мікротвердість поверхні до 10000 МПа; товщину азотованого шару до 500 мкм; товщину нітридного шару до 25 мкм; різне співвідношення фаз  $TiN$ ,  $Ti_2N$ ,  $Ti_\alpha(N)$ ; різний градієнт твердості по глибині, що дозволяє оптимізувати властивості поверхневого шару в конкретних умовах експлуатації.

Висновки.

1. Величина мікротвердості залежить від фазового складу поверхні. На поверхні сплаву VT1-0 після азотування утворюються три фази  $TiN$ ,  $Ti_2N$  і  $Ti_\alpha(N)$ . Твердість поверхневого шару азотованого титану залежить від співвідношення цих фаз і тим вища, чим більша кількість фази  $TiN$ . Саму високу твердість має фаза  $TiN$ , меншу -  $Ti_2N$ . Твердість зони внутрішнього азотування ( $Ti_\alpha(N)$ ) змінюється в залежності від концентрації в ній азоту.

2. За рахунок зміни параметрів процесу вакуумного іонного азотування в імпульсному режимі (температура, тиску, складу насичуючого середовища і часу азотування) можна змінювати фізико-механічні характеристики, (глибину дифузійного шару до 300 мкм, мікротвердість до 9600 МПа, різний градієнт твердості по глибині, фазовий склад азотованих

поверхонь і т.д.), отримувати поверхневі шари з різним фазовим складом ( $\alpha$ ,  $\gamma'$  та  $\varepsilon$  - фази) із нітридною зоною і без неї, залежно від температури, тиску, складу середовища, що насичує, та розміру температурних циклів, що дозволяє оптимізувати властивості поверхневого шару в конкретних умовах експлуатації.

3. Збільшення часу азотування титанових сплавів сприяє збільшенню товщини азотованого шару до 300 мкм. Додавання в насичуюче середовище інертних газів гелію і аргону сприяє збільшенню пластичності та товщини азотованого шару.

### Список використаних джерел

1. Nazmy M., Staubli M. Alloy modification of  $\gamma$ TiAl for improved mechanical properties (Поліпшення механічних властивостей сплаву  $\gamma$ TiAl шляхом модифікації). *Scr. met. Et mater.* 1994. 31, №7. P. 829-833.
2. Гогаєв К.О., Радченко О.К. Деформування титанових сплавів прокатуванням. *Металознавство та обробка металів.* 2001. №4. С. 25–29.
3. Федорак Р.М. Дифузійне залізнення та цементация титану. *Металознавство та обробка металів.* 1998. №4. С. 52–55.
4. Шалапко Ю.І., Гончаров В.В. Підвищення антифрикційних властивостей титанового сплаву ОТ4 при лазерному опромінюванні поверхні. *Вісн. Технол.ун–ту Поділля.* 1999. № 6. С. 177–178.
5. Guttapa I. Effect of aluminizing on the oxidation of the titanium alloy, IMI 834 (Влияние алюминирования на окисление титанового сплава IMI 834). *Oxid. Metals.* 2001. 56, №1-2. P. 73-87.
6. Ляшенко Б.А., Рутковский А.В., Мирненко В.И. Поверхностное упрочнение титановых сплавов для перспективных разработок. *Артиллерийское и стрелковое вооружение.* 2004. №2. С. 50–53.
7. Yue T.M., Cheung T.M., Man H.C. The effects of laser surface treatment on the corrosion properties of Ti-6Al-4V alloy in Hank's solution. *J. Mater. Sci. Lett.* 2000. 19, №3. P. 205–208.
8. Федірко В., Ясків О., Притула А. Азотування і борування титанових сплавів - перспективи комбінованого оброблення. *Машинознавство.* 2003. №4. С. 23–26.
9. Ляшенко Б.А. О достоинствах технологии вакуумного азотирования. *Оборудование и инструмент для профессионалов.* 2005. №12. С. 20-21.,
10. Рутковский А. В., Маркович С.І., Михайлюта С.С. Аналіз напружено-деформованого стану іонноазотованих зразків із покриттям в умовах ізотермічної та термоциклічної повзучості. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. Випуск 6(37) Частина І. Кропивницький, 2022. С. 3-9.*
11. Рутковский А.В., Маркович С.І., Михайлюта С.С. Теплостійкість іонноазотованих алюмінієвих сплавів при ізотермічному та термоциклічному впливі. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. м. Випуск 3(34), Кропивницький, 2020. С. 72-81.*

УДК 621.793.724

## **ПІДВИЩЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТА КОРОЗІЙНОЇ СТІЙКОСТІ ПОКРИТТІВ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ ДЕТАЛЕЙ АГРАРНОЇ ТЕХНІКИ ЕЛЕКТРОДУГОВИМ НАПИЛЕННЯМ**

**М. Студент<sup>1</sup>, д.т.н., професор;**

**С. Маркович<sup>2</sup>, к.т.н., доцент;**

**В. Гвоздецький<sup>1</sup>, к.т.н., старший дослідник;**

**Х. Задорожна<sup>1</sup>, к.т.н., науковий співробітник**

*1- Фізико-механічний інститут НАН України, м. Львів*

*2- Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький*

Відновлення зношених деталей аграрної техніки вимагає підвищених вимог до механічних характеристик та корозійної стійкості покриттів, що обумовлено складними умовами експлуатації, залежністю навантажень від погодних умов, якості ґрунтів та агресивності рослинних решток. Застосування електродугового напилювання покриттів (ЕДП) з використанням порошкових дротів (ПД) дозволяє не лише відновити геометрію зношених в експлуатаційних умовах деталей машин, але й підвищити їх захист від абразивного та

газоабразивного зношування. Проте ЕДП відзначаються високою хімічною гетерогенністю котра впливає на фізико-механічні властивості за різних експлуатаційних температур і особливо відчутно за впливу корозійних середовищ [1-4].

Літературні джерела засвідчують, що застосування ПД для отримання ЕДП дає змогу формувати покриття із високими експлуатаційними характеристиками (особливо за впливу корозійно-активних технологічних середовищ) [5-8]. Такі покриття застосовують для відновлення геометрії зношених деталей машин, для захисту робочих елементів і від абразивного зношування (причому і за кімнатних, і за підвищених температур), і від корозійно-абразивного зношування за експлуатації в технологічних середовищах [7, 8]. Разом з тим при їх експлуатації в корозійних середовищах через високу хімічну неоднорідність ЕДП (особливо через градієнт за вмістом хрому на переходах від ламелі до ламелі покриття) в них виникають гальванічні пари, які сприяють їх швидкому руйнуванню. Тому пошук шляхів зниження хімічної гетерогенності ЕДП, сформованих розпилюванням ПД, відносять до завдань, важливих і актуальних в багатьох застосунках.

Мета дослідження: з'ясувати як впливає компонентний склад шихти ПД на їх хімічну гетерогенність для розробки нових ПД для формування ЕДП з високою зносостійкістю та достатньо високим вмістом легувальних елементів, необхідних для забезпечення їх ефективної експлуатації в технологічних середовищах.

Для формування ЕДП використали устаткування, розроблене в Фізико-механічному інституті ім. Г. В. Карпенка НАН України [9]. Для напилювання ЕДП використали модельні ПД діаметром 2,0 мм, створені як базові (систем легування Fe-Cr-C та Fe-Cr-B). Кількісно величину хімічної гетерогенності ЕДП оцінювали за коефіцієнтом хімічної мікрогетерогенності  $K_{MG}$ , який визначали з виразу:

$$K_{MG} = \left( \sum_{i=1}^n |c_{сер} - c_i| \right) / n \times c_{сер},$$

де  $n$  – кількість прямокутних ділянок на поверхні покриття (площею  $35 \cdot 10^{-4} \text{ мм}^2$ ), в межах яких методом мікрорентгенівського спектрального аналізу фіксували вміст кожного з елементів легування  $c_i$  як в межах кожної окремої ламелі, так і як середній їх вміст  $c_{сер}$  у ЕДП.

Вибір компонентів шихти ПД для мінімізації хімічної мікрогетерогенності ЕДП. Для забезпечення високої корозійної стійкості ЕДП в агресивних середовищах необхідно було знизити їх хімічну мікрогетерогенність та досягти достатньо високий вміст хрому (він мав би бути понад 12 мас. %) у кожній з його ламелей. Для досягнення цієї мети до складу шихти ПД додавали інгредієнти, які уможлилювали формування евтектик з низькою температурою плавлення з розчиненням у собі таких тугоплавких складників шихти ПД як карбіди, бориди, тугоплавкі метали та сплави.

Важливо також, що евтектичні сплави з низькою температурою плавлення можуть окрім того виконувати функцію ще й самофлюсу. Тому вони спроможні взаємодіяти із тугоплавкими оксидами (зокрема такими як  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  та  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , температура плавлення яких  $T_{пл}$  досягає 2435 та 2050 °C відповідно), утворюючи при цьому сполуки оксидів, які як правило починають плавитися за відчутно нижчої температури.

Для обґрунтування оптимального складу шихти ПД дослідили п'ять дослідних варіантів ПД, які відрізнялися за компонентним складом шихти (табл. 1). До їх складу входили хром, бор, вуглець місткі компоненти (Cr, ФХ,  $\text{B}_4\text{C}$ , ФХБ) з додаванням FeSi, FeMn та самофлюсу ПГ-10Н-01, які сприяли утворенню евтектик між складниками шихти, гомогенізували склад розплаву ПД та знижували мікрогетерогенність ЕДП.

Додавання до шихти ПД карбіду бору ( $\text{B}_4\text{C}$ ) у чистому вигляді не забезпечило достатньої твердості ЕДП (табл. 1), отриманим розпилюванням ПД №1 (90X17P2ГС) та ПД №4 (90X17P3ГС). Вважали, що це зумовлено тим, що в цьому випадку часточки  $\text{B}_4\text{C}$  повністю не розчинились у розплаві ПД, із якого формували покриття. Під час напилювання ЕДП повітряний струмінь під високим тиском видував значну їх частину із шихти ПД і, тим самим, ці часточки не приймали участі у формуванні покриття. При цьому когезійна міцність таких покриттів показала їх середній рівень (табл. 1).

Таблиця 1.

Механічні властивості корозійностійких електродугових покриттів із порошкових дротів з різним компонентним складом шихти.

Позначення, хімічний склад порошкового дроту (компонентний склад шихти)	Вміст Cr у ламелях, мас. %	$K_{MH}$	Залишкові напруження розтягу, МПа	Когезійна міцність, МПа	Мікро-твердість, HV <sub>0,3</sub>	Струм корозії, 10 <sup>-4</sup> mA
№1. 90X17P2ГС, склад шихти: Cr+B <sub>4</sub> C+FeSi+FeMn	17,1	0,07	43,6	140	610	6
№2. 20X16P3H2ГС, склад шихти: FeCrB <sub>2</sub> + Cr + ПГ10-Н-01	16,4	0,06	41,9	100	690	5
№3. 90X17PГС, склад шихти: FeCrB <sub>2</sub> + ФХ+Cr+FeSi+FeMn	17,3	0,05	76,9	185	625	2
№4. 90X17P3ГС, склад шихти: Cr + B <sub>4</sub> C + FeSi+FeMn	17,0	0,1	66,8	150	595	5
№5. X17P3С, склад шихти: FeCrB <sub>2</sub> + Cr+ FeSi	17,1	0,15	6,17	80	700	14

Заміри мікротвердості показали (табл. 1), що найвищої твердості досягли на ЕДП з ПД №2 (20X16P3H2ГС) та ПД №5 (X17P3С). Це відбувалося завдяки наявності у шихті ПД 3 мас.% бору, який потрапляв до їх шихти у складі порошку ферохромбору ФХБ-2. Фазовий аналіз цих ЕДП виявив в їх феритній структурі виділення дрібнодисперсних боридів FeCrB та FeCr<sub>2</sub>B. Разом з тим когезійна міцність цих покриттів не перевищила 100 МПа (табл. 1). Це пояснили тим, що під час напилювання ЕДП у їх структурі могли виникати залишкові напруження розтягу першого роду, які, як правило, сприяють розтріскуванню покриттів під час їх подальшого механічного оброблення. Тому перед нанесенням ЕДП з таких ПД основу для напилювання слід підігрівати до 150...200 °С.

Середню твердість серед аналізованих варіантів ЕДП показали покриття із ПД №3 (90X17PГС). Мартенситна матриця, додатково зміцнена дрібнодисперсними включеннями боридів FeCr<sub>2</sub>B забезпечила їх відносно високу твердість. Такі покриття виявили суттєво вищу когезійну міцність (до 185 МПа) та середній рівень залишкових напружень першого роду 43.6 МПа (табл. 1), що зумовлено наявністю в структурі таких покриттів аустенітно-мартенситної матриці.

Корозійна тривкість електродугових покриттів із розроблених ПД після їх різної експозиції в 3%-му водному розчині NaCl. Із залученням потенціодинамічного методу встановили закономірності взаємодії ЕДП, нанесених ПД п'яти запропонованих компонентних складів шихти, із 3% розчином NaCl. З отриманих поляризаційних кривих прийшли до висновку, що за характером корозійної взаємодії з середовищем усі аналізовані ЕДП з розроблених ПД мало чим відрізняються одне від одного (рис. 1).

Отже, попри відмінності розроблених ЕДП за хімічним складом їх електрохімічні параметри та характер зміни поляризаційних кривих особливо не змінюються (рис. 1). Так при витримуванні зразків із покриттями в середовищі впродовж 1 години лише потенціал корозії, зафіксований для покриття з ПД №3 (90X17PГС), якому властивий практично найвищий середнім вміст хрому та найнижчий коефіцієнт  $K_{MG}$ , суттєво змістився в область більш від'ємних значень порівняно з потенціалом корозії для ЕДП, нанесеного з ПД №5 (X17P3С). Щодо ЕДП, нанесених ПД іншого компонентного складу (№2, №4) то їх потенціали корозії виявилися лише трішки більш позитивними порівняно з ЕДП з ПД №3 (90X17PГС). При цьому відзначили, що зміна густини струму корозії для усіх аналізованих ЕДП, нанесених розпилюванням розроблених ПД, не перевищувала одного порядку.

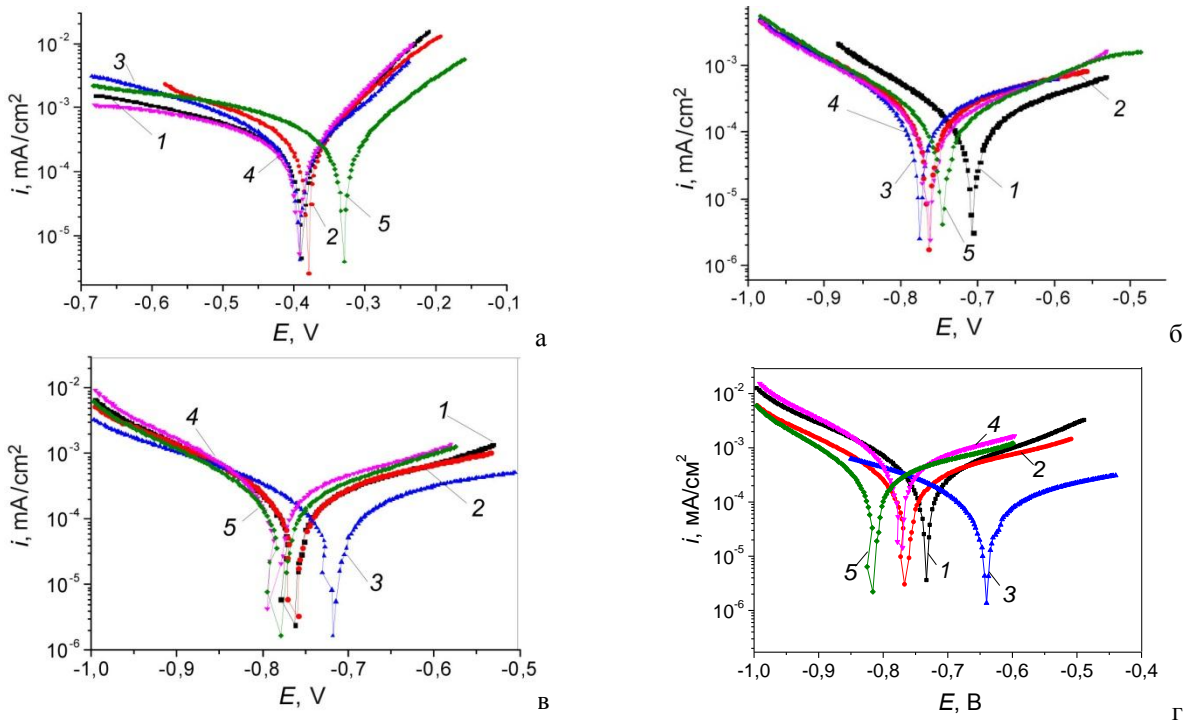


Рис.1 – Потенціодинамічні криві напилених електродугових покриттів з порошкових дротів різного складу:  
 1 – ПД 90X17P2ГС; 2 – ПД №2 (20X16P3Н2ГС); 3 – ПД №3 (90X17PГС); 4 – ПД 90X17P3ГС; 5 – ПД №5 (X17P3С) після витримки їх у 3% розчині NaCl протягом 1 год (а), 1 доби (б), 3 діб (в) та 7 діб (г)

Послідовність розташування потенціодинамічних кривих, отриманих на ЕДП з аналізованих ПД після збільшення тривалості витримування зразків з покриттями у 3%-му розчині NaCl (до 1 доби), практично не змінилася (рис. 1б).

Разом з тим виявилось, що зі збільшенням тривалості витримування зразків з покриттям в корозивному середовищі до 1 доби потенціал корозії сталі з покриттям зсунувся в область негативніших значень на 0,3...0,4 В (рис. 1в), порівняно із зафіксованим за експозиції у цьому ж середовищі, але впродовж 1 год (рис. 1б). Таке зміщення потенціалу корозії до негативніших значень пояснили зміною хімічного складу ламелей ЕДП, напилених різними ПД. Зокрема, за наявності в ЕДП таких елементів як Al, Mn та Ni, які рівномірно розподілялись в ламелях і виконували роль анодних ділянок. Тоді як сталь основи виконувала функцію катода.

Аналіз результатів потенціодинамічних досліджень ЕДП (рис. 1) виявив, що на початку занурення зразків у корозивне середовище процес електрохімічної корозії протікав з перевагою катодного контролю ( $b_k > b_a$ ). Катодне відновлення окислювача при цьому лімітує процес електрохімічної корозії (рис. 1а). Зі збільшенням тривалості експозиції покриттів у 3%-му розчині NaCl корозійний процес починає протікати за анодного контролю ( $b_a > b_k$ ), а лімітуючою стадією при цьому стає реакція анодного окислення металу (рис. 1б,в).

Зміна потенціалу корозії ЕД, напилених на сталеву основу, (рис. 1) засвідчила анодну природу корозійних процесів, які супроводжують роботу покриття в корозивному середовищі. При цьому сталева основа залишатиметься катодно захищеною, доки покриття повністю не буде знищене через корозійне розчинення.

За витримування зразків із ЕДП у корозивному середовищі понад 2 доби їх струми корозії зростали, тобто їх корозійна тривкість зменшувалася через пористість покриття.

Частина хрому витрачається на утворення боридів. Це призводить до значної мікрогетерогенності покриття через різницю за вмістом хрому в різних ламелях покриття. Як наслідок виникає велика кількість гальванічних пар, що інтенсифікує електрохімічну корозію.



За наявності у шихті ПД90Х17РГС та ПД90Х17РЗГС хрому, ферохрому, ферокремнію та феромарганцю мінімізувало хімічну мікрогетерогенність ЕДП і, як наслідок, забезпечувало їм високу корозійну тривкість -  $0,0002 \text{ мА/см}^2$ , близьку до корозійної тривкості нержавіючої сталі Х18Н9Т –  $0,0001 \text{ мА/см}^2$ .

Висновки.

1. Для забезпечення повного сплавлення компонентів шихти ПД між собою та з його сталеву оболонкою запропоновано додавати до шихти ПД порошки феросплавів Fe-Mn, Fe-Si, які здатні взаємодіяти із тугоплавкими компонентами шихти з утворенням низькотемпературних евтектик. Експериментально обґрунтовано правомірність такого компонентного складу шихти ПД як ефективний спосіб зниження температури плавлення складників ПД.

2. Додавання до складу шихти ПД на основі ферохробору та ферохрому порошоків ферокремнію, феромарганцю та самофлюсного сплаву ПН-10Н-01 забезпечило високу твердість ЕДП, малу їх гетерогенність за вмістом хрому у ламелях і, як наслідок, високу корозійну тривкість, яка сумірна з властивою нержавіючій сталі.

### Список використаних джерел

1. Abrasive Wear Resistance and Tribological Characteristics of Electrometallized Composite Coatings / Student, M.M., Markovych, S.I., Hvozdet'skyi, V.M., Kalakhan, O.S., Yuskiv, V.M. // Materials Science, 2022, 58(1), pp. 96–104.
2. Influence of the composition of charge of powder wires on the structure and properties of electric-arc coatings / H. V. Pokhmurs'ka, M. Ya. Holovchuk, Yu. V. Dz'oba, V. M. Hvozdet's'kyi, L. V. Dzyubyk. Materials Science. 2018. V.53, №6. P. 868–874.
3. Optimization of the Chromium Content of Powder Wires of the Fe–Cr–C and Fe–Cr–B Systems According to the Corrosion Resistance of Electric-Arc Coatings / Stupnyts'kyi, T.R., Student, M.M., Pokhmurs'ka, H.V., Hvozdet's'kyi, V.M. // Materials Science, 2016, 52(2), pp. 165–172
4. Influence of chemical composition of cored wires on the structure and wear resistance of coatings of different chemical composition / MM Student, M. Ya. Golovchuk, VM Hvozdet'skii. Problems of tribology. 2017, №3, pp. 56–61
5. Arc-Sprayed Fe-Based Coatings from Cored Wires for Wear and Corrosion Protection in Power Engineering Korobov Yury. Coatings 2018, 8(2), 71
6. The structure and properties of electric arc coatings based on ferroboron obtained from powder wires / AL Borisova, IV Mitz, TV Kaida [et al.] // Automatic welding. – 1991. - 9. - P. 66–68 in Ukraine.
7. Dallaire S. Synthesis and deposition of TiB<sub>2</sub> containing materials by arc spraying. /S. Dallaire, H. Levert // Surface and Coatings Technology. – 1992. – 50, 2 – P. 241–248.
8. Microstructural Characterization and Wear Properties of Fe-Based Amorphous-Crystalline Coating Deposited by Twin Wire Arc Spraying / Ana Arizmendi-Morquecho, Araceli Campa-Castilla, C. Leyva-Porras, Josué Almicar Aguilar Martinez, Gregorio Vargas Gutiérrez, Karla Judith Moreno Bello, L. López López // Advances in Materials Science and Engineering / 2014Volume 2014 |Article ID 836739 <https://doi.org/10.1155/2014/836739>.
9. Багатофункціональні електродугові покриття : монографія / М. М. Студент, Г. В. Похмурська, В. М. Гвоздецький [та ін.]. - Львів : Простір-М, 2018. - 335 с.

УДК 631.371

### **ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ «ЦИФРОВИЙ ДВІЙНИК» ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ СОНЯЧНОГО ТЕПЛООВОГО КОЛЕКТОРУ**

**В. Сацюк, к.т.н., доцент;  
Ю. Булік, к.т.н., доцент;  
І. Малянтович, студент**

*Луцький національний технічний університет*

Для оптимізації параметрів сонячного теплового колектору доцільним є застосування «Цифровий двійник». Реалізації технології «цифровий двійник» здійснювали використовуючи програмний комплекс Creo 7.0. із встановленим модулем комп'ютерної симуляції FloEFD. Інтерфейс програмного забезпечення FLOEFD 2020 містить широкий спектр налаштувань що

дає можливість провести експеримент з врахуванням багатьох факторів. Під час здійснення комп'ютерної симуляції були задані такі параметри: місце розташування об'єкта дослідження, час проведення експерименту, положення відносно вибраної системи координат а також температуру оточуючого середовища та хмарність (рис. 1).

Parameter	Value
<b>Parameter Definition</b>	User Defined
<b>Thermodynamic Parameters</b>	
Parameters	Pressure, temperature
Pressure	101325 Pa
Pressure potential	<input checked="" type="checkbox"/>
Refer to the origin	<input type="checkbox"/>
Temperature	30.05 °C
<b>Velocity Parameters</b>	
Parameter	Velocity
Velocity in X direction	0 m/s
Velocity in Y direction	0 m/s
Velocity in Z direction	0 m/s
<b>Turbulence Parameters</b>	
<b>Solid Parameters</b>	
Initial solid temperature	30.05 °C

Рис. 1. Задання початкових умови симуляції у програмі FLOEFD 2020

Повітря у сонячному тепловому колекторі потрапляє у вхідний отвір прямокутної форми та рухається вздовж осі колектору до вихідного отвору. Тримірна модель сонячного теплового колектору наведена на рисунку 2.

Використовуючи тримірну модель сонячного теплового колектору було проведено симуляцію його роботи, яка зображена на рисунку 3. Аналіз отриманої симуляції

показує, що перепад температур на вході та виході із колектору суттєво зростає при збільшенні довжини колектору.

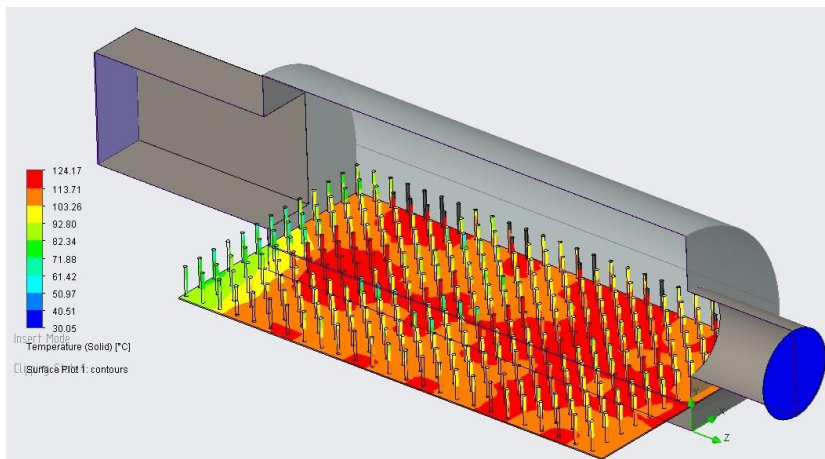


Рис. 2. Тримірна модель сонячного теплового колектору для проведення комп'ютерної симуляції

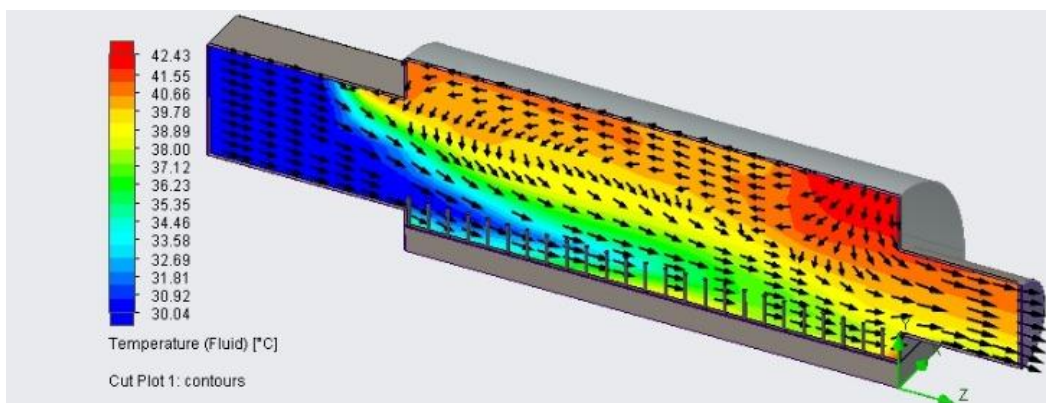


Рис. 3. 3D симуляція роботи сонячного теплового колектору

Для зменшення завихрення повітря на вході у сонячний тепловий колектор (рис. 4), було проведено оптимізацію розташування та геометричних розмірів випускного каналу колектору. Для цього з метою зменшення застійної зони над вихідним каналом у колекторі була змінена форму задньої стінки. (рис. 5).

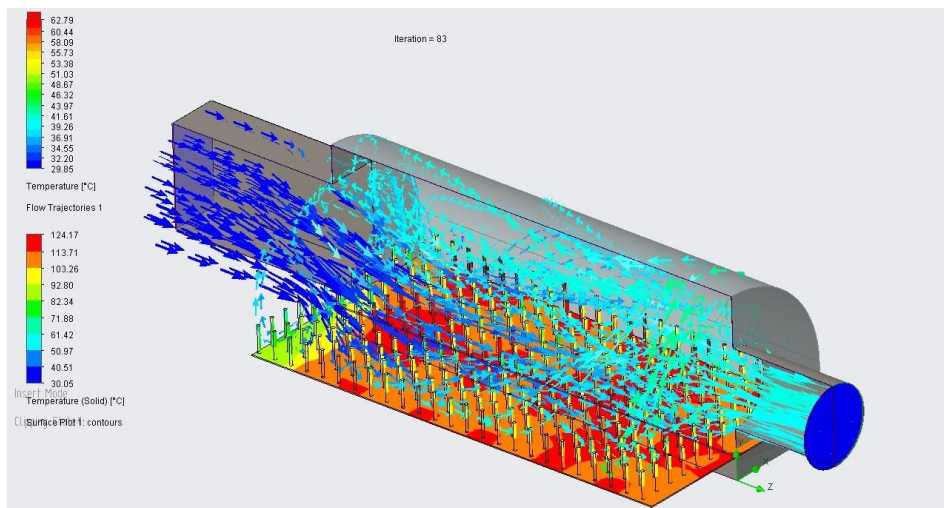


Рис. 4. 3D симуляція роботи сонячного теплового колектору

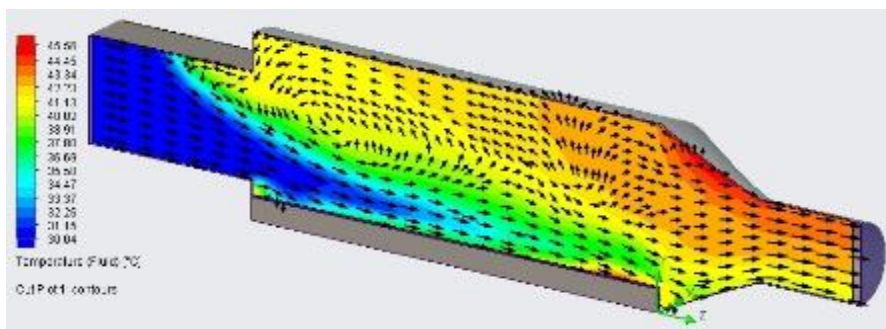


Рис. 5. 3D симуляція роботи сонячного теплового колектору із оптимізованою формою

Використання «цифрового двійника» є дієвим для визначення найбільш оптимального положення сонячного теплового колектору для отримання максимальної потужності.

УДК 621

## **ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВИРОБІВ З БІЛОГО ЧАВУНУ**

**А. Автухов, д.т.н., професор;**

**Є. Ковалевський;**

**Р. Федорчук**

*Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

У сучасній індустрії машинобудування існує постійна потреба в матеріалах з різноманітними спеціальними властивостями, такими як висока міцність, зносостійкість, корозійна стійкість та термостійкість. Ці властивості грають ключову роль у забезпеченні безперебійної роботи деталей і устаткування різних умовах експлуатації.

Леговані чавуни, і, зокрема, білі чавуни, є матеріалами, які успішно поєднують у собі безліч необхідних властивостей. Ці матеріали мають складний хімічний склад та структуру, яка залежить від процесу первинної кристалізації та практично не змінюється у процесі затвердіння.

Серед загальних недоліків білих високолегованих чавунів можна виділити кілька

важливих аспектів, що впливають на їх придатність та властивості, а саме: широкий інтервал кристалізації, високі значення лінійної та об'ємної усадки та знижену пластичність. Широкий інтервал кристалізації білих чавунів ускладнює контроль за процесом лиття та може вплинути на однорідність структури матеріалу. Високими значеннями лінійної та об'ємної усадки білих чавунів можуть призвести до появи дефектів виливки та необхідності додаткового обробітку та виправлення зразків. Вироби з білих чавунів часто характеризуються зниженою пластичністю, що робить їх менш придатними для обробки та формування за допомогою механічних методів.

Удосконалення складу та технології виробництва білих чавунів відіграє вирішальну роль у збільшенні терміну служби сучасного обладнання. Велика кількість дослідників присвятили свою працю проблемам оптимізації складу комплексно-легованих білих чавунів для різних функціональних цілей, включаючи зносостійкість, корозійну стійкість та термостійкість.

На даний момент основним напрямом підвищення якості та конкурентної здатності литих деталей з цих сплавів є отримання оптимальної структури в процесі первинної кристалізації і термічної обробки. Умови первинної кристалізації надають переважне впливом геть структуру, як наслідок експлуатаційну стійкість високохромистих чавунів, а термічна обробка служить додатковим, але важливим чинником.

Однією з найважливіших особливостей сучасних досліджень, присвячених проблемам перспективних матеріалів, є суттєве ускладнення складу та структури. У цьому напрямку ведуться роботи з створення композиційних матеріалів, до яких різні наповнювачі вводяться в однорідні за складом та структурою матриці при виробництві деталей методом порошкової металургії, а так одержання чавунів спеціального призначення за допомогою кристалізації спеціальних карбідів та інтерметалідів у їх структурі.

Одним із підходів до підвищення експлуатаційних властивостей виробів з білого чавуну може бути легування хромистого чавуну елементами, що сприяють графітізації (наприклад, Ni, Al, Cu). Це має збільшувати термодинамічну активність хрому в аустеніті та карбідних фазах та сприяти формуванню тригонального карбіду при меншому вмісті хрому.

Для доказу цих гіпотез потрібно більш детальне дослідження розподілу хрому, вуглецю, марганцю та інших елементів різних структурних складових хромистого чавуну в процесі впливу графітуючих легуючих елементів і модифікаторів. Це дозволить краще зрозуміти та оптимізувати процеси формування бажаних структур та властивостей у білих чавунах.

УДК 621

## ***УДОСКОНАЛЕННЯ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКУ: КЛЮЧ ДО УСПІХУ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ***

*А. Автухов, д.т.н., професор;  
Є. Косенко*

*Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

У поступальному русі науково-технічного прогресу сфера механізації сільського господарства відіграє ключову роль, і одним з основних аспектів її розвитку є вдосконалення та ефективне використання машинно-тракторного парку.

Ефективне функціонування тракторів, автомобілів, комбайнів та інших сільськогосподарських машин, що мають підвищену надійність, може значно збільшити продуктивність у сільському господарстві.

Кожен складальний вузол сільськогосподарських машин служить певній функції, що суворо відповідає завданням, поставленим конструктором розробки цього вузла і всієї машини.

Порушення будь-якого вузла може серйозно вплинути на функціонування всієї машини, і це оцінюється через показник, який називається ресурсом. Ресурс – це сумарний наробіток об'єкта від початку його експлуатації чи поновлення після ремонту до переходу до граничного стану.

Однією з головних проблем у сільському господарському машинобудуванні є недовговічність сільськогосподарських машин, що часто обмежується термінами 7-10 годин до відмови. Працездатність техніки підтримується частою заміною деталей, що призводить до додаткових витрат на ремонт та зниження загальної ефективності використання. Для забезпечення підвищення надійності та працездатності відновленої техніки, необхідно приділяти особливу увагу якості ремонтних робіт та використовувати сучасні технології та обладнання. Цей підхід дозволить підвищити тривалість служби відновлених вузлів та агрегатів, наближаючи їх ресурс до рівня нових. Загалом, підвищення якості процесу ремонту та впровадження сучасних технологій сприятиме підвищенню загальної ефективності технічного обслуговування і значно продовжить термін служби відновленої техніки. Це напрям роботи ремонтних підприємств є критично важливим для забезпечення безперебійної роботи машин та обладнання сільського виробництва та зменшення витрат на збереження їх працездатності.

За допомогою сучасних технологій та удосконалених методів ремонту, можна досягти більшої якості відновлення та підтримання робочого стану техніки, що веде до зменшення витрат на заміну та нове придбання обладнання. Це сприяє збільшенню продуктивності та скороченню негативного впливу на навколишнє середовище завдяки зменшенню відходів.

У механізмах сільськогосподарської техніки широко використовуються передачі з шарнірами для нерівних кутових швидкостей - карданні шарніри.

Інформація щодо експлуатації таких механізмів показує, що карданні шарніри є найбільш уразливими вузлами, обмежуючи надійність усієї трансмісії. Надійність цих шарнірів з часом стає вищою, але залишаються певні недоліки, такі як незручність технічного обслуговування та обмежена ремонтпридатність. Збільшення надійності шарнірів залишається актуальним завданням, і провідну роль у цьому відіграють як конструктивні покращення, так і застосування нових технологій при виготовленні та ремонті.

УДК 621

### ***ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ВІДНОВЛЕННЯ ГАЛЬМІВНИХ БАРАБАНІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ І ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ***

*А. Автухов, д.т.н., професор;*

**М. Стріляний**

*Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

У сільському господарстві сьогодні існує гостра потреба у впровадженні енерго- та ресурсозберігаючих, екологічно чистих технологічних процесів для відновлення та ремонту машинних деталей, що відпрацювали свій ресурс у процесі експлуатації. В останні кілька років велика увага приділяється розробці так званих "малоградійних" технологій, включаючи методи нанесення зносостійких порошкових покриттів на поверхні деталей без необхідності подальшого укріплення. Серед цих методів, порошкові покриття, що нанесені шляхом металізації, є найбільш оптимальним варіантом для відновлення чавунних деталей, особливо через труднощі пов'язані з використанням наплавлених покриттів. Це обумовлено тим, що існує проблема з подальшою обробкою металізованих поверхонь з використанням традиційних методів, таких як точення та абразивне шліфування, внаслідок специфічних фізико-механічних властивостей металізованих порошкових покриттів, таких як висока твердість, хімічна неоднорідність,

окислення та інші аспекти. Саме ці складнощі обмежують широке впровадження технології відновлення чавунних деталей.

Серед великої кількості чавунних деталей, що швидко втрачають свій ресурс при експлуатації, гальмівні барабани для транспортних засобів вирізняються особливою важливістю та практичною значущістю. Ці деталі, важливі для безпеки та правильної функціональності транспортних засобів, часто стають непридатними для подальшого використання після досягнення граничних зносів робочої внутрішньої поверхні та вичерпання ремонтних можливостей. Виробники транспортних засобів та служби технічного обслуговування мають обов'язок шукати шляхи для збереження та відновлення гальмівних барабанів з використанням ефективних методів, таких як металізація, що дозволяє продовжити їх службовий термін.

Застосування методу металізації для відновлення навантажених гальмівних барабанів ще недостатньо вивчено і становить важливий напрямок наукових досліджень. З цієї причини важливо теоретично обґрунтувати необхідність та можливість відновлення цих барабанів за допомогою методу металізації, а також провести експерименти для підтвердження його практичного застосування. При експлуатації, внаслідок постійного тренування та впливу довкілля, гальмівні барабани піддаються значному зношенню та корозії. Відновлення цих барабанів може виявитися ефективним методом економії ресурсів та зниження витрат експлуатації техніки, що пов'язано з їх заміною. Досягнення кращої якості та надійності процесу відновлення барабанів за допомогою металізації може мати значне вплив на ефективність вантажних автомобілів та інших механізмів. Такий дослідницький підхід дозволить розкрити потенціал методу металізації у контексті відновлення гальмівних барабанів та покращити їхню надійність у реальних умовах експлуатації.

Для підвищення ефективності післядуючої обробки відновлених гальмівних барабанів можна скористатися електрофізичними методами обробки, зокрема, методом електроконтактної обробки під кулею рідини (ЕКО). При використанні ЕКО видалення приводу відбувається шляхом застосування електричного струму, який є ріжучим інструментом. При цьому властивості матеріалу деталі, такі як твердість та інші, які могли суттєво вплинути на технологічний процес обробки відновленої кулі, перестають грати суттєву роль. Цей метод може значно підвищити продуктивність праці та зробити відновлення гальмівних барабанів більш ефективним та економічно доцільним.

УДК 631

### ***ВДАЛИЙ ВИБІР ВИСІВНИХ АПАРАТІВ - ЯКІСТЬ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПОСІВНИХ РОБІТ***

**О. Гайдабура**, студент;

**Л. Батюк**, завідувач лабораторії;

**Т. Хворост**, к.е.н., доцент

*Сумський національний аграрний університет*

Збільшення виробництва сільськогосподарської продукції можливе на основі впровадження інтенсивних технологій, якими передбачено виконання всіх операцій високопродуктивними машинами, тобто на високих робочих швидкостях.

Однією з основних польових операцій, що визначає майбутній урожай сільськогосподарських культур та їх ефективність вирощування, є сівба, від якості якої залежить як динаміка сходів рослин, так і активність їхнього росту. Від якості сівби залежить доля майбутнього врожаю, тому потрібно повноцінно підготувати сівалку й визначити оптимальні параметри роботи.

Продуктивність посівних машин може бути збільшена шляхом підвищення швидкості руху агрегату і збільшенням ширини захвату. Відомо, що збільшення ширини захвату машин призводить до росту питомої металоємності конструкції та її ускладнення, а також погіршення копіювання мікрорельєфу поля, що понижує якість виконання технологічних операцій.

Рівномірність розподілу рослин вздовж осі рядка залежить від конструкції робочих органів сівалки, ґрунтово-кліматичних умов, стійкості рослин проти хвороб, технології обробки сходів і так далі. Технологічний процес висіву насіння просапними сівалка складається з поштучного відбору насіння з бункера комірковими дисками, який складається з проходу насіння у вхідну фаску і попередньої орієнтації його в певне положення, підходу насіння до комірки, проходу його до комірки і вкладання в ній, транспортування насіння висівним диском до викидного вікна, транспортування насіння від висівного апарата по насіннепроводу до сошника, утворення борозни і заробки насіння ґрунтом.

При роботі сівалок для висіву просапних культур насіння після виходу з висівного апарата падає на дно борозни і це падіння супроводжується підскакуванням його і переміщенням разом з ґрунтом під час закриття борозни. Параметри сошників і заробляючих органів сівалки впливає на рівномірність розподілу насіння вздовж рядка.

Якість роботи висівних апаратів характеризується, в основному, рівномірністю розподілу насіння вздовж осі рядка, на яку суттєвий вплив має коефіцієнт заповнення комірок диска і пошкодження насіння апаратом.

Практика експлуатації зернових сівалок та посівних комплексів свідчить, що робоча швидкість руху посівних агрегатів до 8 км/год забезпечує якісний висів. Гранично допустимими є швидкості до 10-12 км/год, більш висока негативно впливає на глибину закладання і рівномірний розподіл насіння. Крім того, підвищується небезпека пошкодження насіння.

Не лише вдалий вибір висівних апаратів та дозувальних систем, а й дотримання агро-технічних вимог впливають на якість та ефективність посівних робіт. А це, безумовно, значною мірою залежить від забезпечення працездатності сівалок у період експлуатаційного сезону та правильного їхнього зберігання в період польового «спокою».

До висівних апаратів ставляться вимоги щодо стійкості дозування при змінній швидкості посівного агрегату і плавності регулювання норми висіву. Більшість рядкових сівалок обладнані висівними апаратами котушкового типу. Котушкові висівні апарати прості у виконанні і регулюванні норм висіву, але мають ряд недоліків, зокрема високу нерівномірність висіву, обмежений діапазон розмірів насіння, що висівається, високий відсоток пошкодження насіння, наявність додаткових приводів для зміни норми висіву.

З метою забезпечення заданої норми висіву для всіх типів висівних апаратів необхідно виконувати такі вимоги:

- після встановлення сівалки на задану норму висіву на стаціонарі треба уточнювати отримані результати безпосередньо в полі на швидкості, передбаченій для даних умов;
- при встановленні норми висіву враховувати буксування коліс;
- на поворотних смугах відключати висівні апарати;
- користуватися маркерами, які дозволять дотримуватися ширини стикових міжрядь.

Норма висіву насіння має важливе значення для формування заданої щільності продуктивного стеблостою. У той же час це один із найбільш комплексних, важковстановлюваних показників. Для створення оптимальної щільності продуктивного стеблостою норма висіву в кожному конкретному випадку повинна бути скоригована з урахуванням великої кількості змінних факторів (метеорологічні умови, підготовка ґрунту, сорт і якість насіння, строки сівби, ступінь інтенсифікації та культура землеробства).

Основні вимоги, яким повинні відповідати висівні апарати сівалок:

можливість включення під навантаженням;

забезпечення відповідності агроіндикаторам щодо кількості та якості висіву в широкому

діапазоні зміни властивостей насіння;

надійність роботи;

мінімальна кількість рухомих частин;

незначне зношування робочих органів;

невисока ціна, простота обслуговування і низькі енерговитрати.

Для забезпечення заданої глибини загортання насіння необхідно виконувати наступні вимоги, крім проведення регулювань для кожного виду сошників:

- ретельно вирівняти поле в процесі передпосівної обробки;
- не перевищувати швидкість посівних агрегатів;
- під час ремонту перевірити всі натискні пружини сошників на зусилля динамометром, що дасть змогу комплектувати сівалки пружинами з однаковим зусиллям;
- для агрегування сівалок використовувати тільки трактори зі здвоєними колесами, що дозволить уникнути утворення глибокої колії.

УДК 631

### ***ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ҐРУНТООБРОБНОЇ МАШИНИ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ РОСЛИННИХ РЕШТОК***

**О. Коряка, студент;**

**Т. Хворост, к.е.н., доцент**

*Сумський національний аграрний університет*

Подрібнення рослинних решток і вкриття ними ґрунтової поверхні виконують як зернозбиральні комбайни, обладнані подрібнювачами соломи, так і різні мульчувачі й ротаційні косарки. За впровадження поверхневого мульчування важливе питання виникає щодо якості подрібнення, рівномірності та розподілення по поверхні поля подрібнених рослинних решток. Усі сучасні комбайни обладнано подрібнювачами соломи.

Каток – подрібнювач в сучасному виді є відносно новою машиною, але такою що швидко підтвердила свою ефективність і отримала широке розповсюдження. За своїм призначенням машина подрібнює рослинні рештки, заорує і перемішує їх з ґрунтом, і таким чином формує шар мульчі. Конструктивно всі види машин об'єднані одним конструктивним рішенням : барабан у підшипникових опорах з закріпленими по периметру радіально ріжучими пластинами-ножами. В залежності від діаметру барабана катки поділяють на такі що працюють по агрофону грубостеблових і трав'янистих культур. За принципом дії, ножі катків виконують рубляче різання, що в більшості випадків потребує попереднього укладання зеленої маси на поверхню поля. Ножі катків за правило мають прямолінійне лезо.

Якість роботи котків-подрібнювачів в значній мірі залежить від правильного вибору їх раціональних параметрів і режимів роботи, які повністю визначаються не тільки конструкційними особливостями, але й умовами експлуатації.

До якості подрібнення залишків грубостеблових культур висувається низка агротехнічних вимог, дотримання яких можливе тільки за умов урахування залежності якісних показників від технологічних параметрів. Ці умови є базовими при проектуванні нових машин і знарядь.

Вибір знарядь для подрібнення рослинних решток, наприклад, кукурудзи залежить від їхньої кількості. Співвідношення між основною й побічною продукцією у кукурудзи становить 1,0 : 1,65.

Подрібнення й рівномірне розподілення рослинних решток на полі забезпечують такі варіанти:



- застосування мульчера з вертикальною віссю обертання, який подрібнюватиме й рівномірно розподілятиме рослинні рештки по полю;
- використання дискових борін для соломи.

Для подальшого загортання і рівномірного перемішування рослинних решток із ґрунтом доцільно застосувати дискові знаряддя з розміром дисків 620 чи 660 мм.

Використання спеціальних машин із котками-подрібнювачами доцільне лише за умови їх великого завантаження. Коток-подрібнювач у поєднанні з дисковою бороною – дуже ефективне знаряддя на такому агрофоні, так як дозволяє не тільки подрібнювати рослинні рештки, але й отримувати добре замульчований верхній шар ґрунту з агрономічно цінною структурою. Власне, коток-подрібнювач – відмінне знаряддя у боротьбі з кукурудзяним метеликом.

Рівномірне перемішування рослинних решток із ґрунтом також сприяє їхньому швидкому розкладанню, утворенню сприятливих умов для посіву та попереджає раннє засмічення бур'янами.

Саме тому актуальним є розроблення спеціальних машин із котками-подрібнювачами, застосування їх для швидкого виконання поверхневого обробітку ґрунту з інтенсивним його перемішуванням, лушення стерні, обробітку кукурудзяних полів із великою кількістю рослинних решток (боротьба з метеликом), передпосівного обробітку ґрунту та загортання органічних добрив.

Ступінь загортання рослинних решток за основного дискового обробітку ґрунту має становити не менше ніж 65%. Якість розпушування ґрунту вважається задовільною, якщо кількість грудок діаметром до 50 мм становить не менше ніж 75% усіх фракцій. Гребенистість поверхні не повинна перевищувати 5 см, висота гребенів на дні борозни після одного проходу дискової борони – 6 см, а після двох – 4 см. Ступінь підрізання бур'янів має становити не менше ніж 90–95%.

На кукурудзяній стерні котки-подрібнювачі успішно конкурують із мульчерами, які завдяки активним обертовим інструментам краще подрібнюють і розплющують рештки стебел, але не можуть працювати безпосередньо в ґрунті. Зокрема, в комбінації з короткими дисковими боровами або культиваторами котки-подрібнювачі дають змогу поєднати подрібнення органічних решток із обробітком ґрунту. Це не тільки є перевагою з точки зору механічної боротьби зі шкідниками, а й пришвидшує процеси розкладання органічної маси. При цьому, на відміну від культиваторів або зубових борін, котки-подрібнювачі внаслідок постійного обертання практично не схильні до забивання, а їх велика площа опори не дає їм надто заглиблюватися у ґрунт.

УДК 631

### ***ПЕРЕВАГИ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ «AMS» В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ***

**Ю. Савчинський, студент;**

**Л. Батюк, завідувач лабораторії;**

**Т. Хворост, к.е.н., доцент**

*Сумський національний аграрний університет, м. Суми*

Цифрова трансформація аграрного сектору економіки може принести значні економічні, соціальні та екологічні переваги. Цифрові технології впливають на розвиток аграрного виробництва та діяльність сільськогосподарських підприємств, значно підвищуючи ефективність функціонування агропродовольчих систем через вплив на конфігурацію ланцюга прирощення вартості в сільськогосподарському виробництві.

Виробники аграрної продукції відіграють ключову роль у процесі цифровізації, а сучасні технології надають їм нові можливості співпраці та інновації.

Цифрове або ж точне землеробство передбачає ведення роботи не з полем в цілому, а з окремими секціями (ділянками) цього поля, адже навіть у межах невеликого земельного масиву різні ділянки можуть мати певні особливості (вміст елементів живлення, рельєф, гранулометричний склад ґрунту, тощо). Відповідно до стану та особливостей кожної такої ділянки застосовують різні норми висіву, норми внесення добрив, обробки посівів ЗЗР та ін.

При застосуванні технології «AMS» полегшується управління польовими роботами, створюється можливість управління полями, створюються умови для підвищення врожаю та інше. За допомогою «AMS» можна спостерігати за станом посівів у режимі реального часу, отримувати прогнози врожайності та ефективно планувати свою роботу.

Створення плану огляду поля з «AMS» це:

- автоматичне створення календаря оглядів та контроль його виконання на основі вхідних даних (заявок на огляд, наявності вільного персоналу, автопарку, погодних умов тощо);
- можливість використання різних типів збору візуальної інформації (спутникові фотографії, обліт дронами тощо);
- фіксація візуальних результатів огляду;
- аналіз даних з прив'язкою до точки та часу збору та їх систематизація;
- формування необхідної звітності виходячи з накопичених даних.

При управлінні полями застосовуються технології «AMS» для:

- створення точної картографії полів;
- перегляду інформації про поля (посіви);
- виміру точної площі посіву;
- завантаження та вивантаження контурів полів та посівів;
- збереження, актуалізація та доступ до історії вимірювань.

«AMS» допомагає сільськогосподарським підприємствам приймати більш обґрунтовані рішення на основі даних, покращувати планування та звітність, а також підвищувати ефективність роботи, оптимізувати використання ресурсів та досягти кращих результатів у сільському господарстві.

УДК 631

### ***ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ДИСКОВИХ ЗНАРЯДЬ НА ЯКІСТЬ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ***

**О. Стадніченко, студент;**

**Л. Батюк, завідувач лабораторії;**

**Т. Хворост, к.е.н., доцент**

*Сумський національний аграрний університет*

Обґрунтування робочих процесів дискового обробітку спрямованих на покращення показників обертання скиби та розробка конструкцій відповідних робочих органів, що забезпечували би достатню якість обробітку ґрунту за основними агротехнічними показниками є основною задачею наукового супроводу створення машини вказаного типу, а сама проблема актуальною.

При проектуванні дискових причіпних машин необхідно забезпечити їх рівновагу в горизонтальній площині проєкції а при проектуванні навісних - як в горизонтальній, так і у вертикальній площинах. Симетричне розміщення дисків відносно подовжньої осі машини стабілізує її.

В сучасних дискаторах використовують пружні або підпружинені стояки.

Жорсткі стояки використовують тільки на легких дискаторах з діаметром дисків 450-510 мм при навантаженні 500-800 кг на метр ширини захвату.

По-перше, це забезпечує віброударну дію, що є корисним особливо для турбодискових культиваторів, по-друге, робить режим роботи більш м'яким, що позитивно відбивається на надійності механізму. Конструктивно стояки можуть забезпечити коливання як у повздовжньо-вертикальній площині, так і у всіх трьох площинах. Останній варіант може бути використаний тільки на дискаторах, бо поперечні коливання для борони і турбодискового культиватора не припустимі.

Особливість роботи дискових робочих органів на пружному стояку полягає в наявності режиму можливого резонансу, який знаходиться в діапазоні робочих швидкостей машини, від 11 до 14 км/год для робочих органів різного конструктивного виконання. Цей режим суттєво збільшує тяговий опір і його доцільно уникати.

Збудження коливань стояка відбувається за рахунок зміни тягового опору, що в свою чергу є наслідком :

- послідовного відколу призм ґрунту;
- неоднорідності механіко-технологічних властивостей ґрунту.

Суттєвими перевагами пружних стійок перед жорсткими є:

- покращення режиму роботи підшипникової опори, що робить її більш надійною;
- зменшення тягового опору;
- підвищення технологічної надійності агрегату в цілому, так як за рахунок вібрації зменшується заляпання робочих органів і відпадає потреба в їх чищенні;
- вібрація сприяє переміщенню м'яких ерозійно-небезпечних агрегатів у нижні горизонти, що зменшує імовірність ерозії ґрунту.

УДК 631

## ***СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ СИСТЕМИ ЗЕМЛЕРОБСТВА***

***І. Сисоліна, к.т.н., доцент***

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Останнім часом в Європі, США все більше приділяють увагу питанню екологічності системи землеробства, все більшому застосуванню органічних добрив, сидератів тощо.

В Україні найбільшої привабливості набуло вирощування кукурудзи, соняшника, сої, із застосуванням лише мінеральних добрив, оскільки ці культури дають найбільші прибутки. Постійне використання лише мінеральних добрив підкислює ґрунти. При цьому часто взагалі не застосовували сівоzmіни, а це виснажує ґрунт.

Тому необхідно системно підходити до землеробства. Так, для невеликих і середніх господарств важливо застосовувати 3, 4, 5-типільні сівоzmіни, оптимальне поєднання органічних і мінеральних добрив.

На даний час, система No-till є достатньо привабливою, тому що базується на безполицевому обробітку ґрунту, прямій сівбі.

Оскільки до факторів родючості ґрунту відносяться поживні речовини, вода, ґрунтове повітря (в якому 18-19% - кисню), світло та тепло, а клімат в Україні все частіше стає різко континентальний (випадає багато опадів у короткий термін часу, що «забиває» ґрунт), тому безполицевий обробіток ґрунту є позитивним виходом з ситуації, що склалася. Проте, постійно застосовуючи систему No-till стає важко боротися з бур'янами.

Тому необхідно впроваджувати диференційований підхід, а саме важливо проводити безполицевий обробіток ґрунту, але через 3, 4, 5 років обов'язково проводити оранку,

враховуючи культури, що будуть вирощуватися при 3, 4, 5-типільних сівозмінах. Крім того, сучасний рівень інформаційних і космічних технологій (зокрема, застосування агродронів) створив умови для розвитку нового етапу у виробництві продукції землеробства, який дозволяє підвищити якість контролю, оцінки, обліку, прогнозу і впливу на культурні рослини за рахунок зменшення площі спостережень до 2 м<sup>2</sup> замість 10000 м<sup>2</sup> (1 га). Таким чином, покращиться й ситуація екологічності системи землеробства в Україні.

УДК 631

## **ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ**

**І. Сисоліна**, *к.т.н., доцент;*

**В. Блохін**, *студент*

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Кукурудза це одна з важливих стратегічних зернових культур, що має експортний потенціал в Україні.

Україна знаходиться у зоні ризикованого землеробства, і цьогорічна посуха вплинула на врожай, зокрема кукурудзи, урожайність якої у 2023р. склала 67,4 ц/га, що в порівнянні з 2021р менше на 12,7 ц/га [1]. За визначеннями синоптиків, найгірша ситуація з вологістю ґрунту склалася в багатьох областях, зокрема Кіровоградській.

При вирощуванні, однією з особливостей є те, що кукурудза на старті (при сівбі) потребує лише 25% потрібного їй азоту. Потреба у цьому елементі живлення стрімко зростає після настання фази 10 листка [1].

Дефіцит вологи в ґрунті (що відбулося в цьому році) призвів до погіршення азотного живлення кукурудзи [1].

Війна теж вносить свої корегування, так вплинула на систему вирощування кукурудзи. Закриття портів також призвело до різкого зростання цін на імпортоване паливо, насіння, добрива та запасні частини для сільськогосподарської техніки.

Крім того, важливо враховувати особливості вирощування цієї культури.

Якщо глибока оранка проведена неякісно (з великими брилами, сильно вираженими гребенями і борознами), необхідно ще восени провести вирівнювання ґрунту (грубу передпосівну підготовку) за допомогою вирівнювачів під кутом 45° по відношенню до напрямку глибокої оранки.

За умов посухи та дефіциту вологи, зокрема на піщаних ґрунтах, системи мінімального обробітку ґрунту (no-till, mini-till, strip-till) здатні забезпечити гідні врожаї та одночасно зменшити витрати енергії та робочої сили. Проте для застосування таких технологій господарство повинне мати відповідну техніку та систему захисту рослин, особливо гербіцидами.

За останні роки в Україні досить сильно змінилися кліматичні умови, і тому відбулися суттєві зміни як в гібридному складі насіння, так і в групі стиглості. Так, господарства, які раніш висівали гібриди кукурудзи із ФАО не більше 200, уже сьогодні сіють 230-260 [2].

Теоретично, рослина кукурудза має поглинути кореневою системою до 70% N, P, K елементів, що містять добрива, а фактично поглинає максимум 30% [3]. Цьому сприяють різні фактори: якість самих добрив, погодні умови, наявність вологи та багато іншого.

За даними Всеукраїнської аграрної ради у 2023 році фермери витрачають в середньому \$149 на вирощування кукурудзи, а продати її можуть за \$94 [4]. Значні втрати можуть призвести до скорочення посівів урожаю 2024 року.

Отже, важливим є знаходження шляхів для покращення ситуації, що склалася, через

впровадження модернізації конструкції сільськогосподарської техніки, що сприятиме зменшенню витрат, наприклад, при посіві.

### Список використаних джерел

1. [12 способів підвищити врожайність кукурудзи \(agropravda.com\)](http://agropravda.com)
2. <https://superagronom.com/articles/367-viroschuvannya-kukurudzi-povna-tehnologiya>
3. [https://green-world.org.ua/ua/organichni-dobryva/dobryva-dlya-polovyh-kultur/dobryvo-dlya-kukurudzy?gclid=Cj0KCQjAgK2qBhCHARIsAGACuzmZXLpz00OyYTJbSQXU4x6-YZJsnMq0sCg7Wmn65IYT5AXQwU5dIDwaAtpTEALw\\_wcB](https://green-world.org.ua/ua/organichni-dobryva/dobryva-dlya-polovyh-kultur/dobryvo-dlya-kukurudzy?gclid=Cj0KCQjAgK2qBhCHARIsAGACuzmZXLpz00OyYTJbSQXU4x6-YZJsnMq0sCg7Wmn65IYT5AXQwU5dIDwaAtpTEALw_wcB)
4. [Втрати зернового сектору України можуть цьогоріч перевищити 3,2 млрд доларів \(pigua.info\)](http://pigua.info)

УДК 631

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА**

**І. Сисоліна, к.т.н., доцент;**

**О. Пономаренко, студент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Соняшник є однією з основних найрентабельніших культур в Україні, що дозволяє отримати найбільше олії з одиниці площі. До основних переваг у вирощуванні культури можна виділити такі: порівняно з кукурудзою, потребує значно менше азотних добрив; логістика вигідніша, оскільки середня врожайність 2,15 т/га тоді, як у кукурудзи 6,5 т/га.

Середня собівартість класичної технології вирощування соняшнику в 2022 році склала 21 тис. грн. з урахуванням обробки ґрунту (лушення стерні, оранка, боронування, культивування) і захисту посіву. Таким чином, при середній урожайності в 2,1 т/га і середній ціні в 14,5 тис. грн/т прибуток склав 9,45 тис. грн. [1].

Обробіток ґрунту залежить від ґрунтових і кліматичних умов зони вирощування.

Правильний підбір гібрида (класичний, сульфо чи євролайтінг) під конкретні умови: якщо в господарстві планують вносити мінімальну кількість добрив.

Густоту та спосіб сівби визначають відповідно до обраного гібриду. Спосіб сівби частіш за все пунктирний широкорядний з шириною міжрядь 70 см, 45 см або інші в залежності від наявності посівної техніки. При міжрядді шириною в 70 сантиметрів легше проводити обробку ґрунту після сходження рослин. Але господарства все частіше застосовують сівбу суцільним способом. Для цього мають сучасні посівні комплекси та збиральну техніку. Деякі агрокомпанії відзначають збільшення врожайності за такого методу на 10-15%.

Глибина сівби залежить від ґрунтово-кліматичної зони і погодних умов. Під час посіву насіння соняшнику висівають на глибину не більше 4 см і розміщують рівномірно на полі та в рядку (зазвичай через 20 см). У разі нерівномірного розміщення насіння, наявності «двійників» і «трійників», врожайність соняшнику знижується (зазвичай на 14-30%). Чим легше ґрунт, тим глибше можна сіяти, за більш континентальних умов також слід вибрати більшу глибину.

Вирішальним фактором є контакт насіння з непорушеною капілярною системою насінневого ложа. Розповсюджене загортання гербіцидів у ґрунт до сівби залишає надто розпушений і висушений його поверхневий шар. За таких умов важко витримати рівномірну глибину загортання насіння, від якої в основному залежать рівномірні сходи. Рослини, які зійшли пізніше, відстають у розвитку до самого збирання. Тому важливо дотримуватися рівномірності загортання насіння на однакову глибину, яка дає можливість отримати дружні, рівні сходи і сприятиме рівномірному розвитку рослин у період вегетації.

Соняшник висівають за оптимальної температури ґрунту 8-10°C на глибині залягання насіння. Для північних районів - на 1-2 тижні пізніше [2].

У посушливих умовах норму висіву знижують, а для ранньостиглих і низькорослих гібридів - збільшують. Обов'язково необхідно перерахувати норму висіву, виходячи з господарської придатності посівного матеріалу і польової схожості. Норми густоти залежать від генетичних особливостей гібриду щодо конкретної зони та умов вирощування.

Крім того, соняшник - перехреснозапилена культура, пилок якої переносять із квітки на квітку комахи, в основному бджоли, а також вітер. Правильне та своєчасне використання бджіл для запилення квіток соняшнику забезпечує прибавку врожаю на 0,2–0,5 т/га [3].

До ознак, за якими визначають ступінь дозрівання соняшнику, відносяться: пожовтіння тильного боку кошика, зав'ядання і опадання язичкових квіток, нормальний колір насінини, затвердіння ядра в них, засихання більшості листків.

З метою запобігання розвитку більшості хвороб соняшнику слід вирощувати не менше як два-три гібриди соняшнику з різною тривалістю вегетаційного періоду, що дасть змогу уникнути напруги під час збирання врожаю та суттєво знизити шкідливість хвороб. Практика показує, що найоптимальнішим співвідношенням у південних регіонах частка середньоранніх і середньостиглих гібридів має становити понад 60%, решта - ранньостиглі; у північних регіонах частка скоростиглих гібридів - не більше як 30-40%, ранньостиглих – 60-70% [3].

Збирання соняшнику комбайнами починають при побурінні 85-90% кошиків (вологість насіння 8-12%). Затримка з прибиранням на 5-6 днів призводить до значних втрат насіння [2].

Таким чином, для успішного вирощування соняшнику потрібен ретельний системний підхід, починаючи з вибору гібрида та якісного насіння, проведення науково обґрунтованих агротехнічних заходів, зокрема посіву, інтегрованого захисту і закінчуючи збиранням урожаю насіння та його зберіганням. Користування сучасними технологіями може розкрити потенціал гібрида, дасть стабільний урожай насіння та збір олії з одиниці площі навіть у складних умовах нестійкого та недостатнього зволоження.

На наш погляд, застосування висівного агрегату прямого висіву буде сприяти зменшенню витрат на вирощування соняшнику та отриманню більших врожаїв.

### **Список використаних джерел**

1. <https://superagronom.com/articles/642-znijennya-sobivartosti-viroschuvannya-sonyashniku-scho-radyat-fahivtsi>
2. <https://www.lnz.com.ua/news/osoblivosti-tehnologii-virosuvanna-sonasniku>
3. <https://agronomy.com.ua/statti/oliini/1230-chynnyky-vplyvu-na-uspishne-vyroshchuvannia-soniashnyku.html>

УДК 663.1

## ***МОДЕРНІЗАЦІЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ФЕРМЕНТАЦІЇ ОПАРИ***

**О. Пархомовський, студент;**

**Д. Трушаков, к.т.н., доцент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Сучасні виробничі процеси надзвичайно вимагають ефективного використання часу для забезпечення високої якості продукції. Під час виготовлення хлібопекарських виробів однією з важливих стадій є ферментація тіста, яка вимагає певного часу для досягнення оптимальної пишності тіста. Визначити момент готовності опари до виймання з ферментатора може бути складно.

Серед можливих методів визначення готовності опари можна виділити аналіз таких параметрів, як час, температура, газоутворення або візуальний огляд. Враховуючи ці фактори, стає можливим вдосконалення процесу виробництва та забезпечення стабільної якості хлібобулочних виробів, раціонально використовуючи час і ресурси.

Метою роботи є підвищення продуктивності процесу ферментації шляхом дослідження та модернізації існуючих систем керування ферментатором.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити такі завдання:

- дослідити поширений процес виробництва хліба;
- провести порівняльний аналіз існуючих систем керування ферментатором;
- розробити технологічну схему виробництва хліба;
- розробити процесну схему автоматичного керування;
- вибрати та обґрунтувати структури системи управління та комплексу технічних засобів;
- розглянути необхідні прилади для модернізації;
- написати програму для контролера та розробити блок-схему;
- перевірити систему на працездатність.

Об'єктом дослідження є процес ферментації опари.

Предметом дослідження є система автоматичного керування процесом ферментації.

Методи дослідження. У ході роботи над випускною кваліфікаційною роботою використовувалися такі методи досліджень:

- хімічні, фізичні;
- моделювання прототипу процесу ферментації за виробничих умов;

Здійснення експериментальних досліджень включало в себе використання сучасного програмного забезпечення для моделювання прототипу та сучасних технічних засобів для обробки отриманих результатів. Теоретичні аспекти досліджень були вивчені з використанням сучасних моделюючих програм і обчислювальних інструментів.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в удосконаленні точності визначення готовності ферментованого тіста, шляхом додавання термічного масового витратоміру до існуючого процесу ферментації.

Практичне значення одержаних результатів полягає в вдосконаленні процесу ферментації шляхом впровадження системи автоматичного контролю витрат газу (процесна схема зображена на рисунку 1). Ця система дозволяє точно визначати момент готовності ферментованого тіста та регулювати витрату газу, що сприяє вдосконаленню якості та продуктивності процесу хлібопекарського виробництва. Такий контроль важливий для підтримання оптимальних умов ферментації та підвищення якості кінцевого продукту.

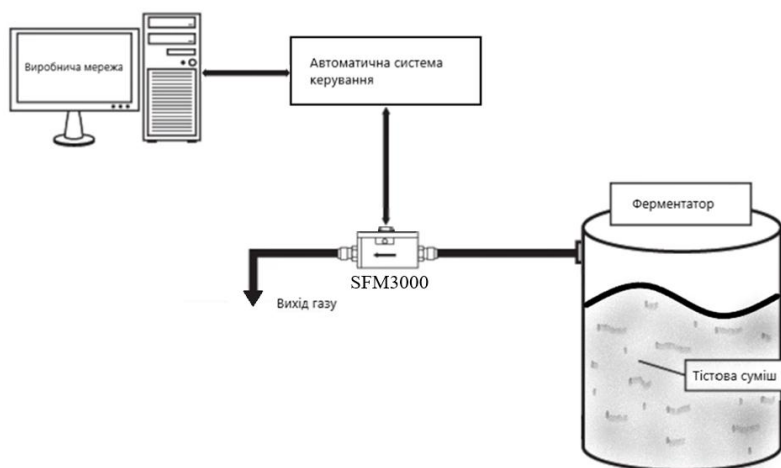


Рис. 1. Процесна схема автоматичної системи моніторингу

На рисунку 2 зображена АСК для управління роботи ферментатором, вона складається з наступних елементів: автоматичної системи моніторингу (АСМ), яка слідкує за витратами газу з герметичного ферментатора, мікроконтролеру Arduino Uno, що буде додатково керувати процесом і приймати дані як з пульта управління по RS-232 (через конвертер MAX3232), так і з датчику SFM-3000-200C.



Рис. 2. Автоматична система керування ферментатором:

$\Delta V$  – аналоговий сигнал залежно від потоку газу,  $t^{\circ}$  -температура внутрішньої атмосфери,  $\phi$  – вологість внутрішньої атмосфери,  $V$  – кількість літрів тіста в ферментаторі)

В результаті проведення розробки відносно не дорогого рішення було розроблено модернізацію для герметичних ферментаторів, що удосконалює точність процесу за рахунок впровадження системи моніторингу безпосередньо за процесом ферментації і системи зв'язку між додатковою системою автоматичного керування і пультом управління.

### Список використаної літератури

1. Мацай М.Ю. Основи біотехнології. – ЛНУ ім. Тараса Шевченка, 2011 . - 154 с.
2. Зайцев Г.Ф. Теорія автоматичного управління / Зайцев Г.Ф., Стеклов В.К., Бріцький О.І.; за ред. проф. Г.Ф. Зайцева. - К.: Техніка, 2002.- 688с.
3. Кучер В.П., Півень О.М., Зінько В.М., Загайний В.М., Кучер О.М. Біотехнологія: підручник для студентів вищих навчальних закладів. – Київ: Вища школа, 2006. – 432 с.

УДК 631

## **ПЕРСПЕКТИВИ НАПРЯМІВ РОЗВИТКУ МЕХАНІЗАЦІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР**

**І. Сисоліна, к.т.н., доцент;  
В.Погорєлов, студент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Зернові культури в Україні та й в світі, мають стратегічне значення, це основне енергетичне джерело життєдіяльності людського організму, крім того без масштабного постачання зернових, у тваринницьких господарствах не було б високих показників. Зернові культури є основою сільськогосподарського виробництва. У структурі харчових продуктів, зернові та зернобобові культури складають 76%. На бульбоплоди й коренеплоди, овочі, фрукти, цукор приходиться тільки 17,2% виробництва продуктів [1].

Тому важливе застосування, наприклад системи точного землеробства, що широко впроваджено в Європі, США. Ця система базується на використанні глобальної системи позиціонування, змінних режимах роботи виконавчих органів сільськогосподарських машин і апаратно-програмного забезпечення, і включає три етапи - накопичення необхідних даних, аналіз і обробка інформації та практичне використання одержаних величин.

Для кожної з технологічних операцій, наприклад по вирощуванню зернових, використовується завчасно опрацьована геовизначена інформація про стан поля, яку, під час руху, що обробляє бортовий комп'ютер і видає сигнали для автоматичного керування



робочими органами машинно-тракторного агрегату), які синхронізовані з геофізичними координатами агрегату в полі [2]. Для прикладу розглянемо технологічну операцію внесення насіння. Використовуючи оброблені дані декількох карт поля (по наявності поживних речовин ґрунту, врожайності зернових тощо) і координати точки місцезнаходження машинно-тракторного агрегату, бортовий комп'ютер буде видавати сигнали на відповідні робочі органи для автоматичного керування нормою внесення насіння, враховуючи конструктивні параметри висівного апарату. Здійснювати регулювання технологічними режимами робочих органів сільськогосподарських машин можливо за рахунок зміни швидкості руху агрегату, через гідравлічні або електричні виконавчі пристрої тощо. Наявність геофізичної інформації про стан поля дозволяє знайти точні шляхи до зниження витрат на виробництво зернових. Система допомагає при оцінці даних окремих карт поля, аналізу їх комбінацій і програмуванні врожаїв. Така система дає можливість економити технологічні матеріали (органічні та мінеральні добрива, насіння, пестициди тощо), доводити продуктивність кожної фіксованої точки поля до максимальної та зменшувати енерговитрати на усіх технологічних операціях.

Це сприятиме розвитку органічного землеробства, що дозволить піклуватися про навколишнє середовище та замінити дорогі хімікати на дешевші та екологічні добрива [3].

Таким чином, застосування модернізованих конструкцій та раціональне використання механізованих технологічних операцій по обробці ґрунту, внесенню добрив, сівбі, догляду за зерновими, та збиранню врожаю призведе до підвищення ефективності діяльності господарства.

### **Список використаних джерел**

1. <https://www.lnz.com.ua/agro>
2. Танчик С.П., Дмитришак М.Я., Алімов Д.М. та ін. Технології виробництва продукції рослинництва. Підручник. Друге видання. К.: Видавничий Дім "Слово", 2009. 1000 с.  
<https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/28174/1/production%20of%20goods%20of%20plant-grower.pdf>
3. [https://green-world.org.ua/ua/organichni-dobryva/dobryva-dlya-polovyh-kultur/dobryvo-dlya-kukurudzy?gclid=Cj0KCQiAgK2qBhCHARIsAGACuzmZXPz00OyYTJbSQXU4x6-YZJsnMq0sCg7Wmn65IYT5AXQwU5dIDwaAtpTEALw\\_wcB](https://green-world.org.ua/ua/organichni-dobryva/dobryva-dlya-polovyh-kultur/dobryvo-dlya-kukurudzy?gclid=Cj0KCQiAgK2qBhCHARIsAGACuzmZXPz00OyYTJbSQXU4x6-YZJsnMq0sCg7Wmn65IYT5AXQwU5dIDwaAtpTEALw_wcB)

УДК 631

## ***ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ГОРОХУ***

**І. Сисоліна, к.т.н., доцент;**

**В. Сас, студент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

В Україні достатньо часто не дотримуються системи сівозмін, тому для покращення якості ґрунту важливо більш приділяти увагу вирощуванню гороху.

Горох є достатньо невимогливою культурою, яка не складна у догляді, виносить приморозки і швидко досягає, також він є толерантним до низьких температур і без великих проблем може переносити приморозки до  $-6-7^{\circ}\text{C}$ , та іноді й до  $-10^{\circ}\text{C}$  [1].

При посіві культури необхідно враховувати, що чим раніше її посіяти, тим можна отримати більший урожай. Тому, проводячи сівбу, намагаються попасти в так звані «лютневі вікна», або ж першу декаду березня. Кожний день затримки може позначатися зниженням врожайності.

За урожайністю горох майже не підводить (можуть отримувати від 3 до 9 т/га залежно від року [1]).

Перевагу віддають вирощуванню ярого гороху, з озимим не часто ризикують, через невідповідність кліматичних умов, що склалися останнім часом.

Висівають горох за формулою, що враховує лабораторну та польову схожості у розрахунку, щоб на момент збирання на гектарі посіву було в середньому 1,1 млн. рослин, при нормі висіву 300 кг/га [1].

Технологія вирощування побудована, в більшості випадків, на класичному обробітку, який передбачає осіннє дискування рослинних решток попередника, оранку, культивуацію.

Важливим фактором є зволоженість ґрунту, яка сприяє росту гороху, нормальному перебігу фаз розвитку. Через недостатньо розвинену кореневу систему горох не любить посуху та реагує на неї скороченням тривалості вегетації, що негативно позначається на врожайності.

Насіння луцильних сортів часто висівають рядковим способом із шириною міжрядь 15см, а цукрових - стрічковим за схемою 45+15, 45+15+15, 50+15+15+15 або 60+15+15+15 см [2].

При цьому необхідно застосовувати такий туковий апарат, який конструктивно доопрацьований і сприяє рівномірному висіву туків.

Захист гороху починається з обробки насіння фунгіцидним протруйником. У полі перша обробка культур спрямована на захист від дводольних бур'янів післясходовим гербіцидом тощо.

При з'явленні сходів (через 7-10 діб після сівби) посіви часто боронують поперек напрямку рядків.

Збирати горох починають, коли плоди рослини хоч і зелені, але у технічній стиглості, коли зерно в них соковите і досягне розміру 6-7 мм у діаметрі, за декілька заходів. Збирання плодів повторюють через кожних 2-4 дні. Урожайність бобів становить 60-90 ц/га [2].

Причому горох залишає на полі невелику кількість рослинних решток, як і соя, тому після нього без проблем можна висівати за технологією no-till. Особливо добре після гороху вирощувати озиму пшеницю [3].

Отже, технологію вирощування гороху можна віднести до гнучкої, яка залежить від сорту насіння та наявного машино тракторного парку в господарстві.

### **Список використаних джерел**

1. [Технологія вирощування гороху: врожайність понад 3,5 т/га навіть після заморозків — SuperAgronom.com](http://SuperAgronom.com)
2. [Горох – технологія вирощування | Agromage.com](http://Agromage.com)
3. Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу <https://propozitsiya.com/ua/tehnologiya-vyroshchuvannya-gorohu>

УДК 631.3

### ***ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ІНТЕНСИФІКАТОРІВ СЕПАРУЮЧИХ ЕЛЕВАТОРІВ НА КОМПОНЕНТИ КАРТОПЛЯНОГО ВОРОХУ***

**А. Тіманов, аспірант;  
А. Келемеш, к.т.н., доцент  
Полтавський державний аграрний університет**

У технологічному процесі виробництва картоплі найбільш трудомісткою операцією є механізоване збирання урожаю. На виконання даної технологічної операції припадає значна частина енергетичних затрат, а саме 40-60% від загальної кількості [1].

Ефективність виконання збиральних робіт в значній мірі визначається конструкцією робочих органів картоплезбиральних машин, зокрема підкопувального робочого органу,

сепарувальних робочих органів та системи елеваторів. Існуючі конструкції сепарувальних систем не забезпечують достатнього ступеня очищення на відділення ґрунтових частинок та картопляного вороху, що зумовлює зростання опору переміщенню бульб та зменшення показників якості процесу збирання, зокрема до збільшення втрат урожаю.

З урахуванням вищезазначеного, підвищення ефективності процесу механізованого збирання бульб картоплі, за рахунок зменшення енергетичних витрат, підвищення продуктивності та зменшення втрат бульб, є актуальною науково-практичною задачею, яка потребує вирішення [2, 3].

З метою покращення процесу поділу компонентів картопляного вороху робочими органами та підвищення сепаруючої здатності елеваторів у сучасних конструкціях картоплезбиральних машин застосовуються інтенсифікатори – засоби для руйнування грудок та зв'язок.

Існують способи та схеми пневматичного, гідравлічного та механічного принципу дії, проте найбільшого поширення набули способи механічної дії через низькі енерговитрати.

Інтенсифікатори пруткового елеватора поділяються за місцем встановлення: розміщені над поверхнею; розміщені під поверхнею.

В якості моделі для дослідження силового впливу на компоненти картопляного вороху розглянемо частинку, розташовану на двох прутках полотна елеватора. Для забезпечення просівання частинок необхідно забезпечити наступні умови:

- 1) розмір частинки повинен бути не більшим за величину просвіту між прутками;
- 2) забезпечення переорієнтації (руху) частки відносно прутків.

Необхідно враховувати, що проходу частинок перешкоджатимуть можливе утворення накопичення з кількох частинок під прутками.

Найбільше зусилля необхідне для реалізації способів, пов'язаних з роздавлюванням компонентів. При цьому способі необхідно враховувати не лише зусилля руйнування грудок, а й міцнісні властивості бульб, щоб не спричиняти підвищені пошкодження картоплі. Дані способи інтенсифікації дуже чутливі до зміни завантаження та при збільшенні подачі можуть призводити до значних пошкоджень картоплі.

Аналіз способів, пов'язаних із застосуванням струшувачів та комбінованих прутків, показує, що дані пристрої менш енергоємні, ніж грудкоруйнувачі та пристрої відцентрової сепарації. На енерговитрати при роботі струшувачів крім маси картопляного вороху, що підкидається впливає маса полотна елеватора. Слід зазначити, що даний спосіб інтенсифікації найбільш універсальний, що дозволяє покращувати сепарацію і руйнувати ґрунтові грудки.

Елеватори з комбінованими прутками локально впливають на картопляний ворох у зоні розташування інтенсифікатора та не вимагають підкидання всього полотна елеватора. У результаті обертання трубок комбінованих прутків відбувається не тільки підкидання компонентів, а й прискорення руху прохідних частинок ґрунту в зазорі між прутками.

Найменше зусилля потрібне для інтенсифікації сепарації ґрунту за допомогою ворошника, встановленого над полотном елеватора. Цей спосіб можна застосовувати для руйнування грудок зі збільшенням швидкості впливу ворошника. Тому для руйнування грудок застосовують активатори, що обертаються назустріч потоку картопляного вороху. Слід відзначити, що ефективна робота будь-яких інтенсифікаторів можлива при оптимальному завантаженні робочих органів ґрунтом, так як значне збільшення маси компонентів суттєво збільшить енерговитрати на сепарацію ґрунту.

Інтенсифікація сепарації дозволяє забезпечити переміщення компонентів відносно полотна, їхнє руйнування сприяє просіванню прохідних частинок ґрунту. Застосування ворошників, встановлених над полотном елеватора, забезпечує зниження енерговитрат для сепарації ґрунту. Таким чином, для інтенсифікації сепарації ґрунту на елеваторах слід зосередитися на дослідженнях параметрів та режимів роботи ворошників, встановлених над полотном елеватора.

## Список використаних джерел

1. Шимко А.В. Дослідження коефіцієнтів тертя кочення та ковзання бульб картоплі. *Сільськогосподарські машини* : зб. наук. ст. Луцьк: ЛНТУ, 2016. Вип. №34. С.124-129.
2. Гевко Р.Б. Підвищення техніко-економічних показників машин для збирання картоплі. *Український журнал прикладної економіки*. 2016. Том 1. № 1. С. 39-49.
4. Шимко А.В., Серілко Л.С. Визначення раціональної частоти обертання ротору очисного пристрою. *Сільськогосподарські машини*: зб. наук. ст. Луцьк: ЛНТУ, 2017. Вип. №37. С.106-111.

УДК 631.3

### **АДАПТАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ З ОЧИЩЕННЯ ТЕХНІЧНИХ МАСТИЛ ДЛЯ МАШИН І ЗАСОБІВ МЕХАНІЗАЦІЇ АГРАРНОГО ВИРОБНИЦТВА**

**А. Хмеленко, аспірант;**

**А. Келемеш, к.т.н., доцент**

*Полтавський державний аграрний університет*

Актуальність обраної проблеми дослідження. Наразі питанні утилізації відпрацьованого мастила є надзвичайно важливим для багатьох суб'єктів господарювання. Невирішеність проблеми його збору та відновлення ускладнює екологічну ситуації в країні та не дозволяє товаровиробникам в повній мірі ефективно використовувати паливно-мастильні матеріали.

Світовий обсяг споживання мастил оцінюється приблизно в 36,5 мільйонів тон. На країни Північної Америки припадає 25,2%, а Західної Європи – 14% зазначених обсягів [1]. Обсяги споживання мастила в Україні постійно зростають та оцінюються приблизно у 360 тисяч тон на рік. Значна їх частка припадає на сільськогосподарське виробництво. Разом з тим відпрацьовані мастила є одним з найнебезпечніших джерел забруднення навколишнього середовища.

В контексті інтеграційних процесів актуалізується питання уніфікації українського законодавства із законодавством Європейського Союзу, що передбачає регламентування повторного використання відпрацьованих мастил. У середньому по Європейському Союзу регенерується 60% відпрацьованого мастила. Італія регенерує 98% відпрацьованого мастила, а решту спалює. У Франції щорічно виконуються зобов'язання по відновленню 300 тисяч тон відпрацьованих мастил. Прийняті нормативно-правові акти дозволили Німеччині вийти на 360 тисяч тон при загальному зборі 500 тисяч тон. У США «Національний закон про регенерацію мастил» був прийнятий ще в 1975 році. Але Україна поки відстає від більшості розвинутих країн у питанні збору та відновлення відпрацьованих мастил як у практичному вимірі, так і на законодавчому рівні. На початку 90-х років ХХ століття на Кременчуцькому нафтопереробному заводі була запущена установка відновлення відпрацьованих масел, розрахована на обробку 350 тисяч тон сировини на рік. Але максимальне завантаження склало лише 70 тисяч тон.

В Україні наразі реалізуються проекти з відновлення відпрацьованих мастил безпосередньо на місцях їх попередньої експлуатації. Такий підхід є достатньо ефективним, оскільки дозволяє заощадити на транспортуванні сировини до місця централізованої обробки. Для реалізації такого проекту кожному підприємству, в експлуатації якого перебувають мастила, необхідно мати мобільну установку для відновлення відпрацьованої сировини. Такий механізм підвищення ефективності збору та відновлення відпрацьованих мастил на нашу думку є перспективним, оскільки після фільтрації та регенерації на установках мастила можуть повторно використовуватися безпосередньо за призначенням, збільшується їх стабільність до окислення, що дозволяє продовжити термін служби як самих мастил, так і обладнання, в якому вони експлуатуються, а також зменшується негативний вплив на довкілля [2, 3].

Метою наукового дослідження є з'ясування теоретичних та практичних аспектів адаптації обладнання з очищення технічних мастил для машин і засобів механізації сільськогосподарського виробництва.

Завданнями наукового дослідження є:

- аналіз якісних та кількісних змін відпрацьованих мастил, що використовуються в машинах і засобах механізації сільськогосподарського виробництва;
- науково обгрунтоване проектування обладнання з очищення технічних мастил;
- виготовлення обладнання з очищення технічних мастил;
- випробування обладнання та визначення ефективності його практичного використання.

Об'єкт дослідження – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва.

Предмет дослідження – адаптація обладнання з очищення технічних мастил для машин і засобів механізації сільськогосподарського виробництва.

Методологія досліджень. У процесі реалізації майбутнього дослідження планується використати загальнонаукові та спеціальні методи. Серед загальнонаукових: аналіз і синтез, аналогія, моделювання, системний, синергетичний, структурно-функціональний, статистичний, аналітичний методи тощо. Серед спеціальних методів наукового дослідження: економіко-математичне та екологічне моделювання, методи експериментального дослідження, фізико-хімічні методи оцінки показників якості мастила тощо.

Очікувані наукові результати та їх практичне значення. Очікуваним науковим результатом дослідження є адаптація та вдосконалення існуючого обладнання з очищення мастил для машин і засобів механізації сільськогосподарського виробництва. Популяризація результатів дослідження планується шляхом здійснення публікацій у науково-практичних виданнях України та світу, виступів на конференціях, участі у круглих столах із залученням науковців і практиків. Практична реалізація дослідження планується у ПрАТ «Полтавський алмазний інструмент» м. Полтава.

### **Список використаних джерел**

1. Алексєнко В. В., Васечко О. О., Самокатов К. А., Сезоненко О. Б. Поводження з відпрацьованими мастилами. Досвід зарубіжних країн та українські розробки. *Енерготехнології та ресурсозбереження*. 2018. № 3. С. 23-30.
2. Дашивець Г. І., Новік О. Ю., Паніна В. В. Обгрунтування періодичності технічного обслуговування агрегатів очищення мастила в двигунах внутрішнього згорання. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2019. Вип. 9, Т. 1.
5. Журавель Д. П. Методологія оцінки надійності мобільної сільськогосподарської техніки при експлуатації на різних видах паливо-мастильних матеріалів. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія : Механізація та автоматизація виробничих процесів*. 2016. Вип. 10(3). С. 66-71.

УДК 631.354.2

## ***ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ САПРОПЕЛЮ ДЛЯ ОТРИМАННЯ БІОГАЗУ***

**Р. Хлопецький, к.т.н.**

*Луцький національний технічний університет*

У сучасних умовах дедалі більше звертається увага на розвиток сталих та екологічно чистих джерел енергії. Одним із перспективних напрямків є використання біогазу, який може бути отриманий з використанням місцевих відходів та вторинної сировини. У регіонах західного полісся, де існує надлишок озерного сапропелю, виникає актуальна проблема щодо ефективного використання цього ресурсу.

Сапропель, на відміну від своєї органічної цінності, може становити загрозу водоймам у разі надмірного вмісту в них поживних речовин, що призводить до еутрофії. У той час як існуючі технології виробництва біогазу передбачають змішування подрібнених рослинних

решток з гноївкою та іншими рідкими відходами тваринництва в метантенках, ми пропонуємо новий підхід. [1]

Перш за все слід зазначити, що тематика добування, переробки та внесення сапропелю і добрив на його основі широко вивчається вітчизняною наукою, оскільки водойми західного Полісся перенасичені даним матеріалом і існує чималий здобуток в розробці і дослідженні засобів для добування, обробки і внесення у ґрунт сапропелю і добрив на його основі. Фактично розглянуто і досліджено пошарове добування сапропелів різної вологості і розроблено відповідні технології та засоби для подальшої обробки сапропелів різної вологості та консистенції.

В умовах примарних перспектив енергозабезпечення в світлі сучасних подій в країні та світі виникає потреба зосередитись на розробці та широкому впровадженні технологій і засобів альтернативних джерел енергетики. За сучасних можливостей, згідно оцінки спеціалістів, використання вторинної продукції агровиробництва та тваринництва для виробництва біогазу здатне покрити 20% потреб у газі країн Європейського союзу. Тому слушно зосередити свою увагу на розробці технологій та засобів для отримання біогазу. При цьому, вторинним продуктом біогазодобування є дигестат – продукт анаеробного бродіння органічних матеріалів в спеціальних реакторах або біопереробних установках. Дигестат містить поживні речовини, такі як азот, фосфор, калій, та інші мінеральні елементи, які корисні для рослинного росту. Мікробіом сапропелю вивчений не достатньо, оскільки він відрізняється в залежності від кожного окремо взятого місця забору сировини, але достатній для того, щоб стверджувати, що в загальному сапропель містить анаеробні бактерії, що здатні до метанового бродіння. [2]

Сапропель може бути цінним додатком до процесу виробництва біогазу, оскільки він містить органічні речовини, які можуть використовуватися як каталізатори та джерело вуглеводнів у біологічних процесах. Додавання сапропелю до сировини для біогазовиробництва може підвищити виходи метану та покращити якість біогазу.

Отриманий після процесу біогазовиробництва дигестат містить поживні речовини та мінерали, які можуть бути корисними для сільського господарства. Він може бути використаний для приготування органічних добрив, які покращують якість ґрунту та сприяють зростанню сільськогосподарських культур. Додавання сапропелю до дигестату може збагатити його органічними сполуками та поживними елементами, роблячи його ще більш корисним для рослин. [3]

Цей підхід може стати ключовим в розвитку сталого та екологічно чистого сільськогосподарського сектору. Важливо провести додаткові дослідження та експерименти для визначення оптимальних пропорцій сапропелю та інших сировин для досягнення найкращих результатів у виробництві біогазу та добрив на його основі. Також слід враховувати ефективність засобів механізації при впровадженні цих технологій.

Цей інтегрований підхід може допомогти вирішити проблему надлишку сапропелю у водоймах та сприяти розвитку сталого виробництва біогазу та добрив в аграрному секторі.

В подальшому ми плануємо вивчити та розробити технологію і засоби для пошарового добування сапропелю з можливістю відвантаження його у транспортні засоби різних типів в залежності від консистенції добутого матеріалу і транспортування до місця змішування з сировиною для біогазовиробництва та з отриманим в результаті дигестатом для зміни консистенції останнього та насичення його додатковою органікою. Слід також додати, що сапропель володіє гігроскопічними та вологоакумулюючими властивостями, що дозволить наситити ґрунт додатковою вологою в сучасних посушливих умовах.

Отже, можна зробити висновок, що добування та застосування сапропелю для приготування сумішей для біогазовиробництва та приготування добрив на основі сапропелю та дигестату мають актуальну перспективу для вивчення та розробки технологій та засобів для забезпечення сільського господарства органічними добривами та екологічними джерелами енергії.

## Список використаних джерел

1. Шевчук М. Й. Сапропелі України: запаси, якість та перспективи використання. Луцьк. Надстир'я. 1996. 384 с
2. Оптимізація метанового зброджування сільськогосподарських відходів / В. Говоруха та ін. *Агроекологічний журнал*. 2022. № 3. С. 26–34. URL: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2022.266407>
3. Мокієнко А. В. Сапропелі як перспективний засіб лікування і оздоровлення / Андрій Вікторович Мокієнко. – Одеса: Фенікс, 2021. – 236 с.

УДК 63:631.8

## **ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОЛІЄЖИРОВОЇ ГАЛУЗІ**

**О. Маяк**, *к.т.н., доцент;*

**А. Михайлова**, *студентка*

*Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

Сучасний стан розвитку національної економіки засвідчує, що аграрний потенціал України може гарантувати не лише продовольчу безпеку, але й зробити Україну одним з найважливіших учасників глобального продовольчого ринку. Проте досягнення цієї мети вимагає посилення організаційних зусиль держави, виробників й наукової спільноти.

Однією з негативних тенденцій, яка намітилась останні роки в Україні, це випередження темпів виробництва сільськогосподарської сировини порівняно з темпами нарощування потужностей з її переробки та зберігання. Тому стратегією розвитку агропромислового комплексу передбачається підтримка будівництва власних переробних потужностей, що дозволить на основі поглиблення переробки сировини забезпечити не тільки внутрішній ринок харчових продуктів, але й експорт харчових продуктів з більшою доданою вартістю.

На даний час магістральними напрямками розвитку олієжирової галузі є створення нових олієжирових продуктів із заданим складом ліпідного комплексу. Поставлені перед олієжировою галуззю задачі визначають не лише кількісне нарощування об'ємів виробництва продукції, але і вимагають пошуку інноваційних технологій. Пріоритетними напрямками розвитку якісного харчування є випуск олієжирових продуктів як функціональних за призначенням, так і лікувально-профілактичних, що забезпечують збереження та покращення здоров'я людини. Продукти цих груп повинні відрізнятися збалансованим жирнокислотним складом, підвищеним вмістом жиророзчинних вітамінів і мінеральних елементів, а також забезпечити отримання стабільних до окиснення продуктів під час зберігання та теплової обробки.

У світі щорічно виробляється близько 25 млн т жирів, із них 3/5 припадає на жири рослинного походження. Останніми роками спостерігається тенденція збільшення споживання рослинних олій за рахунок зменшення частки жирів тваринного походження. Сировиною для олійно-жирової галузі є насіння соняшника, ріпака, сої, льону, рапсу, кукурудзи, оливок тощо.

Соняшник є однією з найбільш розповсюджених сільськогосподарських культур, для вирощування якої в Україні є благодатні кліматичні умови. В процесі переробки соняшника отримують соняшникову олію. У кулінарії вона застосовується як складова рецептури широкого асортименту кулінарної продукції, зокрема для заправки салатів, а також як проміжний теплоносіє при жаренні. З олії виробляють маргарин та кулінарні жири, її використовують при виготовленні консервів, а також у миловаренні, фармацевтичній та лакофарбовій промисловості. Поживна цінність соняшnikової олії визначається високим вмістом тригліцеридів вищих жирових кислот, фосфатидів, стеринів, токоферолів, жиророзчинних вітамінів А, Е, D. Витяжка олії з соняшника здійснюється двома засобами:

пресуванням та екстракцією.

Інноваційні підходи у виробництві жирів дають змогу отримати рослинні олії з оптимальним жирнокислотним складом та з заданими фізико-хімічними властивостями при використанні різних методів та технологій.

На даний час шляхом індукції мутацій з корисним біохімічним ефектом українським вченим селекціонерам вдалося створити гібриди соняшника з високим вмістом в оліях гліцеридів насичених (пальмітинової та стеаринової) і мононенасичених (пальмітолеїнової та олеїнової) кислот. Відмінна характеристика ОСВТ полягає у зміненому жирнокислотному складі, що має високий вміст гліцеридів олеїнової кислоти понад 89 %. Олеїнова жирна кислота (мононенасичена) – очолює групу жирних кислот родини  $\omega$ -9 (продукти перетворення олеїнової кислоти, подвійний зв'язок у 9 положенні). МНЖК впливають на обмін холестерину, забезпечують зменшення захворюваності людей на ішемічну хворобу серця та позитивно впливають на склад ліпопротеїнів у сироватці крові. Згідно аналітичних досліджень, можна припустити, що ОСВТ характеризується високою стійкістю до процесів окиснення, як під час зберігання, так і під впливом термічної обробки. У даному напрямку були проведені деякі дослідження, проте на сьогодні відсутня детальна характеристика властивостей ОСВТ як невід'ємної складової технологічного потоку.

Функціональні властивості олій залежать, насамперед, від їх жирнокислотного складу (ЖКС). Олії не характеризуються стійкістю до окиснення, яка необхідна для забезпечення якості готової продукції [6]. Гліцериди ненасичених жирних кислот, які є основним компонентом більшості олій, під впливом технологічних факторів піддаються хімічному розпаду і перекисному окисненню. Внаслідок цих процесів утворюється значна кількість продуктів окиснення, коротколанцюгових альдегідів та кетонів і їх похідних, а також пероксидів та гідрпероксидів ненасичених жирних кислот, які погіршують якість готових виробів. Тому олії, що використовуються у технологіях приготування кулінарної продукції, повинні відрізнятися збалансованим ЖКС, підвищеною термостабільністю та стійкістю до процесів окиснення. У зв'язку з цим застосування більшості олій обмежується виробництвом продукції, для якої не передбачений тривалий термін зберігання.

Існують два способи підвищення стійкості олій до окиснення із збереженням їх функціональних особливостей і харчової цінності: гідрогенізація і фракціонування; використання технологій селекції рослин з метою отримання з них олій з низьким вмістом поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) і високим вмістом мононенасичених жирних кислот (МНЖК). Застосування технологічних методів забезпечує одержання олій з високою стійкістю до окиснення. У процесі гідрогенізації відбувається насичення подвійних зв'язків і перетворення ліноленової кислоти в лінолеву, а з лінолевої в олеїнову. Для розподілу твердих і рідких тригліцеридів використовують методи фракціонування, які засновані на різниці значень температури їх топлення.

Застосування селекційних методів одержання олій з високою стійкістю до окиснення є альтернативою методу гідрогенізації і фракціонування, і має низку переваг, оскільки дозволяє отримати олію з низьким вмістом насичених жирних кислот (НЖК) і високим вмістом мононенасичених, а також з низьким вмістом транс-ізомерів жирних кислот.

У зв'язку з тим, що 70 % рослинної олії в Україні виробляється із соняшника, то особливе значення надається саме цій культурі. Олія соняшникова широко використовується в харчових технологіях. Харчові якості олії соняшникової безпосередньо пов'язані з високим вмістом у ній лінолевої кислоти. Добова потреба людини у лінолевій кислоті становить 4 г/кг. Найкращим для стійкості олії під час зберігання є співвідношення лінолевої і олеїнової кислоти не більше за 2:1. У цьому випадку стійкість до окиснення збільшується порівняно із соняшnikовою олією (контроль) у 3-4 рази.

Таким чином, на даному етапі розвитку економіки пріоритетним є поєднання виробництва з наукою, що забезпечить реалізацію глобальної місії України у світовому виробництві харчових продуктів, сприятиме суттєвому збільшенню ВВП галузі та сталому розвитку на цій основі сільських територій України.



## **ДОДАТКОВІ РЕГУЛЮВАННЯ ДИСКОВИХ МАШИН ДЛЯ РОЗСІВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ**

**Ю. Семірненко, к.т.н., доцент;**

**В. Очкуренко, студент**

*Сумський національний аграрний університет*

Одним із основних шляхів підвищення врожайності сільськогосподарських культур є внесення добрив, у тому числі й твердих мінеральних. Для підвищення їх ефективності необхідне підвищення рівномірності їх внесення, а підвищення продуктивності – збільшення ширини внесення. Особливо гостро це питання стоїть для агропідприємств малих форм господарювання, де площі під сільськогосподарськими культурами вимірюються декількома гектарами. Це пов'язано, перш за все, із недосконалістю технологій та технічних засобів, що застосовуються для вирощування сільськогосподарських культур в даних підприємствах.

У агропідприємствах малих форм господарювання найбільш широкого застосування набули відцентрові розкидачі твердих мінеральних добрив. Перш за все, це пов'язано із простотою їх конструкції, не високою вартістю, високою мобільністю та наявністю місткості значного об'єму для запасу добрив. У своїй переважній більшості в даних агропідприємствах із-за незначних площ сільськогосподарських угідь застосовуються начіпні розкидачі із ємністю бункера 0,5–0,7 м<sup>3</sup>.

Розглянемо на прикладі агрегат у складі трактора МТЗ-80 та розкидача МВУ-0,5.

Регулювання дози внесення добрив та ширини захвату даного типу розкидачів можливе за рахунок зміни швидкості руху агрегату, величини висіваючої щілини, місця потрапляння добрив на розсіваючий диск, довжини, форми та кута установки лопатів на диску, їх кількості, висоти установки розсіваючого диска, а також геометричних розмірів гранул, що розсіваються та їх маси.

Як показали проведені дослідження, додатковим оперативним регулюванням ширини захвату даного типу розкидачів може бути виконано нахилом самого розкидача вперед по напрямку руху агрегату. В даному випадку, змінюється кут нахилу розсіваючого диска. Дане регулювання виконується за рахунок зменшення довжини верхньої поздовжньої тяги заднього начіпного пристрою трактора. Так, після навішування розкидача на трактор МТЗ-80 підіймається задній начіпний пристрій і фіксується механізмом його фіксації. Після чого, за допомогою розкосів та верхньої поздовжньої тяги розкидач виставляється горизонтальне положення. При заїзді на поле виставляється необхідний кут нахилу розкидача до поверхні поля за допомогою верхньої поздовжньої тяги.

Результати проведених досліджень при середньому діаметрі гранул мінеральних добрив 3 мм наведені на рис.1.

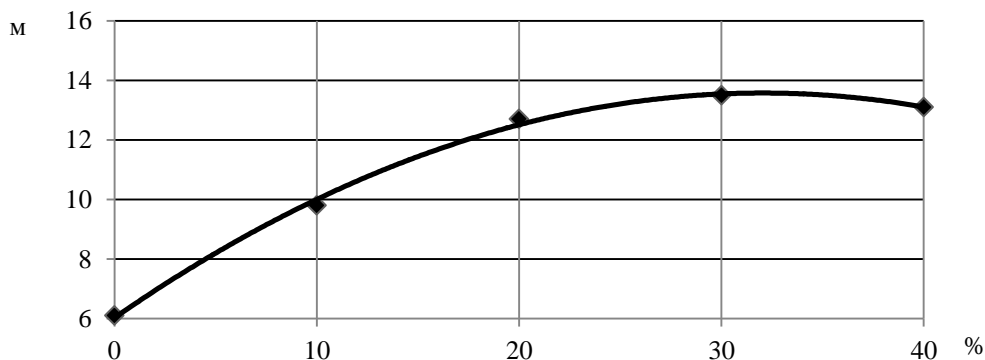


Рис. 1 Залежність дальності розсівання гранульованих мінеральних добрив (В) від кута нахилу розсіваючого диска (α)

Дана залежність може бути наближено описана наступним рівнянням:

$$B = -0,7357a^2 + 6,1843a + 0,58 \quad (1)$$

Недоліком даного регулювання є те, що при його застосуванні необхідно зменшувати об'єм мінеральних добрив у бункері для запобігання їх розсипання при значних кутах установки нахилу розкидача.

Тому, дане регулювання найбільш ефективно при використанні даного агрегату для внесення добрив на не значних площах, саме в агропідприємствах малих форм господарювання.

UDK 663.53

### ***ISSUES OF TECHNOLOGICAL EFFICIENCY AND RELIABILITY OF VIBRATING SIEVES WITH HOLES OF COMPLEX GEOMETRY***

**S. Kharchenko<sup>1</sup>**, *professor;*

**S. Samborski<sup>1</sup>**, *professor;*

**F. Kharchenko<sup>2</sup>**, *associate professor*

*1- Lublin University of Technology, Poland;*

*2- Sumy National Agrarian University, Ukraine*

Perforated surfaces (sieves) are used in many technological processes to separate components of loose mediums by size. Considering the process of separation of loose materials on sieves, subprocesses should be distinguished: segregation of components in the mixture, sifting through holes, cleaning holes. Vibration is used to increase the intensity of the subprocesses – mechanical oscillations with amplitude and frequency. Sieves with holes of complex geometry (epicycloidal) and volumetric reefs are used to intensify the technological efficiency of sifting components. In contrast to sieves with basic hole shapes (round, triangular, rectangular), sifting of the developed sieves increases by 30-100%. The level of increase in the productivity of separation machines depends on the properties and type of components of loose medium.

One of the important parameters that determines the reliability of a part working with vibration is the natural oscillation frequency. Identification of the values of the natural oscillation frequency and its consideration in the design allows to avoid possible resonance and deformation of the part. Sieve is a thin rectangular plate made of isotropic material that has perforated holes. The proposed method for identifying the natural oscillation frequency is comprehensive and based on analytical, experimental, and numerical research methods. Identification of the natural oscillations frequency is carried out according to the following algorithm: experimental determination of frequency on prototypes with specific parameters of sieves; numerical modulation by finite element methods according to the initial parameters of experimental samples; checking the adequacy of numerical models by comparing their results with experimental ones; calculations on numerical models for extended ranges of significant design parameters of sieves; obtaining final expressions for analytical calculations of the natural oscillations frequency of sieves with holes of complex geometry.

For experimental methods, the Simcenter Testlab 2019.1 measuring complex and the PSV-500 vibrometer were used. The studies were carried out for a solid non-perforated plate, a perforated plate with basic holes (round or rectangular), and a perforated plate with holes of complex geometry (epicycloidal or ruffles).

Numerical studies were carried out using the finite element method in the Abaqus/CAE 2020 program. The adequacy of the obtained numerical models is confirmed by the difference

between the data and the experimental ones at the level of 4,6%. Numerical calculation with variation of thickness, partition width, parameters of sieve holes allowed to obtain a database of values of the natural oscillation frequency for sieves with different types of holes.

As a result, analytical expressions with coefficients are obtained, which comprehensively take into account the type and parameters of holes, and allow to calculate the natural oscillation frequencies for sieves with holes of complex geometry.

This research is part of the project No. 2022/45/P/ST8/02312 co-funded by the National Science Centre and the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under the Marie Skłodowska-Curie grant agreement no. 945339.

УДК 663.53

### **ФАКТОРИ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕШЕТНОГО СЕПАРУВАННЯ СИПКИХ СЕРЕДОВИЩ**

**С. Харченко, д.т.н., професор;**

**Ф. Харченко, к.т.н., доцент;**

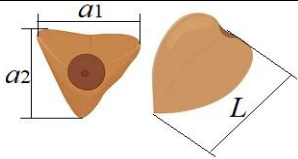
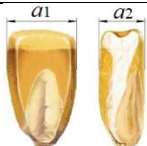
**А. Стельмах, аспірант**

*Сумський національний аграрний університет*

Очищення, обробка та переробка сипких середовищ супроводжуються у багатьох технологічних лініях використанням сепарувальних машин. До подібних сипких матеріалів відносяться: будівельні матеріали (гравій, вуголь, пісок і т.п.), хімічні та фармацевтичні продукти (гранули, порошки і т.п.), харчові та сільськогосподарські матеріали (крупи, борошно, зерно, добрива і т.п.), матеріали при виробництві пілет (тирса, лузга і т.п.).

Поширеними ознаками поділу компонентів сипких середовищ є: аеродинамічні, розмірні, форма та стан поверхні, пружні та електро-магнітні властивості, густина.

Сепарування на решетних машинах передбачає поділ компонентів за їх шириною, товщиною або формою. Складні форми компонентів сипких середовища, наявність випуклостей та впадин призводить до істотного зниження продуктивності. Іншим фактором низької продуктивності сепарування є виконання процесу поділу компонентів на решетах з базовими геометрично правильними отворами. Подібна невідповідність неправильних геометрично форм компонентів та круглих, трикутних або прямокутних (повздовжніх) форм отворів призводить до втрати продуктивності.

Тип форми	Візуалізація	Вираз для обчислення	Величини
тетраедр		$k_f = \frac{a_1 a_2 L}{F_{sa}}$	$a_1$ – розмір сторони тетраедру, $a_2$ – розмір сторони тетраедру, $L$ – довжина компоненту, $F_{sa}$ – площа поверхні компоненту
сферична		$k_f = \frac{4\pi \left( \sqrt[3]{3V_p / 4\pi} \right)^2}{F_{sa}}$	$V_p$ – об'єм компоненту, $F_{sa}$ – площа поверхні компоненту
плоска		$k_f = a_1 / a_2$	$a_1$ – ширина компоненту, $a_2$ – товщина компоненту

Рішенням даної проблеми є аналіз та урахування параметрів компонентів при сепаруванні сипких середовищ. Причому, враховувати потрібно не тільки середні геометричні розміри компонентів середовищ, а і значення коефіцієнтів їх форм. Для оптимізації вибору розмірів трикутних отворів враховуємо значення коефіцієнту форми тетраедр, розмірів круглих отворів – значення коефіцієнту сферичності, розмірів ширини продовгуватих (прямокутних) отворів – значення коефіцієнту плоскості компонентів.

Висновки: комплексне врахування розмірів та форм компонентів сипких середовищ дозволить підібрати решето з раціональними типами та параметрами отворів, що забезпечить підвищення ефективності решетного сепарування.

УДК 663.53

### ***АНАЛІЗ СИСТЕМ ОЧИЩЕННЯ ОТВОРІВ ВІБРАЦІЙНИХ РЕШІТ***

***С. Харченко, д.т.н., професор;***

***Ф. Харченко, к.т.н., доцент;***

***І. Котляревський, аспірант***

*Сумський національний аграрний університет*

Ефективність роботи сепарувальних машин та обладнання визначається технологічними показниками продуктивності та якості роботи, надійністю та безпечністю конструкції, витратами енергії та металу, екологічності тощо. Завданнями сепарування сипких середовищ на решетах є поділ компонентів за їх розмірами. Це обумовлює розповсюдження сепарувальних машин та обладнання в технологічних лініях різних галузей, де розмір частинок середовища визначає якість кінцевого продукту обробки або переробки. Задачами сепараторів є очистка від домішкового компоненту, сортування або калібрування на фракції.

Серед підпроцесів в решетних сепараторах можна відмітити наступні: подача сипкого середовища на робочі органи, сегрегація компонентів середовища на робочій поверхні решета, просіювання компонентів через отвори решета, очищення отворів від застряглих компонентів, вивантаження компонентів. Ефективність підпроцесів обумовлює рівень інтенсифікації технологічних показників продуктивності та якості всієї сепарувальної машини.

Серед способів підвищення ефективності роботи решетних сепарувальних машин слід відмітити удосконалення системи очищення отворів решета. Поширеними на сьогодні є наступні системи очищення: ударна, щіткова та кулькова. Ударна система передбачає створення та передачу на перфоровану поверхню імпульсів, які сприяють вивільненню частинок (компонентів) застряглих в отворах. Негативними моментами роботи даної системи слід відмітити: недостатня ефективність очищення отворів, надійність робочих ударних елементів, пошкодження перфорованого решета, травмування прохідної фракції компоненту середовища, необхідність окремого приводу ударної конструкції, часткові витрати енергії та металу. Серед позитивних слід відмітити наявність додаткових імпульсів в середину сипкого середовища та відповідна активізація сегрегація компонентів. Щіткова система складається з щіток та їх приводу. Негативними сторонами використання щіткової системи є: зміна ефективність очищення, інтенсивний знос щетини, необхідність сервісу та зниження коефіцієнту використання робочого часу, рівень травмування застряглих компонентів середовища, часткові витрати енергії та металу. Позитивними сторонами використання щіток слід відмітити мінімальний вплив на конструкцію перфорованого решета.

Кулькова система очищення складається з пружних елементів (кульок), рефлектора або відбивної решітки. Перевагами даної системи є відсутність приводу; вища ефективність очищення отворів на надійність складових деталей по відношенню до інших систем; низька дія

на перфоровану поверхню; утворення додаткових імпульсів в середину шару сипкого середовища. Динаміка пружних кулькових очисників визначається вібрацією (амплітудою та частотою коливань решета, а утворення кінетичної енергії іде за рахунок імпульсу від елементів дефлектора.

Аналізом встановлено, що значущими факторами процесу очищення отворів є: розміри, вага та матеріал пружних кульок; габаритні розміри та форма комірок рефлектора; форма та розміри стінок рефлектора, тип елементів та параметри їх розташування на дні рефлектора, кінематичні та параметри отворів решета, властивості компонентів сипкого середовища.

Критеріями ефективності кулькової системи очищення можуть бути: технологічні показники решетного сепарування (продуктивність та повнота поділу), надійність пружних кульок, рівень травмування компонентів середовища в процесі вивільнення їх з отворів.

УДК 631/635

### **СУМІСНИЙ ПОСІВ У ПОДВІЙНИЙ РЯДОК ПРОСАПНИХ КОРМОВИХ КУЛЬТУР**

**М. Циганенко, к.т.н., доцент;**

**В. Мельник, д.т.н., професор;**

**М. Артёмов, д.т.н., професор;**

**О. Анікєєв, к.т.н., доцент;**

**О. Ромашенко, доцент;**

**М. Цехмейструк, к.с.-г.н. доцент**

*Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

Просапні культури займають особливе місце в сівозміні та не менш важливе в економічному розвитку сільськогосподарської галузі. Важливим кроком для досягнення біологічної врожайності просапних культур є забезпечення точного розміщення насіння по глибині загортання та на однаковій відстані впродовж рядка. Сучасний ринок сільськогосподарської техніки пропонує ряд машин, здатних виконувати точний посів при різних технологіях обробки ґрунту. Величезним досвідом з виробництва сівалок користуються відомі закордонні фірми: Amazone, Horsh (Німеччина), John Deere, Kinze, Great Plains (США), Kunh, Monosem, (Франція), Maschio Gaspardo (Іспанія), Vaderstad - Verken AB (Швеція), MaterMass (Італія) і ін; серед вітчизняних виробників сівалок точного висіву слід відзначити АТ «Ельворті», ТОВ "Велес-Агро ЛТД". Всі запропоновані машини в деякій мірі мають суттєві відмінності в конструктивних особливостях: по робочій ширині або кількості рядків, наявності загального бункеру для насіння або ємності на кожний висіваючий апарат, використанню електричного або механічного приводу на висіваючі диски і т. ін., але завдання єдине – точний висів. Тому споживачу є над чим задуматися, щоб зупинити свій вибір на тій чи іншій моделі.

При вирощуванні зернових культур науковці уже давно пропонували висівати насіння у хвилястий рядок з метою збільшення площі живлення кожної рослини, що дозволить підвищити врожайність. На сьогоднішній день на полях України впроваджується подібна технологія вирощування просапних культур (кукурудза, соняшник, соя, рапс та сорго) здвоєними рядами (рис.1).

Для рослин, що висіваються за принципом здвоєних рядів, міжряддя залишається незмінним - 70 см. Конструкція таких сівалок розміщує насіння рослин в здвоєному ряду із зміщенням інтервалу насіння в сусідньому ряду на половину інтервалу, тобто в шаховому порядку або в хвилястому рядку. Зміна норми висіву і використання насіння нових гібридів дає можливість використати такий спосіб вирощування.



Рис. 1. Здвоєні рядки кукурудзи та сої висіяні сівалкою точного висіву Vega-8 w Profi за один прохід

Реалізація такого способу сівби можлива в першому варіанті, якщо здвоєні висіваючі апарати розміщені з невеликим зміщенням один відносно другого по довжині; в іншому варіанті висіваючі апарати розміщуються на здвоєній рамі, при цьому деякі на передній частині рами, а деякі на задній частині рами.

Ідея сівби просапних кормових культур здвоєними рядками на протязі декількох років досліджується науковцями з харківського національного

технічного університету сільського господарства (ХНТУСГ) імені Петра Василенка нині (ДБТУ) сумісно з конструкторами АТ «Ельворті» на полях в дослідних господарствах Північного Сходу Національної академії аграрних наук України та в деяких приватних підприємствах, де залишилося тваринництво.

В Україні в різні періоди проводились численні дослідження ефективності сумісних посівів, їх складу. Результати цих досліджень вказували, що особливо ефективними є сумісні посіви зернових з бобовими, які забезпечують корми необхідною кількістю протеїну та білків. По врожайності найбільш бажаними є сумісні посіви кукурудзи та сої. Перевагою сумісних посівів є ефективне використання земельних площ, збагачення ґрунтів азотом, що засвоюються з повітря бактеріями, які розміщуються на коренях бобових рослин. У випадку сумісних посівів кукурудзи та сої взаємний вплив цих культур сприяє підвищенню їх врожайності. Особливо це проявляється при сівбі, коли кукурудза та соя висіваються в здвоєному рядку.

При сумісній роботі колективу кафедри та спеціалістів АТ «Ельворті» в короткі строки був розроблений та виготовлений дослідний зразок сівалки, яка забезпечує всі ті вимоги, які необхідні для здійснення сумісних посівів.

Ця сівалка створена на базі серійної пневматичної 8-рядкової сівалки «Vega-8» і має назву «Vega-8w» Profi. Але значно відрізняється тим, що має оригінальний здвоєний висіваючий апарат, який саме і забезпечує висів двох культур: наприклад, кукурудзи та сої в одному рядку із відстанню між культурами в рядку 47 мм.

Враховуючи новизну конструкції сівалки, науковцями колективу кафедри були проведені детальні дослідження її роботи з метою уточнення технологій сумісних посівів, визначення показників якості сівби, а також виявлення впливу силосної маси з сумісних посівів на продуктивність молочного стада при відгодівлі рогатої худоби.

При дослідженнях роботи сівалки вона агрегувалась більш сприятливо з тракторами «Беларусь» 1221.12 чи 1025.2. Слід зазначити, що передпосівний обробіток ґрунту проводився в обох випадках агрегатом, що складався з тракторів Т-150К та культиваторів КПС-4, які, на жаль, не забезпечували необхідної якості; особливо це стосувалось рівномірності глибини обробітку. Про це свідчили значення мінімальної та максимальної глибини, що склали відповідно 4.0-15.0 см.

Дослідження по якості сівби сівалкою показали, що агрегат забезпечує задовільну якість сівби в діапазоні швидкостей від 4,7 до 12 км/год.

Крім сумісного посіву кукурудзи та сої перспективним є додавання кормового сорго. Слід зазначити, що при дослідженнях в деякі роки спостерігалась значна посуха, і тому в період збирання врожаю стебла кукурудзи та сої були досить сухими, в той час як стебла сорго були зеленими та соковитими, що свідчило про значно більшу посухостійкість сорго в порівнянні з кукурудзою. Як відомо, кінцевим, результуючим показником будь-якої технології або способу вирощування є врожайність тієї культури, що вирощувалась по цій технології. Врожайність сумісних культур, що вирощувались при дослідженнях роботи сівалки «Vega-8w» Profi, завжди впевнено перевищувала врожайність одиночних посівів навіть при несприятливих погодних умовах.

Вивчення ефективності підготовки силосу із сумісних посівів та його вплив на продуктивність молочного стада корів проводилися, але не в суворій послідовності та достатній кількості в умовах нестабільності стану останніх років. З метою отримання перспективного позитивного результату для забезпечення високоякісних продуктів харчування при застосуванні нових технологій землеробства робочий колектив університету у співпраці із сільськогосподарським виробництвом на місцях й надалі подовжить свої практичні дослідження в цьому напрямку.

УДК 33.012.42

### **СУЧАСНА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА ТЕХНІКА - «ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТА» ПРОДУКЦІЯ**

**О. Романашенко, доцент;**

**М. Циганенко, к.т.н., доцент**

*Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

Протягом останніх років у світі все більше набуває популярність «екологічна чиста» продукція. Один зі способів її виробництва – органічне землеробство, яке спрямоване на збереження природи та сприяє відновленню земельних ресурсів, оберігає повітря і воду від забруднення тощо. Тому ми вважаємо доцільним проаналізувати ринок органічних добрив, а також перспективи його розвитку.

Зараз через непомірне здорожчання енергоносіїв та складнощів фінансово-економічних умов функціонування, виробники мінеральних добрив не можуть задовольнити вимоги та потреби внутрішнього ринку через невідповідне зростання їх вартості та дедалі гострішу нестачу в Україні. Одним із рішень цієї проблеми є виробництво різних препаративних форм та модифікацій інноваційних органічних добрив шляхом утилізації відходів тваринництва та птахівництва.

Виробники сільськогосподарської продукції застосовують велику кількість мінеральних добрив, а також хімічних засобів захисту рослин, і обмежують при цьому застосування органічних добрив з прагненням отримати щонайвищі урожаї за мінімальних затрат. Через таке «заощадливе ставлення» спостерігається відповідне порушення балансу співвідношення внесення мінеральних та органічних добрив під всі стратегічні культури [1].

Таблиця 1

Внесення добрив сільськогосподарськими підприємствами

	<b>2015</b>	<b>2017</b>	<b>2019</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
<b>Мінеральні добрива</b>					
Внесення азотних добрив	985,0	1365,3	1601,7	1970,0	1378,4
Внесення фосфорних добрив	223,2	363,4	400,7	501,9	367,9
Внесення калійних добрив	206,8	299,4	335,9	404,7	333,1
Загальний обсяг внесення мінеральних добрив	1415,0	2028,1	2338,3	2876,6	2079,4
<b>Органічні добрива</b>					
Внесення органічних добрив	9662,7	9273,9	11382,5	11962,9	11043,5

За даними ДУ «Інститут охорони ґрунтів України» (табл. 1) переважають в основному внесені добрива азотної групи, що в подальшому призводить до закислення та забур'яненості ґрунтів. Також, аналізуючи показники за 2022 р. у порівнянні до попередніх, одразу видно значне зменшення внеску як мінеральних, так і органічних добрив. Внесення підвищених доз мінеральних добрив разом з хімічними засобами захисту рослин за умов недовнесення органіки спричиняє біотоксикоз, деградацію і, відповідно, дегуміфікацію ґрунтів з погіршенням їх агрономічно-цінних властивостей в цілому.

Разом з втратою родючості ґрунтів (ще однією проблемою сьогодення) погіршується також біологічна якість вирощеної сільськогосподарської продукції. Здорові ґрунти – запорука здорового навколишнього середовища, в т.ч. здоров'я людей і тварин. Нині методи ведення сільського господарства у всьому світі переживають глибоке реформування. Збільшення обсягів використання мінеральних добрив та пестицидів вже не викликає відповідного зростання врожайності. Тому дедалі більшого поширення набувають біологічні фактори підвищення врожайності рослин та збереження родючості ґрунтів у 21-му столітті, оголошеному століттям інноваційних біотехнологій.

Неврегульованість питань організаційно-правового, адміністративного та економічного характеру сприяє подальшій деградації ґрунтів та значному погіршенню їх родючості. Для того щоб змінити такий стан справ, повинна бути відновлена державна програма з надання національного статусу охороні ґрунтів, їх раціонального використання. Доцільно розробити умови гарантованого збалансованого зберігання та відтворення потенціалу родючості ґрунтів нашої держави. Така програма для країни повинна бути орієнтованою на принципово новий тип ощадливого землекористування як запоруки гармонійного відновлення функціонування повноцінного природного потенціалу ґрунту в продуктивному та екологічному співвідношеннях з урахуванням антропогенних навантажень.

В Україні значні обсяги розвитку птахівництва здебільшого зорієнтовані на промислове вирощування бройлерів. Збільшення обсягів виробництва птахівництва передбачає відповідно постійне збільшення відходів утримання, в тому числі – утворення пташиного посліду. Така тенденція пов'язана з відповідним способом утилізації цих відходів шляхом захоронення їх на полігонах під відкритим небом на значних площах, небезпечних для довкілля, що призводить до значних соціально-екологічних та економічних проблем. На основі статистичних даних було виявлено, що наразі виробляється понад 51 млн. т курячого посліду, який можливо перетворити в соціально-економічні, екологічні здобутки шляхом великомасштабного виробництва органічних добрив при структурованому раціональному підході з урахуванням застосування інноваційних технологій утилізації/переробки та в короткостроковій перспективі практично розвинути ринок органічних добрив і майже повністю позбутися використання мінеральних добрив в Україні[2].

Сучасний український ринок органічних добрив характеризується майже повною відсутністю складової імпортозаміщення, а значить відсутністю впливу світової конкуренції з боку закордонних виробників цієї продукції.

На сьогоднішній день Україна відстає від світових темпів утилізації/переробки курячого посліду, проте з огляду на значний обсяг виробництва сировини галузь органічних добрив має надзвичайний потенціал та перспективи.

У світі відповідно до тенденцій та тренду підвищення рівня загальної соціальної екологічності життя, в т.ч. споживання екологічно чистих продуктів харчування органічного походження прогнозовано зростає попит на органічні добрива.

Отже, можна сказати що наразі одним із перспективних шляхів розвитку ринку органічних добрив та вирішення екологічної, біоекономічної та продовольчої безпеки держави – є застосування пташиного посліду та шляхів отримання додаткової вартості від впровадження інноваційних технологій виробництва органічних добрив.

Серед чинників, які перешкоджають повноцінному розвитку вітчизняного ринку



органічних добрив – неврегульована нормативно-законодавча база відтворення родючості й охорони ґрунтів, управління відходами, нестабільна геополітична та фінансово-економічна ситуація в державі та світі.

### **Список використаних джерел**

1. Bereziuk S.V., Zubar I.V. Modern economic and ecological aspects of fertilizer application in the crop production // *Ekonomika APK*. 2019. № 10. P. 34.
2. Червоний Д.В. Перспективи розвитку ринку органічних добрив в Україні. Збірник наукових праць. Випуск 1 (30). 2023. С. 116-128.

УДК 631.331

### ***ВДОСКОНАЛЕННЯ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРУТКОВОГО БАРАБАНА СЕПАРАТОРА ЗЕРНА***

**Д. Петренко<sup>1</sup>**, *к.т.н, доцент;*

**В. Лісовий<sup>2</sup>**, *студент;*

**Ю. Ковальчук<sup>2</sup>**, *к.т.н, доцент*

*1- Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький;*

*2- Уманський національний університет садівництва*

Поділ сипких середовищ на фракції, підвищує товарну цінність, покращує якість продукту та стійкість до впливу різних факторів [1]. Застосовується сепарації в сільськогосподарській, хімічній, харчовій, будівельній, гірничодобувній та інших галузях промисловості [2-4]. Наприклад посівне зерно, його очищення та сортування забезпечує підготовку насіння до посіву та сприяють зростанню врожаю [5, 6].

Отже, відокремлення домішок із зернового матеріалу є основним завданням післязбирального обробітку врожаю і подальша переробки в харчові продукти, насіння або фураж [1-4, 7-12].

Існують різні конструкції та способи очищення зерна [1-4, 7-12]. Однак не всі вони досить ефективні. В даний час найбільш поширені такі способи сортування та очищення [12]: поділ зернового вороху повітряним потоком; поділ зернового вороху на решітних станах за розмірами частинок; розподіл зернового вороху на трієрах по довжині; поділ зернового вороху на підставі різниці у формі та властивостях поверхні частинок; очищення та сортування зернового вороху на підставі різниці за щільністю; методи електричного поділу.

На практиці, крім можливості якісно проводити очищення, сучасні сепаратори повинні мати низку якостей. До машин для очищення зерна пред'являються такі вимоги [12]: Стабільно проводити розподіл зернового вороху за заданими вимогами. Проводити регулювання процесу сепарації, адаптуючись під партії зерна різної якості з різним вмістом домішок. Легкість в управлінні та налаштуванні. Висока якість проведення очищення зернового вороху (відділення 4...5 % смітєвих домішок за прохід). Довговічність. Мінімальний термін окупності. Низькі експлуатаційні витрати, що включають витрати на електроенергію, зарплату працівникам і т.д. Конструкція сепаратора повинна бути ремонтпридатною та безпечною. Мінімальне травмування зерна при очищенні [1-4, 7-12].

В даному різноманітті ми вирішили продовжити роботу над вдосконаленням [8] пристроїв для очищення зерна від домішок, що відрізняються парусністю, у процесі транспортування зерна пневматичними транспортерами.

Недоліком конструкції є те, що засипна щілина повинна встановлюватися в таких сепараторах тиском маси зерна на площу живильного клапана зсередини розвантажувальної ємності та зростання опору сітчастого барабану при збільшенні частоти обертання, що призводить до незадовільної роботи сепаратора.

Високий ефект пневмосепарації може досягаться в тому випадку, якщо в розвантажувальній ємності перебуває певний рівень зерна, чого неможливо досягти застосуванням даної конструкції живильних пристроїв.

Задачею запропонованого вдосконалення є підвищення ефективності процесу сепарації за рахунок покращення умов сепарації, а саме за рахунок усунення вказаних недоліків.

Вирішення поставленої задачі досягається в сепараторі, який має бункер, вентилятор, конічний барабан, механізм його приводу, пневмосепаруючий канал, вивантажувальні канали тим, що конічний барабан має зовнішню поверхню з отворами по колу або утворену спіраллю, фокусує траєкторію зерен, що очищаються в відбивний екран [13].

Суть вдосконалення відцентрово-пневматичного сепаратора із конічним барабаном та відбивним екраном пояснюється (рис. 1), де на (рис. 1, а) зображено поперечний розріз відцентрово-пневматичного сепаратора, траєкторії руху часток, що сепаруються; (рис. 1, б) – конічний барабан, який має зовнішню поверхню утворену спіраллю, боковин із отворами, відбивний екран.

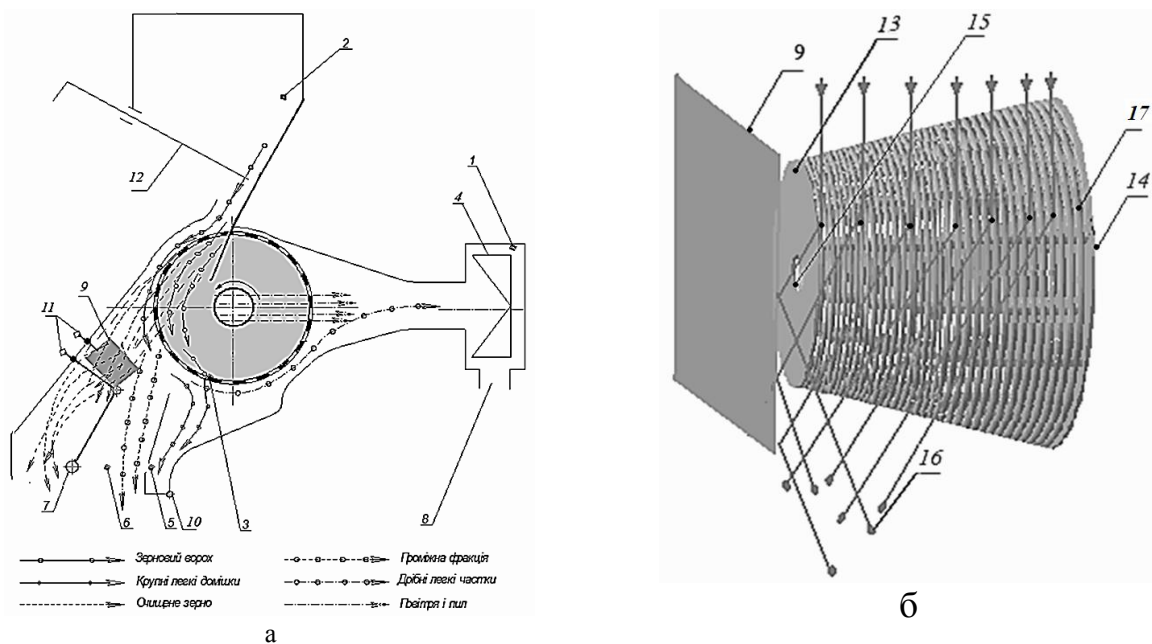


Рис. 1 Відцентрово-пневматичного сепаратора із конічним барабаном та відбивним екраном [13]

Відцентрово-пневматичний сепаратор із конічним барабаном та відбивним екраном (рис. 1, а) складається із корпусу 1, бункера 2, конічного барабану 3, вентилятора 4, вивантажувальний каналів: вивантажувальний зерновий приймальний канал 7, канал крупних легких домішок 5, приймальний канал проміжної фракції 6, викидного колектора 8, відбивного екрану 9, ємність для вивантаження крупних легких домішок 10, важелів регулювання відбивного екрану та вивантажувального каналу 11, засувки живильної щілини 12.

Відцентрово-пневматичний сепаратор із конічним барабаном та відбивним екраном (рис. 1, б) складається із спіралі 17, боковин 13, 14, повітряного отвору 15.

Відцентрово-пневматичний сепаратор із конічним барабаном та відбивним екраном працює таким чином. Зерно завантажується в бункер 2, звідки через засувки живильної щілини 12 подається на конічний барабан 3. При його обертанні зерно за

рахунок механічного удару, та удару об відбивний екран 9, під дією відцентрової сили розділяється на кілька фракцій, який концентрує очищене зерно на вивантажувальний зерновий приймальний канал 7. За рахунок направленою повітряного потоку, більш легкі фракції лушпиння потрапляють у приймальний канал проміжної фракції 6 та канал крупних легких домішок 5. Найбільш легкий матеріал вноситься повітряним потоком до викидного колектора 8, завдяки вентилятору 4. Крупні легкі домішки після їх накопичування у відповідні ємності для вивантаження крупних легких домішок 10 вивантажуються [13].

На (рис. 1, б) показані траєкторії руху зерна 16 відповідно конічного барабану та відбивного екрану 9. Конічна форма барабану на відміну від циліндричного, дозволяє відкидати зерно у бік на відбивний екран, що сприяє додатковому очищенню зерна та більш щільній концентрації його у вивантажувальному зерновому приймальному каналі 7.

### Список використаних джерел

1. Stepanenko, S., Kotov, B., Kuzmych, A., Kalinichenko, R. i Hryshchenko, V. Research of the process of air separation of grain material in a vertical zigzag channel. *Journal of Central European Agriculture*, 24 (1), 2023. 225-235. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/24.1.3732>
3. Kharchenko, S.; Samborski, S.; Kharchenko, F.; Mitura, A.; Pa'snik, J.; Korzec, I. Identification of the Natural Frequencies of Oscillations of Perforated Vibrosurfaces with Holes of Complex Geometry. *Materials* 2023, 16, 5735. <https://doi.org/10.3390/ma16175735>
4. Kharchenko S, Samborski S, Kharchenko F, Pa'snik J. Numerical Study of the Natural Oscillations of Perforated Vibrating Surfaces with Holes of Complex Geometry. *Advances in Science and Technology Research Journal*. 2023;17(6).
5. Харченко С.О., Артьомов М.П., Гаєк Є.А., Бажинова Т.О., Ліньов А.О. Ковалишин С.Й. Ідентифікація енерговитрат зернових пневмосепараторів / Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. -2021. № 23 - С. 234 – 240. URL: [https://repo.btu.kharkov.ua/jspui/bitstream/123456789/1339/1/ZHurnal\\_TSALTK\\_23\\_2021\\_247\\_254.pdf](https://repo.btu.kharkov.ua/jspui/bitstream/123456789/1339/1/ZHurnal_TSALTK_23_2021_247_254.pdf)
6. Харитоновна А.І., Олексієнко В.О., Лісовий І.О. Лінійна модель процесу пророщування зерен ячменю. Праці Таврійський державний агротехнологічний університет. Вип. 16. Т 1. Мелітополь: ТДАТУ, 2016. С. 45-51
7. Бойко А.І., Банний О.О., Лісовий І.О., Попик П.С. Удосконалення конструкції і підвищення технологічної надійності пневмомеханічного висівного апарата з резервним дозатором для точного посіву пророслих культур. Монографія. ТОВ Видавничо-поліграфічний дім «ФОРМАТ», 2016. – 115 с
8. Васильковський, О. М., Лещенко, С. М., Мороз, С. М., Петренко, Д. І., Нестеренко, О. В.. Попередній дослідження струнного решета. In The 14 th International scientific and practical conference “Modern science: innovations and prospects”(October 16-18, 2022) SSPG Publish, Stockholm, Sweden. 2022. 113-118
9. Petrenko D.I., Lisoviy I.O., Raichenko D.P. Justification of the parameters of the centrifugal-pneumatic grain cleaning machine. International scientific conference «Interaction between science and technology in modern conditions»: conference proceedings (November 3–4, 2022. Riga, the Republic of Latvia). Riga, Latvia: “Baltija Publishing”, 2022. С. 109–111. DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-264-7-29>
10. Stepanenko, S., Kotov, B., Spirin, A., Kucheruk, V. Scientific foundations of the movement of components of grain material with an artificially formed distribution of air velocity. *Bulletin of Karaganda University Series "Physics"*. 2022. № 1(105). P. 43-57. URL: <http://dx.doi.org/10.31489/2022PH1/43-57>
11. Kharchenko, S.; Kharchenko, F.; Samborski, S.; Pa'snik, J.; Kovalyshyn, S.; Sirovitskiy, K. Influence of Physical and Constructive Parameters on Durability of Sieves of Grain Cleaning Machines. *Adv. Sci. Technol. Res. J.* 2022, 16, 156–165. . DOI <https://doi.org/10.12913/22998624/156128>
12. Гаєк Є. А. Підвищення ефективності роботи зерноочисної техніки від шкідливого впливу дисперсного пилу. Науковий журнал «Інженерія природокористування». 2020. №. 3 (17). С. 53-57. URL: <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/137>
13. Гаєк, Є. А.; Тарасенко, А. О. Підвищення ефективності роботи повітряно-шнекового сепаратора для очищення зернових сумішей. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Технічний прогрес в АПВ». 2023. С. 133 – 136. URL: [https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/37961/1/MVNPk\\_Tehnichnyj\\_progres\\_v\\_APV\\_2023-133-135.pdf](https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/37961/1/MVNPk_Tehnichnyj_progres_v_APV_2023-133-135.pdf)
14. Заявка № u202300541 Відцентрово-пневматичний сепаратор із конічним барабаном та відбивним екраном. URL: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1723564/>

## **ЕНЕРГЕТИЧНІ ВИТРАТИ НА ТРАНСПОРТІ ТА НАПРЯМИ ЗАОЩАДЖЕННЯ**

**М. Циганенко, доцент;**

**Ю. Ванін, студент;**

**С. Ємельяненко, студент**

*Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

В умовах енергетичної кризи важливого значення на транспорті набуває збереження енергетичних ресурсів. Науковий підхід в цьому напрямку веде до системної реалізації організаційно-економічних та техніко-експлуатаційних заходів. Особливістю сільського господарства є великі обсяги перевезення вантажів, на яких головним чином використовується автомобільний та тракторний транспорт.

Рівень економічності енергоспоживання при виконанні транспортних процесів на перевезенні вантажів автотранспортом доцільно визначати шляхом оцінки енергоемності транспортного процесу - кількість пального, яке витрачається на виконання одиниці транспортної роботи за відомою методикою враховуючи те що виконуючи технологічні перевезення в сільському господарстві коефіцієнт використання пробігу знаходиться в межах 0,5, а коефіцієнт використання вантажопідємності в межах від 0,5 до 1,0.

Енергоемність транспортної роботи залежить, зокрема, від: класу вантажів, вантажопідємності автомобіля, коефіцієнта використання вантажопідємності, коефіцієнта використання пробігу, типу дорожніх умов, типу двигуна (карбюраторного чи дизельного), встановленого на транспортному засобі, узгодження норм витрат пального з технічним станом автотранспортних засобів та умовами їх експлуатації, повніше застосування причепів у складі автомобільних поїздів, удосконалення оперативного планування і управління перевезеннями, удосконалення структури вантажів та вантажопотоків, підвищення рівня кваліфікації водіїв та обслуговуючого автопарку персоналу.

При плануванні транспортного процесу дані показники мають бути в оптимальних межах так як мають прямий вплив на витрати пального. При ефективності перевезення вантажів різними транспортними засобами виникає необхідність вимірювати енерговитрати в умовних одиницях і визначати витрати в умовному паливі використовуючи коефіцієнт переведення дизельного пального та бензину в умовне паливо відповідно 1,45 та 1,49.

При роботі автомобілів на дорогах з вдосконаленим покриттям основна норма знижується до величини контрольної витрати палива.

Основна норма підвищується: при роботі в зимовий час на 5...10%, на дорогах в гірській місцевості (>1500 м над рівнем моря) на 10%, при перевезенні вантажів що вимагають зниженої швидкості (тварини, овочі в ящиках, газ в балонах) на 10%, при роботі як технологічний транспорт до 10%, при русі в кар'єрах, або по полю при збиранні врожаю до 20%.

Матеріали виконаних розрахунків, на наш погляд, дозволяють зробити висновки щодо пріоритетних напрямків енергозаощадження:

- *технічний напрям* (розширення обсягів виробництва та застосування енергоефективних технічних засобів, зокрема, для транспортування вантажів, використання вітро-, гідро- та геліоелектричних установок на підприємствах);
- *організаційно-економічний напрям* (удосконалення матеріального стимулювання енергозаощадження).

**ВПЛИВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ НА РІВЕНЬ СОБІВАРТОСТІ  
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ**

**М. Циганенко, доцент;**

**І. Владіміров, студент;**

**Д. Іванов, студент**

*Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

Багатогранність сільськогосподарського виробництва потребує постійного удосконалення структури транспортного парку та способів організації його використання. Транспортні, навантажувальні, та розвантажувальні машини є невід'ємним елементом технологічного процесу, вони забезпечують зв'язок між окремими ланками аграрного комплексу. Численні транспортні зв'язки обмежують оперативну діяльність автопарку і вимагають більш гнучкої системи планування.

У агропромисловому комплексі основним видом транспорту є автомобільний — на його частку доводиться до 85 % об'єму перевезень вантажів. Участь тракторів в перевезеннях вантажів складає близько 13 %. Значна частка (до 40 %) тракторного транспорту використовується на внутрішньогосподарчих перевезеннях. Переважаюча частина внутрішньогосподарчих транспортних робіт безпосередньо пов'язана з технологічними процесами в рослинництві і тваринництві, причому перевезення здійснюються в більшості випадків по невпорядкованих дорогах, на яких в період осіннього і весняного бездоріжжя не можна використовувати автомобільний транспорт.

Від раціональної організації перевезень, оснащеності сільського господарства сучасними транспортними засобами і їх правильного використання в значній мірі залежать своєчасність виконання сільськогосподарських робіт, їх якість, продуктивність праці і рівень собівартості продукції.

У загальному комплексі сільськогосподарських робіт транспортні і навантажувально-розвантажувальні роботи складають 35—40 % загальних витрат праці на обробіток сільськогосподарських культур і близько 20 % витрат в тваринництві. У собівартості сільськогосподарських продуктів транспортні витрати складають 17—38 %.

Сільське господарство належить до галузей, що мають значну номенклатуру вантажів. Структура вантажів визначає вимоги до складу транспортного парку. Залежно від зональних особливостей і виробничої спеціалізації вона в окремих господарствах може значно розрізнятися, проте для всіх господарств характерна значна частка вантажів, що перевозяться насипом або навалом.

Одним з важливих чинників, що характеризують сільськогосподарські вантажі, є мінливість їх властивостей під впливом вологості, тиску, температури, тривалості зберігання.

Сезонний характер сільськогосподарського виробництва викликає значні коливання об'єму транспортних робіт протягом року, більшою мірою в господарствах зернового напрямку, в меншій — в господарствах м'ясомолочного напрямку. У ряді випадків виникає необхідність в неодноразовому перевезенні одних і тих же вантажів, що повинне враховуватися при плануванні роботи сільськогосподарських транспортних засобів. Ступінь нерівномірності перевезень залежить від напрямку розвитку господарства, природно-кліматичної зони його розташування. Ступінь нерівномірності можна визначити як відношення обсягу перевезень за період, що аналізується до загального обсягу перевезень за рік.

Даний показник в значній мірі теж має вплив на собівартість перевезень і на собівартість перевозимої продукції. Тому в деякій мірі підвищення швидкості та покращення якості доріг дають можливість зменшити витрати і собівартість як один з напрямків заощадження на транспортних операціях.

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ**

**М. Циганенко, доцент;**

**К. Радіонов, студент;**

**В. Бакало, студент**

*Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

Необхідність транспортного забезпечення підприємств є наслідком неможливості здійснення їх виробничо-комерційної діяльності без фізичного переміщення вантажів із одного місця в інше, а при реалізації товару - від підприємства-продавця до підприємства-покупця.

План перевезень вантажів служить основою для раціональної організації транспортного процесу. Це основний документ, формуючий виробничо - фінансову діяльність транспортного підрозділу господарства. Залежно від характеру транспортних робіт і роду вантажів, що перевозяться, в план включають інформацію про способи навантаження і розвантаження на вантажоутворюючих і вантажопоглинаючих об'єктах, відстані, термінах і об'ємах перевезень.

Доцільно виділити чотири напрями удосконалення транспортного забезпечення підприємств АПК.

*Перший напрям* (удосконалення рухомого складу) включає:

- освоєння промисловістю (частково в Україні і частково в інших країнах) необхідних для підприємств АПК транспортних та вантажно-розвантажувальних засобів;
- забезпечення транспортних підприємств та підрозділів транспортними та вантажно-розвантажувальними засобами за різними схемами;
- створення та модернізація ремонтно-обслуговуючої бази для технічного обслуговування, ремонту і зберігання рухомого складу (в транспортних підприємствах та підрозділах, авторемонтних заводах, спеціалізованих станціях технічного обслуговування автомобілів тощо).

*Другий напрям* удосконалення транспортного забезпечення підприємств АПК включає покращення шляхової мережі та її інфраструктури, оптимізацію розміщення вантажоутворюючих та вантажоприймаючих пунктів, їх потужностей тощо.

*Третій напрям* удосконалення транспортного забезпечення підприємств АПК передбачає розширене застосування нових технологій підготовки вантажів до транспортування, забезпечення контейнерами з метою підвищення транспортабельності вантажів.

*Четвертий напрям* включає формування транспортно-логістичних систем аграрних підприємств, удосконалення економічних взаємин між учасниками логістичного процесу тощо.

Варто враховувати, що на відміну від промислового підприємства результати діяльності автотранспортного підприємства значною мірою пов'язані із зовнішніми чинниками (організація вантажно-розвантажувальних робіт, стан шляхів, погоднокліматичні умови, наявність вантажів, їх підготовленість до перевезення, урожайність сільськогосподарських культур тощо), через які можливі зміни у видах і обсягах як перевезень, так і технічного обслуговування та ремонту рухомого складу.

На ефективність виробничо-комерційної діяльності транспортного підприємства впливає так званий фактор місцезнаходження, обумовлений, зокрема, відстанню підприємства від ринків ресурсів та ринків збуту своєї продукції.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ НАВАНТАЖЕНЬ НА ПЛОДООВОЧЕВУ СИРОВИНУ**

**М. Циганенко, доцент;**

**М. Михайліченко, студент**

*Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

Для обґрунтування конструктивних і установочних параметрів засобів механізації сільськогосподарського виробництва (машин для садіння сільськогосподарських культур, сівалок, машин для збирання, комбайнів, навантажувально-розвантажувальних машин й тощо), експлуатаційних навантажень цих машин, умов зберігання і параметрів машин переробної промисловості необхідно знати властивості тих об'єктів, з якими працюють ці машини. Навіть незначне механічне навантаження, яке спочатку не спричинює видимих пошкоджень, пізніше призводить до добре помітних пошкоджень в структурі плодів та коренеплодів.

Фізико-механічні властивості плодів і овочів вивчені поки недостатньо повно, особливо нові сорти. Необхідність більше широкого вивчення фізико-механічних властивостей рослинної сировини вимагає подальшого вдосконалювання методів досліджень. Для багатьох видів сировини можуть виявитися цілком прийнятними добре відпрацьовані методи оцінки пружних і міцностних властивостей конструкційних матеріалів.

Опір статичним стискаючим навантаженням характеризує здатність плодів та овочів витримувати ці навантаження без руйнування (припустимі навантаження). Стискаюче навантаження, при яких у навантаженому зразку стає помітним поява початкових тріщин на шкірочці, прийнято називати травмуючим, або руйнуючим.

Для приведення міцності плодів різних розмірів до єдиного показника руйнівне навантаження іноді відносять до одиниці маси плода (питоме навантаження). Однак цей показник є умовним і він придатний лише для порівняння різних сортів овочів і фруктів або оцінки їхніх технологічних якостей. Прийнятний для оцінки засобів механізації виробництва овочів і фруктів при діючих механічних навантаженнях є показник – контактні напруження стискання. Руйнуючі контактні напруження стискання плодів обумовлені дією руйнуючих навантажень, що відповідають тимчасовому опору або межі міцності матеріалів.

Відомо визначення опору плодів та овочів шляхом стискання плоду між двома плоскими пластинами до появи тріщин. Контактні напруження стискання визначаються в такий спосіб. Плід, який досліджується, наприклад, бульбу розміщують між пластинами так, як вони розташовуються під час завантаження в засіках, при цьому тиск на бульби визначають за товщиною. Випробуванню піддають певну кількість бульб 50-100. Крім зусилля на роздавлювання бульб при стисненні без врахування площі зіткнення їх поверхні та пластин, визначають тимчасову опірність бульботисненню (зусилля на роздавлювання, віднесене до площі поперечного перерізу бульби).

Загальновідомо, що плоди, знаходячись в ємкостях (картопля в бункері картоплезбирального комбайна, яблука в контейнері, томати у ящику і т.д.) зазнають стискання від взаємодії один з одним, тобто з об'єктами, що мають форму, що наближається до сферичної, з опуклими тілами, а не тільки з плоскими стінками ємності.

Отримані результати критичних навантажень дають підставу для розрахунків експлуатаційних навантажень робочими органами сільськогосподарських машин на плодоовочеву сировину.

## **ОЦІНКА ВПЛИВУ ХАРАКТЕРИСТИК ГОЛКИ РОЗПИЛЮВАЧА НА ДОВГОВІЧНІСТЬ ФОРСУНОК ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ**

**С. Маркович, к.т.н., доцент;**

**В. Маркович, студент;**

**Н. Лесь, студент;**

**С. Бжезький, студент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький*

Зростання кількості аграрної техніки з дизельним двигуном призводять до необхідності розробки та застосування науково обґрунтованих методів для забезпечення їх справного технічного стану. При цьому дослідження в галузі технічної експлуатації автотракторних засобів, свідчать про те, що ефективність роботи дизеля значною мірою залежить від стану елементів лінії високого тиску паливної апаратури (ПА), порушення характеристик якої в роботі викликає зниження потужних та економічних показників двигуна [1 - 3].

Згідно літературних джерел визначені вимоги до дизельної ПА: це створення умов для забезпечення однакової роботи циліндрів по куту подачі палива, цикловій подачі та характеристиці впорскування. Їх порушення призводить до підвищеного зношування деталей і вузлів силового агрегату, що стає причиною зростання його експлуатаційних витрат та зниження ресурсу. При цьому частка проблем з ПА складають до 20-30% причин відмов дизельного двигуна, а при експлуатації у важких умовах вона досягає 50% [2-5].

Одним з показників, що відображає роботу ПА дизеля, є параметри переміщення голки форсунки та тиску в лінії високого тиску. Дані параметри визначають величину, тривалість та характер впорскування палива в циліндри двигуна і суттєво змінюються в процесі експлуатації двигуна. За частоти обертання вихідного вала двигуна з механічною системою впорскування 2000 об/хв голка розпилювача піднімається і сідає на своє посадочне місце 17 разів на секунду. При цьому в залежності від умов експлуатації ресурс розпилювачів форсунок паливної апаратури складає 1500-2500 мото-годин, це у декілька разів нижче ресурсу плунжерних пар. Це пояснюється, передусім, зміною початкових властивостей, параметрів форми та геометрії робочих поверхонь в сполученнях направляючої циліндричної та запірної конічної частинах голки та корпусу і залежить як від конструктивно-технологічних особливостей, так і властивостей дизельного палива, [4-7].

Аналіз досліджень параметрів форсунок, що впливають на спрацювання розпилювача та шляхи підвищення ресурсу прецизійних пар з метою поліпшення техніко-економічних показників дизельних двигунів аграрної техніки представляє практичний інтерес та є актуальними.

Мета дослідження: оцінити вплив характеристик голки розпилювача на довговічність форсунок дизельних двигунів з розробкою технологічного методу зміцнення поверхонь.

Під час проведення досліджень використано: форсунки ФД-22 з розпилювачами РД 4x0,32 (30 шт.); паливні насоси УТН-5 (2 шт.); стенд КІ-921М; гальмівний стенд із дизельним двигуном Д-240; прилад КІ-3333; діагностичний прилад ПУФ-3; комплект оснащення КІ-15713 до стенда КІ-921М.

Досліджувались характеристики голки розпилювача: герметичність по замикаючому конусу; рухливість голки; гідросільність розпилювача; якість розпилювання; пропускна здатність розпилювача.

Розібравши розпилювачі з відхиленнями характеристик, проведено метрологічні дослідження поверхонь. Встановлено що поверхні мають різні спрацювання, через відмінності в умовах роботи (рис.1.)



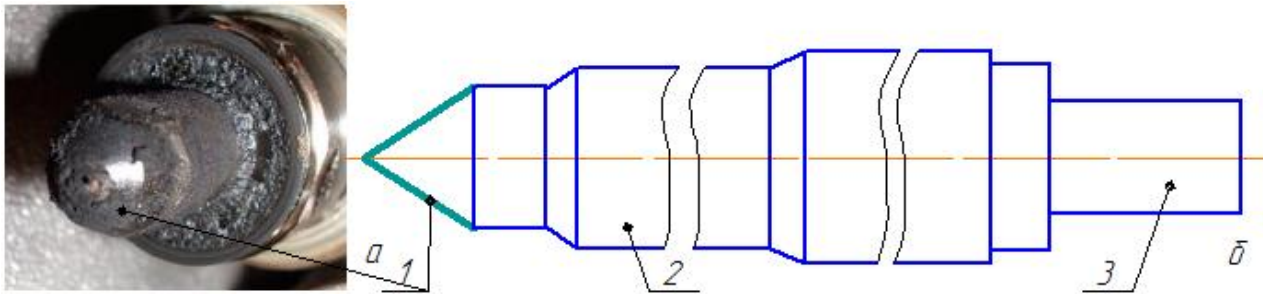


Рис.1. Нагар та зони спрацювання конусу голки а); зони спрацювання б):  
1- конус , 2- направляюча; 3 – верхня прицезійна частина.

Верхня прецизійна частина 1 зношується внаслідок циклічного механічного впливу кілець пружини з одного боку і гідромеханічного впливу палива. Величина зносу , становила в середньому 0,001-0,005 мм, при цьому циліндрична поверхня здебільшого мала конічну увігнуту форму.

У направляючій частині 2 знос виражений найменше, оскільки на цю частину впливає тільки гідромеханічна складова паливного потоку. У нижній частині прямої крім гідромеханічного зношування з'являються напруження, пов'язані з осьовими навантаженнями від механічного впливу і, одночасно, зменшенням зазорів між корпусом і голкою. У результаті порушується щільне прилягання голки, що призводить до підвищеного зносу цієї частини, що спричиняє нечітке відсікання подачі палива, протікання сопла і в подальшому його закоксування.

Зношування сидла голки призводить до зміни положення в отворі корпусу розпилювача та порушення геометричних параметрів виходу палива, що впливає на регульовальні параметри вихідного факела.

У запірному конусі 1 зношування відбувається внаслідок гідромеханічного впливу палива, періодичних кавітаційних впливів і пластичного деформування тіла голки через часті взаємодії з корпусом розпилювача. Основною причиною зносу можна вважати кавітацію. У місцях знаходження ущільнювальних поверхонь розпилювача дизпаливо проходить через простір, що досить сильно звужується, де швидкість ( $v$ ) його течії різко зростає, а тиск ( $p$ ), за законом Бернуллі, падає. Паливна рідина в цих місцях закипає, тобто утворюється дуже велика кількість мікропухирців. Ці мікропухирці в момент припинення потоку рідини захлопуються, тому що тиск ( $p$ ) у розглянутому об'ємі ( $V$ ) різко зростає. У процесі захлопування бульбашки створюють у своїх мікрооб'ємах величезний тиск ( $p$ ) і ті з бульбашок, що опиняються безпосередньо на межі об'єму, поступово руйнують найдрібніші частинки металу. Підсилувачем (каталізатором) цього явища стає наявність у дизпаливі мікрочастинок води. Вода каталізує шкідливий вплив кавітації у зв'язку з тим, що її температура закипання значно нижча, ніж у фракцій дизпалива, і утворення дрібних бульбашок відбувається набагато інтенсивніше. Абсолютно усунути вплив кавітації (див. вище) на руйнування ущільнювальних поверхонь розпилювача майже неможливо. Шкідливі наслідки цього явища можна лише звести до мінімуму використанням добре очищеного дизпалива, застосуванням для виробництва розпилювачів високоякісних і високоміцних матеріалів, а також нанесенням зносостійких покриттів.

Проведені дослідження визначили необхідність поверхневого зміцнення конусу голки розпилювача, що працює в умовах: агресивного середовища (дизельне паливо), підвищених температур (100-280 °С), тертя, високого тиску, ударних навантажень (швидкість відносного переміщення 1,85 м/с і вище), а також розглянутого вище впливу кавітації.

Проаналізувавши існуючі технологічні методи зміцнення деталей ПА прийнято рішення застосувати для зміцнення конуса йонно-плазмове термоциклічне азотування, переваги та недоліки якого детально розглянуто в літературних джерелах [8,9].

Зміцнення проводили процесу йонно-плазмовим термоциклічним азотуванням на

установці «ВПА-1», в інституті проблем міцності ім. Г.С. Писаренка під керівництвом к.т.н. А.В. Рутковського. Формування функціональних покриттів виконували з режимами обробки: температура нагріву знаходилась в межах від 500 до 680<sup>0</sup>С; напруження тліючого розряду – 400...600 В; робочий тиск – 0,6-1,8 Торр; відношення газів в камері: аргон – 60%, азот – 40%; тривалість обробки – 1...50 год.

Мікроструктура поверхні конуса розпилювача нового а) та азотованого б) відображено на рис 2.

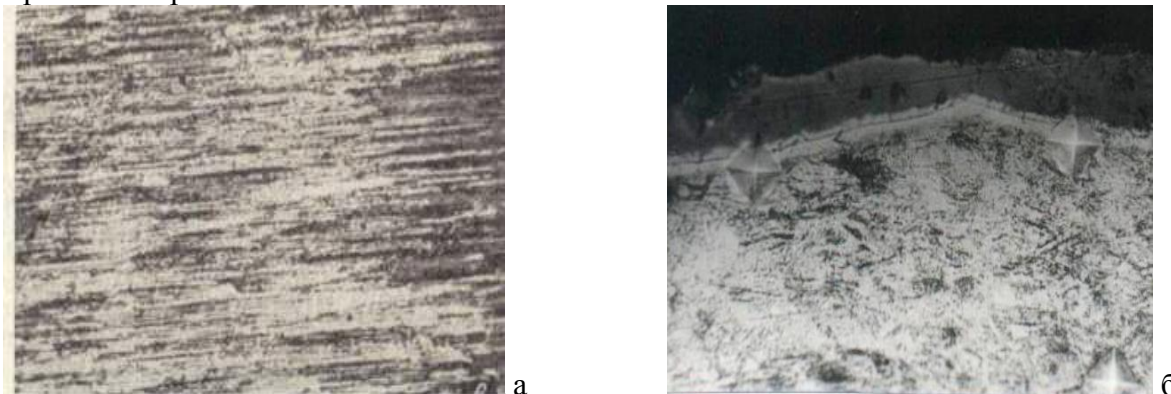


Рис. 2. Мікроструктура поверхні конуса розпилювача (збільшення x 800): а- нового; б- азотованого; режими обробки: тиск Р =0,6 Торр, температура - Т =450 ЧС, час азотування 6 год.

Проведені дослідження мікротвердості поверхні в залежності від відстані від поверхні (рис. 3) та порівняльної зносостійкості запірного конуса нової і зміцненої деталі в умовах випробувань закріпленим та незакріпленим абразивом згідно традиційних методик (рис.4).

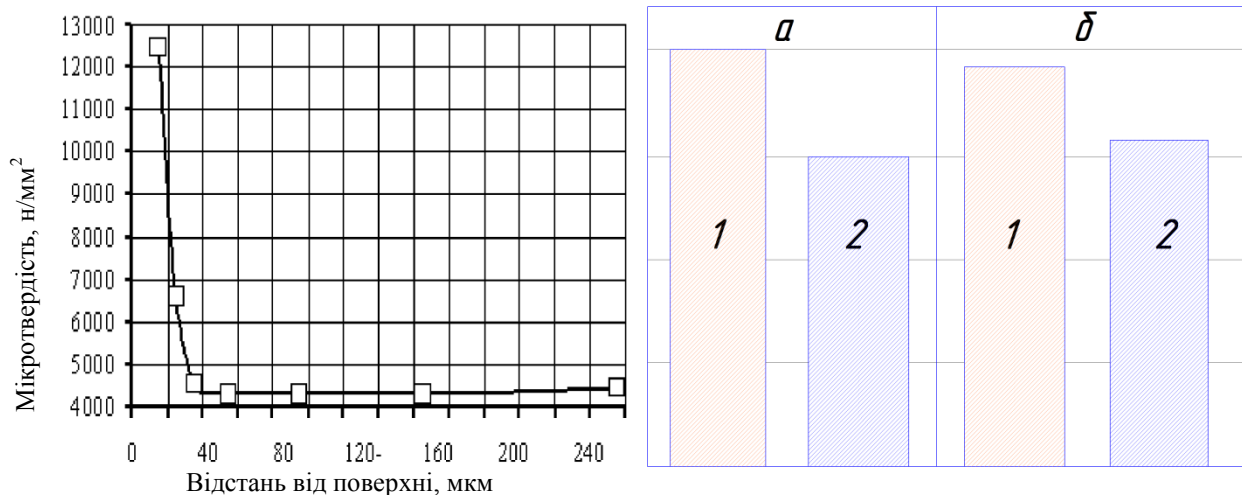


Рис. 3. Розподіл мікротвердості по глибині азотованого шару

Рис. 4. Порівняльний знос конусів в умовах випробувань закріпленим а) та незакріпленим абразивом б); 1 – новий ;2 - зміцнений

Експлуатаційні випробування проведені в в КАТП «Агробудавтосервіс» та ряді агропідприємств області показали підвищення ресурсу зміцнених голок розпилювачів, встановлених попарно з новими на більше 20%, що разом з можливістю зміцнення крупних партій деталей завдяки конструкції камери, надає можливість для промислового застосування даної технології.

#### Висновки.

1. Основний знос голок розпилювачів забезпечує кавітаційний, абразивний та гідромеханічний вплив.

2. Застосування методу йонно-плазмового термоциклічного азотування дозволяє формувати поверхневий нітридний шар зі специфічними фізико-механічними і експлуатаційними властивостями без мікротріщин, забезпечуючи підвищення зносостійкості

більше 20%.

3. Підвищена зносостійкість зміцнених шарів в умовах абразивного зношування свідчить про перспективність застосування методу йонно-плазмового термоциклічного азотування для поверхневого зміцнення деталей машин і механізмів, з метою підвищення їх триботехнічних характеристик в різних абразивних середовищах.

### Список використаних джерел

1. Форнальчик Є.Ю., Оліскєвнч М.С., Мاستикаш ОЛ., Пельо Р.А. Технічна експлуатація та надійність автомобілів: Навчальний посібник. – Львів: Афіша, 2004.-492 с.
2. Маркович С. І. Експлуатація та ремонт двигунів внутрішнього згоряння : навч. посіб. / С. І. Маркович, О. В. Бєвз ; Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. - Кропивницький : ЦНТУ, 2022. - 334 с.
3. Канарчук В.Є., Лудченко О.А., Чигиринець А.Д. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів: Підручник. – К.: Вища шк., 1994. – (У 3-х кн.): Кн. 1: Теоретичні основи: Технологія. – 342 с; Кн. 2: Організація, планування і управління. – 383 с; Кн. 3: Ремонт автотранспортних засобів. – 599 с.
4. Marusin V.B. Development of a mathematical model for the design and calculation of the indicators of a diesel engine fuel system / I.K. Danilov, A.V. Marusin, I.M. Popova, A.V. Marusin// Proceedings of the XII International Academic Congress "Science, Education and Technology in the Modern World" (United States, Cambridge, Massachusetts, 18 - 20 April 2015). Volume III. "Harvard University Press", 2015. - p.95-101. ISBN: 978-0-865-83925-7
5. Маркович В.С. Стабілізація показників роботи дизеля в процесі експлуатації шляхом визначення раціональних значень регулювань паливної апаратури / В.С. Маркович, О.В. Бєвз. // Збірник тез доповідей здобувачів вищої освіти LVII науково-технічної конференції, LIV науково-технічної конференції викладачів, аспірантів та співробітників «Наука в ЦНТУ: основні досягнення та перспективи розвитку» за підсумками проведення «Дня науки – 2023» 20 квітня 2023 року. Кропивницький: ЦНТУ, 2023. – 238 с.
6. Погорелов В.О. Дослідження технічного стану плунжерних пар паливних насосів високого тиску / Погорелов В.О. // Матеріали науково-практичної конференції. ДДАЕУ. Дніпро. 2021 – 32 – 34 с.
7. Анісімов В. Ф. Шляхи і методи підвищення довговічності і надійності роботи паливної апаратури автотракторних двигунів / Анісімов В. Ф., Музичук В. І., П'ясецький А. А., Рябошапка В. Б. – Вінниця: ВНАУ, 2012. - 142 с.
8. Ляшенко Б.А., Рутковский А.В. О достоинствах технологии вакуумного. Оборудование и инструмент. 2005. №12. С. 45-47.
9. Ляшенко Б.А.. Розробка технологічного процесу вакуумного азотування поршнів двигунів в пульсуючому пучку плазми [Текст] / Ляшенко Б.А., С.І. Маркович, Михайлюта С.С. // Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Вип. 47, ч. 1. – Кропивницький: ЦНТУ, 2017. – С. 158-166.

УДК 631.356.2.06 : 635.21 (081)

### **РОЗРОБКА КОНСТРУКТИВНОЇ СХЕМИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ОЧИЩЕННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ МОРКВИ ВІД ДОМІШОК**

**В. Булгаков<sup>1</sup>**, *д.т.н., академік НААН;*

**З. Ружилю<sup>1</sup>**, *к.т.н., доцент;*

**В. Яременко<sup>1</sup>;**

**О. Мацуєв<sup>2</sup>**

*1- Національний університет біоресурсів і природокористування України;*

*2- Інститут механіки та автоматичного агропромислового виробництва НААН України*

Роздільний спосіб збирання коренеплодів моркви викликає необхідність очищення викопаного з ґрунту вороху моркви від домішок. Для цього можуть бути використаними різні типи очисників. Найбільш підходить для цього конструкція розробленого нами спірального сепаратора моркви.

Дослідження якості виконання технологічного процесу очистки моркви від домішок можна здійснити експериментально. Для розробленого нового спірального сепаратора була

спроєтована та виготовлена експериментальна установка. Її конструктивна схема представлена на рис. 1.

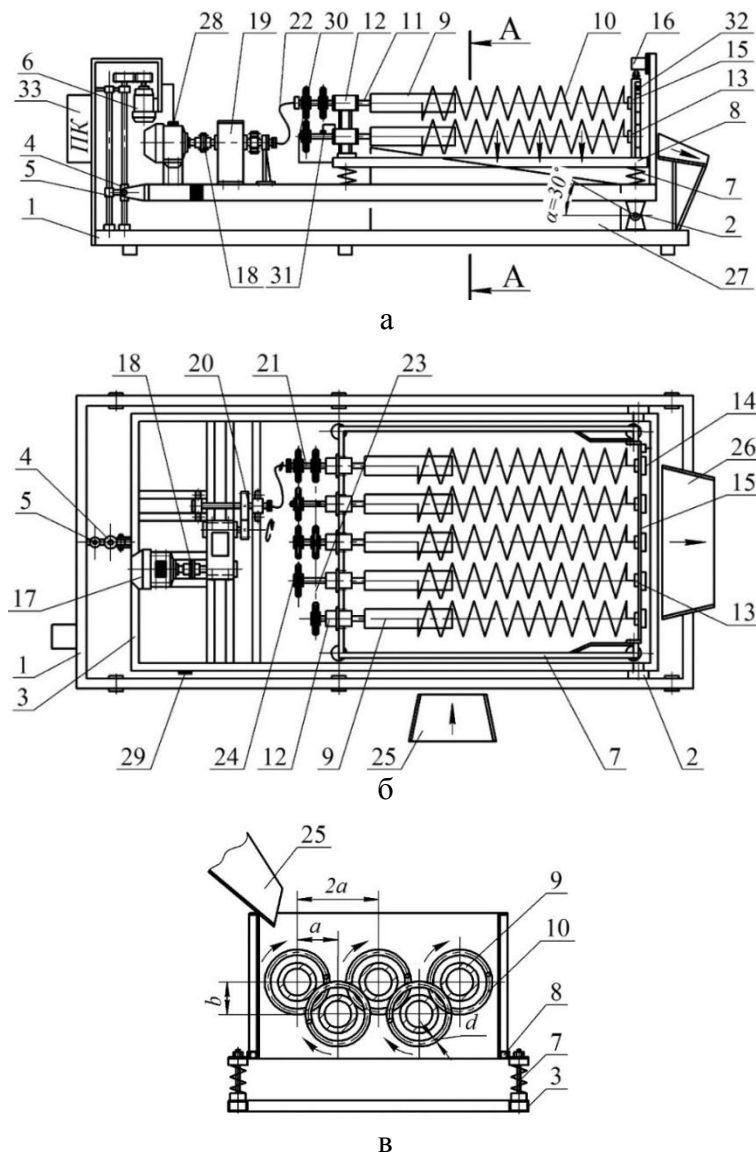


Рис. 1. Конструктивна схема експериментальної установки для дослідження очищення коренеплодів моркви від домішок:

а – вигляд збоку, б – вигляд зверху; в – переріз А-А на вигляді а:

1 – основна рама; 2 – шарнір; 3 – середня рама; 4 – гвинтова пара; 5 – напрямна; 6 – привід; 7 – пружні опори; 8 – рама; 9 – спіральний барабан; 10 – очисні спіралі; 11 – вал; 12 – корпус підшипника; 13 – кронштейн; 14 – підшипник ковзання; 15 – рухома підставка; 16 – вібратор; 17 – електродвигун; 18 – муфта; 19 – варіатор; 20 – циліндрична шестерня; 21 – ведучий вал; 22 – гнучкий вал; 23, 24 – ланцюгова передача; 25 – завантажувач-напрячник; 26 – вивантажувальний лоток; 27 – лоток для збору ґрунтових домішок; 28–32 – датчики; 33 – пульт керування.

Лабораторна установка складається із основної рами 1, на якій рухомо, за допомогою шарніра 2, закріплено середню раму 3. Шарнір 2 встановлено у передній частині рами 3, а задня частина рами рухомо пов'язана із механізмом підйому, який складається із гвинтової пари 4, напрямної 5 та приводу 6. На рамі 3, рухомо, за допомогою пружних опор 7, встановлено раму 8, на якій розміщено робочі органи – спіральні сепаратори. Кожен спіральний сепаратор складається із барабана 9 та закріпленої на ньому циліндричної пружини 10. Сам барабан 9 консольно закріплений на валу 11, який встановлено у корпусі підшипників 12. Другий кінець сепаратора за допомогою кронштейна 13 спирається на підшипник ковзання 14, корпус якого встановлено на рухомій стінці 15. У нижній частині

стінка спирається на пружні елементи (не показано), а у верхній частині вона з'єднана із вібратором 16.

На рис. 2 дано загальний вигляд експериментальної установки.

Пружина 10 має можливість переміщуватися вздовж осі барабана 9, забезпечуючи цим зміну довжини робочої поверхні пристрою. Сепаратори, що утворюють робочу поверхню очисника, розміщені у два ряди і таким чином, що витки пружин 10 нижнього ряду знаходяться між витками аналогічних пружин верхнього ряду. При цьому, міжосьова відстань «а» залишається постійною, а відстань «б» може змінюватися у межах величини  $\Delta$ , яка дорівнює діаметру  $d$  витка пружини (рис. 1 в). Пристрій має завантажувальний лоток 25, який являє собою орієнтатор тіл моркви і розвантажувальний 26 лоток. У нижній частині пристрою, під робочою поверхнею, встановлено лоток 27 для збирання ґрунтових домішок. З метою контролю параметрів процесу сепарації на основних вузлах пристрою встановлено ряд датчиків: 28-32. Реалізація процесу очищення здійснюється за допомогою пульта керування 33.

Лабораторна установка для дослідження очистки коренеплодів моркви від домішок працює наступним чином. На завантажувальний лоток 25, який являє собою орієнтатор коренеплодів моркви, спрямовує тіла моркви у зорієнтованому вигляді на очисну поверхню, що утворена спіральними барабанами 9. При цьому тіла моркви розташовуються на очисній поверхні у повздовжньому напрямку. Очисна робоча поверхня фактично утворена привідними циліндричними пружинами 10, закріпленими на барабанах 9.

Швидкість обертання привідних спіральних барабанів 9 регулюється у межах 155...310 об·хв<sup>-1</sup>. Розміщення тіл коренеплодів моркви на очисній поверхні у два ряди забезпечує процес руйнування пласта та відокремлення від коренеплодів моркви вільного та налиплого ґрунту. Тіла моркви витками циліндричних пружин 10 рухаються у очисних руслах і спрямовуються до вивантажувального лотка 26, а відокремлені ґрунтові домішки падають до лотка 27.



а)



б)

Рис.2. Загальний вид експериментальної установки для дослідження очищення коренеплодів моркви від домішок:

а – вигляд зі сторони приводу; б – вигляд з боку завантажувача-напрямника коренеплодів

Конструкція установки передбачає реалізацію ряду факторів, які активно впливають на процес сепарації домішок: коливання спіральних барабанів 9 у вертикальній площині; зміна нахилу робочої очисної поверхні усього сепаратора, зміна довжини робочої очисної поверхні.

У конструкції лабораторної установки передбачено встановлення ряду датчиків, що дозволяють контролювати основні параметри процесу сепарації: датчик 28 – величину потужності, 29 – датчик кута нахилу робочої поверхні до горизонту; 30 і 31 – датчики швидкості обертання відповідно ведучого та веденого валів сепараторів; датчик 32 – частоти й амплітуди коливань очисної робочої поверхні.

Проведеними попередніми розрахунками встановлено, що максимально допустима швидкість руху коренеплодів моркви по робочій поверхні повинна не перевищувати 2,0 м·с<sup>-1</sup>. Тоді потужність на привод установки буде знаходитись у межах 1,1...1,3 кВт.

Подальшим етапом дослідження є безпосереднє проведення експериментальних дослідів очищення коренеплодів моркви від домішок, для чого необхідно побудувати модель багатфакторного експерименту.

## **НОВІ ПІДХОДИ ДО УДОСКОНАЛЕННЯ МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ**

**В. Адамчук, д.т.н, професор, академік НААН;**

**М. Міньков, аспірант**

*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН України*

Застосування мінеральних добрив є однією з вагомих складових підвищення врожайності сільськогосподарських культур. При цьому суттєвий вплив на урожайність мають не тільки види добрив, які застосовують, та величина дози їх внесення, але і важливе значення має забезпечення дози внесення з її відхилення, яке за агрономічними вимогами не повинно перевищувати 10% від заданої.

В сучасних технологіях вирощування польових культур для їх підживлення, основного внесення мінеральних добрив відносно невеликими дозами, а також в умовах невеликих обсягів землекористування широко застосовуються машини начіпного типу, в яких, як правило, для дозування добрив з бункера на розсівні робочі органи використовують туковисівні апарати гравітаційного типу. Застосування зазначених апаратів обумовлено тим, що вони мають відносно просту форму конструктивного виконання, дешеві та зручні у виготовленні.

Однак гравітаційні туковисівні апарати мають суттєвий недолік, який полягає в тому, що за їх застосування має місце зміни дози внесення добрив в процесі руху агрегата вздовж гонів. Причиною цього є те, що гравітаційні туковисівні апарати подають добрива з бункера з постійною подачею, тобто однакову кількість за одиницю часу. В той же час агрегат рухається вздовж гонів зі змінною робочою швидкістю, на значення якої впливає рельєф поля, буксування приводних коліс трактора тощо. Тому виникає протиріччя, яке полягає в тому, що робоча швидкість агрегата змінна, а подача добрив з бункера на розсівні робочі органи постійна в часі. За таких умов рослини на різних ділянках поля мають різне забезпечення поживними речовинами, що призводить до неодночасного їх дозрівання та зниження урожайності.

Окрім того, гравітаційні туковисівні апарати мають низьку технологічну надійність роботи у зв'язку з куполоутворенням і зависанням добрив над зазначеними апаратами. За внесення добрив малими дозами їм притаманне забивання висівного отвору грудочками добрив. Намагання усунути ці недоліки шляхом застосування ворушилок призводили до руйнування гранул добрив, в результаті чого зменшується робоча ширина захвату машини і погіршується якість внесення добрив.

Спроба багатьох фірм виробників машин для внесення добрив перейти на застосування туковисівних апаратів з примусовою подачею добрив, наприклад стрічкових, скребкових, катушкових тощо не дало бажаного результату. Причиною стало суттєве ускладнення механізму привода зазначеного апарата, який мав різні форми конструктивного виконання. Наприклад, його виконували у вигляді механічної передачі від одного із коліс трактора або машину обладнували спеціальним колесом, яке через механічну передачу було з'єднане з туковисівним апаратом тощо. Всі наведені форми конструктивного виконання туковисівних апаратів та їх приводів суттєво ускладнювали конструкцію машин і тому вони не знайшли широкого практичного використання. В зв'язку з наведеним сучасні машини для внесення мінеральних добрив начіпного типу продовжують обладнувати гравітаційними туковисівними апаратами, що призводить до недобору врожаю сільськогосподарських культур.

В зв'язку з цим забезпечення стабільної дози внесення добрив в умовах зміни робочої швидкості агрегата є питанням актуальним, вирішення якого потребує

проведення спеціальних досліджень з метою обґрунтування раціональних значень параметрів та режимів роботи туковисівного апарата та його привода.

Враховуючи сучасний рівень розвитку автоматизації, електроприводів, програмного забезпечення та відповідної елементної бази можна прогнозувати, що названу науково-технічну задачу можна вирішити шляхом установа на машині для внесення мінеральних добрив туковисівних апаратів, які будуть забезпечувати примусову подачу добрив з бункера на розсівні робочі органи. При цьому туковисівний апарат буде обладнаний електроприводом, який через контролер автоматичного керування з'єднаний з електричною системою трактора. Контролер автоматичного керування має електричне з'єднання з датчиком робочої швидкості агрегата, який встановлений на веденому колесі трактора, та датчиком частоти обертання вала електропривода туковисівного апарата.

Перед початком роботи агрегата необхідно буде з використанням контролера автоматичного керування встановлюється задану дозу внесення мінеральних добрив, тобто певне передаточне співвідношення між частотою обертання веденого колеса трактора і частотою обертання вала електропривода туковисівного апарата.

В процесі роботи агрегата за зміни його робочої швидкості буде пропорційно змінюватись частота обертання веденого колеса трактора, в результаті чого від датчика робочої швидкості агрегата буде поступати відповідний сигнал на контролер автоматичного керування, який завдяки відповідному програмному забезпеченню змінить частота обертання вала електропривода туковисівного апарата. Аналогічно буде контролюватись частота обертання вала електропривода туковисівного апарата.

УДК 621.879

### ***СУЧАСНІ МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ДЕТАЛЕЙ ТРИБОТЕХНІЧНИХ СПРЯЖЕНЬ СТРИЛИ ЕКСКАВАТОРА***

**К. Борак<sup>1</sup>**, *д.т.н., доцент;*

**С. Сидорчук-Шмідт<sup>2</sup>**, *аспірант*

*1- Житомирський агротехнічний фаховий коледж;*

*2- Поліський національний університет*

Підвищення зносостійкості деталей триботехнічних спряжень – одне із основних завдань сучасного машинобудування та підприємств з їх експлуатації. Актуальність цієї проблеми зумовлена не тільки необхідністю скорочення витрат матеріалів, але й зменшенням затрат на технічне обслуговування і скорочення простоїв техніки внаслідок необхідності заміни зношених деталей.

При експлуатації екскаваторів одним з найбільш ненадійних вузлів є триботехнічні спряження стріли екскаватора (рис. 1, а). При функціонування даної трибосистеми відбувається інтенсивний знос її елементів, в результаті чого вони потребують регулярної заміни (рис. 1, б), що призводить до простою техніки та зростанню затрат на її обслуговування.

Як відомо з багатьох робіт, підвищити зносостійкість деталей машин можна трьома методами: технологічним, конструкційним та експлуатаційним. В праці Н. К. Мишкіна [1] наголошено, що здобуті за 50 років знання в галузі трибології реалізуються в промисловості в такому співвідношенні 80% конструювання та 20 % експлуатація. Автор роботи посилається на доповідь П. Джоста на конференції в Лондоні 2016 року, де під конструюванням розуміють використання конструкційних і технологічних методів підвищення зносостійкості.



а



б

Рис. 1. Триботехнічне спряження стріли екскаватора (а) та елемент трибоспряження (б)

Незважаючи на велику кількість праць у цьому напрямку, багато питань залишаються не розкритими. Насамперед це пов'язано з розв'язанням проблеми підвищення довговічності та зносостійкості конкретним методом без урахування всіх наявних методів. На нашу думку такий, спосіб вирішення проблеми неприпустимий, оскільки суттєво підвищити зносостійкість елементів трибосистеми можна завдяки впровадженню комплексного підходу з використанням конструктивних, технологічних та експлуатаційних методів.

УДК 621.879

### ***ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ЕКСКАВАТОРА***

**К. Борак<sup>1</sup>**, *д.т.н., доцент;*  
**О. Умінський**, *аспірант*

*1- Житомирський агротехнічний фаховий коледж;*

*2- Поліський національний університет*

В результаті абразивного зношування деталей та робочих органів машин погіршується якість виконання технологічних операцій, зростає собівартість виконання робіт, зменшується продуктивність машин, збільшуються терміни проведення робіт та простою техніки. На теперішній час відсутній єдиний підхід в розумінні природи і механізму абразивного зношування, що унеможливує розробку єдиного підходу до вирішення проблеми підвищення зносостійкості робочих органів, які піддаються абразивному зношуванню.

Найінтенсивніше процес абразивного зношування протікає на поверхнях робочих органів, які безпосередньо взаємодіють з агресивним абразивним середовищем. Саме тому важливе значення має вирішення науково-прикладної задачі з підвищення зносостійкості зубів екскаватора. Вирішення вище зазначеної науково-прикладної задачі можливе за рахунок використання усього спектру існуючих методів підвищення зносостійкості деталей та робочих органів машин.

Незважаючи на великий вплив зношування і затуплення зубів ковшів екскаватора на продуктивність екскаватора, даному питанню не приділялася достатня увага. В більшості



випадків відновлення зубів ковша відбувається тільки після поломки, втрати або коли величина зносу настільки велика, що неможливо виконувати технологічну операцію.

Інтенсивність абразивного зношування зубів ковша екскаваторів в першу чергу залежить від наступних факторів:

- властивості абразивного середовища, з яким взаємодіє поверхня зубів (ступінь закріплення абразивних частинок, твердість абразивних частинок, геометрична форма абразивних частинок, розмір абразивних частинок тощо);
- триботехнічні характеристики поверхневого шару металу з яким взаємодіє абразивне середовище (твердість, в'язкість, структура, хімічний склад тощо);
- умови експлуатації (температура, особливості взаємодії поверхні зубів з абразивним середовищем, навантаження на зуб тощо).

Підвищення зносостійкості зубів ковша екскаваторів можливо досягти використовуючи існуючі три групи методів: експлуатаційні, конструктивні і технологічні. На конструктивні і технологічні методи підвищення зносостійкості робочих органів, які піддаються абразивному зношуванню, припадає більше 95% всіх методів, які впроваджені у виробництво.

Зуби ковшів екскаватора в більшості випадків вибраковують не в результаті повного зношування, а в результаті зміни геометричних параметрів зубів – затупленню ріжучої кромки. Нехтування заходами по підтримці ріжучої частини зубів в оптимальному стані призводить до зменшенню продуктивності машини і питомої витрати пального. Процес зміни форми зубів ковша екскаватора в процесі експлуатації залежить від багатьох факторів, насамперед це властивості абразивного середовища.

При пошуку оптимальних рішень з підвищення зносостійкості зубів ковша слід враховувати необхідність підтримки оптимальної форми в процесі експлуатації. Досягнути цього можливо при повному розумінню всіх процесів на поверхні тертя та встановлення закономірностей абразивного зношування з урахуванням умов та режимів експлуатації.

УДК 631.1: 338.43

## **СТАН СИСТЕМИ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА В УКРАЇНІ**

**О. Савчук, аспірант;**

**Р. Кудринський, к.т.н., старший науковий співробітник**

*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН України*

Система зберігання зерна в Україні має значний вплив на аграрний сектор країни, оскільки Україна є одним з провідних виробників та експортерів зернових культур у світі. Основними видами зернових культур, які виробляються в Україні, є пшениця, ячмінь, кукурудза і інші. Основні виклики, пов'язані з зберіганням зерна в Україні, включають:

1. Недостатня інфраструктура: більшість зерносховищ в Україні залишаються застарілими та потребують модернізації. Це створює проблеми зі збереженням якості зерна і його втратами.

2. Втрати під час зберігання: недоцільне зберігання може призвести до втрати ваги та якості зерна через різні фактори, такі як гризуни, гниль, грибки та інші шкідники.

3. Зовнішні впливи: погодні умови, такі як екстремальні температури та вологість, можуть вплинути на збереження зерна.

4. Регулювання та стандарти: Україна має визначені стандарти та правила для зберігання зернових культур, але їх дотримання може бути нерівномірним.

Зусилля влади та агропромислових груп націлені на вдосконалення інфраструктури для зберігання зерна, вдосконалення стандартів та надання підтримки фермерам для покращення умов зберігання. Створення сучасних умов для зберігання зерна є важливою складовою стратегії розвитку аграрного сектору України та забезпечення продовольчої безпеки.

У зв'язку зі збільшенням обсягів вирощування зернових культур в Україні, сучасні технології зберігання зерна стають все важливішими для забезпечення ефективності та якості продукції. Україна є однією з провідних країн у виробництві та експорті зернових, тому ефективне зберігання є ключовим фактором для забезпечення якості продукції та її конкурентоспроможності на світовому ринку (рис. 1).

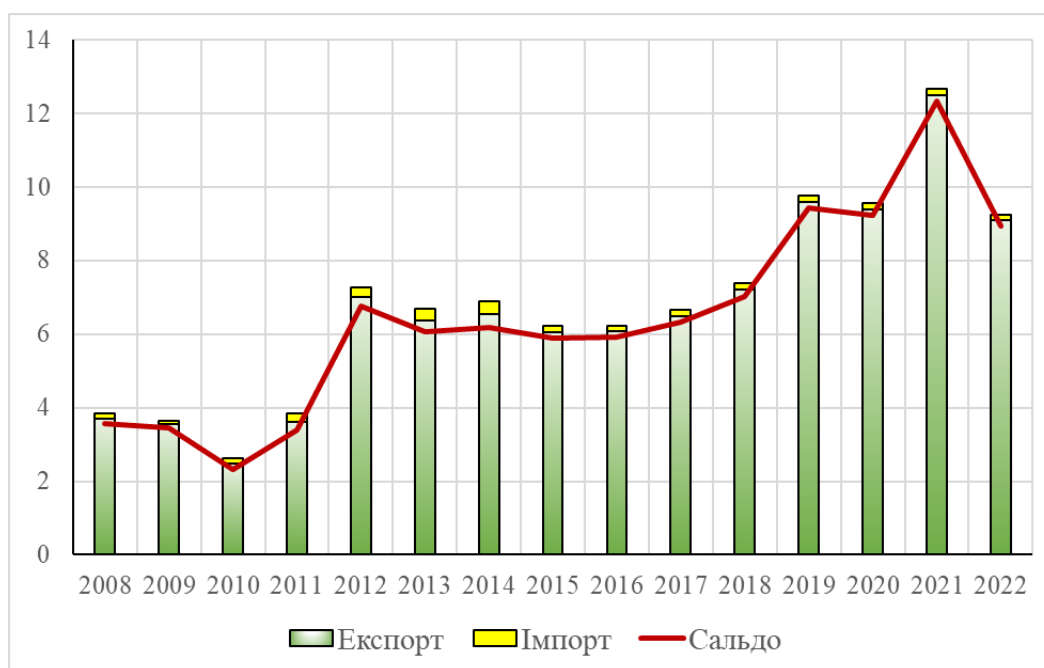


Рис. 1. Динаміка експорту та імпорту зернових в Україні, млрд дол. США [1]

Проте, стримуючими факторами для зернового експорту в довоєнний час була вітчизняна транспортно-логістична інфраструктура, яка працює з низькою ефективністю доробки та перевезення зерна. Зокрема витрати на логістику зерна від виробника в Україні станом на 2020 рік до портів на Чорному морі приблизно на 40% вищі, ніж вартість схожих витрат у Франції чи Німеччині, та на 30%, ніж у США [2].

Тому протиріччя між темпами розвитку зернового господарства і транспортно-логістичної інфраструктури стає нагальною проблемою та потребує вирішення на державному рівні через вдосконалення механізму регулювання ринку зерна. До того ж розвиток зернової логістичної інфраструктури забезпечує створення робочих місць, доданої вартості продукції, що сприяє збільшенню надходжень до державного та місцевих бюджетів.

Отже, реформа державного регулювання має бути комплексною і спрямованою на максимально можливе усунення перешкод для компаній, які працюють на ринку аграрної логістики та мають бажання інвестувати в оновлення інфраструктури.

### Список використаних джерел

1. «Зовнішня торгівля України» / Державна служба статистики України : веб-сайт. URL: [https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/2022/zb/08/zb\\_zt\\_ukr\\_2021.pdf](https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2022/zb/08/zb_zt_ukr_2021.pdf) (дата звернення: 13.09.2023).
2. Семенда Д. К., Семенда О. Вс., Семенда О. В. Маркетингові дослідження кон'юнктури ринку зерна. Агросвіт, 2021. № 1–2. С. 56–64.

## ТЯГОВО-ЕНЕРГЕТИЧНА КОНЦЕПЦІЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИННО-ТРАКТОРНИХ АГРЕГАТІВ

**В. Третяк**, к.т.н., доцент

*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН України*

Перший радянський трактор випускався з 1923 року на заводі «Красный Прогресс» у місті [Великий Токмак Запорізької області](#). Цей трактор мав триколісну схему з 1 ведучим колесом. Наступні трактори ХТЗ масового виробництва мали ходову систему типу 4К2а. На теперішній час сільськогосподарські трактори з такою схемою майже не мають попиту. Переважно поширені схеми 4К4а та 4К4б. Для реалізації великої тягової потужності, при збереженні екологічних обмежень з ущільнення ходовими системами на ґрунт, впроваджують здвоєння коліс – тоді одержуємо схему 8К8б.

Суттєве підвищення надійності ДВЗ дозволяє використовувати їх з великими періодами технічного обслуговування та регулювання. Автоматичні системи керування забезпечують їх роботу без безпосереднього контролю з боку оператора. Це дозволяє розміщати ДВЗ в зручних місцях МТА біля основного споживання енергії.

На підставі статистичних досліджень характеристик понад 700 моделей тракторів побудовано залежність їхньої вартості у Німеччині [1] від потужності двигунів та залежність вартості дизельних двигунів, які показано на рисунку 1.

Ці залежності записуються виразами

$$y = 1082,5x - 11148, \quad (1)$$

$$y = 50,047x + 781,55. \quad (2)$$

У нашому випадку зростання вартості тракторів до вартості двигунів збільшується майже в 22 рази. Це пояснюється збільшенням вартості не тільки двигунів, а й трансмісії для передачі великих потужностей, ходових систем, допоміжних механізмів та обладнання для задоволення умов праці людини.

Таким чином, замість дорогого трактора з великою потужністю для забезпечення роботи МТА доцільно впроваджувати більш економічну схему мультиенергетичних сільськогосподарських машинно-тракторних агрегатів.

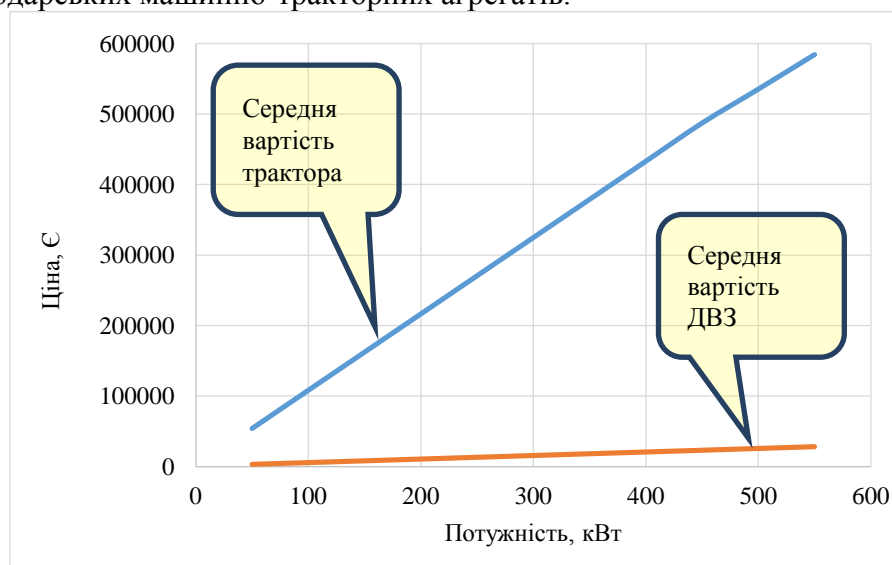


Рис. 1. Залежність вартості тракторів і ДВЗ від їхньої потужності

Для виконання технологічних операцій багато машин потребують трактори з великою потужністю як для тягового режиму, так і відбору потужності через ВВП. Це посівні комплекси, машини для внесення органічних і мінеральних добрив, а також мульчувачі рослинних решток і причепи-перевантажувачі сипких матеріалів, де велика маса машини потребує ходові системи, які мають велику площу контакту з опорною поверхнею. Існуючі МТА тягової концепції показують нераціональне використання розподілення мас за їх складовими. Для забезпечення поступального руху МТА часто достатньо невеликого тягового зусилля, яке може забезпечити трактор меншого тягового класу. А привод технологічного обладнання можливо забезпечити окремим джерелом енергії – автономним ДВЗ самої машини.

### Список використаних джерел

1. Інформація потужності і ціни тракторів в Європі. URL: [www.dlz-agrarmagazin.de/traktoren](http://www.dlz-agrarmagazin.de/traktoren) (дата звернення: 24.07.2021).

УДК 631.171

## **ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МЕХАНІЗОВАНОГО ПРОЦЕСУ ЗБИРАННЯ ГИЧКИ КОРМОВИХ БУРЯКІВ**

**М. Леонов, студент;**  
**Ю. Мачок, к.т.н., доцент**  
*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Кормові буряки не набули такого широкого використання, як цукрові, хоча дуже схожі на них за морфологічними ознаками, будовою та технологією вирощування. Відомо, що коренеплоди останніх є носіями цукрової речовини. Відповідно і увага до вирощування цукрових буряків є значно більшою ніж до кормових. Кормові буряки в основному вирощуються для використання в кормовому раціоні свиней, птиці, кролів, великої рогатої худоби тощо. А через те, що тваринницька галузь в нашій країні знаходиться в не найкращому стані, то і площі посівів кормових буряків невеликі. Завдяки високому вмісту рослинних білків, мінеральних солей, клітковини вони є цінною соковитою кормовою добавкою. Кормові буряки характеризуються високою продуктивністю. Урожайність коренеплодів може сягати 800-1000 ц/га, а на зрошуваних землях – 1200 ц/га [3]. Це вказує на те, що з невеликих площ можна забезпечити збирання великого урожаю. Найчастіше дану культуру розміщують у прифермській сівозміні, що сприяє зменшенню логістичних затрат та запобігає виведенню із польової сівозміни відповідних площ. Як і у цукрових буряків в процесі вегетації в кормових формується супутній продукт – гичка, не менш цінна харчова добавка для тварин. Її урожайність здатна коливатись в межах 20-30% від урожайності коренеплодів, що в максимумі може сягати 240-360 ц/га. Відповідно до потреб господарства гичка може використовуватися на зелений для корм для безпосереднього згодовування тваринам, силосування або заорюватись (зелене добриво). Залежно від технології збирання вона може перебувати в цілісному стані або подрібнюватися. В першому випадку використовують гичкорізи з майже горизонтальним розміщенням різальних елементів. Це активні дискові ножі з пасивними копірами або пасивні ножі з активним котковим чи пасивним полозковим копірами. Такими робочими органами оснащені наступні машини: Grimme BM 330, Maxtron 620, TIM MII SA/TE 120, БМ-6Б, Barigelli B1 4x4-S, Mazzotti MB2200, Ekerler E2000 тощо. Зрізання гички з подрібненням забезпечують барабанні гичкорізи, які встановлюють на таких машинах: Holmer Terra Dos, Kleine KR-2, Ropa euro-Tiger V8-3, Franquet Tetra, TIM SR 2500, КС-6Б-10, МГР-6-04 тощо [1, 2].

До цієї групи машин відноситься і гичкозбиральна машина МГ-6 виробництва ПАТ «Уманьферммаш» (Україна). Вона ідеально підходить для зрізання гички з наступним її подрібненням та вивантаженням за межі ширини захвату з формуванням валка на полі. Її можна використовувати у системі машин, які збирають урожай буряків за двофазною або трьох фазною технологією.

Метою роботи є удосконалення технології збирання гички кормових буряків за рахунок впровадження у виробництво гичкозбиральної машини МГ-6 з оптимізацією конструктивних параметрів гичкоріза.

### **Список використаних джерел**

1. Волоха М.П. Технологічний комплекс машин для виробництва буряків цукрових: ширина міжрядь. Теорія, моделювання, результати випробувань. [Монографія] / М.П. Волоха. – Київ: Центр учбової літератури, 2015. – 220 с.
2. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування [Текст] : підруч. для студ. вищ. навч. закл. із спец. "Машини та обладнання с.-г. виробництва" / За ред. М. І. Черновола. Кн. 2: Машини для рільництва / П. В. Сисолін, Т. І. Рибак, В. М. Сало; За ред. М. І. Черновола. - К. : Урожай, 2002. - 364 с.
3. Культура буряк кормовий (особливості вирощування та зберігання). URL: <https://agrarii-razom.com.ua/culture/buryak-kormoviy>.

УДК:631.22.014

## ***УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО МЕХАНІЗОВАНОГО ПРОЦЕСУ В КОРМОЦЕХУ СВИНОФЕРМИ***

**М. Кудінов, студент;  
Ю. Мачок, к.т.н., доцент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Розвиток аграрного виробництва на сучасному етапі повинен опиратися на потужну матеріально-технічну базу, яка постійно вдосконалюватиметься, насичуватиметься новою складною, високопродуктивною технікою.

Особливо багато високопродуктивних машин і обладнання розроблено і впроваджено в кормовиробництво, механізацію та автоматизацію відповідних процесів [1, 2, 3].

Особливе значення надається забезпеченню господарств власними кормами, покращенню їх якості, максимально ефективному їх використанню при мінімальних затратах трудових і матеріальних ресурсів. Широкого розповсюдження набуває використання в раціонах тварин кормових сумішей, які складаються з усіх видів кормів, які виробляються безпосередньо в господарствах.

Готують кормові суміші в спеціальних кормоприготувальних цехах. Кормоцехи дозволяють ефективніше вирішувати організаційні питання годівлі тварин. Такі структури підвищують відсоток механізації основних і допоміжних операцій по приготуванню, переміщуванню, транспортуванню і роздачі кормів, знижуються затрати праці, забезпечують своєчасну годівлю тварин. В даний час затрати праці в кормоцехах по приготуванню вологих кормових сумішей складає приблизно 0,1...0,6 люд.-год/т.

В господарствах задіяні різні типи кормоцехів. Вони відрізняються між собою призначенням, продуктивністю, плануванням, розмірами, технологією приготування кормових сумішей, набором технологічного обладнання тощо.

Використання кормових сумішей дозволяє значно розширити використання рослинних відходів, більш повно збалансувати раціони. Кормосуміші з більшим задоволенням і більш повно поїдаються тваринами. В результаті продуктивність поголів'я зростає на 7...10%. Витрати кормів на одиницю продукції знижуються на 15...20%.

Особливе місце в технологічній схемі роботи кормоцехів займають транспортні процеси. Процеси переміщення вихідних компонентів кормосумішей, їх дозування, завантаження в змішувачі, змішувачі-запарники, вивантаження готових кормосумішей та завантаження їх в мобільні роздавачі. Дану роботу виконують шнекові, стрічкові, скребкові транспортери. Всі вони входять в систему кормоприготування кормоцеху, мають узгоджену з усіма машинами продуктивність. Від їх роботи залежить своєчасне та якісне приготування кормів.

Метою даної роботи є удосконалення технології приготування кормів в кормоцеху свиноферми шляхом впровадження у виробництво модернізованої конструкції скребкового конвеєра ТС-Ф-40.

### Список використаних джерел

1. Механізація тваринницьких ферм. Б.П.Шабельник, М.М.Троянов, І.Г.Бойко та ін.; За ред. М.М.Троянова, – Харків, 2002. – 208 с.
2. Ревенко І.І., Щербак В.М. Механізація тваринництва. – К.: Вища освіта, 2004. – 319 с.
3. Ревенко І. І., Брагінець М. В., Хмельовський В.С. та ін. Машина та обладнання для тваринництва: Підручник. – К.: ЦП «Компринт», – 2018. –567 с.

УДК 631.3

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОСОТІЙКОСТІ ПОКРИТТІВ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ, НАНЕСЕНИХ ГАЗОПОЛУМЕНЕВИМ НАПЛАВЛЕННЯМ**

**І. Василенко, к.т.н., доцент;  
І. Шепеленко, д.т.н., професор;  
М. Красота, к.т.н., доцент;  
С. Колісник, студент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

В умовах енергетичної кризи, спричиненої агресією проти нашої країни, актуальними є методи обробки деталей, що споживають невелику кількість електроенергії. Для підвищення довговічності деталей шляхом нанесення композиційних покриттів (КП) одним з таких методів є газополуменеве наплавлення. Технологічний процес газополуменевого наплавлення КП не потребує великих витрат електроенергії, яка необхідна лише для освітлення робочого місця та вентиляційної витяжки.

Газове наплавлення є одним з найпростіших і ефективних методів одержання покриттів. Джерело теплової енергії при цьому способі – полум'я, що утворюється в результаті горіння суміші окислювач-горючий газ. Як горючі гази для газового наплавлення застосовують ацетилен ( $C_2H_2$ ), метан ( $CH_4$ ), пропан ( $C_3H_8$ ), бутан ( $C_4H_{10}$ ), водень ( $H_2$ ) та ін.

Найвища температура полум'я досягається при використанні ацетиленово-кисневих сумішей. Тому для наплавлення та напилення найчастіше застосовують ацетилен технічний. Як присадний матеріал при газовому наплавленні використовують дріт, прутки та порошкоподібні матеріали.

Порошки можуть заздалегідь наноситись на поверхню деталі й потім оплавитися газовим полум'ям (наплавлення по шару порошку) або напилюватись з подальшим чи одночасним оплавленням [1]. Останній варіант газового наплавлення одержав назву газопорошкового наплавлення (рис. 1) і був обраний для проведення досліджень.

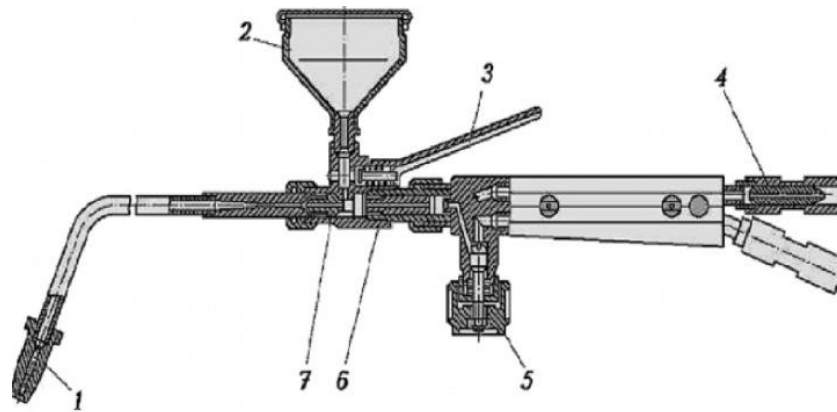


Рис. 1. Схема пальника для газопорошкового наплавлення:

1 – мундштук; 2 – бункер для порошку; 3 – важіль подачі порошку; 4 – штуцер; 5 – вентиль; 6 – інжектори

Матеріал, що має високу зносостійкість в умовах абразивного зношування повинен являти собою пластичну металеву матрицю з твердим керамічним наповнювачем.

Для формування матриці КП можна використовувати залізний порошок, а у якості наповнювача – карбід хрому або карбід хрому плакований нікелем [2].

Проведені дослідження показали, що найвищу зносостійкість мали КП з плакованими нікелем частинками карбіду хрому при концентрації наповнювача 40% об. (рис. 2)

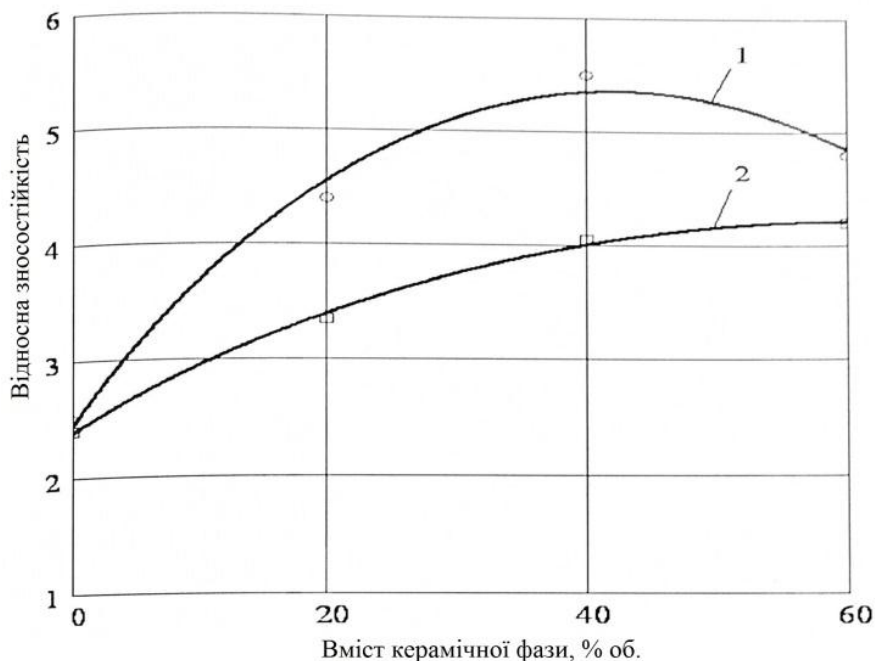


Рис. 2. Зносостійкість наплавлених покриттів (еталон – загартована сталь 45):

1 – суміш залізного порошку та плакованого нікелем карбіду хрому; 2 – суміш залізного порошку та карбіду хрому

### Список використаних джерел

1. Горгуль М. С. Застосування газопорошкового наплавлення для отримання кераміко-металевих покриттів. *Матеріали XVII-го Міжнародного форуму молоді "Молодь і сільськогосподарська техніка у XXI сторіччі" м. Харків, 25-26 березня 2021 р.* Харків: ХНТУСГ. 2021. С. 120.
2. Василенко І.Ф. Вибір матеріалів порошкових дротів для нанесення композиційних покриттів. *Збірник наукових праць КНТУ «Техніка в с/г виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація».* 2015. Вип. 28. С. 154-159.

**НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПРАКТИЧНИЙ  
ІНСТРУМЕНТАРІЙ ПРИСКОРЕННЯ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ  
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА В ЦЕНТРАЛЬНОМУ РЕГІОНІ  
УКРАЇНИ**

**І. Семеняка**, к.с.-г.н., доцент;  
**О. Гайденко**, к.т.н., старший науковий співробітник;  
**Г. Томашина**, к. і. н., старший науковий співробітник  
*Інститут сільського господарства Степу НААН України*

Науково-методичне забезпечення інноваційного розвитку агропромислового виробництва Кіровоградщини здійснює регіональний Центр, що функціонує на базі Інституту сільського господарства Степу НААН. До складу Центру входять також Центральноукраїнський національний технічний університет та Кіровоградська філія ДУ «Держгрунтохорона».

Спільно з фахівцями Департаменту агропромислового розвитку Кіровоградської ОДА, науковці визначають пріоритетні напрями наукового забезпечення, які закладаються в основу реалізації завдань регіональної програми науково-технічного й інноваційного розвитку області, Стратегії розвитку області на 2021–2027 рр. За період 2017–2023 рр., науковцями ІСГС НААН розроблено та внесено 75 пропозицій законодавчим та виконавчим органам влади щодо підвищення ефективності АПК. Окрім цього установа плідно співпрацює з органами виконавчої влади – Департаментом освіти і науки, Департаментом економіки Кіровоградської ОДА, районними відділами та службами. Науковці установи беруть участь у роботі розширених засідань Кіровоградської ОВА та Департаменту агропромислового розвитку Кіровоградської ОДА, оперативних нарадах, у підготовці відповідних науково-обґрунтованих пропозицій щодо розвитку аграрного сектора економіки регіону.

*Пріоритетні напрями наукових досліджень ІСГС НААН:*

- розробка систем землеробства у короткоротаційних сівозмінах та вдосконалення технологій вирощування сільськогосподарських культур;
- створення і випробування нових сортів сої, ячменю, еспарцету, гібридів кукурудзи;
- насінництво нових і перспективних сортів та гібридів сільськогосподарських культур різного екотипу;
- розробка перспективних напрямків та моделей сталого розвитку галузей рослинництва і тваринництва.

Визначення показників якості продукції та родючості ґрунтів проводиться у вимірвальній лабораторії установи, сертифікованій Державним підприємством “Кіровоградський науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації”, що відповідає критеріям стандартизації, метрології та сертифікації сільськогосподарської продукції. Робота вимірвальної лабораторії направлена на проведення наступних видів аналізів: визначення вмісту поживних речовин у ґрунті; визначення хімічного складу та поживної цінності кормів; здійснення контролю якості зернових, зернобобових та технічних культур; визначення посівної придатності насіння сільськогосподарських культур.

У 2023 році установа здійснювала дослідження за 10 завданнями 8-ми програм наукових досліджень НААН, 2 з яких – фундаментальні. Науковцями розробляються та впроваджуються технологічні прийоми вирощування нових сортів сої, ячменю, пшениці озимої, коріандру, гібридів кукурудзи, соняшнику, способи застосування нових регуляторів росту рослин та мікробних препаратів, макро- та мікродобрив. Визначається економічна ефективність виробництва продукції тваринництва, що сприяє отриманню максимального прибутку при оптимальних затратах виробничих ресурсів. Маркетингові дослідження



підтверджують конкурентоспроможність наукових розробок установи.

З метою підтримки позитивних тенденцій (сильних сторін) діяльності ІСГС НААН, як головна установа Центру наукового забезпечення АПВ регіону:

- сприяє просуванню на аграрний ринок наукових розробок і сучасних технологій, які забезпечують формування в регіонах степової зони інноваційної складової розвитку сільськогосподарського виробництва;

- має потужний кадровий потенціал, в науковій установі працює 22 дослідника, з яких 12 є дорадниками та експертами-дорадниками з різних напрямків агропромислового виробництва, науковий потенціал – 1 доктор та 9 кандидатів сільськогосподарських, технічних, економічних та історичних наук;

- впродовж 2016–2023 рр. науковцями установи проводилося випробування 67 та впровадження більше 110 наукових розробок у 535 агроформуваннях різних форм власності 14 областей України (Вінницької, Дніпропетровської, Донецької, Житомирської, Кіровоградської, Київської, Луганської, Миколаївської, Одеської, Полтавської, Сумської, Черкаської, Харківської, Херсонської, Хмельницької), про що було укладено близько 574 договорів;

- банк інновацій нараховує понад 100 завершених наукових розробок, що рекомендуються для освоєння в агроформуваннях;

- установа володіє 31 об'єктом права інтелектуальної власності, з яких 24 занесені до Державного реєстру сортів рослин 2023 р., в тому числі: 9 сортів сої, 7 сортів ячменю ярого, 5 сортів еспарцету, 1 сорт коріандру, 2 гібриди кукурудзи (створених спільно з ДУ Інститут зернових культур НААН), які використовувалися в науково – господарській діяльності. Також в установі чинні реєстраційні документи на 2 винаходи ущільнювача субстрату, 2 спільні селекційні досягнення у тваринництві;

- науковцями установи налагоджено систему курсів підвищення кваліфікації керівників і спеціалістів АПВ, у 2023 році проведено та прийнято участь у конференціях всього – 16, у т. ч. міжнародних – 9, всеукраїнських – 6, обласних – 1. Проведено семінарів всього – 4, у т. ч. міжнародних – 3, всеукраїнських – 1. Проведено нарад всього – 50, у т. ч. міжнародних – 1, всеукраїнських – 34, обласних – 5, районних – 10. Проведено “круглих столів” – 17, у т. ч. міжнародних – 5, всеукраїнських – 7, обласних – 5. “Днів поля” – 8, у т. ч. міжнародних – 3, всеукраїнських – 5. Участь у програмах, проектах – 4. Участь у курсах підвищення кваліфікації – 18. Проведено навчань – 73. Виступи: по радіо – 2, на телебаченні – 16. Наукові видання, монографії, збірники, книги – 1, рекомендацій – 6. Надруковано статей всього – 120, у т. ч. у журналах – 71. Надано консультацій всього – 6320, у т. ч. з питань: землеробства – 950, рослинництва – 4812, зоотехнії – 275, механізації – 95, харчової і переробної промисловості – 53, аграрної економіки – 135. Проведено навчання 6135 фахівців АПК;

- в мережі Internet діє сайт установи <https://isgs-naan.com.ua>, проводиться постійна популяризація результатів наукових досліджень та напрацювань науковців у соціальних мережах, на сторінках медійних платформ;

- з метою рекламування та впровадження у виробництво високопродуктивних сортів та гібридів сільськогосподарських культур селекції наукових установ НААН щорічно закладаються 7 – 10 науково-технологічних та демонстраційних полігонів, де висівають понад 500 сортів і гібридів 10 сільськогосподарських культур різних селекційних центрів та НДУ системи НААН, на базі ДП “ДГ “Елітне” ІСГС НААН” діють 2 модельні ферми вирощування ВРХ та свиней.

Особливістю сільськогосподарського виробництва Центрального регіону, до якого окрім Кіровоградської, належать Вінницька, Дніпропетровська, Полтавська та Черкаська області, є вищий рівень розвитку галузі в порівнянні з іншими регіонами України. На 24,5 % угідь Центрального регіону виробляється 32 % сільськогосподарської продукції України, за обсягами виробництва якої всі центральні області знаходяться в першій десятці. Водночас, аналізом динаміки інноваційних процесів в аграрному секторі Центрального регіону за 2015–2021 рр. встановлено сповільнення розвитку агропромислового виробництва порівняно з розвитком інших галузей економіки. Це характеризується зменшенням питомої ваги

сільськогосподарської продукції у валовій доданій вартості центральних областей із 18,8 до 17,0 %. З 2022 року, внаслідок загострення економічних, логістичних та ресурсних проблем із початком повномасштабного вторгнення російської федерації на територію України, сповільнення темпів розвитку АПВ відбувається більш виражено.

Важливим фактором, що визначає особливості інноваційного розвитку сільськогосподарського виробництва Центрального регіону є нижча концентрація наукових працівників в галузі аграрного виробництва, ніж у цілому в Україні. У центральних областях, де виробляється 32 % валової продукції сільського господарства України зосереджено лише 15,8 % виконавців НДР у галузі сільського господарства.

В умовах воєнного стану та загострення фінансово-економічної ситуації, частка аграріїв регіону, для яких впровадження інновацій було основою виробничої діяльності та охоплює всі його галузі зменшилася до 10 %, проти 22,1 % у 2017–2018 рр.

У процесі ранжування результативних показників інноваційної діяльності в аграрному секторі областей Центральної України встановлено, що найвище середнє місце у рейтингу результативних показників, які характеризують інноваційну діяльність в аграрному секторі, належить Вінницькій області (1,75), найнижче – Дніпропетровській області (4,75). Високий коефіцієнт кореляції ( $r=0,89$ ) між результативними показниками інноваційних процесів у сільському господарстві областей Центральної України та рейтинговими показниками умов інноваційної діяльності свідчить про високий рівень зв'язку між цими факторами.

Дослідженням умов і заходів, що здатні прискорити інноваційні процеси в аграрному секторі, встановлено, що в першу чергу агровиробники вважають за необхідне вирішити питання економічно-фінансового механізму: зменшення податкового навантаження; державне регулювання цінової політики; інвестиційно-кредитне забезпечення. Цим підтверджено, що ефективний розвиток сільського господарства вони вбачають у стабільному антикризовому фінансово-економічному стані, що залежить від формування справедливих цін на вирощену ними продукцію, доступних кредитів та інвестицій, здатних забезпечити оновлення виробничих фондів. Проте, за результатами опитувань агровиробників відстежено тенденцію, за якої в останні роки вони дещо рідше вказують на відсутність обігових коштів, надаючи більш важливого значення функціонуванню державного механізму інвестування впровадження інновацій у виробництві.

Низький рівень розробки й освоєння інновацій в агропромисловому виробництві обумовлений відсутністю державного механізму стимулювання інноваційного розвитку галузі. Інституційне регулювання розвитку інновацій здійснюється в умовах відсутності єдиного системного підходу, чіткої методології та комплексної оцінки трансформацій, що відбуваються в науковому та аграрному секторах.

Встановлено, що дефіцит обігових коштів у сільськогосподарських виробників є головним стримуючим фактором їх інноваційного розвитку. В умовах воєнного стану, коли проблеми з імпортом української аграрної продукції через блокування морських портів призвели до значних фінансових втрат українського агрокомплексу, на активізацію інноваційних впроваджень сільськогосподарськими виробниками сподіватися не доводиться.

Спрямованість механізму безперервної державно-наукової та виробничо-бізнесової взаємодії в аграрній сфері має бути підпорядковане поетапному вирішенню наступних проблем: в умовах дефіциту асигнувань із державного та місцевих бюджетів – забезпечувати сучасний високотехнологічний розвиток вітчизняної аграрної науки; на основі активізації інноваційної діяльності агропідприємств та збільшення обсягів трансферу вітчизняних наукоємних агротехнологій і продукції – сприяти підвищенню ефективності сільськогосподарського виробництва.

Зважаючи на високу складову аграрного сектору в економіці Центрального регіону України, забезпечення безперервного процесу інноваційного розвитку АПВ є важливою передумовою формування продовольчої безпеки, підтримки супутніх галузей, зростання національної економіки, підвищення конкурентоспроможності сільського господарства, гарантії розвитку сільських територій.

Висновки та рекомендації.

Аграрним підприємствам, для забезпечення безперервного процесу впровадження інноваційної продукції, рекомендовано послідовно проходити через наступні етапи:

1) впровадження менш витратних інновацій, що на основі приросту валової продукції забезпечують поступове покращення фінансового стану;

2) використання комплексних високотехнологічних розробок, що гарантують високу ефективність економічного розвитку.

Доведено, що функціонування безперервного процесу інноваційних перетворень у виробничій діяльності сільськогосподарських підприємств неможливе без забезпечення такої ж безперервності наукових досліджень та удосконалення результатів напрацювань.

Визначено заходи, необхідні для активізації інноваційної діяльності в аграрній сфері:

1) *державно-правові*:

– удосконалення діючої нормативно-правової бази, що регулює процеси впровадження інновацій аграрного спрямування (сортів рослин, порід тварин, технологій, біологічних і мікробіологічних препаратів та ін.);

– сприяння активізації діяльності науково-дослідних установ із впровадження різних видів інноваційної продукції у сільськогосподарських підприємствах різних форм власності;

2) *фінансово-стимулюючі*:

– запровадження системи державної підтримки сільськогосподарських підприємств, що займаються інноваційною діяльністю;

– стимулювання агровиробників різних форм власності до фінансування науково-дослідних розробок;

3) *інформаційно-організаційні*:

– створення дієвої системи інформаційно-консультаційного забезпечення інноваційної діяльності в АПВ;

– вивчення попиту на інноваційні розробки аграрного спрямування, що дозволить формувати замовлення на конкретні наукові дослідження та кінцеву інноваційну продукцію;

– запровадження статистичної звітності щодо здійснення інноваційних заходів в аграрному секторі, що сприятиме визначенню рівня інноваційних процесів в АПВ та дозволить розробляти цілеспрямовані заходи щодо їх регулювання.

УДК 631

## ***ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ПІДВИЩЕННЯ РІВНОМІРНОСТІ ЗАГОРТАННЯ НАСІННЯ ПО ГЛИБИНІ***

**Б. Вовнянко, аспірант**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Врожай сільськогосподарських культур залежить від якості виконання всіх технологічних операцій науково обґрунтованих технологій виробництва. На особливу увагу заслуговують процеси сівби. До основних показників якості виконання даних процесів, які регламентуються агротехнічними вимогами є – дотримання заданих норм висіву, глибина та рівномірність загортання насіння в ґрунт. Якщо перший показник в основному залежить від роботи висівних апаратів то наступні показники напряму формуються роботою сошників та їх конструктивними особливостями.

Для забезпечення заданої глибини ходу сошників їх обладнують ребордами, копіювальними та прикочувальними котками (рис.1) чи іншими конструктивними елементами [1,2,3].



Рис.1. Дводискові сошники з ребордою та прикочуючими котками

Рівномірність глибини ходу сошників і рівномірність загортання насіння по глибині є корельованими показниками, але різними, так як реальна глибина загортання насіння залежить значною мірою від характеристик ґрунтового середовища його поведінки при контакті з посівним матеріалом. В результаті цього насіння загортається на різних глибинах в різних ґрунтових горизонтах. В різних випадках, нерівномірність загортання насіння, яка зазвичай характеризується коефіцієнтом варіації, може становити до 70% і більше. Це суттєво впливає на дружність сходів рослин, їх розвиток і неодночасність дозрівання. Як результат – зниження чи втрати врожаю.

Для вирішення даної задачі шляхом удосконалення конструкції сошників запропоновано багато різних за будовою додаткових елементів призначених утримувати насіння на заданій глибині до повного засипання його ґрунтом (рис.2) [1].

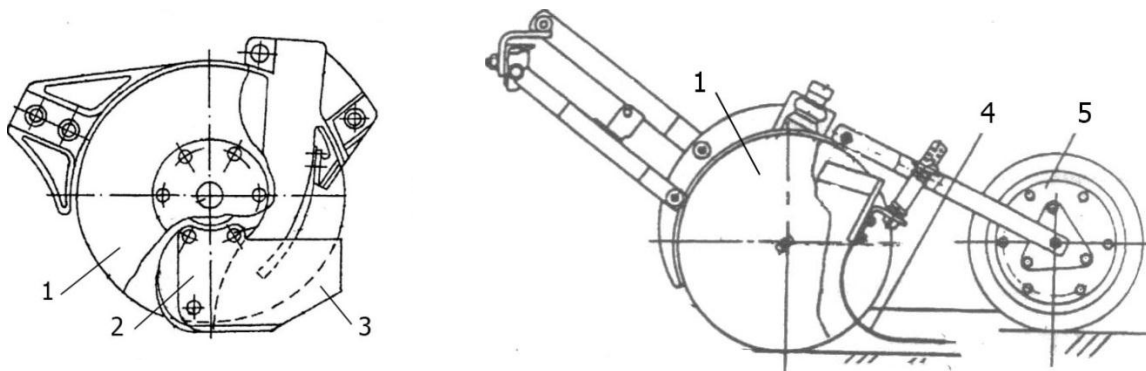


Рис.2. Сошники з додатковими конструктивними елементами:

1 – диски; 2 – утримуюча п'ятка; 3 – щоки; 4 – пружинний відбивач; 5 - коток

Аналіз ряду таких конструктивних рішень дозволяє зробити висновок, що цілком прийнятною, з точки зору простоти та надійності, є конструкція сошника (рис.3), свого часу запропонована П.В. Сисоліним [4].

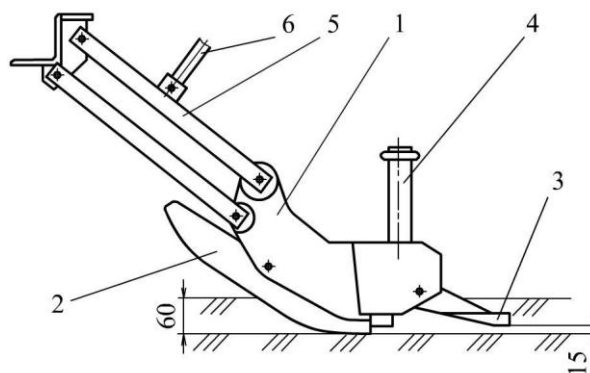


Рис. 3. Ползковий сошник:

1 – корпус; 2 – ползочок (ніж); 3 – ущільнююча п'ятка; 4 – лійка; 5 – паралелограмна підвіска; 6 – натискна штанга

Особливість конструкції полягає в обладнанні його додатковим елементом – утримуючою п'яткою. Дана конструкція підтвердила свою працездатність, але потребує більш глибокого обґрунтування раціональних параметрів.

### Список використаних джерел

1. Лузан О.Р. Обґрунтування параметрів загортаючих робочих органів для прямої сівби зернових культур. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.11 – «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва». 2013р., м Кіровоград, ЦНТУ.
2. В. Сало, О. Гайденко. Основні типи сошників для прямої сівби зернових культур. / Механізація АПК / Середа, 09 листопада 2016 16:00
3. Сошник дводисковий Green Plains PRO
4. [https://avers-agro.com.ua/ukr/soshnik\\_dvuhdiskovij\\_green\\_plains\\_pro](https://avers-agro.com.ua/ukr/soshnik_dvuhdiskovij_green_plains_pro)
5. Пат.57787 Україна, А01С7/20. Полозковий сошник / Сисолін П.В. Сало В.М., Ляшенко А.С., Бойченко С.Ф., Мартиненко С. В.; заявник і патентотримач Кіровоградський національний технічний університет. – №99126642; заявл. 07.12.1999; опубл. 15.07.2003, Бюл. №7.

УДК 631.312; 631.316.22

### **ОГЛЯД КОМБІНАЦІЇ ДОДАТКОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ДЛЯ ЧИЗЕЛЬНИХ ГЛИБОКОРОЗПУШУВАЧІВ**

**С. Лещенко, к.т.н., доцент;**

**В. Мельніченко, аспірант;**

**М. Васильковський, студент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Проблему зниження витрат енергії на операції основного обробітку ґрунту прийнято вирішувати шляхом впровадження в технологічні процеси вирощування продукції рослинництва операцій безполицевого обробітку ґрунту [1, 2, 3]. Для проведення таких робіт використовують плоскорізи, різні за конструкцією глибокорозпушувачі, ярусні культиватори тощо. Досвід закордонних виробників сільськогосподарської техніки та ряду фермерів, які повністю або частково відмовилися від класичної полицевої оранки, доводить, що одними із найбільш перспективних машин для якісного безполицевого обробітку є глибокорозпушувачі. Причому останнім часом, широкого використання на полях нашої держави знайшли чизельні глибокорозпушувачі, що окрім зниження витрат енергії на етапі основного обробітку, дозволяють в кілька разів поліпшити інфільтраційні властивості, знизити або ж і повністю нівелювати прояви різних видів ерозій, суттєво збільшити ширину захвату агрегату та й взагалі можуть служити основною для впровадження технологій ґрунтозахисного землеробства [2, 3].

Чизельні глибокорозпушувачі є ґрунтообробними агрегатами, у яких основну функцію розпушування ґрунту виконують чизельні лапи, що можуть бути як із прямими так і з криволінійними (типу «Параплау») стояками. З початком впровадження технологій безполицевого обробітку ґрунту вважалося, що під час роботи таких знарядь, на поверхні поля має залишатися максимальна кількість рослинних решток. Це було підставою для розробки і впровадження у агровиробництво глибокорозпушувачів і чизельних плугів, що працювали лише чизельними лапами. Поступово вимоги до безполицевого обробітку змінювалися, тож сьогодні, глибокорозпушувачі, крім глибокого обробітку ґрунту без обертання скиби, повинні проводити додаткове подрібнення крупних грудок та, за потреби, заробляти пожнивні залишки, добрива, насіння бур'янів та сільськогосподарських культур на задану глибину чи розподіляти в певному ґрунтовому горизонті. Для перелічених операцій використовуються додаткові робочі органи глибокорозпушувачів, які незважаючи на різну будову та частково принцип роботи, мають однакове призначення, а саме – розбити та подрібнити крупні брили, забезпечити часткове вирівнювання поверхні поля, перемішати і заробити на певну глибину чи розподілити в

заданому ґрунтовому горизонті рослинні рештки, насіння, добрива тощо.

Всі робочі органи глибокорозпушувачів для додаткового обробітку ґрунту традиційно розділяються на парні та одноелементні. Ряд виробників ґрунтообробних агрегатів, досить часто, на робочі органи для додаткового обробітку покладають функцію опорних елементів, які під час роботи в полі визначають глибину роботи основних розпушувальних лап. Варто відмітити, що регулювання положення таких опорних робочих органів відносно рами глибокорозпушувачів у закордонних агрегатів відбувається переважно гідросистемою, тоді як вітчизняні виробники – виготовляють глибокорозпушувачі із механічним регулюванням глибини обробітку. Певну класифікацію робочих органів глибокорозпушувачів для додаткового обробітку ґрунту запропонувала фірма UNIA PLOW (Польща) [4]. Наведені на рис. 1 котки у різних схемах глибокорозпушувачів можуть працювати як по одному так і в парі.

Виробник ґрунтообробних агрегатів BEDNAR FMT (Чехія) у якості додаткових робочих органів глибокорозпушувачів використовують лише спарені котки Tandem Spiked чи котки із скребками Cutpack (рис. 2) [4].



Рис. 1. Робочі органи глибокорозпушувачів для додаткового обробітку ґрунту фірми UNIA PLOW (Польща)

Практичне використання додаткових робочих органів виробника BEDNAR FMT (рис. 2) дозволяє відмітити, що коток із скребками Cutpack є важким сталевим робочим органом із діаметром котка 630 мм, який забезпечує під час роботи ефект зворотного ущільнення та добре перерізає рослинні рештки.



Рис. 2. Додаткові робочі органи глибокорозпушувачів BEDNAR FMT (Чехія): а – спарені котки Tandem Spiked; б – коток зі скребками Cutpack

Хоч коток Cutpack і розроблено для роботи на важких ґрунтах, в умовах важких чорноземів України, особливо при наявності на поверхні поля великої кількості довгих рослинних решток, та сколюванні крупних брил працює задовільно. Більш якісно зарекомендував себе спарений робочий орган типу Tandem Spiked (рис. 2 а), причому аналогічну конструкцію із невеликими відмінностями у параметрах та з певними

конструктивними особливостями використовують цілий ряд закордонних та вітчизняних виробників. Для прикладу, подібні спарені котки сьогодні встановлюються на агрегати SS2F, SS3F та їх модифікації виробників «Gascon» (Іспанія), Digger «Farmet» (Чехія), ARTIGLIO, PINOCCHIO «MASCHIO GASPARDO» (Італія), GRS2, GRS3 «VELES AGRO» (Україна), GULDEN, FRANC «LOZOVA MACHINERY» (Україна) та ряду інших.

Спарені зубчасті котки (рис. 2 а) серійних ґрунтообробних агрегатів мають відмінності у формі і розміщенні зубів, мають різні діаметри, по різному розміщуються один відносно іншого. Крім цього, суттєво різняться і механізмами регулювання спарених котків та працюють такі робочі органи в полі з різними режимами роботи. Таким чином, питання дослідження конструкції, технологічних параметрів та проведення систематизації особливостей використання спарених зубчастих котків залежно від умов роботи є важливою прикладною задачею, що дозволить вирішити питання підвищення загальної ефективності роботи комбінованих глибокорозпушувачів із додатковими робочими органами у вигляді котків типу Tandem Spiked.

### Список використаних джерел

1. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.
2. Машини для обробітку ґрунту та внесення добрив. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей / Сало В.М., Лещенко С.М., Лузан П.Г., Мачок Ю.В., Богатирьов Д.В. – Х.: Мачулін, 2016. – 244 с.
3. Лещенко С.М. Шляхи підвищення ефективності роботи комбінованих чизельних ґрунтообробних знарядь з додатковими деформаторами / Лещенко С.М., Сало В.М. // Механізація та електрифікація сільського господарства: [загальнодержавний збірник]. – 2016. – Випуск №4 (103) / [ННЦ «ІМЕСГ»]. – Глеваха, 2016. – С. 31-37.
4. Лещенко С.М., Сало В.М., Васильковський О.М., Петренко Д.І. Визначення параметрів та ефективність роботи додаткових робочих органів глибокорозпушувачів. // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – Кропивницький: ЦНТУ. Вип. 52. 2022. С. 108-117. DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2022.52.108-117>

УДК 631

### **УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ КАРТОПЛЕКОПАЧА**

**Д. Кулішенко, студент;**

**О. Васильковський, к.т.н., професор**

*Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький*

Виробництво картоплі в Україні не займає чільних місць у рослинництві. Під вирощування картоплі відводяться відносно не великі площі земель, що обумовлює використання нескладної, малогабаритної техніки. Зокрема, під час виконання операції збирання, використовують переважно начіпні або напівпричіпні картоплекопачі, оснащені активними або пасивними лемішними копачами та грохітними або транспортерними робочими органами для здійснення очищення бульб від ґрунту. Вивантаження очищених бульб відбувається «стрічкою», шириною до 1 м на поверхню поля, безпосередньо за викопувальним агрегатом (рис.1), при цьому їх збирання і завантаження у транспортні засоби здійснюється вручну.

Очевидним недоліком такого способу є великі витрати ручної праці, які полягають не тільки у необхідності збирання, а й у пішому переміщенні збиральної бригади за агрегатом вздовж поля. Крім того, поряд з бригадою мусить переміщуватися по полю і автомобіль або трактор з причепом для завантаження бульб.

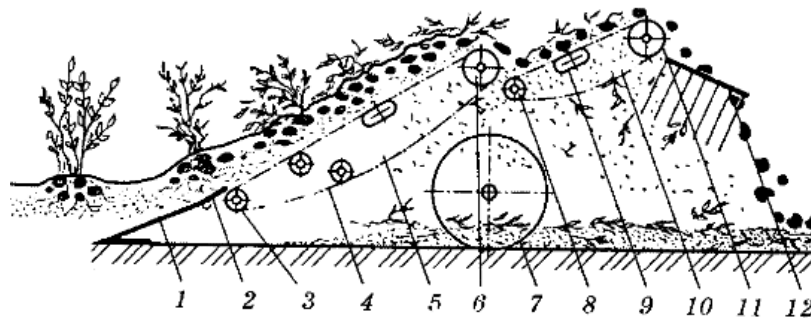


Рис. 1. Функціональна схема роботи картоплекопача:

1 - лемішний копач, 2 - відкидний клапан; 3 і 8 - напрямні котки; 4 - основний конвеєр; 5 і 9 - струшувачі; 6 і 11 - ведучі зірочки; 7 - опорне колесо; 10 - каскадний транспортер; 12 - гребінчастий звужувач потоку.

Перспективним шляхом підвищення ефективності збирання картоплі, на нашу думку, є встановлення в задній частині картоплекопача бункера-накопичувача, який наповнювався б протягом переміщення агрегату вздовж поля і вивантажувався на його краях.

Параметри конструкції удосконаленого картоплекопача потребують обґрунтування з позиції забезпечення гарантованого об'єму бункера, який дозволить накопичувати бульби з усієї довжини рядка або рядків (для багаторядних машин). При цьому розрахункова урожайність бульб і довжина рядка мають прийматися максимальними.

Реалізація запропонованої ідеї дозволить зменшити загальну енергоємність збиральної операції – витрати механічної енергії та людської праці за рахунок виключення необхідності переміщення людей і машин для навантаження бульб по полю.

### Список використаних джерел

1. [https://a-nova.com.ua/index.php?route=information/uni\\_news&news\\_id=69](https://a-nova.com.ua/index.php?route=information/uni_news&news_id=69).

УДК 631

### **МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ НАСІННЯ ЛАВАНДИ ПО ПОХИЛІЙ ПЛОЩИНІ**

**В. Амосов**, к.т.н, доцент;

**О. Васильковський**, к.т.н, професор;

**А. Богуславський**, студент

*Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький*

Лаванда вузьколиста – одна з цінних ефіроолійних культур. Глобальні кліматичні зміни та тимчасова окупація Криму, де залишилися основні плантації лаванди, сприяли її розповсюдженню по всій території України. Тому вирощування якісного насіння лаванди за доступною ціною є актуальною задачею.

Метою даної роботи є визначення закономірностей руху насіння лаванди по похилій площині.

Для дослідження фізико-механічних властивостей насіння розроблений стенд (рис.1), який складається з похилої площини 5, розташованої під кутом  $\alpha$  до горизонту, похилої сепарувальної поверхні 6, розташованої під кутом  $\gamma$  до горизонту у поперечній площині, та набору місткостей 7 для відсортованого насіння різних фракцій, насінневих коробочок і сміття.



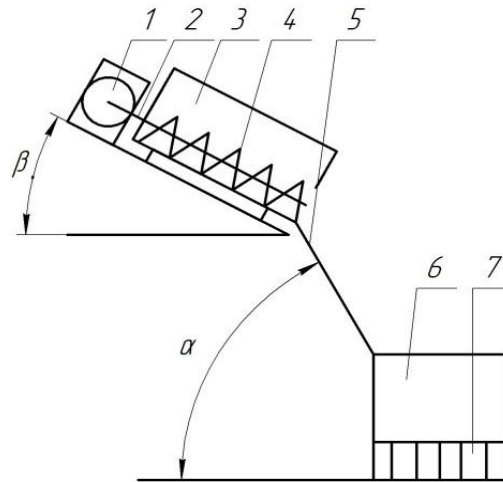


Рис. 1. Схема стенду для дослідження фізико-механічних властивостей насіння та насінневих коробочок:

1 – електродвигун; 2 – редуктор; 3 – місткість для вороху; 4 – шнековий дозатор; 5 – похила площина; 6 – сепарувальна поверхня; 7 – набір місткостей.

Розглянемо еліпсоїдну частку еквівалентного діаметра  $d_e$ , яка без початкової швидкості рухається по похилій площині довжиною  $L$ , нахиленій під кутом  $\alpha$  до горизонту. Коефіцієнт тертя частки по поверхні площини дорівнює  $f$ . Оскільки швидкість та розміри частки малі, вважаємо опір повітря пропорційним квадрату швидкості частки (коефіцієнт пропорційності  $m \cdot k^2$ ).

Для складання диференційного рівняння руху частки, необхідно використовувати другий закон Ньютона та враховувати всі зовнішні сили, які діють на неї.

На похилій площині на частку діють сила тяжіння, сила тертя та сила опору повітря (рис.2).

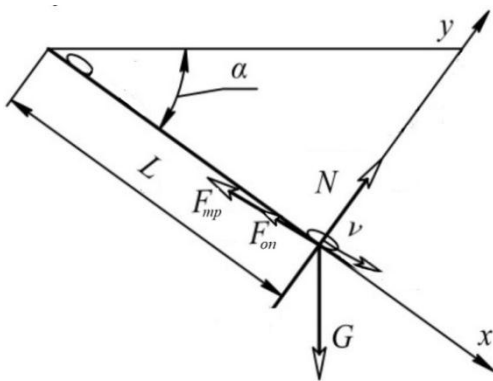


Рис. 2. Схема сил, які діють на частку на похилій площині.

Запишемо проекції всіх сил на вісь  $x$

$$F_x = m \cdot g \cdot \sin(\alpha) - f \cdot m \cdot g \cdot \cos(\alpha) + m \cdot k^2 \cdot v^2, \quad (1)$$

де  $m$  – маса частки,  $g$  – прискорення вільного падіння,  $\alpha$  – кут нахилу похилої площини до горизонту,  $f$  – динамічний коефіцієнт тертя;  $k$  – коефіцієнт опору повітря;  $v$  – швидкість руху частки.

Диференційне рівняння руху частки по похилій площині має вигляд

$$m \cdot d^2 x / dt^2 = m \cdot g \cdot \sin(\alpha) - f \cdot m \cdot g \cdot \cos(\alpha) + m \cdot k^2 \cdot (dx/dt)^2.$$

Розв'язок отриманого диференційного рівняння [1] при початкових умовах  $x(0)=0$  та  $x'(0)=0$  запишеться як

$$x(t) = \ln(\operatorname{ch}(k \cdot t \cdot \sqrt{(g \cdot \sin(\alpha - \varphi x) / \cos(\varphi x))}) / k^2) - L. \quad (2)$$

Для визначення динамічного коефіцієнта тертя проведемо серію експериментів. Змінюючи кут  $\alpha$  від  $30^\circ$  до  $40^\circ$  з кроком  $2^\circ$ , визначаємо час  $t_n$  подолання часткою відрізка похилої площини довжиною  $L$ , тобто підставляємо в ліву частину рівняння (2) значення  $x(t_n)=L$  і розв'язуємо його чисельно відносно кута динамічного тертя  $\varphi x$ , підставляючи значення констант ( $L=1$  м,  $k=0,8137[2]$ ,  $m=0,7 \cdot 10^{-6}$  кг,  $g=9,81$  м/с<sup>2</sup>), шість разів значення кута  $\alpha$  та відповідний час руху насінини  $t_n$ . Визначаємо динамічний коефіцієнт тертя

$$f = \operatorname{tg}(\varphi x).$$

Будуємо графік залежності  $f=Z(\alpha)$  (рис.3).

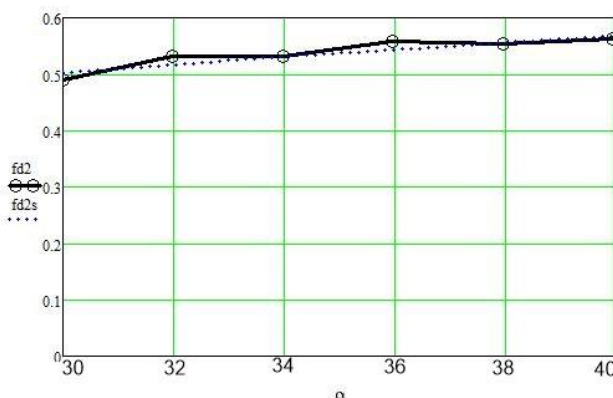


Рис. 3. Графік залежності динамічного коефіцієнта тертя від кута до горизонту.

Значення динамічного коефіцієнта тертя лінійно зростають в межах 0,49–0,56 зі збільшенням кута нахилу площини до горизонту.

### Список літератури

1. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Т.1; Ч.2: Машини для сівби та садіння. Харків: ОКО, 2002. 452 с.
2. Пархоменко, М. Д. Визначення математичної моделі розрахунку коефіцієнту опору повітря та критичної швидкості зерна при його транспортуванні висівним апаратом / М.Д. Пархоменко, В.О. Кондратець, Ю.М. Пархоменко. *Техніка в с.-г. виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація : Зб. наук. пр. Кіровоград. нац. техн. ун-ту.* Кіровоград : КНТУ, 2008. Вип. 21. С. 105–109. <http://dSPACE.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/1386>

УДК 631

## УДОСКОНАЛЕННЯ ВИСІВНОГО АПАРАТУ ЗЕРНОВОЇ СІВАЛКИ

**Д. Величко, студент;**  
**О. Гур'євська, к.п.н., доцент;**  
**О. Васильковський, к.т.н., професор**  
*Центральноукраїнський національний технічний університет*

В технології вирощування зернових культур, особливе місце займають сівалки, як основний і безальтернативний засіб виконання найбільш відповідальної операції – дозування насіння у створені борозни і його заробку.

Сучасні зернові сівалки обладнані переважно механічними катушковими висівними апаратами [1], які забезпечують дозування більшості зернових культур.

Основним недоліком класичних висівних апаратів зі зсувною катушкою, як відмічено в праці [2] (рис. 1), є зниження стійкості висіву насіння різними висівними апаратами секції сівалки при зміщенні катушок, що відбувається за рахунок наявності різного роду люфтів. В роботі [2] запропоновано вирішення даної проблеми шляхом використання оригінального висівного апарата, оснащеного незсувною катушкою, розділеною на дві частини (у пропорції 2/3), з робочими довжинами 16 і 24 мм. При цьому секції катушки запропоновано закривати заглушками з боку бункера.

Зазначене удосконалення дозволить уникнути недоліків конструкції, пов'язаних з впливом люфтів на стійкість дозування. Однак і в цьому випадку постає питання щодо можливості сівби дрібнонасіненних культур, зокрема, трав.

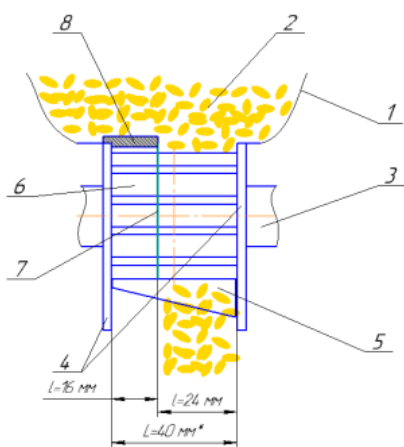


Рис. 1. Схема базового висівного апарата з незсувною двосекційною катушкою:

1- висівний ящик, 2- зерно, 3- вал приводу катушки, 4- щоківини, 5- клапан, 6- катушка, 7- ділильник, 8- заглушка

У сівалках типу СЗТ-3,6 для сівби такого насіння встановлені додаткові «трав'яні» бункери, оснащені «трав'яними» катушками. Таке технічне рішення, попри логічність і ефективність, має і властиві недоліки: необхідність додаткового механізму приводу, підвищену масу тощо.

Перспективним шляхом усунення вказаних недоліків є удосконалення базової конструкції (рис. 2) за рахунок застосування одного механізму приводу і одного висівного апарата для всіх зернових матеріалів.

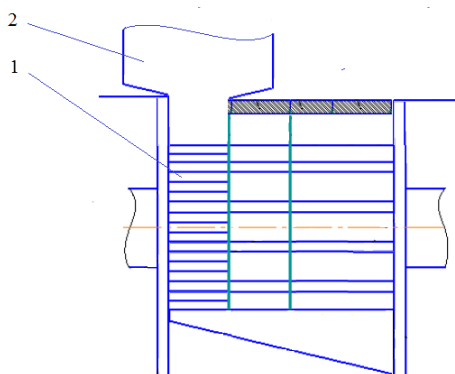


Рис. 1. Схема удосконаленого висівного апарата з незсувною трисекційною катушкою:

1- додаткова катушка з малими жолобками, 2 – вставний бункер для дрібно насінневих культур.

Це можливо здійснити шляхом:

- встановлення на основний вал третьої секції - додаткової катушки 1 з малими жолобками для сівби дрібнонасінневих культур, з можливістю закриття заглушкою з боку бункера;

- використання додаткового вставного бункера для дрібнонасінневих культур, який повинен фіксуватися всередині основного бункера.

Запропоноване удосконалення дозволить використовувати єдиний привід висівної катушки, при цьому забезпечити дозування всіх типів насіння, що висівається рядковим способом

### Список використаних джерел

1. Сисолін П.В., Свірень М.О. Висівні апарати сівалок. Еволюція конструкцій, розрахунки параметрів. Навчальний посібник. Кіровоград, 2004. 160 с.
2. Голуб Л., Довгиш І., Гур'євська О., Васильковський О. Зерновий висівний апарат з незсувною катушкою. Матеріали II Міжнародної студентської інтернет-конференції «Техніка і технології у аграрному виробництві» (24 вересня 2020 р., м. Кропивницький). 2020. С. 20-22.

УДК 631

## УДОСКОНАЛЕННЯ ВИЛЧАСТИХ КОПАЧІВ БУРЯКОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНУ

А. Репетир, студент;

О. Васильковський, к.т.н., професор

Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький

Вирощування цукрових буряків – це один з найбільш важливих напрямів рослинництва, який традиційно склався протягом століть в Україні.

Відповідальним етапом у технології вирощування цукрових буряків є збирання, оскільки від кількості і якості зібраних коренеплодів залежить як кінцевий економічний

ефект виробника, так і задоволення споживача кінцевого продукту з можливістю його переорієнтації на продукцію іншого виробника.

Збирання коренів цукрових буряків – складний і енергозатратний процес, на початку якого відбувається руйнування зв'язків і викопування з ґрунту.

Одними з поширених робочих органів, що здійснюють викопування цукрових буряків є вилчасті копачі (рис.1), які мають активні наконечники, що обертаються у зустрічних напрямках, забезпечуючи переміщення коренеплодів до коренезабірників.

Під час викопування, за рахунок взаємодії коренеплоду з активними вилками, відбувається часткове їх очищення від налиплого ґрунту. Однак, очевидно, що інтенсивність контакту з гладкою поверхнею вилок не сприяє ефективному руйнуванню налиплого ґрунту і цю функцію виконують інші робочі органи бурякозбиральної машини.

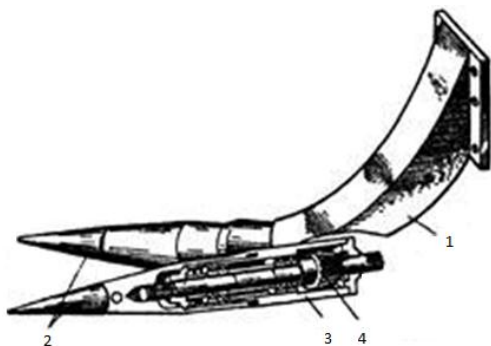


Рис. 1. Вилчастий копач бурякозбирального комбайну: 1- корпус, 2- активний наконечник, 3- пасивний напрямник, 4- привід.

Підвищення ефективності роботи копачів не тільки як викопувального робочого органу, а й сепараційного – з високим ступенем інтенсивності взаємодії з коренями, могло б дозволити підвищити загальну ступінь їх очищення.

Одним з варіантів вирішення поставленої задачі є конструкція кулачкових активних поверхонь вилок [1], схему якої наведено на рис. 2.

Аналіз запропонованого технічного рішення дозволяє зазначити, що дійсно його застосування дозволить підвищити інтенсивність взаємодії викопувального робочого органу з коренем, покращуючи рівень очищення. Однак при цьому може виникнути проблема пошкодження коренеплодів виступами кулачків.

Більш ефективним, на нашу думку є оснащення активних частин вилчастих копачів шнековою навивкою, яка в купі з можливістю забезпечення різних значень кроків навивки могла б суттєво активізувати не тільки процес очищення від налиплого ґрунту, а й створити умови для переміщення коренеплодів до машини.

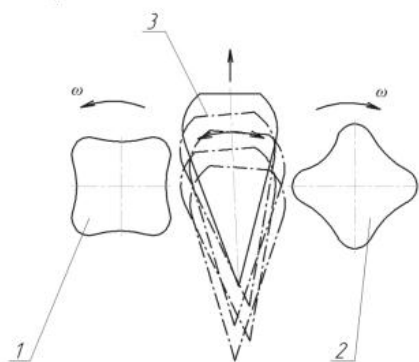


Рис. 2. Схема взаємодії коренеплоду з кулачковими вилчастими копачами: 1, 2 – вилки, 3 – коренеплід.

З метою усунення можливості пошкодження коренів активною вилкою, доцільно її виготовляти шляхом відливки без гострих крайок та з плавними перепадами висот, або шляхом наварювання навивки зі сталевого дроту круглого профілю.

Остаточні параметри запропонованої шнекової навивки доцільно прийняти після узгодження осьової швидкості переміщення витків і поступальної швидкості руху комбайну по полю.

Застосування вилчастих копачів, оснащених шнековою активною частиною дозволить підвищити ефективність викопування та очищення коренів цукрових буряків від налиплого ґрунту, зменшуючи надходження «зайвого» ґрунту до машини, зменшуючи тим самим ступінь їх абразивного зношення.

## Список використаних джерел

1. Цимбал О.В. Удосконалення вилчастих копачів бурякозбиральних комбайнів [Електронний ресурс] / О.В. Цимбал, Д.Л. Зінов'єв, О.М. Васильковський // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Досягнення та перспективи галузі виробництва, переробки і зберігання сільськогосподарської продукції», Кіровоград: КНТУ, 2018. С. 38-39.

## ***ВПЛИВ ПОПЕРЕДНИКІВ НА УРОЖАЙНІСТЬ СОРТІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ В ПІВНІЧНОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ***

**Н. Умрихін**, *к. с.-г. н., ст. викладач;*

**Є. Любченко**, *студент*

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Збільшення виробництва продовольчого високоякісного зерна є одним з найважливіших завдань АПК України. Важливе місце в підвищенні врожайності та поліпшенні якості зерна належить удосконаленню технології вирощування пшениці озимої [1].

Серед агротехнічних прийомів, що входять до складу сучасних технологій вирощування пшениці озимої, є правильне розміщення сортів даної культури після різних попередників [2, 3]. Попередники впливають на водний, повітряний і харчовий режими ґрунту, від яких залежить ріст і розвиток рослин. Дія їх на урожайність і біометричні показники рослин пшениці озимої не однакова [4, 5]. В зв'язку з тим, що спостерігається тенденція до постійного зменшення площі під парами, бобовими культурами і багаторічними травами, особливої уваги потребує пошук попередників, які б забезпечували добрі умови для вирощування пшениці озимої [6].

За даними наукових досліджень потенційні можливості сучасних сортів пшениці озимої реалізуються лише на 30–40 %. Головна причина такого становища полягає в тому, що застосування тієї чи іншої технології при вирощуванні сучасних сортів не дозволяє в повній мірі реалізувати біологічні властивості рослин, що, в кінцевому результаті, відображається на рівні продуктивності посівів та різкому зниженні урожайності у несприятливих за погодними умовами роки [7].

Однак, для умов північного Степу України ці питання залишаються вивченими ще недостатньо.

Польові дослідження виконували у 2021-2022 рр. в Інституті сільського господарства Степу НААН України, який знаходиться в чорноземній зоні північного Степу України. Польові дослідження розміщували по попередниках соя та соняшник. В досліді висівали сорти пшениці м'якої озимої Катруся одеська, Сториця і Наснага. Повторність 3-разова, площа посівної ділянки 24 м<sup>2</sup>, облікової – 18 м<sup>2</sup>. Норма висіву 5 млн. схожих зерен на гектар. Сівбу проводили сівалкою СН-16, збирання врожаю – селекційним комбайном «Сампо 2010».

Погодні умови вегетаційного періоду 2020/21 р. та 2021/22 для пшениці озимої були переважно сприятливими. За помірного температурного режиму спостерігалось раннє за календарними строками відновлення вегетації навесні з помірним наростанням температури повітря та достатніми запасами вологи в ґрунті у весняно-літній період.

Основними критерієм оцінки ефективності того чи іншого агрозаходу, зокрема й сучасних сортів пшениці озимої при їх вирощуванні по різних попередниках, є врожайність культури, яка акумулює всі ті умови навколишнього середовища, в яких протягом усього вегетаційного періоду проходить життя рослин.

Отримані результати переконливо свідчать про значний вплив попередників на формування урожайності сучасних сортів пшениці озимої. В 2021 р. середня врожайність пшениці озимої сорту Катруся Одеська у варіанті, в якому попередником була соя склала 6,60 т/га, після попередника соняшник вона становила 6,21 т/га, що менше на 0,39 т/га ніж після сої. В 2022 р. урожайність даного сорту після сої становила 7,97 т/га, а по соняшнику на 1,21 т/га була нижчою.

Урожайність сорту Сториця в 2021 р. після сої склала 6,03 т/га, тоді як по соняшнику вона була на рівні 6,15 т/га, що на 0,12 т/га більше ніж після сої. У 2022 р. урожайність того ж

сорт у варіанті, в якому попередником була соя склала 7,40 т/га, а після попередника соняшник – на 0,91 т/га менше.

При дослідженні сорту Наснага було встановлено, що при його вирощуванні після сої урожайність в 2021 та в 2022 рр становила відповідно 6,55 і 7,85 т/га, що на 0,64 та 0,43 т/га більше ніж після соняшника.

В середньому за два роки досліджень вищу урожайність пшениці озимої в сорту Катруся одеська (7,28 т/га), Сториця (6,71 т/га) та Наснага – 7,20 т/га отримано при її вирощуванні після попередника соя, що більше на 0,80; 0,39 та 0,54 т/га ніж після соняшника.

Результати досліджень показали, що в умовах правобережного Степу України на чорноземі звичайному середньогумусному при вирощуванні пшениці м'якої озимої істотно вищу урожайність отримано у сортів Катруся одеська (7,28 т/га) та Наснага (7,20 т/га) при їх вирощуванні після сої.

### **Список використаних джерел**

1. Сайко В.Ф. Наукові підходи щодо раціонального землекористування в умовах здійснення аграрної реформи. Вісник аграрної науки. 2000. №5. С. 5–10.
2. Уліч О. Л. Продуктивність сортів озимої пшениці залежно від попередників і строків сівби в Правобережному Лісостепу України. Автореф. дисертації на здоб. канд. с.-г. наук: 06.01.09. – Інст. землеробства УААН – К. 2006. 32 с.
3. Савранчук В. В., Мостіпан М. І., Ліман П. Б., Мостіпан Т. В. Урожайність сортів озимої пшениці залежно від попередників та строків сівби у північному Степу України. Вісник степу. 2007. № 4. С. 7–9.
4. Годуляк І. С. Озима пшениця в сівознах. Дніпропетровск: Промінь, 1974. 175 с.
5. Лебедь Е. М., Пикуш Г. Р., Гетьманець А. Я., Пабат І. А. Чорний пар в інтенсивних сівознах. К.: Урожай, 1992. С. 9–51.
6. Зубець М. В., Ситник В. П., Круть В. О. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України. К.: Аграрна наука, 2004. 844 с.
7. Петриченко В. Ф., Лихочвор, В.В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур. Львів: НВФ „Українські технології”, 2020. 806 с.

УДК 633.11:631.84

## ***ВПЛИВ СТРОКІВ СІВБИ НА УРОЖАЙНІСТЬ СУЧАСНИХ СОРТІВ ЯЧМЕНЮ ЗВИЧАЙНОГО ОЗИМОГО В СТЕПУ УКРАЇНИ***

**Н. Умрихін, к. с.-г. н., ст. викладач;**

**Я. Тупицький, студент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Значну частину у виробництві зерна АПК України займає ячмінь озимий. Він є цінною зерновою, кормовою і продовольчою культурою. В 1 кг цього зерна міститься 1,2 к. од. і 100 г перетравного протеїну, а також понад 12 % білка, близько 77 % вуглеводів, майже 2 % жиру, до 3 % зольних елементів. Білок ячменю насичений амінокислотами, а за вмістом у ньому лізину і триптофану переважає решту злакових культур [1].

Для одержання стабільно високої урожайності озимих зернових культур велике значення має вивчення і дотримання оптимальних строків сівби. Згідно з чисельними дослідженнями вони мають значний вплив на ріст і розвиток рослин, їх виживання, морозостійкість і зимостійкість, густоту продуктивного стеблостою та продуктивність і якість продукції. Тривалість оптимального періоду сівби буває невеликим і відхилення від нього призводить до зниження урожайності [2, 3].

Численні наукові дослідження та практика сільськогосподарського виробництва переконливо свідчать, що досягти максимальної продуктивності сучасних сортів ячменю озимого можливо лише за умови правильного використання агротехнічних прийомів, які б найбільш повною мірою відповідали біологічним вимогам даної культури. Тому без врахування реакції того чи іншого сорту на агрокліматичні умови конкретного регіону досить складно передбачити ефективність використання різних агротехнічних прийомів при їх вирощуванні [4,5].

Тому головною метою наших досліджень було встановити реакцію сортів ячменю озимого Валькірія Снігова королева та Дев'ятий вал на строки сівби та запропонувати сільськогосподарському виробництву найбільш доцільне використання того чи іншого сорту.

Польові досліді виконували у 2021-2022 рр. в Інституті сільського господарства Степу НААН України, який знаходиться в чорноземній зоні північного Степу України. Польові досліді розміщували по попереднику соя на зерно в три строки сівби: 15 і 30 вересня та 15 жовтня. В досліді висівали сорти ячменю озимого Валькірія, Снігова королева та Дев'ятий вал. Повторність 3-разова, площа посівної ділянки 24 м<sup>2</sup>, облікової – 18 м<sup>2</sup>. Норма висіву 5 млн. схожих зерен на гектар. Сівбу проводили сівалкою СН-16, збирання врожаю – селекційним комбайном «Сампо 2010».

Погодні умови років досліджень для рослин ячменю озимого були переважно сприятливими. За помірного температурного режиму спостерігалось раннє за календарними строками відновлення вегетації навесні з помірним наростанням температури повітря та достатніми запасами вологи в ґрунті у весняно-літній період.

Облік урожаю зерна озимого засвідчив, що строки сівби неоднаково впливали на його формування у різних сортів ячменю озимого. Реакція сортів на зміну строків сівби мала специфічний характер, що виявилось у різному рівні урожайності даної культури.

В умовах 2021 року істотно вища урожайність зерна сортів ячменю озимого Валькірія (6,38 т/га), Снігова королева (5,95 т/га) та Дев'ятий вал (6,28 т/га), була за сівби 15 вересня. Зміщення строків сівби на більш пізні зумовило суттєве зменшення урожайності сортів, що досліджувалися. Найнижчою вона була 15 жовтня і становила у сорту Валькірія 4,33 т/га, Снігова королева – 4,95 т/га та Дев'ятий вал – 5,20 т/га.

В 2022 році спостерігалася подібна ситуація. Вищою урожайність була за раннього строку сівби. Так при сівбі 15 вересня урожайність сорту Валькірія склала 7,52 т/га, в сорту Снігова королева – 6,93 т/га, а в Дев'ятого валу – 7,78 т/га. Найнижчі показники урожайності відмічено при пізньому строкові сівби і вона становила у Валькірії 5,76 т/га, в Сніговій королеві – 6,11 т/га та в Дев'ятого валу – 6,32 т/га.

За врожайністю зерна озимого ячменю істотна різниця була і між сучасними сортами, що вивчалися. Найбільша різниця у 2021 році спостерігалася між сортами Валькірія та Дев'ятий вал, урожайність сорту Дев'ятий вал при сівбі 15 жовтня була на 0,87 т/га вищою ніж у сорту Валькірія (при НР<sub>05</sub> 0,18 т/га). В 2022 році найбільшу різницю між досліджуваними сортами було відмічено за сівби 15 вересня. Так сорт Дев'ятий вал забезпечив урожайність, яка на 0,85 т/га була вищою ніж у сорту Снігова королева.

В середньому по досліді після сої вищу урожайність ячменю озимого забезпечував сорт Дев'ятий вал – 6,45 т/га, що більше на 0,40 та 0,45 т/га ніж у сортів Валькірія та Снігова королева відповідно.

За два роки досліджень при вирощуванні ячменю озимого по сої вища урожайність зерна сортів Валькірія (6,95 т/га), Снігова королева (6,44 т/га) та Дев'ятий вал (7,03 т/га) була сформована за сівби 15 вересня. Зміщення строків сівби на більш пізні спричиняло суттєве зниження урожайності досліджуваних сортів. Найнижчою урожайність сортів Валькірія (5,05 т/га), Снігова королева (5,53 т/га) та Дев'ятий вал (5,76 т/га) була при сівбі 15 жовтня.

На основі отриманих результатів досліджень та спостережень можна зробити наступний висновок, що за два роки досліджень (2021-2022 рр..) строки сівби і досліджувані сорти впливали на урожайність ячменю озимого. Так найвищий показник урожайності (7,03 т/га) отримано у сорту Дев'ятий вал при сівбі 15 вересня.

Результати досліджень показали, що в умовах 2021-2022 рр. досліджень в зоні правобережного Степу України на чорноземі звичайному середньогумусному при вирощуванні ячменю звичайного озимого по попереднику соя найвищий показник урожайності 7,03 і 6,95 т/га отримано відповідно у сортів Дев'ятий вал та Валькірія при сівбі 15 вересня.

### **Список використаних джерел**

1. Рожева Н. Наукові поради рослинникам. Фермерське господарство. 2008. №23(391). – С. 21.
2. Любівич О.А. Система ведення сільського господарства Дніпропетровської області / О.А. Любівич, Є.М. Лебідь, В.І. Шеманьов та ін.//. – Дніпропетровськ, 2005. – 136 с.
3. Коваленко О.В. Удосконалення технології вирощування озимого ячменю в північному Степу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: 06.00.09 «Рослинництво» / О.В. Коваленко. – Дніпропетровськ, 1997. – 20 с.
4. Савранчук В. В. Умрихін Н. Л., Мостіпан М. І. Вплив строків сівби на урожайність сортів пшениці озимої по різних попередниках в північному Степу України. Вісник степу. Науковий збірник. Кіровоград. 2014. Вип. 11. С. 57–60.
5. Умрихін Н. Л. Савранчук В. В., Мостіпан М. І. Вплив строків сівби на урожайність сортів ячменю озимого по попереднику соя в північному Степу України. Вісник Степу. Науковий збірник. Кіровоград. 2016. Вип. 13. С. 82–85.

УДК 633.15:631.53.048

## ***ВДОСКОНАЛЕННЯ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ КУКУРУДЗИ В СТЕПУ УКРАЇНИ***

**К. Васильковська, к. т. н., доцент;**

**Р. Ковальчук, студентка**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

В сучасних умовах при зміні кліматичних умов одним з найголовніших напрямів розвитку рослинництва є підвищення стабілізації виробництва та врожайності зернових культур, серед яких кукурудза є одним із лідерів за валовим збором зерна. В Україні посіви кукурудзи розміщуються в усіх регіонах. В Центральній та Південній Україні дефіцит вологи та високий температурний режим потребує розробки й впровадження новітніх технологій вирощування з оновленням гібридного складу, іноді застосування зрошення, обґрунтування системи удобрення тощо [1, 2].

Комплексне вдосконалення технології вирощування кукурудзи на підставі повної механізації та автоматизації робіт, впровадження у виробництво нових високопродуктивних гібридів інтенсивного типу, створюють сприятливі передумови для отримання високих врожаїв кукурудзи.

Таким чином, розробка та наукове обґрунтування інтенсивних технологій вирощування в посушливих умовах Північного Степу України, підвищення економічної ефективності за умов зміни кліматичних умов має вагомим актуальним значенням [3].

Кукурудза – цінна кормова культура. За врожайністю зерна поступається лише пшениці та рису, однак перевищує всі інші зернові культури [4].

Як відомо, в Україні найбільш поширеними є такі варіанти основного обробітку ґрунту [5]:

- традиційна (оранка);
- консервуюча (глибоке рихлення ґрунту);
- мульчуюча (мілке рихлення ґрунту).



Аналіз рівня індивідуальної продуктивності варіантів, що досліджувались наведено в таблиці 1 [6].

Як бачимо, в середньому за обидва роки досліджень зберіглась стала тенденція щодо вибору знаряддя для основного обробітку ґрунту при вирощуванні гібридів кукурудзи. Найбільша кількість утворених качанів спостерігалась у варіанті із глибоким рихленням ґрунторозпушувачем ГР-3,4 та гібридом Хотин – 101,5 качанів на 100 рослин. При порівнянні обох гібридів кращим за подібних умов був результат у гібрида Девіс.

Показник передзбиральної вологості за 2021-2022 роки знаходився в межах від 15,8% до 16,7%. Передзбиральна вологість у 2021 році була нижчою, ніж у 2022 році, тобто показники були гіршими. Найменше значення передзбиральної вологості у 15,8% спостерігалось у варіанті із глибоким рихленням ґрунторозпушувачем ГР-3,4 та гібридом Хотин.

Найкращу врожайність отримано у варіанті із використанням в якості основного обробітку ґрунту – оранки плугом ПН-5-40 та гібриду Девіс із значенням – 9,33 ц/га.

Таблиця 2.

Врожайність гібридів кукурудзи, 2021-2022 рр.

Варіант досліджу	Індивідуальна продуктивність, качанів на 100	Вологість перед збиранням, %	Врожайність при 14%, ц/га
1. Оранка плугом ПН-5-40, гібрид Девіс	101,0	16,7	9,33
2. Оранка плугом ПН-5-40, гібрид Хотин	99,0	16,7	8,72
3. Мілкий обробіток БДВП-4,2, гібрид Девіс	91,0	15,8	7,23
4. Мілкий обробіток БДВП-4,2, гібрид Хотин	92,5	16,4	7,12
5. Глибокий обробіток ГР-3,4, гібрид Девіс	100,5	16,0	8,36
6. Глибокий обробіток ГР-3,4, гібрид Хотин	101,5	16,3	8,24

Аналіз досліджень за 2021-2022 рр. дає змогу стверджувати, що при вирощуванні середньостиглих гібридів кукурудзи української селекції із використанням різних ґрунтообробних знарядь для основного обробітку, всі показники безумовно мають велике значення, але найбільший вплив на продуктивність кукурудзи мала саме взаємодія факторів використання ґрунтообробного знаряддя та генетичні особливості гібридів.

Отже, сільськогосподарським виробникам північного Степу України рекомендується при вирощуванні кукурудзи на зерно в якості знаряддя для основного обробітку ґрунту використовувати плуг ПН-5-40 та гібрид української селекції Девіс, які забезпечують врожайність 9,33 ц/га.

### Список використаних джерел

1. Андрієнко О.О., Васильковська К.В., Андрієнко А.Л. Реакція гібридів кукурудзи на зміну густоти стояння рослин у північному Степу України. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*, Вип. 96 Ч. 1, 2020. С. 635-651. (DOI: <https://doi.org/10.31395/2415-8240-2020-96-1-635-651>)
2. Технологія вирощування кукурудзи на зерно. *Бізон-Тех*. URL: <https://bizontech.ua/blog/tehnologiya-viroshchuvannya-kukuruzi-na-zerno> (звернення 1.10.2023)
3. Васильковська К., Басистий А. Вплив способів обробітку ґрунту на врожайність кукурудзи в Степу України. *Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології агропромислового виробництва»*. 2022. – Кропивницький: ЦНТУ. С. 32-34. URL: <http://www.kntu.kr.ua/doc/science/zahody/vikl/2022/11-tez.pdf>

4. Лещенко С.М., Сало В.М. Технічне забезпечення збереження родючості ґрунтів в системі ресурсозберігаючих технологій. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин*. – Кіровоград: КНТУ, 2013, 43 (1). С. 96-102.
5. Mostușan M.I., Vasylykova K.V., Andriyenko O.O., Reznichenko V.P. (2017) Modern aspects of tilled crops productivity forecasting. *INMATEH - Agricultural Engineering* – Romania, Bucharest: INMA. Vol. 53, No.3. 35-40.
6. Васильковський О., Лещенко С., Васильковська К., Петренко Д. Підручник дослідника: Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. – Харків: Мачулін, 2016. 204 с.

УДК 631.1

## **БЕЗГЕРБІЦИДНА ОБРОБКА ПИРІЮ**

**К. Васильковська, к. т. н., доцент;  
В. Удоєнко, студентка**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Обробка пирію без гербіцидів має свою актуальність з кількох причин:

1. Екологічна стійкість: Гербіциди, які використовуються для боротьби з пирієм, можуть мати негативний вплив на навколишнє середовище, включаючи забруднення ґрунту та води. Безгербіцидна обробка дозволяє зменшити цей негативний вплив та підтримувати екологічну стійкість.

2. Збереження біорізноманіття: Гербіциди можуть вбивати не тільки пирій, але й інші корисні рослини та мікроорганізми. Це може впливати на біорізноманіття в регіоні. Безгербіцидна обробка дозволяє зберегти різноманітність рослин та тварин.

3. Здоров'я людей: Використання гербіцидів може призводити до забруднення продуктів харчування, що може негативно впливати на здоров'я людей. Безгербіцидна обробка зменшує ризик впливу цих хімікатів на продукти та, в кінцевому підсумку, на здоров'я споживачів.

4. Сталість виробництва: Запобігання росту пирію та інших бур'янів без використання гербіцидів може вимагати інтенсивнішої праці та управління ґрунтом, але в довгостроковому плані це може сприяти сталому виробництву та збереженню родючості ґрунту.

5. Попит на органічні продукти: Споживачі все більше схильні споживати органічні продукти, які вирощуються без використання синтетичних хімікатів. Тому безгербіцидна обробка може відповідати ростищому попиту на органічні ґрунти та продукти. [1, 2].

Пирій повзучий (*Agropyron repens*) – трав'яниста рослина-багаторічник. Частина, що росте над землею, являє вузькі, до 1 см по ширині, вертикальні листя, що ростуть від кореня. Дуже цінна лікувальна рослина, чиє коріння збирають та заготовлюють навесні або під зиму (разом з молодими пагонами), вимивають, подрібнюють та сушать.

Пирій росте на пустирях, покладах, лісових галявинах, по узліссях лісу, біля доріг, на луках, ріллі і городах. Його важко викоринити через довге, повзуче та вузлувате кореневище, а якщо у землі залишити шматки коренів цієї рослини - то вони не гинуть і дають нові сходи. Але поза ґрунтом кореневища пирію швидко висихають [3].

Основний недолік пирію для дачників в тому, що до кінця червня культура починає рости вглиб, утворюючи цілі бульби для перезимівлі. За 2 роки кореневище може стати помітно товщим - приблизно в 2 рази. Ще один неприємний нюанс - пирій не боїться ні заморозків, ні посухи. Навесні зростає, навіть якщо лежить сніг, причому, на будь-якому ґрунті і при будь-якій температурі.

Як позбутися пирію? Оскільки цей багаторічник досить швидко розмножується, знищити пирій видається складною справою. Деякі городники вирішують миритися із таким

шкідником на городі, оскільки боротися з ним доводиться протягом усього сезону. Через нашестя цього бур'яну не лише погіршується стан ґрунту. Пирій здатен завдавати й іншої шкоди:

- Сповільнює зростання культур.
- Забирає багато води, мікро- та макроелементів, що є у ґрунті.
- Надземна частина рослин утворює густі чагарники, у яких селяться і розмножуються комахи-шкідники.

Існують такі способи, як позбутися пирію на городі:

1. Найчастіше використовують ручний спосіб боротьби з пирієм. На невеликій ділянці боротися з ним вручну ще можна, але на більшій ділянці для цього доведеться витрати багато сил та часу. Зате, такий спосіб найбільше екологічний і простий в розумінні. Головне – користуватися не лопатою, а вилами, щоб не пошкодити корені під час обробки ґрунту. Глибина обробки має бути не більше 20 см.

2. Ще один спосіб – подрібнення кореневища пирію. За цього способу кореневище подрібнюється на дрібні частини за неглибокої оранки мотоблоком або мотокультиватором. Глибина такої оранки – до 20 см. Така обробка стимулює пробудження молодих бруньок, які потім буде легше витягати з землі. Саме тому, щойно над землею будуть з'являтися нові зелені паростки – їх необхідно витягати, поки вони не наростили розгалужену кореневу систему, як у «дорослих» рослин. Цей спосіб теж трудомісткий, і, найголовніше, руйнує структуру ґрунту, є згубним для підземних мікроорганізмів що збагачують ґрунт. Це не найкращий метод для прибічників органічного землеробства. Проте, цей спосіб можна пом'якшити, висадивши одразу після обробки недружні до пирію рослини-сидерати. Саджати їх необхідно щільно та не зтягуючи з часом після оранки. Це допоможе оздоровити ґрунт, створити затінення для пирію та, загалом, оздоровити землю [4].

3. Ще одна технологія для зменшення росту цього бур'яну така: потрібно підрізати пирій раз у 20 днів по три-чотири рази. Це робиться для того, щоб рослина не розросталась. Важливо не давати йому виростати вище 10-15 см. Сенс полягає в тому, що для пирію є закономірність – чим густіший зелений чуб, тим міцніше коріння під землею.

4. Пирій не переносить затінення, тому для боротьби з ним підійде і такий спосіб – ділянка з пирієм навесні застеляється картоном або чорною плівкою і залишається на літо. Так можна позбутися і порослі, й коренів.

5. На невеликій ділянці можна використовувати мульчування – покриття ґрунту мульчею, або плоскорізною обробкою.

6. Окрім цього, рекомендовано висадити разом із пирієм на одній ділянці сидеральну культуру, наприклад, гречку. Після того як вони зійдуть, варто їх скосити, але з ділянки не прибирати. Також, варто змішати скошені рослини з гірчицею, рапсом, вівсом. Можна використовувати й інші сидерати – рослини, що вирощуються для збагачення ґрунту азотом і запобіганню росту бур'янів. Опісля, ґрунт варто зволожити й залишити до осені. Коли прийде осінь, землю на ділянці варто перекопати. Все це робиться не лише для знищення пирію у вас на городі, але і для спущування ґрунту [5, 6].

Якщо ділянка сильно засмічена пирієм, одного способу може виявитися недостатньо. Тоді усі заходи комбінують, щоб отримати бажаний результат.

Безгербіцидна обробка пирію є перспективним підходом до контролю над цим шкідливим бур'яном, оскільки вона сприяє збереженню екологічної стійкості, здоров'я людей та якості ґрунту. Цей метод вирощування пирію також відповідає сучасним стандартам сталості сільського господарства та забезпечує безпечні та екологічно чисті харчові продукти.

### Список використаних джерел

1. Пирій. АТ Фармак. URL: <https://alergia.com.ua/pyrij> 10.09.2023
2. Пирій – про надзвичайні лікувальні властивості бур'яну. Зелена садиба. URL: <https://zelenasadyba.com.ua/sad-i-gorod/pyrij.html> 11.09.2023

3. Кащавцева К. Як позбутися від пирію швидко і назавжди: секрети досвідчених дачників. Інформаційне агенство УНІАН. URL: <https://www.unian.ua/lite/ogorod/nebezpechniy-piryi-na-dilyanci-poradi-yak-shvidko-vid-nogo-pozbutisya-12201597.html> 12.09.2023
4. Васильковська К., Удоленко В. Безгербіцидна боротьба з амброзією. Матеріали III Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «Інновації: теорія і практика». Кропивницький: АПН. 2022. С. 34-35. URL: <https://apn.biz.ua/edition>
5. Як позбутися пирію назавжди. Аптека садівника. URL: <https://www.apteka-sadivnyka.ua/blog/ogorod/borba-s-sornjakami/piryi/> 14.09.2023
6. Головченко Д.С., Васильковська К.В. Пошук безгербіцидних методів у боротьби із амброзією. Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки». – Кропивницький: ЦНТУ. – 2017. С. 358. URL: [http://www.kntu.kr.ua/doc/material\\_xi.pdf](http://www.kntu.kr.ua/doc/material_xi.pdf)

УДК 633.35:631.87

## **ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ДИНАМКУ ЛІНІЙНОГО ПРИРОСТУ У РОСЛИН СОЧЕВИЦІ**

**В. Шеремет, студент;**

**В. Резніченко, к. с.-г. н., доцент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Сочевиця - (лат. *Lens culinaris*) однорічна рослина родини бобових, вона є однією з перших окультурених рослин, а також найдавніша сільськогосподарська рослина.

Середня врожайність зерна - 12-13 ц/га, окремі господарства збирають по 20-25 ц/га і більше.

Сочевиця харчова культура. Для споживання використовується її насіння. Це цінний дієтичний продукт.

За рахунок своїх біологічних та екологічних особливостей рослини сочевиці характеризується досить високою посухо- і холодостійкістю і добре пристосовані до умов помірного клімату [1, 2]. Як і всі зернобобові культури вона сприяє фіксації атмосферного азоту, покращує родючість ґрунту і цим самим підвищує урожайність інших культур у сівозміні [3].

Одним із важливих та малодосліджених питань в технології вирощування сочевиці в умовах Кіровоградщини, це питання застосування мінеральних добрив та інокуляції.

До основних елементів структури врожайності сочевиці належать: висота рослини та висота прикріплення нижнього бобу, кількість стебел, кількість листків, кількість вузлів, кількість бобів, кількість обнасієних бобів, насінин у бобі з кількістю 1 та 2 шт., кількість насінин з однієї рослини, маса рослин, маса насінин з однієї рослини та маса 1000 насінин. Водночас для сочевиці складно визначити основні показники структури врожаю рослин, оскільки в процесі онтогенезу відбувається формування ознак продуктивності залежно від умов вирощування та доступних рослинам елементів живлення.

Тому в наших дослідженнях, ми звернули увагу як впливали різні дози мінеральних добрив та інокуляція на динаміку приросту у висоту рослин сочевиці (табл. 1).

В результаті проведених досліджень було встановлено, що внесення мінеральних добрив та інокуляція сприяли приросту у висоту рослин досліджуваної культури.

Встановлено, що показники висоти рослин сочевиці у 2021 році були дещо нижчими у порівнянні до показників висоти 2022 року по всіх варіантах досліду, за рахунок більш сприятливих гідротермічних умов, що склалися у 2022 році.

Так, в середньому за роки досліджень було встановлено, що найнижчі показники висоти були зафіксовані на ділянках контролю у фазу стеблуння та відповідно склало 15,3

см. Як показали наші дослідження, протягом вегетаційного періоду спостерігався приріст у висоту рослин сочевиці.

Так, на варіантах контролю у фазу дозрівання була зафіксована висота рослин в межах 37,8 см, що перевищувало контрольні ділянки на 22,5 см.

Внесення мінеральних добрив сприяло приросту рослин сочевиці у висоту.

Внесення мінеральних добрив у дозі  $P_{60}K_{60}$  на варіантах без інокуляції забезпечили висоту рослин у фазу стеблуння 17,4 см, що перевищувало контроль на 2,1 см. Протягом вегетаційного періоду спостерігається ріст і розвиток рослин на цих ділянках у висоту та відповідно до фаз вегетації склали: бутонізація – 29,4 см; цвітіння – 38,8 см; дозрівання – 40,8 см, що перевищувало контрольні варіанти відповідно 2,6 см, 6,4 см, 3,0 см.

Таблиця 1.

Динаміка лінійного приросту сочевиці залежно від мінерального живлення та інокуляції (середнє за 2022-2023 рр.), см

Фактор А Мінеральні добрива	Фактор В, інокуляція							
	без інокуляції				ризобіфіт сочевичний			
	фази росту та розвитку							
	стеблуння	бутонізація	цвітіння	дозрівання	стеблуння	бутонізація	цвітіння	дозрівання
Без добрив (контроль)	15,3	26,8	32,1	37,8	17,5	29,4	35,3	39,2
$P_{60}K_{60}$	17,4	29,4	38,8	40,8	19,2	31,1	39,2	42,8
$N_{30}P_{60}K_{60}$	18,5	31,6	41,0	47,5	21,7	32,5	41,9	49,6
$N_{60}P_{60}K_{60}$	19,6	33,1	43,5	50,3	22,1	33,4	42,5	51,5

Внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{60}K_{60}$  без інокуляції забезпечили висоту рослин у фазу стеблуння 18,5 см, що перевищувало контроль на 3,2 см, а ділянки з удобренням  $P_{60}K_{60}$  на 1,1 см. Протягом вегетаційного періоду спостерігається ріст і розвиток рослин на цих ділянках у висоту та відповідно до фаз вегетації склали: бутонізація – 31,6 см; цвітіння – 41,0 см; дозрівання – 47,5 см, що перевищувало контрольні варіанти та варіанти з дозою добрив  $P_{60}K_{60}$  по-фазно, відповідно на 4,8 і 2,2 см; 8,9 і 2,2 см, 9,7 і 6,7 см.

Протягом досліджень було встановлено, що максимальну висоту забезпечили варіанти з дозою добрив  $N_{60}P_{60}K_{60}$ , та забезпечили відповідно по фазах росту та розвитку наступні показники: стеблуння – 19,6 см; бутонізація – 33,1 см; цвітіння – 43,5 см; дозрівання – 43,5 см.

Встановлено, що показники висоти рослин сочевиці у 2022 році були дещо нижчими у порівнянні до показників висоти 2023 року по всіх варіантах досліджу, за рахунок більш сприятливих гідротермічних умов, що склалися у 2023 році.

Протягом 2022-2023 років досліджень, було встановлено, що найкращі умови для розвитку росли сочевиці у висоту утворилися на ділянках за удобрення та інокуляції ризобіфітом сочевичним.

Отже, як показали наші дослідження, висота рослин сочевиці протягом вегетаційного періоду була більшою на варіантах за удобрення та використання інокулянтів, у порівнянні до ділянок без контролю, та перевищувала її в межах 26,6 – 30,1%.

Найвищі рослини були зафіксовано на варіантах з дозою добрив  $N_{60}P_{60}K_{60}$  на ділянках за інокуляції ризобіфітом у фазу дозрівання, де висота рослин досліджуваної культури склали в межах 51,5 см.

### Список використаних джерел

1. Мостіпан М. І. Рослинництво. Лабораторний практикум. Кіровоград: 2015. 320 с.
2. Клиша А.І. Сочевиця. Зернобобові культури в інтенсивному землеробстві. К.: Урожай, 1990. С. 153-157
3. Тележенко Л. М., Атанасова В. В. Сочевиця як важливий національний ресурс рослинного білка. Корми і кормо виробництво. 2010. № 66. С. 158–163.

**ВПЛИВ МІКРОДОБРІВ ТА ІНОКУЛЯНТІВ НА УРОЖАЙНІСТЬ СОЇ****В. Резніченко, к. с.-г. н., доцент;****О. Масленко, студент***Центральноукраїнський національний технічний університет*

Соя, одна із білкових культур, що за своїми обсягами займає одне із провідних місць у світі, та за її рахунок вирішуються продовольчі проблеми, як в Україні так і в цілому світі, оскільки в її насінні міститься 17-27% жиру і в межах 20% вуглеводів [1, 2].

За рахунок збалансованого співвідношення вітамінів, жирів та вуглеводів соя широко використовується як харчова, кормова та технічна культура [3].

Значний вплив на підвищення урожайності сільськогосподарських культур мають мікродобрива та інокулянти, що забезпечують підвищення рівня врожайності, при застосуванні їх у комплексі.

Тому, в наших дослідженнях, ми звернули увагу як впливали мікродобрива та інокулянти на продуктивність сої.

Мікродобрива відіграють важливу роль у житті рослин, особливо це стосується бобових культур. Такі елементи, як бор, молібден, кобальт важливі, оскільки вони входять до складу ферментативної системи, що забезпечує симбіоз бульбочкових бактерій із культурою. Тобто прямо сприяють покращенню спроможності фіксувати атмосферний азот та підвищувати урожайність. Важливу роль, в проходженні цього процесу, відіграють інокулянти [4].

В наших дослідженнях ми звернули увагу, як впливали мікродобрива та інокулянти на урожайність сої (табл. 1).

Таблиця 1.

Вплив мікродобрив та інокулянтів на урожайність сої, т/га

Фактор А	Фактор В	2022 р.	2023 р.	Середнє	Приріст	
					т/га	%
Контроль	без інокуляції	1,51	1,39	1,45	-	-
Рексолін	без інокуляції	1,64	1,51	1,58	0,13	8,2
	ризобіфіт	1,78	1,62	1,70	0,25	14,7
	ризоактив	1,85	1,69	1,77	0,32	18,1
Реаком-СР-бобові	без інокуляції	1,70	1,53	1,62	0,17	10,5
	ризобіфіт	1,92	1,76	1,84	0,39	21,2
	ризоактив	2,01	1,87	1,94	0,49	25,3

Як, показали наші дослідження показники урожайності в 2022 році були дещо вищими у порівнянні до показників 2023 року, оскільки гідротермічні умови були менш сприятливими для повноцінної реалізації генетичного потенціалу досліджуваної культури.

Встановлено, що найнижчу урожайність було зафіксовано у 2023 році на варіантах контролю, що відповідно склала – 1,39 т/га, тоді як у 2022 році цей показник був вищим на 0,12 т/га.

В середньому по роках досліджень, застосування мікродобрив Рексоліну та Реаком-СР-бобові, збільшило урожайність сої у порівнянні до контролю відповідно на 8,2% та 10,5%.

На варіантах за використання Рексоліну та ризобіфіту, урожайність зросла на 14,7%, тоді як за використання Реаком-СР-бобові та ризобіфіту показник був вищим на 21,2%.

За використання Рексоліну та ризоактиву урожайність зросла на 18,1%, тоді як за використання Реаком-СР-бобові та Ризоактиву показник був вищим на 25,3%.

Отже, в результаті досліджень, було встановлено, що оптимальні умови сформувалися на варіантах за використання Реаком-СР-бобові та Ризоактиву, що забезпечили показники урожайності в межах 1,94 т/га, та перевищували варіанти контролю на 0,49 т/га.

### Список використаних джерел

1. Бабич А.О., Бабич-Побережна А.А. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі. К.: Аграрна наука. 2011. 548 с.
2. Shepilova T., Mostipan M., Petrenko D., Vasytkovska K. (2020) The influence of sowing time and micro-fertilizers on soybean productivity in the northern steppe of Ukraine. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 26(4). 787-792.
3. Лихочвор В. В., Петриченко В.Ф., Іващук П.В., Корнійчук О.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур: навчальний посібник. Львів: НВФ "Українські технології", 2010. 108 с.
4. Шевніков М. Я. Ефективність застосування біопрепаратів та мінеральних добрив при вирощуванні сої в умовах не стійкого зволоження Лісостепу України / Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2011. №2. С. 14-18.

УДК 631.31

## ВПЛИВ НОРМ ВИСІВУ ТА СПОСОБІВ СІВБИ НА УРОЖАЙНІСТЬ ЗЕЛЕНОЇ МАСИ ЛЮЦЕРНИ

**В. Резніченко, к. с.-г. н., доцент;**

**А. Самохвал, студент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Люцерна є однією з провідних кормових трав в Степу України. Відновлення галузі тваринництва в нашій країні, в першу чергу передбачає, створення умов для вирощування повноцінних та збалансованих за поживністю кормів, а саме бобових трав і насамперед люцерни [1].

Враховуючи біологічні та екологічні особливості культури, можна впевнено забезпечити кормом сільське господарство, насамперед велику рогату худобу, оскільки має добру отавність та за сприятливих умов здатна забезпечити в межах 2-4 урожаїв протягом вегетаційного періоду, при урожайності 4-6 т/га зеленої маси, сіна 0,5-0,12 т/га і більше [2].

Враховуючи, дані аспекти, в наших, дослідженнях ми звернули увагу, як впливали норми висіву та способи сівби на урожайність зеленої маси люцерни (табл. 1).

Таблиця 1.

Вплив норм висіву та способів сівби на урожайність зеленої маси люцерни, (т/га)

Фактор А Норма висіву, млн/га схожих насінин		Фактор В, Спосіб сівби, см								
		рядковий (15 см)			широкорядний (45 см)			широкорядний (60 см)		
		2022 р	2023 р	середнє	2022 р	2023 р	середнє	2022 р	2023 р	середнє
4,0		12,1	10,5	11,3	14,2	12,3	13,3	11,5	10,9	11,2
6,0		15,9	13,2	14,6	18,8	16,1	17,5	17,3	14,6	16,0
8,0		13,8	11,8	12,8	16,4	14,7	15,6	14,8	12,3	13,6
<i>дисперсійний аналіз</i>										
НР <sub>05</sub>	А	0,72	0,59							
	В	2,24	0,61							
	АВ	3,87	1,43							

Встановлено, що урожайність люцерни в середньому по роках досліджень, була мінімальною на ділянках за норми висіву 4,0 млн./га при рядковому способі сівби при ширині міжрядь 15 см, що відповідно склало 11,3 т/га.

Тоді, як збільшення норми висіву до 6,0 та 8,0 млн./га сприяло приросту урожаю зеленої маси, та відповідно склало 14,6 т/га та 12,8 т/га, що перевищувало контрольні варіанти в межах 3,3 т/га та 1,5 т/га, хоча урожайність на ділянках за норми висіву 8,0 млн./га були нижчими у порівнянні до варіантів з нормою висіву 6,0 млн./га в межах 1,8 т/га.

Аналогічна тенденція спостерігалася і на інших варіантах досліду зі збільшенням ширини міжряддя. Як показали наші дослідження, оптимальні умови склалися на варіантах за норми висіву 6,0 млн./га при широкорядному способі сівби 45 см, що в середньому по роках досліджень забезпечило урожайність люцерни в межах 17,5 т/га, що перевищувало інші варіанти досліду в межах 35,4%. Отже, оптимальні умови утворилися на варіантах норми висіву 6 млн./га за широкорядного способу сівби 45 см, що в середньому по роках забезпечило урожайність зеленої маси люцерни в межах 17,5 т/га, що було вищим від контролю на 6,2 т/га.

### **Список використаних джерел**

1. Гетман Н.Я., Квітко М.Г., Циганський В.І. Люцерна посівна. Вінниця: Твори, 2021. 428 с.
2. Зінченко О.І., Демидась Г.І., Січкач О.І. Кормовиробництво. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД». 2014.-516 с.

УДК 63.631.8

## ***ЕФЕКТИВНІСТЬ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СОНЯШНИКУ В СТЕПУ УКРАЇНИ***

**Г. Кулик, к. с.-г. н., доцент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

У сучасному сільськогосподарському виробництві регулятори росту рослин стали одним із елементів технології вирощування сільськогосподарських культур. Перевагою даних препаратів є те, що вони застосовуються в невеликих кількостях, відмічаються дешевизною і є екологічно безпечними. Однак при цьому здатні забезпечити значну прибавку урожайності культур та якості отриманої продукції за рахунок більш повнішої реалізації потенційних можливостей рослин, які закладені в геномі природою і селекцією. Життєдіяльність рослин розпочинається з проростання насіння. Важливими заходами в цей період є забезпечення підвищення польової схожості насіння. Одним із таких заходів є допосівна обробка насіння захисно-регулюючими речовинами. Захисні речовини запобігають пошкодженості шкідниками та враженості хворобами, а рістрегулюючі речовини активують проростання насіння [1, 2].

Сучасний насіннєвий матеріал польових культур має високі посівні якості, при чому різниця між енергією проростання і лабораторною схожістю може не перевищувати 5%. Тому у своїх дослідах ми порівнювали кількість порослого насіння соняшнику за коротший проміжок часу, а саме на третю добу від закладання на пророщування.

Так, на третю добу від закладання насіння соняшнику у ростильні шафи у варіантах із регуляторами росту проросло на 3,5-5% більше насінин, ніж у контрольному варіанті.

Так, кількість пророслого насіння соняшника на третю добу склало у варіанті без обробки регуляторами росту 55%, тоді як при використанні рістрегулюючих речовин вона була 57-58%.



При обліку енергії проростання контрольний варіант забезпечив 72% пророслого насіння, а у варіантів з регуляторами росту показник коливався від 81 до 88%. Кращою енергією проростання відмічено варіант з регулятором росту Вимпел -К2, який забезпечив показник на рівні 88%.

За даними лабораторної схожості у цьому варіанті також отримали більший показник – 99,3%, що на 10,3% вище контролю і на 2,5-4,2% інших досліджуваних варіантів.

Отже, за всіма показниками посівних якостей насіння соняшнику більш ефективним був варіант з обробкою насіння регулятором росту Вимпел-К2, де енергія проростання була 88% та лабораторна схожість – 99,3%.

За показниками урожайності насіння, нами також відмічена краща дія регулятора росту Вимпел-К2, де прибавка до контролю склала 0,2 т/га і 2,1% олійності.

### **Список використаних джерел**

1. Сендецький І., Сендецький В., Матвієць В., Матвієць Н. Вирощування соняшнику: використання регуляторів росту рослин. Агрономія сьогодні. <https://agronomy.com.ua/statti/oliini/1066-vyroshchuvannia-soniashnyku-vykorystannia-rehuliatoriv-rostu-roslyn.html> 18.10.2023
2. Домарацький О.О., Оніщенко С.О., Ревтьо О.Я. Вплив регуляторів росту на ріст, розвиток та формування врожайності соняшнику в умовах недостатнього зволоження південного степу України Таврійський науковий вісник № 106 С.53-58.

УДК 631.1

### ***ВИКЛИК ЧАСУ: АГРОДРОНИ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ***

**А. Рештакова, студентка;**

**К. Васильковська, к. т. н., доцент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

В умовах сьогодення, збільшення врожайності сільськогосподарських культур неможливо без внесення засобів захисту, стимуляторів росту та добрив. Тому, найважливішим завданням для вирощування сільськогосподарських культур є обприскування [1].

При використанні системи точного землеробства все більше звертають увагу на точність і якість використання такого технологічного прийому, як обприскування [2]. У зв'язку з цим, виробники сільськогосподарської продукції все частіше використовують для цієї операції саме агродрони, які можуть збирати інформацію про поле, моніторити посіви, робити картографію, обприскувати або вносити трихограму.

В сучасних умовах, агродрон – безпілотний апарат, що використовується для поливу полів, внесення добрив та обробки посіву гербіцидами. За допомогою таких дронів можна вносити й спеціальних комах на поля для боротьби з іншими шкідниками та застосовувати для генерації туману [1, 3].

Порівняння традиційних обприскувачів та агродронів дало змогу стверджувати, що агродрони мають ряд переваг перед традиційними обприскувачами:

- можливість внесення засобів захисту рослин з дронів тоді, коли традиційна техніка не може виконувати роботу в полі (після дощу, вночі, при поривах вітру або за низьких температур);
- швидка і якісна обробка полів – агродрони мають досить широку зону розпилення, тому здатні удобрити, провести обприскування, внесення трихограми на великих ділянках за умови вчасної заміни елементів живлення;

– агродрони, що працюють в повітрі, є повноцінним вирішенням проблеми витоптування, адже наземна техніка в більшій чи меншій мірі має за собою такий недолік. Також, такий обприскувач не наносить пошкоджень рослинам штангами, адже працює на відстані;

– для агродронів немає недосяжних місць, тому їх використовують для обробки полів у важкодоступних місцях;

– агродрон дає можливість точкового або локального обробітку. Наприклад, якщо посередині поля було знайдено ділянку, що відстає у розвитку, або там спостерігається надмірне забур'янення;

– дрони мають хорошу маневреність та легкі в керуванні. Вони працюють на спеціальному програмному забезпеченні, тому пілоту необхідно тільки ввести координати, зазначити перешкоди, висоту польоту та ін.;

– не зважаючи на те, що дрони мають вищий рівень ефективності обробітку, вони обійдуться аграріям куди дешевше ніж наземні самохідні обприскувачі, адже не потрібно втрачатися на паливо для трактора та втрачати багато часу на заправку обприскувача.

Однак, разом із значними перевагами, у агродронів є також і недоліки:

– прив'язаність до вітру та вологості;

– невелика потужність, що призводить до неможливості піднімати в повітря великий вантаж (максимум 30-40 кг);

– обмежений час польоту – залежить від ємності акумулятора.

Вперше в Україні конкуренцію наземним причіпним або самохідним обприскувачам склали саме безпілотні технології китайської компанії XAG для внесення засобів захисту рослин. В апаратах XAG встановлена досить надійна система розпилення з перистальтичними насосами та ефективними форсунками [1, 4].

Ринок агродронів в Україні почав формуватися досить недавно. Однак, деякі українські компанії здатні конкурувати із закордонними аналогами, і не лише ціною, але й за своєю функціональністю. Це українські компанії, які створюють свої дрони спеціально для сільського господарства, а саме: ABRIS DG (Flirt Iron), IT KIT, Aeroservice, AeroDrone, Kray Technologies, MegaDrone [5, 6].

Ринок агродронів в Україні ще досить молодий. Однак, він стрімко розвивається і компанії, які раніше виготовляли безпілотники виключно для потреб армії чи фото-відеозйомки, зараз звернули увагу на сільське господарство. Саме агродрони все більше затребувані у агропідприємствах, адже вони є як частиною точного землеробства, як для моніторингу посівів, так і в якості обприскувачів.

Аналіз переваг і недоліків, в порівнянні із наземними обприскувачами, дає змогу стверджувати, що незабаром агродрони зможуть потіснити наземні обприскувачі. Адже, в умовах сьогодення, розвиток агродронів отримав новий потужний поштовх, як не прикро про це говорити, і технології, які наразі розробляються військовими для наближення нашої перемоги у війні із росією, після будуть втілені і в дронах для сільського господарства.

## Список використаних джерел

1. Васильковська К.В., Андрієнко О.О., Шепілова Т.П. Ефективність агродронів в системі точного землеробства. Аграрні інновації. – Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2023. – Вип. 16. С. 13-18. (DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.2>)
2. Васильковська К.В., Андрієнко І.А., Філончук А.С. Використання агродронів в системі точного землеробства. Матеріали Х Міжнародної науково-технічної онлайн конференції «Крамаровські читання». – К.: Видавничий центр НУБіП України, 2023. С. 201-203. URL: [https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u349/zbirnik\\_tez\\_kch2023.pdf](https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u349/zbirnik_tez_kch2023.pdf) 9.10.2023
3. Васильковська К, Сулима Ю., Біжан А. Історія розвитку агродронів. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Досягнення та перспективи галузі виробництва, переробки і зберігання сільськогосподарської продукції». – Кропивницький: ЦНТУ, 2023. С. 15-17.
4. Lysenko V., Bolbot I., Romasevych Y., Loveykin V., Voytiuk V. Algorithms of Robotic Electrotechnical Complex Control in Agricultural Production. In Control Systems: Theory and Applications. River Publishers: Gistrup, Denmark, 2018. pp. 271–289.

5. Вітчизняний ринок дронів-обприскувачів став лідером у Європі. Агротаймс. URL: <https://agrotimes.ua/tehnika/vitchyznyanyj-rynok-droniv-obpryskuvachiv-stav-liderom-u-vevropi/> 10.10.2023
6. Думка: Ринок агродронів зростає на 400-500% щорічно. AgroPortal. URL: <https://agroportal.ua/news/tehnika/droneua-postavil-v-ukrainu-agrodronov-na-5-mln> 11.10.2023

УДК 633.15:631.53.048

## **ВПЛИВ ЗНАРЯДЬ ДЛЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ВРОЖАЙНІСТЬ КУКУРУДЗИ В СТЕПУ УКРАЇНИ**

**К. Васильковська, к. т. н., доцент;**

**Т. Дуднік, студентка**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

В сучасних умовах, в землеробстві країни найважливішим завданням є підвищення родючості ґрунтів та продуктивності сільськогосподарських культур на основі застосування зональних науково-обґрунтованих систем землеробства. Першочерговою складовою ланкою будь-якої системи землеробства є механічний обробіток ґрунту [1-3].

В Україні кукурудза є найпоширенішою кормовою культурою, лише незначна кількість зерна використовується як сировина для їжі. Кукурудза також є однією із основних зернових у світовому сільськогосподарському виробництві [4, 5].

Стабільне виробництво зерна кукурудзи можливе за наявності гібридів з високою потенційною продуктивністю та стійкістю проти шкідників і хвороб. Вибір гібридів кукурудзи при тому, що поля відрізняються за родючістю ґрунтів, попередниками, вологозабезпеченістю – складна задача. Саме вологозабезпеченість є ключовим фактором, так як посуха може перешкоджати розкриттю генетичного потенціалу гібридів кукурудзи, особливо з тривалим періодом вегетації [6].

Проведено дослідження з вдосконалення технології вирощування кукурудзи шляхом обрання кращого ґрунтообробного знаряддя для основного обробітку з метою збільшення продуктивності кукурудзи. Таким чином, вибір оптимального знаряддя для основного обробітку ґрунту в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах північного Степу України, забезпечить отримання високих, сталих урожаїв кукурудзи та екологізації виробництва [7].

Дослід було закладено методом розщеплених ділянок, тобто ділянки першого порядку були гібриди, а другого – ділянки з різними знаряддями для основного обробітку.

Аналіз індивідуальної продуктивності досліджуваних варіантів в середньому за 2021-2022 рр. дав результати, які є дещо нижчими за показники 2021 року (табл. 1).

Так, найбільша кількість утворених качанів отримано у варіанті із оранкою плугом LEMKEN та гібридом ЛГ 31377 – 102,3 качанів на 100 рослин. А найменший результат отримано при мілкому обробітку ґрунту бороною MONODISC-X та гібридом ЛГ 31330 – 90,0 качанів.

В середньому за два роки досліджень, показник передзбиральної вологості знаходився в межах 16,3-18,2%. Найменша передзбиральна вологість із значенням 16,3% зафіксована у варіанті при мілкому обробітку бороною MONODISC-X та гібридом ЛГ 31377. В інших варіантах значення передзбиральної вологості були схожими між собою [6]. За обидва роки досліджень серед обох гібридів та за різного основного обробку ґрунту кращим був варіант із оранкою плугом LEMKEN та гібридом ЛГ 31377. При виборі в якості знаряддя для основного обробітку ґрунту глибокородзпушувача TERRALAND, показники продуктивності були трохи нижчими.

## Врожайність гібридів кукурудзи, 2021-2022 рр.

Варіант досліджу	Індивідуальна продуктивність, качанів на 100 рослин	Вологість перед збиранням, %	Врожайність при 14%, ц/га
1. Оранка (LEMKEN), гібрид ЛГ 31330	102,00	17,55	8,49
2. Оранка (LEMKEN), гібрид ЛГ 31377	102,30	18,20	8,90
3. Мілкий обробіток (MONODISC-X), гібрид ЛГ 31330	88,30	17,35	6,56
4. Мілкий обробіток (MONODISC-X), гібрид ЛГ 31377	90,00	16,30	6,78
5. Глибоке рихлення (TERRALAND), гібрид ЛГ 31330	100,70	17,35	8,20
6. Глибоке рихлення (TERRALAND), гібрид ЛГ 31377	99,25	18,20	8,60

Отже, при вирощуванні середньостиглих гібридів кукурудзи із використанням різних ґрунтообробних знарядь для основного обробітку ґрунту найбільший вплив за обидва роки мала взаємодія факторів використання ґрунтообробного знаряддя та генетичні особливості гібридів.

Після аналізу проведених досліджень сільськогосподарським виробникам рекомендується при вирощуванні кукурудзи використовувати для основного обробітку ґрунту в умовах північного Степу України оранку.

### Список використаних джерел

1. Андрієнко О.О., Васильковська К.В., Андрієнко А.Л. Реакція гібридів кукурудзи на зміну густоти стояння рослин у північному Степу України. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва, Вип. 96 Ч. 1, 2020. С. 635-651. (DOI: <https://doi.org/10.31395/2415-8240-2020-96-1-635-651>)
2. Андрієнко О., Васильковська К. Реакція гібридів кукурудзи на строки сівби в Степу України. Materials of XVI International Scientific and Practical Conference «International Trends in Science and Technology», Warsaw, Poland: RS Global, 2019. С. 38-41.
3. Андрієнко О.О., Васильковська К.В., Резніченко В.П. Густота стояння рослин як фактор врожайності гібридів кукурудзи. Abstracts of VIII International Scientific and Practical Conference “Modern problems in science”, Prague, Czech Republic, 2020. pp. 28-31.
4. Технологія вирощування кукурудзи на зерно. Бізон-Тех. URL: <https://bizontech.ua/blog/tekhnologiya-viroshchuvannya-kukuruzi-na-zerno> (звернення 1.10.2023)
5. Васильковська К., Басистий А. Вплив способів обробітку ґрунту на врожайність кукурудзи в Степу України. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології агропромислового виробництва». 2022. – Кропивницький: ЦНТУ. С. 32-34. URL: <http://www.kntu.kr.ua/doc/science/zahody/vikl/2022/11-tez.pdf>
6. Лещенко С.М., Сало В.М. Технічне забезпечення збереження родючості ґрунтів в системі ресурсозберігаючих технологій. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. – Кіровоград: КНТУ, 2013, 43 (1). С. 96-102.
7. Mostyran M.I., Vasytkovska K.V., Andriyenko O.O., Reznichenko V.P. (2017) Modern aspects of tilled crops productivity forecasting. INMATEH - Agricultural Engineering – Romania, Bucharest: INMA. Vol. 53, No.3. 35-40.
8. Васильковський О., Лещенко С., Васильковська К., Петренко Д. Підручник дослідника: Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. – Харків: Мачулін, 2016. 204 с.

**УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ СІВОЗМІН****Г. Кулик**, к. с.-г. н., доцент;**І. Бєлов**, студент*Центральноукраїнський національний технічний університет*

У системі агротехнічних заходів сівозміна має найбільш цілеспрямований вплив на ґрунт. Враховуючи біологічні особливості й здатність польових культур не тільки використовувати, а й активно відновлювати родючість ґрунту, сівозміна істотно впливає на такі фактори родючості, як забезпеченість поживними речовинами і вологою, вміст гумусу, фізичні властивості та швидкість детоксикації шкідливих речовин, що надходять у ґрунт при його сільськогосподарському використанні [1].

Крім того, сівозміна зумовлює агрономічну стратегію підвищення продуктивності ґрунту і врожайності сільськогосподарських культур, визначає та взаємозв'язує в єдиний комплекс всі ланки системи землеробства. Від спеціалізації сівозмін, їх складу і чергування культур залежать системи удобрення, механічного обробітку ґрунту та інших агротехнічних і меліоративних заходів [2, 3].

Аналізуючи умови розвитку ФГ «Росток» Новоукраїнського відмічаємо, що є всі підстави для підвищення ефективності ведення галузі рослинництва. В господарстві одна із сівозмін, яка включає 198,4 гектари орної землі і 9 полів потребує удосконалення. Це пов'язано з різними факторами як низька врожайність, підбір попередників, вплив зміни клімату та ін. Середня площа одного поля становить 22,0 гектари. В той же час площі окремих полів досить суттєво відрізняються між собою.

На основі проведеного аналізу ми пропонуємо ввести одну семипільну сівозміну. Такий підхід нами обґрунтовується насамперед вимогами соняшнику, який можливо вирощувати на одному і тому ж полі не раніше ніж через 7-8 років. Ми пропонуємо запровадити сівозміну, яка відповідала б біологічним вимогам культур, включала б культури, які враховують кон'юнктуру ринку

На початковому етапі освоєння нової сівозміни, за рахунок створення для рослин оптимальних умов в результаті розміщення їх по кращих попередниках, збільшення врожайності можливе в межах 15%.

Нами також пропонується система обробітку ґрунту, яка направлена на створення оптимальних умов для росту та розвитку рослин сільськогосподарських культур. Це в першу чергу відноситься до накопичення та збереження вологи у ґрунті, створенні оптимального повітряного та поживного режимів та забезпечення високоефективної боротьби з бур'янами та шкідниками сільськогосподарських культур шляхом агротехнічних методів.

Розроблена система удобрення нової сівозміни забезпечить підвищення врожайності сільськогосподарських культур на 15% за рахунок лише мінеральних добрив.

**Список використаних джерел**

1. Примак І.Д., Рошко В.Г. Демидась Г.І. і ін. Раціональні сівозміни в сучасному землеробстві. – Біла Церква. 2003.
2. Танчик С.П., Примак І.Д., Літвінов Д.В., Центило Л.В. Сівозміни: К., 2019. 365с.
3. Машенко Ю.В., Кулик Г.А., Трикіна Н.М., Малаховська В.О. Урожайність пшениці озимої у сівозмінах Степу залежно від систем удобрення та біопрепарату. Аграрні інновації. 2023. № 18. С.77-83.

## **ВПЛИВ СТРОКІВ СІВБИ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРМОВИХ БУРЯКІВ В ЦЕНТРИ УКРАЇНИ**

**Г. Кулик**, к. с.-г. н., доцент;

**В. Бідненко**, студент

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Проблема виробництва насіння кормових буряків останніми роками стала досить гострою для України. При щорічній потребі в насінні кормових буряків 8-9 тис. тонн в Україні виробляється до 2-2,5 тис. тонн, що не задовольняє зростаючий на нього попит. Однією з головних причин низьких врожаїв (3,5 ц/га) насіння кормових буряків є те, що в нашому регіоні, недостатньо вивчені питання технології насінництва [1, 2].

Створення і впровадження системи управління технологічними процесами в буряківництві - новий, перспективний напрямок підвищення його ефективності, який базується на моделюванні продукційного процесу, прогнозуванні змін в ході росту рослин з урахуванням кількісних закономірностей взаємодії посівів з навколишнім середовищем та нетрадиційному, комплексному вирішенні питань оптимізації технологічних рішень з використанням сучасної техніки тощо [2, 3].

Тому розробка на основі польових та лабораторних досліджень ефективної системи управління продукційним процесом виробництва насіння кормових буряків в умовах Центру України є досить актуальною.

В середньому за роки досліджень, врожайність маточних кормових буряків найбільшою була при літньому (червневому) строковій сівби – 36,5 т/га. Пізньовесняний (травневий) строк сівби забезпечив врожайність 30,1 т/га і найменшим був показник при сівбі ранньовесняного (квітневого) строку – 28,6 т/га.

Маса і врожайність коренеплодів є важливими показниками при вирощуванні маточних кормових буряків. Величина коренеплоду та його форма мають велике значення при висадці коренеплодів механізованим способом. Тому досить важливим є те, щоб за допомогою строків сівби можна було б регулювати ці показники.

За даними середніх показників, частка коренеплодів найбільша була з масою 251-500 г і склала при літньому строковій сівби 53,9% , на 3,8% менше отримали при пізньовесняному – 50,1% та 44,3% при ранньовесняному строковій сівби.

Вихід посадкових коренеплодів при збиранні у варіантах квітневої сівби склали 95,8 тис. шт/га або 87,4% до густоти рослин, після зимового збереження вихід становив 90,6 тис. шт/га з 5,2 відсотковим відходом. При сівбі в травні вихід посадкового матеріалу по відношенню до густоти склав 95,4%, а в червні 96,2, що у кількісному відношенні становило 115,3 та 111,3 відповідно.

Ці строки забезпечують вищу урожайність коренеплодів, фракційний склад та вихід посадкових коренеплодів після зимівлі.

### **Список використаних джерел**

1. Кулінич М.А. Літні посіви кормових буряків. Реф. бюл. Сільськогосподарська інформація. № 5. С. 41-43.
2. Балан В.М., Балагура О.В., Волоха М.П. Адаптивна технологія вирощування маточників і насінників буряків кормових. Біоенергетика. №1, - 2020. С.21-23.
3. Кулик Г.А. Ефективність застосування регуляторів росту при вирощуванні кормових буряків . Вісник Степу. 2017, №14. С69-73.
4. Кулик Г.А., Бруснік Є.М. Продуктивність кормових буряків. Електронний збірник праць молодих науковців ЦНТУ. 2019. С.647-649.

## **ВПЛИВ МІКРОДОБРИВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ В ЦЕНТРИ УКРАЇНИ**

**Г. Кулик**, к. с.-г. н., доцент;

**Б. Борисенко**, студент

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Надійним способом забезпечення цукрових буряків макро- та мікродобривами протягом вегетаційного періоду є позакореневе підживлення.

Дефіцит мікроелементів призводить до появи фізіологічних захворювань коренеплодів (наприклад, хлорозу серцевинних листків, загнивання кореня, потемніння м'якоті, утворення отворів та щільних судин у коренеплоді, а отриманий врожай має погану лежкість).

Позакореневі підживлення буряків цукрових дозволяють швидко підкорегувати їх фізіологічні потреби у фосфорі, калію, магнію, борі, марганцю та повністю реалізувати потенціал їх високої продуктивності[1,2].

Метою роботи було вивчення впливу різних видів мікродобрив, які використовували для позакореневого підживлення цукрових буряків на продуктивність коренеплодів.

За результатами наших досліджень, найвищу площу листової поверхні отримано у варіантах з внесення мікродобрив Реаком-р-бурякове та Росток протягом всіх строків обліку. Так, через 15 днів після обробітку рослин, вона склала 2218 і 2224 см<sup>2</sup>/рослину, через місяць – 2807 і 2786 см<sup>2</sup>/рослину та перед збиранням 2277 і 2238 см<sup>2</sup>/рослину відповідно.

Розвиток рослин буряків цукрових значною мірою залежить від забезпеченості їх поживними елементами. Позакореневе підживлення цукрових буряків забезпечило збільшення інтенсивності приросту площі листової поверхні рослин.

Продуктивність коренеплодів цукрових буряків залежить від багатьох факторів.

Аналізуючи дані досліджень бачимо, що у контрольному варіанті урожайність була 32,9 т/га, при застосуванні підживлення вона зросла від 34,9 до 37,2 т/га, що на 2,0 -4,3 т/га більше контролю.

Цукристість коренеплодів цукрових буряків була також вищою у досліджуваних варіантах порівняно до контролю.

Так, при позакореновому підживленні мікродобривами вона була на 0,2-0,6% більше контрольного варіанту. За показниками збору цукру, найвищий отримали у варіанті, де проводили підживлення Реакомом-р-бурякове і була 6,90 т/га, що склало прибавку 0,99 т/га. Трохи меншу прибавку на рівні 0,82 т/га отримано у варіанті з використанням Росток – 0,82 т/га. Решта варіантів мали прибавку по збору цукру у межах 0,41- 0,74 т/га.

Отже, при проведенні позакореневого підживлення мікродобривами Реаком-р-бурякове в нормі 5,0 л/га та Росток в нормі 3,0 л/га у фазі змикання листків у міжряддях сприяли підвищенню урожайності та цукристості коренеплодів.

### **Список використаних джерел**

1. Брошак І.С. Вплив регулятора росту і мікродобрив на врожайність і якість цукрових буряків при позакореновому живленні. Цукрові буряки. №6. 2009. С.8-10.
2. Кулик Г., Лещинський Р. Ефективність позакореневого живлення при вирощуванні цукрових буряків. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Досягнення та перспективи галузі виробництва, переробки і зберігання сільськогосподарської продукції». – Кропивницький: ЦНТУ. 2021. С.41.

## **РОЛЬ СІВОЗМІН ТА АГРОТЕХНІКИ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУР У ФОРМУВАННІ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТУ**

**Г. Кулик**, к. с.-г. н., доцент;

**П. Вербовий**, студент

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Родючість ґрунту – це здатність ґрунту забезпечити рослини протягом вегетації вологою та поживними елементами. Необхідною умовою впровадження інноваційних технологій, раціонального використання природних ресурсів, системи сівозмін є підвищення родючості ґрунтів [1].

Застосування науково-обґрунтованих сівозмін дає можливість вплинути на родючість ґрунтів. У кожній сівозміні здійснюється система обробітки та удобрення ґрунту, що забезпечує підвищення його родючості і врожайності сільськогосподарських культур. Раціональне чергування культур – це спосіб регулювання вмісту органічної речовини в ґрунті, захід для підтримування і поліпшення фізичних та хімічних його властивостей. За рахунок сівозмін та їх поєднання з іншими технологічними заходами можна на 40-50% поліпшити продуктивність земель і при цьому забезпечити відтворення родючості ґрунтів [2,3].

Родючість ґрунту в сівозміні визначається також і надходженням рослинних решток, що важливо для ґрунтової мікрофлори. Сільськогосподарські культури залишають різну кількість рослинних решток. Так, найбільшу кількість залишають в ґрунті багаторічні бобові трави (80,6-84 ц/га), дещо менше зернові культури (36,2-66,8 ц/га) [4].

Поповнення запасів органічної речовини в ґрунті відбувається також за рахунок вирощування проміжних та сидеральних культур, які компенсують недостатнє застосування органічних добрив і попереджають деградацію ґрунтів [5].

При недотриманні сівозмін втрачається певна частка поживних речовин в ґрунті, що веде до порушення процесів природного відновлення їх родючості і це призводить до погіршення родючості, накопичення фітотоксичних речовин [6].

З метою підвищення родючості ґрунтів фахівці рекомендують застосовувати ряд заходів, серед яких застосування сівозмін з включенням до 30% бобових культур, сімба сидеральних культур та багаторічних трав, застосування спеціальних заходів, в т. ч. ґрунтозахисних сівозмін і ін. [7].

### **Список використаних джерел**

1. Ковальов М.М., Резніченко В.П., Васильковська К.В. Агрофізичні показники як пріоритетні агроекологічні критерії родючості ґрунтів. Вісник Степу «Стан та перспективи розвитку агропромислового виробництва України». Вип. 16, 2019.
2. Примаєк І.Д., Рошко В.Г. Демидась Г.І. і ін. Раціональні сівозміни в сучасному землеробстві. – Біла Церква. 2003.
3. Сівозміна у системі збереження і відтворення родючості ґрунтів. Агробізнес сьогодні. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/9937-sivozmina-u-systemi-zberezhennia-i-vidtvorennia-rodichosti-gruntiv.html>
4. Родючість ґрунту регулює тільки оптимальна сівозміна. Growhow. URL: <https://www.growhow.in.ua/rodyuchist-gruntu-regulyuye-tilky-optymalna-sivozmina-naukovtsi/>
5. Підвищення родючості ґрунту шляхом застосування нетрадиційних видів органічних добрив. АгроЕліта. URL: <https://agroelita.info/pidvyshchennia-rodichosti-gruntu-shliakhom-zastosuvannia-netradytisnykh-vydiv-orhanichnykh-dobryv/>
9. Шевченко М., Шевченко С., Десятник Л. Зберегти силу чорнозему. The Ukrainian Farmer. – 2016. № 9. С. 48-50.
10. 9 шляхів покращення ґрунту у органічному виробництві. Супер Агроном. URL: <https://superagronom.com/blog/65-jiviy-grunt-dlya-efektivnogo-silgospvirobnitstva>



## **ВПЛИВ ГЕРБИЦИДІВ НА ЗАБУР'ЯНЕНІСТЬ ПОСІВІВ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ ЦЕНТРУ УКРАЇНИ**

**Г. Кулик**, к. с.-г. н., доцент;

**Д. Іванов**, студент

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Однією з головних умов, яка необхідна для отримання високих врожаїв є застосування надійних заходів захисту культури від бур'янів. На полях сільськогосподарських підприємств є значна потенційна засміченість ґрунту внаслідок порушення сівозмін, застосування більш спрощеної агротехніки вирощування культур і ін. тому застосування гербіцидів, як заходу боротьби з бур'янами є основним елементом технологій вирощування, а саме інтегрованого захисту [1].

Цукрові буряки мають низьку конкурентоспроможність з бур'янами практично протягом всієї вегетації. У них формується вкорочене стебло і листовий апарат розміщений низько над ґрунтом, тому вони не можуть протистояти бур'янам, які їх затіняють [2, 3].

Особливе значення для забезпечення високої продуктивності культури має надземна маса бур'янів. Найвища маса бур'янів була на забур'яненому контролі – 1639 г/м<sup>2</sup> в середньому за роки досліджень, а найменша – 283,5 г/м<sup>2</sup> на варіанті із застосуванням суміші Бетанал Макс Про 209 ОД, + Карібу 50, що на 82,7% нижче контролю. Порівнюючи досліджені варіанти бачимо, що маса бур'янів не дуже різнилася між собою і була в межах 329-283,5 г/м<sup>2</sup>.

За результатами наших досліджень урожайність коренеплодів у всіх варіантах, де застосовувалися заходи захисту, була значно вище порівняно із забур'яненням контролем

Так, в середньому за роки досліджень на контрольному варіанті показник урожайності склав 10,1 т/га, а при проведенні прополок урожайність була на рівні 46,1 т/га. У гербіцидних варіантах урожайність була в межах 41,6-44,8 т/га. Найвищим цей показник відмічено при застосуванні суміші гербіцидів Бетанал Макс Про 209 ОД, 1,25 л/га + Карібу 50, з.п. 0,030 кг/га + ПАР, 0,2 л/га, який склав 44,8 т/га.

Суттєво нижчою в усі роки досліджень була цукристість на контрольному варіанті без застосування засобів захисту від бур'янів. За середніми показниками цукристості найменша була на контролі – 15,1%, а при застосуванні заходів захисту зросла до 16,4-16,8%.

Сумарний показник продуктивності цукрових буряків є - збір цукру з одиниці площі, залежність рівня врожайності і цукристість коренеплодів. При застосуванні як прополок так і гербіцидів збір цукру був значно вищим в порівнянні з контролем і склав в середньому 7,24-8,23 т/га, а на контролі лише 1,02 т/га.

На основі вищесказаного можна зробити висновок, що гербіцидні суміші не впливають негативно на продуктивність коренеплодів цукрових буряків. Зменшуючи забур'яненість посівів гербіциди підвищують урожайність, цукристість коренеплодів та збір цукру з одиниці площі.

### **Список використаних джерел**

1. Ефективний гербіцидний захист цукрових буряків у нестандартних умовах. СуперАгроном. URL: <https://superagronom.com/articles/390-efektivniy-gerbitsidniy-zahist-tsukrovih-buryakiv-u-nestandardnih-umovah>
2. Боротьба з бур'янами в посівах цукрових буряків. Укрцукор. URL: <http://ukrsugar.com/uk/post/borotba-z-buranami-v-posivah-cukrovih-burakiv>
3. Кулик Г.А, Малаховська В.О. Вплив сумішей гербіцидів на забур'яненість посівів і продуктивність цукрових буряків. The XI International Science Conference «Theoretical». 2021. С.19.

## **ВПЛИВ СТРОКІВ СІВБИ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ В УМОВАХ ЦЕНТРУ УКРАЇНИ**

**Г. Кулик**, к. с.-г. н., доцент;

**А. Коцюба**, студент

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Строки сівби відіграють важливу роль у формуванні продуктивності коренеплодів цукрових буряків. При визначеності строків сівби цукрових буряків, слід враховувати те, що насінина потребує 150-160% води від власної маси. Також на початкових фазах росту рослини характеризуються високою холодостійкістю. Тому рекомендованими строками сівби цукрових буряків є прогрівання ґрунту на глибині 6-8 см до температури 5-6°C. Ця температура фіксується в першій декаді квітня. Однак, на строки сівби часто впливають метеорологічні умови і строки можуть бути зміщені. Запізнення із сівбою на один день веде до зменшення врожайності до 0,5-0,7 т/га [1, 2].

Метою наших досліджень було встановити допустимі строки сівби, які не впливатимуть на зниження продуктивності цукрових буряків.

В середньому за роки досліджень при сівбі другої декади квітня і другої декади травня є різниця в показниках площі листової поверхні. Вищими показники були апри сівбі в другій декаді квітня і найменші в другій декаді травня. Так, при обліку 10 червня найвищий показник становив – 31,4 дм<sup>2</sup>/рослину, а найменший – 17 дм<sup>2</sup>/рослину. При обліку 10 липня найвищий показник становив – 43,3 дм<sup>2</sup>/рослину, а найменший – 27,4 дм<sup>2</sup>/рослину. В останньому обліку 10 вересня найвищий показник становив – 34 дм<sup>2</sup>/рослину, а найменший – 19,8 дм<sup>2</sup>/рослину.

Результати вивчення площі листової поверхні в співставленні зі зростанням продуктивності коренеплоду, дозволили встановити, щ рослини, які мали добре розвинений листовий апарат забезпечили краще формування продуктивності цукрових буряків.

Головним показником за яким визначають ефективність строків сівби цукрових буряків є врожайність коренеплодів. В середньому за роки досліджень найвища урожайність була зафіксована при сівбі другої декади квітня і складала 38,6 т/га, а найменша урожайність була відмічена при сівбі другого травня і становила – 27,7 т/га. Решта строки сівби мали проміжні показники урожайності.

Одним із головних показників при вирощуванні цукрових буряків є цукристість коренеплодів. В середньому за два роки найвищі показники були при сівбі другого і третього квітня, і становили – 18,2%, що є досить непоганим показником, найменший показник спостерігався при сівбі другої декади травня і склав – 17,1%.

Кінцевим показником продуктивності коренеплодів цукрових буряків є розрахунок зібраного цукру з одиниці площі. За роки досліджень найбільше було зібрано цукру при сівбі в другій та третій декаді квітня – 6,8 т/га, а найменше було зібрано цукру при проведенні сівби в другій декаді травня, де цей показник склав – 4,7 т/га.

Проаналізувавши вище наведені результати досліджень, можна сказати, що високому врожаю цукрових буряків посприяли більш ранні строки сівби.

### **Список використаних джерел**

1. Костючко С. Вплив строків сівби на врожайність гібридів цукрових буряків. Вісник Львівського національного аграрного університету. Агрономія. - 2015. - № 19. - С. 70-75.
2. Лихочвор В.В., Костючко С.С. Вплив строків сівби на урожайність цукрових буряків. Агробізнес сьогодні. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/558-vplyv-strokiv-sivby-na-urozhainist-tskurovykh-buriakiv.html>.
3. Балагура О.В. продуктивність посівів цукрових буряків залежно від генотипу і строків сівби. URL: [http://bioenergy.gov.ua/sites/default/files/articles/17\\_t2\\_189.pdf](http://bioenergy.gov.ua/sites/default/files/articles/17_t2_189.pdf)

## **РОЗПОВСЮДЖЕНІСТЬ КАРАНТИННИХ БУР'ЯНІВ В КІРОВОГРАДСЬКІЙ ОБЛАСТІ**

**Г. Кулик**, к. с.-г. н., доцент;

**А. Красота**, студент

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Бур'яни завдають сільськогосподарському виробництву величезної шкоди. При недостатній боротьбі з ними бур'яни бувають головною причиною зниження врожайності.

Існує загроза появи організмів рослинного карантину, у зв'язку з завозом в область по імпорту та з карантинних зон України, підкарантинної продукції, особливо насіння та посадкового матеріалу сільськогосподарських культур [1, 2].

Серед бур'янів, який поширився майже по всій території України, є дуже небезпечним є амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.).

Метою роботи було вивчення розповсюдженості амброзії полинолистої та повитиці польової в Кіровоградській області та причин поширення карантинних бур'янів.

Показники поширеності амброзії полинолистої в Україні і Кіровоградській області аналізували за останні 5 років. Так, в 2018 і в 2019 році загальна площа зараження становила в Україні 3086491,6 га, а в Кіровоградській області – 252611,7 га, що склало 8,2% до загальноукраїнського показника.

В 2020 році площа зараження зменшилася на 165923,6 га або 5,4% до попередніх років. В Кіровоградській області частка заражених площ до загальноукраїнських склала 8,57%.

В 2021 році та 2022 р. зафіксовано деяке зменшення заражених площ як в цілому по Україні так і в Кіровоградській області. Так в 2021 році площа зараження була 2852819,1 га в Україні і 250303,2 в нашій області, що склало 8,77%. В період обстеження 2022 року площа склала 2849668,7 по Україні, з них 250303,2 зафіксовано в Кіровоградській області. Слід відмітити, що в області в 2021 та в 2022 рр. площа зараження не змінювалася, тоді як в Україні вона була на 3150,4 га меншою.

Однак, за роками спостерігається тенденція зменшення зараженості. В Україні таке зменшення зафіксовано також і при обстеженні присадибних ділянок. Але, в той же час на інших землях зараженість дещо зросла. В Кіровоградській області спостерігається стабільність зараженості амброзією полинолистою в останні два роки.

До підвищення рівня забур'яненості призвело те, що впала культура землеробства, порушується система сівозмін, застосовується спрощена система обробітку ґрунту, без наукового обґрунтування, не завжди вчасно проводяться як агротехнічні так і хімічні заходи боротьби.

З метою зменшення розповсюдженості карантинних бур'янів необхідно через засоби масової інформації постійно вести роз'яснювальну роботу серед населення про їх шкодочинність та наслідки від появи, а також посилити систему заходів захисту земель та систему покарань за порушення діючих правил.

### **Список використаних джерел**

1. Солоненко В.І., Ватаманюк О.В. Явище амброзії полинолистої (*Ambrosia artemisiifolia* L.) як проблема загальнодержавного рівня: загрози, тенденції, наслідки. Сільське господарство та лісівництво. 2019.12. С. 188-204.
2. Васільєв Б., Кулик Г. Шкодочинність амброзії полинолистої в умовах кіровоградської області. Наука-виробництву. 2023. С.129.

## **ВПЛИВ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ НА УРОЖАЙНІСТЬ СОНЯШНИКУ В ЦЕНТРІ УКРАЇНИ**

**Г. Кулик**, к. с.-г. н., доцент;

**Д. Петренко**, студент

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Останнім часом в Україні широкого розвитку набув науковий напрямок у створенні високоефективних, низьковитратних, екологічно безпечних регуляторів росту рослин для основних сільськогосподарських культур. Вони спроможні не лише підвищувати врожайність, покращувати якість вирощеної продукції, а й збільшувати стійкість рослин до захворювань та стресових факторів, зменшувати норми використання пестицидів. Тому створення ефективних екологічно безпечних регуляторів росту рослин і розробка технологій їх застосування є одним із пріоритетних напрямків в науці і досить актуальним [1, 2].

На Україні близько 75% олії виробляють із соняшнику. Але велика проблема при вирощуванні його полягає в низькій, порівняно з зерновими культурами урожайності. Це обумовлено рядом біологічних особливостей культури, серед яких значна залежність урожайності соняшнику від багатьох факторів зовнішнього середовища, що обумовлено біологією його розвитку [3].

Метою досліджень було вивчення реакції рослин соняшнику на дію різних регуляторів росту, як одного із елементів технології культури.

В середньому за роки досліджень найбільший ефект отримано від застосування препарату Вимпел-2, який склав 3,17 т/га, що вище відносно контролю на 0,37%. Застосування препаратів Регоплант та Вегестим дало додатково 0,22-0,23 т/га насіння по відношенню до контролю, де обробку не проводили.

Підвищення врожайності соняшнику порівняно до еталону за рахунок регуляторів росту отримали від 0,02 до 0,17 т/га. Найвищим був показник при обробці насіння регулятором росту Вимпел - 2 (5,67%).

Вміст олії в насінні соняшнику варіанті, де регулятори росту не застосовувались, склав 50,4%, що на 1,7-3,2 % менше досліджуваних варіантів. Більшим вміст олії був при обробці насіння препаратом Регоплант –53,6%. Обробка насіння регуляторами росту Трептолемом і Вегестимом дало показник олійності майже на однаковому рівні – 52,1 і 52,3% відповідно або на 1,7 і 1,9% більше по відношенню до контролю.

В середньому за роки досліджень збір олії у контролі склав 1,41 т/га. Застосування препарату Трептолемом забезпечило 1,56 т/га олії, що на 10,6% більше порівняно до контролю. Найвищий збір олії отримано у варіанті з регулятором росту Вимпел-2 і склав 1,67т/га, що на 18,4% більше за контроль. Досить високим збір олії був зафіксований при обробці насіння регуляторами росту Регоплант і АКМ, де прибавка склала 0,21 т/га або 14,8%.

Як видно із наведених даних, застосування стимуляторів росту при передпосівній обробці насіння суттєво збільшують як олійність, так і збір олії з одиниці площі посіву соняшнику.

### **Список використаних джерел**

1. Застосування регуляторів росту рослин при вирощуванні соняшнику. Агробіотех. URL: <https://www.agrobiotech.com.ua/ua/sonyashnik>
2. Кулик Г.А., Резніченко В.П., Трикіна Н.М., Малаховська В.О. Ефективність застосування регуляторів росту при вирощуванні цукрових буряків в Центральній Україні. Вісник Полтавської державної аграрної академії. № 2. 2020. С. 43-49.
3. Вплив регуляторів росту на ріст і розвиток рослин соняшнику. Журнал Агроном. URL: <https://www.agronom.com.ua/vplyv-regulyatoriv-rostu-na-rist-i-rozvytok-roslyn-sonyashnyku>

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ В ПІВНІЧНОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ**

**Г. Кулик**, к. с.-г. н., доцент;

**В. Рогоза**, студент

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Кукурудза – одна із найбільш цінних за кормовими і урожайними властивостями сільськогосподарських культур, займає провідну позицію у світовому виробництві зерна. Ця культура є однією з найбільш слабких конкурентів бур'янам в агрофітоценозах.

Бур'яни проростають за порівняно низьких температур і сходять раніше кукурудзи, а більш теплолюбні – одночасно з нею, тому вони розвиваються інтенсивніше за цю культуру і сильно пригнічують її на початкових фазах росту й розвитку.

Чутливість кукурудзи до бур'янів та її конкурентоспроможність не на всіх фазах однакові. До фази 2-3 листків кукурудза малочутлива до рослин-конкурентів, а у фазі від 3-х до 8-ми листків забур'яненість посівів спричиняє різке зниження урожайності. У цей період посіви кукурудзи мають бути вільними від бур'янів [1, 2, 3].

Тому застосування та підбір гербіцидів у посівах кукурудзи – один із найважливіших прийомів у технології вирощування.

Метою роботи було порівняти ефективність дії різних гербіцидів шляхом обліків забур'яненості посівів та врожайності зерна кукурудзи і на цій основі рекомендувати виробництву кращі препарати.

Дослідження включали вивчення ефективності таких гербіцидів як Стеллар, Базис, 2,4Д та варіанти чистого і забур'яненого контролю.

Згідно отриманих результатів висота рослин у контрольному варіанті забур'яненому всю вегетацію була 189,4 см, а при обприскуванні посівів гербіцидами вона склала 245,8-256,9 см. Найкращий показник був у варіанту з гербіцидом Стеллар – 256,9 см. Висота кріплення качана більша нами зафіксована також при використанні гербіциду Стеллар – 101 см.

Маса 1000 зерен у гербіцидних варіантах була в межах т318,3 – 326,9 г. Найбільшою вона відмічена у чистому контролі – 337,2 г, та при внесенні гербіциду Стеллар – 326,9г.

За даними урожайності кукурудзи за роки досліджень контроль з бур'янами склав 5,4 ц/га, при обприскуванні посівів кукурудзи гербіцидами урожайність зерна становила 8,0-9,0 т/га, що на 2,6-3,6 т/га більше контролю. Найвищі показники врожайності кукурудзи серед гербіцидних варіантів отримані нами при застосуванні препарату Стеллар – 9,0 т/га. Дещо меншим був показник у гербіциду Базис 8,3 т/га.

Таким чином, обприскування посівів кукурудзи гербіцидами сприяє інтенсивному знищенню бур'янів і як наслідок кращому забезпеченню культури факторами життя, що в кінцевому результаті підвищує її продуктивність.

### **Список використаних джерел**

1. Вимоги кукурудзи до умов вирощування. URL: <https://www.syngenta.ua/news/kukurudza/vimogi-kukurudzi-do-umov-viroshchuvannya>
2. Танчик С., Бабенко А., Шпирка О. Захист посівів кукурудзи від бур'янів URL: <https://www.propozitsiya.com/ua/zahist-posiviv-kukurudzi-vid-buryaniv>
3. Ременюк С., Токарчук М., Особливості захисту посівів кукурудзи від однодольних видів бур'янів Пропозиція. 2017. № 4. С. 124-127.

## **ВПЛИВ ПОПЕРЕДНИКІВ НА ВРОЖАЙНІСТЬ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ НЕДОСТАТНЬОГО ЗВОЛОЖЕННЯ**

**К. Васильковська, к. т. н., доцент;**

**О. Звездун, асистентка;**

**А. Біжан, студентка**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

В сучасних умовах першочерговим завданням сільського господарства України є виробництво продуктів харчування та забезпечення промисловості сировиною. У вирішенні цього завдання велике значення надається кукурудзі як високоврожайній зерновій культурі з цінними продовольчими та кормовими якостями [1].

Також, в Україні кукурудза є найпоширенішою кормовою культурою, і лише незначна кількість зерна використовується як сировина для їжі. Кукурудза також є однією із основних зернових у світовому сільськогосподарському виробництві [2].

Врожайність більшості вирощуваних в Україні, в тому числі і кукурудзи, залежить від тих умов, які створюються попередніми культурами сівозміни. Розміщення кукурудзи після гарних попередників не лише підвищує врожайність, а й покращує родючість ґрунтів [3].

Кукурудза не дуже вимоглива до попередників. Однак, слід відмітити що ця культура найкраще росте після озимої пшениці, зернобобових, гречки.

В районах недостатнього зволоження не рекомендовано висівати кукурудзу після культур, які можуть висушувати ґрунт, зокрема, після цукрового буряку або соняшнику. Також, слід утриматись від висіву кукурудзи після проса, щоб запобігти поширенню спільного шкідника – кукурудзяного метелика.

В свою чергу кукурудза у сівозміні є хорошим попередником для ярих зернових культур, а при своєчасному збиранні і для озимих. Однак, в степних районах країни кукурудзу часто використовують як провокаційну культуру для вовчка і попередник для соняшника.

Також, кукурудза є культурою яку можна вирощувати як монокультуру. На чорноземах вирощування можливе за умови щорічного внесення добрив впродовж 6-10 років, а на менш родючих ґрунтах – 3-5 років. У районах достатнього зволоження зони Лісостепу та Полісся кукурудза на силос більше реагує на добрива, ніж на попередники [4].

Однак, вплив технологічних прийомів вирощування на реалізацію потенціалу врожайності сучасних гібридів кукурудзи вивчено недостатньо повно. В умовах військового часу, виробник має отримати запланований врожай і отримати прибуток, тому обрання вдалого технологічного прийому, підбір передників, визначення правильних доз мінеральних добрив – запорука майбутнього врожаю.

На час сівби кукурудзи запаси доступної вологи в шарі ґрунту 0-100 см є більшими порівняно із ланкою, де кукурудза розміщувалась після одного з найкращих попередників – пшениці озимої [5]. В умовах недостатнього зволоження та стійких посух останніх років в умовах північного Степу України, цей факт грає значну роль.

Таким чином, для отримання високого урожаю кукурудзи, необхідно звертати увагу на взаємодію всіх елементів, що входять до комплексу технології її вирощування. Слід зважати на умови вирощування, агротехніку та потенціал поля, попередники, підбір гібридів та препаратів, які дають змогу отримати прогнозований урожай і захистити культуру.

### **Список використаних джерел**

1. Андрієнко О.О., Васильковська К.В., Андрієнко А.Л. Реакція гібридів кукурудзи на зміну густоти стояння рослин у північному Степу України. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва, Вип. 96 Ч. 1, 2020. С. 635-651. (DOI: <https://doi.org/10.31395/2415-8240-2020-96-1-635-651>)

2. Mostypan M.I., Vasytkovska K.V., Andriyenko O.O., Reznichenko V.P. (2017) Modern aspects of tilled crops productivity forecasting. INMATEH - Agricultural Engineering – Romania, Bucharest: INMA. Vol. 53, No.3. 35-40.
3. Паламарчук В.Д., Дідур І.М., Колісник О.М., Алексєєв О.О. Аспекти сучасної технології вирощування висококрохмальної кукурудзи в умовах Лісостепу правобережного: Монографія. Вінниця: ТОВ «Друк». 2020. 536 с.
4. Лихочвор В.В. Петриченко В.Ф. Фізіологічна роль елементів живлення та системи удобрення польових культур. Підручник. 3-тє видання, перероблене. Львів: Растр-7, 2021. 288 с.
5. Андрієнко А.Л. Фотосинтетична діяльність та продуктивність нових гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин. Бюлетень інституту зернового господарства УААН. Дніпропетровськ, 2003. №20. С. 36-38.

УДК 631.1

## **ІНТЕНСИВНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ЧИ БІОЛОГІЧНА: ЯК ДОСЯГТИ БАЛАНСУ?**

**В. Малаховська, викладачка;**

**М. Васильковська, студентка**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Історія становлення технології вирощування сільськогосподарських культур розпочинається із свідомого вирощування людьми рослин для задоволення власних потреб. З цього бере початок усвідомлення значення та періодичності виконання основних технологічних операцій, які, в свою чергу, формулювали певну технологію. Для кожної технології, відповідно, існували свої, специфічні знаряддя виробництва, які були знайдені в археологічних розкопках різних періодів розвитку людства (неоліт, мезоліт. Світовий досвід щодо вирощування сільськогосподарських культур, нагромаджувався поступово, передавався спершу усно, як народний фольклор, а потім і письмово, як агрономічні знання. Вирощування сільськогосподарських культур змінювалось відповідно до розвитку цивілізації. На початку становлення, технології вирощування рослинницької продукції були примітивними [1].

Початком наукового застосування технологій, стали знання про сівозмін, роль сидеральних культур та парів. Фактично це співпадає із становленням рабовласницького суспільства таких країн, як: Єгипет, Греція, Україна та ін.

Бурхливий розвиток мануфактурного капіталізму, зумовив зростання чисельності міського населення та сировини для фабрик і заводів, що сприяло збільшенню потреби в продовольстві та, в свою чергу, вдосконаленню технологій вирощування культур та появи великої кількості наукових і науково-практичних праць з агрономії.

Однак, потенціал сучасних інтенсивних технологій на значних площах, особливо в країнах Західної Європи, майже повністю вичерпано. Використання мінеральних добрив та отрутохімікатів призвело до різких змін у традиційних технологіях. Порушено сівозмін, органічні добрива майже не вживаються. Таким чином, зростання врожайності за рахунок вдосконалення технології у кінці ХХ століття спричинило проблеми екологічного характеру.

Останніми роками в Україні та Світі набувають поширення раціональні методи вирощування, такі як пряма сівба сільськогосподарських культур на стерні або дернині без будь-якого механічного обробітку ґрунту, за винятком формування мілких борозенок (щілин) для висівання насіння. Цей спосіб має ще назву нульового обробітку ґрунту. Також, відмовляються від елемента технології із знищення бур'янів за допомогою розпушення ґрунту, що стало можливим завдяки гербіцидам. Ефективність цих технологій вирощування збільшується при використанні науково-обґрунтованих систем сівозмін. Також, з'являються альтернативні технологічні схеми вирощування польових культур: інтегровані, адаптивні та

адаптовані, енерго- та ресурсоощадні, екологічно чисті, ЕМ-технології та ін. Тому паралельно з інтенсифікацією технологій послідовно розвивалися і технології, в яких не допускалося застосування агрохімікатів [2].

Наразі, велика увага приділяється біологічним (органічним, екологічним, біодинамічним, адаптивним) технологіям, які засновані на екологізації і біологізації інтенсифікаційних процесів.

Як відомо, біологізація – максимальне узгодження технології з біологічними потребами культури і сорту. Тобто, створення оптимальних умов для розвитку саме рослинного організму. Така технологія вирощування передбачає з однієї сторони – застосування науково-обґрунтованих систем сівозмін, удобрення, з іншої – використання для удобрення: органіки, рослинних решток, сидератів, соломи тощо; поліпшення засвоєння азоту завдяки вирощування бобових культур; повну відмову від застосування агрохімікатів [3].

Таким чином рух в формуванні високої врожайності може бути двома можливими шляхами розвитку агротехнологій: інтенсифікація та біологізація. Основною умовою цих напрямків є зменшення затрат і собівартості продукції. Поєднання обох цих напрямків та створення інтенсивних технологій на основі максимального використання адаптивних властивостей сортів і гібридів при врахуванні умов навколишнього середовища.

Існує величезна проблема, Україна має 39,4 млн. га земельних угідь, із них орні землі – 32 млн. га. В окремих областях землі розорано майже повністю. Так, у Вінницькій, Тернопільській, Кіровоградській областях розорано понад 90% угідь. Високий рівень розораності призвів до небувалих ерозійних процесів і величезних втрат гумусу [4].

Тому в Україні велику роль мають ґрунтозахисні технології вирощування сільськогосподарських культур. Останнім часом, спостерігається найвищий рівень антропогенних і техногенних навантажень, які у 6-7 разів перевищили рівень найрозвиненіших європейських країн. І важливим є те, яка технологія матиме вплив на економічні показники, екологічну ситуацію, стан ґрунтів, сприятиме підвищенню родючості чи, навпаки, їх деградації тощо. Саме технологія визначатиме напрямок наукових досліджень та їх актуальність.

Зміни щодо біологізації сільськогосподарського виробництва почалися. Так, іноді відмова від гербіцидного навантаження несе в собі додаткові грошові витрати на механічний обробіток ґрунту та, як наслідок, додаткові проходи агрегатів полем, що утворюють пружну підшву. Однак, зміни, які викликані багаторічним впливом на ґрунт добрив, несуть в собі більший ризик для людства [5].

Отже, в умовах сьогодення, інноваційний розвиток сільськогосподарського виробництва можливий переважно на інтегрованих підприємствах завдяки власним фінансовим можливостям. Однак, баланс інтенсивних технологій, як найбільш урожайних та прибуткових та біологічних технологій, які даватимуть високоякісну екологічно чисту сільськогосподарську продукцію можливий. І кожен обиратиме сам, яка продукція опиниться у нього в холодильнику.

## Список використаних джерел

1. Білітюк А.П., Скуратівська О.В., Писаренко П.В. Біологізація технології – засіб підвищення урожаїв і якості зерна. Вісник Полтавської державної аграрної академії, № 3. – 2007. С. 92-98.
2. Kovalov, M. (2020). Substantiation of application of EM-products in closed resource-saving agroeco complexes. Publishing House «Baltija Publishing». Pp. 195-213. (DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-001-8-3-10>)
3. Кроки до біологізації в агро. БТУ-ЦЕНТР. URL: <https://btu-center.com/publication/2023/kroki-do-biologizatsii-v-agro/> 23.10.2023
4. Медведев В.В. Моніторинг ґрунтів: цикл лекцій. Харківський національний аграрний університет ім. В. Докучаєва. – Х.: ХНАУ, 2012. – 129 с.
5. Васильковська К., Удоденко В. Безгербіцидна боротьба з амброзією. Матеріали III Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «Інновації: теорія і практика». Кропивницький: АПН. 2022. С. 34-35. URL: <https://apn.biz.ua/edition> 24.10.2023



## **ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ РІПАКУ ОЗИМОГО В УМОВАХ СТЕПУ УКРАЇНИ**

**К. Васильковська, к. т. н., доцент;**

**Р. Дворніченко, студент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Україна посідає одне з провідних місць у світі по вирощуванню олійних культур, насамперед соняшнику. Але низькі врожаї цієї культури, економічні, організаційні, технічні проблеми щодо її вирощування спонукають до впровадження в сільське господарство нових перспективних олійних культур. Ріпак – друга в Україні олійна культура за площею вирощування та валовим збором [1, 2].

Збільшення питомої ваги ріпаку в структурі виробництва олійної сировини зумовлюється зростанням попиту на ріпакову олію не тільки з точки зору задоволення продовольчих потреб, а перш за все високих темпів росту її використання для виробництва біопалива. Активізація попиту світового ринку на ріпакове насіння пов'язана з розвитком альтернативної біоенергетики [3].

Ґрунтово-кліматичні умови Центральної України сприятливі для нормального росту та розвитку рослин озимого ріпаку та відповідають його біологічним вимогам. Зокрема, достатньо висока родючість ґрунтів, їх задовільна водо- та повітропроникність, достатня кількість опадів і температурний режим сприяють, при застосуванні рекомендованих агротехнологічних заходів вирощування цієї культури та отриманні до 40 ц/га насіння [4, 5].

Для отримання високих та сталих врожаїв ріпаку озимого, необхідно підібрати оптимальні параметри всіх елементів технології вирощування для конкретних ґрунтово-кліматичних умов [6].

Покращення елементів технології вирощування має на меті отримання більшого врожаю зерна ріпаку озимого. Дослідження врожайності за 2021-2022 рр. наведено в таблиці 1.

Як бачимо, не дивлячись на не досить сприятливі погодні умови 2022 року, ріпак озимий дав дещо більшу врожайність, ніж попередній 2021 рік.

У 2021 році найнижчий рівень врожайності був у варіанті із міжряддям 15 см та висівом сорту Снежка – 2,19 т/га. Найкращим був варіант із міжряддям 30 см та сортом Кортес – 3,24 ц/га. При висіві із міжряддям 45 см врожайність обох досліджуваних сортів була не набагато нижчою за врожайність із міжряддям 30 см.

Таблиця 1.

Врожайність ріпаку озимого залежно від способів сівби за 2021-2022 рр., т/га

Варіант дослідження	2021 р.	2022 р.	Середнє значення
<b>Кортес</b>			
1. Міжряддя 15 см	2,37	2,82	2,60
2. Міжряддя 30 см	3,24	3,51	3,38
3. Міжряддя 45 см	3,17	3,41	3,29
<b>Снежка</b>			
4. Міжряддя 15 см	2,19	2,93	2,56
5. Міжряддя 30 см	2,68	3,13	2,91
6. Міжряддя 45 см	2,62	3,11	2,87

У 2022 році найнижча врожайність була у варіанті із міжряддям 15 см та висівом сорту Снежка – 2,82 т/га. Найкращим був варіант із міжряддям 30 см та сортом Кортес – 3,51 ц/га. Також,

при висіві із міжряддям 45 см врожайність обох досліджуваних сортів цього року була не набагато нижчою за врожайність із міжряддям 30 см.

Середнє значення врожайності за обидва роки досліджень не відрізнялось від раніше сформованої тенденції досліджень за окремі роки. Серед досліджуваних варіантів найнижчу врожайність мав сорт Снежка із міжряддям 15 см – 2,56 т/га. А найбільшою біла врожайність у варіанті із висівом сорту Кортес та міжряддям 30 см – 3,38 т/га.

Тож, робоча гіпотеза щодо залежності продуктивності від способів висіву насіння ріпаку за 2020-2021 рр. досліджень підтвердилась. Для обох сортів ріпаку озимого найкращим варіантом висіву був висів із міжряддям 30 см. А кращим з двох сортів став Кортес.

Таким чином, що при вирощуванні різних сортів ріпаку озимого важливою умовою є забезпечення насіння світлом, вологою, чому сприятиме міжряддя в 30 см. Слід також відміти, що використання більш широкого міжряддя в 45 см, дасть змогу отримати достатньо високий врожай ріпаку озимого, а також дасть змогу проводити міжрядний обробіток.

### **Список використаних джерел**

1. Васильковська К.В., Андрієнко О.О., Малаховська В.О. Динаміка виробництва олійних культур в Україні та аналіз експорту олії. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Вип. 98. Ч. 2, 2021. С. 166-177. (DOI: <https://doi.org/10.31395/2415-8240-2021-98-2-166-177>)
2. Vasytkovska K., Andriienko O., Vasytkovskyi O., Andriienko A., Popov V. and Malakhovska V. (2021). Dynamics of export potential of sunflower oil in Ukraine. HELIA, 44(74). 115-123. (DOI: <https://doi.org/10.1515/helia-2021-0001>)
3. Бахмат М. І., Гойсюк С. О. Зимостійкість озимого ріпаку в умовах південної частини Західного Лісостепу України. Збірник наукових праць Подільської державної аграрно-технічної академії. 2001. Вип. 9. С. 7–9.
4. Новохижній М. В. Продуктивність та зимостійкість ріпаку озимого за різних технологій вирощування в Південному Степу України. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2012. Вип. 17. С. 121–125.
5. Щербаков В., Яковенко Т., Когут І. Роль олійних культур у підвищенні ефективності аграрного виробництва. Пропозиція. 2009. № 6. С. 64–68.
6. Васильковська К. Тенденції та перспективи виробництва олійних культур в Україні й аналіз експорту олії. Агробізнес сьогодні, 3(442). 2021. 24-29.

УДК 633.63.631.12

## ***ВПЛИВ СПОСОБІВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ В СТЕПУ УКРАЇНИ***

**К. Васильковська, к. т. н., доцент;**

**С. Цируленко, студент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Врожайність цукрових буряків за останні десятиріччя стало збільшувалась, чого не можна сказати про площу їх вирощування. Тому поряд із використанням традиційних заходів підвищення врожайності коренеплодів резервом постає застосування речовин для захисту рослин від хвороб нового покоління [1].

Врожайність цукрових буряків за останні десятиріччя стало збільшувалась, чого не можна сказати про площу їх вирощування. Тому поряд із використанням традиційних заходів підвищення врожайності коренеплодів резервом постає застосування ристорегулюючих та захисних речовин нового покоління [2].

Використання інсектицидів для передпосівної обробки насіння цукрових буряків забезпечить більш інтенсивний ріст і розвиток рослин, надасть можливість для отримання високої енергії проростання, польової схожості та одержання рівномірних і дружніх сходів рослин [3].

Врожайність цукрових буряків залежить від досконалості всіх елементів технології вирощування, найважливішими з яких є розміщення їх після кращих попередників, ґрунто-кліматичних умов, застосування економічно виправданих норм добрив, екологічних способів обробітку ґрунту [4].

Цукрові буряки є хорошим попередником для багатьох сільськогосподарських культур, що підвищує загальну продуктивність сівозміни, тому є підстави вважати, що відбудеться поступове збільшення площ під цукровими буряками, чому сприятиме відновлення вирощування цукрових буряків у нашій країні [5].

Нами проведено дослідження з вдосконалення технології цукрових буряків шляхом обрання кращого агрегату для основного обробітку ґрунту та вдосконалення якості дражованого насіння шляхом введення до дражувальної суміші інсектицидів з метою підвищення посівних якостей насіння, захисту їх від хвороб та продуктивності цукрових буряків.

Мета досліджень – вивчити вплив інсектицидів та вибору знаряддя для точного висіву насіння цукрових буряків на продуктивність коренеплідів.

Продуктивність цукрових буряків, як і інших рослин, залежить від інтенсивності і продуктивності фотосинтезу протягом вегетаційного періоду. Вироблені при цьому асимілянти використовуються в процесах росту, а значна частина їх поступає в коренеплід і відкладається в запас. Залежно від цього перерозподілу і складається величина врожаю та цукристості. На процеси перерозподілу впливають біологічні особливості рослин, а також фактори зовнішнього середовища [3].

Висока врожайність цукрових буряків забезпечується за рахунок розвитку потужної гички, яка поглинає багато сонячного світла та залишається зеленою протягом вегетаційного періоду, що забезпечується на початковому етапі точним висівом насіння цукрових буряків та отриманням рослинами своєї площі живлення [4].

Позитивному ефекту щодо розвитку рослин цукрових буряків та збільшенню продуктивності сприяло включення інсектицидів до дражувальної суміші в процесі передпосівного обробітку насіння.

Так, у 2021 році додавання в дражувальну суміш інсектициду Форс Магна, забезпечило приріст врожайності коренеплідів 3,6-5,6 т/га, врожайністю 51,2 т/га (плуг ПЛН-5-35) та 53,2 т/га (ґрунторозпушувач ЧН-3,5). Суміш із інсектицидом Круїзер Форс, дало приріст врожайності коренеплідів 4,6-6,5 т/га із врожайністю 52,7 т/га (плуг ПЛН-5-35) та 54,6 т/га (ґрунторозпушувач ЧН-3,5) (табл. 1).

Таблиця 1.

Врожайність цукрових буряків за 2021-2022 рр., т/га

Досліджувані варіанти	2021 р.	+ до контролю	2022 р.	+ до контролю	середнє	+ до контролю
1. Контроль (без дражування) полицева оранка (ПЛН-5-35)	47,6		45,2		46,4	
2. Контроль (без дражування) глибокий обробіток (ґрунторозпушувач ЧН-3,5)	48,1		45,8		46,95	
3. Полицева оранка (ПЛН-5-35) + Форс Магна	51,2	3,6	48,4	3,2	49,8	3,4
4. Глибокий обробіток (ґрунторозпушувач ЧН-3,5) + Форс Магна	52,7	4,6	49,6	3,8	51,15	4,2
5. Полицева оранка (ПЛН-5-35) + Круїзер Форс	53,2	5,6	50,6	5,4	51,9	5,5
6. Глибокий обробіток (ґрунторозпушувач ЧН-3,5) + Круїзер Форс	54,6	6,5	51,1	5,3	52,85	5,9

У 2022 році врожайність цукрових буряків була дещо нижчою за показники 2021 року, що зумовлено кліматичними особливостями року. Так, в 2022 році врожайність варіантів без обробки складала 47,6 т/га та 48,1 т/га для оранки плугом ПЛН-5-35 та глибокого рихлення ґрунторозпушувачем ЧН-3,5 відповідно. При введенні інсектициду Форс Магна прибавка врожайності склала 3,2-5,4 т/га, а при введенні в дражувальну суміш Круїзер Форс прибавка склала 3,8-5,3 т/га.

Аналіз результатів досліджень за 2021-2022 роки, дає змогу стверджувати, що обробка насіння інсектицидами мали вплив на врожайність коренеплодів в порівнянні із контрольним варіантом. Так, при введенні до дражувальної суміші Форс Магна або Круїзер Форс, врожайність цукрових буряків була більшою на 3,4-5,9 т/га по відношенню до варіантів без обробки. Так врожайність із введенням інсектициду Форс Магна становила при оранці – 48,9 т/га, а при глибокому рихленні – 51,9 т/га. При введенні інсектициду Круїзер Форс врожайність становила при оранці – 51,15 т/га, а при глибокому рихленні – 52,85 т/га.

### Список використаних джерел

1. Васильковська К.В., Андрієнко О.О., Малаховська В.О. Динаміка виробництва цукрових буряків в Україні та аналіз експорту цукру. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Вип. 100. Ч. 2, 2022. С. 74-84. (DOI: <https://doi.org/10.31395/2415-8240-2022-100-2-74-84>)
2. Васильковська К., Константинов А. Вплив вибору сівалок на врожайність цукрових буряків в Степу України. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Досягнення та перспективи галузі виробництва, переробки і зберігання сільськогосподарської продукції». – Кропивницький: ЦНТУ, 2022. С. 20-23.
3. Васильковська К., Філончук А. Аналіз використання сучасних технологій обробки ґрунту. Матеріали III Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «Інновації: теорія і практика». Кропивницький: АПН. 2022. С. 42-44. URL: <https://apn.biz.ua/edition>
4. Васильковська К., Кулик Г. Вдосконалення системи захисту цукрових буряків в Степу України. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології агропромислового виробництва». 2022. – Кропивницький: ЦНТУ. С. 11-13. URL: <http://www.kntu.kr.ua/doc/science/zahody/vikl/2022/11-tez.pdf>
5. Mostipan M.I., Vasykivska K.V., Andriienko O.O., Reznichenko V.P. (2017) Modern aspects of tilled crops productivity forecasting. *INMATEH - Agricultural Engineering*, 53(3). 35-40.

УДК 633.854.78

## **ВПЛИВ СПОСОБІВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ВРОЖАЙНІСТЬ СОНЯШНИКУ В СТЕПУ УКРАЇНИ**

**К. Васильковська, к. т. н., доцент;  
В. Кравченко, студент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Соняшник в Україні є фаворитом серед сільськогосподарських культур в агрономічному арсеналі аграріїв з огляду на його врожайність і прибутковість [1]. Географія вирощування соняшнику суттєво змінилася завдяки змінам погодних умов та створенню пластичних скоростиглиглих гібридів.

Популярність соняшнику зростає, так, лише за останнє століття посівна площа соняшнику у Світі збільшилася більше ніж у два рази: з 12,4 млн. га до майже 29,0 млн га [2, 3]. Ця тенденція поширилась і в Україні, так за останні 20 років площа вирощування соняшнику збільшилась в 2 рази [4].

Якщо раніше Степ вважався традиційною зоною його вирощування, то останні десять років зона вирощування соняшнику змістилась на північний захід країни. Так, в деяких лісостепових областях площа під соняшником збільшилась у декілька разів [4, 5].

Досліди із впливу способів основного обробітку ґрунту на врожайність соняшнику проводилися протягом 2021-2022 рр. СФГ «Кравченко С.М.», що знаходиться в с. Аджамка, що є центром Аджамської сільської громади Кропивницького району Кіровоградської області.

Врожайність соняшнику в досліджувані роки формувалась за рахунок адаптивних властивостей досліджуваних гібридів, властивостей мікродобрив та способу обробітку ґрунту (талб. 2).

2022 рік був не таким сприятливим та врожайним, як 2021 рік. Однак, слід зазначити, що врожайність соняшнику за 2021-2022 рр. має достатньо високий рівень. Значення врожайності знаходилось в межах 3,33-4,01 т/га.

Таблиця 1.

Врожайність насіння соняшнику за 2021-2022 рр., т/га

Варіант дослідження	2021	2022	Середнє
1. Оранка (LEMKEN) ЛГ 5638	3,50	3,40	3,45
2. Глибоке рихлення (TERRALAND) ЛГ 5638	3,62	3,52	3,57
3. Оранка (LEMKEN) ЛГ 5580	3,38	3,28	3,33
4. Глибоке рихлення (TERRALAND) ЛГ 5580	3,51	3,41	3,46
5. Оранка (LEMKEN) ЛГ 5638 + Баст Комплекс	3,95	3,85	3,90
6. Глибоке рихлення (TERRALAND) ЛГ 5638 + Баст Комплекс	4,06	3,96	4,01
7. Оранка (LEMKEN) ЛГ 5580 + Баст Комплекс	3,92	3,82	3,87
8. Глибоке рихлення (TERRALAND) ЛГ 5580 + Баст Комплекс	3,98	3,88	3,93

Найбільшу врожайність за два роки досліджень отримано у гібрида ЛГ 5638 із глибоким рихленням ґрунторозпушувачем TERRALAND та мікродобривом Баст Комплекс – 4,01 т/га, що на 0,44 т/га більше, ніж у такого ж варіанта без внесення позакореневого підживлення. Найменше значення врожайності отримано у гібрида ЛГ 5580 при оранці плугом LEMKEN без обробки – 3,33 т/га.

Тож, можна зробити висновок, що при вирощуванні середньоранніх гібридів соняшнику та використанні різних ґрунтообробних знарядь і за наявності позакореневого підживлення, всі показники є досить важливими, але за обидва роки найбільший вплив мала взаємодія факторів та генетичні особливості гібриду.

## Список використаних джерел

1. Ткачук О.П., Бондарук Н.В. Фактори інтенсифікації та екологізації вирощування соняшнику. Аграрні інновації. Вип. 18., - 2023. С. 120-127. (DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.18.17>)
2. Thompson J. A., Fenton I.G. Influence of plant population on yield and yield components of irrigated sunflower in Southern New South Wales. Austral. J. Exp. Agr. and Anim. Husbandry. 1979. V 19. № 100. P. 570-574.
3. Andriienko O., Vasytkovska K., Andriienko A., Vasytkovskyi O., Mostipan M. and Salo L. (2020) Response of sunflower hybrids to crop density in the steppe of Ukraine. HELIA, 43(72). 99-111. (DOI: <https://doi.org/10.1515/helia-2020-0011>)
4. Васильковська К.В., Андрієнко О.О., Малаховська В.О. Динаміка виробництва олійних культур в Україні та аналіз експорту олії. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Вип. 98. Ч. 2, 2021. С. 166-177. (DOI: <https://doi.org/10.31395/2415-8240-2021-98-2-166-177>)
5. Vasytkovska K., Andriienko O., Vasytkovskyi O., Andriienko A., Popov V. and Malakhovska V. (2021). Dynamics of export potential of sunflower oil in Ukraine. HELIA, 44(74). 115-123. (DOI: <https://doi.org/10.1515/helia-2021-0001>)

## **ВПЛИВ МІКРОДОБРИВ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ В СТЕПУ УКРАЇНИ**

**К. Васильковська**, к. т. н., доцент;

**Д. Калінін**, студент

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Збільшення продуктивності цукрових буряків можливе при дотриманні основних складників технології їх вирощування, а саме: сучасні гібриди, високоякісне насіння, збалансоване живлення, агротехніка, захист від хвороб. Врожайність цукрових буряків за останні десятиріччя стало збільшувалась, чого не можна сказати про площі їх вирощування. Тому поряд із використанням традиційних заходів підвищення врожайності коренеплодів резервом постає застосування ристорегулюючих речовин нового покоління [1].

Система удобрення із високим біологічним потенціалом та потребою в елементах живлення має забезпечувати достатнє мінеральне живлення рослин впродовж усього вегетаційного періоду [2].

Ефективними заходами формування високої врожайності та цукристості коренеплодів у сучасних технологіях вирощування цукрових буряків є високопродуктивні гібриди, застосування хелатних форм мікродобрив та недопущення ураження листкового апарату хворобами [3, 4].

Вивчення оптимальних доз та строків застосування мікродобрив при позакореновому підживленні цукрових буряків, використання для вирощування кращих гібридів, пристосованих для цієї кліматичної зони вирощування – заходи, які формують можливість для подальшого підвищення продуктивності коренеплодів [5].

Нами проведено дослідження з вдосконалення технології вирощування цукрових буряків шляхом використання позакоренового підживлення мікродобривами при вирощуванні цукрових буряків різних гібридів в з метою збільшення їх продуктивності.

Мета досліджень – встановити ефективність застосування мікродобрив на продуктивність цукрових буряків.

Таблиця 1.

Динаміка маси коренеплодів цукрових буряків, г/рослину

Варіанти дослідження	Дати обліку		
	2.07	2.08	2.09
2021 р.			
1. Контроль (без мікродобрив) Хорол	148	227	330
2. Контроль (без мікродобрив) Резидент	152	230	336
3. Реаком-р-бурякове, Хорол	165	264	343
4. Реаком-р-бурякове, Резидент	167	267	350
5. Нутривант плюс цукрові, Хорол	170	271	352
6. Нутривант плюс цукрові, Резидент	172	274	359
2022 р.			
1. Контроль (без мікродобрив) Хорол	108	210	264
2. Контроль (без мікродобрив) Резидент	109	212	268
3. Реаком-р-бурякове, Хорол	112	226	312
4. Реаком-р-бурякове, Резидент	114	229	322
5. Нутривант плюс цукрові, Хорол	119	234	332
6. Нутривант плюс цукрові, Резидент	121	237	340

В 2022 році на 2.07 маса коренеплодів знаходилась в межах 108-121 г/рослину. На 2.08 – в межах 210-237 г/рослину, а 2.09 – 264-340 г/рослину. При використанні позакореневого підживлення приріст маси коренеплодів становив: на 2.07 – 4-12 г/рослину, 2.08 – 16-25 г/рослину та 2.09 – 48-72 г/рослину (табл. 1).

В 2021 році на 2.07 маса коренеплодів знаходилась в межах 148-172 г/рослину. На 2.08 – в межах 227-274 г/рослину, а 2.09 – 330-359 г/рослину. При використанні позакореневого підживлення приріст маси коренеплодів становив: на 2.07 – 17-22 г/рослину, 2.08 – 37-44 г/рослину та 2.09 – 13-23 г/рослину.

Як бачимо показники маси коренеплодів 2022 року мають нижчі значення протягом вегетаційного періоду, чому сприяли гірші погодні умови цього року. Однак слід зазначити, що після серпневих дощів, маса коренеплодів дещо вирівнялась, особливо у варіантах із позакореневим підживленням.

За 2021-2022 рр. досліджень маса коренеплодів була нижчою порівняно з варіантами при позакореневим підживленням мікроелементами. Найкращим був варіант – гібрид Резидент та мікродобриво Нутривант плюс цукрові із значенням на 2.09 – 342,5 г/рослину. Найменше значення на 2.09 було у гібрида Хорол без підживлення – 297,0 г/рослину.

### **Список використаних джерел**

1. Васильковська К.В., Андрієнко О.О., Малаховська В.О. Динаміка виробництва цукрових буряків в Україні та аналіз експорту цукру. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Вип. 100. Ч. 2, 2022. С. 74-84. (DOI: <https://doi.org/10.31395/2415-8240-2022-100-2-74-84>)
2. Васильковська К., Константинов А. Вплив вибору сівалок на врожайність цукрових буряків в Степу України. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Досягнення та перспективи галузі виробництва, переробки і зберігання сільськогосподарської продукції». – Кропивницький: ЦНТУ, 2022. С. 20-23.
3. Аскарів В.Р. Вплив мікродобрив та фунгіцидів на урожайність, якість та ефективність вирощування цукрових буряків. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2016. № 5
4. Васильковська К., Кулик Г. Вдосконалення системи захисту цукрових буряків в Степу України. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології агропромислового виробництва». 2022. – Кропивницький: ЦНТУ. С. 11-13. URL: <http://www.kntu.kr.ua/doc/science/zahody/vkl/2022/11-tez.pdf>
5. Mostipan M.I., Vasytkovska K.V., Andriienko O.O., Reznichenko V.P. (2017) Modern aspects of tilled crops productivity forecasting. INMATEH - Agricultural Engineering, 53(3). 35-40.

УДК 635.655:631.5:631.8

## ***ЕФЕКТИВНІСТЬ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СОЇ В ЦЕНТРИ УКРАЇНИ***

**Н. Трикіна, викладачка;**

**Х. Амрахов, студент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Велика кількість чинників як зовнішньої дії, так і внутрішніх ресурсів сільськогосподарської культури впливає на формування її продуктивності [1].

Якісне та своєчасне виконання комплексу заходів у технології вирощування сільськогосподарських культур та дотримання вимог до виконання кожного конкретного агротехнічного заходу, прийому, обумовлює успішність застосування сучасних технологій вирощування с.-г. культур, в тому числі і сої [2, 3], та сприяє активації всіх можливих ресурсів культури.

Дослідниками доведено, що формування асиміляційної поверхні визначається інтенсивністю процесу фотосинтезу. Як наслідок, це впливає на формування рослиною органічної

речовини [4] та урожайності культурою в цілому. Таким агротехнічним заходом у технології вирощування сої може бути застосування регуляторів росту рослин, які мають великі перспективи використання. Саме передпосівна обробка насіння сої та обприскування її посівів мають стати невід’ємною складовою, важливим елементом технології вирощування сої із урахуванням потреб сорту, методу застосування та ґрунтово-кліматичних умов зони вирощування [5, 6].

Спостереження 2023 року за формуванням асиміляційної (листяної) поверхні посівів сої сорту Золушка в умовах Центральної України показали, що у контрольному варіанті без використання регуляторів росту під час цвітіння показник був на рівні 48,8 тис. м<sup>2</sup>. Обробка насіння сої перед сівбою регулятором росту Рівал сприяла утворенню більшої асиміляційної поверхні посівів – 52,1 тис. м<sup>2</sup>/га, що на 3,3 тис. м<sup>2</sup>/га або 6,8% перевищувало показник контрольного варіанту. Використання регулятора росту рослин Екостим для обробки насіння перед сівбою сприяло формуванню листяної поверхні посівів на рівні 51,3 тис. м<sup>2</sup>/га, що було більше ніж у контрольному варіанті на 2,5 тис. м<sup>2</sup>/га або 5,1 % (табл. 1).

Таблиця 1.

Вплив застосування регулятора росту на площу листяної поверхні сої сорту Золушка

Варіанти дослідів	Площа листяної поверхні, тис.м <sup>2</sup> /га	Прибавка до контролю	
		тис. м <sup>2</sup> /га	%
1. Контроль (без обробки)	48,8	-	-
2. Рівал (обробка насіння)	52,1	3,3	6,8
3. Екостим (обробка насіння)	51,3	2,5	5,1
4. Рівал (обприскування посівів)	52,6	3,8	7,9
5. Екостим (обприскування посівів)	52,5	3,7	7,6
6. Рівал (обробка насіння + обприскування посівів)	53,7	4,9	10,0
7. Екостим (обробка насіння + обприскування посівів)	54,1	5,3	10,9

Обприскування посівів сої регулятором росту Екостим під час вегетації сприяло формуванню більшої площі листків порівняно до контролю на 7,6%, а порівняно до варіанту з обробкою насіння перед сівбою регулятором росту – на 1,2 тис. м<sup>2</sup>/га або 2,3%.

В цілому більші показники площі асиміляційної поверхні посівів сої отримано у варіантах, де застосовували регулятори росту рослин для обробки насіння перед сівбою сумісно з обприскуванням посівів сої під час вегетації культури - найбільший показник забезпечував варіант із регулятором росту Екостим – 54,1 тис. м<sup>2</sup>/га, що перевищувало контроль на 10,9%.

Таким чином, можна стверджувати, що двократне використання регулятора росту Екостим (для обробки насіння і обприскування посівів) сприяє в умовах Центральної України формуванню більшої площі асиміляційної поверхні посівів сої сорту Золушка, що є невід’ємною складовою врожаю культури.

### Список використаних джерел

1. Васильковська К.В., Трикіна Н.М. Аналіз посівних властивостей насіння сої до та після висіву. Досягнення і перспективи галузі виробництва, переробки та зберігання с.-г. продукції: матеріали Всеукраїнської наукової-практичної конференції, 9-11 квітня 2020 р. Кропивницький: ЦНТУ, 2020. С. 75-77.
2. Бабич А. О., Петриченко В. Ф. Результати екологічної оцінки сортів сої в умовах Лісостепу України/ Корми і кормовиробництво: Республіканський тематичний науковий збірник. Київ, 1992. Вип. 33. С. 38-40.
3. Кулик Г.А., Резніченко В.П., Трикіна Н.М., Малаховська В.О. Ефективність застосування регуляторів росту при вирощуванні цукрових буряків у Центральній Україні/ Вісник Полтавської державної аграрної академії. Полтава: ПДАА, 2020. №2(97). С. 43-49.
4. Конончук О. Б., Пида С. В. Вплив регуляторів росту рослин Регоплан і Стимпо на фізіологічні показники і продуктивність сої культурної / Фізіологія рослин і генетика. 2018. Т 50, № 1. С. 59-64.



5. Векірчик К.М., Конончук О.Б. Стан і перспективи досліджень впливу обробки насіння БАР та інокуляції ризобіями на азотфіксацію, ріст, розвиток і продуктивність квасолі звичайної і сої культурної в умовах Тернопільської області / Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть. К., 2001. Т. 1. С. 231-236.
6. Конончук О.Б., Пида С.В., Пономаренко С.П. Ростові процеси та бобово-ризобіальний симбіоз сої культурної за передпосівної обробки насіння рістрегуляторами Регоплант і Стімпо. Агробіологія. 2012. Вип. 9 (96). С. 103-107.

УДК 633.854.78; 631.559.2

## **УРОЖАЙНІСТЬ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ ЗАЛЕЖНО ВІД ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН В СТЕПУ УКРАЇНИ**

**Ю. Машенко**, к. с.-г. н., ст. викладач;  
**Д. Кунєв**, студент

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Вітчизняна олійна галузь є прикладом ефективного господарювання та розвитку, і є лідером не лише АПК, але й усієї економіки за багатьма показниками, такими як рентабельність, обсягом експортної продукції, сумою валютної виручки, енергоефективністю. З огляду на те, що олійно-жирова промисловість має важливе стратегічне значення для економіки країни актуальним є питання забезпечення його якісною сировиною в необхідних об'ємах [1].

Важливою олійною культурою в світі є соняшник. Виробництво та переробка олієнасіння є найбільш перспективним сектором аграрно-продовольчої системи України. Країна має добрі ґрунтово-кліматичні умови, які дозволяють успішно конкурувати на світових ринках олії.

Однією з головних задач на сучасному етапі сільськогосподарського виробництва є збільшення валового збору соняшнику без розширення посівних площ, а за рахунок підвищення врожайності [2].

Сталі рівні врожаїв соняшнику можна щорічно одержувати впроваджуючи високопродуктивні сорти і гібриди та інтенсивну технологію їх вирощування, що вимагає високої культури землеробства, досконалого технологічного управління, високого рівня професійних знань і практичних навичок. Ефективність прийомів вирощування соняшнику повинна базуватися на їх економічній оцінці з урахуванням біологічних особливостей і потенційної продуктивності гібридів.

Основним напрямком збільшення виробництва насіння соняшника є впровадження у виробництво нових високоврожайних гібридів та інтенсивних технологій їх вирощування. За врожайністю насіння гібриди соняшника на 20-30 %, а по олійності – на 15-20 % переважають кращі районовані сорти.

Збільшити об'єм виробництва товарного насіння олійного соняшнику в Україні без розширення посівних площ можливо за створення більш продуктивніших гібридів з певними господарсько-цінними ознаками, які поєднують стабільність великої урожайності з якістю продукції, та за рахунок адаптованості нових гібридів і батьківських форм до відповідних погодно-кліматичних умов вирощування, що дозволить збільшити врожайність понад 4,5 т/га [3].

Нові сорти і гібриди соняшнику характеризуються не тільки високою врожайністю, значним умістом олії у насінні та низькою лушпинністю (25-30%), а й підвищеною стійкістю проти вовчка соняшникового, стійкістю до хвороб і шкідників соняшнику.

Науковими дослідженнями доведено, що рівень врожайності сільськогосподарських культур, у тому числі й соняшнику, багато в чому залежить від густоти стояння рослин, яка може коливатись у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах у дуже широкому діапазоні. У

комплексі агротехнічних заходів вирощуванні соняшник, від яких залежить урожай та його якість, важливе місце посідає густота стояння рослин. Вагомий урожай можливо отримати за рахунок високої індивідуальної продуктивності та гранично допустимої щільності стеблостою в конкретній зоні вирощування [4].

Оптимальна густота стояння – одна з найважливіших передумов високих і якісних врожаїв насіння соняшнику. Для її досягнення першорядне значення має правильний вибір норми висіву. Чим вище густота стояння, тим менше розмір кошиків і навпаки.

При нерівномірної густоті стояння гніздами рослини вилягають, відбувається нерівномірне дозрівання великих і маленьких кошиків, чим ускладнюється збирання врожаю та істотно зростають енергетичні витрати [5, 6].

Метою досліджень є визначення впливу густоти стояння рослин на врожайність гібридів соняшнику.

Об'єктом досліджень були 4 гібриди соняшнику компанії Nuseed (Нусід), які вирощували з густотою 45, 50 та 55 тис./га.

Дослідження проводили на науково-інноваційному полігоні Інституту сільського господарства Степу НААН. Отримані експериментальним шляхом результати обробляли методом дисперсійного аналізу.

Застосовували польовий метод досліджень – для спостережень та математично-статистичний – для встановлення достовірності отриманих результатів. В досліді використовували загальноприйнятту агротехніку та методику державного сорто випробування.

Погодні умови у роки проведення досліджень були не достатньо сприятливими для отримання високих показників урожайності гібридів соняшнику.

Велика кількість вітчизняних вчених для отримання максимальної рекомендують коригувати густоту стояння соняшнику залежно від ґрунтово-кліматичних умов. Так, у посушливих умовах норму висіву рекомендують знижувати. У Степу пропонується висівати 40-80 тис. насінин на 1 га, на зрошуваних землях рекомендовано збільшувати густоту стояння до 80-100 тис./га. Також необхідно коригувати норму висіву для сортів і гібридів різних груп стиглості – для ранньостиглих і низькорослих сортів та гібридів застосовують більшу норму висіву – до 80 тис. насінин на 1 га. За таких норм на 1 м рядка при міжряддях 70 см висівають від 2,8 насінин (40 тис./га) до 7,0 насінин (100 тис./га). Масова норма при цьому становить 3,5-8,0 кг/га. Для середньоранніх гібридів оптимальна густота стояння рослин перед збиранням повинна бути: у Південному Степу – 35-40 тис./га; у Північному Степу – 50-55; у Лісостепу – 55-60 тис./га.

Аналіз урожайності соняшнику за 2022-2023 рр. досліджень за різними варіантами густоти стояння рослин дозволив виявити різницю щодо реакції гібридів соняшнику на застосований елемент технології вирощування. Найбільшу врожайність формували рослини соняшнику гібриду N4H471 CL за густоти рослин 55 тис./га, яка в середньому за два роки досліджень становила 3,64 т/га. Вирощування соняшнику гібридів N4H471 CL та N4H469 CL сприяло отриманню істотно більшої урожайності відносно гібриду N4H413 CL за усіх досліджуваних норм висіву. При цьому найбільша прибавка за урожайністю у гібрида N4H471 CL була за густоти 55 тис./га і становила 0,94 т/га або 35,1 % а у гібрида N4H469 CL – за густоти стояння рослин 45 тис./га і сягала 0,78 т/га або 28,1 %.

Встановлено, що гібриди по різному реагують на зміну густоти стояння рослин. Такі гібриди, як N4H413 CL, N4M408 та N4H469 CL мали тенденцію до формування меншої урожайності за густоти рослин 50 та 55 тис./га. Встановлено достовірну прибавку за врожайністю за умов вирощування гібриду N4H471 CL з густотою 55 тис./га, яка відносно варіанту з густотою 45 тис./га становила різницю 0,40 т/га або 12,2 %.

Більшу врожайність соняшнику, в роки проведення досліджень, отримали за густоти рослин 55 тис./га за умов вирощування гібриду N4H471 CL, яка була на рівні 3,64 т/га.

Гібриди соняшнику N4H471 CL та N4H469 CL формували істотно більшу врожайність порівняно до гібрида N4H471 CL за всіх досліджуваних норм висіву.

Встановлено достовірну прибавку за врожайністю за умов вирощування гібриду N4H471 CL з густрою 55 тис./га, яка відносно варіанту з густрою 45 тис./га становила 0,40 т/га або 12,2%.

### Список використаних джерел

1. Мащенко Ю. В., Гайденко О. М., Мащенко Н. В. Урожайність та економічна ефективність вирощування соняшнику залежно від систем удобрення та мікробного препарату в умовах північного Степу України. Матеріали VI Міжнародної науково-практичної онлайн-конференції “Інноваційні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва”, – Умань, УНУС, 28 – 29 травня 2020 р. – С. 68 – 72.
2. Мащенко Ю., Гайденко О., Мудріченко М. Ефективність вирощування соняшнику залежно від систем удобрення та мікробного препарату. Тези Всеукр. наук.-практ. конф. “Проблеми збалансованого ведення землеробства в сучасних господарсько-економічних умовах”. – Рівне, 2017. – С. 82 – 85.
3. Мащенко Ю., Гайденко О., Мудріченко М. Ефективність вирощування соняшнику залежно від удобрення. Збірник тез Міжнародної наукової інтернет-конференції “Сучасні напрями селекції, технології вирощування та переробки олійних культур”. – Запоріжжя, 2017. – С. 123 – 125.
4. Мащенко Ю. В., Гайденко О. М. Урожайність та економічна ефективність вирощування соняшнику залежно від систем удобрення та мікробних препаратів в умовах Північного Степу України. Зб. матер. Міжнар. наук.-практ. конф. “Аграрна наука та освіта в XXI столітті: проблеми, перспективи та інновації” (17 – 18.05.2018 р., м. Ніжин) / За наук. ред. В. С. Лукача [та ін.]. – Ніжин, 2018. – С. 226 – 234.
5. Кернасюк Ю., Гайденко О. Кон’юнктура ринку посівного насіння соняшнику. Агробізнес сьогодні. – 2023. – № 9-10 (496 – 497). С. 23.

УДК 633.15; 631.582.1; 631.895

## **ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ЇЇ ЧАСТКИ В СІВОЗМІНІ ТА СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ В СТЕПУ УКРАЇНИ**

**Ю. Мащенко**, к. с.-г. н., ст. викладач;

**І. Бугмій**, студент

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Незважаючи на значний прогрес в аграрному секторі світової економіки, питання підвищення врожайності та продуктивності культур сівозміни було і залишається головним завданням сільськогосподарського виробництва та набуває з кожним роком все більш актуального значення [1].

Відомо, що урожайність культур, як і продуктивність сівозміни в цілому, виступає інтегральним показником ефективної родючості ґрунту, а її рівень визначається складним поєднанням цілого комплексу ґрунтових, біологічних і погодних факторів, системою удобрення культур, набором та схемою чергування їх у сівозміні [2].

Згідно проведених багаторічних досліджень та виробничого досвіду, урожайність культур в основному залежить від агрохімічного блоку системи землеробства, частка впливу якого становить 41 % [2].

Серед складових систем ведення сільського господарства чільне місце займає система землеробства, головною ланкою якої є науково обґрунтована сівозміна. Ефективність різноротаційних сівозмін залежить від насичення зерновими, технічними та кормовими культурами.

В Україні сівозміни спеціалізуються за трьома основними напрямками: вирощування зернових, олійних і кормових культур. Розглядаючи завдання насичення сівозмін зерновими культурами, у літературі часто називають лише питому вагу зернових у сівозмінах, не розкриваючи її видового складу. Зростання продуктивності сівозмін до максимального рівня

досягають за 70-80 % насичення зерновими, серед яких – пшениця озима, кукурудза та інші колосові культури. Рекомендують насичувати сівозміни зерновими за рахунок збільшення питомої ваги кукурудзи і зернових колосових культур. За умов недостатнього зволоження до таких сівозмін необхідно обов'язково включати поле чорного або зайнятого пару. Урожайність культур відображає ефективну родючість ґрунту і дає змогу оцінити ефективність використаних агрозаходів [3, 4, 5].

Серед усіх культур у досліді кукурудза є найстійкішою до беззмінного вирощування та систем удобрення. Продовж періоду дослідження вона стабільно формувала значну зелену масу. Зокрема, за внесення лише мінеральних добрив нормою  $N_{120}P_{90}K_{90}$  урожай кукурудзи на силос за 2009-2012 рр. становив 42,6 т/га, що на 4,2 т/га менше, ніж у варіанті за внесення 10 т/га гною та повних мінеральних добрив ( $N_{70}P_{60}K_{30}$ ) [6].

Таким чином, обраний нами напрямок наукових досліджень присвячений актуальній проблемі вирощування кукурудзи з різним насиченням нею сівозміни на фоні різного удобрення та спрямований на удосконалення нових та існуючих елементів технології та дасть відповіді на актуальні питання в галузі землеробства та рослинництва [7].

Метою досліджень є визначення впливу сівозмінного фактору на продуктивність кукурудзи залежно від удобрення.

Об'єктом досліджень були системи удобрення та сівозміни з насиченням кукурудзою на зерно до 50 та на 100 %.

В Інституті сільського господарства Степу НААН у стаціонарному досліді лабораторії землеробства проводяться дослідження з вирощування кукурудзи на зерно у короткоротаційних сівозмінах з насиченням кукурудзою на зерно в двопільній зерно-просапній сівозміні та беззмінно. Повторність триразова, площа посівної ділянки 105,9 м<sup>2</sup>. Основний обробіток ґрунту – відвальна оранка на глибину 25-27 см. Висівали гібрид кукурудзи ДК Велес. Метод обліку врожаю суцільний поділянковий з наступним перерахунком на 1 га та 14 % вологість зерна. Отримані експериментальні дані обробляли методом дисперсійного аналізу.

В досліді фактором А виступало насичення сівозмін кукурудзою на зерно до 50 % (зерно-просапна сівозміна: 1. кукурудза на зерно; 2. соняшник) та вирощування кукурудзи беззмінно. Фактором В були системи удобрення: контроль (без добрив), мінеральна система  $N_{40}P_{40}K_{40}$  та органо-мінеральна –  $N_{40}P_{40}K_{40}$  + побічна продукція соняшника.

Застосовували польовий метод досліджень – для спостережень та математично-статистичний – для встановлення достовірності отриманих результатів.

Погодні умови у роки проведення досліджень були не достатньо сприятливими для отримання високих показників урожайності кукурудзи на зерно.

Вирощування кукурудзи на зерно в середньому за 2022 та 2023 рр. беззмінно та у сівозміні з насиченням 50 % сприяло отриманню істотних приростів врожаю у варіанті мінеральної та органо-мінеральної системи удобрення, які за беззмінного вирощування становили 0,79 та 1,11 т/га або 28,3 та 40,1 % а з насиченням 50 % – 0,99 та 1,29 т/га або 28,2 та 36,6 % відповідно.

Сівозмінний фактор, тобто, частка кукурудзи в сівозміні мав позитивний вплив, відносно істотної приросту врожаю, яку було отримано за всіх досліджуваних систем удобрення. При цьому, прирост за рахунок беззмінного вирощування кукурудзи на зерно відносно варіанту із зменшенням концентрації кукурудзи в сівозміні до 50 % у варіанті без добрив становила 0,74 т/га або 26,4 %, за мінеральної системи удобрення – 0,94 т/га та за органо-мінеральної системи удобрення – 0,91 т/га або 23,3 %.

Отже, дослідженнями встановлено, що використання мінеральної або органо-мінеральної системи удобрення, відносно варіанту без добрив, сприяло отриманню достовірних приростів врожаю кукурудзи на зерно не залежно від її частки в сівозміні. Сівозмінний фактор також мав суттєвий вплив на урожайність кукурудзи на зерно. Прирости врожайності за рахунок сівозмінного фактору були за умов вирощування кукурудзи на зерно беззмінно і в середньому становили від 0,74 до 0,94 т/га.

Важливим показником, який характеризує кінцевий результат проведених досліджень та за допомогою якого, можна оцінити сівозміну – це продуктивність, яка складається з оцінки, як основної так і побічної продукції вирощеного врожаю: зернових та кормових одиниць і перетравного протеїну.

За результатами продуктивності, яку отримали впродовж 2022-2023 рр. а саме, за виходом зернових та кормових встановлено, що ці показники залежали і від системи удобрення і від частки кукурудзи в сівозміні.

Більший збір кормових одиниць, відносно систем удобрення був при беззмінному вирощуванні кукурудзи за органо-мінеральної системи удобрення і становив 5,96 т/га. У сівозміні з насиченням кукурудзою до 50 %, цей показник залежав від мінеральної та органо-мінеральної системи удобрення і був більше ніж у варіанті без добрив і становив 4,32 та 5,4,71 т/га відповідно. За кормовими одиницями простежується аналогічна закономірність. Так, за вирощування кукурудзи беззмінно більших зборів кормових одиниць досягали за органо-мінеральної системи удобрення (8,73 т/га) а у двопільній сівозміні з насиченням кукурудзою до 50 % – за мінеральної системи удобрення (6,48 т/га) та за органо-мінеральної (7,08 т/га).

Встановлено, що внесення мінеральних добрив впливало на вихід перетравного протеїну і відносно варіанту без добрив у сівозміні з насиченням кукурудзою до 50 % за мінеральної системи удобрення він становив – 0,39 т/га а за органо-мінеральної – 0,42 т/га. Використання мінеральної та органо-мінеральної системи удобрення сприяло зростанню вмісту перетравного протеїну в основній та побічній продукції кукурудзи за беззмінного вирощування а рівень збору становив 0,49 та 0,52 т/га відповідно.

Отже, за показниками продуктивності кукурудзи на зерно найбільших зборів за зерновими і кормовими одиницями та перетравним протеїном отримано за беззмінного вирощування кукурудзи на зерно а прибавки у варіанті без добрив та мінеральної і органо-мінеральної системи удобрення були отримані на рівні 0,8 та 0,10 т/га сівозмінної площі відповідно.

Дослідженнями встановлено, що використання мінеральної або органо-мінеральної системи удобрення сприяло отриманню достовірних прибавок врожаю кукурудзи на зерно не залежно від її частки в сівозміні.

Сівозмінний фактор мав суттєвий вплив на урожайність кукурудзи на зерно. Прибавки врожайності за рахунок сівозмінного фактору були за умов вирощування кукурудзи на зерно беззмінно і становили від 0,74 до 0,94 т/га.

Найбільші збори за зерновими і кормовими одиницями та перетравним протеїном були за беззмінного вирощування кукурудзи на зерно а прибавки у варіанті без добрив та мінеральної і органо-мінеральної системи удобрення становили 0,8 та 0,10 т/га сівозмінної площі відповідно.

## Список використаних джерел

1. Машенко Ю., Гайдено О., Семеняка І. Упровадження елементів короткоротаційних сівозмін у виробничих умовах Степу України. Агробізнес сьогодні. 2023. № 11–12 (498–498). С. 56-58.
2. Крамарьов С. М., Шевченко М. С., Шевченко В. М. Позакореневе підживлення посівів гібридів кукурудзи різних груп стиглості. Бюлетень інституту зернового господарства. 2000. № 12-13. С. 36-39.
3. Семеняка І., Григор'єва О., Гайдено О. Елементи інтенсивної технології для кукурудзи. Збірник "Здоров'я рослин: Кукурудза". Серія "Агрономія сьогодні". – березень 2017. – № 5. – С. 46-50.
4. Семеняка І., Слуцька О., Гайдено О. Як реалізувати генетичні можливості гібридів. Збірник "Здоров'я рослин: Кукурудза". Серія "Агрономія сьогодні". – березень 2017. – № 5. – С. 62-65.
5. Семеняка І., Машенко Ю., Гайдено О. Кукурудза – одна з найпродуктивніших культур. Агробізнес сьогодні. – 2017 № 22 (365). С. 30 – 33.
6. Соколовська І. М., Дем'янова Г. В. Урожайність та якість основної й додаткової продукції харчових підвидів кукурудзи. Вісник Полтавської аграрної академії. – Полтава. 2011. Вип. 1. 59-62.
7. Семеняка І., Гайдено О. Кукурудза: цариця полів – у фаворі. Агробізнес сьогодні. – 2018. № 21 (388). С. 48-49.

## **ВПЛИВ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ ТА БІОПРЕПАРАТУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В СТЕПУ УКРАЇНИ**

**Ю. Мащенко**, к. с.-г. н., ст. викладач;

**Є. Снежков**, студент

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Серед основних зернових культур пшениця озима за посівними площами займає в Україні перше місце і є головною продовольчою культурою. Це є свідченням важливого народногосподарського значення цієї культури у задоволенні потреб держави, у т. ч. і високоякісних продуктах харчування.

Інтенсифікація рослинництва, особливо за несприятливих ґрунтово-кліматичних умов, потребує не лише підвищення продуктивності сортів до потенційно можливого рівня, але і їх екологічної стійкості. Основна роль у вирішенні цих проблем належить досягненням селекції і сортової агротехніці, але, на жаль, велика кількість сортів пшениці озимої недостатньо досліджена за різних умов вирощування, вони передчасно надходять у використання, хоча деякі з них могли б зайняти належне місце у виробництві конкретного регіону, у тому числі як вихідний матеріал у селекції стійких сортів до несприятливих умов зовнішнього середовища [1, 2].

Рациональне використання добрив під пшеницю озиму передбачає застосування їх з урахуванням родючості ґрунтів, попередників і сортових особливостей. Науковці встановили, що урожайність зерна пшениці озимої без внесення добрив як для сортів, так і для створених на їх основі сортосумішей має середню або високу позитивну кореляційну залежність від довжини колосу і кількості колосків у колосі. За внесення азотних добрив кореляційна залежність між урожайністю, довжиною колосу і кількістю колосків у колосі набуває від'ємних значень [3]. Як відомо, добрива є вирішальним чинником підвищення врожайності пшениці озимої [4].

Досвід останніх років показав, що скорочення обсягів мінеральних добрив спричинило повсюдний недобір урожаю зернових на 30–60 %. Тому оптимальне поєднання попередників і систем удобрення дає можливість підвищити не лише врожайність зерна пшениці озимої, а і його якість [5].

Наукова практика свідчить, що добрива позитивно впливають на онтогенез пшениці озимої, підвищують урожай зерна, сприяють формуванню якості насіння.

Отже, при встановленні оптимальних для культури умов вирощування, основним фактором впливу на рівень урожайності та якість продукції, залишається покращення живлення рослин шляхом раціонального застосування добрив.

Для формування високих і якісних врожаїв зерна пшениці озимої необхідно науково обґрунтувати всі без виключення елементи технологій вирощування, в тому числі систему удобрення. Великі валові збори зерна пшениці в Україні забезпечуються переважно за рахунок зростання її посівних площ. Раніше в країні засівалось до 7,0 млн га відповідно, проте за врожайністю культури ми значно поступаємось провідним світовим виробникам зерна пшениці [6].

Відмічається часткова втрата адаптивного потенціалу сортів та, як наслідок, значні коливання врожайності за роками, у господарствах з різним рівнем агротехніки.

На жаль, при впровадженні нових сортів у виробництво користуються загальноприйнятими в регіоні технологічними картами без урахування специфіки ґрунтово-кліматичних умов та біологічних особливостей сорту. Наразі, перед сільськогосподарською наукою постає нагальна проблема, пов'язана з необхідністю вирішення питання нестабільності валових зборів пшениці та якості зерна в цілому. Тому питання оптимізації агротехнічних заходів, спрямування їх на повніше розкриття генетично зумовлених властивостей пшениці озимої та

вивчення реакції рослин на системи удобрення та застосування нових біопрепаратів з метою отримання сталої врожайності за одночасного поліпшення якості продукції є актуальним [7].

Метою досліджень є визначення впливу систем удобрення та біопрепарату на продуктивність пшениці озимої в умовах Степу.

Основним методом проведення досліджень є польові та лабораторно-польові досліді. Дослідження з вивчення впливу систем удобрення та біопрепарату на продуктивність пшениці озимої в умовах Степу проводили на полях лабораторії землеробства Інституту сільського господарства Степу НААН протягом 2022-2023 рр.

Пшениця озима сорту Оранта одеська посіяна по чорному та зайнятому пару з нормою висіву 4,5 млн./га, на фоні трьох систем удобрення: 1. Природна родючість ґрунту (без добрив); 2. Мінеральна система удобрення (добрива розраховані згідно системи удобрення); 3. Органо-мінеральна (мінеральні добрива за системою удобрення та побічна продукція парозаймаючої культури – гороху). Ділянки з системами удобрення розщеплювалися на варіанти з використанням мікробних препаратів та без них. Насіння пшениці озимої обробляли мікробним препаратом Мікофренд (1,5 л/т). Посіви пшениці озимої підживлювали по мерзло-талому ґрунту азотними добривами (аміачна селітра) нормою 30 кг/га діючої речовини.

Погодні умови у роки проведення досліджень були достатньо сприятливими для отримання високих показників урожайності та продуктивності пшениці озимої.

Результати проведених досліджень свідчать, що в середньому за 2022-2023 рр. Використання мінеральної та органо-мінеральної систем удобрення та їх поєднання з використанням біопрепарату сприяло суттєвому зростанню виходу продукції з одиниці площі при вирощуванні пшениці: використання біопрепарату забезпечувало істотне підвищення урожайності пшениці озимої за усіх досліджуваних систем удобрення, з прибавками від 0,29 т/га у варіанті без добрив до 0,52 т/га за органо-мінеральної системи удобрення.

Встановлено суттєве зростання урожайності пшениці озимої за мінеральної та органо-мінеральної системи удобрення та при їх поєднанні з мікробним препаратом.

Аналізуючи середні показники урожайності пшениці озимої встановлено, що найвищою вона була за органо-мінеральної системи удобрення при використанні біопрепарату і становила 9,53 т/га.

Результати досліджень вказують, що вирощування біопрепарату сприяло збільшенню виходу зернових та кормових одиниць і перетравного протеїну за усіх систем удобрення. Впровадження мінеральної та органо-мінеральної системи удобрення також сприяє зростанню продуктивності пшениці озимої. Найбільші показники за зерновими одиницями (10,57 т/га), кормовими одиницями (13,55 т/га) та перетравним протеїном (1,15 т/га) отримали за умов вирощування пшениці озимої на фоні органо-мінеральної системи удобрення з інокуляцією насіння біопрепаратом.

Встановлено, що використання мінеральної та органо-мінеральної системи удобрення та їх поєднання біопрепаратом сприяло отриманню суттєво більшої урожайності пшениці озимої.

Застосування біопрепарату сприяло отриманню достовірної прибавки врожаю пшениці озимої у варіанті без добрив на рівні 0,38 т/га, з мінеральними добривами – на рівні 0,47 т/га та з мінеральними добривами і побічною продукцією попередника – 0,53 т/га.

Найбільші показники продуктивності пшениці озимої отримали за умов вирощування на фоні органо-мінеральної системи удобрення з використанням біоінокулянту, які за зерновими одиницями становили 10,57 т/га, за кормовими одиницями 13,55 т/га та перетравним протеїном 1,15 т/га.

## Список використаних джерел

1. Мостіпан Т., Гайденок О. Пшениця виросте міцною. Агробізнес сьогодні. – 2020. № 18 (433). С. 34-35.
2. Умрихін Н., Мостіпан М., Гайденок О. Озима пшениця: агротехнології для стабільної урожайності. Агробізнес сьогодні. – 2021. № 1-2 (440-441). С. 32-37.
3. Умрихін Н., Мостіпан М., Гайденок О. На початку весни пшениця потребує підживлення. Агробізнес сьогодні. – 2021. № 1-2 (440-441). С. 38-39.

4. Умрихін Н., Мостіпан М., Гайденко О. Доглянута пшениця і вродить гарно. Агробізнес сьогодні. – 2021. № 1-2 (440–441). С. 45-47.
5. Мащенко Ю., Гайденко О., Семеняка І. Упровадження елементів короткоротаційних сівозмін у виробничих умовах Степу України. Агробізнес сьогодні. 2023. № 11–12 (498–498). С. 56–58.
6. Мащенко Ю. В., Кулик Г. А., Трикіна Н. М., Малаховська В. О. Урожайність пшениці озимої у сівозмінах Степу залежно від систем удобрення та біопрепарату. Аграрні інновації. № 18. Видавничий дім «Гельветика». 2023. С. 77–83.
7. Mashchenko Yu. V., Sokolovska I. M. Yield and productivity of winter wheat depend on the fertilizer system and bioreparation. Таврійський науковий вісник № 132. Видавничий дім «Гельветика» 2023. С. 108–118.

УДК 633.854.78; 631.559.2

## **УРОЖАЙНІСТЬ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ ВІТЧИЗНЯНОЇ СЕЛЕКЦІЇ В УМОВАХ СТЕПУ УКРАЇНИ**

**Ю. Мащенко**, *к. с.-г. н., ст. викладач;*

**Р. Сорокун**, *студент*

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Соняшник – основна олійна культура в Україні. Насіння його районованих сортів і гібридів містить 50-52 % олії, а селекційних – до 60 %. Порівняно з іншими олійними культурами соняшник дає найбільший вихід олії з одиниці площі (750 кг/га в середньому по Україні). На соняшникову олію припадає 98 % загального виробництва олії в Україні [1].

Соняшник наразі є і, безперечно, надалі залишиться провідною олійною культурою, що належить до стратегічних сільськогосподарських культур України, завдяки високій рентабельності його виробництва. Для цього необхідно оптимізувати посівні площі під соняшником особливо в зоні Степу та постійно вдосконалювати елементи технології вирощування з метою отримання високих показників урожайності та виходу олії з одиниці площі [2].

Перехід від екстенсивних методів до адаптивно-інтенсивних з вдалим поєднанням елементів інтенсифікації, ресурсозбереження та біологізації рослинництва залежно від умов клімату, рельєфу, ґрунту – найпрогресивніший напрям у сучасному рослинництві. Тому розробка найбільш ефективних прийомів вирощування олійних культур для реалізації генетичного потенціалу гібридів, а також пошуки шляхів зниження енерговитрат в умовах екологічної та економічної кризи в Україні є актуальними питаннями [3].

За сучасного розвитку науки та технічних можливостей виробництва в світі отримання високих врожаїв сільськогосподарських культур стає буденною справою. Але за таких умов особливо актуальним постає питання якості продукції та рентабельності її виробництва. Тому оптимальне комбінування та розробка адаптованих до умов регіону складових технологій вирощування сільськогосподарських культур з найбільшою ефективністю виробництва дасть змогу отримувати конкурентоспроможну продукцію, що в кінцевому результаті є чинником успішного розвитку сільського господарства України [4].

В сучасних умовах, коли аграрне виробництво стає на шлях ринкових реформ, поряд з агротехнічною, не менш важливого значення набуває економічна ефективність агротехнологій. За даними модельних досліджень, економічна ефективність вирощування соняшнику вітчизняних гібридів, порівняно із зарубіжними, при використанні ресурсозберігаючої технології є набагато вищою, тоді як при інтенсивній технології ця різниця є незначною. Так, при вирощуванні соняшнику за ресурсозберігаючою технологією відмічаємо економію витрат нарівні 821 грн/га [5, 6, 7].



Таким чином, вибором високопродуктивних гібридів, можна забезпечити краще використання вологи, більш ефективну боротьбу з бур'янами, покращання водно-фізичних властивостей ґрунту і отримання високих врожаїв соняшнику при економному використанні коштів[7]. Особливо це актуально в зв'язку з появою нових гібридів, які відрізняються від попередніх морфо-біологічними ознаками та визначення оптимальних умов їх вирощування.

Метою досліджень є визначення впливу підбору гібридів соняшнику вітчизняної селекції на їх урожайність.

Об'єктом досліджень були 5 гібридів соняшнику вітчизняної селекції та контрольного варіанту – гібрид соняшнику іноземної селекції, які вирощували за загальноприйнятою для зони Степу агротехнікою.

Дослідження проводили на науково-інноваційному полігоні Інституту сільського господарства Степу НААН. Отримані експериментальним шляхом результати обробляли методом дисперсійного аналізу.

Застосовували польовий метод досліджень – для спостережень та математично-статистичний – для встановлення достовірності отриманих результатів. В досліді використовували загальноприйнятну агротехніку та методику державного сорто випробування.

Погодні умови у роки проведення досліджень були не достатньо сприятливими для отримання високих показників урожайності гібридів соняшнику.

Встановлено, що значних відмінностей у настанні фенологічних фаз розвитку гібридів соняшнику не відбувалося.

Вживаність рослин залежала від фактору, що вивчався у досліді. Найбільша вживаність була у гібриду Ярило, в якому не встановлено втрат рослин за період від формування густоти стояння рослин до сходів.

Аналіз урожайності соняшнику протягом 2022-2023 рр. року досліджень за різними гібридами дозволив виявити різницю між ними. Проведеними дослідженнями встановлено, що врожайність соняшника була найвищою у гібриду Вирій, яка становила 2,59 т/га і істотно перевищувала показник до контрольного гібриду Фортера на 0,48 т/га або на 22,9 %.

За результатами врожайності встановлено, що гібрид вітчизняної селекції Ярило мав показник суттєво вищий ніж у контрольного гібриду а різниця була на рівні 0,26 т/га або 12,1 %. Експериментально встановлено, що гібриди соняшнику вітчизняної селекції Златсон та Добродій формували урожайність, яка була не істотно більшою ніж у контрольного гібрида Фортера а різниця становила 0,21 та 0,09 т/га відповідно.

Відмічена достовірно нижчу урожайність у гібриду Гусяр, порівняно до контрольного гібрида Фортера, яка була на 0,27 т/га меншою.

Встановлено істотні приростки врожайності гібридів соняшнику Вирій та Ярило відносно контрольного гібриду, які склали 0,48 та 0,26 т/га.

Більшу урожайність соняшнику, за роки проведення досліджень, отримали у гібрида вітчизняної селекції Вирій, яка становила 2,59 т/га.

## Список використаних джерел

1. Мащенко Ю., Гайденко О., Реакція соняшнику на різні види підживлення й особливості мінерального живлення культури. Агробізнес сьогодні. – 2022. № 3 (466). С. 49-50.
2. Мащенко Ю., Гайденко О., Ткач А., Економічне обґрунтування вирощування соняшнику залежно від удобрення. Агробізнес сьогодні. – 2022. № 4 (467). С. 25.
3. Мащенко Ю.В., Гайденко О.М., Ткач А.Ф. Продуктивність та економічна ефективність вирощування соняшнику залежно від удобрення в умовах Степу України. Зб. Матер. Всеукр. наук.-практ. конференції “Вирішення сучасних проблем технологій та техніки в сільськогосподарському виробництві”. – Ніжин, 2022. С. 107-112.
4. Мащенко Ю., Гайденко О., Вплив удобрення на формування продуктивності соняшнику. Агробізнес сьогодні. – 2023. № 1–2 (488–489). С. 32.
5. Мащенко Ю., Гайденко О., Застосування добрив та їх вплив на формування біометричних показників соняшнику. Агробізнес сьогодні. – 2023. № 3–4 (490–491). С. 28.
6. Васильковська К.В., Андрієнко О.О., Малаховська В.О. Динаміка виробництва олійних культур в Україні та аналіз експорту олії. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Вип. 98. Ч. 2, 2021. С. 166-177. (DOI: <https://doi.org/10.31395/2415-8240-2021-98-2-166-177>)

## **ВПЛИВ ПОПЕРЕДНИКІВ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ В СТЕПУ УКРАЇНИ**

**К. Васильковська, к. т. н., доцент;**

**А. Тоток, студент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Соняшнику належить домінуюче місце серед олійних культур, що вирощують в нашій країні, де близько 80% посівів розміщені в зоні Степу [1].

Основною олійною культурою в Україні є соняшник. В середньому під соняшник відводиться близько 20-25% усіх посівних площ України [1, 2].

При цьому невпинно зростає його виробництво, як за рахунок збільшення площ вирощування, так і за рахунок підвищення продуктивності. Рослини соняшнику мають багатогранне використання та дають продукцію для багатьох галузей. Так, на харчові цілі використовують олію, з тертого насіння роблять халву; хімічна промисловість отримує сировину для виготовлення лаків, лінолеуму, мила; у тваринництві знайшла використання макуха, що залишається після витискання олії; квіти є сировиною для медицини та гарним медоносом [2].

В реаліях сьогодення, коли країна потерпає від російської агресії, саме соняшникова олія може дати необхідні валютні надходження для забезпечення безперебійної життєдіяльності.

Враховуючи, зростаючий попит на насіння соняшнику, удосконалення агротехнічних прийомів є досить актуальним напрямком дослідження. Найбільш економічно вигідним та перспективним вважається правильний підбір попередника, що забезпечить протягом вегетації оптимальні умови росту та розвитку та формування врожайності соняшнику [3, 4].

За виходом олії з одиниці площі соняшник перевищує всі інші олійні культури, а його виробництво є рентабельним в усіх кліматичних зонах вирощування.

Виведення високопродуктивних гібридів соняшнику дало поштовх до зростання його врожайності та вмісту олії у його насінні, а висока рентабельність виробництва спонукала до збільшення частки цієї олійної культури у загальносвітовому виробництві [2, 3]

Українськи олійнопереробні заводи можуть переробляти майже 200-250 тис. тонн олії щомісяця. Третину валютних надходжень за сільськогосподарські товари та продукцію їх переробки приносить країні саме соняшникова олія. Однак, ускладнення відвантаження продукції через порти Чорного моря унеможливує надходження валютної виручки в країну [4].

Слід зазначити, що соняшник займає важливе місце в раціоні харчування людей. Високий вміст олії, що міститься у насінні соняшнику характеризує його, як високоолійну культуру.

Соняшникова олія широко використовується, як продукт харчування в натуральному вигляді. Також, вона використовується в кулінарії, хлібному виробництві, для виготовлення кондитерських виробів та консервів. Також використовується при виготовленні лаків, фарб, лінолеуму, клейонки, водонепроникних тканин тощо [5, 6].

Нами проведено дослідження з вдосконалення технології вирощування соняшнику шляхом обрання кращого попередника з метою збільшення продуктивності соняшнику.

Гарним попередником для соняшнику, окрім зернових, є також кукурудза після мульчування її пожнивних решток. У дуже сухих регіонах неможливо вирощувати соняшник після багаторічних трав, цукрових буряків і суданської трави, які надзвичайно висушують ґрунт. Просапні культури, можуть бути добрими попередниками для соняшнику, лише якщо

їх вирощувати без використання органічних добрив, коли разом із достатніми запасами вологи зберігається добра структура ґрунту.

Сам соняшник у районах із достатнім зволоженням є добрим попередником для озимих зернових, особливо озимої пшениці. Завдяки добре розвиненій кореневій системі він значно покращує структуру ґрунту і допомагає наступній культурі краще вкорінюватися. Окрім цього, поживні рештки соняшнику багаті на калій та магній, що дає можливість заощадити на калійних добривах для наступної культури.

Звісно, все це спрацьовує лише на попередньо добре збалансованих ґрунтах. Разом із цим ґрунтові запаси вологи після соняшнику практично вичерпуються. У дуже засушливих регіонах запаси вологи можуть відновитися лише за 2-3 роки.

### **Список використаних джерел**

1. Васильковська К.В., Андрієнко О.О., Малаховська В.О. Динаміка виробництва олійних культур в Україні та аналіз експорту олії. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Вип. 98. Ч. 2, 2021. С. 166-177. (DOI: <https://doi.org/10.31395/2415-8240-2021-98-2-166-177>)
2. Andriienko O., Vasytkovska K., Andriienko A., Vasytkovskyi O., Mostipan M. and Salo L. (2020) Response of sunflower hybrids to crop density in the steppe of Ukraine. HELIA, 43(72). 99-111. (DOI: <https://doi.org/10.1515/helia-2020-0011>)
3. Vasytkovska K., Andriienko O., Vasytkovskyi O., Andriienko A., Popov V. and Malakhovska V. (2021). Dynamics of export potential of sunflower oil in Ukraine. HELIA, 44(74). 115-123. (DOI: <https://doi.org/10.1515/helia-2021-0001>)
4. Vasytkovska K., Andriienko O., Malakhovska V. and Moroz O. (2022). Analysis of changes in comfortable sunflower growing areas using the example of Ukraine. HELIA, 45(77). 175-189. (DOI: <https://doi.org/10.1515/helia-2022-0010>)
5. Васильковська К., Малаховська В. Соняшник: виробництво і експорт. Матеріали V міжнародної науково-практичної конференції «Прикладні науково-технічні дослідження», Івано-Франківськ: АТНУ, 2021. С. 15-17.
6. Васильковська К., Вакуленко Р. Вплив мікродобрив на врожайність соняшнику при висіві різними сівалками в Степу України. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Досягнення та перспективи галузі виробництва, переробки і зберігання сільськогосподарської продукції». – Кропивницький: ЦНТУ, 2022. С. 12-13.

УДК 633.15:631.53.048

## ***ВПЛИВ ШИРИНИ МІЖРЯДЬ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ В СТЕПУ УКРАЇНИ***

**К. Васильковська, к. т. н., доцент;**

**В. Галятовський, студент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Соняшнику належить домінуюче місце серед олійних культур, що вирощують в нашій країні, де близько 80% посівів розміщені в зоні Степу [1].

Основною олійною культурою в Україні є соняшник. В середньому під соняшник відводиться близько 20-25% усіх посівних площ України [1, 2].

Основний обробіток ґрунту та ширина міжряддя соняшнику істотно впливають на формування його насінневої продуктивності в умовах Південного Степу України.

Як відомо, оптимальна ширина міжряддя соняшнику – 70 см, за якої показник урожайності цієї культури до 3 т/га [2]. Однак на загущених посівах в умовах недостатнього зволоження є шанс отримати гарний врожай.

В реаліях сьогодення, коли країна потерпає від російської агресії, саме соняшникова олія може дати необхідні валютні надходження для забезпечення безперебійної життєдіяльності.

Як відомо, насіння соняшника представляє собою плід, у якому оплодень не зростається з насінною. У зв'язку з цим натура залежить як від розмірів оплодня, так і від маси самої насінини (ядра), тобто від виповненості сім'янки [2, 3]

Враховуючи, зростаючий попит на насіння соняшнику, удосконалення агротехнічних прийомів є досить актуальним направленням дослідження. Дослідження умов вирощування соняшнику та вибору ширини міжряддя є актуальною проблемою [3, 4].

Надмірне загушення посівів призводить до зниження врожайності соняшника у зв'язку з посиленням конкуренції між рослинами. У посівах з високою густиною стояння рослин спостерігається більша витрата запасів вологи до настання генеративного періоду. За рівномірного розміщення рослин на площі їх взаємне пригнічення починається пізніше. Встановлено також, що в густіших посівах взаємне пригнічення рослин починає негативно впливати на формування вегетативної маси агроценозу, починаючи з фази бутонізації [5].

Серед агротехнічних заходів, спрямованих на підвищення врожайності соняшнику, важливе місце належить вибору гібриду, оптимальних способів сівби і ширини міжрядь, з якими пов'язана площа живлення рослин та її конфігурація.

За традиційної технології вирощування з густиною рослин 45-60 тис. шт./га площа живлення однієї рослини соняшника становить 0,17-0,22 м<sup>2</sup>, а її форма нагадує видовжений прямокутник зі сторонами 70×24-30 см. За такою схемою розміщення, рослини толерантних до загушення гібридів не реалізують свій потенціал продуктивності.

Дослідження останніх років, проведені в центральному, східному і південному Степу України, доводять ефективність вирощування гібридів соняшнику зі звуженими міжряддями (45, 30, 15 см) за збільшеної густоти рослин. Однак оптимальне загушення визначаються конкретними природно-кліматичними умовами, біологічними особливостями гібридів тощо. Недостатньо вивченим залишається вплив способу сівби на якісні показники урожаю та його структуру, споживання елементів мінерального живлення та вологи. Це спонукає до розширення досліджень і вивчення реакції вітчизняних та іноземних гібридів соняшника на ширину міжрядь в умовах Степу України [5, 6].

Нами проведено дослідження з вдосконалення технології вирощування соняшнику шляхом обрання кращої ширини міжряддя з метою збільшення продуктивності соняшнику.

Вивчено вплив ширини міжрядь гібридів соняшнику на формування продуктивності культури в умовах північного Степу на чорноземах типових малогумусних.

Дослідження, проведені в умовах північного Степу України на чорноземах типових малогумусних показали, що формування високих урожаїв соняшника на високому рівні (до 3 т/га) забезпечуються за вирощування гібридів ЛГ 5580, ЛГ 5635 із міжряддям 35, 45, 70 см.

#### Список використаних джерел

1. Васильковська К.В., Андрієнко О.О., Малаховська В.О. Динаміка виробництва олійних культур в Україні та аналіз експорту олії. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Вип. 98. Ч. 2, 2021. С. 166-177. (DOI: <https://doi.org/10.31395/2415-8240-2021-98-2-166-177>)
2. Andriienko O., Vasytkovska K., Andriienko A., Vasytkovskyi O., Mostipan M. and Salo L. (2020) Response of sunflower hybrids to crop density in the steppe of Ukraine. HELIA, 43(72). 99-111. (DOI: <https://doi.org/10.1515/helia-2020-0011>)
3. Vasytkovska K., Andriienko O., Vasytkovskyi O., Andriienko A., Popov V. and Malakhovska V. (2021). Dynamics of export potential of sunflower oil in Ukraine. HELIA, 44(74). 115-123. (DOI: <https://doi.org/10.1515/helia-2021-0001>)
4. Vasytkovska K., Andriienko O., Malakhovska V. and Moroz O. (2022). Analysis of changes in comfortable sunflower growing areas using the example of Ukraine. HELIA, 45(77). 175-189. (DOI: <https://doi.org/10.1515/helia-2022-0010>)
5. Васильковська К., Малаховська В. Соняшник: виробництво і експорт. Матеріали V міжнародної науково-практичної конференції «Прикладні науково-технічні дослідження», Івано-Франківськ: АТНУ, 2021. С. 15-17.

## **ВЛИВ НОРМ ВИСІВУ ТА СПОСОБІВ СІВБИ НА УРОЖАЙНІСТЬ ЗЕЛЕНОЇ МАСИ ІТАЛІЙСЬКОГО ПРОСА**

**В. Резніченко, студентка;**

**А. Біжан, студентка**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Сучасні гідротермічні умови, сприяють пошуку нових більш пластичних сільськогосподарських культур, які здатні адаптуватися до несприятливих умов. До однієї з таких культур відноситься італійське просо або чумиза (*Setaria italica maxima L.*), що є цінною культурою, особливо, для посушливого клімату. Культура має високий біологічний потенціал, універсальна у використанні, невибаглива до умов росту та розвитку, має відмінну кормову якість зерна, зеленої маси, сіна та сінажу [1].

Вирощування італійського проса, у порівнянні з найближчою зерно-круп'яною культурою, просом, економічно вигідніше для сільгоспвиробників степового регіону.

Зерно цієї культури є чудовим кормом для птиці, а борошно – добрим концентрованим кормом для худоби. Один кілограм зерна італійського проса прирівнюється до 0,96 кормової одиниці [2].

Італійське просо відрізняється високою посухостійкістю і в той же час дуже інтенсивно реагує на додаткове зволоження здатною формувати високі урожаї зерна і зеленої маси [3].

Цінність італійського проса полягає і в тому, що воно відрізняється більшим коефіцієнтом насінневого розмноження, є однією з найбільш урожайних однорічних круп'яних і кормових культур [3].

Італійське просо володіє й іншими цінними господарськими ознаками. Це дуже пластична культура, яка чудово пристосовується до найрізноманітніших ґрунтово-кліматичних умов.

Тому, в наших дослідженнях ми звернули увагу, як впливають норми висіву та способи сівби на урожайність зеленої маси італійського проса (табл.1).

Як, показали результати наших досліджень, урожайність зеленої маси італійського проса була вищою у 2022 році була вищою у порівнянні до показників 2023 року.

Таблиця 1.

Урожайність зеленої маси італійського проса залежно від норм висіву та способів сівби, т/га

Фактор А Норми висіву	Фактор В Способи сівби	Роки досліджень		Середнє по роках досліджень	Приріст до контролю
		2022 р.	2023 р.		
1 млн./га	Рядковий 15 см	26,6	19,0	22,8	-
2 млн./га		30,5	23,6	27,1	4,3
3 млн./га		27,8	21,2	24,5	1,7
4 млн./га		27,7	20,5	24,1	1,3
1 млн./га	Рядковий 30 см	29,3	20,7	25,0	2,2
2 млн./га		35,4	26,2	30,8	8,0
3 млн./га		28,5	22,8	25,7	2,9
4 млн./га		28,7	22,0	25,4	2,6
1 млн./га	Широкорядний 45 см	31,9	23,3	27,6	4,8
2 млн./га		32,9	24,9	28,9	6,1
3 млн./га		30,1	24,5	27,3	4,5
4 млн./га		29,7	23,4	26,6	3,8

Так, в середньому по роках досліджень, мінімальна урожайність зеленої маси італійського проса була зафіксована на варіантах контролю, на ділянках при рядковому способі сівби 15 см за норми висіву 1 млн./га - 22,8 т/га

Збільшення ширини міжрядь та норми висіву сприяло приросту урожайності в посівах італійського проса.

За рядкового способу сівби 30 см при нормі висіву забезпечило 25,0 т/га та за широкорядного 45 см – 27,6 т/га, що перевищувало контроль на 2,2 та 4,8 т/га.

При збільшенні норми висіву до 2 та 3 млн/га показники урожайності відповідно склали: за рядкового способу сівби 15 см – 27,1 та 24,5 т/га, що перевищувало контроль на 4,3 та 1,7 т/га. Тоді, як за рядкового способу сівби з шириною міжряддя 30 см показники урожайності зеленої маси чумизи відповідно склали 30,8 та 25,7 т/га, що перевищувало контроль на 8,0 та 2,9 т/га.

Як показали дослідження на ділянках за широкорядного способу сівби досліджувані показники склали, в середньому по роках досліджень, 28,9 т/га та 27,3 т/га, що було вищим від контрольних варіантів в межах 6,1 та 4,5 т/га.

Встановлено, що за подальшого збільшення норми висіву до 4 млн./га урожайність зеленої маси чумизи знаходилася в межах контрольного варіанту.

Як показали наші дослідження, оптимальні умови склалися на варіантах при нормі висіву 2 млн./га за рядкового способу сівби за ширини міжряддя 30 см, що в середньому по роках забезпечили урожайність зеленої маси чумизи 30,8 т/га, що перевищували ділянки контролю в межах 25,9%.

### **Список використаних джерел**

1. Деревінська І.М., Гончар Л.М. Перспективи вирощування чумизи (*Setaria italica maxima* L.). Тенденції та виклики сучасної аграрної науки: теорія і практика матеріали III міжнародної наукової інтернет-конференції (м. Київ, 20-22 жовтня 2021 р.)/НУБІП України, 2021. С. 92-93
2. Зінченко О.І. Кормовиробництво. – К.: Вища освіта, 2005. – 448 с.
3. Мостіпан М. І. Рослинництво. Лабораторний практикум. – Кіровоград :- 2015. – 320 с.

УДК 631.31:636

## ***ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ ГАЛЕГИ СХІДНОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ІНОКУЛЯЦІЇ***

**В. Резніченко, к. с.-г. н, доцент;**

**П. Микитюк, студент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Однією з найперспективніших рослин для кормовиробництва є галега східна (*Galega L.*), яка відноситься до багаторічників та має важливі господарські та біологічні ознаки, та може забезпечити за двох-трьох укосів на рік протягом 10–15 років забезпечити високі врожаї зеленої маси [1].

Культура інтродукована на територію України, прекрасно підійшли за гідротермічними та ґрунтовими параметрами.

В національному ботанічному саду імені М. Гришка НАН України, проф. Д. Рахметов, активно займається виведенням нових сортів галеги східної [2].

Із надземної маси готують різні види кормів і зелену масу використовують безпосередньо на пасовищі, у скошеному вигляді сіно, сінаж, силос.

Галега східна поліпшує структуру і підвищує родючість ґрунту, культура є добрим, попередником багатьох культур.

Оскільки, галега східна відноситься до бобових культур, то для підвищення продуктивності в посівах культури необхідно проводити інокуляцію для нових сортів. Питання актуальне та потребує додаткових досліджень

Тому, в нашій роботі ми звернули увагу, як вплинули інокулянти на продуктивність сортів галеги східної в умовах північного Степу України (табл.1).

Як показали наші дослідження, урожайність галеги східної була найнижчою на ділянках контролю, де вирощували сорт Кавказький бранець, що в середньому по роках забезпечило 28,8 т/га зеленої маси. Тоді, на ділянках за використання інокулянтів досліджуваний показник зріс у порівнянні до контролю на 2,5 т/га (ризобіт) та 5,8 т/га (бактеріальне добриво).

При вирощуванні сорту галеги східної Салют показники урожайності були вищими у порівнянні до ділянок, де вирощували сорт Кавказький бранець. Так, на варіанті контроль за сорту Салют урожайність зеленої маси, в середньому по роках досліджень склала 31,7 т/га, та була вищою за аналогічні ділянки за вирощування сорту Кавказький бранець на 2,9 т/га. Застосування інокулянтів позитивно відобразилося на досліджуваному факторі. Встановлено, що за застосування інокулянту ризобіт (сорт Салют) урожайність зеленої маси була в межах 34,0 т/га, а за використання бактеріального добрива (сорт Салют) забезпечило 38,7 т/га, що відповідно було вищим від контрольних варіантів з Кавказьким бранцем на 5,2 т/га та 5,9 т/га, відповідно.

Таблиця 1.

Урожайність зеленої маси сортів галеги східної залежно від інокуляції, т/га

Фактор А Сорти	Фактор В, інокулянти	Роки досліджень			
		2022 р.	2023 р	середнє за 2022-2023 рр.	приріст до контролю
Кавказький бранець	контроль (обробка водою)	31,3	26,3	28,8	-
	ризобіт	33,7	28,9	31,3	2,5
	бактеріальне добриво	38,5	30,7	34,6	5,8
Салют	контроль (обробка водою)	33,1	30,3	31,7	2,9
	ризобіт	35,5	32,4	34,0	5,2
	бактеріальне добриво	41,1	36,3	38,7	9,9
Рябчик	контроль (обробка водою)	36,4	33,9	35,2	6,4
	ризобіт	38,4	35,2	36,8	8,0
	бактеріальне добриво	44,8	38,6	41,7	12,9

Максимальні показники урожайності були зафіксовані на варіантах, де вирощували сорт Рябчик та застосовували інокулянт бактеріальне добриво, що в середньому по роках досліджень склав 41,7 т/га, та перевищували контроль в межах 12,9 т/га

Отже, як показали наші дослідження максимальні показники були зафіксовані на ділянках за вирощування галеги східної сорту Рябчик та застосування інокулянту бактеріальне добриво, що в 2022 році забезпечили збір зеленої маси в межах 44,8 т/га.

### Список використаних джерел

1. Маткевич В.Т., Резніченко В.П., Савранчук В.В., Андрощук С.Т. Шляхи підвищення продуктивності і поліпшення якості козлятника східного в умовах північного Степу України // Корми і кормовиробництво. - 2007. - Вип. 59. - С. 90-95.
2. Бондарчук О.П., Рись М.В., Шиманська О.В., Рахметов Д.Б. Інтродукція та перспективи використання представників родів *Astragalus L.*, *Galega L.*, *Elsholzia Willd* як цінних фітозасобів. Лікарське рослинництво: від досвіду минулого до новітніх технологій : зб. матеріалів Четвертої міжн. наук.-практ. інтернет конф. Полтава, 2015. С. 84–87.
3. Воробей В.С., Ковалевська Т.М. Формування та функціонування симбіотичної системи козлятник східний – *Rhizobium galegae* протягом першого та другого років вирощування. Корми і кормовиробництво. – 2008. Вип. 63.– с.26– 34.

**ВЛИВ СОРТУ ТА МІКРОДОБРІВ НА УРОЖАЙНІСТЬ НУТУ****В. Резніченко, к. с.-г. н, доцент;****О. Сарана, студент***Центральноукраїнський національний технічний університет*

Нут відноситься до однієї з альтернативних культур в північному Степу України, оскільки ряд факторів, а саме зміни клімату, зміни агроєкологічних показників ґрунту, антропогенний чинник, активно впливають на стан і розвиток агропромислового комплексу в регіоні.

Нут відноситься до групи зернобобових культур. Враховуючи біологічні показники нуту, а саме його посухо- та жаростійкість, якої найвища серед зернобобових, високі показники вмісту білку робить його однією із перспективних культур, які будуть вирощуватися в умовах ризикованого землеробства і повноцінно зможуть реалізувати свій потенціал при цьому забезпечуючи сільгоспвиробника високоякісним та конкурентноздатним врожаєм [1].

Для забезпечення стійких врожаїв сільськогосподарських культур необхідно вирощувати культури, чий генетичний ресурс створений та адаптований до специфічних умов вирощування конкретного регіону. Це, стосується і більшість сортів нуту вітчизняної селекції, які створені методом добору, що свідчить про звужену генетичну базу сучасних сортів даної культури [2].

Особливості гідротермічних показників в зоні досліджень та високий рівень антропогенної діяльності, актуальним є питання про на рівень забезпечення нуту мікроелементами.

Тому, в наших дослідженнях, ми встановили, як впливають мікродобрива на урожайність досліджуваних сортів нуту (табл. 1).

Таблиця 1.

Вплив сорту та мікродобрив на урожайність зерна нуту, т/га

Фактор А сорт	Фактор В (мікродобрива)	2022 р		2023 р		Середнє	
		у варіантах	різниця до контролю	у варіантах	різниця до контролю	у варіантах	різниця до контролю
Буджак	контроль	1,34	-	1,16	-	1,25	-
	Рексолін	1,45	0,11	1,38	0,22	1,42	0,17
	Урожай бобові	1,60	0,26	1,51	0,35	1,56	0,31
Одисей	контроль	1,40	0,06	1,23	0,07	1,32	0,07
	Рексолін	1,71	0,37	1,60	0,44	1,63	0,38
	Урожай бобові	2,01	0,67	1,84	0,68	1,93	0,68
Ярина	контроль	1,54	0,2	1,33	0,17	1,44	0,19
	Рексолін	1,91	0,57	1,70	0,54	1,81	0,56
	Урожай бобові	2,37	1,03	2,09	0,93	2,23	0,98

В середньому по роках досліджень найнижчі показники забезпечив сорт Буджак, у порівнянні до інших досліджуваних сортів, що на варіантах контролю забезпечив урожайність в межах 1,25 т/га, тоді як у сорту Одисей урожайність склала 1,32 т/га, а у сорту Ярина – 1,44 т/га, що було вищим від сорту Буджак на 0,07 т/га та 0,19 т/га, відповідно.



Застосування мікродобрив сприяло приросту урожайності досліджуваної культури. Так, на варіанті за використання Рексоліну забезпечили приріст урожайності сорту Буджак у порівнянні до контролю на 0,17 т/га, тоді як за використання Урожай бобові забезпечило урожайність в середньому по роках досліджень відповідно 1,56 т/га, що перевищувало контроль на 0,31 т/га.

Продуктивність у посівах сорту нуту Одисей збільшувалася, за використання мікродобрив добрив. Так, в середньому по роках досліджень, за застосування Рексоліну урожайність досліджуваного сорту склала в межах 1,63 т/га, що перевищувало ділянки контролю на 0,38 т/га.

Застосування мікродобрива Урожай бобові сприяло підвищенню урожайності сорту Одисей до 1,93 т/га, що перевищувало контроль на 0,68 т/га.

Найкращі показники урожайності забезпечив досліджуваний сорт нуту Ярина.

В результаті проведених досліджень було встановлено, що на варіантах контролю урожайність нуту сорту Ярина склала 1,44 т/га, що було вищим від сорту Буджак та Одисей на 0,19 т/га та 0,12 т/га, відповідно.

Застосування мікродобрив сприяло приросту урожайності сорту нуту Ярина, в середньому по роках досліджень забезпечило його продуктивність і межах 1,81 т/га (Рексолін) та 2,23 т/га (Урожай бобові).

Отже, на урожайність досліджуваних сортів нуту впливали сортові особливості та удобрення. Встановлено, що мінімальну урожайність зафіксовано за вирощування сорту нуту Буджак у 2023 році, що склала 1,16 т/га, тоді як максимальною була урожайність за вирощування сорту нуту Ярина у 2022 році склала 2,73 т/га використання мікродобрива Урожай бобові, а в середньому по роках цей показник склав в межах 2,23 т/га та перевищував контроль на 0,98 т/га.

### **Список використаних джерел**

1. Резніченко В.П., Андрієнко О.О., Васильковська К.В. Нові виклики часу – пластичні культури для зони ризикованого землеробства. Abstracts of I International Scientific and Practical Conference “Topical aspects of modern science and practice”, Frankfurt am Main, Germany 2020. pp. 41-44 pp. URL: <https://isg-konf.com>
2. Безугла О.М., Кобизева Л.Н., Рябчун В.К. та ін. Широкий уніфікований класифікатор роду *Cicer L.* Харків, 2012. 47 с.

УДК 633.854:632.954

### ***СТІЙКІСТЬ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ ДО ІМІДАЗОЛІНОНІВ***

**Є. Гончаренко, студент;**

**О. Андрієнко, к. с.-г. н., доцент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

У останні десятиріччя у посівах соняшнику, особливо в зоні Степу, значного розповсюдження набув паразит – вовчок соняшниковий. Він паразитує на вегетуючих рослинах та значно зменшуючи врожайність рослин. Основними методами боротьби з цим паразитом є генетичний та хімічний який поєднався у проєкті від компанії Лімагрейн – Suneo. Гібриди соняшнику у даному проєкті генетично стійкі до А-Г рас вовчка та мають стійкість до гербіцидів Євро-Лайтнінг та Євро-Лайтнінг плюс, що належать до імідазолінонової групи.

Історія гібридів, стійких до гербіцидів, розпочалася у 1996 році в штаті Канзас (США) на соєвому полі. Це поле обробляли гербіцидом групи імідазолінонів протягом семи років поспіль та згодом там виявили дику форму соняшнику *Helianthus annuus L.*, який не піддавався дії гербіциду.

Далі дослідницька група USDA-ARS шляхом селекційних схрещувань без застосування генних модифікацій трансформувала стійкість сояшнику до гербіцидів групи імідазоліони в культурний вид сояшнику. Це забезпечило отримання ліній IMISUN-1 ТА IMIS.

Таким чином, у виробничих системах Clearfield та Clearfield Plus є дві складові – гербіцид Євро-Лайтнінг або ж Євро-Лайтнінг плюс та високопродуктивні гібриди, стійкі до гербіциду групи імідазоліонів. Дані гербіциди мають системну та ґрунтову дію на однорічні дводольні та злакові бур'яни, а також на деякі високошкодочинні багаторічні бур'яни. Дані виробничі системи ефективні проти звичайних та злісних карантинних бур'янів на сояшнику, в тому числі і вовчка.

Дані технології не застосовується для інших різновидів сояшнику, оскільки це призведе до загибелі рослин через генетичну нестійкість до препарату. Найбільш стійкі гібриди з найкращою генетикою та високим потенціалом врожайності виробляють бренди: Syngenta (СИ Неома, СИ Бакарді КЛП, СИ Неостар КЛП, СИ Розета КЛП), LG Seeds (ЛГ5542 КЛ, ЛГ58390 та ЛГ58630, ЛГ50455 КЛП, ЛГ50501КЛП, ЛГ5555КЛП, ЛГ50550КЛП, ЛГ50635 КЛП, ЛГ5671 КЛП) та Pioneer (П64ЛЦ108, П64ЛП130, П64ЛП140, П64ЛП170).

Дослідження щодо впливу імідазоліонів на гібриди сояшнику мають важливе значення для сільського господарства. Вони можуть допомогти вдосконалити технологію вирощування сояшнику, підвищити врожайність та забезпечити стійкість рослин до стресових умов. Однак, для досягнення оптимальних результатів, потрібно проводити дослідження, які враховуватимуть специфіку гібридів сояшнику та конкретних умов вирощування.

#### Список використаних джерел

1. Лук'янчик Ю. Сояшник від Лімагрейн – подвійний захист від вовчка. Агробізнес сьогодні, 2019. URL: <https://agro-business.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/14772-soniashnyk-vid-limahrein-podviynyi-zakhyst-vid-yovchka.html>
2. Сторчоус І. Особливості застосування технології Clearfield®. Спецвипуск Пропозиція. Сояшник: прості рішення складних питань. 2017. С. 30–35
3. Андрієнко О., Андрієнко А., Жужа О., Кузмич В. Вовчок – паразит сояшнику. Зерно. – 2015. №1. С. 92-94.

УДК 633.854.78:631.51

### **СИСТЕМИ ОБРОБІТКУ ГРУНТУ ПІД СОНЯШНИК**

**Ю. Рябоволик**, студент;

**О. Андрієнко**, к. с.-г. н., доцент

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Сояшник є основною олійною культурою в Україні та однією з найважливіших олійних культур у світі [1]. На сьогоднішній день існує високий попит на сояшникову олію, яку виготовляють з насіння сояшнику, вирощування якого є досить рентабельним у порівнянні з іншими основними сільськогосподарськими культурами. На цьому фоні і відбувається значне збільшення площ під посів сояшнику. За даними Циганського В.І. [2], до 1997 року посівні площі сояшнику в Україні були на рівні 2 млн га, з 2003 року – вийшли за межі 3 млн га, а в 2020-2021 роках – перевищують 6,37 млн. га. При цьому як стверджується, посівні площі сої і ріпаку залишались на більш стабільному рівні і лише останніми роками суттєво збільшились.

Зі збільшенням площ під посівами сояшнику для сучасних фермерів є важливим збільшення рівня рентабельності вирощування шляхом підвищення його продуктивності зі збереженням родючості ґрунтів.

Проведено чимало досліджень з підвищення продуктивності соняшнику шляхом управління забур'яненістю полів, збереженням ефективної вологи в ґрунті. Встановлено, що глибокий основний обробіток під соняшник дає кращі результати.

Підвищення продуктивності соняшнику включає в себе декілька факторів:

- дотримання сівозміни;
- якісний посівний матеріал;
- профілактика та боротьба з хворобами та шкідниками;
- комплексна боротьба з бур'янами;
- оптимальний поживний режим;
- сприятливі погодні умови.

Якісний обробіток ґрунту оптимізує більшість з перелічених факторів.

На теперішній час в Україні використовують різні технології обробітку ґрунту при вирощуванні соняшнику.

Починаючи з основного обробітку ґрунту, який проводять восени після збирання попередника, цим питанням займалися багато вчених зокрема І.Д. Ткаліч [3], А.Л. Андрієнко [4], які довели, що основний обробіток ґрунту повинен забезпечити повне знищення вегетуючих бур'янів, особливо багаторічних коренепаросткових, максимальне накопичення та збереження осінньо-зимових опадів, попередження водної та повітряної ерозій.

Для вирощування соняшнику на території степової частини Кіровоградської області сільгоспвиробники використовують наступні системи обробітку ґрунту:

- no-till, за якої сівба насіння відбувається у необроблений ґрунт шляхом нарізання борозни потрібної ширини і глибини, достатньої для заглиблення насіння. Інші види обробітку не застосовуються. Допускається лише обробіток підпосівного шару у разі його переущільнення, але такий обробіток проводиться спеціальними знаряддями і надґрунтовий рослинний покрив у цей час не порушується. Обов'язковим елементом нульових технологій обробітку є постійний рослинний покрив з живих або мертвих (стерня або мульча) рослин [5];

- strip-till – особливість цієї технології полягає у тому, що ґрунти порівняно з іншими методами обробляють і розпушують тільки смугами у рядках майбутнього посіву, при цьому інша частина поля залишається недоторканою [6];

- verti-till – застосування даної технології полягає в створенні вертикальних отворів, які забезпечують рух води по всьому профілю ґрунту і дають можливість кореням вільно розвиватись. Окрім того, дана технологія залишає однорідний, необмежений профіль ґрунту, в якому рослина може створювати здорову, глибоку кореневу систему, яка дозволить їй отримати повний доступ до поживних речовин і вологи [7];

- mini-till — це безплужна система обробітку ґрунту, яка складається тільки з мінімального, поверхневого обробітку ґрунту шляхом змішування лише верхніх його шарів. Завдяки неглибокому змішувальному обробітку ґрунту втрачається дуже мало ґрунтової вологи. Близько 30% поживних решток залишають на поверхні поля, щоб зменшити утворення кірки на ґрунтовій поверхні внаслідок дії водної і вітрової ерозії та активізувати життя ґрунту в його верхніх шарах. Поживні рештки добре змішуються, процес нітрифікації відбувається дуже швидко і якісно [8];

- класична технологія – передбачає за основного обробітку перевертання та кришення скиби з перемішуванням стерні, органічних та мінеральних добрив, внесених розкидним способом на поверхні, із формуванням щільної плужної підшви на глибині обробітку, що призводить до деградації ґрунту та погіршення природного його функціонування [9].

Всі ці технології відрізняються між собою кількістю технологічних операцій, їхнім видом, а також технікою, яка необхідна для проведення технологічних операцій, яка в свою чергу є досить кошовною, що стримує застосування тої чи іншої технології.

Також при виборі технології вирощування соняшнику важливо враховувати методи захисту культури від шкідливих об'єктів, і в першу чергу бур'янів, боротьба із якими суттєво відрізняється за зазначених систем.

## Список використаних джерел

1. Соняшник. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Соняшник>.
2. Циганський В. І. Оптимізація системи удобрення соняшнику на основі використання сучасних мікробіологічних добрив. Сільське господарство та лісівництво. Вінниця. ВНАУ. 2020. № 19. С. 65-75.
3. Ткаліч І.Д., Кабан В.М. Вплив обробітку ґрунту, добрив, строків сівби на забур'яненість, урожайність соняшнику. Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва. Дніпропетровськ, 2007. № 31–32. С. 82–856.
4. Андрієнко О., Андрієнко А. Обробіток ґрунту під соняшник. Агрономія сьогодні. Журнал практичних порад для агрономів. 18.03.2021 р. URL: <http://agronomy.com.ua/statti/oliini/284-obrobitok-gruntu-pid-soniashnyk.html>
5. Система нульового обробітку ґрунту. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki>
6. Особливості застосування та переваги технології Strip-Till. URL: <https://www.agronom.com.ua/osoblyvosti-zastosuvannya-ta-perevagy-tehnologiyi-strip-till/>
7. Технологія верти-тилл (verti-till). URL: <https://www.agrovan.com.ua/verti-till/>
8. Мінімальна обробка ґрунту (Mini-till). URL: <https://superagronom.com/slovník-agronoma/minimalna-obrobka-gruntu-mini-till-id20491#:~:text=Mini%2DTill>
9. Вишневецька О. В., Переваги і недоліки ресурсозберігаючих технологій обробітку ґрунту. Збірник тез Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Вдосконалення фінансово-кредитного механізму забезпечення інноваційного розвитку аграрного сектору економіки, сільських територій України та країн V-4», 2 червня 2022 р. Україна, м. Дубляни. С. 235-237.

УДК 633.854:632.954

### **ПОЛЬОВА СХОЖІСТЬ СОНЯШНИКУ ЗА РІЗНИХ СТРОКІВ СІВБИ**

**Д. Середенко, студент;**  
**О. Андрієнко, к. с.-г. н., доцент**  
*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Оптимальні строки сівби соняшнику мають значний вплив на дружність та строки проростання насіння, подальший ріст і розвиток рослин та відповідно, їх продуктивність.

Отже вплив строків сівби на рослину спостерігається від самого початку її розвитку та зберігається протягом всієї її вегетації. Польова схожість рослин залежить від багатьох факторів і в першу чергу від забезпеченості насіння, що проростає, такими факторами середовища як тепло та волога, які можуть суттєво різнитися за різних строків сівби. Так, в середньому за роки досліджень кращу польову схожість насіння гібриди соняшнику показали за сівби 1 травня – 92,5-94,0% (табл. 1).

Таблиця 1.

Польова схожість насіння гібридів соняшнику, %

Варіант	Гібрид	Строк сівби	Роки		Середнє
			2022	2023	
1	ЛГ 50510	15 квітня	88	87	87,5
2		1 травня	93	92	92,5
3		15 травня	90	89	89,5
4	ЛГ 5478	15 квітня	87	89	88,0
5		1 травня	94	94	94,0
6		15 травня	90	91	90,5
7	ЛГ 50480	15 квітня	89	88	88,5
8		1 травня	94	93	93,5
9		15 травня	89	91	90,0

Більш ранній строк сівби (15 квітня) призвів до формування польової схожості на рівні 87,5-88,5%, тобто падіння показника склало близько 5%.

Сівба у більш пізні строки (15 травня) сприяла отриманню більш високих показників польової схожості, яка коливалася в межах 89,5-90,5% у різних гібридів. Тобто якщо вишикувати показники польової схожості у порядку зростання, то ми отримаємо ряд строків сівби наступного виду – 15 квітня, 15 травня, 1 травня.

У розрізі гібридів варто відзначити, що кращі результати польової схожості за сівби 1 та 15 травня забезпечив гібрид ЛГ 5478 – 94,0 та 90,5% відповідно. За ранньої сівби 15 квітня кращим виявився ЛГ 50480 – 88,5%. Гібрид ЛГ 50510 жодного разу не показав високих результатів. Натомість його польова схожість коливалася в межах 87,5-92,5%, що за усіх досліджуваних строків сівби становило найменший результат.

Отже, в середньому за роки досліджень краща половина схожість насіння гібридів соняшнику спостерігалася за їх сівби 1 травня (92,5-94,0%), а кращими серед гібридів виявилися ЛГ 5478 (сівба 1 та 15 травня) та ЛГ 50480 (15 квітня).

### **Список використаних джерел**

1. Андрієнко А.Л. Андрієнко О.О., Клевцов С.О., Мудриченко М.М. Строки та способи сівби соняшнику в північному Степу України. Вісник Степу. Науковий збірник. – Ювілейний вип. Кіровоград: «КОД», 2012. С. 43-52.
2. Агроексперт Трейд URL: <https://agroexp.com.ua/uk/optimalnye-sroki-poseva-podsolnechnika-v-ukraine> (Дата звернення 3.11.2023).

УДК 633.854:632.954

## ***ЕФЕКТИВНІСТЬ ВНЕСЕННЯ ГЕРБІЦИДІВ КЛАСУ СУЛЬФОНІЛСЕЧОВИНИ НА ПОСІВАХ СОНЯШНИКУ***

**О. Андрієнко, к. с.-г. н., доцент;**

**І. Ніколаєнко, студент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Серед великого різноманіття сучасних засобів захисту рослин для проведення досліджень нами було обрано популярні у виробництві гербіциди для вирощування соняшнику за технологією ExpressSun® та Express®Gold. Досліджувані гербіциди групи сульфонілсечовини вносять у фазу 2-8 листків культури, тобто соняшнику. На цей час нами було визначено забур'яненість посівів до сівби, яка становила 2-3 шт./м<sup>2</sup> у 2022 році та 4-7 шт./м<sup>2</sup> у 2023 році.

На момент внесення гербіцидів забур'яненість посівів гібридів соняшнику становила 10-11 шт./м<sup>2</sup> у 2022 році та 15-18 шт./м<sup>2</sup> у 2023 році. Для визначення ефективності дії різних гербіцидів було проведено облік бур'янів на 15 день після внесення гербіцидів. За цей час біологічна дія препаратів призводить до загибелі небажаної рослинності.

Одразу звертає на себе увагу той факт, що у 2022 році відбулася практично повна загибель бур'янів на посівах усіх досліджуваних гібридів. На п'ятнадцятий день їх не було зафіксовано. Максимально ефективно показали себе усі без виключення гербіциди. Цьому сприяли вчасне внесення та сприятливі погодні умови.

Наступного 2023 року під час внесення гербіцидів спостерігалася дещо більша кількість бур'янів, а також вони були дещо більше розвиненими. Останнє було зумовлено погодними умовами року. Внесення гербіцидів Експрес та Містард мало ефективність близько 94%, тобто в середньому на 1 м<sup>2</sup> посівів приходилася одна рослина бур'янів. Це зумовлено тим, що до складу даних препаратів входить одна діюча речовина – трибенурон-метил.

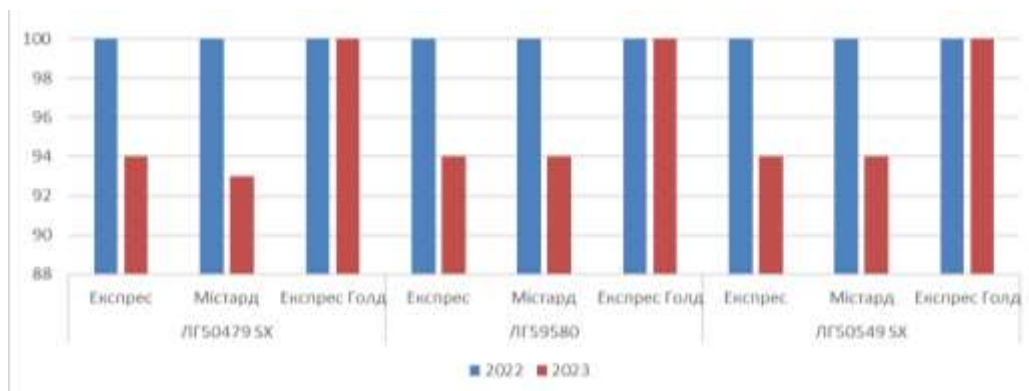


Рис. 1. Ефективність внесення гербіцидів на 15 день

Її дії виявилось мало для забезпечення максимальної ефективності у боротьбі з бур'янами. Натомість комбінований препарат Експрес Голд, що крім трибенурон-метилу в своєму складі має тифенсульфурон-метил зміг подолати 100% бур'янів. Ефективність гербіцидів від гібриду соняшнику не залежала.

### Список використаних джерел

1. ExpressSun® - технологія Вашого успіху! Офіційний сайт компанії Pioneer. URL: <https://www.pioneer.com/ua/technologies/innovation/expresssun.html> (дата звернення: 1.1.2023)
2. Експрес рішення - експрес досконалість. Офіційний сайт компанії FMC. URL: [https://admin.fmc.com.ua/media/fmc/product\\_pdf/b99672d2-12f7-4493-a810-586ff2d4679f\\_Express\\_Gold\\_.pdf](https://admin.fmc.com.ua/media/fmc/product_pdf/b99672d2-12f7-4493-a810-586ff2d4679f_Express_Gold_.pdf) (дата звернення: 1.11.2023)

УДК 633.854:632.954

## **ВПЛИВ НОРМИ ВНЕСЕННЯ ГЕРБІЦИДУ НА ЗАБУР'ЯНЕНІСТЬ ПОСІВІВ СОНЯШНИКУ**

**О. Андрієнко, к. с.-г. н., доцент;**

**А. Тищенко, студент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Облік бур'янів, який проводився на спеціальних закріплених майданчиках, відбувався у різні строки з метою вирізнити вплив норм внесення гербіциду на рівень їх присутності в посівах гібридів соняшнику. Перший облік було проведено у допосівний період. Не залежно від гібридів кількість бур'янів на 1 м<sup>2</sup> була практично однаковою 3,5-4,5 шт./м<sup>2</sup>. Це говорить про те, що ділянка під проведення дослідів була обрана правильно та не мала відмінностей за даним показником.

Оскільки внесення гербіциду проводиться в період, коли на соняшнику утворилося 4-8 листків, то, природньо, що кількість бур'янів на цей час вже зростає. Так, вона знов не залежала від гібрида і становила 13,5-14,5 шт./м<sup>2</sup>, тобто зростає майже в 3-4 рази. Не можна сказати, що хоч один із гібридів був здатний самостійно конкурувати із бур'янами. Вони усі в цей час мають малу висоту, повільні темпи наростання вегетативної маси та не здатні затінювати поверхню ґрунту. Тому спостерігаємо рівномірний розподіл значної кількості бур'янів.

Проте вже після внесення гербіциду у різних нормах ми з часом починаємо помічати його дію на бур'яни. Так їх кількість стає навіть меншою, ніж у допосівному періоді. В середньому після внесення гербіциду в рекомендованій нормі (40 г/га) залишилося по 1,0 шт./м<sup>2</sup> бур'янів. Збільшення норми до 80 та 160 г/га призвело до повної загибелі усіх бур'янів.

Також вплив норм гербіцидів простежувався на посівах гібридів кукурудзи перед збиранням. Так, у варіантах, де вносили рекомендовану норми гербіциду (40 г/л), з'явилося 1,5-2,5 шт./м<sup>2</sup> бур'янів. Збільшення норми вдвічі (80 г/га) призводило до того, що ми нарахували лише 0,5 шт./м<sup>2</sup> бур'янів на посіві гібрида ЛГ50479 SX і взагалі не знайшли їх на посівах гібридів ЛГ59580 та ЛГ50549 SX. Подальше збільшення норми внесення гербіциду дозволило посівам соняшнику перебувати у вільному від бур'янів стані до самого збирання.

Таблиця 1.

Кількість бур'янів, шт./м<sup>2</sup>, 2022-2023 р.

Вар.	Гібрид	Норма внесення, г/га	Період спостережень			
			до сівби	внесення гербіциду	після внесення гербіциду	перед збиранням
1	ЛГ50479 SX	40	4	14	1	2,5
2		80	4	13	0	0,5
3		160	4	13,5	0	0
4	ЛГ59580	40	3,5	14,5	1	2
5		80	4,5	13,5	0	0
6		160	3,5	14,5	0	0
7	ЛГ50549 SX	40	4,5	14	1	1,5
8		80	4	14,5	0	0
9		160	4,5	13,5	0	0

Таким чином, застосування гербіциду в рекомендованій нормі дозволяє стримувати кількість бур'янів на припустимому рівні, а збільшення цієї норми – контролювати їх появу до самого збирання гібридів соняшнику.

### Список використаних джерел

1. Andriienko O., Vasytkovska K., Andriienko A., Vasytkovskyi O., Mostipan M. and Salo L. (2020) Response of sunflower hybrids to crop density in the steppe of Ukraine. HELIA, 43(72). 99-111. (DOI: <https://doi.org/10.1515/helia-2020-0011>)
2. Васильковська К.В., Андрієнко О.О., Малаховська В.О. Динаміка виробництва олійних культур в Україні та аналіз експорту олії. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Вип. 98. Ч. 2, 2021. С. 166-177. (DOI: <https://doi.org/10.31395/2415-8240-2021-98-2-166-177>)
3. Vasytkovska K., Andriienko O., Vasytkovskyi O., Andriienko A., Popov V. and Malakhovska V. (2021). Dynamics of export potential of sunflower oil in Ukraine. HELIA, 44(74). 115-123. (DOI: <https://doi.org/10.1515/helia-2021-0001>)

УДК 633.15:632.951: 632.952

### **ПРИЧИНИ НЕСХОЖОСТІ НАСІННЯ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД КОМПОНЕНТІВ ПРОТРУЮВАННЯ**

**О. Андрієнко, к. с.-г. н., доцент;**

**І. Осадча, студентка**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Польова схожість є першим показником за яким можна судити про якість насіння чи успішність його захисту від комплексу несприятливих чинників таких як хвороби, шкідники та інше. Проте аналіз причин не появи сходів дає не менше, а може навіть більше інформації про якість самого насіння та його захисту.

В середньому за два роки експериментів, ми можемо сказати, що серед того насіння гібридів кукурудзи, що не зійшло, спостерігалось кілька причин. В результаті розкопування було з'ясовано, що насіння не дало повноцінних сходів у випадку його пошкодження хворобами, шкідниками та в результаті утворення різного роду спотворених проростків.

Таблиця 1.

Причини несхожості насіння гібридів кукурудзи, 2022-2023 рр.

Вар	Гібрид	Компоненти протруювання	Не зійшли, шт.	Причини несхожості		
				хвороби	шкідники	деформація проростка
1	ЛГ 31261	Максим XL	13,5	3,5	7,5	2,5
2		Максим XL + Форс Зеа	7,5	3	1	3,5
3		Максим XL + Форс Зеа + PP 1	7	3	1	3
4		Максим XL + Форс Зеа + PP 2	6,5	3	1	2,5
5	ЛГ 31305	Максим XL	13,5	3,5	7,5	2,5
6		Максим XL + Форс Зеа	6,5	3	1	2,5
7		Максим XL + Форс Зеа + PP1	6	2,5	1	2,5
8		Максим XL + Форс Зеа + PP 2	5	2	0,5	2,5

Розглянемо на прикладі гібрида ЛГ 31261 як впливав склад компонентів протруювання на причини несхожості насінні кукурудзи. Отже при застосуванні фунгіцидного протруйника кількість несхожого насіння виявилася на рівні 13,5%, тобто не зійшло 13,5 насінин із 100 висіяних. При цьому ознаки ураження хворобами мали лише 3 насінини. Усе інше – це насіння, що було пошкоджене шкідниками (7,5 шт.) та мали деформовані проростки (2,5 шт.).

Додавання до робочої сумішки інсектицидного протруйника докорінно змінило ситуацію. По-перше кількість насіння, що не зійшло, зменшилося майже вдвічі, тобто до 7,5 шт. Змінилися і кількісні показники причин несхожості насіння.

Кількість насіння, що було уражено хворобами, як і очікувалося, практично не змінилося (3,0 шт.), а от кількість насіння, що зазнало негативного впливу шкідників різко зменшилося з 7,5 до 1 шт. Кількість насіння, що мало деформований росток, склала 3,5 шт., тобто збільшилася на 1 шт.

Додавання рістрегулюючих речовин не мало значного позитивного впливу на польову схожість, а відтак і на причини неотримання сходів.

### Список використаних джерел

1. Гетьман С.В., Горбачова Н.П., Шевчук О.В. Подбаємо про насіння. Захист рослин. – 2002. №2. С. 3-4.
2. Писаренко В. М. Піщаленко М. А., Поспелова Г. Д., Горб О. О., Коваленко Н. П., Шерстюк О. Л. Інтегрований захист рослин. – Полтава, 2020. 245 с.
3. Теличко Л.П. Схожість та епіфітна мікофлора насіння цукрової кукурудзи за умови дії біологічних та хімічних засобів захисту. Вісник ПДАА. 2020. Вип. 2. С. 65-71.



**ДИНАМІКА РОСТУ РОСЛИН ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ РІЗНИХ ГРУП СТИГЛОСТІ****О. Андрієнко, к. с.-г. н., доцент;****С. Хижняк, студент***Центральноукраїнський національний технічний університет*

Процеси росту і розвитку рослин характеризуються цілим рядом показників. Проте одним із перших є висота рослин у різні фази розвитку. Це є біометричний показник за яким можна судити про інтенсивність ростових процесів у того чи іншого гібрида та порівнювати їх між собою. Також за інтенсивністю ростових процесів можна оцінювати формування продуктивності рослин. Ріст рослин кукурудзи, в першу чергу, зумовлений генетичними особливостями гібрида, однак він сильно залежить від умов вирощування, як погодних, так і технологічних.

В середньому за роки досліджень у фазу 7-8 листків найбільший результат показав гібрид Адевей – 76,5 см (табл.1).

Лише на 1,0 см йому поступилися ЛГ31272, ЛГ31284, ЛГ31377, а ще на 0,5 см меншим був ЛГ31390. Висота лише 4 гібридів була меншою за 70 см, при чому найменшим був ЛГ30189 – 66,5 см.

Таблиця 1.

Динаміка росту рослин гібридів кукурудзи, 2021-2022 рр., см

Вар.	Гібриди	ФАО	Фаза розвитку		
			7-8 листків	11-12 листків	цвітіння волотей
1	ЛГ30189	210	66,5	111,0	236,0
2	ЛГ30215	220	71,5	113,5	231,5
3	Жаклін	250	73,0	117,0	237,5
4	ЛГ30273	260	74,0	119,5	240,0
5	ЛГ31272	270	75,5	121,0	245,0
6	ЛГ31284	280	75,5	119,0	244,5
7	Адевей	290	76,5	121,0	248,0
8	ЛГ30315	280	69,0	118,0	247,0
9	ЛГ31330	320	69,0	118,0	244,5
10	ЛГ30352	340	69,0	119,0	246,0
11	ЛГ3350	350	72,5	119,0	249,0
12	ЛГ31377	350	75,5	123,0	255,0
13	ЛГ31388	360	73,0	120,5	249,5
14	ЛГ31390	380	75,0	124,0	256,5
15	ЛГ31415	400	74,0	120,0	250,0

У фазу 11-12 листків гібрид ЛГ31390 перетворився на лідера (124,0 см), а ЛГ31377 відстав від нього лише на 1 см. Також межу у 120 см подолали ЛГ31272, Адевей, ЛГ31388 та ЛГ31415. Найнижчий показник знову продемонстрував гібрид ЛГ30189 – 111,0 см.

Максимальну висоту під час цвітіння волоті в середньому за роки досліджень показав гібрид ЛГ31390 – 256,5 см. Також слід відмітити ЛГ31377 та ЛГ31415 що подолали межу у 250 см. Найменшу висоту мав гібрид ЛГ30215 – 231,5 см.

Таким чином в середньому за роки досліджень в усі фази розвитку простежується тенденція до збільшення висоти рослин гібридів кукурудзи із збільшенням їх ФАО. Однак закономірність не є дуже чіткою через біологічні особливості окремих гібридів. Так гібрид Адевей має більшу висоту порівняно до інших середньоранніх гібридів.

### Список використаних джерел

1. Андрієнко О.О., Васильковська К.В., Андрієнко А.Л. Реакція гібридів кукурудзи на зміну густоти стояння рослин у північному Степу України. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва, Вип. 96 Ч. 1, 2020. С. 635-651. (DOI: <https://doi.org/10.31395/2415-8240-2020-96-1-635-651>)
2. Технологія вирощування кукурудзи на зерно. Бізон-Тех. URL: <https://bizontech.ua/blog/tekhnologiya-viroshchuvannya-kukuruzi-na-zerno> (звернення 1.10.2023)
3. Mostușan M.I., Vasylykowska K.V., Andriyenko O.O., Reznichenko V.P. (2017) Modern aspects of tilled crops productivity forecasting. INMATEH - Agricultural Engineering – Romania, Bucharest: INMA. Vol. 53, No.3. 35-40.

УДК 631.5

## **ІННОВАЦІЇ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ТА ЇХ ВПЛИВ НА ВРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ ПРОДУКЦІЇ**

**К. Колодєєва, студентка;**

**О. Андрієнко, к. с.-г. н., доцент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Сучасний стан вирощування сільськогосподарських культур визначається необхідністю адаптації до зростаючих вимог економічного, екологічного та соціального розвитку. У цьому контексті важливо розглядати можливості впровадження інновацій для підвищення ефективності господарювання. Інноваційні технології в галузі сільського господарства грають ключову роль у забезпеченні стійкості врожаїв та якості отримуваної продукції. До найбільш важливих та перспективних належать наступні.

Сучасні методи обробітку ґрунту. Одним з найбільш важливих аспектів сучасних методів обробітку ґрунту є їх вплив на структуру ґрунту. Такі методи як мінімальна обробка та безперервна обробка дозволяють зменшити ерозію, підвищити водопроникність та підтримувати стабільну структуру ґрунту.

Точне землеробство. Використання датчиків, GPS технологій та автоматизованих систем, дозволяє оптимізувати використання ресурсів, зменшуючи витрати та негативний вплив на навколишнє середовище. Так використання датчиків визначення вологості ґрунту та GPS технологій при вирощуванні кукурудзи дозволяє точно визначити оптимальні ділянки для її сівби. Система може регулювати кількість висіяного насіння та розподіл добрив в зоні висіву, забезпечуючи оптимальні умови життя рослин. При вирощуванні пшениці, автоматизовані трактори з GPS системами можуть оптимізувати маршрути обробітку поля, забезпечуючи рівномірне розподілення добрив та зменшуючи перебиття між проходами машин. GPS технології також можуть використовуватися для оптимізації систем поливу польових культур.

Автоматизовані системи управління поливом найбільше використання знайшли у овочівництві та виноградарстві. В цьому допомагають датчики вологості ґрунту. Використання даних систем дозволяє точно регулювати обсяг води та контролювати подачу добрив, враховуючи індивідуальні потреби окремої рослини. Точне дозування води та добрив забезпечує оптимальні умови для росту рослин, що призводить до збільшення врожайності при раціональному використанні водних ресурсів та добрив.

Біотехнології. Генетично модифіковані організми (ГМО) є продуктом біотехнологій, який розробляється для досягнення вищих рівнів врожайності та зниження ризику його втрат. Цього результату можна досягти шляхом модифікації рослин для прямого збільшення продуктивності (кількість плодів) та опосередкованого – більш ефективного використання води, інтенсифікації процесів фотосинтезу, підвищення стійкості рослин до стресових умов (посуха, засолення та підвищена кислотність ґрунтів) та здатності адаптуватися до них. Впровадження біотехнологій у сільське господарство набуває особливого значення в умовах зростаючих викликів, таких як зміна клімату та збільшення потреб у продовольстві.

Інновації у сфері захисту від хвороб та шкідників. Розробка нових методів боротьби з хворобами та шкідниками, зокрема за допомогою ефективних біопестицидів, сприяє зменшенню використання хімічних препаратів та зменшує пестицидне навантаження на середовище та продукцію рослинництва. Важливою складовою даного методу є використання живих організмів, таких як бактерії, гриби або хижаки, для природного контролю популяцій шкідників. Наприклад, бактерії *Bacillus thuringiensis* використовують для боротьби з личинками окремих видів шкідливих комах, а препарати на основі грибів *Trichoderma* spp призначені для захисту кореневої системи рослин та підвищення їх стійкості до мікозів. Перспективним напрямком є також виведення за допомогою селекції (не ГМО) резистентних сортів та гібридів рослин, що за рахунок специфічних генетичних механізмів проявляють вроджену стійкість (або принаймні толерантність) до окремих, найбільш шкодочинних, хвороб та шкідників.

Таким чином, впровадження інноваційних методів вирощування та захисту сільськогосподарських культур дозволяє оптимізувати технології їх вирощування та допомагають досягти вищих стандартів якості продукції. Наприклад, точне землеробство дозволяє раціонально використовувати ресурси, уникати надмірного використання хімічних добрив та пестицидів, що може позитивно впливати на екологічну безпеку та якість (чистоту) продукції.

Загальне впровадження інновацій у сільське господарство, враховуючи конкретні особливості вирощування різних культур, сприяє розширенню асортименту якісних та екологічно чистих продуктів, задовольняючи потреби різних груп споживачів.

Впровадження інновацій у вирощуванні сільськогосподарських культур, зокрема точне землеробство та біотехнології, вже суттєво підвищило продуктивність та стійкість рослин. Використання датчиків, GPS та ГМО спрямоване на ефективне використання ресурсів та оптимізацію управління. Майбутнє включає розвиток штучного інтелекту, дронів та подальший прогрес у біотехнологіях для створення більш продуктивних та стійких культур. Подальше вдосконалення технологій є ключем до забезпечення сталого сільськогосподарського розвитку та отримання високоякісного продовольства для населення, кількість якого постійно зростає.

## Список використаних джерел

1. Григоренко, В. І., Шевчук, Л. С. Інтеграція дронів у сільське господарство: вплив на поліпшення управління вирощуванням культур. Агроінновації, 7(1), - 2018. 78-92.
2. Іванова, Н. В., Соколов, В. О. Вплив точного землеробства на використання водних ресурсів в українському агросекторі. Геоінформатика в сільському господарстві, 6 (4), - 2019. С. 56-68.
3. Коваленко, І. П. Прецизійне землеробство: сучасні методи та ефективність вирощування культур. Аграрна наука та харчові технології, 11(2) – 2019. 45-60.
4. Васильковська К.В., Андрієнко О.О., Шепілова Т.П. Ефективність агродронів в системі точного землеробства. Аграрні інновації. – Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2023. – Вип. 16. С. 13-18. (DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.2>)
5. Мартиненко, К. О., Кравець, І. Г. Генетично модифіковані організми в українському сільському господарстві: переваги та ризики. Сучасні проблеми біотехнології, 3(2). - 2017. 24-37.
6. Петренко, О. М., Сидоренко, І. В. Використання біотехнологій у вирощуванні сільськогосподарських культур: досягнення та перспективи. Вісник аграрної науки, 15(4). - 2020. 112-125.
7. Інновації як фактор підвищення ефективності виробництва зерна: URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2727> (дата звернення 13.10.23).
8. Інноваційні технології в рослинництві: веб сайт. URL: [https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/34879/1/MV\\_Innovatsiyini%20tekhnohiyi\\_2023.pdf](https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/34879/1/MV_Innovatsiyini%20tekhnohiyi_2023.pdf) (дата звернення 14.10.23).

9. Системи GPS-моніторингу — інноваційні рішення для ефективного контролю аграрної техніки: веб сайт. URL: <https://aggeek.net/ru-blog/sistemi-gps-monitoringu--innovatsijni-rishennya-dlya-efektivnogo-kontrolyu-agrarnoi-tehniki> (Дата звернення 14.10.23)
10. Основні переваги вирощування ГМО-культур: веб сайт. URL: <https://agrofermer.com/ua/blog/perevaga-gmo/#:~:text=Основні%20переваги%20вирощування%20ГМО-культури&text=Покращення%20екологічної%20ситуації%20у%20регіоні,Зниження%20витрат>. (Дата звернення 14.10.23).

УДК 633.854.78:631.82

## **РЕАКЦІЯ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ НА ПРИПОСІВНЕ УДОБРЕННЯ В СТЕПУ УКРАЇНИ**

**Л. Сало**, к. с.-г. н., доцент,

**І. Гайченя**, студент

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Культура соняшника беззмінно залишається головним джерелом рослинної олії. Площі посівів соняшника в Україні в 2020 році склали 6,38 млн. га і вони майже не змінилися навіть під час війни [1, 2]. Щороку українські агровиробники висівають великий асортимент гібридів соняшника, як закордонного, так і вітчизняного виробництва [3]. Сучасні гібриди мають достатній потенціал врожайності та олійності з одиниці площі. Окремі елементи технології вирощування неоднозначно позначаються на урожайності насіння соняшника, особливо в умовах Степу України. У виробництві потенціал сортів і гібридів розкритий лише на половину, а в деяких випадках ще менше. Одним із шляхів підвищення врожайності соняшника є удосконалення елементів технології вирощування.

За будь-якої системи удобрення соняшнику, важливе місце посідає припосівне внесення добрив. У виробництві найчастіше для цього використовують складні мінеральні добрива, подвійні або повні. Традиційним комплексним добривом для припосівного внесення є нітроамофоска. Втім, за умови хорошої забезпеченості ґрунтів калієм більш ефективно використовувати амофос, що підтверджено попередніми дослідженнями [4].

Тому метою наших досліджень було визначити характер впливу припосівного внесення різних комплексних добрив на формування врожайності насіння соняшнику.

Досліди проводили на полях фермерського господарства «Відродження-2012» у північному Степу Кіровоградської області. Дослід був двохфакторний польовий. Схема досліду включала 6 варіантів у триразовій повторності. За фактором А досліджували три гібриди: Неома, PR130, Барбаті. За фактором В досліджували дві форми добрив у припосівне удобрення: традиційна нітроамофоска (контроль) та амофос. Мінеральні добрива вносили по 50 кг/га у фізичній масі, що відповідало 24-27 кг/га д.р.

За результатами досліджень врожайність насіння соняшнику у 2022 році була в межах 29,0-40,1 ц/га. За фактором А найбільш продуктивним був гібрид фірми Піонер П64ЛП130, найменші показники були у гібриду СИ Барбаті. Різниця між середніми значеннями врожайності досліджуваних гібридів була істотною і становила 4,8-9,9 ц/га при НР<sub>05</sub> 1,32. Фактор В теж був впливовим, але різниця між видами мінеральних добрив була менш помітною, середні значення відрізнялись на 2,4 ц/га при НР<sub>05</sub> 1,18. Цей характер впливу підтверджується також відсотком частки впливу факторів. Як видно з таблиці 1, фактор А (біологічні особливості гібридів) вплинув на 81,4%, тоді як зміна форми добрива – лише на 6,8%.

Це можна пояснити тим, що для рослин соняшника найбільш важливими на початку росту є фосфор і азот в амонійній формі, які представлені і в амофосі і в нітроамофосці. Тоді, як калій не є в першому мінімумі. До того ж, ґрунти регіону добре забезпечені калієм.

Таблиця 1.

Врожайність насіння гібридів соняшника залежно від форми мінеральних добрив  
припосівного внесення по роках досліджень, ц/га

Схема			2022 р.			2023 р.			Середня за 2 роки, ц/га		
№	Фактор А (попередник)	Фактор В (добрива)	ц/га	До контролю	Середня за фактором		ц/га	До контролю	Середня за фактором		
					А	В			А	В	
1	НК Неома	нітроамофоска	32,2	-	34,4	33,1	28,7	-	31,0	30,4	30,4
2		амофос	36,7	4,5			33,4	4,7			35,0
3	П64ЛП130	нітроамофоска	38,2	-	39,2	35,5	36,4	-	37,3	32,9	37,3
4		амофос	40,1	1,9			38,2	1,8			39,2
5	СИ Барбаті	нітроамофоска	29,0	-	29,3	35,5	26,1	-	26,6	32,9	27,6
6		амофос	29,6	0,6			27,0	0,9			28,3
НІР <sub>05</sub>					А-1,32	В-1,18			А-1,16	В-1,04	-
Частка впливу факторів, %					А-81,4	В-6,8			А-82,4	В-6,5	-

Якщо проаналізувати реакцію гібридів на зміну форми припосівного добрива, то можна стверджувати, що найбільш чутливим виявився гібрид НК Неома. Наприклад, внесення амофосу покращувало врожайність даного гібриду на 4,5 ц/га, порівняно з нітроамофоскою. Найбільш пластичним виявився гібрид фірми Сингента СИ Барбаті. На зміну форми він відреагував лише на рівні 0,6 ц/га, що не є помітною різницею.

Врожайність насіння соняшнику у 2023 році була меншою, ніж у попередньо описаному році досліджень. Можливо, це пов'язано з екстремально посушливими умовами частини періоду вегетації. Рівень показника був в межах 26,1-38,2 ц/га. Як і в 2022 році, кращі показники отримали від гібриду Піонер П64ЛП130, найменші показники, традиційно, були у гібриду СИ Барбаті. Середні значення врожайності відрізнялись на 0,7-6,3 ц/га, різниця була істотною при НІР<sub>05</sub> 1,16. Фактор В був дещо менш впливовим, ніж у попередньому році, але різниця між видами мінеральних добрив була так само малопомітною, середні значення відрізнялись на 2,5 ц/га при НІР<sub>05</sub> 1,18. Характер впливу підтверджується і відсотком частки впливу факторів. Так, фактор А (біологічні особливості гібридів) вплинув на 82,4%, тоді як форма добрива – лише на 6,5%. Найбільш чутливим до форми припосівного добрива, як і в попередньому році, виявився гібрид НК Неома. Використання амофосу збільшувало врожайність даного гібриду на 4,7 ц/га, щодо нітроамофоски. Найбільш пластичним був гібрид СИ Барбаті, різниця врожайності за різних форм добрив була 0,9 ц/га.

Середні за роки досліджень показники підтвердили залежність, виявлену по окремих роках. Найбільш врожайним був гібрид П64ЛП130, найменші показники були у гібриду СИ Барбаті. Кращим ефектом відрізнялось внесення амофосу при сівбі, ніж нітроамофоски.

Найбільшою продуктивністю відрізнявся гібрид П64ЛП130. Найбільш чутливим до форми припосівного добрива був гібрид НК Неома, для гібриду СИ Барбаті форма припосівного добрива помітного значення не мала. В якості припосівного добрива істотно кращим є амофос.

### Список використаних джерел

1. Vasytkovska K., Andriienko O., Vasytkovskyi O., Andriienko A., Popov V. and Malakhovska V. (2021). Dynamics of export potential of sunflower oil in Ukraine. HELIA, 44(74). 115-123. (DOI: <https://doi.org/10.1515/helia-2021-0001>)
2. Борисенко В.В. Олійність та якість гібридів соняшника залежно від елементів технології вирощування Таврійський науковий вісник. Землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво. 2022. № 130. С. 17-22.
3. Чехова І.В. Регіональний аспект виробництва соняшнику. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН, № 26. 2018. С. 116–121.
4. Кошман О., Сало Л. Вплив припосівного удобрення при вирощуванні соняшнику після різних попередників у степу України. Матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки». Кропивницький ЦНТУ. 2021. С. 203-205.

**ОСОБЛИВОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТА ЕКОЛОГІЧНИХ  
КЛАСТЕРІВ АВСТРІЇ ТА ІТАЛІЇ (за результатами навчальних турів в межах проєкту  
Еразмус+)**

**Л. Сало, к. с.-г. н., доцент**  
*Центральноукраїнський національний технічний університет*

За викликами сучасності використання інновацій є одним з головних векторів соціально-економічного розвитку України. Для можливості реалізації інноваційних процесів найкраще використати кластерний підхід. Кластер найбільш відповідно звучить у перекладі з англійської як група, трено. В економічній термінології це територіально-галузеве та інтеграційне добровільне об'єднання підприємств, які тісно співпрацюють із науковими та освітніми установами, органами місцевої влади з метою підвищення конкурентноздатності власної продукції і сприяння економічному розвитку регіону [1, 2]. Кластер може включати також мережу постачальників, виробників, споживачів, дослідницьких інституцій, вузів та інших організацій, розташованих на суміжній території [3].

Питання кластеризації є надзвичайно актуальними, особливо в галузі АПК, яка є провідною для України. В цьому зв'язку Центральноукраїнський національний технічний університет від 2020 року є учасником проєкту «Підвищення спроможності університетів ініціювати та брати участь у розвитку кластерів на принципах інновацій та сталості» скорочено UniClad. Консорціум проєкту нараховує 22 учасники, серед яких представники країн Європи (Литви, Польщі, Угорщини, Австрії, Італії, Іспанії) а також Азербайджану, Молдови та України). Даний проєкт здійснюється за ключовим напрямом К2 – співпраця між організаціями та інституціями в межах ЕРАЗМУС+, Програми міжнародної співпраці Європейського Союзу з іншими країнами світу у сфері освіти, молоді та спорту.

Відповідно до робочого плану проєкту були здійснені навчальні поїздки до Австрії та Італії з метою ознайомлення зі структурою та функціонуванням кластерів цих країн та можливості використання їх досвіду для України. Згідно публікації Г.О. Кузнецової, існують шість основних моделей застосування кластеризації [4].

Кластери Австрії найбільш відповідають шотландській моделі. Шотландська модель передбачає існування більш крупних компаній, іноді іноземного походження, які формують ядро кластеру, навколо якого об'єднуються невеликі фірми [5]. Австрія створила стовідсоткову інноваційну економіку на базі кластерів. Тут спочатку вивчили всі патентні можливості кожного регіону, всіх 9 земель, а вже потім почали створювати кластери. Перший кластер був створений в сфері обробки деревини. Слід зазначити, що всі кластери Австрії заточені на екологію. Зелена педагогіка пропагується скрізь, починаючи з освітніх установ і закінчуючи туризмом. Ми вивчали досвід одного з найбільш відомих австрійських кластерів "Green Care Austria". Це консорціум та асоціація зеленого догляду, заснована в 2011 році Австрійською палатою сільського господарства. У 2020 р. до неї входили 693 господарства, одна національна та 9 регіональних організацій сільського господарства із зеленого догляду плюс Зелений догляд за лісом. В межах навчальної поїздки ми мали декілька візитів. Коротко їх зміст.

Візит до Університетського коледжу аграрної та екологічної педагогіки у Відні. Ознайомлення зі структурою приймаючого навчального закладу та освітніми програмами, які тут пропонуються. Усім учасникам Study Tour було представлено концепцію кластеру Green Care Austria та структуру всіх партнерів її реалізації в Австрії. Учасники візиту ознайомилися з освітніми програмами Green Care в університетському коледжі. Під час другої частини дня відбулася екскурсія до лікарні Hietzing, яка працює як установа садівничої терапії та є одним із партнерів UCAEP в освітніх програмах Green Care.

Ми відвідали також три підприємства, які реалізують концепцію кластера: 1. Сімейна ферма Бургенланд, на якій була представлена кластерна презентація про ідею «Відпочинок на фермі». Основна ідея такого типу кластеру – поєднання відпочинку на фермах, де господарі та гості знайомляться з цінностями сільського світу із суттю своєї діяльності. В рамках візиту на підприємства цього кластеру ми відвідали « Weingut Pension Kranixfeld-Fischl» – виноробство та міні-готель в одному місці. 2. Фермерське підприємство "PANNATURA GmbH" лісове господарство, сільське господарство та охорона природи об'єднані під брендом Pannatura. Цей бренд належить найбільшому в Австрії приватному землевласнику Естерхазі. Основна філософія його діяльності полягає в тому, що гармонія між природою та бізнесом є викликом, який щодня ретельно вирішується заново в усіх сферах, будь то ліс, поле чи озеро. Підприємство виробляє також екопродукти: ковбаси, паштети, мед тощо; 3. Еко-готель Martins Therme & Lodge, в якому використовується педагогічний підхід через спілкування з тваринами. Це сертифікована ферма для спілкування з тваринами (використання тварин для навчання та/або терапії).

Презентація Природоосвітньої платформи була здійснена в Природному парку Пуркерсдорф. Команда фахівців парку супроводжує екскурсії, проводить тренування зі школярами. У парку є кілька пішохідних маршрутів і хороше інформаційне забезпечення.

Презентація продовольчих кластерів та харчових і сільськогосподарських технологій у Foodcluster Нижня Австрія, Bio-Lutz Enterprise, Technopol Wieselburg, Feed Laboratory. Це простір для поширення знань на основі регіональної та міжнародної співпраці. Науково-дослідні інститути, навчальні заклади та комерційні підприємства об'єднуються для впровадження передових досліджень і бізнес-тенденцій.

Було представлено продовольчий кластер Нижня Австрія. Це регіональна мережа компаній харчової промисловості, яка тісно співпрацює з постачальниками, університетами, дослідницькими інститутами, освітніми та державними установами, формує основу національної конкурентної переваги. Також ми відвідали Інноваційну ферму, яка займається новими технологіями, трендами та розробками для сільського господарства.

Також ми відвідали центр харчових технологій HBLFA Francisco Josephinum — технічні ресурси та ресурси обладнання у сферах молока та молочних заміників, напоїв, десертів і морозива, делікатесів, біотехнологій, переробки фруктів та інших технологій (наприклад, сублімаційне сушіння, випаровування). Ми відвідали кормову лабораторію Rosenau. Вона надає послуги Сільськогосподарській палаті Нижньої Австрії. Обсяг аналізів включає хімічні, мікробіологічні та мікотоксикологічні дослідження основних і концентрованих кормів для худоби та домашніх тварин.

Завершальний візит був до нашого партнера по проєкту «Федеральний інститут економіки сільського господарства, сільських і гірських досліджень» (ВАН). Ми познайомилися з програмою Internet Standard Gross Margins Application. Це дослідження фінансується федеральною землею Австрія, провінціями Австрії та Європейським Союзом (EIP-AGRI).

Дуже цікаво пройшов семінар, який передбачав роботу в групах. Було обговорено наступні питання: 1. Який досвід був найважливішим під час навчальної поїздки? 2. Що можна передати Україні відповідно до власних установ? Кожна група представила результати обговорень. За результатами було складено список ключових факторів успіху.

Кластери Італії. Італійська модель передбачає велику кількість маленьких фірм, які об'єднані в різні асоціації для підвищення конкурентоспроможності. Модель можна застосовувати для продукції невисокого технологічного рівня з великим ступенем диференціації та коливань попиту [4].

Організатором навчального візиту був міжнародний центр передових середземноморських агрономічних досліджень Середземноморський агрономічний інститут Барі (CINEAM Bari). Він представляє сільськогосподарський регіон Апулія. Було представлено основні особливості цифрового сільського господарства для сталого розвитку. Відповідно до цієї презентації було показано технічне рішення проблем зростаючого

землеробства (експериментальний зразок приймаючої установи). Показано процес залучення до експерименту студентів СІНЕАМ. Було представлено концепцію Slow Food Production. Дана концепція передбачає світ, у якому всі люди можуть отримати доступ до їжі, яка корисна для них самих, для тих, хто її вирощує, і для планети. Підхід базується на концепції їжі, яка визначається трьома взаємопов'язаними принципами: добре, чисто і чесно. Були обговорені основні напрямки політики регіону Апулія та кейси розвитку агрорайонів, до яких залучений університет СІНЕАМ.

На другий день усі учасники мали змогу познайомитися з фермами Апулії, які працюють у кластерах. Перше господарство спеціалізується на виробництві червоної цибулі *Acquaviva*. Учасникам було представлено широкий асортимент продукції, яку виробляють у господарстві, показали поля з червоною цибулею. Крім того, відвідали печеру, яка є унікальною візитною карткою цього господарства. Друге господарство *Polvanera* займається виробництвом вина (одного з найвідоміших сортів - *Primitivo*). На території виноробні учасники ознайомилися з процесом виготовлення вина, його унікальністю порівняно з іншими винами регіону та Італії загалом. Була проведена дегустація сортів вина з презентацією історії кожного виду. Крім того, проведено демонстраційний обробіток виноградників від бур'янів спеціальним обладнанням. Третім підприємством (*De Carlo*), яке реалізує концепцію кластера, стала *EVO oil*. *De Carlo* — найвідоміший олійний завод Апулії у світі. Учасники ознайомилися з процесом виробництва на всіх етапах обробки.

Наступний візит був на підприємство з виробництва сиру Моцарела. Під час візиту для учасників було проведено майстер-клас з приготування моцарели. Представлено процес виробництва від А до Я, зокрема від процесу збору молока до безпосереднього виробництва. Учасники спробували приготувати власну порцію рикотти.

Під час семінару на базі СІНЕАМ *Bagi* було представлено новий погляд на концепцію стартапів. Позитивним моментом були практико-орієнтовані знання в розвитку стартапів. Було висвітлено основні помилки у створенні стартапів. Оцінка стійкості агропродовольчої продукції: була представлена на прикладі регіону Апулія. Усім учасникам було представлено Концепцію середземноморської дієти, яка є способом харчування, заснованим на традиційних кухнях Італії. Основу цієї дієти становлять продукти рослинного походження, такі як цільні зерна, овочі, бобові, фрукти, горіхи, насіння, трави та спеції.

Протягом останнього дня всі учасники взяли участь у семінарі, який передбачав роботу в групах. Кожна група представила кращі, на їх погляд, практики італійського кластерного розвитку, які вони побачили під час навчального туру, були представлені основні виклики для впровадження цього досвіду в Україні та Молдові. І головний момент, що з цього кожна команда хоче реалізувати у своїй країні.

До кластерів необхідно обов'язково залучати наукові та освітні установи, які сприяють запровадженню інновацій у виробництво. Необхідно заручитись підтримкою органів місцевої влади для сталого існування кластеру. Екологізація має бути невід'ємною частиною роботи кластера. Необхідно враховувати історичну спеціалізацію регіону для ефективної діяльності кластерів.

## Список використаних джерел

1. Кудрявцев Є.В. Засади європейської політики створення інноваційних кластерів та поглибленої взаємодії з Україною. Інвестиції: практика та досвід. 2016. № 5. С. 64–72.
2. Концепція створення кластерів в Україні від 29.08.2008 р. Міністерство економіки України. URL: [http://www.me.gov.ua/control/uk/publish/printable\\_article?art\\_id=121164](http://www.me.gov.ua/control/uk/publish/printable_article?art_id=121164). (дата звернення: 07.11.2023).
3. Кластер (економіка). Вікіпедія. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Кластер\\_\(економіка\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Кластер_(економіка)). (дата звернення: 09.11.2023).
4. Кузнецова Г.О. Інноваційні аспекти кластеризації ринків відновлювальної електроенергетики на мезорівні. Науково-виробничий журнал «Бізнес-навігатор». Випуск 4 (53). 2019. С.42-50. URL: [http://business-navigator.ks.ua/journals/2019/53\\_2019/9.pdf](http://business-navigator.ks.ua/journals/2019/53_2019/9.pdf) (дата звернення: 10.11.2023).
5. Оскольський В.В. Кластеризація – вагомий фактор підвищення конкурентоспроможності економіки України. Економіка України. 2014. № 11. С. 4–16.



## **ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ В СТЕПУ УКРАЇНИ**

**Л. Сало, к. с.-г. н., доцент;**

**Ю. Мащенко, к. с.-г. н., ст. викладач;**

**Д. Смірнов, студент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Рівень світового виробництва зернових у 2021/2022 маркетинговому році був рекордним. Фахівці Національного інституту стратегічних досліджень дослідили, що ріст цін на зернові культури обумовлює розширення посівних площ, а високі світові ціни на енергоносії викликають, в свою чергу, збільшення частки зернових (зокрема кукурудзи) у виробництві біопалива, що може бути додатковим фактором збереження високих цін [1]. Зростаючі ціни на енергетичні ресурси призводять до здорожчання пального, електроенергії, добрив та засобів захисту рослин, що підвищує собівартість виробництва сільськогосподарської продукції і може викликати скорочення обсягів виробництва, зокрема в Україні. В зв'язку з цим є актуальним пошук ресурсозберігаючих елементів технології вирощування такої стратегічної культури, як кукурудза.

Сільгоспвиробники все частіше застосовують короткоротаційні сівозміни у умовах власних господарств. За таких умов система удобрення набуває неабиякого значення. Кращою системою в усі часи залишалась органо-мінеральна система удобрення [2]. Доведено також, що впливовим чинником росту врожайності є використання біокультури [3].

Дослідження по вивченню впливу мікробних біопрепаратів на різних агрофонах здійснювали в польових умовах лабораторії землеробства Інституту сільського господарства Степу НААН. Гібрид кукурудзи ДК Велес сіяли 5 травня 2023 р. нормою 75 тис. шт./га. Кукурудзу вирощували у п'ятипільній короткоротаційній зернопросапній сівозміні з насиченням кукурудзою 20%. Дослід двохфакторний: фактор А - три фони удобрення: 1. Без добрив; 2. Мінеральна система удобрення ( $N_{60}P_{60}K_{60}$ ); 3. Органо-мінеральна (побічна продукція попередника +  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ). Принцип розміщення повторень – рендомізований. Мінеральні добрива вносили перед основним обробітком ґрунту восени. На усіх трьох фонах удобрення вивчали варіанти з використанням мікробного біопрепарату та без нього (фактор В). Насіння кукурудзи обробляли біопрепаратом Мікофренд (5,0 л/т).

Як свідчать результати спостережень у 2022 році, врожайність кукурудзи була на середньому рівні і коливалась від 5,83 до 6,79 т/га (Табл.1). На формування показників, беззаперечно, вплинули несприятливі посушливі умови літнього періоду вегетації. Слід відзначити, що використання мінеральної та органо-мінеральної систем позитивно вплинуло на рівень врожайності зерна кукурудзи, на фоні внесення  $N_{60}P_{60}K_{60}$  прибавка була на рівні 5,3-7,7 %. Додаткове використання поживних решток попередника збільшило відсоток прибавки врожайності вдвічі і вона склала 17,2-15,2 %. Це можна пояснити тим, що попередником була соя, тому її солома містила значну кількість поживних речовин. Необхідно відмітити також, що застосування одних лише мінеральних добрив без підтримки біопрепаратами у варіанті 3 не дало достовірної прибавки врожайності, різниця до контролю склала 0,31 т/га при найменшій достовірній різниці 0,36. І лише додаткова інокуляція біопрепаратом виправило ситуацію.

Вплив органо-мінеральної системи був досить помітним і викликав не лише підвищення врожайності відносно контролю на 0,83-0,89 т/га (це майже у 2,5 рази більше за НІР), але і фактично знівелював вплив біопрепарату. Різниця між прибавкою у п'ятому та шостому варіантах була лише 0,03 т/га.

За результатами досліджень можна констатувати також, що використання біопрепарату, на жаль, не викликало бажаного ефекту. У варіантах 2 і 6 спостерігалось зменшення рівня врожайності відносно таких же варіантів, але без застосування інокуляції на 0,06-0,13 т/га.

Таблиця 1.

Врожайність кукурудзи залежно від використання мікробного препарату та фону удобрення, 2022 р.

Схема		Врожайність, т/га	Різниця Фактор А		Різниця Фактор В		Різниця до контролю мінеральної та органо- мінеральної систем	
Фактор А (система удобрення)	Фактор В (використання мікробних препаратів)		т/га	%	т/га	%		
Контроль	Без МП	5,89	-	-	-	-		
	МП	5,83	-	-	-0,06	-1,0		
Мінеральна (N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> )	Без МП	6,20	0,31	5,3	-	-	т/га	%
	МП	6,28	0,45	7,7	0,08	1,3		
Органо-Мінеральна (П.П.*+N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> )	Без МП	6,79	0,89	15,2	-	-	0,38	6,5
	МП	6,66	0,83	14,2	-0,13	-1,9	0,48	14,7
		0,51	0,36	-	0,29	-	-	-

\*П.П. – поживна продукція сої

\*\*МП – мікробні препарати

Хоча дане зменшення не перевищувало найменшу істотну різницю, яка становила 0,29. Лише на мінеральному фоні можна спостерігати деякий ріст врожаю, але теж неістотний (прибавка 0,08 т/га при НІР 2,9). Порівняння мінеральної та органо-мінеральної систем було на користь останньої. Очевидно, що додаткове використання соломи сої в якості органічного добрива покращувало живлення кукурудзи і викликало деяке зростання врожайності. Але дані показники були в межах помилки дослідів.

Кращим біотехнологічним прийомом при вирощуванні кукурудзи є використання органо-мінеральної системи удобрення. Дія біопрепарату малопомітна за посушливих вегетаційних умов

### Список використаних джерел

1. Гавриленко Н. М., Широкий Г. М. Світовий ринок зерна: стан та тенденції. Національний інститут стратегічних досліджень. Центр зовнішньополітичних досліджень. URL: [https://niss.gov.ua/sites/default/files/2022-02/rynok-zerna\\_gavrylenko\\_0422022.pdf](https://niss.gov.ua/sites/default/files/2022-02/rynok-zerna_gavrylenko_0422022.pdf).
2. Машенко Ю., Гайденко О., Семеняка І. Упровадження елементів короткоротаційних сівозмін у виробничих умовах Степу України. Агробізнес сьогодні. 2023. № 11 - 12 (498 - 498). С. 56-58.
3. Біопрепарати можуть збільшити урожайність кукурудзи на 10%. СуперАгроном. Головний сайт для агрономів. URL: <https://superagronom.com/news/10026-biopreparati-mojut-sbilshiti-urojajnist-kukurudzi-na-10>.
4. Крутякова В. І. Біометод – основа сталого розвитку вітчизняного землеробства. Вісник аграрної науки. 2020. № 9. С. 5–14.

УДК 633.15: 631.46

## **ВРОЖАЙНІСТЬ КУКУРУДЗИ ПІСЛЯ РІЗНИХ ПОПЕРЕДНИКІВ В СТЕПУ УКРАЇНИ**

**Л. Сало, к. с.-г. н., доцент;**

**Ю. Трикула, студент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Зерно кукурудзи не має альтернативи для забезпечення зернофуражного балансу та є невід’ємною складовою зернового господарства України [1, 2]. Кіровоградська область має одні з найкращих умов для вирощування кукурудзи, враховуючи географічне розташування та

грунтово-кліматичні умови. На сучасному етапі важливим є також той факт, що на території області не велися активні військові дії і сільське господарство області досить безпечне.

Враховуючи те, що в зв'язку з відносно невеликими площами господарств сільгоспвиробники застосовують короткоротаційні сівозміни, значення попередників неможливо переоцінити [3].

Авторами досліджень визначено, що кращими попередниками кукурудзи є озимі зернові, зернобобові, картопля, гречка, баштанні культури [4, 5]. Кукурудзу можна також вирощувати, як монокультуру [1]. Гіршими попередниками вважають культури, які виснажують ґрунт на вологу і поживні речовини, які мають спільні хвороби і шкідників кукурудзи або культури, які залишають у ґрунті токсичні виділення кореневої системи, що пригнічують розвиток рослини кукурудзи [5]. Також, щоб отримувати стабільні врожаї кукурудзи, кожне господарство повинне мати декілька гібридів.

Реакцію гібридів кукурудзи на різні попередники вивчали в умовах фермерського господарства «Оріон Т» північної степової частини Кіровоградської області. Ґрунти полів, на яких проводили дослідження, чорноземи звичайні середньогумусні слабозмиті на лесі. Механічний склад – важко суглинистий.

Дослід був закладений, як двохфакторний, за фактор А було прийнято два гібриди селекції Сингента: СИ Фортаго і СИ Фрегат, фактором В було визначено три попередники: озима пшениця, кукурудза і сояшник.

Згідно отриманих результатів у 2023 році, врожайність кукурудзи відрізнялась незначною мірою по варіантах і була на рівні 58,9 - 61,1 ц/га (табл. 1). Дещо вищий рівень був відмічений у гібриду СИ Фрегат.

Аналізуючи реакцію гібридів на вирощування після різних попередників слід відзначити, що гібрид СИ Фортаго більш помітно реагував на зміну попередньої культури, ніж СИ Фрегат. Так, вирощування СИ Фортаго після озимої пшениці мало найкращий результат в межах даного фону, врожайність у варіанті 1 склала 60,2 ц/га. Монокультура кукурудзи призводила до зниження врожайності на 0,8 ц/га відносно озимої пшениці але була кращим попередником, ніж сояшник – різниця між варіантами 2 і 3 склала 0,5 ц/га на користь кукурудзи, як попередника. Найбільша різниця була між попередниками озима пшениця-сояшник, після сояшника сформувалось зерно менше на 1,3 ц/га. Однак, ця різниця, як і попередні показники, не може бути визнаною, оскільки рівень найменшої істотної різниці становить для факторів АВ 1,48.

Гібрид СИ Фрегат показав схожу реакцію на попередники, хоча її характер був дещо більш стриманий. Найвищий рівень врожайності зерна кукурудзи, як і у попередньо описаного гібриду, отримали після озимої пшениці. Різниця між попередниками кукурудза-пшениця була меншою за тієї самої залежності. Монокультура кукурудзи і сояшник відрізнялись малопомітно, лише на 0,4 ц/га на користь кукурудзи. Найбільшу різницю, як у попередньо описаного гібриду, отримали у варіантах 4 і 6. Кращий результат був четвертому варіанті.

Таблиця 1.

Врожайність зерна кукурудзи залежно від попередників, (2023р.)

Варіанти			Урожайність, ц/га	Різниця між варіантами			Середня за фактором	
№	Фактор А (гібриди)	Фактор В (попередники)		соя- кукурудза	кукурудза- сояшник	соя- сояшник	А	В
1	СИ Фортаго	озима пшениця	60,2	0,8	1,3	0,5	59,5	60,6
2		кукурудза	59,4					
3		сояшник	58,9					
4	СИ Фрегат	озима пшениця	61,1	0,6	1,0	0,4	60,6	59,5
5		кукурудза	60,5					
6		сояшник	60,1					
НІР <sub>05</sub>			АВ 1,48			А 0,85		В 1,05
Частка впливу факторів, %						12,1		8,5

Аналіз впливу факторів А показав, що більш високими показниками характеризувався гібрид СИ Фрегат. Різниця між середніми показниками 59,5 ц/га та 60,6 ц/га була більша за НІР 0,85. Більш помітно відрізнялась врожайність досліджуваних гібридів після соняшника, монокультура була на другому місці і озима пшениця майже однаково вплинула на обидва гібриди.

Відносно фактору В, то його частка впливу становила лише 8,5 %, тобто, врожайність більше залежала від біологічного потенціалу гібриду, ніж від попередника. Згідно порівняння середніх показників за фактором В, кукурудза в монокультурі була краща за соняшник, але гірша за озиму пшеницю. Достовірна, з математичної точки зору, різниця була лише між попередниками озима пшениця і соняшник на користь першої.

Вищий рівень врожайності в умовах даного господарства отримали від гібриду СИ Фрегат. Даний гібрид також менш помітно реагував на зміну попередника. Кращим попередником для обох гібридів була озима пшениця.

### Список використаних джерел

1. Андрієнко О.О., Васильковська К.В., Андрієнко А.Л. Реакція гібридів кукурудзи на зміну густоти стояння рослин у північному Степу України. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва, Вип. 96 Ч. 1, 2020. С. 635-651. (DOI: <https://doi.org/10.31395/2415-8240-2020-96-1-635-651>)
2. Ковальчук І. Важливі аспекти підвищення прибутковості вирощування кукурудзи. Журнал Агроном. URL: <https://www.agronom.com.ua/vazhlyvi-aspekty-pidvyshhennya-prybutkovosti-vyroshhuvannya-kukurudzy>
3. Мащенко Ю., Гайденко О., Семеняка І. Упровадження елементів короткоротаційних сівозмін у виробничих умовах Степу України. Агробізнес сьогодні. 2023. № 11 - 12 (498 - 498). С. 56 - 58.
4. Ямковий В. Як побудувати ефективну систему удобрення кукурудзи? Пропозиція. 2017. № 3. С. 78-82.
5. Кращі попередники кукурудзи в сівозміні. Посівна. Маркет вашого поля. URL: <https://posivna.com.ua/ua/zamitky-ahronoma/krashchi-poperedniki-kukurudzi-v-sivozmini>.

УДК 633.854.78:631.82

## **ВРОЖАЙНІСТЬ СОНЯШНИКУ ЗАЛЕЖНО ВІД ПРИПОСІВНОГО УДОБРЕННЯ В СТЕПУ УКРАЇНИ**

**Л. Сало, к. с.-г. н., доцент;**

**В. Трикула, студент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Як показує щорічний аналіз динаміки розвитку ринку соняшника, попит на його насіння зростає, оскільки дана культура залишається прибутковою [1, 2]. Але розширення площ під соняшником наразі вже неможливе, отож, можливість формування стабільних врожаїв насіння даної культури значною мірою залежить від чіткого дотримання технологій вирощування.

Враховуючи вартість мінеральних добрив, більш економічно вигідно застосовувати прийоми з невеликою їх кількістю. Таким є припосівне внесення. Ряд установ і авторів рекомендують різні дози та добрива, але найчастіше зустрічається акцент на повне добриво нітроамфоску чи нітрофоску а також на суперфосфат [3, 4].

В зв'язку з цим метою наших досліджень було визначити найбільш ефективну форму добрива у припосівне внесення при вирощуванні соняшнику для формування максимального рівня врожайності.

Дослідження проводили в умовах фермерського господарства «Господарство ТВВ», розташованого у степовій частині Кіровоградської області шляхом закладання однофакторного польового досліду. Схема досліду включала 6 варіантів у триразовій

повторності. Досліджували наступні форми добрив згідно схеми: 1. Контроль 2. Амофос, 3. Діамофос, 4. Нітроамофоска, 5. Суперфосфат, 6. Амонійна селітра. Мінеральні добрива вносили з розрахунку 15 кг/га діючої речовини. У випадку комплексних добрив розрахунок робили на фосфор. В якості досліджуваного гібриду обрали гібрид соняшника Сузука.

Для сільського господарства 2022 рік був досить складним. Погодні умови характеризувались екстремальною посухою, що вплинуло на заплідненість кошика. Врожайність соняшнику не перевищувала 25,8 ц/га а на неудобреному контролі була лише 21,3 ц/га (рис. 1).

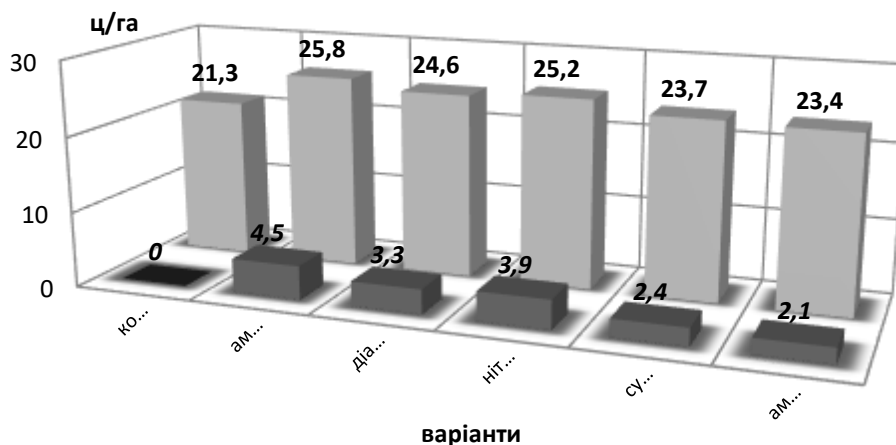


Рис.1. Урожайність насіння соняшника, ц/га (2022 р.)

Припосівне удобрення викликало збільшення врожайності в усіх варіантах від 2,1 до 4,5 ц/га. При найменшій істотній різниці 0,7 такий приріст врожайності можна вважати істотним. Стосовно впливу різних форм добрив, то найкращий ефект отримали від застосування амофосу. Деяко менший, але теж помітний вплив мало використання нітроамофоски, на третьому місці за впливом був діамофос – різниця до контролю склала 3,3 ц/га. Що стосується простих добрив, то їх дія була значно меншою за комплексні, прибавка до контролю не досягала навіть 2,5 ц/га.

Цікавим є аналіз порівняння впливу різних форм добрив. Тут однозначно можна стверджувати, що добрива, які містять два або усі три елементи живлення, є більш впливовими, ніж прості однокомпонентні добрива. Втім, нітроамофоска, яка є повним добривом, поступалась дією перед амофосом. Це можна пояснити кращим співвідношенням елементів в даному добриві. Діамофос, хоча і містить більше діючої речовини, має менш розчинну форму фосфору у своєму складі, тому прибавка в даному варіанті була меншою на 1,2 ц/га, що при  $NP_{05}$  0,7 є математично доведеним зменшенням. Порівнюючи вплив простих добрив, можна стверджувати, що фосфор, внесений при сівбі, викликає деяку більшу прибавку, ніж азот, різниця між варіантами 5 і 6 була 0,3 ц/га, втім, при  $NP_{05}$  0,7 такою різницею можна знехтувати.

Припосівне внесення будь-якої форми добрив сприяє підвищенню врожайності насіння соняшника. Комплексні добрива більш ефективні, ніж прості. Найкращою формою добрив для припосівного внесення є амофос.

### Список використаних джерел

1. Vasytkovska K., Andriienko O., Malakhovska V. and Moroz O. (2022). Analysis of changes in comfortable sunflower growing areas using the example of Ukraine. HELIA, 45(77). 175-189. (DOI: <https://doi.org/10.1515/helia-2022-0010>)
2. Кириченко В. В. Виробництво соняшникової олії в Україні: стан і перспективи розвитку. Вісник ЦНЗ АПВ. 2014. № 7. С. 281–286.
3. Сергієнко А. В. Стан вирощування соняшника в умовах північного Степу України. Таврійський науковий вісник. Землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво. 2022. № 128. С. 183-188.
4. Бондаренко М. П. та ін. Науково-практичні рекомендації : Особливості застосування добрив в ранньовесняний період 2009 року. Сад. 2009. 8 с.

## ПРОДУКТИВНІСТЬ ГРЕЧКИ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ ТА БІОФОНУ В СТЕПУ УКРАЇНИ

Л. Сало, к. с.-г. н., доцент;  
Ю. Мащенко, к. с.-г. н., ст. викладач;  
Є. Вейкай, студентка

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Гречка є найбільш цінною з круп'яних культур. Її продукція може використовуватись фактично без обмежень. Це пов'язано з хімічним та біохімічним складом насіння гречки. Втім, вирощується вона обмежено і це пояснюється невисоким рівнем врожайності даної культури. Згідно експертних оцінок, у 2021 році посівна площа під гречкою в Україні становили близько 78-80 тис. гектарів, і цей показник постійно зменшується [1]. Чималий вплив мають також воєнні дії на території нашої країни.

У формуванні стабільних високих урожаїв гречки значне місце має вдосконалення технології її вирощування, особливо оптимізація удобрення даної культури. Виклики сьогодення спонукають до впровадження біологічного землеробства, особливо при вирощуванні гречки. Доведено, що біотехнологічні прийоми, зокрема використання біопрепаратів, мають позитивний вплив на продуктивність цієї культури [2-4].

Польові дослідження по вивченню впливу біопрепаратів на різних агрофонах проводили в лабораторії землеробства Інституту сільського господарства Степу НААН. Використовували метод рендомізованих повторень. Гречку сорту Ювілейна 100 вирощували у короткоротаційній зернопросапній сівозміні з насиченням соєю на 40%, яка мала наступне чергування: 1. Соя; 2. Пшениця озима; 3. Соя; 4. Кукурудза на зерно; 5. Гречка. Спосіб сівби широкорядний, термін – перша декада травня, норма висіву 2,25млн шт./га. Дослід двохфакторний: фактор А - три фони удобрення: 1. Без добрив; 2. Мінеральна система удобрення (N<sub>20</sub>P<sub>20</sub>K<sub>20</sub>.); 3. Органо-мінеральна (N<sub>20</sub>P<sub>20</sub>K<sub>20</sub> + побічна продукція попередника). Мінеральні добрива вносили перед основним обробітком ґрунту восени. На різних фонах систем удобрення вивчали варіанти з використанням біопрепаратів та без них (фактор В). Насіння гречки обробляли препаратом Мікофренд (1,0 л/т).

Таблиця 1.

Врожайність гречки залежно від фону удобрення та використання мікробного препарату,  
2022 р.

Схема		Врожайність, т/га	Різниця Фактор А		Різниця Фактор В		Різниця між органомінеральною та мінеральною системами	
Фактор А (система удобрення)	Фактор В (використання мікробних препаратів)		т/га	%	т/га	%		
Контроль	Без МП	1,04	-	-	-	-		
	МП	1,36	-	-	0,32	31,3		
Мінеральна	Без МП	1,50	0,46	45,8	-	-	т/га    %	
	МП	1,81	0,45	34,1	0,31	20,8		
Органомінеральна	Без МП	2,00	0,96	94,1	-	-	0,50	33,2
	МП	2,11	0,75	55,9	0,11	5,5	0,30	16,3
НІР <sub>05</sub>		0,12	0,09		0,07			

\*П.П. – пожнивна продукція сої \*\*МП – мікробні препарати

В результаті спостережень та аналізу отриманих у 2022 році даних очевидно, що застосування мінеральної, органічно-мінеральної систем удобрення істотно вплинуло на

збільшення рівня врожаю гречки (табл. 1). Прибавка була в межах від 0,46 до 0,96 т/га. Особливо помітною вона була за використання органо-мінеральної системи. Так, при внесенні N<sub>20</sub>P<sub>20</sub>K<sub>20</sub> прибавка врожайності склала 0,45-0,46 т/га, то при додатковому використанні поживних решток сої в якості органічного добрива прибавка була майже вдвічі більша і коливалась від 0,95 до 0,96т/га. Цікавим є факт, що вплив біопрепаратів нівелювався дією фону, тому збільшення врожайності під їх впливом на обох удобрених фонах було менш помітним, ніж на неудобреному фоні. Внесення мінеральних добрив викликало збільшення врожаю на 0,46 т/га, що склало 45,8%, обробка біопрепаратом на фоні мінеральної системи удобрення – на 0,45т/га, або 34,1%). Прибавка врожаю на фоні мінеральних добрив з поживними рештками попередника становила 0,96 т/га (94,1%), а за додаткової інокуляції насіння та органо-мінеральної системи удобрення – 0,75 т/га, або 55,9%. Менший вплив інокуляції насіння, порівняно до попереднього мінерального фону можна пояснити кращими умовами зростання, створеними за рахунок органо-мінеральної системи.

Що стосується використання біопрепарату, то його ефективність була достовірною на усіх трьох фонах. Прибавка у контролі і на другому (мінеральному) фонах була майже рівною, втім, відсотковий вплив був кращим у контролі. Прибавка склала 31,3% до варіанту без використання біопрепарату на цьому фоні.

Різниця між мінеральною та органо-мінеральною системами була на користь останньої на рівні 0,3-0,5 т/га. Помітно, що використання органо-мінерального фону більш помітно збільшувало приріст врожаю насіння (більш як 33%).

Найкращим біотехнологічним прийомом при вирощуванні гречки є комплексне використання біопрепарату на фоні органо-мінеральної системи удобрення.

### **Список використаних джерел**

1. Кернасюк Ю. Ринок гречки: прогнози, оцінки та тренди. Агробізнес Сьогодні. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/22744-rynok-hrechky-prohnozy-otsinky-ta-trendy.html>
2. Мащенко Ю. В., Семеняка І.М. Удосконалена технологія вирощування гречки в умовах Північного Степу. Кіровоград: Кіровоградська ДСГДС НААН. 2017. 160 с.
3. Мащенко Ю. Ткач А., Звездун М. Урожайність та економічна ефективність вирощування гречки залежно від різного удобрення в умовах Північного Степу України. Вісник Степу. Наук. Зб. ІСГС НААН. Вип. 20. ТОВ “ТВОРИ”, 2023. С.37 - 40.
4. Мащенко Ю. В. Оцінка ефективності основних елементів технології вирощування гречки в умовах Північного степу України Матеріали XII всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів «Стан та перспективи розвитку агропромислового виробництва України»: Вісник Степу. Кіровоград : Кіровоградський інститут агропромислового виробництва УААН. 2010. С. 14-17.

УДК 633.854.78:631.82

## ***ВПЛИВ СПОСОБІВ УДОБРЕННЯ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ В СТЕПУ УКРАЇНИ***

**Л. Сало, к. с.-г. н., доцент;**

**С. Бродовський, студент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Ситуація з експортом олії в Україні вкрай складна. Для порівняння, у 2021 році виручка від експорту олії склала 7 млрд. доларів, за 11 місяців 2022 року (з яких 10 Україна мужньо протистояла російській агресії), виручка від експорту олійних та жирів склала 5,43 млрд. доларів. Але, попри все, нам вдалося зберегти світове лідерство у виробництві соняшнику, яке

вже кілька останніх років залишається за Україною. У 2022/2023 рр. у зв'язку з окупацією територій та зниженням врожайності внаслідок війни виробництво олійних культур склало 17,44 млн. тонн. Це на 5,36 млн. т менше, ніж у 2021/2022 роках [1]. Тому є певні вимоги до оптимізації виробництва насіння соняшника, оскільки відомо, що на теперішній час рівень використання біологічного потенціалу соняшнику становить лише 50 %.

Сучасний ринок соняшникового насіння ставить перед виробниками ряд задач. Продукція повинна бути конкурентоспроможною, тобто, мати низьку собівартість, високий рівень врожайності і хорошу якість. Цього можна досягати різними шляхами: обирати гібриди з високим потенціалом, мінімізувати затрати на вирощування. Завдяки широкому спектру гібридів, підбір індивідуального набору є доступним. Великою популярністю користується гібриди фірми Піонер, але вітчизняна селекція нині не поступається закордонній, а іноді навіть перевершує її за рахунок кращої адаптації гібридів до умов вирощування [2]. Мінімізувати ж затрати на вирощування можливо, зокрема, завдяки правильному вибору способу удобрення [3].

Вивчення питання за схемою двохфакторного дослідження проводили на полях фермерського господарства «Таврія» у північному Степу Кіровоградської області. Схема дослідження включала 6 варіантів у триразовій повторності. За фактором А досліджували три гібриди: два гібриди фірми Піонер Р64LE25 та Р64LP130, і гібрид фірми Сади України Гольфстрім.

В якості фактору В досліджували два способи застосування сечовини: у допосівне та припосівне удобрення. Мінеральні добрива вносили по 70 кг/га у фізичній масі, що відповідало 30 кг/га д.р.

Важливою складовою формування врожайності є структура. основні показники, вивчені у наших дослідженнях, були: діаметр кошика, кількість рядів у кошику та кількість насіння в ряду, маса 1000 насінин і розрахована за вказаними показниками маса насіння з кошика. Як показали, результати досліджень, найбільшим діаметром кошика характеризувався гібрид вітчизняної селекції Гольфстрім – від 21,5 до 23,6 см. найменші кошики були характерні для гібриду фірми Піонер Р64LE25 – 18,0-18,4 см, у іншого гібриду цієї ж фірми Р64LP130 кошики були на 2,5-3,7 см більші. Спосіб використання сечовини порізнному відобразився на даному показникові. Так, гібриди Піонер були більш пластичними, різниця коливалась в межах 0,4-1,6 см, тоді як вітчизняний гібрид відреагував більш помітно, за використання припосівного внесення діаметр кошика був на 2,1 см більший, ніж за передпосівного.

Таблиця 1.

Показники структури насіння гібридів соняшника залежно від способу внесення мінеральних добрив, 2023 р.

Схема			Діаметр кошика, см		Кількість рядів у кошику, шт.		Кількість насіння в ряду, шт.		Маса 1000 насінин, г		Маса насіння з кошика, г	
			показник	різниця	показник	різниця	показник	різниця	показник	різниця	показник	різниця
1	Р64LE25	N <sub>30</sub> допосівне	18,0	0,4	55	1	22	5	70,4	7,6	85,2	32,7
2		N <sub>30</sub> припосівне	18,4		56		27		78,0		117,9	
3	Гольфстрім	N <sub>30</sub> допосівне	21,5	2,1	55	2	29	6	76,0	5,2	121,2	40,9
4		N <sub>30</sub> припосівне	23,6		57		35		81,2		162,0	
5	Р64LP130	N <sub>30</sub> допосівне	20,5	1,6	68	2	25	3	69,0	2,0	117,3	21,9
6		N <sub>30</sub> припосівне	22,1		70		28		71,0		139,2	



Кількість рядів у кошику гібриду Р64LE25 була у прямій залежності від діаметру, тобто, найменшою (55-56 см). Але не у всіх гібридів даний показник був відповідним діаметру кошика. Так, при максимальному діаметрові у гібриду Гольфстрім кількість рядів була середньою в досліді (55-57 см), а максимальна кількість рядів – 68-70 штук – сформувалась у гібриду Р64LP130. Даний показник фактично не залежав від способу використання мінеральних добрив, різниця склала лише 1-2 ряди.

Кількість насінин в ряду тісно корелювала з діаметром кошика, у рослин, які сформували більші кошики, ряди насіння були довшими, відповідно, була більша кількість насінин в ряду. Усі три досліджувані гібриди сформували більше насінин при припосівному використанні сечовини. Маса 1000 насінин значною мірою визначає рівень врожайності культури. У гібриду Гольфстрім ця залежність була прямо пропорційною. Тому і маса насіння з кошика теж була максимальною. У гібриду Р64LP130 насіння було дрібне, це пов'язано з максимальною кількістю рядів у кошику. Даний гібрид найменш помітно реагував на спосіб використання добрив.

Максимальні показники структури врожайності отримали у гібриду Гольфстрім. Діаметр кошика, маса 1000 насінин і маса насіння з кошика помітно залежали від способу використання мінеральних добрив, кращі результати були від припосівного внесення.

### **Список використаних джерел**

1. Зберігши світове лідерство у виробництві соняшнику, через блокування “зернового коридору”, Україна ризикує втратити світові ринки збуту олійної продукції. Міністерство аграрної політики та продовольства України. URL: <https://minagro.gov.ua/news/zberigshi-svitove-liderstvo-u-virobnictvi-sonyashniku-cherez-blokuvannya-zernovogo-koridoru-ukrayina-rizikuye-vtratiti-svitovi-rinki-zbutu-olijnoyi-produkciyi> 02.02.2023.
2. Сезон-2023: рентабельності на соняшнику досягли ті, хто обрав українське насіння й оптимальну технологію. 20.10.2023. ВНІС. URL: <http://vnis.com.ua/useful-information/news/sezon-2023-rentabelnosti-na-sonyashnyku-dosyahly-ti-khto-obrav-ukrayinske-nasinnya-y-optymalnu-tekhnologiyu/>
3. Кошман О., Сало Л. Вплив припосівного удобрення при вирощуванні соняшнику після різних попередників у степу України. Матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки». Кропивницький ЦНТУ. 2021. С. 203-205.

УДК 631.526.3:635.262

## **ВРОЖАЙНІСТЬ КОКТЕЙЛЬНИХ СОРТІВ ТОМАТІВ ЗАЛЕЖНО ВІД ВИКОРИСТАННЯ ОРГАНІЧНИХ ДОБРІВ**

**Л. Сало, к. с.-г. н., доцент;  
В. Журило, студент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Ефективне вирощування овочів в цілому і томатів зокрема неможливе без використання органічних добрив. Органо-мінеральні добрива та гумінові препарати – це складова частина органічного землеробства. Їх застосування підвищує активність фізіологічних процесів у рослинах, посилює стійкість до абіотичних та біотичних чинників, збільшує врожай плодів та їх якість, покращує морфо-біометричні і біохімічні показники розсади помідорів [1].

В дослідженнях Інституту зрошуваного землеробства НААН у 2016-2018 рр. позакореневе підживлення помідорів водорозчинним органічним комплексним добривом в дозі 200 л/га сприяло подовженню проходження фенологічних фаз розвитку рослин та тривалість вегетаційного періоду в середньому на 5 діб. Застосування органічного добрива на

мінеральному фоні сприяло збільшенню продуктивності помідорів у середньому за три роки досліджень на 53–62 %. Було встановлено також, що частка впливу фактору внесення добрив у критичні фази розвитку становила 90 % [2]. В дисертації Карпенко К. М. було доведено, що гумінові препарати впливають на ріст листової пластинки та всієї фотосинтетичної поверхні [3]. Втім, значення традиційних органічних добрив, таких як гній, залишається беззаперечним.

Вплив органічних добрив на врожайність двох сортів та одного гібриду томатів-черрі коктейльного типу вивчали в умовах двофакторного польового дослідження. Об'єктами досліджень слугували сорти томатів Зелений тигр, Чіо-Чіо-Сан та гібрид КС 277 F1. На усіх об'єктах вивчали вплив органічних добрив з розрахунку 30 т/га. Добрива вносили рано навесні при допосівній підготовці ґрунту. Рослини висаджували розсадою на початку травня. Схема дослідження складалась з шести варіантів у триразовій повторності. У контролі добрив не вносили.

Усі досліджувані рослини є високорослими, які формують довгі стебла та інтенсивно галузяться, в зв'язку з чим потребують обов'язкового підв'язування та регулярного пасинкування. Сорти Зелений тигр і Чіо-Чіо-Сан формують суцвіття у вигляді розгалуженої китиці, гібрид КС 277 F1 має просту китицю. З такою морфологічною особливістю пов'язана їх висока врожайність, незважаючи на те, що маса окремих плодів у них менша, ніж у великоплідних сортів. Ще слід зазначити, що врожайність таких культур, як томати, визначають, як суму послідовних збирань. Враховуючи, що вегетація може бути тривалою, врожайність може досягати значних показників.

Згідно результатів досліджень, врожайність сортів та гібриду помітно відрізнялась, як завдяки біологічним особливостям, так і впливу органічних добрив. Максимальну врожайність у досліді отримали у сорту Чіо-Чіо-Сан при використанні органічних добрив, вона склала 128,0 т/га. Найменший рівень серед дослідних варіантів відмічено у контрольному варіанті гібриду КС 277 F1.

Внесення органічних добрив помітно впливало на рівень врожайності томатів. Абсолютне значення різниці між удобреними і неудобреними варіантами було найбільшим у сорту Чіо-Чіо-Сан і становило 82,4 ц/га. Сорт Зелений тигр та гібрид КС 277 F1 реагували фактично однаково за рівнем прибавки – в межах 56,1-59,7 т/га. Тоді як у відсотковому відношенні реакційно здатним був гібрид. Сорт Зелений тигр виявився найбільш пластичним.

Серед досліджуваних об'єктів згідно фактору А, найбільш продуктивним був сорт Чіо-Чіо-Сан, середнє значення врожайності по сорту досягало 86,8 т/га. Така висока врожайність формується завдяки значній кількості плодів на китиці, в наших дослідженнях вона сягала 32 штук. Другим за значенням був сорт Зелений тигр. У нього формується значно менша кількість плодів, але це компенсується їх розміром і кількістю китиць на рослині. І, нарешті, гібрид КС 277 F1, хоча і характеризувався значною кількістю китиць, але кількість плодів на одній китиці не досягала 15 штук. Його середній показник за фактором А склав 58,2 т/га.

Таблиця 1.

Врожайність плодів томатів залежно від використання органічних добрив, 2023 р.

Схема			Урожайність, т/га	Різниця до контролю		Середнє	
№	фактор А (сорт, гібрид)	фактор В (гній)		т/га	%	А	В
1	Зелений тигр	контроль	39,5	59,7	151,1	69,4	38,4
2		гній 40 т/га	99,2				
3	Чіо-Чіо-Сан	контроль	45,6	82,4	180,7	86,8	
4		гній 40 т/га	128,0				
5	КС 277 F1	контроль	30,1	56,1	186,4	58,2	104,5
6		гній 40 т/га	86,2				

Відносно дії органічних добрив, можна стверджувати, що їх вплив був надзвичайно помітним. Згідно середніх показників, внесення гною викликало збільшення врожайності майже втричі. Так, середній показник врожайності на неудобрених ділянках склав 38,4 т/га, тоді як на фоні органічного удобрення він дорівнював 104,5 т/га.

З досліджуваних сортів найбільш урожайним був сорт Чіо-Чіо-Сан, цей сорт був також найбільш реакційно здатним щодо органічного удобрення. Найбільш пластичним виявився гібрид КС 277 F1.

### **Список використаних джерел**

1. Дзедзель А. Ю., Марцінишин Ю. Д., Пида С. В. Ефективність використання органо-мінеральних добрив при вирощуванні помідора їстівного (*Lycopersicon esculentum* mill.). Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол., 2020, № 3–4 (80). С.115-126
2. Погорелова В. Вплив живлення на врожайність томатів. Плантатор. 2020. № 3 (51). С. 22–25.
3. Карпенко К. М. Технологічні та біологічні особливості формування продуктивності помідора за органічного виробництва в умовах Південного Степу України : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.06. Мелітополь. Таврійський державний агротех. ун-т. Умань. Уманський нац. ун-т садівництва. Мелітополь, 2019. 194 с.
4. Терещенко О. Вирощування екзотичних сортів томатів з використанням мікродобрив у Степу України. Матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки», Секція 5 Агрономія. 2021. С. 126–128.

УДК 633.152:631

## ***ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ПРИ ВИРОЩУВАННІ В УМОВАХ ФРАНЦІЇ***

**Л. Сало, к. с.-г. н., доцент;  
О. Малишко, студентка**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

В Україні представлена низка зарубіжних компаній, в тому числі з Франції. Одним із таких відомих брендів є Lidea. Компанія Lidea утворилась в результаті злиття компаній Euralis Semences та Caussade Semences Group [1].

Їх продукція представлена низкою сортів та гібридів основної групи сільськогосподарських культур, в тому числі кукурудзи. Французька компанія відзначається значним об'ємом благодійної допомоги українським фермерам. Наприклад, з перших днів війни 2022 року по кінець травня 2023 року ТОВ «Лідеа Україна», надали благодійну допомогу в розмірі 33 млн. гривень населенню України. В межах програми гуманітарної допомоги середні та малі українські фермерські господарства, які не мали фінансової можливості самостійно придбати насіння, забезпечили посівним матеріалом. У травні 2022 року підприємство ТОВ «Лідеа Україна» надало понад 6 тис. посівних одиниць насіння на суму 19 млн. гривень, і ще 1 тис. мішків на суму 6 млн. гривень – у травні 2023 року. Ще понад 3 млн гривень коштувало забезпечення армії та населення молоком, м'ясом, медом, та різним інвентарем.

На 24 листопада 2023 року в Україні уже зібрано урожай кукурудзи на площі близько 80% (~3,2 млн. га) із середньою врожайністю 74,2 ц/га. Гібриди фірми Lidea характеризуються високим рівнем врожайності. Так, наприклад, в умовах Кіровоградської області врожайність ЕС Креатив склала 126,8 ц/га при вологості 19,5% [2].

Тому надзвичайно цікавим було моє стажування в м. Блуа у Франції у компанії Lidea. Я приймала участь в обстеженнях на полях фірми протягом всього вегетаційного сезону. Разом з працівниками фірми я брала участь в усіх обліках і спостереженнях на полях в різних

регіонах Франції. Це вже друге стажування на цій фірмі, тому частину отриманих результатів керівники фірми люб'язно дозволили використати для написання моєї кваліфікаційної роботи.

Дослідження проводили на полях компанії Lidea поблизу м. Блуа у Франції. У полі ми використовуємо план, на якому показано всі гібриди у вигляді символів, якими ми керуємося. Кукурудза висівається блоками, в яких досліджуються гібриди, які вже представлені на ринку (вони мають свою власну назву). Слід відмітити, що назви для досліджень навіть тих сортів, які вже затверджені, відрізняються від їх комерційної назви. Частина гібридів представлена власними розробками компанії. Такі гібриди ще проходять вивчення і мають лише шифр. Залежно від того, де гібриди проходили попереднє випробування, для шифрування використовують певні літери. Так, є гібридам, які були посіяні у Франції, присвоюють літеру К, гібриди, які були посіяні в Чилі (там компанія має свої представництва) і після того надіслані для тестування у Франції, мають літеру W, якщо гібрид починається з PS, PM і PLG, це матеріал, представлений партнерами LIDEA, блоки, які починаються на 1K і 1S, 2K і 2S, 3K і 3S та ін. – це посіви першого, другого та інших років тестування.

При обстеженнях визначають цілий ряд показників: схожість кукурудзи, кількість збережених рослин в одній паралелі (два рядки), кількість рослин, пошкоджених вітром, тваринами, хворобами (фузаріоз), шкідниками (кукурудзяним метеликом). Визначають також вміст сухої речовини в рослинній масі у фазі молочної стиглості, вологість насіння при збиранні, масу насіння з ділянки (парселі). Роблять розрахунок врожайності.

Значну цікавість представляють показники вологості насіння при збиранні і їх вплив на рівень врожайності гібридів. Дослідження проводили в трьох блоках. В першому було представлено 6 гібридів, вже представлених у продажу, і 14 досліджуваних гібридів. Передзбиральна вологість стандартних гібридів коливалась в межах 34,4-41,5%. Високий рівень показників пояснюється підвищеною вологістю клімату регіону, там іноді дощі випадають до 300 днів на рік. Врожайність відповідно до вологості становила 130,8 ц/га у гібриду LG31280 та 87,1 ц/га у BENEDIKTIO-KWS. З більш високим рівнем вологості, як правило, пов'язана менша врожайність в перерахунку на стандартну вологість. У досліджуваних гібридів найменший рівень вологості був у H22712677 – 33,3% з врожайністю 130,4 ц/га. Найбільшим показником характеризувався H20703455 (38,6%). Врожайність його становила 94,3 ц/га.

В другому блокові було представлено 5 стандартів і 12 досліджуваних гібридів. Вологість стандартних гібридів перед збиранням була в межах 31,1-38,6%. Максимальну врожайність отримали, як і в попередньому блокові, у гібриду LG31280 148,6 ц/га та найменший показник (94,5 ц/га) також у BENEDIKTIO-KWS. Традиційно, з більш високим рівнем вологості була пов'язана менша врожайність. У гібридів, які проходили вивчення, найменший рівень вологості був у LG30258 – 30,5%, це відповідало врожайності 147,8 ц/га. Найбільшим показником – 35,6%, характеризувався H2001368. Врожайність його становила 114,6 ц/га.

В останньому, третьому блокові було представлено 5 гібридів, які вже були представлені на ринку, і 9 досліджуваних гібридів. Вологість зерна тут у стандартних гібридів коливалась в межах 28,3-32,3%. Відповідно до найбільшої вологості врожайність становила 136,3 ц/га і була характерна для гібриду GREYSTONE. Найбільша врожайність 159,8 ц/га була у MOTIVI-CS. У гібридів, які продовжували вивчати, найменший рівень вологості був у H19702587 – 29,0% з врожайністю 146,8 ц/га. Найбільшим показником вологості характеризувався KILOMERIS (31,7%). Врожайність його становила 132,4 ц/га.

З більш високим рівнем вологості зерна при збиранні кукурудзи, як правило, пов'язана менша врожайність в перерахунку на стандартну вологість.

## Список використаних джерел

1. Вітаємо в Lidea. Lidea. 24.11.2023. URL: <https://lidea-seeds.com.ua>
2. Результати врожайності гібрида кукурудзи ЕС Креатив (ФАО 300). Lidea. 24.11.2023. URL: <https://lidea-seeds.com.ua/news/kukurudza/rezultaty-vrozhaynosti-hibryda-kukurudzy-es-kreatyv>.

## **ЕФЕКТИВНІСТЬ СТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В СТЕПУ УКРАЇНИ**

**М. Мостіпан, к. б. н., професор;**

**М. Кіндрат, студент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Серед основних продовольчих зернових культур озима пшениця (*Triticum L.*) за посівними площами займає в нашій країні друге місце після ярої пшениці, а на Україні є головною продовольчою культурою [1].

Цінність пшеничного хліба визначається хімічним складом зерна. Серед зернових культур воно містить найбільше білка - залежно від сорту і умов вирощування вміст його становить 13-15%. В зерні багато вуглеводів, у тому числі до 70% крохмалю, вітамінів В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР, Е та провітамінів А, Б, близько 2% мінеральних речовин.

У сучасних технологіях вирощування сільськогосподарських культур особливе місце займають регулятори росту. Вони на субмікроскопічному рівні здатні регулювати біохімічні реакції в клітинах і тим самим підвищують стійкість рослин до умов оточуючого середовища. Зважаючи на це напрямок наших досліджень по вивченню ефективності регуляторів росту є актуальним, а отримані результати можуть мати велике практичне значення [2,3].

Головна мета наших досліджень полягала у визначенні ефективності стимулятора росту Амінорост при вирощуванні пшениці озимої в північному Степу України. Польові дослідження проводили впродовж 2022 та 2023 років. Дослід однофакторний. Включав 4 варіанти: перший контроль без використання Аміноросту; другий – передпосівна обробка насіння Аміноростом у нормі 1,5 л/т; третій варіант – обробка посівів Аміноростом на початку осіннього кушення; четвертий – обробка посівів Аміноростом у середині осіннього кушення. Висівали сорт пшениці озимої Наснага. Обліки та спостереження впродовж вегетації рослин проводили за загальноприйнятими методиками. Технологія вирощування пшениці озимої розроблена в Інституті сільського господарства Степу НААН [4].

Результати досліджень свідчать про неоднозначний вплив Аміноросту на ріст та розвиток рослин пшениці озимої сорту Наснага. Нами виявлено, що дія Аміноросту залежала також від погодних умов у роки проведення досліджень. При цьому його дія також змінювалася залежно від способу його застосування. Найбільш ймовірними причинами цьому є значний вплив умов оточуючого середовища на продукційний процес посівів пшениці озимої [5,6]

У 2022 році передпосівна обробка насіння Аміноростом у досліджуваній нормі не мала позитивного впливу на куцистисть рослин пшениці озимої в осінній період. Але обприскування посівів водним розчином Аміноросту у середині фази осіннього кушення збільшувало куцистисть рослин сорту Наснага на час припинення осінньої вегетації. У контрольному варіанті куцистисть рослин склала 2,8 шт./рослину, а у зазначеному варіанті – 3,1 шт. У 2023 році застосування Аміноросту всіма досліджуваними способами мало позитивний вплив на куцистисть рослин пшениці озимої на час припинення осінньої вегетації. Показники куцистисті у варіантах з Аміноростом становили 3,6-4,1 шт./рослину проти 3,2 шт./рослину у контрольному варіанті. Найбільш висока куцистисть була у варіанті з обприскуванням посівів у середині осіннього кушення.

Важливим показником стану рослин на час припинення осінньої вегетації є їх висота. Вчені наголошують, що здатність рослин переносити несприятливі умови зимового періоду можуть залежати від того за рахунок яких складових рослин збільшують свою масу в осінній період. Важливим є збільшення кількості стебел ніж їх видовження. Наші результати досліджень показують, що в обидва роки висота рослин пшениці озимої сорту Наснага на час припинення осінньої вегетації показники висоти рослин у варіантах з Аміноростом були меншими ніж у

контрольному варіанті. Так, у 2022 році висота рослин у контрольному варіанті склала 20,4 см, а у варіантах з Аміноростом – 17,8-18,2 см. У 2023 році відмічено ще більш значне зниження висоти рослин під впливом Аміноросту. У варіантах з його використанням висота рослин становила 16,6 – 17,9 см, а у контрольному варіанті – 19,4 см.

Обліки елементів структури врожаю показали, що обприскування посівів Аміноростом на початку осіннього кушення збільшувало щільність продуктивного стеблостою на час збирання врожаю. У цьому варіанті щільність продуктивного стеблостою була вищою на 50 штук колосів на 1 м<sup>2</sup>. У цьому ж варіанті сформувалася найбільша довжина колосу, яка у середньому за роки досліджень склала 8,3 см проти 8,1 см у контрольному варіанті. У всіх варіантах досліду з використанням Аміноросту формувалася більша кількість зерен в одному колосі. Найбільшою вона була у четвертому варіанті і становила 40,3 штук проти 36,1 штук у контрольному варіанті.

Головною особливістю отриманих результатів досліджень виявилось те, що в умовах 2022 року врожайність у варіантах з використанням Аміноросту становила на рівні контрольного варіанту. Так у варіантах з Аміноростом вона склала 53,0 – 54,1 то у контрольному варіанті вона становила 56,1 ц/га. Різниця між цими показниками згідно результатів дисперсійного аналізу є неістотною. У 2023 році у всіх варіантах з використанням Аміноросту отримана істотна прибавка врожаю. Найбільш висока врожайність отримана у варіанті з обприскуванням посівів у середині осіннього кушення. Вона склала 57,8 ц/га проти 53,4 ц/га у контрольному варіанті.

Отже, отримані результати досліджень дозволяють вважати, що використання Аміноросту при вирощуванні пшениці озимої є ефективним заходом підвищення продуктивності її посівів.

### **Список використаних джерел**

1. Мостіпан М.І. Рослиництво. Лабораторний практикум. - Кіровоград: Лисенко В.Ф., 2015. 317с.
2. Мостіпан М.І., Шепілова Т.П., Ковальов М.М. Якісні показники зерна пшениці озимої залежно від добрив та агростимуліну в Північному Степу України Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. Сільськогосподарські науки. Вип. 110. Видавничий дім «Гельветика», 2019. С.120-127.
3. Синицький С.Л., Мостіпан М.І., Гульванський І.М. Ефективність комплексного застосування регуляторів росту та позакореневих підживлень рослин озимої пшениці азотними добривами\ Охорона родючості ґрунтів, 2017..вип.3.
4. Савранчук В.В., Семеняка І.М., Мостіпан М.І., Пікаш Л.П. Науково-обґрунтована система ведення агропромислового виробництва в Кіровоградській області.-Кіровоград. 2005. 263с.
5. Mostipan M.I, Mytsenko V.I. Water availability of winter crops and their productivity in the Northern Steppe of Ukraine New stages of development of modern science in Ukraine and Eu countries. - Riga:Publishing House “Baltija Publishing”,2019.- p.145 - 165
6. Mostipan M., Vasytkovska K., Andriienko O., Kovalov M. and Umrykhin N. (2021). Productivity of winter wheat in the northern Steppe of Ukraine depending on weather conditions in the early spring period. Agronomy Research 19(2), 562–573. (DOI: <https://doi.org/10.15159/AR.21.090>)

УДК 338.43: 631.1

### ***ПРО ПРИЧИНИ ПОГІРШЕННЯ СОРТІВ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ***

**М. Мостіпан, к. б. н., професор;**

**Р. Карнажук, студент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Генетичні ресурси рослин відіграють надзвичайно велику роль у формуванні врожаю польових культур. Сорт це один із головних засобів сільськогосподарського виробництва. Проте розкриття потенційних можливостей сучасних сортів можливе з умови збереження їх чистосортності, високих посівних та врожайних властивостей насіння [1,2,3].

Використання досягнень селекції польових культур у сільськогосподарському виробництві можливе за умови добре організованого насінництва. Головним його завданням є виробництво високоякісного насіння в достатніх обсягах зі збереженням високих сортових властивостей насіння. Але не дивлячись на комплекс всіх організаційних заходів, які використовуються у насінництві польових культур, все ж таки відбувається погіршення сортових та врожайних властивостей насіння. Виділяють декілька найбільш ймовірних причин погіршення сортів у сільськогосподарському виробництві: біологічне та механічне засмічення, накопичення збудників хвороб, поява новоутворень в процесі розмноження.

Механічне та біологічне засмічення це основні причини, які викликають погіршення сортів у сільськогосподарському виробництві. Поява у посівах певного сорту рослин інших видів чи сортів може відбуватися внаслідок механічного попадання насіння. Це можливе на різних етапах насінництва. Вченими у різні періоди приділялася велике увага вивченню процесів поведінки домішки у посівах польових культур. Зверталася увага на коефіцієнти розмноження основної культури та домішки, адаптивні властивості рослин та інші показники[4,5]. В результаті виявлено ряд закономірностей, які дозволяють передбачити процеси, які можуть спричинити засмічення сортів. Зокрема доведено, що більшість засмічувачів є скоростиглими формами і водночас високорослими. Таким чином вони швидше розвиваються і до того ж мають ряд перевага перед основними рослинами за фактори життя. Відомо також, що більш високі адаптивні властивості засмічувача дозволяє їм краще адаптуватися до умов існування. Тому низкопродуктивні засмічувачі можуть досить швидко розмножуватися у посіві і викликати значне погіршення сорту [6].

В насінництві польових культур є надзвичайно важливою інформація про те які домішка видова чи сортова становить більшу загрозу для життя сорту. Звичайно, що обидва типи домішок мають негативний вплив на стан сорту. Звичайно, що видову домішку легше контролювати. Тоді як сортова домішка є проблемною для сортів. Особливу небезпеку сортова домішка, яка до того ж є однієї різновидності із сортом, має у первинних ланках насінництва. Внаслідок того, що її досить складно виявити, а відповідно і виділити, то її частка може постійно зростати, що може привести до повної втрати сортових властивостей [7].

В насінницьких посівах більш низьких репродукцій велику небезпеку може викликати видова домішка. Її насіння складно відокремити від насіння основної культури, а тому вона може інтенсивно поширюватися і викликати погіршення сортових властивостей.

В основі біологічного засмічення лежить природне перезапилення. Тому біологічне засмічення має особливу небезпеку перш за все для перехреснозапильних культур. Проте фактори оточуючого середовища і перш за все температурний режим повітря можуть викликати перехресне запилення і у самозапильних рослин. Окремі вчені стверджують, що в умовах півдня України у посівах пшениці озимої може відбуватися перехресне запилення на рівні 2%.

В насінництві польових перехреснозапильних культур запроваджені так звані просторові ізоляції між насінницькими посівами. Навіть робилися пропозиції щодо норм просторової ізоляції між насінницькими посівами пшениці озимої. Відомі факти, що перезапилення між рослинами пшениці озимої може відбуватися навіть на відстані 100 метрів. У перехреснозапильних рослин домішки, що мають механічне походження, стає джерелом біологічного засмічення сортового посіву. В результаті цього в сортовому посіві може з'явитися величезна кількість різноманітних домішок, які можуть мати близькі морфологічні ознаки до рослин основного сорту. Тому такі домішки буде досить складно виділити із посіву і їх кількість в результаті репродукування насіння буде зростати [8].

Домішки, що виникають в результаті розщеплення гетерозиготних рослин, також несуть небезпеку для сорту. Зазвичай такі домішки є сортовими. Якщо ознака полігенна то ймовірність виникнення новоутворень зростає. Такі домішки зазвичай мають морфологічні ознаки близькі до рослин основного сорту. Тому їх видалення в процесі насінництва має певні складнощі. Для уникнення такого явища селекціонери в процесі створення нових сортів

досягнути максимальної гомозиготності генів за всіма ознаками. Але це веде до подовження тривалості створення сорту.

Природні мутації також можуть розглядатися як джерело погіршення сортів у сільськогосподарському виробництві. Але ймовірність такого процесу дуже низька.

Небезпеку для життя сорту несуть збудники хвороб. Особливо небезпечними є хвороби, що передаються через насіння. На всіх етапах насінництва необхідно застосовувати заходи з обмеження розвитку хвороб у сортових посівах. Це може стати надійним захистом для збереження високих сортових та урожайних властивостей насіння.

Отже, погіршення сортів у сільськогосподарському виробництві може відбуватися з різних причин. Лише дотримання науково-обґрунтованих вимог до вирощування насіння польових культур може запобігти передчасному погіршенню сорту та збільшити ефективність його використання.

### **Список використаних джерел**

1. Манжос Д.М. Сорт. Українська сільськогосподарська енциклопедія, том 3. - Київ: Київський поліграфічний комбінат. 1972. 239с.
2. Лифенко С.П., Єриняк М.І., Коваль Т.М. Адаптивність сортів озимої пшениці та їх значення в забезпеченні стабільних урожаїв. Аграрний Вісник Причорномор'я. Одеса. 1999.С.218-224.
3. Насипайко В.М. Сорт та його значення в підвищенні врожайності і поліпшенні якості продукції. Довідник з насінництва. – К.: Урожай. 1974. с.18-20.
4. Васильківський С. П., Кочмарський В. С. Селекція і насінництво польових культур: підручник. Біла Церква. 2016. 376 с.
5. Зозуля О. Л., Мамалига В. С. Селекція і насінництво польових культур. Київ, 1993. 186 с.
6. Молоцький М. Я., Бугайов В. Д., Васильківський С. П. Спеціальна селекція польових культур: Навчальний посібник. Біла Церква, 2010. 368 с.
7. Насінництво й насіннезнавство польових культур / За ред. М.М. Гаврилюка. – К.: Аграрна наука, 2007. 216 с.
8. Макрушин М.М. Насінництво. Київ, Флора, 2011.400 с.

УДК 632,4 : 633.1

## ***ПРОДУКТИВНІСТЬ РІЗНОВІКОВИХ ПОСІВІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В СТЕПУ УКРАЇНИ***

**М. Мостіпан, к. б. н., професор;**

**І. Махно, студент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Серед найважливіших зернових культур озима пшениця за посівними площами займає в Україні перше місце, а тому вважається головною продовольчою культурою [1]. Це свідчення надзвичайно великого господарського значення цієї культури. Без перебільшення її можна назвати найціннішою продовольчою культурою багатьох країн Світу.

Основне призначення озимої пшениці – забезпечення людей хлібом і хлібобулочними виробами. Пшеничний хліб характеризується високими смаковими якість, а своєю заживністю й перетравністю набагато переважає хліб із борошна інших зернових культур.

Для одержання високих та сталих урожаїв озимої пшениці досить важливе значення мають своєчасні строки сівби, які залежать від сортових особливостей, погодних умов, запасів вологи, типів ґрунту, якості посівного матеріалу та інших факторів. Відхилення від оптимальних строків спричиняє втрати урожаю зерна озимої пшениці [2,3].

Однією з причин зниження врожайності при відхиленні від строків сівби є неоднакова зимостійкість різновікових рослин [4].



При визначенні термінів сівби виходять з того, що на період припинення вегетації озимі повинні добре розпуститися, мати 3-4 розвинутих стебла і знаходитися наприкінці другого – початку третього етапу органогенезу. Для цього необхідно, щоб рослини восени вегетували 55-60 днів і за цей період набрали близько 500°C ефективних температур. Важливим при цьому є стан посівів на час припинення осінньої вегетації [5, 6].

Строки сівби озимих культур в значній мірі впливають на сприятливість сортів до хвороб, що в свою чергу позначається на урожайності [7].

Головна мета наших досліджень полягала у визначенні реакції сорту пшениці озимої Шпалівка на строки сівби після при висіванні її після гороху та соняшнику. Сівбу досліджуваного сорту після кожного попередника проводили у чотири строки з 10 вересня по 2 жовтня з інтервалом 7-8 днів. Обліки та спостереження впродовж вегетації здійснювали за загальноприйнятими методиками.

Отримані результати досліджень підтверджують положення про те, що сорти пшениці озимої реагують на місце у сівозміні та строки сівби. Вплив цих агротехнічних факторів виявляється в особливостях росту та розвитку рослин, біометричних показниках рослин та посівів впродовж вегетації, у різній врожайності та якості отриманого врожаю.

Розміщення сорту Шпалівка після різних попередників дозволило виявити специфічну реакцію цього сорту на строки сівби. Якщо прийняти тезу про те, що рівень відповідності умов оточуючого середовища біологічним вимогам рослин пшениці озимої відповідає рівню отриманого врожаю, то при розміщенні цього сорту після попередника горох, де сформувалася вища врожайність в обидва роки порівняно з попередником соняшник, але реакція сорту на строки сівби була більш чіткішою саме за кращих умов існування рослин.

У 2022 році врожайність сорту Шпалівка у досліджуваних варіантах після соняшнику змінювалася від 5,06 до 55,58 т/га, а після гороху – від 4,01 до 6,45 т/га. При цьому при зміщенні строків сівби з 10 вересня на 2 жовтня врожайність після соняшнику істотно зменшувалася з 5,58 до 5,06 т/га ( $НІР_{05}=0,21$ ). Найбільш високою вона була при першому строковій сівби і найнижчою – при останньому. Після гороху виявлена прямопротилежна залежність. Чим пізніше проводилася сівба тим вищою була врожайність. Так, при сівбі 10 вересня врожайність становила 4,01, а при сівбі 2 жовтня вона зросла до 6,52 т/га ( $НІР_{05}=0,31$ ). До цього слід додати, що врожайність у варіантах після гороху з сівбою 25 вересня та 2 жовтня згідно результатів статистичного аналізу істотно не різнилася між собою. Тобто при сівбі 25 вересня та 2 жовтня формувалася максимальна врожайність цього сорту.

У 2023 році після обох попередників сівба 17 вересня та 25 вересня забезпечувала істотно вищу врожайність сорту Шпалівка порівняно з сівбою 10 вересня та 2 жовтня. Так, після соняшнику при сівбі 17 вересня та 25 вересня врожайність відповідно становила 4,98 та 5,01 т/га тоді сівба у ранні строки зменшувала врожайність до 4,71 т/га, а у більш пізні 2 жовтня до 3,97 т/га. Після гороху показники врожайності у цьому році були вищими, але найбільш висока врожайність сформувалася у варіантах з сівбою 17 та 25 вересня і вона відповідно становила 5,33 та 5,49 т/га. При більш ранній сівбі вона зменшилася до 5,15 т/га, а пізнішій 2 жовтня – до 4,66 т/га ( $НІР_{05}=0,28$ ).

Отже спираючись на результати досліджень можна вважати, що сорт Шпалівка виявляє реакцію на строки сівби. До того ж вона може залежати від попередників. У середньому за роки досліджень найбільш висока врожайність цього сорту сформувалася у варіантах з сівбою 17 та 25 вересня.

## Список використаних джерел

1. Мостіпан М.І. Рослинництво. Лабораторний практикум. - Кіровоград: Лисенко В.Ф., 2015. 317 с.
2. Mostipan M., Umrychin N., Mytsenko V. The interrelation between the productivity of winter wheat and weather conditions in autumn and early spring periods in the Northern Steppe of Ukraine *Stinga Agricola. Agricultural Science*. Vol. 52(1), 2019. P. 10-16.
3. Mostipan M., Vasytkovska K., Andriienko O., Kovalov M. and Umrykhin N. (2021). Productivity of winter wheat in the northern Steppe of Ukraine depending on weather conditions in the early spring period. *Agronomy Research* 19(2), 562–573. (DOI: <https://doi.org/10.15159/AR.21.090>)

4. Мостіпан М.І., Савранчук В.В., Ліман П.Б. Особливості формування урожайності у різновікових посівах озимої пшениці в умовах північного Степу України. Зб. Наукових праць Уманського ДАУ, Умань, 2005. №59. С.34-41.
5. Mykola Mostipan Survival of winter wheat crops in the northern steppe of Ukraine scientific space in the conditions of global transformations of the modern world. Scientific monograph. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2022.P60-82.
6. Mostipan M.I., V.I.Mytsenko Water availability of winter crops and their productivity in the Northern Steppe of Ukraine New stages of development of modern science in Ukraine and Eu countries.- Riga:Publishing House “Baltija Publishing”,2019.-p.145 – 165.
7. Мостіпан М.І., Савранчук В.В., Ліман П.Б. Динаміка густоти рослин нових сортів озимої пшениці протягом вегетаційного періоду залежно від строків сівби у північному Степу України. Зб.наук. праць УДАУ, 2004. №58. С.48-56.

УДК 632,4: 633.1

### ***ВПЛИВ СТРОКІВ СІВБИ НА ЗИМОСТІЙКІСТЬ СОРТУ ДУМА ОДЕСЬКА В СТЕПУ УКРАЇНИ***

***М. Мостіпан, к. б. н., професор;***

***В. Мороз, студент***

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Пшениця озима відноситься до основних польових культур України [1]. Це культура, яка перш за все забезпечує продовольчу безпеку держави. Тому головним завданням агропромислового виробництва є збільшення рівня її врожайності та забезпечення сталих валових зборів у різні з погодними умовами роки.

Серед зернових культур першої групи рослини озимої пшениці мають найбільш тривалий період вегетації. Тому на кожному етапі розвитку рослин можлива дія як негативних факторів, які викликають зниження врожайності, так і позитивних – які поліпшують умови існування рослин і одночасно можуть нівелювати попередню негативну дію того чи іншого фактору.

В Степу України продуктивність посівів пшениці озимої визначається безліччю факторів природного походження. Починаючи з часу сівби і практично до кінця молочно-воскової стиглості зерна формування врожаю відбувається під впливом оточуючого середовища. Багатьма авторами переконливо доведена залежність рівня врожайності посівів пшениці озимої від рівня вологозабезпеченості, тривалості осінньої вегетації, тривалості та особливостей зимового періоду, часу відновлення весняної вегетації та умов весняно-літньої вегетації рослин [2, 3, 4].

Важливим у формуванні врожаю пшениці озимої є здатність її рослин адаптуватися до умов оточуючого середовища. Звичайно, що змінити умови існування рослин в полі неможливо то необхідно завдяки використанню тих чи інших агротехнічних прийомів забезпечити адаптацію рослин до дії несприятливих факторів зовнішнього середовища. Одним із таких прийомів є строки сівби [5, 6]. Виявляється, що рослини пшениці озимої різних сортів мають різну реакцію на строки сівби. Змінюючи терміни сівби ми можемо істотно змінити умови існування рослин. Тому володіння такою інформацією є надзвичайно важливим при вирощуванні пшениці озимої.

Головна мета наших досліджень полягала у визначенні зимостійкості рослин пшениці озимої сорту Дума одеська залежно від строків сівби. Польові досліді закладали по попереднику соняшник. Пшеницю висівали у п'ять строків з 10 вересня по 10 жовтня з інтервалом 7 – 8 днів. Обліки густоти стояння рослин на час припинення осінньої вегетації та

на початку її відновлення весною проводили за загальноприйнятою методикою. Показники зимостійкості визначали у відсотках як кількість рослин, що вижили впродовж зимового періоду.

Отримані результати досліджень дозволяють вважати, що зимостійкість рослин сорту Дума одеська залежить від строків сівби та погодних умов впродовж осіннього та зимового періодів. Тому для забезпечення необхідної щільності посівів сівбу пшениці озимої сорту Дума одеська необхідно проводити у певні строки.

Підрахунки густоти стояння рослин на час відновлення весняної вегетації показали, що у досліджувані роки ці показники виявилися досить ввідмінними. У 2023 році у всіх варіантах досліджуваної щільності рослин була значно меншою порівняно із 2022 роком. Показники щільності рослин у 2023 році змінювалися від 205 до 256 шт./м<sup>2</sup> тоді як у 2022 році – 208 – 284 шт./м<sup>2</sup>. Не дивлячись на це в обидва роки досліджень щільність рослин на цей час найбільшою була у варіантах з сівбою 25 вересня. У 2023 році вона становила 256 шт./м<sup>2</sup>, а у 2022 році – 284 шт./м<sup>2</sup>. Принципова відміна між роками досліджень полягала у тому, що у 2022 році зміщення строків сівби на більш ранні та дещо пізніші терміни не викликало значного зменшення щільності рослин, тоді як у 2023 році відмічалася істотне зниження щільності посівів. Так, у 2022 році зміщення сівби з 25 вересня на 17 вересня знижувало щільність рослин з 284 до 280 шт./м<sup>2</sup>, а у 2023 році таке переміщення строків сівби зменшувало кількість рослин на одиниці площі з 256 до 214 шт./м<sup>2</sup>. Спільним для обох років досліджень виявилось те, що найменша щільність посівів пшениці озимої сорту Дума одеська на час відновлення весняної вегетації була у варіантах з сівбою 10 вересня і відповідно до років досліджень становила 208 та 205 шт./м<sup>2</sup>. У варіантах досліджуваної з сівбою 10 вересня в обидва роки спостерігалася найменша густина рослин на час відновлення весняної вегетації. До того ж показники щільності у варіантах з цим строком сівби були значно нижчими порівняно з варіантами пізніх строків сівби 10 жовтня. Особливо значної ця різниця була у 2022 році. У варіанті з сівбою 10 вересня щільність рослин становила 208 шт./м<sup>2</sup> тоді як у варіанті з сівбою 10 жовтня вона була більшою на 55 шт./м<sup>2</sup>.

Рівень зимостійкості рослин пшениці озимої сорту Дума одеська залежить від строків сівби та погодних умов впродовж вегетації рослин. По-перше слід зазначити, що в обидва роки досліджень зимостійкість сорту Дума одеська була високою і у 2022 році у середньому склала 81,5%, а у 2023 році – 86,9%. Строки сівби мали специфічний вплив на зимостійкість рослин сорту Дума одеська. У 2022 році зимостійкість рослин знижувалася з переміщенням сівби з 10 вересня на 10 жовтня. При цьому зміни рівня зимостійкості під впливом строків сівби були значно меншими ніж у 2023 році. Найбільш висока зимостійкість у 2022 році відмічена при сівбі 10 вересня і вона становила 87,6%, а найменшою вона була при сівбі 2 жовтня – 78,9%. У 2023 зимостійкість рослин під впливом строків сівби змінювалася від 74,0 до 94,1%, тобто різниця між варіантами сягала 20%. Найбільш високий рівень зимостійкості відмічений за сівби 25 вересня та 2 жовтня і показники зимостійкості відповідно становили 94,1 та 93,2%. Найнижчою зимостійкістю у цьому році була при сівбі 10 вересня і становила 74,0%. При пізньому строку сівби вона була вищою, але поступалася варіантам з сівбою 25 вересня і 2 жовтня і становила 88,1%.

Отже, зимостійкість рослин сорту Дума одеська є високою і водночас може залежати від погодних умов впродовж вегетації рослин.

### Список використаних джерел

1. Мостіпан М.І. Рослинництво. Лабораторний практикум.-Кіровоград:Лисенко В.Ф., 2015. 317с.
2. Mostipan M., Umrychin N., Mytsenko V. The interrelation between the productivity of winter wheat and weather conditions in autumn and early spring periods in the Northern Steppe of Ukraine *Stinga Agricola. Agricultural Science*. Vol.52(1),2019.P.10 -16.
3. Mostipan M., Vasytkovska K., Andriienko O., Kovalov M. and Umrykhin N. (2021). Productivity of winter wheat in the northern Steppe of Ukraine depending on weather conditions in the early spring period. *Agronomy Research* 19(2), 562–573. (DOI: <https://doi.org/10.15159/AR.21.090>)

4. Mykola Mostipan Survival of winter wheat crops in the northern steppe of UKRAINE SCIENTIFIC SPACE IN THE CONDITIONS OF GLOBAL TRANSFORMATIONS OF THE MODERN WORLD. Scientific monograph. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2022. P 60-82.
5. Mostipan M.I, V.I.Mytsenko Water availability of winter crops and their productivity in the Northern Steppe of Ukraine New stages of development of modern science in Ukraine and Eu countries.- Riga:Publishing House “Baltija Publishing”,2019.-p.145 – 165.

УДК 633.11: 631.8

### **ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ПІЗНІХ ПОСІВІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В ПІВНІЧНОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ**

**М. Мостіпан, к. б. н., професор**  
*Центральноукраїнський національний технічний університет*

У формуванні врожаю польових культур в тому числі і пшениці озимої важливе місце належить факторам оточуючого середовища. Температура повітря, вміст вологи у ґрунті, тривалість дня та інші фактори природного походження мають істотний вплив на ріст та розвиток рослин пшениці озимої, що в кінцевому результаті відображається у рівні продуктивності посівів.

Серед агротехнічних прийомів вирощування пшениці озимої строки сівби найбільш істотно можуть змінювати умови існування рослин. Тому за своєю дією на формування врожаю вони переважають дію інших факторів включаючи навіть застосування добрив [1].

В північному Степу України погодні умови осіннього періоду не завжди є сприятливими для отримання своєчасних сходів пшениці озимої. Тому у такі роки врожайність пшениці озимої залежить від погодних умов ранньовесняного періоду [2]. Чим раніше відновлюється весняна вегетація рослин пшениці озимої тим вищою є врожайність посівів. Пізнє відновлення вегетації наприкінці березня чи навіть початку квітня викликає істотне зниження продуктивності посівів. В окремі роки за пізнього відновлення весняної вегетації може відмічатися навіть повна загибель слабкорозвинутих посівів [3].

Рослини пшениці озимої є надто вимогливими до умов мінерального живлення. Переконаливим свідченням цього є рівень врожайності посівів пшениці озимої на бідних ґрунтах. Для формування 1 т зерна та відповідної кількості соломи рослини засвоюють із ґрунту 25-35 кг азоту, 11-13 кг фосфору, 20 – 27 кг калію та 3 кг сірки. Потреба рослин в мікроелементах є меншою становить 5 г бору, 82 г марганцю, 270 г заліза та 60 г цинку [4]. Зростання рівня врожайності супроводжується збільшенням кількості споживання елементів живлення на формування врожаю. Проте для досягнення високої врожайності важливо не лише створити необхідний рівень вмісту доступних елементів живлення у ґрунті, а й забезпечити необхідне співвідношення між азотом, фосфором та калієм, яке має бути 1,5:1:1 [5].

Сучасні еколого-адаптивні технології вирощування пшениці озимої у різних ґрунтово-кліматичних зонах передбачають використання мінеральних добрив у науково-обґрунтованих нормах, які б дозволяли розкрити потенційні можливості того чи іншого сорту. Ці норми перш за все враховують вміст доступних елементів живлення у ґрунті, погодні умови впродовж вегетації рослин та інші фактори. Тому у зонах з посушливими умовами перевагу надають основному внесенню добрив, а у зонах більш зволжених практикують дробне їх застосування. Впершу чергу це відноситься до азоту. Не дивлячись на те, що азот засвоюється рослинами пшениці озимої впродовж всієї вегетації але фізіологічні потреби істотно різняться у різні періоди росту та розвитку рослин. Обґрунтовано, що в осінній період рослини

засвоюють не більше 14% азоту від загальної його кількості. Тому надмірне азотне живлення восени, особливо в умовах достатнього зволоження може мати негативний вплив на ріст та розвиток рослин. До того ж не виключаються великі його втрати [6].

Для підвищення продуктивності посівів пшениці озимої в сільськогосподарському виробництві практикують проведення різних підживлень макро- та мікроелементами, обприскування посівів стимуляторами росту та іншими фізіологічно активними речовинами [7].

Головна мета наших досліджень полягала у визначенні ефективності прикореневого та позакореневого підживлень пізніх посівів пшениці озимої та розробці рекомендацій сільськогосподарському виробництву по підвищенню їх продуктивності. Пшеницю озиму висівали у три строки: 5 та 25 жовтня після соняшнику. На природному фоні та на фоні підживлення  $N_{33}$  по мерзло-талому ґрунті розміщували чотири варіанти: без позакореневого підживлення; позакореневе підживлення карбамідом у нормі  $N_8$ ; позакореневе підживлення мікродобривом Тітон злаки у нормі 2 л/га; позакореневе підживлення  $N_8$  + мікродобриво у нормі Тітон злаки у нормі 2 л/га. Позакореневе підживлення проводили у середині фази весняного кушіння.

Отримані результати досліджень переконливо свідчать, що використання прикореневого та позакореневого підживлень дозволяє істотно підвищити продуктивність пізніх посівів пшениці озимої. Але при цьому слід пам'ятати, що погодні умови впродовж вегетації рослин пшениці озимої можуть мати значно більший вплив на формування врожаю пізніх посівів пшениці ніж проведення підживлень. Переконливим свідченням цього є значні коливання рівня врожаю одноівкових посівів пшениці озимої у різні роки, а також істотні його зміни під впливом строків сівби. Врожайність посівів з сівбою 2 жовтня у різні роки змінювалася від 4,41 до 6,56 т/га, а посівів з сівбою 25 жовтня – 2,74-4,39 т/га. Зміщення сівби з 5 жовтня на 25 жовтня знижувало врожайність пшениці озимої на 0,4-2,17 т/га.

Прикореневе підживлення азотними добривами у нормі  $N_{33}$  в усі роки досліджень за обох строків сівби сприяло істотному підвищенню продуктивності. У 2018 році за сівби 5 жовтня під впливом прикореневого підживлення врожайність зростала з 6,29 до 6,82 т/га, а при сівбі 25 жовтня – з 4,05 до 4,72 т/га ( $НІР_{05}=0,10$ ). У 2019 році при першому строковій сівбі врожайність збільшилася з 4,08 до 4,74 т/га, а при другому строковій – з 2,51 до 2,97 т/га. У 2020 році прикореневе підживлення за сівби 5 жовтня збільшувало врожайність з 4,37 до 5,18 т/га, а при сівбі 25 жовтня – з 4,20 до 4,56 т/га ( $НІР_{05}=0,19$ ).

Дія позакореневого підживлення, як свідчать отримані результати досліджень, істотно залежала від погодних умов впродовж вегетації рослин пшениці озимої та строків сівби. У 2018 році за сівби 25 жовтня жоден із досліджуваних препаратів використаних для позакореневого підживлення на обох фонах не мав істотного впливу на формування врожаю. Водночас при сівбі 2 жовтня на фоні прикореневого підживлення всі досліджувані форми позакореневого підживлення істотно підвищували врожайність. Прибавка врожаю становила у межах 0,14 – 0,27 т/га ( $НІР_{05}=0,13$ ). За цього ж строку сівби на природному фоні лише проведення підживлення азотними добривами у нормі  $N_6$  забезпечувало істотний приріст врожаю.

У 2019 році, коли врожайність пшениці озимої була найменшою за всі роки досліджень, проведення позакореневого підживлення за обох строків сівби та обох фонів живлення істотно підвищувало врожайність. При цьому простежується чітко виражена залежність. Поєднання азотного підживлення  $N_6$  та Тітон злаки у нормі 2л/га забезпечувало найбільш високу прибавку врожаю. Так, за сівби 5 жовтня на природному фоні прибавка врожаю під впливом зазначеного поєднання збільшувало врожайність на 0,42 т/га тоді як роздільне застосування цих форм підживлення збільшувало врожайність на 0,28-0,32 т/га ( $НІР_{05} = 0,07$ ).

В умовах 2020 року лише поєднання  $N_6$  та Тітон злаки у нормі 2л/га за обох строків сівби та фонів живлення сприяло істотному збільшенню врожайності посівів пшениці озимої. Приріст врожаю становив від 0,34 до 0,46 т/га ( $НІР_{05}=0,24$ ). Проведення підживлення  $N_6$  за жодного застосування не мало істотного впливу на зміну врожайності посівів пшениці озимої.

У середньому за роки досліджень за сівби 5 жовтня найбільш високу врожайність отримали у варіанті з прикореневим підживленням азотними добривами у нормі  $N_{33}$  та проведенням позакореневого підживлення  $N_6$  + Тітон злаки у нормі 2 л/га. Вона склала 5,72 т/га проти 4,73 т/га у варіанті без підживлень та 5,40 у варіанті лише з проведенням позакореневого підживлення. Тотожні показники отримані і за сівби 25 жовтня. Найбільш високу врожайність 4,24 т/га забезпечило проведення прикореневого та позакореневого підживлення  $N_6$  + Тітон злаки.

Отже, отримані результати досліджень дозволяють вважати, що для підвищення врожайності пізніх посівів пшениці озимої доцільно проводити прикореневе підживлення азотними добривами у нормі  $N_{33}$  та обприскувати посіви у середині фази весняного кушіння сумішшю  $N_6$  + Тітон злаки у нормі 2 л/га.

### Список використаних джерел

1. Mostipan M., Vasytkovska K., Andriienko O., Kovalov M. and Umrykhin N. (2021). Productivity of winter wheat in the northern Steppe of Ukraine depending on weather conditions in the early spring period. *Agronomy Research* 19(2), 562–573. (DOI: <https://doi.org/10.15159/AR.21.090>)
2. Mostipan M., Umrychin N., Mytsenko V. The interrelation between the productivity of winter wheat and weather conditions in autumn and early spring periods in the Northern Steppe of Ukraine// *Stinga Agricola. Agricultural Science*. Vol.52(1),2019.P.10 -16.
3. Mostipan M.I., Mytsenko V.I. Water availability of winter crops and their productivity in the Northern Steppe of Ukraine// *New stages of development of modern science in Ukraine and Eu countries.- Riga:Publishing House “Baltija Publishing”*,2019.-p.145 – 165.
4. Каленська С.М., Шевчук О.Я., Дмитришак М.Я., Козяр О.М., Демидась Г.Ш. Рослинництво: підручник. – К. 2005. 502 с.
5. Лихочвор В.В. Мінеральні добрива та їх застосування. –Львів:Українські технології, 2008.109с.
6. Городній Г.М. Агрохімія :Підручник. –К.: Арістей. 2008. 933с.
7. Мостіпан М.І. Умрихін Н.Л., Гульванський І.М. Урожайність посівів озимої пшениці залежно від способів підживлення в північному Степу України. Українські чорноземи. Науково-практичний посібник. 2016. Т. 1. С.235-236.

УДК 635. 656 6 : 631.8

### ***ОЦІНКА СОРТІВ КАПУСТИ КОЛЬРАБІ В ПІВНІЧНОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ***

**Є. Щербина, к. с-г. н., ст. викладачка;**

**В. Патлаченко, студент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Овочі є цінними продуктами харчування для людини. Вони містять вуглеводи, білки, вітаміни, ферменти, ефірні олії та інші цінні органічні речовини. Комплекс мінеральних солей, які містять у своєму складі фосфор, сірку, кальцій, калій, йод та інші є життєво необхідними для нормального протікання фізіологічних процесів у клітинах людини. В своєму складі вони містять вітаміни А, В, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, С, Р, РР, дефіцит яких можуть спричинити складні порушення обміну речовин людини. Велику цінність мають ароматичні речовини, що впливають на їх смакові властивості [1-3]. Окремі овочі завдяки вмісту фітонцидів знищують шкідливі об'єкти, а тому їх споживають як лікувальні засоби. Важливою складовою багатьох овочів є мікроелементи. Вони стимулюють ріст та розвиток, розвиток та обмін речовин у клітинах. Відомо, що близько 15 % добового раціону людини повинно складатись із різних овочів. В середньому річне споживання овочів для однієї людини становить 134 кг. При цьому основна їх частка близько 70% повинно споживатися у свіжому вигляді [4, 5].

Забезпечення продовольчої безпеки держави є головним завданням агропромислового комплексу України, оскільки виробництво продуктів харчування є головною умовою життя людини. Овочівництво є провідною галуззю сільськогосподарського виробництва. Воно забезпечує людей свіжими продуктами харчування. Оскільки витрати праці на вирощування овочів є великими і складають близько 1000 людино-годин на 1 га, то це в певній мірі обмежує можливості населення споживати овочі в необхідних кількостях. Тому одним із пріоритетних завдань овочівництва є пошук ефективних шляхів здешевлення виробництва овочевої продукції.

Одним із головних факторів формування високої продуктивності посівів овочевих культур є використання сучасних сортів та високогетерозисних гібридів. Селекціонери у всіх країнах постійно працюють над створенням нових більш продуктивніших сортів, які б одночасно мали вищу якість отриманої продукції [6].

Головна мета наших досліджень полягала у розробці рекомендацій сільськогосподарському виробництву по ефективному використанню сортів капусти кольрабі. Дослідження проведені у фермерському господарстві “Патлаченка П” Кропивницького району Кіровоградської області впродовж 2022 та 2023 роках. Вирощували 4 сорти капусти кольрабі, які створені у різних країнах. Сорт Сніжана та Фея створений селекціонерами України, сорт Делікатесна біла виведений у Німеччині, а сорт Віденська біла має чеське походження. В якості стандартного сорту використовували сорт Сніжана.

Отримані результати досліджень свідчать, що рослини досліджуваних сортів капусти кольрабі характеризуються різними біометричними показниками у фазу утворення стеблоплоду та технічної стиглості. Висота рослин у фазу утворення стеблоплоду у досліджуваних сортів капусти кольрабі становила від 26,7 до 31,1 см. Більш високорослішими були рослини сортів Фея та Віденська біла. Їх висота відповідно становила 31,1 та 30,9 см. Висота рослин стандартного сорту у цю фазу була на рівні 26,7 см. Діаметр розетки листків досліджуваних сортів також був різним у досліджуваних сортів. Рослини сорту Віденська біла мали найбільший діаметр розетки листків у фазу утворення стеблоплоду. У середньому за роки досліджень цей показник склав 43,3 см проти 38,3 см у стандартного сорту Сніжана. Сорт Делікатесна біла мав близькі показники діаметру розетки листків до стандартного сорту.

У фазу утворення стеблоплоду його діаметр у досліджуваних сортів становив від 2,8 до 3,1 см. Найбільшим діаметр стеблоплоду на час цього обліку мали рослини сорту Віденська біла тоді як інші три досліджувані сорти мали близькі показники діаметру стеблоплоду. Рослини досліджуваних сортів капусти кольрабі у фазу утворення стеблоплоду мали різну його вагу. Найбільша вага стеблоплоду була у сортів Віденська біла та Сніжана і відповідно становила 15,9 та 14,6 г. Сорти Фея та Делікатесна біла мали вагу стеблоплоду під час цього обліку на рівні 13,4 – 13,8 г.

У фазу технічної стиглості висота рослин досліджуваних сортів капусти кольрабі становила від 35,2 до 46,0 см. Найбільшу висоту мали рослини сорту Віденська біла, а найменшу – сорту Сніжана. Висота рослин у сортів Фея та Делікатесна біла відповідно становила 41,3 та 39,8 см. Діаметр розетки листків досліджуваних сортів порівняно збільшився з фазою утворення стеблоплоду і становив від 61,1 до 88,1 см. Найбільший діаметр розетки листків мали рослини сорту Віденська біла, а у сорту Сніжана вона була на 27 см меншою і становила 61,1 см. Сорти Фея та Делікатесна біла мали близькі показники діаметру розетки листків у фазу технічної стиглості. Показники діаметру стеблоплоду у фазу технічної стиглості у досліджуваних сортів був у межах 7,2 – 7,5 см, тобто значної різниці між досліджуваними сортами не виявлено. Кількість листків у фазу технічної стиглості у досліджуваних сортів змінювалася від 13,5 до 16,5 штук на одну рослину. Більшу кількість листків мали рослини сортів вітчизняної селекції, а сорти зарубіжної селекції були менш облиствені. Вага стеблоплоду у досліджуваних сортів капусти кольрабі у фазу технічної стиглості становила від 213,2 до 282,5 г. Найбільшу вагу мали стеблоплоди рослин сорту Віденська біла, а найменшу – сорту Фея.

Обліки врожаю стеблоплодів досліджуваних сортів капусти кольрабі показали, що сорти по різному реагували на погодні умови впродовж вегетації рослин, а тому показники врожайності виявилися різними. У 2022 році врожайність всіх досліджуваних сортів капусти кольрабі була меншою порівняно з 2023 роком. Більш високу врожайність сформував сорт Делікатесна біла. Його врожайність склала 8,4 т/га проти 8,2 т/га у стандартного сорту Сніжана. Найменшу врожайність у 2022 році отримали у сорту Віденська біла. Вона склала 7,1 т/га. У 2023 році врожайність досліджуваних сортів становила від 8,7 до 16,3 т/га. Найбільш високу врожайність сформував сорт Віденська біла. Вона склала 16,3 т/га, що на 5,0 т/га більше ніж у стандартного сорту. Сорт Делікатесна біла також сформував вищу врожайність ніж стандартний сорт. У середньому за два роки досліджень найбільш високу врожайність отримали у сорту Віденська біла. Вона склала 11,7 т/га.

### **Список використаних джерел**

1. Щербина Є.В., Васильковська К.В., Андрієнко О.О., Мостіпан М.І. Залежність продуктивності капусти кольрабі від густоти розміщення рослин. Аграрні інновації. – Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2023. – Вип. 20. С. 76-81. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.20.12>
2. Черенок Л.Г. Капуста.. – Київ.: Урожай, 1997. 224с.
3. Барабаш О.Ю. Овочівництво: Підручник. – К: Вища школа.1994. 374с.
4. Колтунов В.А. Технологія зберігання продовольчих товарів: Лабораторний практикум. – Київ. нац. торг.-екон. ун-т. 2002. 340 с.
5. Toivonen P. M. A. Benefits of combined treatment approaches to maintaining fruit and vegetable quality. – 2009. Vol. 3. P. 58–64.
6. Жук О.Я., Сич З.Д. Насінництво овочевих культур : Навчальний посібник. Вінниця : Глобус-ПРЕС. 2011. 450 с.

УДК 633.16 : 632.9

## ***ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОТРУЙНИКІВ НАСІННЯ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО В СТЕПУ УКРАЇНИ***

**О. Гелевера, к. г. н., доцент;  
О. Омельченко, студент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Ячмінь належить до числа найдавніших рослин земної кулі [1]. Розкопки показують, що він поряд з пшеницею був відомий ще в кам'яному віці. Початком окультурення ячменю вважається X і навіть XV тисячоліття до нашої ери. Найдавніші знахідки ячменю виявлено на території Туреччини, Іраку, Ірану. З доісторичних часів його вирощували в Греції, Італії, Китаї. В Європу ячмінь поширився з Малої Азії у IV – III тисячоліттях до н.е. У той же період, а можливо і раніше, ячмінь почали вирощувати на території сучасної України.

Мінімалізація та спрощення систем вирощування, зокрема обробітку ґрунту та догляду за посівами, скорочення обсягів застосування пестицидів, а також недотримання технологічних умов вирощування культур призводять до виникнення епіфітотій, масового розвитку фітопатогенних організмів, і це відчутно позначається на кількісних та якісних показниках урожаю. Розвиток та розмноження, і поширення комах – фітофагів, а також збудників хвороб залежить і регулюються кліматичними, ґрунтовими умовами та діяльністю людини (підбір сортів, сівозміна, агротехніка, обробка посівів) [2, 3].

Головна мета наших досліджень полягала у визначенні ефективності нового протруйника Ларімар при вирощуванні ячменю ярого. Дослідження проведені впродовж 2022 та 2023 років. Дослід одно факторний. Висівали сорт ярого ячменю Водограй. Дослід



включав 5 варіантів. Перший варіант контроль. У другому варіанті насіння перед сівбою обробляли протруйником Діксіл. У третьому та четвертому варіантах насіння обробляли протруйником Ларімар у нормі відповідно 0,4 та 0,5 л/т. У п'ятому варіанті проводили інкрустацію насіння NaKMЦ у нормі 0,2 л/т та протруйником Ларімар у нормі 0,4 л/т. Технологія вирощування ячменю ярого розроблена в інституті сільського господарства Степу НААН [4]. Обліки та спостереження впродовж вегетації рослин проводили за методиками Інституту захисту рослин НААН.

Отримані результати досліджень показують, що використання протруйників насіння Діксіл та Ларімар впливає на розповсюдженість хвороб у посівах ярого ячменю, а відповідно на ріст та розвиток його рослин, що відображується у рівні врожайності.

Обліки розповсюдження хвороб у посівах ячменю ярого показали, що використання Діксіл та Ларімар зменшує враження рослин хворобами у період від появи сходів до початку кушення. У контрольному варіанті розвиток кореневих гнилей та бактеріозу відповідно становив 8,9 та 2,6 %. У варіантах з протруєнням насіння він був меншим. Розвиток кореневих гнилей у варіанті з використання Діксілу склав 5,25, а бактеріозу 1,12 %. У варіантах де для обробки насіння використовували протруйник Ларімар розвиток обох хвороб був значно меншим порівняно з варіантом, де в якості протруйника використовували Діксіл. Проте найменшим він був у варіанті де використовували протруйник Ларімар та NaKMЦ для інкрустації насіння. Розвиток кореневих гнилей становив 3.1 %, а бактеріозу лише 0,6%.

Фунгіцидна дія досліджуваних протруйників проявлялася і у більш пізні фази росту та розвитку рослин ярого ячменю. Зокрема обліки у фазу трубкування показали, що розповсюдженість хвороб у посівах ярого ячменю збільшилася порівняно з попередніми фазами. У контрольному варіанті розповсюдженість кореневих гнилей досягла 9,4 %, а іржі – 6,9 %.

Розповсюдженість хвороб у варіантах з використанням протруйників була значно меншою. Так, у варіанті з використанням протруйника Ларімар у нормі 0,4 л/т розповсюдженість кореневих гнилей становила 3,7 тобто була меншою майже у три рази. Найменшою розповсюдженість всіх хвороб відмічена у варіанті з проведенням інкрустації насіння та використання протруйника Ларімар. Так, розповсюдженість кореневих гнилей становила 2,5% проти 9,4% у контрольному варіанті, бактеріозу 1,75 проти 3,7%, а ринхоспоріозу 1,0 проти 3,1%.

Зменшення розвитку хвороб у посівах ярого ячменю під впливом протруйників позитивно вплинуло на елементи структури врожаю ярого ячменю. Вимірювання висоти рослин у тверду стиглість зерна показало, що у варіантах з використанням протруйників рослини були вищими порівняно з контрольним варіантом. Це досить переконливий показник, що свідчить про позитивну дію протруйників на ріст та розвиток рослин. У варіантах з використанням протруйників була більшою і густина рослин на час збирання врожаю. У контрольному варіанті вона складала 3,44 млн. шт./га, а у варіантах з використанням Ларімар 3,7 – 3,74 млн. шт./га. Під впливом протруйників підвищувалася кількість зерен в колосі та маса 1000 зерен. Найбільш висока маса 1000 зерен сформувалася у варіанті з використанням NaKMЦ та протруйника Ларімар і склала 35,2 г проти 32,9 г у контрольному варіанті.

Обліки врожаю показали, що у всі роки досліджень використання протруйника Ларімар істотно підвищувало врожайність ярого ячменю. Не дивлячись на те, що погодні умови оточуючого середовища можуть чинити значний вплив на формування врожаю[5]. У 2022 році прибавка внаслідок застосування протруйників була істотною і становила 12,6 – 13,5 ц/га при  $HP_{05} = 2,8$  ц/га. У 2023 році прибавка врожаю під впливом протруйника Ларімар становила 5,9 – 7,7 ц/га. У середньому за роки досліджень найбільш висока врожайність ярого ячменю отримана у варіанті з використанням протруйника Ларімар у нормі 0,4 л/т та проведенням інкрустації насіння за допомогою NaKMЦ. Вона склала 33,7 ц/га, що на 10,4 ц/га більше порівняно з контрольним варіантом.

Отже, використання протруйника Ларімар у нормі 0,4 л/т разом із NaKMЦ є високоефективним прийомом підвищення продуктивності посівів ячменю ярого.

### Список використаних джерел

1. Мостіпан М.І. Рослинництво. Лабораторний практикум. -Кіровоград :Лисенко В.Ф., 2015. 317 с.
2. Новиков М. В., Шпаков Д. А. Захист польових культур. К.: Урожай. 1986. 319 с.
3. Субін В.С., Олефіренко В.І. Інтегрований захист рослин: підручник. – К.: Вища освіта. 2004. 336 с.
4. Савранчук В.В., Семеняка І.М., Мостіпан М.І, Пікаш Л.П. Науково-обґрунтована система ведення агропромислового виробництва в Кіровоградській області. - Кіровоград. 2005. 263 с.
5. Mostipan M., Vasytkovska K., Andriienko O., Kovalov M. and Umrykhin N. (2021). Productivity of winter wheat in the northern Steppe of Ukraine depending on weather conditions in the early spring period. Agronomy Research 19(2), 562–573. (DOI: <https://doi.org/10.15159/AR.21.090>)

УДК 635. 656 6: 631.8

### **ПРОДУКТИВНІСТЬ КАПУСТИ КОЛЬРАБІ ЗА РІЗНИХ СТРОКІВ ВИРОЩУВАННЯ В ПІВНІЧНОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ**

**Є. Щербина**, к. с-г. н., ст. викладачка;

**В. Патлаченко**, студент

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Капуста кольрабі (*Brassicaoleraceaevar. Gongylodes L.*) належить до родини капустяні (*Brassicaceae*) [1]. Вчені вважають, що культурні форми капусти кольрабі появились у країнах східної частини середземноморського басейну. У XVIII ст. європейські форми капусти кольрабі почали культивувати на території України. Сьогодні капусту кольрабі широко вирощують країни Європи, Китай, США та Канада. Більш сприятливі умови для росту та розвитку рослин капусти кольрабі є в північних областях України [2-4].

Більшість вчених схиляються до думки про те, що капуста кольрабі походить листкових мозкових сортотипів капусти. К.Лінней вважав капусту кольрабі як різновид *Brassica oleraceae gongylodes (L.)*. Лише англійський ботанік Джордж Джерард у 1597 році виділив капусту кольрабі як окремий рід[4].

Завдяки своєму унікальному хімічному складу капуста кольрабі отримала назву «північний лимон». Високий вміст сухих речовин на рівні 9-12% тавелика кількість цукрів (до 7%) визначає високу харчову та дієтичну цінність капусти кольрабі. Цим вона принципово відрізняється від інших видів капусти і особливо підвищеним вмістом сирого білка та мінеральних солей кальцію, калію, магнію та фосфору [6].

Вміст вітаміну С у стеблоплодах становить 35-70мг% . Крім вітаміну С, стеблоплоти капусти кольрабі містять тіамін, рибофлавін, ніацин та каротин. За їх кількістю капуста кольрабі значно переважає білоголову капусту. Тому вживання кольрабі в їжу позитивно впливає на функції органів травлення, особливо печінки, жовчного міхура, шлунково-кишкового тракту, а також на нервову систему. Клітковина капусти кольрабі здатна виводити із організму холестерин. Тому вона відіграє важливу роль у профілактиці і лікуванні атеросклерозу. Енергетична цінність кольрабі дещо вища білоголової капусти і становить 42 ккал/100 г.

Крім стеблоплодів певну харчову цінність мають листки ранньої та літньої капусти кольрабі. До того ж вміст мінеральних речовин та вітамінів у листках є більшим ніж у стеблоплодах. Так, в стеблоплоті в середньому міститься близько 50 мг% вітаміну С, то в

листях 115, каротину в стеблоплоді дуже мало (0,15 мг%), а в листях 5 мг%. Подібна залежність спостерігається і за вмістом мінеральних речовин.

Висока харчова цінність капусти кольрабі дозволяє споживати її людиною з дитячих років до глибокої старості[6].

Найкорисніше вживати кольрабі в сирому вигляді. Тому важливо забезпечити конвеєрне її виробництво.

Головною метою наших досліджень було вивчення продуктивності капусти кольрабі за різних строків вирощування. Дослідження проведені впродовж 2022 та 2023 років у селянському фермерському господарстві “Патлаченка П.А.” Кропивницького району Кіровоградської області. Капусту кольрабі сорту Сніжана вирощували у три строки: висадка розсади у період з 1 по 10 травня; висадка розсади у період з 20 по 31 травня; висадка розсади у період з 10 по 20 червня. Обліки та спостереження впродовж вегетації рослин проводили за загальноприйнятими методиками.

Проведення фенологічних спостережень за ростом та розвитком рослин капусти кольрабі показали, що її вирощування за різних строків впливає на тривалість окремих міжфазних періодів та загальну тривалість періоду вегетації рослин. При першому та другому строкові вирощування початок формування наступав через 74 дні, тоді як при другому строкові – через 58 днів. Загальна тривалість періоду вегетації при першому та другому строкові вирощування була майже однакова і становила відповідно 110 та 111 днів, а при другому строкові він був значно коротшим і у середньому за роки досліджень склав 84 днів.

У фазу технічної стиглості рослини різних строків вирощування різнилися між собою за біометричними показниками. Найбільш високорослими у цю фазу були рослини при першому строкові вирощування. Їх висота становила 42,2 см проти 39,8 см при другому строкові вирощування і 33,6 см – при третьому строкові. Подібна залежність спостерігалася і за показником діаметру розетки листків у фазу технічної стиглості. Діаметр листків при першому та другому строкові вирощування був значно більшим порівняно зі третім строком. При третьому строкові діаметр розетки листків склав 45 см проти 70,9 та 69,8 см відповідно при першому та другому строкові. Маса стеблоплоду у фазу технічної стиглості за різних строків вирощування становила від 249,2 до 315,7 см. Найбільш ваговиті стеблоплоди утворювалися при другому строкові вирощування. Їх вага у середньому за роки досліджень склала 315,7 г. Вага стблоплодів при першому та третьому строкові була меншою і становила відповідно 261,0 та 249,2 г.

Обліки врожаю показали, що погодні умови у роки проведення досліджень та строки вирощування впливали на врожайність капусти кольрабі. За всіх строків вирощування врожайність у 2022 році була вищою порівняно з 2023 роком. У середньому врожайність капусти кольрабі у 2022 році склала 9,3 т/га, а у 2023 році – 8,4 т/га, що на 0,9 т/га є меншим. У 2022 році врожайність капусти кольрабі була найбільшою при першому строкові вирощування і становила 10,8 т/га, а при другому та третьому строкові вона відповідно зменшувалася до 9,9 та 7,2 т/га. У 2023 році врожайність стеблоплодів капусти кольрабі зменшувалася з 10,1 т/га при першому строкові вирощування до 6,7 т/га при третьому строкові вирощування. У середньому за два роки досліджень найбільш висока врожайність стеблоплодів капусти кольрабі отримана при першому строкові вирощування. Вона склала 10,4 т/га. Найменша врожайність отримана при третьому строкові і вона становить 7,0 т/га.

Отже проведені дослідження дозволяють вважати, що найбільш висока врожайність капусти кольрабі в умовах північного Степу України формується при вирощуванні її при першому строкові з висадкоюрозсади у період з 1 по 10 травня.

### **Список використаних джерел**

1. Щербина С.В., Васильковська К.В., Андрієнко О.О., Мостіпан М.І. Залежність продуктивності капусти кольрабі від густоти розміщення рослин. Аграрні інновації. – Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2023. – Вип. 20. С. 76-81. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.20.12>

2. Jones R. B., Faragher J. D., Winkler S. A review of the influence of postharvest treatments on quality and glucosinolate content in broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) heads. *J. Postharvest Biology and Technology*. 2006. Vol. 41. P. 1–8.
3. Овочівництво в 2 ч. Теоретичні основи овочівництва та культивування споруди / В.І. Лихацький, Ю.Є. Бургарт, В.Д. Васякович, За ред. В.І. Лихацького. К.: Урожай, 1996. 304 с.
4. Сич З. Д., Бобось І. М. Сортовивчення овочевих культур: навч. посібник. Київ: Нілан-ЛТД, 2012. 578 с.
5. Барабаш О. Ю., Гутиря С. Т. Капустяні культури. Київ: Вища шк., 2006. 93 с.
6. Сучасні технології в овочівництві / За ред. К.І. Яковенка. – Харків: ІОБ УААН, 2001. 128с.
7. Рубін В. Ф., Вітанов Д. Р. Капуста. Вид. 4-те, перероб. і доп. Київ: Урожай, 1973. С. 64.

УДК 631.847.211

## ***ВПЛИВ ПОПЕРЕДНИКІВ НА ФОРМУВАННЯ БУЛЬБОЧОК НА КОРЕНЯХ РОСЛИН СОЇ В СТЕПУ УКРАЇНИ***

**М. Мостіпан**, к. б. н., професор;

**С. Плахотній**, студент

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Серед зернобобових культур важливе місце займає соя [1]. Цінність цієї культури визначає унікальний хімічний склад зерна сої. Воно одночасно містить у своєму складі велику кількість білків та жирів. При цьому білки мають свої особливості, що визначає надзвичайно широке використання зерна сої. Воно використовується не тільки як високобілкова зернофуражна чи харчова культура (з неї виробляють більше 400 видів продуктів), а і як сировина для інших галузей промисловості. Вона широко використовується в текстильній, парфумерній, фармацевтичній, целюлозно-паперовій, поліграфічній промисловості [2, 3].

Соя серед інших зернобобових культур вирізняється великою азотфіксуючою здатністю. Бактерії на коренях сої за сприятливих умов можуть зв'язувати велику кількість азоту із повітря. За оцінками різних вчених обсяги симбіотичної азотфіксації рослинами сої оцінюються на рівні 90-150 кг/га. Тому в ґрунті України щорічно може надходити близько 200 тисяч т. біологічно засвоєного азоту [4].

Симбіотична активність сої значною мірою залежить від багатьох факторів. Вони мають як природне так і агротехнічне походження. Серед факторів агротехнічного походження велике значення мають попередники, строки сівби, умови мінерального живлення рослин, застосування рістрегулюючих речовин, гербіцидів, тощо. Із природних факторів найбільш значний вплив мають вологість ґрунту та температура оточуючого середовища [5, 6].

Для збільшення виробництва сої в Кіровоградській області, та і в Україні в цілому, в першу чергу, необхідно передбачити розширення і концентрацію посівів цієї культури в польовій сівозміні. Проте такий захід може мати певні наслідки на фітосанітарний стан посівів у сівозмінах. Потребують вирішення також питання вдосконалення технології вирощування сої.

Головна мета наших досліджень полягала у встановленні впливу попередників на формування бульбочок на коренях рослин сої у ланках сівозмін з різним ступенем її насичення. Дослідження проведені впродовж 2022 та 2023 років в модельних сівозмінах побудованих ланками сівозмін із 5 полів, де була різна ступінь насичення соєю. Обліки кількості та маси бульбочок на коренях рослин сої проведені за загальноприйнятими методиками. Технологія вирощування сої розроблена в Інституті сільського господарства Степу НААН [7].

Отримані результати досліджень переконливо свідчать, що збільшення частки сої у ланках сівозміни з 20 до 100 % збільшує кількість та масу бульбочок на коренях рослин сої. Так, якщо частка сої становила 20 % у ланці сівозміни то у середньому за роки досліджень на коренях рослин сої у фазу бутонізації утворювалося 12,8 штук бульбочок у середньому на одну рослину. Якщо соя висівається по сої кількість бульбочок у цю фазу розвитку, що утворюється на коренях рослин сої становила 49,8 шт, що майже у чотири рази більше порівняно з ланкою, де частка сої становила лише 20%. У фазу цвітіння рослин кількість бульбочок на коренях рослин сої була значно більшою. У різних ланках їх кількість становила від 87,5 до 148,3 шт./рослину. У ланці сівозміни, де частка сої становила 20% кількість бульбочок, що сформувалися на коренях рослин сої становила 89,3 штук на одну рослину. У ланці із повним насиченням соєю їх кількість склала 148,3 штук.

Обліки маси бульбочко на коренях рослин сої також засвідчили вплив насичення ланок сівозміни соєю на цей показник. Так, у ланці сівозміни, де частка сої становила лише 20% маса бульбочок на коренях рослин сої у середньому склала 0,58 г тоді як у ланці із 100% насичення соєю їх маса збільшилася до 1,02 г/рослину. У фазу цвітіння збільшилася маса бульбочок на коренях рослин сої. Така залежність простежувалася у всіх досліджуваних нами ланках сівозміни. Але ступінь насичення ланок сівозміни соєю не мало такого чітко вираженого впливу на масу бульбочок на коренях рослин сої. Так, у досліджуваних ланках вага бульбочок на коренях рослин сої становила 1,89 – 2,13 г.

Попередники сої у ланках сівозмін з різним ступенем її насичення також впливали на кількість та масу бульбочок на коренях рослин сої. У середньому за роки досліджень у фазу бутонізації та цвітіння найбільша кількість бульбочок на коренях рослин сої утворювалася при розміщенні сої після кукурудзи на зерно. Їх кількість відповідно до зазначених фаз розвитку рослин сої становила 51,2 та 112,2 штук на рослину. Після такого попередника як озима пшениця кількість була значно меншою і відповідно становила 14,8 та 65,9 штук/рослину. Після попередника соя чисельність бульбочок на коренях рослин сої була більшою ніж після озимої пшениці але меншою порівняно з попередником кукурудза на зерно. Подібні залежності нами отримані і за показниками маси бульбочок на коренях рослин сої. Найбільша маса бульбочок формувалася після попередника кукурудза на зерно і становила у фазу бутонізації 0,83 г, а у фазу цвітіння – 2,68 г. Після озимої пшениці ці показники виявилися нижчими і відповідно становили 0,38 та 1,54 г.

Отже проведені дослідження дозволяють стверджувати, що насичення сівозмін соєю та попередники впливають на формування бульбочок на коренях рослин сої.

### Список використаних джерел

1. Мостіпан М.І. Рослинництво. Лабораторний практикум.-Кіровоград:Лисенко В.Ф., 2015. 317с.
2. Shepilova T., Mostipan M., Petrenko D., Vasylykowska K. (2020) The influence of sowing time and micro-fertilizers on soybean productivity in the northern steppe of Ukraine. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 26(4). 787-792. (URL: <https://www.agrojournal.org/26/04-12.pdf>)
3. Розвадовський А. М. Зернобобові культури в інтенсивному землеробстві / А. М. Розвадовський . К. : «Урожай», 1990. 173 с.
4. Лещенко А.К. Культура сої в Україні. - Видавництво Української академії сільськогосподарських наук: К, 1962. 324с.
5. Мостіпан М.І., Горшков Д.Ю./ Вплив мінеральних добрив і мікробних препаратів на формування листової поверхні сої у сівозмінах з різним ступенем її насичення// Вісник Степу:Науковий збірник-Вип.7. Кіровоград: Код, 2010. С, 14-18.
6. Шимс С.О., Горшков Д.Ю., Мостіпан М.І., Машенко Ю.В. Вплив насичення соєю у польових сівозмінах на формування симбіотичного апарату на її коренях. Матеріали XLV наукової конференції студентів і магістрантів та XLII наукової конференції викладачів та аспірантів “Наука виробництву”. – Кіровоград:КНТУ, 2011. 3 с.
7. Савранчук В.В., Семеняка І.М., Мостіпан М.І, Пікаш Л.П. Науково-обґрунтована система ведення агропромислового виробництва в Кіровоградській області. - Кіровоград. 2005.263 с.

## **ВПЛИВ СТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ НА ФОРМУВАННЯ БІОМЕТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПОСІВІВ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО В СТЕПУ УКРАЇНИ**

**М. Мостіпан**, к. б. н., професор;

**Б. Ругало**, студент

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Ячмінь – найстародавніша зернова культура [1]. Доведено, що центром походження його є Передня Азія (Туреччина, Іран, Ірак, Сирія та Північний Афганістан). Із цих країн посіви ярого ячменю поширилися в інші частини Світу.

Велика роль у підвищенні продуктивності сільськогосподарських культур належить регуляторам росту рослин [2, 3]. Їх застосування надає можливість спрямовано регулювати найважливіші процеси в рослинному організмі, найповніше реалізувати потенційні можливості сорту, закладені в геномі природою та селекцією.

Регуляторам росту властивий комплексний вплив на фізіолого-біохімічні процеси, що протікають у рослинах, а в господарському відношенні це виявляється у збільшенні урожайності, підвищенні стійкості рослин до несприятливих умов довкілля та поліпшенні якості продукції [4].

Отримані результати досліджень переконують в існуванні надто специфічної взаємодії досліджуваних регуляторів росту з біолого-генетичними властивостями рослин озимої пшениці та умовами оточуючого середовища, що в кінцевому результаті відображається на рівні продуктивності посівів озимої пшениці.

Особливого значення набуває можливість за допомогою регуляторів росту підвищувати стійкість рослин до уражень хворобами і фітопатогенними мікроорганізмами. За даними Інституту захисту рослин, застосування регуляторів росту спільно з пестицидами для протруєння насіння озимої пшениці показало, що РРР сприяють формуванню непатогенного оточення в зоні росту рослин, їх кращому виживанню в критичні періоди, зменшенню фітотоксичної дії пестицидів.

Головна мета наших досліджень полягала у визначенні ефективності нових стимуляторів росту для передпосівної обробки насіння ячменю ярого. Дослідження проведені продовж 2022 – 2023 років. Висівали сорт ячменю ярого Святомихайлівський. Дослідження проведені в одному факторі і включав шість варіантів. Перший варіант – контроль, насіння обробляли водою із розрахунку 10 л/т. У другому варіанті використовували Емістим С, третьому і – Гумат калію, четвертому – Кінактив Інішіал, п'ятому – Аміностим, шостому – Кайші. Для обробки насіння використовували рекомендовані виробником норми. Технологія вирощування розроблена в Інституті сільського господарства Степу НААН [5].

Отримані результати показали, що досліджувані нами стимулятори росту чини комплексний вплив на ріст та розвиток рослин ячменю ярого. Про це свідчать обліки та спостереження, які були проведені впродовж вегетації рослин. Починаючи із появи сходів і до збирання врожайності біометричні показники посівів ячменю ярого у варіантах із передпосівною обробкою насіння стимуляторами росту відрізнялися від посівів у контрольному варіанті.

Підрахунки густоти стояння рослин у фазу повних сходів засвідчили, що використання всіх досліджуваних нами стимуляторів росту для обробки насіння збільшувало густоту сходів за рахунок підвищення польової схожості насіння. Така залежність простежувалася в обидва роки досліджень. У середньому за два роки досліджень польова схожість насіння у варіантах досліду становила у межах 81,5 – 85,5%. Найвищою вона виявилася у варіанті з використанням Аміностиму і склала 85,5%, що на 4,0% більше ніж у контрольному варіанті. Високою також була польова схожість насіння у варіанті з використанням Гумату калію. Вона склала 84,8%. Серед досліджуваних стимуляторів росту найнижчу польову схожість насіння забезпечило

використання такого стимулятора росту як Кайші. Польова схожість насіння у варіанті з його використанням у середньому за роки досліджень склала 82,9%.

Під впливом досліджуваних стимуляторів росту рослини ячменю ярого краще кущилися, що відобразилося у показниках кущистості рослин на початку фази трубкування. При цьому слід зазначити, що у 2023 році кущистість рослин була дещо вищою ніж у 2022 році. Ймовірною причиною цього є тривала прохолодна весна, що сприяло цьому процесу. Найбільш висока кущистість рослин отримана у варіанті з використанням Аміностим. У середньому за роки досліджень вона склала 2,79 шт./рослину тоді як у контрольному варіанті – 2,31 штук.

Під впливом стимуляторів росту збільшувалася висота рослин. Якщо у контрольному варіанті висота рослин у фазу цвітіння у середньому за роки досліджень склала 64,5 см, то у варіантах із використанням стимуляторів росту – 66,4-71,3 см. Але при цьому рослини не виявляли схильності до вилягання.

Обліки елементів структури врожаю показали, що впливом стимуляторів росту підвищувалася щільність продуктивного стеблостою, продуктивна кущистість рослин, вага зерен з одного колосу та маса 1000 зерен. У середньому за роки досліджень найбільша щільність продуктивного стеблостою на час збирання врожаю склала у варіанті з Аміностимом та Гуматом калію. Вона відповідно склала 423,5 та 414 шт./м<sup>2</sup> проти 369,5 у контрольному варіанті. У цих же варіантах була найбільш висока продуктивна кущистість рослин вона становила 1,32 та 1,3 штук стебел на рослини. У контролі – 1,22 штук. Найбільша маса зерен з одного колосу виявилася у варіанті з Емістимом і цей показник становив 0,83 г проти 0,69 г у контрольному варіанті. Використання Аміностиму забезпечило формування найбільшої ваги 1000 зерен – 41,4 г.

Отже, використання досліджуваних стимуляторів росту впливало на ріст та розвиток рослин ячменю ярого, що відобразилося у зміні біометричних показників рослин та посівів.

### **Список використаних джерел**

1. Мостіпан М.І. Рослинництво. Лабораторний практикум. - Кіровоград:Лисенко В.Ф., 2015. 317 с.
2. Синицький С.Л., Гульванський І.М., Мостіпан М.І. Ефективність комплексного застосування регуляторів росту та позакоренових підживлень рослин озимої пшениці азотними добривами. Охорона родючості ґрунтів, 2017. вип. 3.
3. Синицький С.Л., Гульванський І.М., Мостіпан М.І. Ефективність використання регуляторів росту при вирощуванні соняшнику. Агроекологічний журнал. 2008. С. 36-39.
4. Мостіпан М.І., Шепілова Т.П., Ковальов М.М. Якісні показники зерна пшениці озимої залежно від добрив та агростимуліну в Північному Степу України. Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. Сільськогосподарські науки. Вип. 110. Видавничий дім «Гельветика», 2019. С. 120-127.
5. Савранчук В.В., Семеняка І.М., Мостіпан М.І., Пікаш Л.П. Науково-обґрунтована система ведення агропромислового виробництва в Кіровоградській області. - Кіровоград. 2005.263 с.

УДК 633.55 : 631.547

## ***ВРОЖАЙНІСТЬ ЦУКРОВОЇ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ В СТЕПУ УКРАЇНИ***

**Є. Щербина**, к. с-г. н., ст. викладачка;

**Я. Тактаров**, студент

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Кукурудзу є представником однорічних рослин роду *Zea* виду *Mays* родини злакових (тонконігових) [1, 2]. Це Відноситься до перехреснозасильних рослин. Її вважають універсальною продовольчою культурою. Потреби в харчових підвидах кукурудзи, зокрема розлусної, цукрової, крем'янистої, крохмалистої як в усьому світі, так і в Україні останнім часом все більше зростають.

У харчовій промисловості та споживання у свіжо відвареному вигляді, консервування та заморожування зерен молочної та молочно-воскової стиглості в основному використовується цукрова кукурудза (*Zea mays L. saccharata Sturt*).

В зерні стиглої цукрової кукурудзи міститься найменша кількість крохмалю – 25-27%, але багато водорозчинних полісахаридів (19-31%). Білків – більше, ніж в крохмалистих підвидах кукурудзи – 11,2-16,1%. В умовах півдня України за даними Семеняки І.М. [3], вміст цукру в зерні цукрової кукурудзи у фазі молочного стану сягав 18,6-23,4% сухої речовини, а кількість нітратів була в 1,4-2,0 рази менша від гранично допустимої концентрації.

Підвищувати продуктивність цукрової кукурудзи шляхом поліпшення умов живлення кукурудзи можливо двома шляхами: правильною системою обробітку ґрунту, яка сприяє мобілізації поживних речовин, і внесенням добрив. Але вносити їх слід помірними дозами з врахуванням вмісту в ґрунті основних поживних елементів, біотипів гібридів і густоти рослин [4].

Водночас, за результатами досліджень поживного режиму ґрунту динаміки накопичення основних елементів живлення рослинами, їх винесення і споживання на одиницю врожаю в умовах зрошення Молдови, встановлено, що провідним для цукрової кукурудзи є азот [5]. При цьому встановлено, що споживання основних елементів живлення цукровою кукурудзою залежало від застосування добрив. Так, без застосування добрив цукрова кукурудза використовувала для утворення однієї тони сухої речовини 11,7-12,5 кг азоту, 5,2-9,9 кг фосфору і 14,9-16,9 кг калію, а на фоні добрив N<sub>120</sub>P<sub>90</sub> – відповідно 15,0-15,2, 5,5-6,9 і 15,2-19,2 кг/т. Для формування однієї тони зерна молочної стиглості цукрова кукурудза споживала на не удобреному фоні 18,7 кг азоту, 8,8 кг фосфору і 25,2 кг калію, а на удобрених ділянках – 24,2, 11,0 і 24,2 кг відповідно [6].

Головна мета наших досліджень полягала у визначенні ефективності мінеральних добрив при вирощуванні цукрової кукурудзи. Дослідження проведені впродовж 2022 – 2023 років. Висівали сорт Апетитна. Дослід включав 5 варіантів. Контроль без добрив. В наступних варіантах вносилися мінеральні добрива у різні строки та з різними нормами.

Внесення мінеральних добрив в умовах 2022 року майже не впливало на настання фаз росту та розвитку рослин кукурудзи. В 2023 році відмічено незначне подовження періоду вегетації рослин у варіантах з внесенням добрив порівняно до контрольного варіанту. Так, у контрольному варіанті повна молочна стиглість настала 14 вересня, а у варіантах з добривами 16 вересня тобто на 2 дні пізніше.

Але внесення мінеральних добрив впливало на біометричні показники рослин цукрової кукурудзи. У варіантах з добривами у всі періоди висота рослин була вищою порівняно з контрольним варіантом. Так, у фазу цвітіння висота рослин у контрольному варіанті становила 152 см, а у варіантах з добривами від 162 до 176 см. Висота прикріплення качанів також підвищувалася при внесенні мінеральних добрив. У контрольному варіанті качани кріпилися на висоті 52 см, а у варіантах з добривами – 58-66 см. Під впливом мінеральних добрив зростала площа листової поверхні. У контрольному варіанті площа листків однієї рослини становила 0,23 м<sup>2</sup>, а найбільшою була у варіанті з внесенням N<sub>33</sub> під культивування та N<sub>10</sub>P<sub>10</sub>K<sub>10</sub> при сівбі і становила 0,33 м<sup>2</sup>.

Внесення мінеральних добрив змінювало структуру врожаю. Кількість товарних качанів у варіантах з добривами була більшою ніж у контрольному варіанті. У варіантах з добривами цей показник становив 88-95 штук. Маса одного качана найбільшою була у четвертому варіанті і становить 206 г проти 161 г у контрольному варіанті. Вихід кондиційних качанів у контрольному варіанті становив 64 % тоді як у варіантах з добривами від 66 до 72 %. Маса кондиційних качанів під впливом добрив збільшувалася з 108 г до 139 г у четвертому варіанті.

В обидва роки досліджень внесення мінеральних добрив істотно підвищувало врожайність качанів. У 2022 році найбільша врожайність відмічена у четвертому варіанті склала 92,3 ц/га проти 61,7 ц/га у контрольному варіанті. НІР становить 6,6 ц/га. У 2023 році найбільша врожайність качанів отримана у третьому та четвертому варіантах і склала 75,9 та



79,4 ц/га проти 55,6 ц/га у контрольному варіанті. У середньому за два роки досліджень найбільшу врожайність забезпечило внесення N<sub>33</sub> під культивуацію та N<sub>10</sub> P<sub>10</sub> K<sub>10</sub> при сівбі. Врожайність качанів склала 86,3 ц/га проти 58,6 ц/га у контрольному варіанті.

Розрахунки економічної ефективності показують, що внесення мінеральних добрив збільшує витрати на вирощування кукурудзи. У контрольному варіанті витрати становлять 39823 грн/га, а у варіантах з добривами 43423-46203 грн./га. Умовно чистий дохід у варіантах з добривами є значно більшими ніж у контрольному варіанті. Найбільший умовно чистий дохід забезпечило внесення N<sub>33</sub> під культивуацію та N<sub>10</sub>P<sub>10</sub>K<sub>10</sub> при сівбі. Він склав 104902 грн./га. Рівень рентабельності у цьому варіанті становить 285,1%.

Тому сільськогосподарським підприємствам, що вирощують цукрову кукурудзу рекомендуємо вносити N<sub>33</sub> під культивуацію та N<sub>10</sub>P<sub>10</sub>K<sub>10</sub> при сівбі. Це забезпечує врожайність на рівні 86,3 ц/га, а рівень рентабельності становить 227,4%.

### **Список використаних джерел**

1. Мостіпан М.І. Рослинництво. Лабораторний практикум.-Кіровоград:Лисенко В.Ф., 2015. 317 с.
2. Андрієнко О.О., Васильковська К.В., Андрієнко А.Л. Реакція гібридів кукурудзи на зміну густоти стояння рослин у північному степу України. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва, Вип. 96 Ч. 1, 2020. С. 635-651. (DOI: <https://doi.org/10.31395/2415-8240-2020-96-1-635-651>)
3. Семеняка І.М. Біологічні особливості та ефективність вирощування цукрової кукурудзи на зрошуваних землях Присивашся: Автореф. дис. ... канд. с.-г. наук; 06.01.09 – рослинництво .Ін-т зернового господарства. Дніпропетровськ, 1996. 16 с.
4. Марущак А.М., Хомовський І.Д., Хомовий М.М. Особливості технології вирощування цукрової кукурудзи в південно-західному Лісостепу. Зб. наук. пр. Подільської державної аграрно-технічної академії. 2003. Вип.11. С.67-68.
5. Fritz D., Michalsky F. Zuckermais - ein Gemuse mit Zukunft. Mais. - 1986. № 14. Н.2. 40-44.
6. Семеняка І.М. Особливості агротехніки цукрової кукурудзи на зрошуваних землях сухого степу України. Матеріали 2-ї конференції викладачів кафедри загального землеробства КДТУ. Кіровоград, 1999.

УДК 633.854.78: 631.559.2

### ***ВПЛИВ ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ КУКУРУДЗИ В СТЕПУ УКРАЇНИ***

**М. Мостіпан, к. б. н., професор;  
О. Хитрий, студент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Для багатьох країн Світу кукурудза є основною зерною культурою [1, 2]. Вона вирощується у різних ґрунтово-кліматичних зонах. Її унікальний хімічний склад зерна та надзвичайно великі потенційні можливості до формування потужної надземної біологічної маси дозволяють використовувати кукурудзу як для отримання зерна так і зеленої маси. За своїми можливостями до синтезу органічних речовин кукурудза займає перше місце серед всіх зернових культур [3].

При зрідженому стоянні рослини не повністю використовують поживні речовини і вологу із ґрунту. Це веде до зниження врожайності. Проте індивідуальна продуктивність може бути дуже високою. По мірі збільшення густоти стояння рослин збільшується урожай надземної маси і зерна, але до певної межі. Подальше збільшення густоти стояння рослин веде до зниження урожаю. При сильному загущенні рослини затіняють та пригнічують одне одного. Через мірно загущені посіви більше уражаються фузаріозом, диплодіозом, кукурудзяним метеликом [4].

При оптимальній густоті стояння рослин в найбільш повній мірі проявляється

корисна продуктивність рослин. Ефективно використовуються запаси вологи та поживних речовин ґрунту. Тим самим забезпечується висока фотосинтетична діяльність листків.

Вчені Інституту зернового господарства НААН пропонують, що на час збирання в районах достатнього зволоження потрібно розміщувати на 1 гектарі 40 -60 тис. рослин. Гібриди, що характеризуються високорослістю, міцним розвитком, дають більш високий урожай при меншій густоті стояння рослин. Низькорослі та скоростиглі гібриди дають більшу врожайність при більшій густоті. У скоростиглих гібридів густина посівів рослин має бути вищою на 20-25%. У пізньостиглих рослин навпаки на 15-20% меншою [5].

Сталі та високі врожаї кукурудзи забезпечуються при слідуєчій густоті рослин: середньоранні – 45-50; середньоспілі – 40-45; середньопізні – 35-40 тис./га. Якщо впроваджується зрошення чи добре удобрене поле то густина рослин може бути більшою на 20-30%.

Гібриди у яких рослини пізньостиглі сіють з більшою площею живлення, а ранньостиглі гібриди чи низькорослі – з меншою.

Польові дослідження по вивченню впливу густоти стояння рослин на продуктивність кукурудзи проводили впродовж 2022-2023 років. Висівали гібрид вітчизняної селекції ДН-Дніпро. Досліджувана густина стояння рослин кукурудзи на час збирання врожаю у варіантах досліду становила 40; 60; 80 та 100 тисяч рослин на гектар. Обліки та спостереження впродовж вегетації рослин проводили за загальноприйнятими методиками.

Умови росту та розвитку рослин кукурудзи у роки досліджень дещо різнилися між собою. Особливістю 2023 року виявилось те, що восени 2022 року випала значан кількість опадів, що створила добрі запаси вологи у глибоких шарах ґрунту, що мало позитивний вплив на формування врожаю кукурудзи. Разом з тим температурний режим повітря у травні 2023 року був не зовсім сприятливим для росту та розвитку рослин кукурудзи. Такі різні умови на наш погляд дозволили виявити особливості реакції гібриду кукурудзи ДН – Дніпро на формування врожаю.

Проведення фенологічних спостережень дозволило нам виявити ряд залежностей у проходженні рослинами фаз росту та розвитку залежно від густоти стояння рослин. При цьому погодні умови у роки досліджень різнилися, а тому і вплив був дещо змінювався. Але головна залежність все ж таки простежувалася. Збільшення густоти рослин на одиниці площі у 2022 році викликало подовження періоду вегетації рослин кукурудзи гібриду ДН Дніпро. У варіанті з густиною стояння 40 тисяч тривалість періоду вегетації склала 117 днів, а у варіанті з густиною стояння 100 тисяч на гектар він подовжився до 124 днів. Тобто він виявився тривалішим на сім днів.

Подібні можна казати результати досліджень отримані і в наступному році. Тривалість періоду від сходів до 4 листка із загущенням посівів зменшувалася з 33 днів до 29 днів. Така сама залежність нами виявлена і до настання молочної та молочно воскової стиглості. Тобто у загущених посівах ці фази наступали дещо раніше. Проте починаючи із воскової стиглості процес дозрівання із загущенням посівів уповільнювався. Тому у посівах із густиною 40 тисяч рослин воскова стиглість наступила через 113 днів, а у загущених посівах – на три дні пізніше. В цілому тривалість всього періоду вегетації у посівах з більшою густиною стояння рослин виявилася більшою. У четвертому варіанті тривалість періоду вегетації склала 126 днів, а у варіанті з густиною 40 тисяч – 119 днів.

Обліки врожаю показали, що густина стояння впливала на врожайність гібриду ДН Дніпро. У 2022 році найбільш висока врожайність на рівні 85,3 ц/га отримана у варіанті з густиною стояння 60 тисяч штук на 1 гектарі. У 2023 році у цьому варіанті також була найбільша врожайність і склала 89,7 ц/га. У середньому за два роки досліджень найбільш висока врожайність 87,5 ц/га отримана у варіанті з густиною стояння 60 тисяч рослин на 1 гектарі.

Таким чином можна вважати, що найбільш висока врожайність зерна кукурудзи гібриду ДН Дніпро формується за густоти стояння посівів кукурудзи на рівні 60 тисяч тук на одному гектарі.

## Список використаних джерел

1. Мостіпан М.І. Рослинництво. Лабораторний практикум. - Кіровоград: Лисенко В.Ф., 2015.- 317 с.
2. Андрієнко О.О., Васильковська К.В., Андрієнко А.Л. Реакція гібридів кукурудзи на зміну густоти стояння рослин у північному степу України. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва, Вип. 96 Ч. 1, 2020. С. 635-651. (DOI: <https://doi.org/10.31395/2415-8240-2020-96-1-635-651>)
3. Рослинництво. Зінченко О.І., Самойленко В.Н., Білоножко М.А. Аграрна освіта, Київ 2001.
4. Маласай В.М. Підходи щодо оцінки якості насіння кормових культур / Насінництво кормових культур в сучасних умовах господарювання. К.: Нора – прінт. 1999. С.74-75.
5. Веселовський І.В., Гудзь В.П., Каніберда В.М. та ін. Основи агрономії. К.: Урожай. 1981. 171 с.
6. Савранчук В.В., Семеняка І.М., Мостіпан М.І, Пікаш Л.П. Науково-обґрунтована система ведення агропромислового виробництва в Кіровоградській області. - Кіровоград. 2005.263 с.

УДК 633.16: 631.527

## **ВРОЖАЙНІСТЬ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСУВАННЯ ІНСЕКТИЦИДІВ В СТЕПУ УКРАЇНИ**

**Є. Щербина**, к. с-г. н., ст. викладачка;

**Р. Хлевицький**, студент

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Ячмінь належить до числа найдавніших рослин земної кулі [1]. Розкопки показують, що він поряд з пшеницею був відомий ще в кам'яному віці. Початком окультурення ячменю вважається X і навіть XV тисячоліття до нашої ери. Найдавніші знахідки ячменю виявлено на території Туреччини, Іраку, Ірану. З доісторичних часів його вирощували в Греції, Італії, Китаї. В Європу ячмінь поширився з Малої Азії у IV-III тисячоліттях до н.е. У той же період, а можливо і раніше, ячмінь почали вирощувати на території сучасної України. У країнах Америки ячмінь молода культура, яку завезли переселенці з Європи у XVI-XVIII століттях.

Розробкою методів боротьби зі збудниками хвороб почали займатися ще в Стародавній Греції, де почали застосовувати сірку 2500 років тому. Хоча проблемами захисту рослин займалися ще стародавні вчені і філософи, але наукове обґрунтування хімічного методу захисту нараховує лише близько 150 років. В 1885 році проти борошнистої роси винограду вперше застосували бордоську рідину, потім одночасно із препаратами міді широко використовували неорганічні й органічні препарати сірки [2].

Початком розвитку хімічного методу захисту вважають застосування у 1867 році в США паризької зелені проти колорадського жука. Це був перший хімічний інсектицид. З тих пір яких тільки хімічних речовин не використовувало людство, щоб позбутися «небажаних гостей на рослинах» [3].

У кінці XIX – на початку XX століття це були високотоксичні сполуки миш'яку, ртуті, цинку, фтору, міді, пізніше придумали менш токсичні для людей речовини. Вважалося, що кращим захистом від шкідників є випалювання стерні, переорювання її, зміна культури та надранній висів культури. Ці заходи використовуються і в наші часи разом з хімічними препаратами. Але пізніше доведено, що випалювання стерні є шкідливими для верхнього шару ґрунту в якому знаходиться гумус. Разом зі шкідниками спалюються і корисні мікроорганізми.

Одним із важливих чинників одержання високих і стабільних врожаїв ярого ячменю є раціональна система інтегрованого захисту від шкідників, потенційні втрати від яких становлять в середньому 8-10% і навіть 50-60% в окремі роки.

Дослідження, виконанні рядом авторів, демонструють чітку залежність фотосинтетичної продуктивності посівів зернових культур, у тому числі й ярого ячменя від

низки агротехнічних факторів: попередників, норм удобрення, сортових особливостей культури і в тому числі хімічних засобів проти шкідливих організмів [4, 5].

Головна мета наших досліджень полягала у вивченні впливу інсектицидів на формування врожаю ячменю ярого в Степу України. Дослідження проведені впродовж 2022 – 2023 років. Польовий дослід включав 4 вваріанти. Перший варіант – контроль, в якому інсектициди не застосовувалися. Другий варіанта – обприскування посівів інсектицидом Бі-58 у нормі 1,2 л/га. Третій варіант – обприскування посівів інсектицидом Кононір Доу у нормі 0,06 кг/га. Четвертий варіант – обприскування посівів інсектицидом Фосорган Доу у нормі 1,0 л/га. Обліки шкідників у посівах ячменю ярого проводили за загальноприйнятими методиками. Технологія вирощування ячменю ярого, що застосовувалася у варіантах дослідів розроблена в Інституті сільського господарства Степу НААН [6].

Обліки чисельності шкідників у посівах ячменю ярого показали, що застосування інсектицидів зменшувало чисельність шкідників. Водночас у контрольному варіанті їх кількість продовжувала збільшуватися. На третій день після обприскування посівів технічна ефективність застосування інсектицидів була різною по відношенню до різних видів шкідників. Так, у середньому за два роки досліджень технічна ефективність досліджуваних інсектицидів по відношенню до цикад склала від 29,8 до 56,2 %. Більш високі показники були характерними для інсектициду Фосорган Доу. По відношенню до клопів технічна ефективність була вищою у всіх досліджуваних інсектицидів за виключенням Фосорган Доу. За два роки досліджень технічна ефективність широко відомого інсектициду Бі-58 становила 60,2%. Високу технічну ефективність досліджувані інсектициди на третій день виявили також по відношенню до п'явиць та трипсів. Але показники технічної ефективності досліджуваних препаратів по відношенню до трипсів виявилися вищими. На 14 день показники технічної ефективності були вищими. Так, по відношенню до цикад застосування Кононір Доу технічна ефективність склала 96,4%. Дещо нижчою технічна ефективність до цього шкідника виявлена в інсектициду Фосорган Доу і у середньому за роки досліджень склала 94,2%. По відношенню до інших шкідників показники технічної ефективності інсектициду Фосорган Доу також були досить високими. Так, по відношенню до клопів технічна ефективність цього інсектициду склала 98,4%, а до трипсів – 97,4%.

Знищення шкідників у посівах ячменю ярого позитивно впливало на формування врожаю посівами ячменю ярого. Позитивна дія досліджуваних інсектицидів на формування врожаю виявлена в обидва роки досліджень. У 2022 році прибавка врожаю внаслідок застосування інсектициду Бі-58 становили 2,1 ц/га. При застосуванні інсектицидів Кононір Доу та Фосорган Доу прибавка врожаю виявилася вищою і становила відповідно 2,7 та 4,5 ц/га. У 2023 році врожайність ячменю ярого була вищою порівняно з 2022 роком. Застосування інсектициду Бі-58 сприяло підвищенню врожайності на 3,7 ц/га, а інсектицидів Кононір Доу та Фосорган – 5,0 ц/га. У середньому за два роки досліджень найбільш високу прибавку врожаю забезпечило застосування інсектициду Фосорган Доу. Вона склала 4,75 ц/га.

## Список використаних джерел

1. Мостіпан М.І. Рослинництво. Лабораторний практикум.-Кіровоград:Лисенко В.Ф., 2015. 317 с.
2. Інтегрована система захисту зернових культур від шкідників, хвороб та бур'янів, /За ред. А.К. Ольховської-Буркової, Ж.П. Шевченко. К.: Урожай, 1990. 280 с.
3. Субін В.С., Олефіренко В.І. Інтегрований захист рослин: підручник. К.: Вища освіта, 2004. 336с.
4. Федоренко В.П., Лісовий М.П., Сігарьова Д.Д., Кирик М.М.Захист рослин: здобутки і перспективи. Карантин і захист рослин. - 2006. № 12. С. 1-3.
5. Бублик Л.І., Васечко Г.І., Васильев В. П. Довідник із захисту рослин. та ін. / за ред. М. П. Лісового – К.: Урожай, 1999. 711 с.
6. Савранчук В.В., Семеняка І.М., Мостіпан М.І, Пікаш Л.П. Науково-обґрунтована система ведення агропромислового виробництва в Кіровоградській області. - Кіровоград. 2005.263 с.

## **ЕФЕКТИВНІСТЬ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В СТЕПУ УКРАЇНИ**

**М. Мостіпан**, к. б. н., професор;

**В. Шевцов**, студент

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Озима пшениця є основною сільськогосподарською культурою України. Її посівні площі в Україні сягають близько 7-8 млн. га. Основні посіви зосереджені у степовій зоні [1].

Проблема підвищення урожайності та якості зерна озимої пшениці є однією із найбільш важливих та актуальних для сільськогосподарських підприємств. Пов'язано це із великим попитом на світовому ринку на зерно озимої пшениці. Тому науково-дослідні установи та агрономи-технологи приділяють велику увагу розробці нових екологічно адаптованих технологій або ж окремих високоефективних прийомів підвищення урожайності озимої пшениці.

Продукційний процес рослин озимої пшениці є надто складним і залежним від багатьох факторів в тому числі і природнього походження. Значний вплив мають також агротехнічні прийоми, які входять до складу тієї чи іншої технології.

Особливо велике значення для формування врожаю озимої пшениці мають умови живлення рослин. Мінеральні та органічні добрива мають комплексний вплив на ростові процеси рослин, а відповідно і на продукційний їх процес. На сьогоднішній день проведено безліч досліджень щодо норм та строків використання мінеральних добрив. Проте проблема до кінця не вирішена.

В останній час селекціонерами створені нові сорти озимої пшениці, які суттєво відрізняються від раніше розповсюджених перш за все своїми біологічними властивостями та нормою реакції на ті чи інші агротехнічні прийоми в тому числі і використання мінеральних добрив.

Головна мета наших досліджень полягала у визначенні ефективності мінеральних добрив при вирощуванні пшениці озимої за різних строків сівби. Польові дослідження проводили впродовж 2022 та 2023 років. Дослід двофакторний. Фактором А є строк сівби: 10 та 25 вересня. Фактор В – добрива. Досліджувалося три варіанти: 1 – без добрив; 2 - N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>, 3 - N<sub>70</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>. Обліки та спостереження впродовж вегетації рослин проводили за загальноприйнятими методиками. Технологія вирощування пшениці озимої розроблена в Інституті сільського господарства Степу НААН [2].

Отримані результати досліджень переконливо свідчать, що використання мінеральних добрив при вирощуванні пшениці озимої має комплексний вплив на ріст та розвиток рослин, що в кінцевому результаті позитивно відображається у рівні врожайності та якості отриманого врожаю.

Підрахунки щільності стеблостою посівів у фазу твердої стиглості зерна показали, що внесення мінеральних добрив за обох строків сівби збільшувало кількість продуктивних колосів на одиниці площі. Так, за сівби 10 вересня у варіанті без добрив кількість продуктивних колосів у середньому за роки досліджень склала 500 шт./м<sup>2</sup> тоді як у варіанті з внесенням N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> їх кількість зросла до 543 шт./м<sup>2</sup>. Подальше збільшення норми мінеральних добрив до N<sub>70</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> сприяло зростанню щільності продуктивного стеблостою до 621 шт./м<sup>2</sup>. У варіантах з сівбою 25 вересня показники щільності продуктивного стеблостою були вищими і становили від 523 до 614 шт./м<sup>2</sup>. Чим більшою була норма внесення мінеральних добрив тим вищою була щільність продуктивного стеблостою.

Внесення мінеральних добрив за обох строків сівби збільшувало кількість зерен в колосі. Це простежувалося за обох с років сівби. Так, за сівби 10 вересня внесення мінеральних добрив збільшувало кількість зерен в колосі з 38 штук у варіанті без добрив до 40 шт у варіантах з

внесенням мінеральних добрив. При другому строковій сівбі внесення мінеральних добрив у нормі  $N_{70}P_{60}K_{60}$  підвищувало кількість зерен в одному колосі до 42 штук. Маса зерен з одного колосу також збільшувалася внаслідок внесення мінеральних добрив. За сівби 10 вересня внесення мінеральних добрив у нормі  $N_{70}P_{60}K_{60}$  збільшувало вагу зерен з одного колосу з 1,19 до 1,25 г. При сівбі 25 вересня найбільша вага зерен з одного колосу формувалася у варіанті з внесенням мінеральних добрив  $N_{45}P_{45}K_{45}$  і становила 1,28 г проти 1,18 г у варіанті без добрив.

Добре відомо, що строки сівби та внесення мінеральних добрив мають істотний вплив на формування врожаю пшениці озимої [3, 4]. Але дія строків сівби може залежати від багатьох факторів оточуючого середовища [5]. Отримані результати досліджень також свідчать про те, що строки сівби мають значний вплив на формування врожаю і до того ж ефективність використання мінеральних добрив визначається строком сівби. В умовах 2022 року ефективність використання добрив була вищою. Прибавка врожаю за першого строку сівби становила 8,4 – 12,1 ц/га, а за другого – 6,1 – 9,3 ц/га. У 2023 році використання мінеральних добрив істотно збільшувало врожайність пшениці озимої за обох строків сівби але природи врожаю були нижчими.

В умовах 2022 року за обох с років сівби найбільш висока врожайність отримана при внесення добрив у нормі  $N_{70}P_{60}K_{60}$ . За першого строку сівби врожайність склала 56,3 ц/га, а за другого – 64,0 ц/га. Прибавка врожаю відповідно до варіантів без добрив склала 12,1 та 9,3 ц/га. У 2023 році отримані тотожні результати досліджень. Найбільш висока врожайність сформувалася при внесенні добрив у нормі  $N_{70}P_{60}K_{60}$ . Прибавка врожаю при сівбі 10 вересня становила 8,5 ц/га, а при сівбі 25 вересня – 7,5 ц/га.

Спираючись на вищенаведене можна вважати, що використання мінеральних добрив є високоефективним заходом підвищення врожайності пшениці озимої у Степу України.

### **Список використаних джерел**

1. Мостіпан М.І. Рослинництво. Лабораторний практикум. - Кіровоград: Лисенко В.Ф., 2015. 317 с.
2. Савранчук В.В., Семеняка І.М., Мостіпан М.І., Пікаш Л.П. Науково-обґрунтована система ведення агропромислового виробництва в Кіровоградській області. - Кіровоград. 2005.263 с.
3. Mostipan M.I., Mytsenko V.I. Water availability of winter crops and their productivity in the Northern Steppe of Ukraine New stages of development of modern science in Ukraine and Eu countries. - Riga:Publishing House "Baltija Publishing",2019.- p.145-165.
4. Мостіпан М.І., Савранчук В.В., Ліман П.Б. Особливості формування урожайності у різновікових посівах озимої пшениці в умовах північного Степу України Зб. Наукових праць Уманського ДАУ, Умань, 2005.-№59.-С.156-162.
5. Mostipan M., Vasytkovska K., Andriienko O., Kovalov M. and Umrykhin N. (2021). Productivity of winter wheat in the northern Steppe of Ukraine depending on weather conditions in the early spring period. Agronomy Research 19(2), 562–573. (DOI: <https://doi.org/10.15159/AR.21.090>)

УДК 635.13:631.67

### ***ВПЛИВ РЕЖИМІВ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ НА ВРОЖАЙНІСТЬ КОРЕНЕПЛОДІВ МОРКВИ***

**М. Ковальов**, к. с.-г. н., ст. викладач;

**В. Валько**, студент

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

В умовах Степу України за підтримки диференційованого режиму зрошення, краще зарекомендував себе гібрид моркви Ред Кор. Його біологічні особливості виявилися більш адаптованим до несприятливих умов даного регіону. Внесення розрахункових доз мінеральних добрив призводило до більш економного витрачання води на формування врожаю. Вода та удобрення – це два основні чинники у житті будь-якої рослини. Нестача

одного чинника веде неухильно збільшення споживання іншого. При оптимальному внесенні поєднання кожного фактору спостерігалася тенденція у бік економії кожного окремо. Для отримання врожайності коренеплодів моркви за умов чорноземів звичайних середньогумусних важкосуглинкових зони Степу України, лише на рівні 150 т/га, необхідно, щоб у протягом всього вегетаційного процесу коефіцієнт водоспоживання був лише на рівні 40-60 м<sup>3</sup>/га.

Кінцевим результатом вирощування овочевої продукції є збирання врожаю [1]. Збирання коренеплодів моркви починали з таким розрахунком, щоб усунути її до настання стійких морозів або тривалих заморозків. Для тривалого зберігання та переробки врожаю коренеплодів прибирали восени якнайпізніше. Чим пізніше була прибрана морква, тим вищими були її смакові та харчові якості. Варто пам'ятати й ту обставину, що наростання коренеплодів в останню добу перед збиранням під час створення найсприятливіших умов, йшло інтенсивніше. Легке промерзання при цілодобових заморозках (-1—2°C) призводило до збільшення накопичення цукрів у коренеплодах і підвищення їх стійкості при зберіганні. Ранні терміни збирання в теплу, суху і особливо вітряну погоду небажані, оскільки коренеплоди при цьому млявими ставали схильними до різних захворювань, стійкість при зберіганні різко падала.

В умовах Степу України коренеплоди моркви, які призначалися для тривалого зберігання, ми починали прибирати у другій – третій декаді жовтня [2]. У наших дослідженнях величина врожайності моркви перебувала у прямій залежності від дозування водорозчинних добрив, що застосовуються, а також режимів краплинного зрошення.

Для виявлення ефективності окремих елементів агротехніки проводиться аналіз структури врожаю. Кліматичні та ґрунтові умови зони Степу України дозволяють формувати врожайність коренеплодів моркви 150 т/га і вище. Уявлення про посів моркви як єдину систему, що забезпечує найбільш ефективне використання енергії сонячного світла і високу продуктивність фотосинтезу, підтримує важливе значення проблеми правильної конфігурації посівів, розмірів і конфігурації площ живлення і т.д. До закінчення вегетації у повністю зрілих рослин моркви розподіл накопиченої сухої речовини між окремими частинами, представленими відповідними органами, складалася нерівномірно: основна частина їх зосереджувалася в коренеплодах моркви. Процес накопичення сухої речовини відбувався в основному в період утворення та формування генеративних органів, насамперед за рахунок інтенсивного розвитку коренеплодів. У пізніших гібридів накопичення сухої речовини відбувалося за рахунок вегетативних органів.

У наших дослідженнях ставилося завдання встановити, як впливали режими краплинного зрошення на фоні застосування мінеральних та водорозчинних добрив на структурні та якісні показники коренеплодів моркви. Аналіз елементів структури врожаю коренеплодів моркви показав, що агротехнічні прийоми, що вивчаються, надавали на них позитивну дію. Так середня маса однієї рослини змінювалася від 0,156 кг у сорту Шантане (режим зрошення 70-70-70% НВ) до 0,223 кг у гібриду Ред Кор із застосуванням водорозчинних добрив (режим зрошення 70-80-70% НВ) [3, 4].

Аналізуючи отримані дані можна зробити висновок, що на тлі природної родючості максимальна вага однієї рослини формувалася у перспективного гібрида Ред Кор (режим зрошення 70-80-70% НВ) і становив 0,173 кг. Максимальні значення були набуті у перспективного гібрида Ред Кор 0,223 кг. Поліпшення режиму вологозабезпеченості підвищувало масу однієї рослини загалом на 6-8%.

Пропорційне масі однієї рослини змінювалася середня маса коренеплодів. Вона пропорційно зростала з варіанта без застосування мінеральних добрив до варіанта із застосуванням водорозчинних добрив. Найменші величини маси коренеплодів було визначено варіанті без внесення мінеральних добрив на районваному сорті Шантане – 0,123 кг (помірний режим зрошення). Поліпшення умов харчового режиму зумовлювало збільшення маси коренеплодів на 0,19-0,29 кг. Найбільш ефективними були водорозчинні добрива, у цих

варіантах були отримані максимальні величини маси коренеплодів і вони становили у сорту Шантане – 0,156 кг, у гібриду Ред Кор – 0,168 кг.

Спостереження за середньою довжиною коренеплодів та середнім діаметром коренеплодів показали, що їх значення перебували у прямо пропорційній залежності від маси коренеплодів. Поліпшення водного та харчового режимів ґрунту спричиняло збільшення структурних показників біометричного вимірювання коренеплодів. З найкращого боку виявив себе перспективний гібрид Ред Кор. Біометричні показники у нього на 1-4 мм були вищими, ніж у районованого сорту Шантане. Тобто значення діаметра коренеплодів і його довжини залежало від метеорологічних умов року проведення досліджень, що складаються, підтримки оптимального режиму зволоження та застосування мінеральних і водорозчинних азотно-фосфорно-калійних добрив. Усі ці показники в сукупності вплинули формування продуктивності коренеплодів моркви. При сприятливих умовах розвивалися повноцінні стандартні коренеплоди.

Отже, в умовах Степу України для отримання врожайності коренеплодів моркви на рівні 150 т/га і вище за для сільгосподарських виробників можна рекомендувати гібрид Ред Кор на диференційованому режимі зрошення із застосуванням водорозчинних добрив.

### Список використаних джерел

1. Корнієнко С.І., Рудь В.П., Кіях О.О. Концептуальні основи розвитку овочівництва та забезпечення продовольчої безпеки. Овочівництво і баштанництво. Харків: ІОБ, 2012. Вип. 58. С. 7–17.
2. Studying the storage and processing quality of the carrot taproots (*Daucus carota*) of various hybrids / Zavadzka, O., Bobos, I., Fedosiy, I., Podpryatov, G., Olt, Jüri / Agronomy Research, Volume, Issue, 2020, Pages 2271-2284. <https://doi.org/10.15159/ar.20.199>
3. Ковальов М.М., Резніченко В.П. Оцінка якісних показників підземних вод для систем ін'єкційного мікрозрошення за вирощування томату розсадним способом.. Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. Сільськогосподарські науки. Вип. 115 Видавничий дім «Гельветика», 2020. С.76-84.
4. Ковальов М.М., Васильковська К.В., Резніченко В.П. Вплив ЕМ-препаратів та систем ін'єкційного мікрозрошення під час вирощування баклажана у відкритому ґрунті. Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2021. – Вип. 76. С. 35-39. (DOI: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.76.7>)

УДК 635.342:631.147

## **ДИНАМІКА ВОДОСПОЖИВАННЯ КАПУСТИ БІЛОГОЛОВОЇ ПІЗНЬОЇ ЗА ПЕРІОДАМИ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ**

**Є. Щербина, к. с-г. н., ст. викладачка;**

**Б. Вилка, студент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Крапельне зрошення є запорукою отримання сталих врожаїв при промисловому вирощуванні капусти білоголової в нашій країні. Застосування крапельного поливу дає змогу знизити витрати на одиницю площі, економити воду та добрива, гарантуючи підвищення врожайності. Це особливо актуально в умовах зростаючої конкуренції на ринку овочів. Широке та бурхливе поширення систем краплинного поливу зумовлюється як екологічністю цього способу зрошення, так і його високою економічною ефективністю, що складається зі зростання продуктивності вирощуваних культур та зниження витрат зрошувальної води і енергії на її подачу [1].

Відповідно до методики дослідної справи в овочівництві і баштанництві [2], а також з матеріалами наших власних досліджень з фенології росту та розвитку капусти пізньої



білокачанної період вегетації культури розбили на два під періоди: 1. «посадка – початок зав'язування головки»; 2. «початок зав'язування головок – технічна стиглість». Водоспоживання капусти білоголової пізньої за даними під період сформувалося таким чином (табл. 1).

Максимальне водоспоживання зафіксовано у капусти білоголової в найтриваліший період «Початок зав'язування головки – технічна стиглість», який тривав за роки досліджень у середньому 84,3 – 86,67 діб. Воно становило за режиму 70% НВ - 4258; 80% НВ – 4654; 90% НВ – 4904 м<sup>3</sup>/га. Частка водоспоживання у цей період коливалася від сумарного водоспоживання та дорівнювала відповідно 83,9; 85,9 та 87,4 відсотків.

Мінімальне водоспоживання спостерігалось у більш короткій період «Посадка – початок завивання качана» 31,7 – 35 діб. На діапазоні вологості 70-100% НВ, тобто при помірному поливі, воно дорівнювало 812,33 м<sup>3</sup>/га, при діапазоні вологості 80-100% НВ – 762 м<sup>3</sup>/га, при діапазоні вологості 90-100% НВ – 707,33 м<sup>3</sup>/га або, у відсотках, 16,02; 14,06 та 12,6 % від водоспоживання сумарного за вегетацію.

У процесі вивчення закономірностей водоспоживання пізньої білоголової капусти великий інтерес полягає у знаходженні кількісних значень добової потреби плантацій цієї культури у волозі [3].

Статистика середньодобового водоспоживання характеризує онтогенетичні закономірності зміни потреби у воді рослин капусти, а також дозволяє обґрунтовувати методику управління водним режимом ґрунту для одержання запланованих урожаїв капусти. Показником, що характеризує онтогенетичні закономірності споживання води посівами сільськогосподарських культур, є добове водоспоживання [4]. Знаходячи щодавно складові сумарного водоспоживання, ми визначали значення добового водоспоживання капусти за цей же період.

Таблиця 1.

Водоспоживання білоголової капусти за періодами вегетації при різних режимах краплинного зрошення (середнє за 2022 - 2023 роки)

Показник	Значення за періодами росту та розвитку		
	посадка - початок зав'язування головки	початок зав'язування головок – технічна стиглість	посадка – технічна стиглість
Варіант	70-100 НВ		
Тривалість, доба	35,0	84,3	119,3
Водоспоживання, м <sup>3</sup> /га	812	4258	5070
Водоспоживання, % від суми	16	84	100
Варіант	80-100 НВ		
Тривалість, доба	34,0	86,7	120,7
Водоспоживання, м <sup>3</sup> /га	762	4654	5416
Водоспоживання, % від суми	14	86	100
Варіант	90-100 НВ		
Тривалість, доба	31,7	86,7	118,3
Водоспоживання, м <sup>3</sup> /га	707	4904	5611
Водоспоживання, % від суми	13	87	100

В результаті за даними польового експерименту ми зробили наступні висновки: максимальне добове водоспоживання зафіксовано з початку липня по кінець вересня, а для періоду «початок зав'язування головок – технічна стиглість», було посилене наростання розетки, ріст і розвиток головок. Для періоду «початок зав'язування головок – технічна стиглість» характерна висока температура повітря та випаровуваність.

Значення середньодобового водоспоживання капусти білоголової пізньої, усереднені за роки дослідження та залежно від фаз розвитку, наводяться в таблиці 2.

За результатами польових досліджень критичний період у капусти білоголової пізньої у вологі був у фазу «початок зав'язування головок – технічна стиглість», і практично на всіх режимах поливу добове водоспоживання було найбільшим і дорівнював при 70-100 НВ - 50,51; 80-100 НВ – 53,68 та 90-100 НВ – 56,56 м<sup>3</sup>/га на добу.

Таблиця 2.

Водоспоживання білоголової капусти добове в різні вегетаційні періоди, при різних режимах зрошення краплинного (середнє за 2022 - 2023 роки)

Варіант	Середньо добове водоспоживання, м <sup>3</sup> /га в сутки		
	посадка - початок зав'язування головки	початок зав'язування головок – технічна стиглість	посадка – технічна стиглість
70-100 %НВ	23,21	50,51	42,49
80-100 %НВ	22,41	53,68	44,87
90-100 %НВ	22,31	56,56	47,42

Загалом за вегетаційний період середньодобове водоспоживання білоголової пізньої капусти дорівнювало 42,49 м<sup>3</sup>/га при помірному режимі поливу (діапазон вологості розрахункового шару ґрунту від 70-100 НВ); 44,87 м<sup>3</sup>/га – при підвищеному (діапазон 80-100 НВ); 47,2 м<sup>3</sup>/га – при інтенсивному (діапазон 90-100 НВ).

### Список використаних джерел

1. Щербина Є.В., Васильковська К.В., Андрієнко О.О., Мостіпан М.І. Залежність продуктивності капусти кольрабі від густоти розміщення рослин. Аграрні інновації. – Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2023. – Вип. 20. С. 76-81. (DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.20.12>)
2. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. За ред. Г. Л. Бондаренка, К. І. Яковенка. Харків: Основа, 2001. 369 с.
3. Щербина Є.В. Урожайність і якість продукції капусти кольрабі залежно від строків і способів вирощування. Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія: Рослинництво, селекція і насінництво, плодовоовочівництво і зберігання, № 1. Харків: ХНАУ. 2018. С. 148-152.
4. Ковальов М.М., Резніченко В.П. Оцінка якісних показників підземних вод для систем ін'єкційного мікрозрошення за вирощування томату розсадним способом. Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. Сільськогосподарські науки. Вип. 115 Видавничий дім «Гельветика», 2020. С.76-84.

УДК 635.21:631.5

## **ДИНАМІКА ВОЛОГОСТІ ҐРУНТУ ТА РОЗПОДІЛ ПОЛИВІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ КАРТОПЛІ В СТЕПУ УКРАЇНИ**

**Н. Умрихін**, к. с.-г. н., ст. викладач;

**Д. Гребенюк**, студент

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Врожайність картоплі визначається безліччю умов, що складаються протягом вегетаційного періоду. Отже, званий сприятливий режим зрошення, що забезпечує найвищий урожай рослин, є величиною змінної, яка залежить від особливостей навколишнього середовища та певної взаємодії регульованих умов [1]. Зі зміною зовнішніх факторів та рівня планованої врожайності відповідно повинен змінюватися і водний режим ґрунту [2]. За

даними Бондарчука А. А. нижній рівень оптимуму зволоження ґрунту для картоплі, у зоні прохолодного літа, може сягати 65 % НВ.

У різних ґрунтово-кліматичних умовах може бути різний режим зволоження картоплі. В аридних районах від початку вегетації до закінчення фази бульбоутворення необхідний перед поливний рівень зволоження ґрунту не нижче 70 % НВ, у вологих – 70-75 % НВ [3]. Для оптимізації водного режиму рекомендується витримувати диференційований, відповідно до фаз росту і розвитку картоплі, режим зволоження ґрунту.

На сучасному етапі поки немає єдиного судження, в які фази без шкоди для врожайності, можна зменшувати перед поливну межу зволоження ґрунту [4]. Існують різні думки щодо призначення нижнього рівня перед поливної вологості ґрунту при вирощуванні картоплі. У кожному окремому випадку даються вказівки для певних ґрунтово-кліматичних умов.

Повсюдне застосування однотипних вказівок, з певних відмінностей всього комплексу природних умов, притаманних кожного регіону вирощування культури, було б неправильно [5]. Отже, в регіонах, що відрізняються за низкою ґрунтових, кліматичних, гідрогеологічних та гідрологічних умов, на прикладі проведених досліджень, потрібно встановлювати свої допустимі межі зменшення перед поливного рівня зволоження ґрунту, при якому можна отримати плановану продуктивність картоплі [5].

В даний час дуже вагомий внесок у виробництво картоплі в умовах ризикованого землеробства вносять фермерські господарства, які надають великого значення вибору екологічно безпечних технологій та технічних засобів поливу, до яких належить краплинне зрошення. Цей спосіб поливу дозволяє підтримувати в ґрунті оптимальний водно-повітряний режим (без поверхневого та глибинного способів зрошення), при якому необхідне зволоження ґрунту та підтримання його оптимального рівня протягом вегетаційного періоду забезпечують одержання економічно виправданих урожаїв картоплі на рівні 60-80 т/га [6].

Немаловажного значення набував і той момент, що ранні поливи викликали активний розвиток кореневої маси у верхніх горизонтах ґрунту [7]. У наших дослідках режим зрошення при вирощуванні картоплі був диференційованим, при якому перший період сходу - бутонізація перед поливна вологість дорівнювала 65 %, у другий період бутонізація - бульбоутворення 90 % і в третій період бульбоутворення - технічна стиглість 75 %.

Рівень вологості ґрунту та поливний режим картоплі за роки досліджень мали свої особливості, які визначалися зміною водоспоживання залежно від погодних умов та формування врожаю. Терміни початку поливів у дослідках визначалися запасами вологи у ґрунті на день поливу та погодними умовами. При дуже швидкому підсиханні верхнього горизонту ґрунту, слаборозвинена коренева маса картоплі не встигала поповнювати нестачу вологи і рослини знижували свій приріст. У наступний період, навіть при достатньому зволоженні ґрунту, не компенсувалися спад сухої маси рослинами на перших стадіях їх розвитку. Кількість поливів за періодами росту бульб картоплі та зрошувальні норми наведено у таблиці 1.

Таблиця 1.

Кількість поливів у період вегетації картоплі, шт.

Роки	Фенологічні фази росту			Загальна кількість поливів за вегетацію	Зрошувальна норма, м <sup>3</sup> /га
	сходи - бутонізація	бутонізація – бульбоутворення	бульбоутворення - уборка		
	65 % НВ	90 % НВ	75 % НВ		
2022	5/300	8/180	6/250	19	4440
2023	4/300	7/180	5/250	16	3710
Середнє	5/300	8/180	6/250	18	4075

З цієї таблиці видно, що кількість поливів у період вегетації картоплі у роки досліджень змінювалося від 16 штук у 2023 році до 19 штук у 2022 році. У період «сходи – бутонізація» поливна норма дорівнювала 300 м<sup>3</sup>/га, у період «бутонізація – клубнеобразование» вона

знижувалася до 180 м<sup>3</sup>/га, та був у період «бульбоутворення - уборка» піднімалася до 250 м<sup>3</sup>/га. Зрошувальна норма в залежності від погодних умов досягала від 3710 м<sup>3</sup>/га у 2023 році до 4440 м<sup>3</sup>/га у 2022 році. Картопля в період від сходів до бутонізації в середньому за роки досліджень споживала 33% загального об'єму поливної води за період вегетації, від бутонізації до бульбоутворення – 30 %, від бульбоутворення до збирання – 37 %.

### Список використаних джерел

1. Minin V. B., Popov V. D., Maksimov D. A., Ustrov A. A., Melnikov S. P. and Papushin E. Developing of modern cultivation technology of organic potatoes. *Agronomy Research*. 18 (S2), 1359 – 1367, 2020 <https://doi.org/10.15159/AR.20.030>
2. Соколовська І. М., Умрихін Н. Л. Формування продуктивності посівів насінневої картоплі в умовах північного Степу України. Софія, Болгарія. 2019. С. 487-496.
3. Бондарчук А. А. Наукові основи насінництва картоплі в Україні: монографія. Біла Церква, 2010. 400 с.
4. Ковальов М.М., Васильковська К.В., Резніченко В.П. Вплив ЕМ препаратів та систем ін'єкційного мікрозрошення при вирощуванні баклажану у відкритому ґрунті. Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. Видавничий дім «Гельветика», 2021, вип. 76. С. 35-39.
5. Кожушко Н. С., Пискун Г. І., Колядко І. І та ін. Ефективність селекції картоплі на посухостійкість. Вісн. Сумського нац. аграр. ун-ту. Сер.: Агрономія і біологія. 2014. Вип. 3. С. 227–233.
6. Соколовська І. М., Умрихін Н. Л. Продуктивність оздоровленого в культурі *in vitro* вихідного насінневого матеріалу картоплі із застосуванням елементів хіміотерапії. Осака, Японія. 2019. С. 783-790.
7. Ковальов М.М., Васильковська К.В. Оцінка якості підземних вод для систем мікрозрошення в умовах захищеного ґрунту. Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, Вип. 74, 2020. С 50-53.

УДК 631.58 : 631.81

### **ШВИДКІСТЬ РОЗКЛАДАННЯ РОСЛИННИХ ЗАЛИШКІВ ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР СІВОЗМІН В УМОВАХ СТЕПУ УКРАЇНИ**

**М. Ковальов**, к. с.-г. н., ст. викладач;

**В. Демидчик**, студентка

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Результати нашого дослідження показують, що рослинні залишки оброблених культур (солома і біомаса сидератів), що надійшли в ґрунт після збирання, зазнали процесу розкладання. Темпи розкладання залежали від виду залишків.

У чистому вигляді у перший рік найінтенсивніше розкладалися поживні залишки фацелії піжмолистої (82 %), повільніше – сояшнику (45 %), ячменю (26 %) та озимої пшениці (25 %).

Темпи розкладання рослинних залишків багаторічних бобових трав (люцерни та буркуну) залежали від року їх життя і розкладалися на 59,4-66,0 %, буркуну на 58,9-60,0 %. При цьому варто зазначити, що чим старші були багаторічні трави, тим вони повільніше розкладалися.

Швидкість деструкції біомаси поживних рослинних залишків протягом другого року залежала від ступеня їх розкладання в перший рік. Якщо у перший рік вона була високою, то на другий рік знижувалася. Так, за другий рік маса залишків зменшилася: фацелії піжмолистої – на 8,1 %, ячменю – на 52,8 %, озимої пшениці – на 46,9 %, сояшнику – на 54,8 %, люцерни синьої та буркуну – відповідно на 20,7-22,4 % та 18,9-20,3 % залежно від року життя

За третій рік розкладалося від 6,0 до 17,0 % поживних залишків, що пов'язано з нестачею субстрату для розкладання. За цей час практично повністю розклалася біомаса

фацелії піжмолистої, люцерни синьої 1-го року життя, буркуну 1-го року життя, а залишки ячменю, озимої пшениці та соняшника розклалися лише на 83,8-89,6 %.

На четвертий рік проведення досліду біомаса культур розкладалося від 92 до 98 %. За цей час практично повністю розклалася біомаса фацелії піжмолистої, люцерни синьої 1-го року життя, буркуну 1-го року життя, соломи ячменю, озимої пшениці та соняшника. Загалом протягом року розкладалося від 0,5 % до 2,3 % біомаси. Таким чином, результати досліджень мікро ділянкового польового досліду показали, що досліджувані культури за темпами розкладання їх рослинних залишків розташовуються в наступному порядку: 1) люцерна 1-го року життя (98,5%); 2) фацелія піжмолиста (98,1%); 3) буркун 1-го року життя (97,3%); 4) люцерна 2-го року життя (96,8%); 5) буркун 2-го року життя (95,8%); 6) люцерна 3-го року життя (94,6%); 7) соняшник (92,7%), солома ячменю (94,2%).

При вищевказаній сільськогосподарських культур у орний шар ґрунту надходять рослинні залишки кількох культур, тому їхня інтенсивність розкладання буде іншою [1].

Проведеними дослідженнями встановлено, що швидкість розкладання суміші рослинних залишків культур була вищою, ніж темпи розкладання залишків культур у чистому вигляді та залежала від складу суміші рослинних залишків.

У перший рік найбільш інтенсивно розкладалися поживні залишки соломи озимої пшениці та люцерни 3-го року життя – 53,5 %, повільніше – соняшнику та люцерни 1-го року життя – 49,0; соняшнику та буркуну 1-го року життя – 47,3 %; соломи ячменю та фацелії піжмолистої – 38,0 %.

Швидкість розкладання суміші поживних залишків протягом другого року, так само як і залишків у чистому вигляді, залежала від ступеня їх розкладання в попередній період. Якщо вона була високою в перший рік, то другого року вона різко знижувалася. Інтенсивніше розкладалися поживні залишки суміші соломи ячменю з фацелією піжмолистою – 40,0 %, соняшнику з люцерною 1-го року життя – 33,7 %, повільніше – соломи озимої пшениці з люцерною 3-го року життя – 23,3 %, соняшнику з буркуном 1-го року життя - 28,9 %.

На третій рік інтенсивність розкладання біомаси післязбиральних залишків суміші культур сповільнилася і була наступною: солома ячменю з фацелією піжмолистою – 17,9 %, солома озимої пшениці з люцерною 3-го року життя – 15,3 %, соняшник із буркуном 1-го року життя – 15,3 %, соняшник із люцерною 1-го року життя – 11,9 %.

На четвертий рік інтенсивність розкладання поживних залишків суміші культур зерно-паро-просапної сівозміни сповільнилася і була наступною: солома ячменю з фацелією піжмолистою – 0,4 %, солома озимої пшениці з люцерною 3-го року життя – 5,4 %, соняшник з буркуном 2-го року життя – 2,2 %, соняшник із люцерною 1-го року життя – 3,8 %. Таким чином, швидкість розкладання суміші рослинних залишків досліджуваних культур за чотири роки знижувалася в наступному порядку:

- 1) солома ячменю із фацелією піжмолистою - 98,1 %;
- 2) солома озимої пшениці із люцерною 3-го року життя - 97,5 %;
- 3) соняшник із люцерною 1-го року життя - 96,8 %;
- 4) соняшник із буркуном 1-го року життя - 95,3 %.

Для складання схем сівозмін, планування системи удобрення необхідно знати, як розкладатимуться рослинні залишки в порядку чергування культур за схемою сівозміни, коли щороку надходять рослинні залишки різних культур і вносяться добрива. Для цього було закладено модельний польовий досвід, у якому моделювали схеми сівозмін: пар (чистий, зайнятий, сидеральний) – озима пшениця – ячмінь – соняшник.

Механічний обробіток чорноземних ґрунтів є найпотужнішим фактором мобілізації їх родючості та регулювання режиму поживних речовин. Багаторічні дослідження та дискусії про переваги різних способів обробітку призводять до неоднозначних висновків, оскільки вони проводились у різних умовах [2, 3].

У сучасному землеробстві зі зростанням інтенсифікації використання ґрунтів важливо найбільше підвищувати біологізацію сівозмін і надходження до ґрунту органічної речовини. При цьому при застосуванні різних способів обробітку ґрунту створюються особливі умови

перетворення рослинних залишків та створення ефективної родючості за рахунок їх мінералізації [4].

### Список використаних джерел

1. Топольний Ф.П., Ковальов М.М., Резніченко В.П. Грунтознавство на службу землеробству. Аграрні інновації Рецензований науковий журнал. №6 2021. Видавничий дім «Гельветика», С.46-49
2. Kovalov M., Vasytkovska K., Reznichenko V., Mostipan M. (2019). Agro-ecological aspects of the change of sulphate sulphur content in chernozem of the Buh-Dnipro interstream area in Ukraine. WSEAS Transactions on Environment and Development, Vol. 15. 319-323. (URL: <https://www.wseas.org/multimedia/journals/environment/2019/a685115-477.pdf>)
3. Ковальов М.М., Машенко Ю.В., Ткач А.Ф. Вплив щільності та твердості ґрунту на ефективність вирощування соняшнику за різних систем удобрення. Зрошуваче землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. Видавничий дім «Гельветика», 2022, вип. 78. С. 20-24.
4. Ковальов М.М., Топольний Ф.П., Переуцільнення ґрунтів – проблема сьогодення зб. наук. ст. III-го Всеукр. з'їзду екологів з міжнар. участю [Екологія – 2011], (21-24 верес., 2011р.) Вінниця, 2011. Т.2. С. 493 – 496.

УДК 635.9+631.811

## **ОСОБЛИВОСТІ РЕГУЛЮВАННЯ МІКРОКЛІМАТУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ТРОЯНД У ТЕПЛИЦЯХ**

**М. Ковальов**, к. с.-г. н., ст. викладач;

**Д. Добрун**, студент

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Найпопулярніша квітка в Україні – троянда. Саме на троянди припадає 50 % роздрібного продажу квітів. Потенційна ємність тепличного ринку нашої країни принаймні в 10 разів вища за поточне споживання свіжих квітів. Збільшуючи площі споруд закритого ґрунту під вирощування троянд в різних господарствах, можна надалі значною мірою відмовитися від імпорту зрізаних троянд. За оцінками експертів, у перспективі вітчизняні троянди цілком можуть зайняти 60 % ринку, що економічно вигідно для вітчизняних виробників і споживачів квіткової продукції.

В умовах захищеного ґрунту краплинне зрошення є одним із перспективних напрямів удосконалення технології вирощування сільськогосподарських культур. Основними перевагами краплинного зрошення в теплицях порівняно з іншими способами (перед дощуванням та поливом зі шлангу) є його більш висока ефективність, раціональне використання зрошувальної води, добрива, енергії та праці [1].

Однією з найприбутковіших галузей сільського господарства є квітникарство в умовах захищеного ґрунту. Однак динамічний та ефективний розвиток галузі можливий тільки при впровадженні та освоєнні інноваційних технологій, що ґрунтуються на значному зниженні витрат праці та прогресивному енергозбереженні, що забезпечує збільшення рівня рентабельності виробництва. У зв'язку з впровадженням малооб'ємної технології виникає необхідність додаткового вивчення та уточнення особливостей регулювання мікроклімату при вирощуванні троянд у теплицях [2].

Для вирощування здорових, з сильною кореневою системою кущів троянд, необхідно з посадки до першої зрізки температуру повітря витримувати лише на рівні 22°C у денний час (чи період роботи системи додаткового освітлення), а вночі 17°C.

При регулюванні мікроклімату в теплиці починаючи з першого зрізування і далі необхідно витримувати денну температуру не нижче 19-21 ° С, а нічну в межах 16-18 ° С. У зв'язку з підвищенням температури повітря у весняно-літній час температура теплиці може

підвищуватися до 25–27 °С. Незважаючи на це в нічний час бажано знизити температуру до 16 – 17°С [3] В добовому температурному режимі є два важливі моменти: у перших перехід з ночі на день і в других перехід з дня на ніч. На інтенсивності росту рослин позначається інтенсивність і тривалість цих переходів. Коли відбуваються сильні коливання інтенсивності зміни температури від нічних значень до денним, тоді відбувається зниження фотосинтетичної активності листя. При цьому пагони троянди розвиваються тонкими та слабкими. Тому щоб отримати сильний листовий апарат, необхідний повільний перехід з інтенсивним підвищенням температури 1°С/год. Таким чином, тривалість переходу від нічних до денних температур має бути не менше двох годин.

Важливим моментом у період росту та розвитку троянд є регулювання відносної вологості повітря. Регулюючи температуру в зоні, де зазвичай мають над субстратний контур обігріву і зональний (зростаючий) контур обігріву можна створити конвекційний потік повітря. При цьому в півметровій зоні росту троянд відбувається підсушування повітря, порівняно з вищими шарами і де вологість повітря завжди трохи (на 5-8%) більше через транспірацію водяної пари листям.

Необхідно відзначити, що з відносної вологості повітря нижче 40% і більше 90%, внаслідок закриття продихів однаково різко знижує фізіологічні процеси, наприклад інтенсивність транспірації рослини. Внаслідок чого фотосинтез значною мірою сповільнюється або припиняється зовсім, у результаті відбувається різке зниження продуктивності рослин. Тому оптимальна величина відносної вологості повітря у межах 75-85% [4].

Для забезпечення процесів метаболізму рослин у нічний час починається інтенсивніша транспірація води і відповідно в теплиці підвищується відносна вологість повітря. У цьому випадку використовується ще один інструмент регулювання відносної вологості повітря в теплиці, тобто для підсушування повітря та захисту рослин від борошнистої роси, ботритису застосовують систему сульфорації.

Таким чином, зміна температури протягом доби в поєднанні з освітленістю теплиць значно впливає на ріст і розвиток куща троянд, але головним чином на якість і кількість кольорів. При цьому створюються найкращі умови для процесу фотосинтезу рослин, рослини добре розвинені, у них достатньо продуктів для утворення нових пагонів та отримання якісних квітів.

При проведенні дослідів із застосуванням краплинного поливу необхідно постійно контролювати величину ЕС розчину, щоб рослини могли засвоювати вологу з субстрату до оптимального рівня [5].

У теплиці так само необхідно враховувати, що основними факторами мікроклімату є дефіцит тиску водяної пари та температура повітря, яка головним чином впливає на зростання та розвиток рослин.

До утворення бутону троянд середньоденна температура повітря у теплиці становила в середньому +20...+24°С. Збільшення температури повітря в денні години в теплиці у весняно-літній період часу в основному залежить від значного підвищення сонячної радіації.

У зимові місяці вдень відносна вологість повітря в середньому становила 70-75%, це нижче на 3-5%, ніж у нічний час. Ця ж величина вдень у весняно-літні місяці, тобто з березня до серпня зменшувалася до 50-70%, а вночі збільшувалася до 80-90 %. У ці місяці такий різкий перепад відносної вологості повітря пояснюється тим, що в полудень у теплиці стоїть відносно висока денна температура повітря на рівні +24-+28°С та знижена нічна температура +17-+19°С. Такі великі зміни відносної вологості повітря в теплиці вдень і вночі для рослин вважаються не бажаними, оскільки такі температурні режими можуть сприятливо діяти на розвиток різних хвороб троянд.

## Список використаних джерел

1. Ковальов М.М., Васильковська К.В., Резніченко В.П. Вплив ЕМ-препаратів та систем ін'єкційного мікрозрошення під час вирощування баклажана у відкритому ґрунті. Зрошуване землеробство: міжвідомчий

тематичний науковий збірник. – Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2021. – Вип. 76. С. 35-39. (DOI: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.76.7>)

2. Добрун. Д, Ковальов М. Вплив складу поживного розчину на вирощування троянди в умовах плівкових теплиць. «Сучасні технології агропромислового виробництва»: Матеріали ІІ Міжнародної науково-практичної конференції. – Кропивницький: ЦНТУ С. 49 – 51.

3. Ковальов М.М. Вплив параметрів кліматозабезпечення на вирощування мікрозелені в умовах плівкової теплиці. Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. Сільськогосподарські науки. Вип. 126 Видавничий дім «Гельветика», 2022. С.153-162.

4. Ковальов М.М., Васильковська К.В., Мороз С.М. Вирощування троянд в умовах гідропонних плівкових теплиць. Водні біоресурси та аквакультура. – Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2022. – Вип. 2(12). С. 44-56. (DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2022.2.2>)

5. Ковальов М.М. Формування врожайності редису при вирощуванні в системах біологічної гідропоніки. Науковий журнал «Водні біоресурси та аквакультура» Вип. 1(13). Видавничий дім «Гельветика», 2023. С.41-51.

УДК 631.67

## **ДИНАМІКА ЗВОЛОЖЕННЯ ҐРУНТУ ПРИ КРАПЛИННОМУ ЗРОШЕННІ САДІВ В СТЕПУ УКРАЇНИ**

**М. Ковальов**, к. с.-г. н., ст. викладач;

**Ю. Ейвазов**, студент

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Одним із найпрогресивніших способів поливу, який знаходить все більшого поширення в нашій країні і за кордоном, є крапельне зрошення. Застосування забезпечує сприятливе для рослин зволоження ґрунту, тобто. дозволяє створити оптимальний водно-повітряний режим, зберегти структуру ґрунту та покращити його аерацію. У результаті порівняно з іншими способами поливу врожайність плодових культур зростає на 50-80 % при менших витратах поливної води та праці на 35-50 % [1, 2].

При подачі поливної води з крапельниці навколо крапельниці утворюється контур зволоження ґрунту. Отже, розміри та форма цих контурів залежать від водно-фізичних властивостей ґрунту та кількості поданої води. Крім цього, особливий інтерес представляє, як розподіляється волога в ґрунті і після поливу. Ці питання пов'язані, перш за все, з оптимізацією елементів систем крапельного зрошення [3].

В даний час немає єдиної думки про те, яким чином при краплинному зрошенні відбувається поширення вологи в ґрунтовому профілі, і яка частина площі, тобто. обсягу ґрунту відведений багаторічним насадженням має бути зволожений. Це питання має науковий інтерес особливо для посушливої зони Степу України [4]. Отже, одним із завдань наших досліджень є розподіл вологи у ґрунті та вивчення контуру зволоження у зоні розвитку кореневої системи яблуні при краплинному зрошенні. У польових умовах зміна динаміки вологості ґрунту вивчалася на окремих водно-балансових майданчиках. Вологість ґрунту при краплинному поливі встановлювалися бурінням та відбором проби ґрунту через кожні 0,2 м до глибини 2,0 м у 3-х кратній повторності перед кожним поливом та після кожного поливу. За результатами отриманих даних встановлено, що поширення вологи в ґрунті та її контур зволоження переважно залежить від обсягу поливної норми (рис. 1).

Вивчаючи результати досліджень поширення вологи в ґрунт при поливі однією крапельницею, ми почали вирішили провести дослідження із застосуванням поливу двома крапельницями. При цьому основне завдання досліджень полягало в тому, щоб контури зволоження ґрунту крапельницями при подачі води в обсязі не більше 50-80 л/дерево зімкнулися саме в зоні максимального поширення кореневої системи яблуневого саду. З



огляду на це одна крапельниця встановлювалася на відстані 50 см вище від стовбура дерева, а інша крапельниця розміщувалася нижче від нього на такій же відстані. При цьому на глибині 50-90 см від поверхні ґрунту довжина зони зволоження збільшили до 160 см, а ширина зони зволоження ґрунту дорівнювала максимальному діаметру, що дорівнює 80 см.

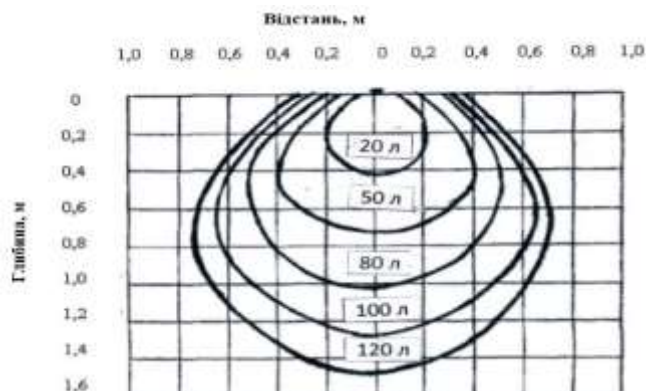


Рис 1. Контур зволоження ґрунту при подачі об'єму води, що дорівнює 20, 50, 80, 100 і 120 л.

При краплинному зрошенні для збільшення контуру зволоження використовували чотири крапельниці навколо стовбура яблуневого дерева. Для подачі води навколо дерева встановлювалися по дві крапельниці вгору і вниз від стовбура дерева на відстані 50 см. Результати досліджень цього варіанта показали значне збільшення площі зволоженого ґрунту. Так, наприклад, відношення ширини зволоження ґрунту, коли приймає значення більше 2,0 м до його глибини 75-90 см, тоді площа ґрунту, що зволожується, збільшується на 2 – 4 см, а відсоткове співвідношення 38 % і більше. Здебільшого цей обсяг зволоження розташовується у зоні максимального розвитку кореневої системи рослин.

Слід зазначити, що в зоні поширення кореневої системи рослин встановлюючи чотири крапельниці біля стовбура рослин, можна збільшити об'єм зволожуваного ґрунту. При цьому збільшується кількість крапельниць, які є найменш надійним елементом систем крапельного зрошення на одиницю зрошуваної площі [5].

Таким чином, при краплинному зрошенні встановлені закономірності поширення вологи у ґрунтовому профілі та формування контуру зволоження з різними обсягами водопостачання. При цьому в ході досліджень доведено, що при поливі яблуні за допомогою однієї крапельниці з об'ємом води 50 л/дерево зволожувана зона кореневмісного шару ґрунту складає всього 4,9 % об'єму ґрунту відведеного рослині. Якщо збільшувати водопостачання на дерево в об'ємі до 120 л, збільшується об'єм ґрунту, що зволожується, до 29,2 %. Отже, це збільшення призводить до втрати води на глибинне скидання, тобто. до фільтрації. Загалом, незважаючи на інтенсифікацію наукових досліджень, що намітилася, на успішно реалізовані проекти меліоративних систем з крапельним зрошенням, є ще ціла низка невирішених питань, що ускладнюють подальше збільшення площ з цими, безсумнівно, прогресивним та екологічним безпечним способом.

### Список використаних джерел

1. Ковальов М.М, Резніченко В.П. Оцінка якісних показників підземних вод для систем ін'єкційного мікрозрошення за вирощування томату розсадним способом.. Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. Сільськогосподарські науки. Вип. 115 Видавничий дім «Гельветика», 2020. С.76-84.
2. Васильковська К.В., Ковальов М.М., Молокост Л.А. Технічне та технологічне забезпечення краплинного зрошення овочевих культур. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – Кропивницький: ЦНТУ. Вип. 50. 2020. С. 33-41. (DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2019.49.35-41>)
3. Кривошея В., Ковальов М. Вплив ін'єкційного зрошення на формування врожайності *Thladiantha Dubia* в Степу України. Збірник тез доповідей здобувачів вищої освіти LV науково-технічної конференції «Наука в ЦНТУ: основні досягнення та перспективи розвитку» за підсумками проведення «Дня науки – 2021» 14 травня 2021 року. Кропивницький: ЦНТУ, 2021. С 95-99.

4. Ковальов М.М., Кулик Г.А., Машенко Ю.В.. Продуктивність індетермінантних гібридів томату залежно від органічних мульчуючих матеріалів та краплинного зрошення. Аграрні інновації Рецензований науковий журнал. №12. 2022. Видавничий дім «Гельветика», С.34-40.
5. Ковальов М.М., Васильковська К.В., Резніченко В.П. Вплив ЕМ-препаратів та систем ін'єкційного мікрозрошення під час вирощування баклажана у відкритому ґрунті. Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2021. – Вип. 76. С. 35-39. (DOI: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.76.7>)

УДК 663.252

## **АНАЛІЗ ІСНУЮЧОЇ СИТУАЦІЇ ПРИ ПОВОДЖЕННІ З ПЛАСТИКОВИМИ ВІДХОДАМИ В УМОВАХ КІРОВОГРАДСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

**В. Іванов, студент**  
*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Тенденція розвитку промисловості та активне використання у повсякденному житті полімерних виробів створює величезну кількість відходів, які потребують утилізації. При цьому більшість відходів просто накопичуються і зберігаються, що веде до відчуження вільних територій, обмежує можливості для будівництва житлових будівель, торгових та складських приміщень тощо [1]. Полімери практично не схильні до корозії та гниття, а орієнтовний період їх розкладання становить тисячі років.

В даний час в Україні переробляється лише невелика частина пластикових відходів. Їх частка від загальної кількості складає лише 10-15%. Джерелами вторинних полімерів є промислові та побутові відходи. Найбільш чистими та придатними для переробки є промислові відходи виробництва великотоннажних полімерів, у зв'язку з чим частка їх вторинного використання сягає 80%. При цьому більша частина їх використовується за місцем утворення, повертається у виробничий процес.

Основний обсяг ринку вторинної полімерної сировини формується за рахунок відходів споживання твердих побутових відходів (ТПВ). За оцінкою Рурес, обсяг полімерних відходів споживання в Україні за 2020 рік утворилось понад 54 млн.м<sup>3</sup> побутових відходів, або понад 15 млн. тон, які захоронюються на 6 тис. сміттєзвалищ і полігонів загальною площею майже 9 тис. га, тобто займають величезні території. Їхніми джерелами є торгові та виробничі компанії, населення, полігони [2].

Більшість (близько 60% за масою) відходів утворюється в житловому секторі – цей сегмент є найбільшою проблемою через складності зі збором і сортуванням. Комерційний сектор генерує близько 34% промислових ТВП (ПТПВ), з яких близько 24% – це відходи: упаковка, одноразовий посуд тощо, 10% – полімерні відходи, що виникають під час перевезення та обробки вантажів. Решта – відходи промислового у частині упаковки та ін. витратних матеріалів та будівельного сектору.

З погляду типології, у структурі пластикових відходів найбільшу частку становить різноманітна упаковка, на другому місці – плівки, третьому – ПЕТ-тара. Україна та Кіровоградська область, на даний момент, відстає від розвинених країн за рівнем сортування та вторинної переробки пластикових відходів: частка найпоширенішого джерела полімерної вторинної сировини – ПЕТ-пляшок складає в середньому 20%. У середньому частка пластику з загальної кількості відходів не перевищує 10%. Незважаючи на поточний стан, рівень збору пластику істотно зростає.

По-перше, зростає частка власне ПЕТ тари, яку сортують окремо від ТПВ. По-друге, змінюється система збору та сортування пластикових відходів: якщо в 2012 році близько 76,3 %

відходів для переробки були результатом ручного збору, то в 2016 вже більше половини сировини постачалося сміттесортувальними організаціями.

Зросла частка промислових відходів, що відправляються на переробку, насамперед за рахунок розвитку власних переробних потужностей виробників, так і за рахунок розвитку співпраці з незалежними переробниками. Роздільний збір, що є основним джерелом сировини у розвинутих країнах і дозволяє істотно поліпшити економіку сміттєпереробних підприємств [3].

Найвищим коефіцієнтом вилучення з ТПВ характеризується ПЕТ-пляшка, що пов'язано легко відсортовується від загальної маси сміття. В результаті на ринку вторинних пластиків частка ПЕТ займає до 50% з урахуванням флексу, що імпортується з-за кордону.

Україна є однією з найбільших постачальниць ПЕТ тари з європейських країн. Її частка в імпорті складає 57%. На ринку переробки ПЕТ близько 63% припадає на волокна та неткані матеріали. Ключовим напрямом використання є виробництво волокон з обсягом близько 70 тис. тон у 2017 році. На другому місці за обсягами споживання близько 17% – так званий повний рециклінг bottle-to-bottle із наступним отриманням преформ. На третьому – виробництво обв'язувальних стреппінг-стрічок для пакування виробів.

Практично всі компанії в Україні займаються переробкою ПЕТ-відходів у гранулят, який можна використовувати у виробництві продукції зі знизеними споживчими властивостями – волокна, у тому числі нетканого та геосинтетичних, стрічок, листів тощо продукції для технічного застосування. При цьому значна частина великих переробників використовує вторинний ПЕТ у своєму технологічному циклі для випуску кінцевої продукції. Серед них – провідним виробником волокон з вторинного ПЕТ-флексу є ТОВ «АЛЬФА ФЛЕКС» м. Запоріжжя.

На ринку також нараховується значна кількість гравців, які займаються лише збиранням відходів ПЕТ та інших пластиків, їх пресуванням та подрібненням для продажу. Вони представлені переважно малим бізнесом із потужностями до 3 тис. тонн на рік. Загальна кількість підприємств оцінюється у кілька тисяч. Найбільші переробники розташовані поблизу великих міст.

## **Список використаних джерел**

1. Ринок виробів з ПЕТ, поліетилену, поліпропілену в Україні: робимо самі, але з імпортного пластику URL: <https://pro-consulting.ua/ua/pressroom/rynokizdelij-iz-pet-polietilena-polipropilena-v-ukraine-delaem-sami-no-iz-importnogo-plastika>
2. Groot, J. A. W. M., Giannopapa, C. G., and Mattheij, R. M. M., July 26-30, 2009. «Numerical optimisation of blowing glass parison shapes». In Proceedings of PVP 2009: ASME Pressure Vessels and Piping Division Conference.
3. Бухкало С. І. Деякі властивості полімерних відходів у якості сировини для енерго- і ресурсозберігаючих процесів. Інтегровані технології та енергозбереження. Х.: НТУ «ХП». 2014. № 4. с. 29–33

УДК 635.656:631.5

## ***СУМАРНЕ ВОДОСПОЖИВАННЯ ГОРОХУ ПІД ВПЛИВОМ СПОСОБІВ ОБРОБІТКУ ГРУНТУ ТА ДОЗ ДОБРИВ***

**М. Ковальов**, к. с.-г. н., ст. викладач;

**С. Левенко**, студент

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Кіровоградська область розташована в зоні нестійкого зволоження, тому для отримання високих та стабільних урожаїв сільськогосподарських культур важливе значення має наявність достатньої кількості доступної вологи у ґрунті [1]. Отже, одним із найважливіших завдань землеробства є максимальне накопичення, збереження та раціональне використання

грунтової вологи, що досягається за рахунок застосування відповідних агротехнічних заходів загалом та прийомів обробітку ґрунту зокрема [2].

Згідно з результатами досліджень, запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту на оранку без застосування мінеральних добрив на момент посіву склали 160 мм (табл. 1).

Таблиця 1.

Запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту залежно від його обробітку та мінеральних добрив, мм (середнє за 2022-2023 роки)

Мінеральні добрива, дози (фактор В)	Способи основного обробітку ґрунту(фактор А)					
	оранка (контроль)		мінімальний		нульовий	
	посів	збір	посів	збір	посів	збір
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> (контроль)	160	71	160	70	161	72
N <sub>50</sub> P <sub>70</sub> K <sub>40</sub>	162	68	162	73	162	69
N <sub>100</sub> P <sub>140</sub> K <sub>80</sub>	161	70	162	69	162	74
НІР <sub>05</sub> А	20	6				
НІР <sub>05</sub> В та АВ	4	4				

Використання ресурсозберігаючих способів обробітку ґрунту, як і внесення різних доз добрив, мало впливу на їхню величину [3]. До моменту збирання врожаю відбулося зниження запасів продуктивної вологи в ґрунті за всіма досліджуваними варіантами (до 74-68 мм), і статистично достовірні відмінності відзначалися тільки між розрахунковою та подвійною дозою добрив: при мінімальному обробітку ґрунту запаси були вищими за розрахунковою, а за нульового – за подвійною.

Отже, вибір способу основного обробітку ґрунту не мав значення у накопиченні продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту під посівами гороху. Внесення добрив позначилося на запасах продуктивної вологи тільки в період збирання у разі застосування ресурсозберігаючих обробітків ґрунту.

Водоспоживання – це витрати води культурами протягом вегетації. Водоспоживання є показником потреби рослин у воді та ефективності її використання. Останнє залежить як від біологічних особливостей культури та від умов довкілля. За результатами досліджень [4], найнижче водоспоживання було характерним для варіантів з відвальною обробкою. Використання мінімального обробітку ґрунту знизило ефективність використання вологи на 7,3-13,4 %. Без обробки ґрунту витрата вологи в порівнянні з оранкою (контролем) збільшилася в 3,2 рази. Як показали результати наших досліджень, сумарне водоспоживання посівів гороху не залежало від вибору способу основного обробітку ґрунту та доз внесених мінеральних добрив ( див. табл. 2).

Усі встановлені нами відмінності перебували у межах найменшої істотної різниці. Виняток становила оранка: при розрахунковій дозі добрив сумарне водоспоживання гороху було значно вище, ніж за подвійний її дози [5].

Інше було встановлено при аналізі коефіцієнта водоспоживання, який залежав від факторів, що вивчаються в досліді.

Таблиця 2.

Сумарне водоспоживання та коефіцієнт водоспоживання гороху залежно від факторів в шарі ґрунту 0-100 см (середнє за 2022-2023 роки)

Мінеральні добрива, дози (фактор В)	Сумарне водоспоживання, м <sup>3</sup> /га			Коефіцієнт водоспоживання, м <sup>3</sup> /т		
	О*	М*	Н*	О*	М*	Н*
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> (контроль)	2246	2240	2233	1054	1437	1705
N <sub>50</sub> P <sub>70</sub> K <sub>40</sub>	2315	2252	2283	954	1279	1504
N <sub>100</sub> P <sub>140</sub> K <sub>80</sub>	2222	2284	2235	954	1136	1281
НІР <sub>05</sub> А	146			178		
НІР <sub>05</sub> В та АВ	70			128		

\* способи основного обробітку ґрунту (фактор А): О – оранка (контроль); М - мінімальний; Н – нульовий.

На оранці він був найменшим 954-1054 м<sup>3</sup>/т. Застосування енергозберігаючих способів обробки ґрунту суттєво збільшувало цей показник – на 19-36 % при мінімальному та на 34-62 % – при нульовому обробітку ґрунту. Причому різниця між енергозберігаючими способами обробки ґрунту була статистично значущою при дозі добрив N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub> та N<sub>50</sub>P<sub>70</sub>K<sub>40</sub>. Максимальний коефіцієнт водоспоживання гороху спостерігався у варіанті з нульовим обробітком.

Внесення мінеральних добрив сприяло зниженню коефіцієнта водоспоживання на всіх варіантах обробки ґрунту, а у варіантах із ресурсозберігаючими – суттєвому[6]. Найбільш економно рослини гороху використовували вологу при посиленні фону добрив, при чому різниці між розрахунковою і подвійною дозами при оранці встановлено не було, у той час як при енергозберігаючих обробках відмінності були математично доведені на 5 % рівні значущості.

Отже, найбільш економно рослини гороху витрачали вологу при відвальному обробітку ґрунту та внесенні мінеральних добрив

### Список використаних джерел

1. Топольний Ф.П., Ковальов М.М., Резніченко В.П. Ґрунтознавство на службу землеробству. Аграрні інновації Рецензований науковий журнал. №6 2021. Видавничий дім «Гельветика», С.46-49
2. Kovalov M., Vasytkovska K., Reznichenko V., Mostipan M. (2019). Agro-ecological aspects of the change of sulphate sulphur content in chernozem of the Buh-Dnipro interstream area in Ukraine. WSEAS Transactions on Environment and Development, Vol. 15. 319-323. (URL: <https://www.wseas.org/multimedia/journals/environment/2019/a685115-477.pdf>)
3. Ковальов М.М., Мащенко Ю.В., Ткач А.Ф. Вплив щільності та твердості ґрунту на ефективність вирощування соняшнику за різних систем удобрення. Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. Видавничий дім «Гельветика», 2022, вип. 78. С. 20-24.
4. Ковальов М.М., Топольний Ф.П., Переуцільнення ґрунтів – проблема сьогодення зб. наук. ст. III-го Всеукр. з'їзду екологів з міжнар. участю [Екологія – 2011], (21-24 верес., 2011р.) Вінниця, 2011. Т.2. С. 493 – 496.
5. Ковальов М.М., Топольний Ф.П., Мащенко Ю.В. Оцінка ступеня залежності структурного складу ґрунтів від вмісту складу гумусу та амфіфільних компонентів їхнього гумусового складника. Аграрні інновації Рецензований науковий журнал. №19. 2023. Видавничий дім «Гельветика», С.67-73.
6. Ковальов М.М., Топольний Ф.П., Малаховська В.О. Органічна речовина ґрунту під впливом тривалого сільськогосподарського використання Аграрні інновації Рецензований науковий журнал. №17. 2023. Видавничий дім «Гельветика», С.81-87.

УДК 635.152 : 631.544.4

### **ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ СОРТІВ РЕДИСУ ЗА РІЗНИХ СПОСОБІВ ВИРОЩУВАННЯ**

**М. Ковальов**, к. с.-г. н., ст. викладач;  
**Д. Михайлова**, студентка

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Редис відноситься до рослин довгого дня. Короткий день (близько 12 годин) та помірна температура (15-18°C) сприяють швидкому росту коренеплодів та високій товарності врожаю, уповільнюють перехід рослин у репродуктивний період онтогенезу. Рослини редису чутливі до недостатнього рівня освітленості, тому їм необхідна мінімальна освітленість – 1,3-1,5 кЛк, але оптимальним рівнем є 9-14 кЛк. Обрані нами в досліді гібриди *R. sativus* порівняно слабо чутливі до зміни довжини дня та формують товарні коренеплоди в широкому діапазоні від 12 до 17 годин. Причому дані гібриди в умовах наростаючого дня дають більш ранне та дружнє стеблуння [1].

На тлі відмінностей гідротермічних показників вегетативних періодів та наростаючого світлового дня нами була проведена об'єктивна оцінка двох ранніх гібридів *R. sativus* та виділено групи зі стійкості рослин до передчасного стеблуння з використанням бальної шкали при вирощуванні в умовах наростаючого світлового дня у плівковій теплиці. У плівковій теплиці в умовах короткого світлового дня тривалістю до 12 годин та низького рівня освітлення від 2,5 до 5,0 кЛк передчасне стеблуння нами не виявлене [2].

Більшість досліджених гібридів редису характеризувалися стійкістю до передчасного стеблуння на рівні 2-4 балів у весняній теплиці та відкритому ґрунті. При цьому кількість стійких зразків у весняній теплиці та відкритому ґрунті дещо відрізнялася, що визначає різну реакцію генотипів на поступове збільшення світлового дня. Незначна кількість рослин, що перейшли у фазу стеблуння (2 бали), була характерна в основному для округлих різновидів європейського підвиду. Вже для форм з подовженою формою коренеплоду відсоток стеблуння міг сягати 50 % або 3-4 балам. Практично непридатними для вирощування за умов наростаючого світлового дня виявилися зразки гібриди Крижана бурулька F<sub>1</sub> та Селеста F<sub>1</sub>. Деякі зразки цих гібридів не формували товарний коренеплід.

В умовах інтенсивної світлокультури основним лімітуючим чинником була інтенсивність освітлення в межах 15-20 кЛк ( $r=0,36$ ). Більшість зразків була стійка до передчасного стеблуння або мала невеликий відсоток рослин, що перейшли у фазу стеблуння. Останнє пояснюється високою температурою повітря, яка підтримувалася на рівні від 20 до 25°C. У восьми зразків редису відмічено стеблуння понад 40 % і у чотирьох – 100 %, два з яких належали до гібриду Селеста F<sub>1</sub> та Крижана бурулька F<sub>1</sub> не формували коренеплід, ймовірно, зразки цього гібриду не придатні для вирощування в умовах інтенсивної світлокультури [3].

Стійкими до передчасного стеблуння у всіх трьох умовах вирощування були зразки європейського гібриду Вієнна F<sub>1</sub>, Хелена F<sub>1</sub> та Ескала F<sub>1</sub> Enza Zaden з Нідерландів; гібридів Моховський F<sub>1</sub>, Осінній Гігант F<sub>1</sub> з білим забарвленням коренеплоду та гібриду Злата з жовтим забарвленням коренеплоду – ТМ «Геліос» (Україна).

Загалом спостерігалася сильна диференціація гібридів редису за ознакою стійкості до передчасного стеблуння. У середньому 41,7 % зразків переходили в репродуктивну фазу відразу після досягнення коренеплодом технічної стиглості, 54,0 % показали поодинокі стеблуння (1-20 %). Гібриди Осінній Гігант F<sub>1</sub> Ескала F<sub>1</sub> (4,3%) виявилися стійкими до стеблуння. При вирощуванні гібридів редису різного еколого-географічного походження при різних термінах посіву (весняний та літній) з комплексами світлового та температурного режимів, що розрізняються, спостерігалися різні темпи росту та розвитку [4].

В умовах наростаючого світлового дня та короткочасного впливу знижених температур у нічний час при весняному посіві насамперед перейшли у фазу стеблуння зразки редису виробництва ТМ «Геліос», дещо пізніше – Enza Zaden. При виборі субстрату, варто пам'ятати, що він має володіти досить високою водо утримуючою здатністю, тому не варто допускати його пересихання. Але якщо це все-таки сталося, то зволоження субстрату проводять позапланово, доводячи вологість субстрату до 70 % [5, 6].

При весняному посіві більшість зразків редису переходили до генеративної фази без утворення коренеплоду - 69,1 %. Лише у невеликої частини зразків – 22 зразки, спостерігалася формування коренеплоду. Цілком стійким до передчасного стеблуння був сорт Осінній Гігант. У двох зразків гібриду Хелена F<sub>1</sub> спостерігалася раннє стеблуння в межах 5-8 %. Серед редису з білим забарвленням коренеплоду виділилися гібриди Морховський та Осінній Гігант, які мали процент стеблуння в межах від 11 до 15 %, при цьому вони формували товарні коренеплоди. Дані гібриди редису належали до весняно-літнього клімату.

При літньому посіві кількість гібридів редису, що перейшли у фазу стеблуння, помітно скоротилася через скорочення тривалості світлового дня до 15 годин. Але в той же час у 33,8 % гібридів з білим та жовтим забарвленням коренеплоду відзначалося передчасне стеблуння в межах від 5 до 20 % та у 6,3 % – понад 20 %.

Таким чином, найбільш чутливі до фотоперіоду в усіх умовах вирощування зразки редису знаходилися серед гібридів Крижана бурулька F<sub>1</sub> та Селеста F<sub>1</sub>, зразки гібриду Осінній Гігант – в умовах весняної сівозміни, гібриду Вієнна F<sub>1</sub> округлої форми коренеплоду – в умовах літньої сівозміни та інтенсивної світлокультури, гібриду Хелена F<sub>1</sub> в умовах інтенсивної світлокультури. Зразки редису, найбільш чутливі до фотоперіоду, належали до гібридів з білим та жовтим забарвленням коренеплоду. Нейтральні до фотоперіоду гібриди редису виробництва Enza Zaden: Вієнна F<sub>1</sub>, Хелена F<sub>1</sub> та Ескала F<sub>1</sub>.

### **Список використаних джерел**

1. Ковальов М.М. Формування врожайності редису при вирощуванні в системах біологічної гідропоніки. Науковий журнал «Водні біоресурси та аквакультура» Вип. 1(13). Видавничий дім «Гельветика», 2023. С.41-51.
2. Ковальов М.М. Вирощування мікрозелені салату ромен у NFT-системах залежно від впливу типу субстрату. Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. Видавничий дім «Гельветика», 2021, вип. 75. С. 48-52.
3. Ковальов М.М. Вплив густоти рослин на урожайність огірка в умовах плівкових теплиць. Аграрні інновації. Рецензований науковий журнал. №18. 2023. Видавничий дім «Гельветика», С.61-77.
4. Ковальов М.М. Ефективність вирощування руколи в умовах гідропонних плівкових теплиць. Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. Видавничий дім «Гельветика», 2022, вип. 77. С. 53-57
5. Ковальов М.М. Вплив параметрів кліматозабезпечення на вирощування мікрозелені в умовах плівкової теплиці. Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. Сільськогосподарські науки. Вип. 126 Видавничий дім «Гельветика», 2022. С.153-162.
6. Ковальов М.М. Ефективність вирощування руколи в умовах гідропонних плівкових теплиць. Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. Видавничий дім «Гельветика», 2022, вип. 77. С. 53-57.

УДК 634.75+631.811

### ***ВПЛИВ РЕЖИМІВ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ НА РІВЕНЬ КИСЛОТНОСТІ ГРУНТУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СУНИЦІ САДОВОЇ***

**М. Ковальов**, к. с.-г. н., ст. викладач;

**А. Островерха**, студентка

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Сучасні дослідження свідчать про те, що після широкомасштабного вторгнення більшість населення України відчуває дефіцит у свіжих плодах та ягодах. Одним із важливих завдань сучасного українського ягідництва є імпортозаміщення на ринку плодів та ягід, підвищення продуктивності вітчизняних плодоносних насаджень без зниження якості та безпеки продукції [1]. Необхідно нарощувати обсяги виробництва ягід на базі малих фермерських господарств за рахунок використання якісного посадкового матеріалу та освоєння сучасних технологій виробництва та зберігання [2].

Суниця садова швидше за інші ягідні культури вступає у фазу плодоношення, завдяки чому інвестиції у виробництво окупаються в досить короткий термін. Інтенсивні технології обробітку забезпечують одержання врожаїв 20 т/га і вище в умовах Центру України [3]. За рахунок науково обґрунтованого застосування добрив можна отримати в середньому збільшення врожаю суниці садової до 20 %, а також суттєво підвищити якість продукції [4].

Нині одним із елементів сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур є краплинний полив. Цей вид зрошення дозволяє вирощувати рослини, знижуючи витрату води та скорочуючи водну ерозію. В природно-кліматичних умовах Кіровоградської області вимагають застосування зрошення, особливо під час обробітку вимогливих до вологозабезпеченості культур. Один із сучасних способів добрива – фертигація, яка

передбачає внесення розчину мінеральних добрив у насадженнях рослин через систему краплинного поливу. Перевагою такого внесення є можливість доставки до зони поглинальної активності коренів кількості добрив, необхідного рослинам у певну фазу. В нашій країні в останні роки розроблено технології обробітку суниці садової в умовах Центру України в умовах дефіциту вологи.

У досліді вивчені різні режими добрива: фертигація розчином водорозчинних мінеральних добрив (РВМД), фертигація з передпосадковим внесенням твердих туків до запасу, додаткове застосування органо-мінерального добрива, фертигація комплексним мінеральним добривом. Повторність досліду триразова, повторність ізольовані, 8 варіантів для кожного сорту. Схема насаджень – чотирирядкова, гряди шириною 1 м. Ширина міжрядь 1 м, схема посадки 1x 0,25+0,25+0,25+0,25x0,25. Розмір ділянки 8x1 м, розмір облікової ділянки 3x1 м. Кількість облікових рослин – 48. У досліді проводили дослідження рослин суниці садових сортів Хоней, Клері, Ельсанта, Дарселект. Фон - передпосадкове внесення 100 т/га гною, краплинний полив. РВМД вносився регулярно, 3-4 рази на тиждень [5].

Краплинний полив та фертигація у 2022-2023 роках проводилися з умовою підтримки вологості орного шару до збирання врожаю лише на рівні 80 % НВ (вологість 24-26 %), після збирання врожаю – 70 % НВ (вологість 22-24 %). Зрошувальна норма при краплинному зрошенні у досліді у 2022 році становила 1090 м<sup>3</sup>/га відповідно, у 2023 р. – 572 м<sup>3</sup>/га. Незважаючи на мульчування ґрунту в насадженнях суниці садової у 2022 році, зрошувальна норма на одну рослину була вищою, ніж у 2023, це було обумовлено переважно кількістю опадів, що випали.

Рівень кислотності ґрунту впливає на рухливість елементів та їх доступність для рослин, у зв'язку з цим необхідно проводити визначення рН ґрунту протягом вегетаційного періоду, особливо у насадженнях ягідних культур, що удобрюються. Сприятливий діапазон рН для вирощування суниці садової 5,5 – 6,5. У досліді рівень кислотності водної витяжки із ґрунту відзначили в середньому на 0,5 одиниці вище, ніж сольовий, 5,3 – 6,0 (табл. 1).

Таблиця 1.

рН водної витяжки із ґрунту в насадженнях суниці садової

Варіант	2022			2023		
	травень	червень	вересень	травень	червень	вересень
Контроль	5,9	6,0	6,4	6,1	5,0	5,5
Фертигація РВМД	6,0	7,0*	6,9*	5,7	5,2	5,2
Фертигація РВМД, в запас P <sub>45</sub> K <sub>90</sub>	5,8	6,1	6,0	6,0	5,1	5,5
Фертигація РВМД, в запас P <sub>90</sub> K <sub>150</sub>	5,6	5,3*	5,9*	6,1	4,9	5,6
Фертигація РВМД x2, n/2	5,9	5,6	6,1	6,1	5,2	5,5
Фертигація РВМД, «Viva»	5,8	5,5*	5,8*	5,8	5,0	5,6
Фертигація «Майстер»	5,8	5,5*	5,7*	5,9	5,2	5,3
НІР <sub>05</sub>	F <sub>ф</sub> <F <sub>05</sub>	0,46	0,43	F <sub>ф</sub> <F <sub>05</sub>	F <sub>ф</sub> <F <sub>05</sub>	F <sub>ф</sub> <F <sub>05</sub>

У перший рік суттєве зниження рН водної витяжки відзначали у вересні, у всіх дослідних варіантах, крім варіанта з фертигацією РВМД та «Viva». У 2022 та 2023 роках. в середньому за дослідом спостерігали зниження рівня рН водної суспензії з 6 до 5 у липні у всіх випадках. Зміна рН водної витяжки в діапазоні між 4,9 і 7 великою мірою визначалося дією розчину добрив, що вноситься.

У насадженнях суниці садової без застосування добрив зміни рН водної суспензії ґрунту великою мірою залежали від перепадів кількості опадів та ГТК. Відзначили зниження рівня рН<sub>КС1</sub> у досліді за 2 роки застосування краплинного зрошення та внесення добрив з 5,5 до 4,5. Мінімальний рівень спостерігали у 2022 році, зниження у контрольному та дослідних варіантах було без істотних відмінностей.



## Список використаних джерел

1. Ковальов М.М. Вплив біопрепаратів та мульчуючих матеріалів на вирощування *Fragaria ananassa* в умовах відкритого ґрунту. Таврійський науковий вісник: Сільськогосподарські науки. Вип. 125, 2022. С.47-55
2. Ковальов М.М. Вплив іонного складу поживного середовища на вирощування ремонтантних сортів полуниці в гідропонних колонах Таврійський науковий вісник: Сільськогосподарські науки. Вип. 116, 2020. С.104-111.
3. Ковальов М.М., Вплив біопрепаратів на вирощування *Fragaria ananassa* в умовах плівкової теплиці. Аграрні інновації. №14. 2022.. С.60-65.
4. Cultivation of *Fragaria ananassa* in protected and open soil conditions Kovalov Mykola / Traditional and innovative approaches to scientific research: theory, methodology, practice: Scientific monograph. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2022. pp.236-267.
5. Методика проведення експертизи сортів плодово-ягідних, горіхоплідних культур та винограду; За ред. В. В. Волкодава. Київ: Алефа, 2005. 117 с.

УДК 631.472.54 : 631.872

## **УРОЖАЙНІСТЬ НАСІННЯ СОНЯШНИКА ПІД ВПЛИВОМ РІЗНИХ СПОСОБІВ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ**

**М. Ковальов**, к. с.-г. н., ст. викладач;

**А. Проценко**, студентка

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Соняшник – основна олійна культура в Україні. В насінні сучасних сортів та гібридів соняшнику, створених вітчизняними та закордонними селекціонерами, міститься від 50 до 56% світло-жовтого з хорошими смаковими якостями харчової олії [1, 2]. Протягом десяти останніх років соняшник зайняв важливе місце у структурі посівних площ Кіровоградської області. Насіння цієї культури добре ліквідне на ринку сільськогосподарської продукції та забезпечує рентабельне виробництво. Посівні площі під соняшником рік у рік змінюються, але за винятком кількох років практично завжди мав низьку врожайність [3]. Причини низької врожайності криються в стані ґрунтового шару [4]. Доведено, що будь-який насінневий матеріал на низькому агрофоні, підвищеній рівноважній щільності ґрунту та як наслідок несприятливому водно-повітряному режимі не дозволяє формувати рослини з високою врожайністю та олійністю насіння У середньому за 2023-2023 роки врожайність насіння соняшнику на варіанті з традиційним обробітком ґрунту після ячменю (контроль) склала 1,46 т/га (табл. 1).

Поверхневий обробіток (дискування) в осінній період знизив врожайність соняшнику порівняно з контролем на 11,0 %, нульовий обробіток – на 22,6 %. Смуговий обробіток ґрунту після ячменю сформувала врожайність соняшнику 1,51 т/га, що однаково з контрольним варіантом. Відмінність 3,4 % у межах помилки досліду.

В ґрунтово-кліматичних умовах Степу України погодні умови насамперед впливають на величину врожайності всіх сільськогосподарських культур, зокрема і соняшника. Окрім температури на врожайність соняшника впливає сума опадів за вегетацію та запаси вологи у ґрунті [4].

Залежність урожайності насіння соняшнику (Y) від суми опадів за вегетацію (X) виражалася рівняннями виду: для оранки  $Y_1 = -0,999 + 0,012X$ ; для нульового обробітку  $Y_2 = -1,311 + 0,012X$ ; для смугового обробітку по ячменю  $Y_3 = -0,881 + 0,011X$ ; для смугового обробітку ґрунту після люцерни  $Y_4 = -0,908 + 0,013X$ . Коефіцієнти кореляції становили відповідно 0,940; 0,951; 0,956; 0,991. Останні вказують на високий рівень взаємозв'язку цих показників.

Урожайність насіння соняшника за різними способами обробітку ґрунту, (середнє за 2022-2023 роки).

Способи обробітку ґрунту та попередники	Врожайність, т/га	Відхилення від контролю		Відхилення від смугового обробітку ґрунту після ячменю	
		т/га	%	т/га	%
1. Глибокий відвальний обробіток (оранка) після ячменю (контроль)	1,46	-	-	- 0,05	3,3
2. Поверхневий обробіток ґрунту (дискування) після ячменю	1,30	- 0,16	11,0	- 0,21	13,9
3. Нульовий обробіток ґрунту (no-till) після ячменю	1,13	- 0,33	22,6	- 0,38	25,1
4. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) після ячменю	1,51	0,05	3,4	-	-
5. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) після кукурудзи	1,69	0,23	15,6	0,18	11,9
6. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) з обертанням пласта люцерни на другий рік після оранки	1,79	0,33	22,6	0,28	18,5

$$F_{\text{ф.}} = 50,391 > F_{\text{т.}} = 3,59 \text{ НР}_{05} = 0,110$$

При випаданні опадів від 170 до 250 мм за вегетацію соняшнику при нульовому обробітку ґрунту можливе одержання врожайності насіння 1,0-1,5 т/га; при оранці та смуговому обробітку після ячменю – 1,2-1,9 т/га, а при смуговому обробітку після люцерни 1,5-2,5 т/га. Відзначено тісний взаємозв'язок врожайності соняшнику (Y) із запасами вологи у ґрунті (X). Вона виражалася рівняннями виду:

- 1) для оранки  $Y_1 = -5,162 + 0,047X$ ;
- 2) для нульового обробітку  $Y_2 = -4,01 + 0,039X$ ;
- 3) для смугового обробітку по ячменю  $Y_3 = -3,857 + 0,04 X$ ;
- 4) для смугового обробітку після люцерни  $Y_4 = 1,37 + 0,003X$ .

Коефіцієнт кореляції дорівнював відповідно 0,893; 0,784; 0,781; 0,451. Це також вказує на значну роль запасів вологи у ґрунті на формування врожайності насіння цієї культури. Найбільш чуйним на збільшення запасів вологи в метровому шарі ґрунту був соняшник після смугового обробітку з обертанням пласта люцерни.

Найменший ступінь залежності врожайності насіння соняшника (Y) відзначено від глибини обробітку ґрунту (X). Цей взаємозв'язок апроксимувався рівняннями виду: для 2023  $Y(2023) = 1,999 + 0,011X$ ; для 2022  $Y(2022) = 1,126 + 0,010X$ .

Коефіцієнти кореляції відповідно дорівнювали 0,412 та 0,491. Невисокий взаємозв'язок пояснюється незначною різницею щільності ґрунту за варіантами дослідження, що коливалася у весняний період у межах 1,24-1,29 г/см<sup>3</sup>.

Зміна щільності ґрунту в орному шарі за варіантами дослідження не перевищувала величини оптимального значення для соняшника. За рівняннями очевидно, що збільшення глибини незначно підвищувало врожайність соняшнику. Коефіцієнти кореляції також вказують на середній взаємозв'язок врожайності цієї культури з глибиною обробітку ґрунту

### Список використаних джерел

1. Vasytkovska K., Andriienko O., Malakhovska V. and Moroz O. (2022). Analysis of changes in comfortable sunflower growing areas using the example of Ukraine. HELIA, 45(77). 175-189. (DOI: <https://doi.org/10.1515/helia-2022-0010>)

2. Ковальов М., Проценко А. Вплив рівноважної щільності ґрунту на врожайність соняшнику. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології агропромислового виробництва». 2022. Кропивницький: ЦНТУ. С. 112-113.
3. Ковальов М.М., Мащенко Ю.В., Ткач А.Ф. Вплив щільності та твердості ґрунту на ефективність вирощування соняшнику за різних систем удобрення. Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. Видавничий дім «Гельветика», 2022, вип. 78. С. 20-24.
4. Ковальов М.М., Топольний Ф.П., Переуцільнення ґрунтів – проблема сьогодення зб. наук. ст. III-го Всеукр. з'їзду екологів з міжнар. участю [Екологія – 2011], (21-24 верес., 2011р.) Вінниця, 2011. Т.2. С. 493 – 496.
5. Kovalov M., Vasytkovska K., Reznichenko V., Mostipan M. (2019). Agro-ecological aspects of the change of sulphate sulphur content in chernozem of the Buh-Dnipro interstream area in Ukraine. WSEAS Transactions on Environment and Development, Vol. 15. 319-323. (URL: <https://www.wseas.org/multimedia/journals/environment/2019/a685115-477.pdf>)

УДК 631.11: 631.27

### ***ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРІВ НА ПОСІВАХ СОЇ В СТЕПУ УКРАЇНИ***

**Т. Шепілова**, *к. с.-г. н., доцент;*

**К. Голоцван**, *студентка*

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Соя – це стратегічна культура світового землеробства, що займає перше місце серед зернобобових. Її активно вирощують у багатьох країнах світу. Найбільші виробники сої це США та Бразилія. Середній рівень врожайності сої у світі складає близько 17-18 ц/га, у Європі отримують по 20-22 ц/га і більше [1].

В насінні сої міститься до 25% олії, до 44% білка, більше 20% вуглеводів. Таким чином, при вирощуванні сої отримують два врожаї - олію і білок. Білок сої збалансований за амінокислотним складом, він добре засвоюється і розчинний у воді. Білок гліцин здатний утворювати сирну масу, що дає можливість виробляти аналоги молочних продуктів. Виготовлене з сої молоко також містить казеїн та використовується у промислових цілях [2, 3].

Соєва олія містить насичені і ненасичені жирні кислоти та біологічно активні речовини. Служить сировиною для виготовлення маргарину, лецитину, застосовується в миловарінні, виготовленні лаків та фарб високої якості [4].

Застосування макро- і мікродобрив в технології вирощування сої сприяє активізації роботи біологічних катализаторів, пришвидшує зростання і розвиток рослин. Завдяки обробці насіння мікродобривами вода, поживні елементи і світло споживаються ефективніше, тому відбувається ріст врожаю та покращення показників якості зерна [1, 5].

Слід відмітити, що мікроелементи не можна замінити іншими речовинами, їх нестача негативно діє на ріст і розвиток рослин сої. Важливу роль мають мікроелементи бор, молібден, кобальт та інші, що підсилюють процес симбіозу бульбочкових бактерій з соєю [3, 5].

Мікроелементи приймають участь у синтезі білків, вуглеводів, вітамінів та жирів. Відіграють важливу роль у процесах запліднення, впливають на ріст та розвиток насіння та його якісні показники. В результаті рослини набувають стійкості до несприятливих умов зовнішнього середовища, посухи, високих температур, пестицидів, ураження хворобами.

Збільшити продуктивність виробництва сої та підвищити якісні показники зерна дозволяє застосування в технології вирощування сучасних добрив для обробки насіння і підживлення посівів. Це питання є актуальним та потребує детального вивчення в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах на нових сортах сої.

За результатами досліджень проведених у 2022-2023 рр. в зоні Степу України встановлено, що застосування добрив Вінкропс Актив мало суттєвий вплив на висоту і масу рослин сої. При комплексному застосуванні добрив для обробки насіння і посівів рослини мали найбільшу висоту - 67,7 см, що перевищила контроль на 6,6%, при цьому маса рослин була 42,1 г, а приріст складав 27,6%.

Застосування добрив для обробки насіння виявилось більш ефективним щодо збільшення маси рослин, ніж обробка посівів, приріст до контролю складав 20,6%, проти 14,5%.

Найбільшу врожайність сої сорту Етюд – 20,2 ц/га та прибавку врожаю 2,6 ц/га отримали при комплексному застосуванні обробки насіння і посівів добривами на фоні інокуляції Нітрофікс.

### **Список використаних джерел**

1. Шепілова Т. П., Петренко Д. І., Лещенко С. М., Скриннік І. О., Артеменко Д. Ю. Ефективність застосування добрив на посівах сої в умовах Північного Степу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2021 № 1. С 37–43.
2. Шовкова О. В., Коротич Є. В. Ефективність мікродобрив для передпосівної обробки насіння сої. Вісник ПДАА. 2021. № 4. С. 98–102.
3. Адаптивна технологія вирощування сої у Східному Лісостепу України: монографія. Є. М. Огурцов, В. Г. Міхєєв, Ю. В. Белінський, І. В. Клименко; за ред. М. А. Бобро. Харків : ХНАУ, 2016. 268 с.
4. Боровик В. О., Біднина І. О., Біляєва І. М., Шкода О. А. Мікродобриво як фактор прискорення зростання та розвитку рослин на посівах нових сортів сої в умовах зрошення. Аграрні інновації. 2020. № 2. С. 89–95.
5. Міленко О. Г., Соломон Ю. В. Ефективність застосування мікродобрив для обробки посівного матеріалу сої. Таврійський науковий вісник. 2022. Вип. 126. С. 85–91.

УДК 621.352.6

## ***КРИТЕРІЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БІНАРНИХ ПАЛИВНИХ СИСТЕМ***

**І. Свінар, студент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Енергозабезпечення достатнє в ресурсному відношенні та доступне за вартістю є основою функціонування суспільного виробництва, передумовою та визначальним фактором економічного росту. В історії розвитку світової економіки чітко простежується взаємозв'язок розвитку енергетичної бази та науково-технічного прогресу [1]. На кожному етапі свого історичного розвитку суспільство може використовувати лише ті ресурси, для споживання яких створені необхідні технічні засоби. При цьому внесок тих чи інших ресурсів у загальне енергоспоживання збільшується поступово, у міру створення необхідної інфраструктури у сферах їх видобутку, транспорту, переробки, розподілу та кінцевого споживання. Це зумовлює значну інерційність переходу енергетичного господарства в цілому та окремих його складових з одного виду енергетичних ресурсів на інший більш екологічно чистий. Тому останнім часом актуальність теми зумовлена проблемою модернізації виробничих процесів щодо енергоефективності, екологічної та виробничої безпеки як стратегічного спрямування на сучасному етапі розвитку економіки країни [2].

У Кіровоградській області поширені родовища бурого вугілля, які відносяться до Дніпровського буровугільного басейну. Вугілля залягає серед палеогенових пісків та глин, вік

його становить 40—50 млн років, товщина шарів вугілля досягає 20 м. В області зосереджено 90 % запасів вугілля (3,3 млрд т) Дніпровського басейну.

Найвизначніші родовища відомі в Олександрії, Балаховці, Петровому, Михайлівці, Бандурівці. Середнє річне видобування бурого вугілля брикетів на Дмитрівській і Байдаківській фабриках — близько 3,5 млн т. Брикети бурого вугілля є повноцінним паливом, зручним для спалювання та перевезення. Вони використовуються для термічної обробки, при виробництві бензину, мастила, газів. Практично все видобуте вугілля переробляється і використовується в області. Найбільш давнім і розповсюдженим є використання вугілля як палива для спалювання. У теперішній час до 50% електроенергії в Україні виробляється на теплових електростанціях, абсолютна більшість енергоблоків яких спалюють енергетичне (коксівне) кам'яне вугілля і антрацит. Враховуючи величезні запаси бурого вугілля Кіровоградської області та необхідність забезпечення енергонезалежності країни виникла необхідність у переробці його у грубодисперсні бінарні паливні системи, які б відповідали європейським стандартам екологічної якості [3, 4].

У загальному вигляді технологічна схема отримання грубодисперсної водовугільної суспензії (без попереднього збагачення вугілля) полягає в наступному. Вихідне буре вугілля подається до приймального бункеру, звідки транспортером спрямовується для дроблення в молоткову дробарку. Після дроблення вугілля крупністю 0-10 мм направляється в акумулюючий бункер, звідки в необхідній кількості дозатором подається в барабанний стрижневий млин.

Одночасно з вугіллям у млин у розрахунковій кількості надходить технічна вода. У млині відбувається процес «мокрого» подрібнення до агрегатної крупності 0-3 мм. Співвідношення вугілля та води, що надходять до млина, дорівнює 50:50.

Отримана суспензія з млина самопливом надходить у прийомний зумпф, звідки насосом по трубопроводній системі подається в акумулюючий резервуар. Швидкість транспортування суспензії трубопроводом дорівнює 1,67 м/с. При діаметрі трубопроводу 400 мм розрахункова річна продуктивність становить 4,31 млн. т.

На терміналі комплексу на ТЕЦ в м. Кропивницькому передбачалося будівництво зневоднюючої фабрики для прийому та зневоднення водовугільної суспензії, освітлення технологічної води та підготовки вугілля до спалювання. Одна з основних технологічних операцій – зневоднення вугільної суспензії здійснюється в осадово-фільтруючих центрифугах ОГШ-631У-02. Для інтенсифікації процесу зневоднення в фільтруючу зону центрифуги подавався перегріта водяна пара [4].

Застосування фільтруючих центрифуг дозволило забезпечити отримання необхідної вологості осаду без термічного сушіння і значно зменшити енергетичні витрати.

Зневоднене вугілля з вологістю не більше 22% подається на додатковий подрібнення з одночасною підсушкою і спалювання у «зваженому шарі» в топках котлів. Фугат та фільтрат центрифуг направляються в освітлювачі-шламонакопичувачі з тонкошаровими насадками, в яких здійснюється освітлення технологічної води та отримання згущеного продукту з тонкодисперсною твердою фазою. З вологістю 67% згущений продукт прямує до топки котлів на пряме спалювання.

Розроблена технологічна схема відрізняється простотою, високою надійністю та екологічністю. Згідно з проектом уловлювання твердої фази водовугільної суспензії забезпечується більш ніж на 90%.

## Список використаних джерел

1. Дудник О.М., Соколовська І.С. Розроблення процесів конверсії твердих органічних відходів в збагачений воднем синтез-газ для відновлювано-водневої енергетики та паливно-комірчаних енергетичних установок. Монографія «Відновлювано-воднева енергетика і паливнокомірчані технології». За загальною редакцією академіка НАНУ Ю.М. Солоніна. Київ: «KIM», 2018. С. 46–56.
2. Fuel Cell Handbook. Fifth edition: [National Energy Technology Laboratory]. EG&G Services Parsons, Inc., Science Applications International Corporation, October 2000. 352 p.

3. Соловей В.В. Воднева технологія накопичення енергії з використанням вітроенергетичного потенціалу / В.В. Соловей, Л. Козак, А. Шевченко, М. Зіпунніков, Р. Кемпбелл, Ф. Сімон // Проблеми машинобудування. – Харків, 2017. Т.20 - № 1. – С. 62–68.
4. Matsevytyi Y.M., Chorna N.A., Shevchenko A.A. Development of a perspective metal hydride energy accumulation system based on fuel cells for wind energetic. Journal of Mechanical Engineering. 2019. 22(4). pp. 48–52. <https://doi.org/10.15407/pmach2019.04.048>

УДК 631.11: 631.27

## **ВПЛИВ ФОНУ ЖИВЛЕННЯ ТА НОРМИ ВИСІВУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ В СТЕПУ УКРАЇНИ**

**Т. Шепілова**, *к. с.-г. н., доцент;*

**Г. Дебелій**, *студент*

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Соя є однією з поширених сільськогосподарських культур, що широко застосовується завдяки хімічному складу та вмісту білка і жиру. Високий вміст білка і цінна його збалансованість за амінокислотним складом, роблять сою гарним заміником продуктів тваринного походження [1, 2].

Забезпечення високого рівня виробництва рослинницької продукції потребує все більших витрат мінеральних добрив та енергетичних ресурсів, потреба в яких задовольняється не повністю. Вирішення такої проблеми потребує глибокого вивчення та використання нових методів освоєння технології вирощування культур в тому числі сої [3, 4].

Технологія вирощування сої в центральній Україні в більшості випадків неповністю враховує сортові особливості, а з питань застосування азотних добрив, норм висіву насіння та інших елементів технології, висновки науковців часто є протилежними [5, 6].

Оптимізація елементів технології вирощування для кожного конкретного сорту сої дає змогу отримати вищий рівень продуктивності. Невирішеними питаннями є оптимізація азотного живлення та норми висіву насіння сорту Райдуга в конкретних зональних умовах. Метою досліджень було оптимізувати елементи технології вирощування сорту сої Райдуга в умовах зони Степу, які б повною мірою відповідали біологічним вимогам сорту і дали змогу максимально реалізувати його урожайний потенціал.

Спостереження показали, що по мірі збільшення норми висіву спостерігається зменшення кількості рослин, які збереглися на період повних сходів. Це можна пояснити тим, що між рослинами збільшувалася конкуренція за основні фактори життя рослин і, особливо за світло, вологу і поживні речовини у ґрунті.

За норми висіву 0,8 млн. шт./га на рослинах сої формувалось в середньому 42 шт. бульбочок з масою 0,24 г; за норми висіву 1,0 млн. шт./га - 38 шт. бульбочок з масою 0,21 г.

Виявлено, що підживлення посівів карбамідом (5 кг/га) сприяло збільшенню врожайності сої за норм висіву 0,8 та 1,0 млн. шт./га – на 0,14 і 0,12 т/га, підживлення сульфатом магнію (2 кг/га) – на 0,10 т/га, підживлення мікродобривом Інтермаг бобові – на 0,15 і 0,14 т/га, комплексного застосування препаратів – на 0,27 і 0,25 т/га.

### **Список використаних джерел**

1. Shepilova T., Mostipan M., Petrenko D., Vasytkovska K. (2020) The influence of sowing time and micro-fertilizers on soybean productivity in the northern steppe of Ukraine. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 26(4). 787-792. (URL: <https://www.agrojournal.org/26/04-12.pdf>)
2. Шевніков М. Я. Наукові основи вирощування сої в умовах лівобережного Лісостепу України: монографія. Полтава, 2007. 208 с.

3. Бабич А. О., Бахмат М. І., Бахмат О. М. Соя: агроекологічні основи вирощування, переробки і використання. Кам'янець-Подільський : ПП «Медобори-2006», 2013. 268 с.
4. Бабич А. О., Колісник С. І., Кобак С. Я. та ін. Теоретичне обґрунтування та шляхи оптимізації сортової технології вирощування сої в умовах Лісостепу України. Корми і кормовиробництво. Вінниця, 2011. Вип. 69. С. 113–121.
5. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В., Іванюк С. В. Соя : монографія. Вінниця : Діло, 2016. 400 с.
6. Шепілова Т. П. Вплив біопрепаратів на продуктивність сої у північному Степу України. Збірник наукових праць Уманського НУС, 2019. Вип. 94 (1). С. 255–264.

УДК 631.11: 631.27

## ***ВПЛИВ СПОСОБІВ СІВБИ ТА НОРМ ВИСІВУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ В СТЕПУ УКРАЇНИ***

**Т. Шепілова**, *к. с.-г. н., доцент;*  
**Р. Ільченко**, *студент*

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Соя є цінною культурою з широким спектром використання. За вмістом якісного білка, жирних кислот, ферментів та мікроелементів соя переважає багато культур.

Україна посідає вагоме місце у світі з виробництва сої. У 2022 р. площа посівів сої складала 1,5 млн. га, зібрали 3,6 млн. т сої, що вище на 9% за попередній рік. Основні посіви сої розміщено у центральних районах – це Полтавська, Хмельницька, та Вінницька області [1, 2].

Відомо, що підбором оптимального способу сівби та норми висіву створюють кращі умови для розвитку рослин ще з початку вегетації, що є умовою росту рівня врожаю.

Такі прийоми агротехніки, як норма висіву і ширина міжрядь є енергоощадними, адже не потребують додаткових витрат, як застосування пестицидів, добрив чи стимуляторів росту [2, 3].

Формування посівів з оптимальною площею живлення дозволяє реалізувати адаптивний потенціал сортів сої в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах. Сорт є основою для створення технології вирощування. Кожен сорт потребує певного просторового розміщення рослин, що визначається способом сівби та густотою рослин [1, 3].

При оптимальній густоті посіву та площі живлення рослин основна кількість бобів формується на головному стеблі, тоді як у зріджених посівах – на бічних гілках. Надмірне загущення посівів обумовлює вилягання рослин, викликає передчасне пожовтіння, опадання листя, неповноцінне використання світла, вологи та елементів живлення.

В умовах Степу України вивчення впливу способів сівби та норм висіву на продуктивність середньостиглого сорту сої Феєрія показало, що збільшення ширини міжрядь від 15 до 60 см і норми висіву від 400 до 700 тис./га обумовило зниження польової схожості насіння. За рядкової сівби вона складала в середньому 87%, а при ширині міжрядь 60 см зменшувалась на 6%. Вживання рослин відповідало показнику 92%, а при ширині міжрядь 60 см знижувалось на 7%. Загущення посівів при збільшенні норми висіву від 400 до 700 тис./га викликало зменшення польової схожості насіння при міжряддях 15 і 45 см – на 5%, при міжряддях 60 см – на 7%. Вживання рослин знижувалось відповідно на 1,4% при міжряддях 15 см до 8,0% при міжряддях 60 см.

Збільшення норми висіву викликало зниження кількості бобів, насінин та маси насіння. При міжряддях 15 см кількості бобів зменшувалась на 13%, при міжряддях 45 см – на 19%, при міжряддях 60 см – на 25%; маси насіння з рослини відповідно на 34-36%; кількості насіння

– на 17-44%. При збільшенні ширини міжрядь посилювалась негативна дія надмірного загушення посівів.

### **Список використаних джерел**

1. Ткаліч, І. Д., Шепілова Т. П. Вплив способів сівби, норм висіву і бактеріальних препаратів на формування бульбочкових бактерій і урожайність сої. Бюлетень Інституту зернового господарства. 2009. № 38. С. 135–139.
2. Шевнікова М. Я., Логвиненко О. М. Вплив строків, способів сівби, норм висіву різних сортів сої на її продуктивність. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2013. № 1. С. 12–16.
3. Поліщук І. С., Поліщук М. І. Особливості формування продуктивності сої сорту Омега Вінницька залежно від строків сівби, норм висіву насіння в умовах Лісостепу правобережного. Сільське господарство та лісівництво. 2020. Вип. 3 (18). С. 29–41.

УДК 631.11: 631.27

## ***ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКУ СІВБИ ТА ФОНУ ЖИВЛЕННЯ В СТЕПУ УКРАЇНИ***

**Т. Шепілова**, *к. с.-г. н., доцент;*

**А. Пшеничний**, *студент*

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Соя належить до відомих сільськогосподарських культур. За площами висіву вона займає одну з найвищих позицій після пшениці, кукурудзи, рису [1, 2].

Соєве насіння містить 35–50% повноцінного білку, 17–25% високоякісної олії, 18–26% вуглеводів, вітаміни, біологічно активні речовини, тому застосовуються також у медицині.

Сою на сьогодні виробляють у всіх зонах нашої держави. Селекціонери вітчизняних установ вивели низку високопродуктивних сортів сої, які за тривалістю періоду вегетації дозволяють стабільно отримувати високий врожай у всіх областях України [3, 4].

Урожайність сої в останні роки варіює в межах 14-23 ц/га, при зрошенні - 26-40 ц/га. Рекорд з урожайності – 7,5 т/га отримано в умовах Волинської області. Проте, реалізація генетичного потенціалу сортів сої на сьогоднішній день у виробничих умовах часто не досягає 50-60% [5].

Важливий вплив на ріст рослин та продуктивність посівів сої мають строки сівби. Вони визначають тривалість міжфазних періодів розвитку, тривалість всієї вегетації, строки досягання. Строки сівби мають враховувати температурний режим ґрунту, аерацію, ступінь зволоження та період вегетації сорту [1, 4].

Вирощування сої в умовах нестійкого зволоження України та зокрема підзони північного Степу, обмежується недостатньою кількістю опадів у критичні фази вегетації та нерівномірним їх розподілом. В таких складних умовах при ранній сівбі тепло часто є обмежуючим фактором. Потрібує вивчення процес розвитку рослин, формування елементів врожаю та якості насіння при різних строках сівби.

Дослідження проведені в науково-дослідних установах показують, що створення оптимальних умов живлення сої на початку вегетації позитивно впливає на подальший розвиток, формування вегетативної маси, кореневої системи, азотфіксації з бульбочковими бактеріями, фотосинтетичного потенціалу, елементів продуктивності. Досягти цю мету можливо за рахунок використання бактеріальних препаратів та внесення стартових доз мінеральних добрив.

Дослідження з вивчення впливу строків сівби та фонів живлення сої проводили протягом 2022-2023 рр. в зоні Степу України. Виявлено, що при комплексному фоні живлення сої (інокуляція та  $N_{10}P_{10}K_{10}$ ) висота рослин зростала до контрольного варіанту на



9,2% (I строк сівби – 20 квітня) та 7,2% (II строк – 1 травня), маса рослин – на 28 та 26%, площа листя рослин – на 45%, площа листя на 1 га – на 72 та 59%.

Перенесення сівби з I на II строк викликало зменшення маси рослин на 10%, висоти рослин на 9%, площі листя на 17%.

Виявлено, що застосування різного фону живлення сприяє збільшенню маси насіння на 32-36 г при I строкові сівби і на 19-21 г при II строкові сівби.

### **Список використаних джерел**

1. Шепілова Т. П., Петренко Д. І., Лещенко С. М., Артеменко Д. Ю. Формування продуктивності сої залежно від строків сівби та регуляторів росту рослин. Вісник ПДАА. 2021. № 4. С. 30–35.
2. Чернишенко П. В., Рябуха С. С., Магомедов Р. Д. Вплив агротехнологічних прийомів на урожайність та якість насіння сої. Таврійський науковий вісник. 2009. Вип. 64. С. 83–90.
3. Тимчук В. М., Цехмейструк М. Г., Матвієць В. Г. Соя в системі стандартизованих сировинних ресурсів і трансферу цілісних технологій. Вісник аграрної науки. 2016. № 2. С. 42–47 с.
4. Гадзовський Г. Л., Новицька Н. В., Мартинов О. М. Урожай і якість зерна сої під впливом інокуляції та позакореневого підживлення. Таврійський науковий вісник. 2020. № 111. С. 44–48.
5. Дідора В. Г. Симбіотична продуктивність сої залежно від інокуляції насіння та удобрення. Наукові горизонти. 2018. № 1 (64). С. 23–28.

УДК 631.11: 631.27

## ***ВПЛИВ ІНОКУЛЯЦІЇ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ СОЇ В СТЕПУ УКРАЇНИ***

**Т. Шепілова, к. с.-г. н., доцент;**

**А. Пустовіт, студент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Соя відзначається достатньо стабільною і високою врожайністю, має широкий ареал вирощування та належить до економічно вигідних культур [1].

Соеві продукти є джерелом харчового та кормового білку і олії. Серед рослинних білків тільки соєвий максимально наближений за амінокислотним складом до яєчного білку, молока і м'яса. Він добре розчинний і легко засвоюється організмом. З сої виготовляють багато оригінальних продуктів харчування, кормових та промислових виробів [2, 3].

Нині Україна займає вагоме місце за кількістю створених сортів сої. Завдяки роботі вітчизняних селекціонерів виведено достатню кількість адаптованих, продуктивних сортів. Вітчизняні сорти мають достатньо високу врожайність. Зокрема, скоростиглі сорти – 1,7-2,3 т/га, ранньостиглі – 2,3-2,6, середньостиглі – 2,7-3,5 т/га.

Сорти сої української селекції не генномодифіковані, за рівнем врожаю, вмістом жиру та білку не поступаються іноземним. У виробничих умовах важливо врахувавши агробіологічний потенціал сорту здійснити підбір його згідно певних ґрунтово-кліматичних умов, оскільки продуктивність сортів визначається агротехнічними прийомами та умовами вирощування [4, 5].

Передпосівна бактеризація насіння сої спрямована на реалізацію біологічного потенціалу сортів сої, що належать до різних груп стиглості. У структурі витрат на вирощування сої підготовка насінневого матеріалу складає 10-15%. Для отримання дружніх, одночасних сходів із високою симбіотичною активністю, передпосівній підготовці потрібно надавати особливу увагу.

В результаті досліджень, щодо вивчення впливу інокуляції на продуктивність сортів різних груп стиглості встановлено, що більша кількість бульбочок була під впливом біопрепарату Різолاین. У раннього сорту Ранок показник збільшився до контролю на 6,6 шт.,

у середньостиглого сорту Рапсодія – на 8,7 шт., тоді як під впливом біопрепарату Оптімайз – на 3,6 та 8,1 шт. Найбільше бульбочок сформувалось на рослинах сорту Рапсодія при застосуванні Різалайн – 27,8 шт.

Маса рослин збільшувалась при інокуляції насіння Різалайн у сортів Ранок і Рапсодія на 18,4%, при інокуляції Оптімайз – на 12,9-13,2%.

Середньостиглий сорт Рапсодія забезпечив рівень врожаю більший на 15,5% порівняно до сорту Ранок. При застосуванні біопрепарату Різалайн прибавка врожаю у сорту Ранок була 2,0 ц/га, у сорту Рапсодія – 2,3 ц/га.

### **Список використаних джерел**

1. Шепілова Т. П. Вплив біопрепаратів на продуктивність сої в степу України. XX міжнародна наукова інтернет-конференція сучасний стан науки в сільському господарстві та природокористуванні. Тернопіль, 2020 (20 листопада 2020 р.) С. 210–212.
2. Дідур І. М. Вплив інокуляції насіння та позакореневих підживлень на тривалість вегетації та динаміку густоти рослин сої в умовах Лісостепу правобережного. Таврійський науковий вісник. 2023. Вип. 130. С. 50–56.
3. Дідора В. Г., Ступніцька О. С. Продуктивність сої залежно від інокуляції та удобрення в умовах Полісся України. Вісник аграрної науки. 2016. № 4. С. 33–37.
4. Бикін А. В., Генгалю Н. О. Інокуляція насіння як спосіб оптимізації умов живлення сої. Науковий вісн. Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України. Сер. «Агрономія»: зб. наук. пр. Київ, 2010. Вип. 149. С. 117-126.
5. Черенков А.В. та ін. Зернобобові культури : сучасні технології вирощування : монографія, Дніпропетровськ : Акцент, 2014. 109 с.

УДК 631.11: 631.27

## ***ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА УРОЖАЙНІСТЬ СОЇ В ПІВНІЧНОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ***

**Н. Умрихін, к. с.-г. н., ст. викладач;**

**І. Сташук, студент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Соя посідає важливе місце серед стратегічних культур світу та має значну енергетичну і споживчу вартість. Вона містить значну кількість легкозасвоюваного білку. З неї виготовляють найрізноманітніші страви, використовують як рослинний замітник молочних та м'ясних тваринних продуктів [1].

Система удобрення сої це важливий фактор підвищення врожайності, що може складатись з основного внесення, припосівного удобрення та підживлення посівів протягом вегетації [2, 3].

Соя відзначається слабкою чутливістю до безпосереднього внесення мінеральних азотних добрив. Це пояснюється тривалістю фаз цвітіння та наливу насіння. Рослини сої формують розвинену кореневу систему, яка поглинає поживні речовини з глибших шарів ґрунту. Розвиток кореневої системи залежить від достатнього фосфорно-калійного живлення [4, 5].

Отже, важливо встановити ефективність внесення мінеральних добрив в умовах Степу на продуктивність нових сортів сої. В дослідженнях встановлено, що застосування мінеральних добрив сприяло збільшенню густоти стояння рослин ранньостиглого сорту сої Златослава. При внесенні  $N_{30}P_{30}$  і  $N_{30}P_{30}K_{30}$  вона збільшувалась на 2,9 та 3,2 шт./ $m^2$ , при внесенні  $P_{30}K_{30}$  і  $N_{30}K_{30}$  – на 2,1 шт./ $m^2$ , при внесенні  $K_{30}$  або  $P_{30}$  – на 0,8 шт./ $m^2$ . Застосування азотних добрив окремо обумовлювало зменшення густоти рослин сої.

Найбільша польова схожість насіння була у варіанті з внесенням  $N_{30}P_{30}K_{30}$  – 91,4%, що вище до контролю на 5,2%. При внесенні азотно-фосфорних добрив приріст становив 4,8%,  $P_{30}K_{30}$  і  $N_{30}K_{30}$  – 3,4%.

Найменша кількість бульбочок у досліді сформувалась при застосуванні азотних добрив – 26 шт./роsl., зниження до контролю складало 10 шт./роsl., або 28%. Всі варіанти досліду, де застосовували азотні добрива обумовили зниження кількості бульбочок. Так, у варіантах з  $N_{30}P_{30}$ ,  $N_{30}K_{30}$  та з повним складом мінеральних добрив вона зменшувалась на 8-10 шт.

Застосування фосфорних і калійних добрив сприяло збільшенню чисельності бульбочок. Так, у варіанті з  $P_{30}$  їх число зростало на 12 шт., у варіанті з  $K_{30}$  – на 11 шт.

Найбільша кількість бульбочок утворилась у варіанті, де вносили фосфорно-калійні добрива – 54,5 шт., що більше за контроль на 18 шт.

Отже, застосування азотних добрив викликає зниження кількості бульбочок на 24-29%, тоді як застосування фосфорно-калійних добрив забезпечує їх приріст на 49%.

### Список використаних джерел

1. Шепілова Т.П. Вплив мінеральних добрив та інокуляції насіння на врожайність сої. Пропозиція. 2013. №5. С. 70-72
2. Головатюк Є. О., Ситар О. В., Таран Н. Ю., Каленська С. М. Продуктивність та якість насіння сої за різних умов азотного живлення. Вісник аграрної науки. 2008. № 1. С. 17–20.
3. Мазур В.А., Ткачук О.П., Панцирева Г.В., Купчук І. М. Соя в інтенсивному землеробстві. Вінниця : «Нілан-ЛТД», 220 с.
4. Авраменко С., Цехмейструк М., Магомедов Р., Шелякін В. Фітнес для сої: система удобрення. Агробізнес сьогодні. 2014. №14. С. 18–21.
5. Січкач В. І. Соя: підвищений вміст білка й жиру в насінні. Насінництво. 2012. № 10. С. 18–21.

УДК 631.11: 631.27

## **ВПЛИВ СТРОКІВ ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ В СТЕПУ УКРАЇНИ**

**Т. Шепілова**, к. с.-г. н., доцент;

**К. Черненко**, студент

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Соя – це важлива культура світового землеробства, що містить багато білку і олії та поширена у понад 60 країнах з різних континентів. Соя невибаглива при вирощуванні культура, забезпечує досить стабільний, добрий врожай та прибутковість. Соєве насіння та продукти з нього здатні розв'язати проблеми білку на планеті та оптимізувати продовольчі ресурси [1, 2].

Соя це рентабельна культура, тому займає вагоме місце в структурі посівних площ більшості аграрних підприємств України. Збільшення її посівних площ пояснюється суттєвою експортною потребою та ціною на світовому ринку [3-5].

Важливим резервом збільшення врожайності та якості зерна сої є використання високоефективних добрив, що оптимізує розвиток рослин, стимулює фотосинтез, посилює стійкість до несприятливих умов середовища, шкідників, хвороб та збільшує врожайність [1, 3].

Ефективність застосування добрив залежить від багатьох факторів - сорту, умов вирощування, забезпеченості елементами живлення, способами та строками внесення препаратів. Добрива – це потужний фактор впливу на розвиток та формування продуктивності рослин сої. Врожайність сої при застосуванні добрив зростає на 30–40%. Високу врожайність отримують на ґрунтах багатих органічними та мінеральними речовинами, з нейтральною реакцією ґрунту.

Соя має неоднакову потребу в елементах живлення в різні фази росту. В першій половині вегетації від сходів до бутонізації використовується менше четвертої частини від потрібної кількості макроелементів. Потреба зростає в період цвітіння – появи насіння. Дискусійним лишається питання азотного живлення та його впливу на симбіотичну активність сої. Вчені вважають, що симбіоз може задовольнити потреби сої і внесення незначних доз азоту погіршує цей процес. Важливо дослідити ефективність різних строків внесення мінеральних добрив та інокуляції на продуктивність сої в Степу України.

Дослідження проведені з ранньостиглим сортом сої Золушка показали, що ранньовесняне внесення добрив ( $N_{20}P_{20}K_{20}$ ) під передпосівну культивування сприяло формуванню більшої схожості насіння – 89,4%, що збільшувалась при додатковій інокуляції на 2,7%. Припосівне внесення добрив ( $N_{20}P_{20}K_{20}$ ) викликало зниження схожості насіння на 19,2% до варіанту розкидного способу. Бактеризація сої була більш ефективною на фоні, де мінеральні добрива не застосовували, приріст складав 4,3%.

Більшу врожайність – 2,45 т/га отримали за ранньовесняного внесення добрив та інокуляції. Застосування Нітроген Квік дало прибавку врожаю при розкидному способі внесення добрив – 0,25 т/га, при підживленні посівів – 0,16 т/га, при сівбі – 0,09 т/га.

### Список використаних джерел

1. Душко П. М. Оцінювання удобрень сої в технології її вирощування за адаптивним потенціалом. Агроекологічний журнал. 2017. № 2. С. 205–210.
2. Циганська О. І., Циганський В. І. Вплив мінеральних добрив та способів використання комплексу мікроелементів на висоту рослин сої. Сільське господарство та лісівництво. 2019. № 15. С. 83–93.
3. Адаптивна технологія вирощування сої у Східному Лісостепу України: монографія. Є. М. Огурцов, В. Г. Міхєєв, Ю. В. Белінський, І. В. Клименко; за ред. М. А. Бобро. Харків : ХНАУ, 2016. 268 с.
4. Пархуць Б. Продуктивність сої залежно від рівня мінерального удобрення на темно-сірих опідзолених ґрунтах. Вісник ЛНАУ. 2019. № 23. С. 257–260.
5. Шепілова Т. П., Петренко Д. І., Лещенко С. М., Скриннік І. О., Артеменко Д. Ю. Ефективність застосування добрив на посівах сої в умовах Північного Степу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2021. № 1. С. 37–42.

УДК 631.11: 631.27

### **ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОСТИМУЛЯТОРА РОСТУ ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКІВ СІВБИ СОЇ В СТЕПУ УКРАЇНИ**

**Т. Шепілова**, к. с.-г. н., доцент;

**А. Ковтун**, студент

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Соя належить до важливих стратегічних культур. Нині вона займає четверте місце серед найбільш поширених культур, зокрема, пшениці, рису й кукурудзи. Соя широко застосовується, як універсальна культура для тваринництва, продовольчої галузі та в медицині [1].

Вміст в насінні сої білку становить 36–48%, олії 20–25%, вуглеводів до 37%, мінеральних речовин до 6% та 12 вітамінів. Фосфатиди, що є у складі сої, відповідають за обмін речовин, формують білки, підвищують засвоюваність жирів. Білок сої наближений за складом до тваринного, в більшому ступені, ніж інших бобових. Амінокислотний склад сої дозволяє називати її рослинним м'ясом [2, 3].

Серед елементів технології вирощування сої, строки сівби мають вплив на дружність сходів, формування оптимальної густоти рослин, строки настання фаз росту, одночасність досягання та реалізацію генетичного потенціалу. За результатами науковців А. О. Бабица та В. Ф. Петриченка, головний фактор вибору початку сівби сої це прогрівання поверхневого шару ґрунту. Мінімальна температура для отримання сходів сої становить близько 8-10°C якщо відмічається подальше стійке підвищення температури. При прогріванні ґрунту до 12–14°C спостерігається дружне проростання сходів, але при наявності оптимальної вологи [1, 3].

Створення нових продуктивних сортів обумовлює потребу у вивченні нових рістстимулюючих препаратів, що підвищують адаптивний потенціал рослин. Через зміни клімату та стресові умови протягом вегетації, високі температури та посухи, застосування регуляторів росту рослин для оптимізації розвитку рослин, покращення якості зерна є актуальним і потребує детального вивчення. Використання стимуляторів росту підвищує стійкість рослин до біологічних, хімічних та фізичних факторів навколишнього середовища.

Вивчення ефективності застосування біостимулятора росту Вітазим в різні строки сівби сої сорту Самородок в Степу України показало, що чим більш ранній строк сівби, тим вища ефективність біостимулятора Вітазим. При I строковій сівбі польова схожість насіння зростає до контролю на 5,3%, при II і III строкових – на 2,6 та 3,3%. Така ж залежність відмічалась при визначенні густоти рослин під час повної стиглості. Так, у варіантах із регулятором росту вона перевищувала контроль на 7, 3 та 4% за першого, другого та третього строку сівби. Перенесення строку сівби з I на II сприяло збільшенню густоти рослин на 8%. Подальше затримання сівби до III строку не мало впливу на густоту стояння рослин.

Найвищий рівень врожаю сорту Самородок (21,6 ц/га) отримали при сівбі 1 травня (II строк) і застосування біостимулятора росту Вітазим. Ефективність препарату була найвища при ранній сівбі 15 квітня (I строк), де прибавка складала 14%, при оптимальній сівбі (1 травня) – 10%, при пізній сівбі (15 травня) – 8%.

### **Список використаних джерел**

1. Шепілова Т. П. Вплив регуляторів росту на продуктивність сої в умовах північного Степу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2019. № 3. С. 80–84.
2. Шевніков М. Я., Галич О. П., Лотиш І. І. Особливості розвитку сої залежно від строків сівби в умовах лівобережного Лісостепу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2015. №4. С. 15–17.
3. Цехмейструк М. Г., Шеляків В. О., Шевніков М. Я., Литвиненко О. С. Вплив строків сівби на урожайність сортів сої. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2018. № 1. С. 35–41.

УДК 631.11: 631.27

## ***ВПЛИВ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ В СТЕПУ УКРАЇНИ***

**Т. Шепілова, к. с.-г. н., доцент;**

**С. Романескул, студент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Соя відноситься до поширених бобових культур світового землеробства. Завдяки особливому хімічному складу вона не має рівних за вмістом білку і жиру. Вміст в насінні сої олії складає 18-24%, білку – 38-43%. Багато років вона використовується як продовольча та кормова культура. Соя не має рівних щодо продуктивності і складу продуктів з неї. Її білок на 90% складається з водорозчинної фракції, наблизений за складом до білка тваринного походження, містить незамінні амінокислоти [1-3].

В Україні в багатьох регіонах відмічаються сприятливі умови для вирощування сої. Вчені прогнозують подальший ріст виробництва сої. В майбутньому очікується збільшення посівних площ до 2,2-2,5 млн. га та валового збору 4,0-4,8 млн. т. [2].

Нажаль на сьогодні аграрії не в змозі реалізувати генетичний потенціал сої у повній мірі. Урожайність її у виробництві не відповідає можливостям та становить в середньому 12-16 ц/га. Невисока врожайність сої в південних районах свідчить про недостатнє вивчення особливостей вітчизняних сортів, адаптивних можливостей, впливу стимуляторів росту на рівень врожайності та якісні показники.

Вивчення стресостійкості рослин та зниження негативного впливу зовнішніх екологічних факторів передбачає вивчення стимуляторів росту, що посилюють стійкість до фізичних, біологічних та фізичних показників. На сьогодні створені та використовуються синтетичні аналоги фітогормонів та біостимуляторів, що застосовуються товаровиробниками [4].

У світі спостерігається тенденція до екологізації та біологічного виробництва продукції. Тому стимулятори росту є актуальними, адже без них, важко досягти впровадження енергозберігаючих технологій [1, 5].

В якості регуляторів росту застосовують природні, синтетичні речовини, фіторегулятори та мікроелементи. До складу таких комплексних препаратів можуть входити ауксини, цитокиніни, гібереліни, етилен, абсцизова кислота, вітаміни тощо.

За результатами досліджень в зоні Степу виявлено, що при обробці насіння регуляторами росту густина стояння рослин сої сорту Тріада була більшою відносно до контролю на 27 тис./га з регулятором росту Деймос та 20 тис./га з регулятором росту Вегестим.

При обробці посівів препаратами густина рослин майже не змінювалась, приріст до контролю становив менше одного відсотка. Тоді як обробка насіння і посівів давала більший показник густоти стояння рослин, при дії Деймос вона зростала на 36 тис./га, Вегестим – на 24 тис./га.

Найбільш ефективним було комплексне використання Деймос для обробки насіння та обприскування посівів у фазі бутонізації. Врожайність сої сорту Тріада становила 22,1 ц/га а прибавка врожаю 3,1 ц/га.

### Список використаних джерел

1. Шепілова Т. П. Вплив регуляторів росту на продуктивність сої в умовах північного Степу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2019. № 3. С. 80-84.
2. Дробітько А. В. Продуктивність сої залежно від впливу стимуляторів росту в умовах південно-західного Степу України. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2002. Вип. 6. С. 127-130.
3. Адаптивна технологія вирощування сої у Східному Лісостепу України: монографія. Є. М. Огурцов, В. Г. Міхеєв, Ю. В. Белінський, І. В. Клименко; за ред. М. А. Бобро. Харків : ХНАУ, 2016. 268 с.
4. Глупак З. І., Сипливий С. Г., Науменко В. В. Вплив передпосівної обробки насіння на продуктивність сої в умовах північно-східної частини Лісостепу України: збірник статей «Наукова думка сучасності і майбутнього», м. Дніпро, 23 вересня - 2 жовтня 2020 р. С. 15-20.
5. Крижанівський М. В., Бахмат О. М. Продуктивність сої залежно від застосування органічних добрив, інокуляції насіння та регуляторів росту рослин. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. 2022. № 37. С. 26-31.

**АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПОДІЛУ ЗЕРНОВОГО МАТЕРІАЛУ НА ДЕЦІ ВІБРОПНЕМОІМПУЛЬСНОГО СЕПАРАТОРА**

**Д. Волик, аспірант;**

**С. Степаненко, д.т.н., старший науковий співробітник**

*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН України*

Розділення насіння на безпровальній деці відбувається за рахунок того, що зерновий матеріал піддається дії похилого пульсувального потоку повітря і збуренню за гармонійним законом з боку коливань деки [1-3].

Пневматичний канал розташований під декою та в перерізі виконаний у вигляді трапеції. З метою рівномірного розподілу потоку повітря використали розподільники, тому для проведення аналітичних досліджень було доцільно розділити поверхню деки на умовні зони в залежності від напрямку спрямовування вектора інерції повітряного потоку.

Так у другій умовній зоні безпровальної деки сила інерції буде спрямована ліворуч, а насінина в зерновому матеріалі буде прагнути переміститися донизу на поверхні деки, як наведено на рис.1.

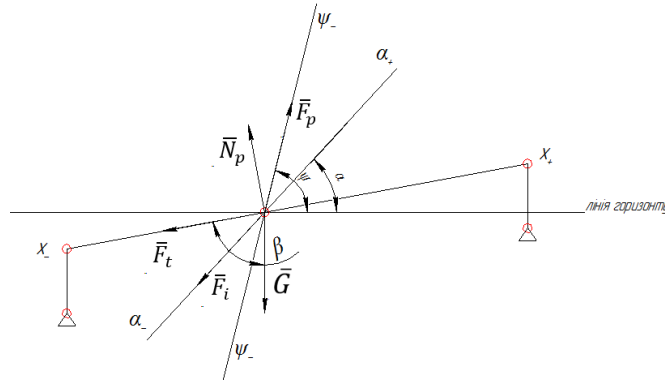


Рис.1. Схема сил, що діють на зернове середовище у від'ємному інтервалі напрямку кутового прискорення деки

Складемо узагальнене рівняння балансу сил (1), які діють на зерновий матеріал під час його поділу на деці

$$m \cdot \frac{d^2 x_{(-)}}{dt^2} = [F_i \cdot \sin(\alpha - \beta) + m \cdot g \cdot \cos(\beta) - F_p \cdot \sin(\psi - \beta)] \cdot \tan(\gamma) - \\ - F_i \cdot \cos(\alpha - \beta) - m \cdot g \cdot \sin(\beta) + F_p \cdot \cos(\psi - \beta) \quad (1)$$

Після підстановки встановлених значень сил в рівняння (1) отримаємо рівняння траєкторії переміщення частинки зернового матеріалу під час його поділу на деці.

В кінцевому варіанті рівняння зсуву зернівки в другій умовній зоні деки за визначених початкових умов можна записати у вигляді:

$$\lambda \cdot \left[ \begin{aligned} & x_{(-)} = \\ & R \cdot \cos(\theta_1) - R \cdot \cos(\theta_3) - \theta_3 \cdot R \cdot \sin(\theta_1) + \theta_1 \cdot R \cdot \sin(\theta_1) + \\ & + \frac{1}{2} \cdot \frac{g}{\omega^2} \cdot \frac{\sin(\beta+\gamma)}{\cos(\alpha-\beta-\gamma)} \cdot (\theta_3 - \theta_1)^2 - \\ & - \frac{1}{8} \cdot \frac{k_p \cdot V_{pn}^2}{\omega_1} \cdot \frac{\sin(\psi-\beta+\gamma)}{\cos(\alpha-\beta-\gamma)} \cdot \end{aligned} \right] \quad (2)$$

$$\cdot \left[ \begin{aligned} & 16 \cdot (\sin(\omega_1 \cdot t_2) - \sin(\omega_1 \cdot t_1)) + 2 \cdot (\sin(\omega_1 \cdot t_1)^2 - \sin(\omega_1 \cdot t_2)^2) - \\ & - 3 \cdot (t_1^2 \cdot \omega_1^2 - t_2^2 \cdot \omega_1^2) + 16 \cdot (\omega_1 \cdot t_1 \cdot \cos(\omega_1 \cdot T_0) - \omega_1 \cdot t_2 \cdot \cos(\omega_1 \cdot T_0)) - \\ & - 2 \cdot (\omega_1 \cdot t_1 \cdot \sin(2 \cdot \omega_1 \cdot T_0) - \omega_1 \cdot t_2 \cdot \sin(2 \cdot \omega_1 \cdot T_0)) + 6 \cdot \omega_1^2 \cdot T_0 \cdot (t_1 - t_2) \end{aligned} \right]$$

Вихідні дані для виконання розрахунків: кут нахилу поверхні до горизонту -  $\alpha = 6 - 10^\circ$ ; кут спрямованості коливань  $\beta = 10^\circ$ ; кут напрямку повітряного потоку залежить від геометричних параметрів пневматичного каналу:  $\psi = 20^\circ$ ; радіус кривошипу -  $R = 0,001$  м; коефіцієнт парусності (вітрильності) насіння пшениці -  $k_p = 0.074..0.136$ ;  $\omega_1$  - частота пульсацій повітряного потоку,  $\omega = 20$  Гц - частота вібрації безпровальної деки.

Рівняння (2) дає змогу отримати графічні залежності (рис. 2) для відображення траєкторії руху окремої частинки зернового матеріалу на досліджуваному проміжку безпровальної деки під дією вібрації та пульсувального повітряного потоку.

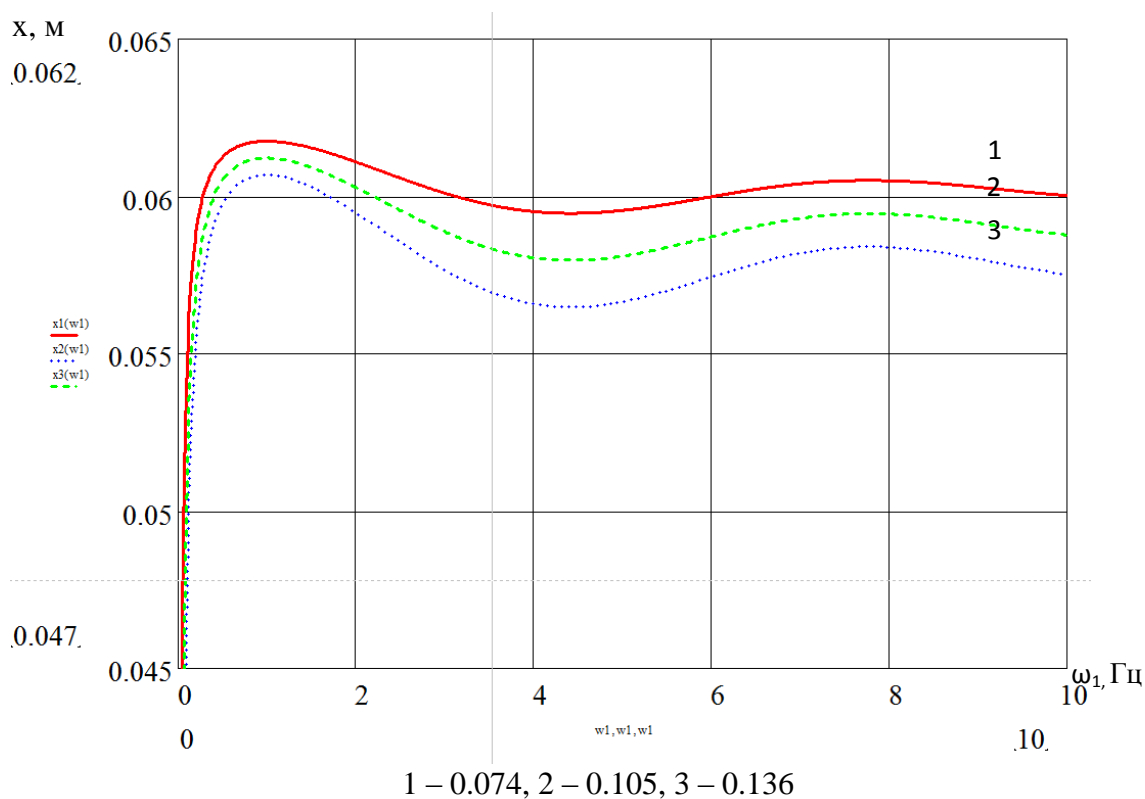


Рис. 2. Залежність чисельних значень зсувів насінин  $x(-)$  від значення пульсації повітряного потоку  $\omega_1$  у від'ємному напрямку вектора інерції повітряного потоку за різних значень коефіцієнта вітрильності  $k_p$ ;

Згідно з отриманою графічною залежністю, частинки з різним коефіцієнтом мають різне значення зсуву по осі  $x$  за однакових вихідних умов, такий розхил в координатах сприяє підвищенню якості поділу зернового матеріалу.

Отримана залежність надає змогу визначити раціональні значення частоти пульсації похилого повітряного потоку для кращого розшарування зернового матеріалу за висотою шару для його подальшого поділу на окремі фракції за густиною зернівок.

### Список використаних джерел

1. Моделювання технологічних процесів в типових об'єктах післязбиральної обробки і зберігання зерна (сепарація, сушіння, активне вентилування, охолодження) : монографія / Б. І. Котов та ін. Ніжин : ПП Лисенко, 2017. 487 с.
2. Основи теорії та технології повітряної сепарації зернових матеріалів / монографія / Б. І. Котов, С. П. Степаненко. Київ : ЦП Компрінт, 2023. 427 с.
3. С. П. Степаненко, Б. І. Котов, І.С. Попадюк. Дослідження процесу пневмовібраційного поділу зерна за густиною під час одномірного переміщення зернового потоку. Механізація та електрифікація сільського господарства: [Загальнодержавний збірник]. – 2021. - Вип. №14 (113). / [ННЦ“ІМЕСГ”]. – Глеваха, 2021. – С. 77-87.



## **АНАЛІЗ ПРИЧИН ВІДМОВ ЦИЛІНДРОПОРШНЕВОЇ ГРУПИ ТА ПОШКОДЖЕНЬ ДЕТАЛЕЙ**

**В. Білецький, к.т.н., доцент;**

**В. Костишин, студент**

*Поліський національний університет, м. Житомир*

Під час експлуатації ДВЗ відбувається зношування їхніх складових частин і в разі досягнення граничних значень параметрів технічного стану двигуни виходять з ладу. Дослідженнями причин відмов ДВЗ і пошкоджень деталей циліндропоршневої групи (ЦПГ) займалися: І.М. Алексаньян, М.М. Вагабов, І.Б. Гурвич, А.С. Денисов, Д.В. Кузнецов, А.Д. Назаров, В.В. Чепелевський і багато інших учених. За даними багатьох дослідників від 30 до 50 % усіх відмов ДВЗ припадає на відмови ЦПГ. Відмови ЦПГ пов'язані зі зносом і пошкодженнями циліндрів, поршнів і поршневих кілець. У фундаментальних роботах переважно висвітлено інформацію про характер ушкоджень гільз циліндрів "мокрого" типу і циліндрів чавунних блоків. Інформація про характер пошкоджень циліндрів блоків з алюмінієвих сплавів у літературі практично відсутня.

Робоча поверхня циліндра зношується нерівномірно. У верхній частині циліндра через дію високих температур і тиску газів масляна плівка втрачає свої змащувальні властивості і в деяких випадках може бути повністю зруйнована. У результаті гірших умов змащення в цій зоні відбувається інтенсивне зношування циліндра.

Інтенсивність зношування циліндрів значною мірою залежить від умов експлуатації та технічного обслуговування двигуна. Так, у разі потрапляння в зону тертя абразиву з повітрям або мастилом, відбувається інтенсивне зношування ЦПГ. У результаті на робочій поверхні циліндра утворюється велика кількість дрібних подряпин (рисок). При цьому циліндр набуває бочкоподібної форми.

Задирки на робочій поверхні циліндра з'являються внаслідок загального або місцевого перегрівання двигуна. За надмірно високих температур у зоні тертя масло втрачає свої мастильні властивості, і масляна плівка легко розривається. Виникає режим напівсухого тертя з безпосереднім контактом поршня і циліндра. Під час подальшої роботи двигуна, через додаткове нагрівання в місцях стирання, виникає режим сухого тертя, внаслідок чого утворюються задирки.

Перегрів двигуна може виникати через перевантаження двигуна, порушення процесу згоряння, несправності системи охолодження. Якщо циліндри двигуна оснащені "сухими" гільзами, наявна неоднорідність стінки циліндра та локальні неприлягання гільзи до блоку можуть призводити до перегріву циліндра й утворення задирів. Деформація циліндра може бути наслідком перегріву двигуна, релаксації залишкових напружень у матеріалі блока, нерівномірного або неправильного затягування різьбових з'єднань кріплення ГБЦ, відхилень від площинності поверхонь прилягання ГБЦ і блока циліндрів.

Під час експлуатації ДВЗ відбуваються також і аварійні пошкодження деталей ЦПГ. До них можна віднести: утворення тріщин і пробоїн у циліндрах, руйнування і прогорання поршнів, руйнування і поломка поршневих кілець.

Відомі способи відновлення зношених циліндрів ДВЗ можна умовно поділити на три групи: способи, в основі яких лежить використання конструктивного запасу міцності деталей; способи, які ґрунтуються на застосуванні додаткових ремонтних деталей; способи, що передбачають нанесення на поверхню циліндрів металопокриттів.

Внаслідок конструктивних особливостей блоків циліндрів ДВЗ ці способи розроблялися переважно для відновлення гільз циліндрів "мокрого" типу. Проте деякі зі способів, зважаючи на свої технологічні можливості, можуть застосовуватися і, як показує практика, застосовуються під час відновлення монолітних блоків циліндрів.

**СПОСОБИ ЗАМОРОЖУВАННЯ ЗЕРНОВОЇ СИРОВИНИ****В. Куликівський, к.т.н., доцент;****Є. Пилипчук, студент***Поліський національний університет, м. Житомир*

У процесі заморожування зернової сировини як охолоджувальне середовище використовують холодильні агенти, такі як азот.

Для замороженого подрібнення основні вимоги до способу заморожування - стрімке досягнення заморожування і виключення втрати цінних компонентів в охолоджувальне середовище.

Для заморожування харчових продуктів як охолоджувальне середовище застосовують повітря з температурою – 29°C...- 44°C, рідини та холодильні агенти, зокрема кріогенні рідини, азот, повітря. При цьому матеріал у разі безпосереднього контакту з охолоджувальним середовищем заморожується з найбільшою інтенсивністю. За рахунок заморожування перероблюваного матеріалу інтенсивність процесу подрібнення зростає. Продукт має менші розміри при більш низькій температурі охолоджувального середовища і збільшенні коефіцієнта тепловіддачі.

Заморожування методом занурення полягає в просочуванні харчових продуктів розчином, охолодженим до низької температури. У процесі заморожування методом занурення, як порівняти з повітряним охолодженням і заморожуванням, характерним є зіткнення твердої речовини з рідиною на межі розділу між ними, що сприяє швидкому перенесенню тепла. При цьому відбувається перенесення води з розчиненою в ній речовиною – вода переходить із харчового продукту в розчин для заморожування, а розчинена в ній речовина із розчину для заморожування переноситься в заморожуваний продукт. Однак заморожування матеріалу методом занурення вже застосовується в малому виробництві, наукові ази його не розроблені, і він досі здійснюється дослідним шляхом. Денудация води, як правило, відносно мала – менше 3% порівняно з перенесенням розчиненої речовини. Питанням є низький контроль за перенесенням розчиненої речовини із заморожувального розчину в матеріал.

Перенесення розчиненої речовини відбувається у два етапи, залежно від тривалості занурення: Перший етап – досягнення рівності температур продукту і заморожувального розчину характеризується низьким ступенем просочення матеріалу; Другий етап – досягнення рівності температур матеріалу і заморожувального розчину - ступінь просочення значно вищий, що відповідає перенесенню розчиненої речовини.

У такий спосіб можна швидко охолодити і заморозити матеріал для тривалого зберігання в холодильних камерах, як з відділенням заморожувального розчину, так і без його відділення.

Розроблена аналітична модель, діє за відсутності фазових змін, і тому не може відобразити всі властивості матеріалу в ході його заморожування методом занурення.

З метою заморожування застосовують різні холодильні агенти – аміак, рідкі та пароподібні азот і повітря. Заморожування із застосуванням рідких азоту і повітря за рахунок низької температури охолоджувального середовища азот до мінус 196°C забезпечує надшвидке заморожування.

Сучасні машини й апарати для заморожування в рідкому азоті являють собою тунель із конвеєрною стрічкою у вигляді сітки. Останнім часом у деяких країнах (США, Англія, та ін.) розроблено і впроваджено в промисловість різні кріогенні апарати, що працюють на рідкому азоті. Один із них – апарат "Льюїс" (США) – призначений для імерсійного заморожування продуктів в упаковці і встановлюється безпосередньо за пакувальним автоматом, з якого картонні коробки з продуктом надходять на вхідний конвеєр автомата.

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА УСТАНОВКА ДЛЯ ОСУШЕННЯ ПОВІТРЯ У ТВАРИНИЦЬКИХ ПРИМІЩЕННЯХ

С. Міненко, к.т.н., доцент;

Я. Рудь, студент

Поліський національний університет, м. Житомир

На кафедрі агроінженерії та технічного сервісу Поліського національного університету розроблено та сконструйовано експериментальну установку, основний ефект якої полягає в можливості використання природного холоду для осушення вологого повітря у тваринницькому приміщенні.

На рис. 1 представлена конструктивно-технологічна схема експериментальної установки. Вона складається з повітропроводу 4, камери змішувача 12 для змішування внутрішнього і зовнішнього повітря, нагрівального елемента 1; відцентрового вентилятора з приводом 9, піддону 11 для збору конденсату, парогенератора 15 для подачі пари в приміщення.

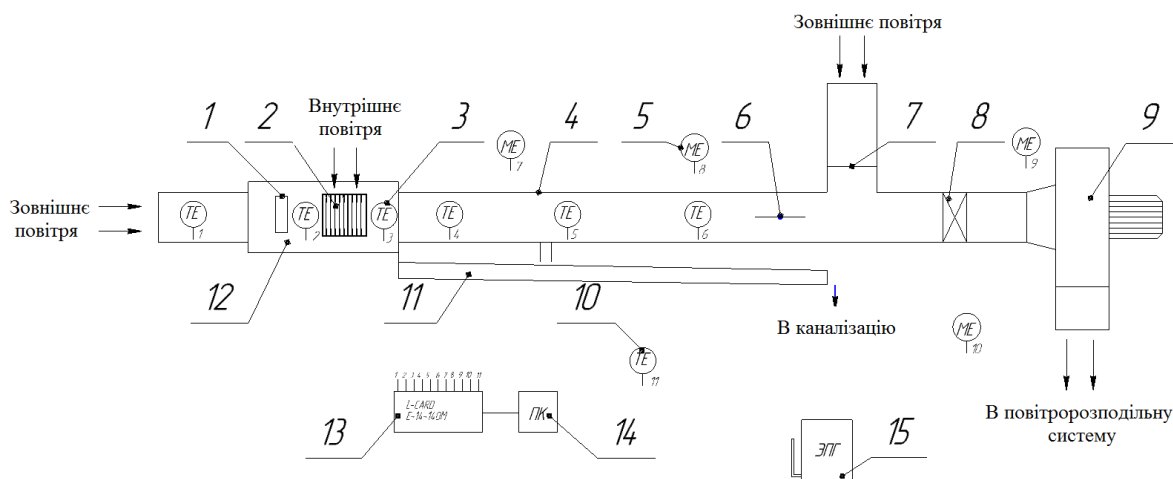


Рис. 1. Конструктивно-технологічна схема експериментальної установки:

1 – ТЕН, 2 – заслінка подачі внутрішнього повітря, 3 – датчик температури повітря, 4 – повітропровід, 5 – датчик відносної вологості повітря в приміщенні, 6 – заслінка повітроосушувача, 7 – заслінка установки, 8 – калорифер, 9 – вентилятор, 10 – датчик температури повітря в приміщенні, 11 – піддон, 12 – змішувальна камера, 13 – аналого-цифровий перетворювач, 14 - персональний комп'ютер, 15 – електростереогенератор.

Змішувальна камера являє собою прямокутний паралелепіпед, дві грані якого мають заслінки, що дають змогу регулювати подачу внутрішнього і зовнішнього повітря. Усередині змішувальної камери встановлено нагрівальний елемент 1 для підігріву суміші внутрішнього і зовнішнього повітря. Встановлений під повітропроводом піддон 6 призначений для збору сконденсованої вологи із зовнішньої стінки труби, далі ця волога виводиться з приміщення в каналізацію.

Також до складу установки входить аналого-цифровий перетворювач 9 з датчиками 4, 8 для вимірювання температури та відносної вологості повітря.

На рис. 2 і 3 представлено експериментальну установку, до складу якої введено все необхідне обладнання.

Для виконання досліджень ми відтворили фізичні параметри, за яких буде в реальності відбуватися процес осушення повітря з використанням природного холоду. Вивчивши параметри мікроклімату (температура і відносна вологість у повітрі

тваринницького приміщення), ми визначили, що експеримент має виконуватися за температури зовнішнього повітря в інтервалі  $-20 \dots -5 \text{ }^\circ\text{C}$ , відносній вологості всередині приміщення не менше 95%.

В експериментальній установці здійснювався теплообмін між внутрішнім повітрям у приміщенні та сумішшю внутрішнього і зовнішнього повітря всередині повітропроводу з метою зниження відносної вологості повітря всередині приміщення.

Рух повітря всередині повітропроводу забезпечувався відцентровим вентилятором з асинхронним електродвигуном MS90L-2 (рис. 3).



Рис. 2. Експериментальна установка для осушення повітря у тваринницьких приміщеннях.



Рис. 3. Експериментальна установка для осушення повітря у тваринницьких приміщеннях

Для зміни швидкості руху повітря всередині системи осушення повітря використовували відцентровий вентилятор із частотним перетворювачем. Він призначений для зміни частоти обертання ротора асинхронних електродвигунів шляхом зміни частоти змінного струму.

Частотний перетворювач підключався послідовно в трифазну мережу з електродвигуном.

Підключення електродвигуна до відцентрового вентилятора представлено на рис. 4.



Рис. 4. Підключення електродвигуна до відцентрового вентилятора

З'єднання відцентрового вентилятора з повітропроводом здійснювалося хомутами діаметром 400 мм за допомогою болтового з'єднання.

**ВПЛИВ ВІБРАЦІЇ НА ВЛАСТИВОСТІ ОБРОБЛЮВАНОГО ҐРУНТУ****В. Куликівський, к.т.н., доцент;****М. Юркін, студент***Поліський національний університет, м. Житомир*

На основі досліджень Р.М. Зоненберга, було отримано дані про вплив зв'язності ґрунту на тяговий опір під час вібрації. Виявлено, що вібрація найбільш ефективна на зв'язаних ґрунтах і найменш – на пухких піщаних (табл. 1). Дані, наведені в табл. 1, підтверджують результати досліджень А.А. Дубровського та Г.В. Силаєва. У підсумку можна зробити висновок, що ефективність вібрації робочих органів зростає з підвищенням зв'язності та щільності ґрунтів.

Таблиця 1.

Вплив зв'язності ґрунтів на ефективність вібрації.

Типи ґрунтів, вологість	Ефективність вібрації в % при швидкості руху (м/с)					
	0,52	1,1	1,27	1,58	1,94	2,4
Суглинковий (W = 8,81 %)	59,8	40,3	34,6	32,6	19,6	2,4
Супіщаний (W = 7,84 %)	51,6	38,5	34,4	29,4	18,9	11,2
Пісок (W = 9,9 %)	45,3	34,3	26,1	23,9	15,9	7,1

Підвищення ефективності вібрації робочих органів зі зростанням щільності оброблюваного ґрунту є передумовою для використання вібраційних робочих органів для обробітку антропогенно переущільнених ґрунтів.

Також Р.М. Зоненберг встановив, що збільшення вологості ґрунту в певному діапазоні спричиняє зниження тягового та питомого опорів робочих органів (рис. 1.). У дослідях на суглинному та супіщаному ґрунтах найбільш інтенсивне зниження опору спостерігалось до вологості 18...21%. За досягнення цієї межі зниження опору відбувається більш плавно через налипання ґрунту на робочу поверхню. У разі збільшення вологості понад 25% знову починається інтенсивне зниження опору.

Досліди показали, що в разі збільшення вологості зв'язних ґрунтів від 3,2 до 28,2% тяговий опір знижується на 37...42%. Зміна вологості піщаного ґрунту від 4,75 до 18,5% призводила до зниження опору на 17...18%. Загалом, отримані дані показують, що використання вібрації робочих органів дає змогу ґрунтообробним знаряддям працювати за більшої вологості ґрунтів, що розширює технологічні можливості.

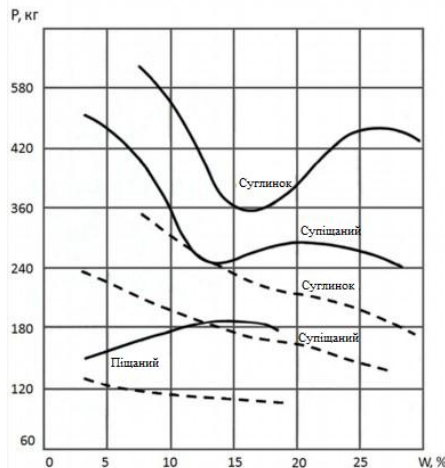


Рис. 1. Залежність тягового опору від відносної вологості ґрунту:  
 — без вібрації; - - - з вібрацією.

## **ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ РОБОТИ ДИЗЕЛЬНОГО ДВЗ ПРИ ЗНОШУВАННІ РОЗПИЛЮВАЧІВ ФОРСУНОК**

Д. Дерев'янюк, д.т.н., професор;

Є. Бржестовський, студент

*Поліський національний університет, м. Житомир*

Зношування прецизійних пар розпилювачів форсунок впливає на техніко-економічні показники роботи дизельного ДВЗ.

Виділяють два періоди в процесі згоряння палива: початковий і основний період. Відмінною особливістю між ними є механізм виникнення і поширення полум'я.

Швидкість згоряння палива в початковому періоді залежить від таких чинників: випаровуваність палива; поверхня випаровування; кількість активних центрів займання; коефіцієнт надлишку повітря; швидкість розвитку передполум'яних реакцій; швидкість турбулізації полум'я.

Характерною особливістю швидкості згоряння в основний період є вигорання парів палива, яке залежить від таких процесів, як: тепло-масоперенос заряду; кінетика процесу горіння випаровування палива; дифузії, турбулентне перенесення заряду; швидкість хімічних перетворень неоднорідної за складом з температурою горючої суміші.

І всі ці процеси відбуваються в умовах збільшення об'єму циліндра. Як зазначалося вище, одним з основних параметрів, що впливає на підготовку паливно-повітряної суміші до згоряння є геометрія розпилювального пристрою розпилювача.

Кавітаційне зношування з поступовим закоксовуванням розпилювальних отворів призводить до зміни геометричних параметрів розпилювальних отворів (з їх нерівномірною зміною перерізу). Під час визначення характеристик впливу перерізу на експлуатаційні параметри роботи дизеля використовується умовний прохідний переріз сполучення "голка - корпус розпилювача". У теорії енергетичного машинобудування ефективний прохідний перетин позначається як  $\mu_f$ . Від величини  $\mu_f$  залежить дисперсність крапель, що розпилюються, які утворюються в результаті розпилу палива в циліндрі. Так само впливає форма, далекобійність і розподіл палива за об'ємом камери згоряння і, як наслідок, процес виділення і використання теплоти в двигуні.

У дослідженнях Лазарєва Є.А., Лишевського О.С. та ін. встановлено, що зменшення  $\mu_f$  розпилювача супроводжується зростанням тиску розпилювання палива, тривалістю впорскування і зниженням далекобійності паливного факела.

Зменшення  $\mu_f$  за постійної годинної витрати палива  $G_m$  призводить до погіршення показників ефективності та паливної економічності робочого циклу. Знижуються механічна навантаженість деталей дизельного ДВЗ внаслідок зменшення максимального тиску впорскування  $p_{max}$  і швидкості наростання тиску  $W_{pmax}$ . Знижується максимальна температура  $T_{max}$  робочого циклу, з одночасним збільшенням температури відпрацьованих газів  $t_r$ .

Зменшення  $\mu_f$  сприяє зменшенню періоду затримки займання та інтенсивності вигорання палива в початковому й основному періодах процесу згоряння, що призводить до збільшення тривалості процесу згоряння  $\varphi_z$ , теплових втрат і зниження ефективної витрати палива  $q_e$  на 4...6 г/кВт·год.

Підвищення радіального зазору в направляючому прецизійному сполученні розпилювача за незмінної циклової подачі сприяє збільшенню тривалості процесу впорскування палива. Лазарєв Є.А. досліджував вплив тривалості впорскування палива на параметри процесу згоряння та ефективні показники робочого циклу в ДВЗ типу 1ЧН 14,5/20,5 за постійної частоти обертання  $n = 1250 \text{ хв}^{-1}$ , постійної годинної витрати палива  $G =$

7,6 кг/год, постійної  $p_k = 0,148$  МПа та температури  $t_k = 76^\circ\text{C}$ . У наведених ним висновках встановлено, що збільшення тривалості процесу впорскування в досліджуваних межах супроводжується погіршенням показників ефективності та паливної економічності робочого циклу. Збільшення  $\varphi_{впр}$  з 23 до 32 град, п.к.в. підвищує питому ефективну витрату палива приблизно на 10 г/кВт·год, за незначного зниження максимальних тисків циклу та швидкості наростання тиску.

УДК 631.31

### МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ ДИСКОВОГО СОШНИКА З ГРУНТОМ

**В. Савченко**, *к.т.н., доцент;*

**В. Куліш**, *студент*

*Поліський національний університет, м. Житомир*

Всі випробування проводилися при постійній швидкості руху диска вперед. Діаметр диска становив 460 мм, глибина різання – 50,8 мм або 76,2 мм, а швидкість - 4,83 км/год або 8,05 км/год. Це пов'язано з тим, що розроблена сівалка має такий самий діаметр 460 мм, експериментальні випробування сівалки можна порівняти з експериментальними випробуваннями диска завдяки однаковому діаметру диска, глибині та швидкості. Серія експериментальних випробувань була проведена на диску з різними кутами нахилу і кутами повороту диска в різних комбінаціях. Іншими словами, кути нахилу та різні кути нахилу диска були підбрані таким чином, щоб забезпечити бажану ширину різання при заданій глибині та швидкості, щоб досягти мети – знайти найкращу комбінацію кута нахилу диска та кута нахилу, яка призведе до мінімального тягового зусилля.

Випробування також були проведені на модифікованій сівалці для вивчення тих же ефектів. Сівалка має комбінований кут нахилу диска і кут нахилу, а також той самий діаметр диска 460 мм. Такі експериментальні випробування дозволили зрозуміти продуктивність сівалки, орієнтованої на різні умови роботи.

Орієнтація кутів нахилу та повороту диска показана на рис. 1.

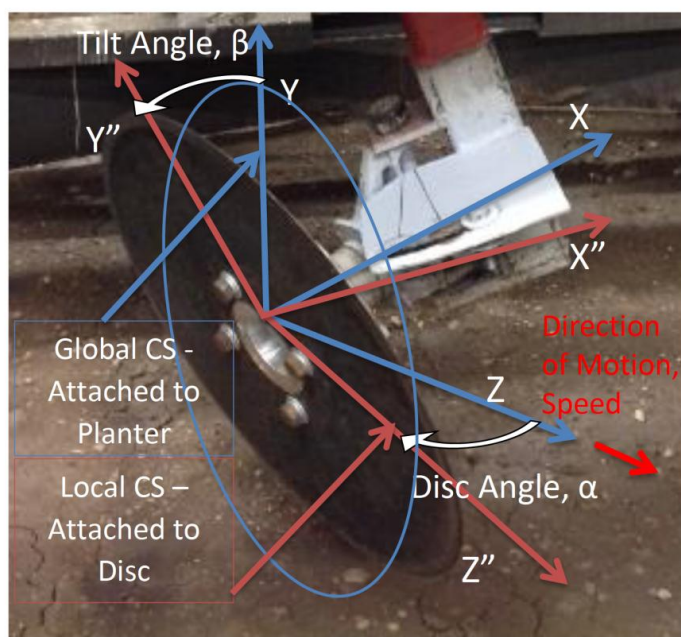


Рис. 1. Орієнтація диска та кута нахилу.

Кут нахилу,  $\beta$ , знаходиться між площиною диска та віссю Y (вертикаль). Кут розвороту диска,  $\alpha$ , знаходиться між площиною диска і віссю Z (горизонтальною). Кут нахилу диска формує ширину борозни.

Експериментальне дослідження взаємодії ґрунту з диском було виконано з урахуванням впливу швидкості руху диска, глибини різання та ширини захвату. Для дискового сошника було визначено план експерименту (DOE), який охоплював такі параметри випробувань: глибина обробітку та швидкість.

Таблиця 1

Параметри випробування диска/сівалки.

№	Глибина обробітку, мм	Швидкість км/год
1	51	5
2	51	8
3	75	5
4	75	8

Зазвичай після завершення підготовки ґрунту дисковий сошник приєднували до каретки з обраним кутом нахилу диска та кутом нахилу для проведення експериментів. Нульова точка глибини встановлювалася шляхом опускання диска до тих пір, поки він не торкнеться поверхні ґрунту. Потім вимірювалася глибина різання нижче цієї нульової точки. Для руху каретки вперед натискалася кнопка запуску.

Дані записувалися з моменту активації першого пускового вимикача до моменту досягнення кінцевого вимикача. Кнопка "Стоп" натискалася для зупинки каретки до того, як вона досягала кінця бункера для ґрунту. Ця процедура також була застосована до випробування сівалки.

Сили тяги, вертикальні сили і бічні сили, що діють на інструмент, вимірювалися за допомогою шести тензодатчиків в трьох ортогональних напрямках (горизонтальному, вертикальному і бічному). Регульовані кути нахилу ( $0^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $20^\circ$ ,  $25^\circ$ ) і кути нахилу диска ( $0^\circ$ ,  $7^\circ$ ,  $14^\circ$ ,  $21^\circ$ ,  $28^\circ$ ) були обрані таким чином, щоб отримати бажану ширину різання для заданого плану експерименту.

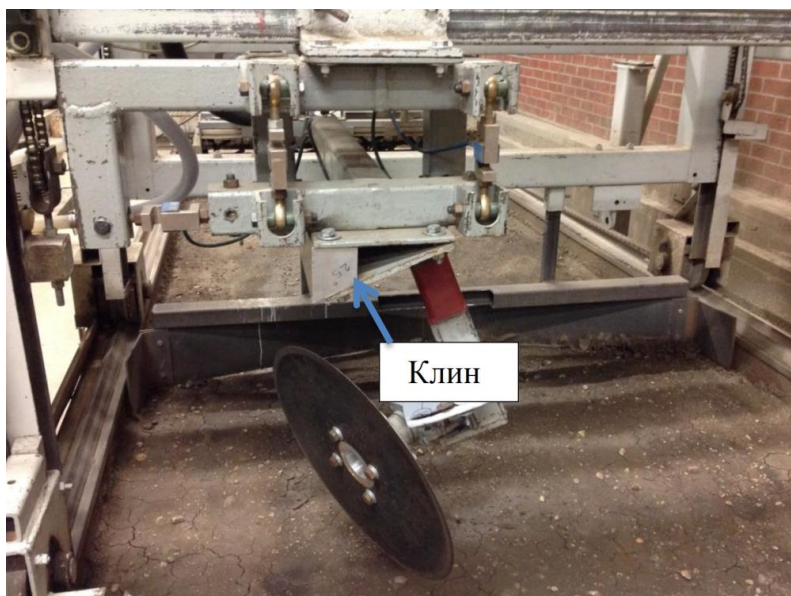


Рис. 2. Використання клина для встановлення кута нахилу.

Диск був прикріплений до каретки за допомогою регульованої з'єднувальної ланки для встановлення кута нахилу диска, як показано на рис. 2. Для встановлення кута нахилу між болтовими пластинами використовувалися клини з різними кутами нахилу. На рис. 2 показано умову, за якої регульована з'єднувальна ланка була встановлена під кутом диска  $0^\circ$ , а кут нахилу становив  $25^\circ$ .



## **КЛАСИФІКАЦІЯ ВТРАТ ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ПІД ЧАС ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТРАКТОРІВ**

**В. Савченко**, *к.т.н., доцент;*

**В. Савчук**, *студент*

*Поліський національний університет, м. Житомир*

Під втратами ПММ під час технічного обслуговування (ТО) тракторів слід розуміти такі втрати, що зумовлені порушенням технічних вимог до виконання мастильно-заправних операцій (МЗО), які призводять до їх розливу.

Якщо ТО тракторів виконують у повній відповідності до керівництва з експлуатації (КЕ), що вимагає ДСТУ. При цьому витрата ПММ також відповідає КЕ. У разі відмови системи "людина – машина – засіб обслуговування" (ЛМЗ) вимоги КЕ порушуються і, як наслідок, виникають втрати ПММ. Втрати ПММ під час ТО тракторів – це витрати ПММ під час ТО, які не передбачені посібником з експлуатації тракторів, але можуть бути в разі відмови людино-машинної системи. Відмова ЛМЗ під час ТО – це подія, внаслідок якої виникають втрати ПММ у будь-якій формі. Загальну класифікацію втрат ПММ під час ТО представлено на рис. 1.

Загальна витрата ПММ під час ТО тракторів представлена двома блоками: перший – витрата ПММ відповідно до КЕ; другий – втрати ПММ у разі відмови ЛМЗ.

Втрати ПММ під час доливання і заміни оливи в агрегатах тракторів. Обсяг ПММ, що заправляються в картери за цикл ТО (1000 мотогодин) при обслуговуванні основних марок тракторів, які використовуються в АПК Житомирської області, наведено в таблиці 1. Характеристики заправних ємностей відповідають КЕ тракторів, без урахування витрати мастил на долив, і пов'язані з періодичністю ТО-1 і ТО-2.

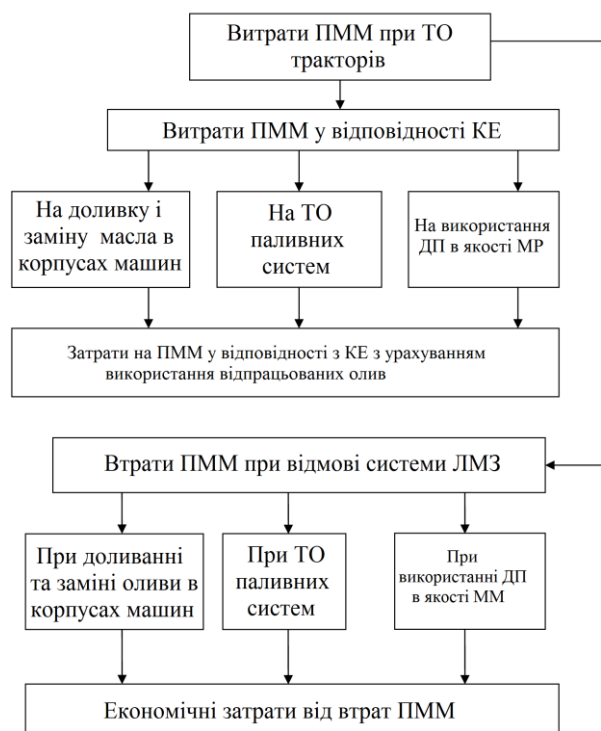


Рис. 1. Аналіз витрат паливно-мастильних матеріалів (ПММ) під час технічного обслуговування (ТО) тракторів: ДП – дизельне паливо; МР – мийна рідина; ПММ – паливо-мастильні матеріали.

З урахуванням значного обсягу робочих рідин (трансмійних і моторних олів), що заповнюються і замінюються, під час ТО істотно виникає ризик їхніх втрат. До основних робочих рідин використання, згідно з хімітологічною картою тракторів, належать: для ДВЗ товарні моторні оливи групи експлуатаційної придатності М8Г2, М10Г2, М8Г2К, М10Г2К; для механічної трансмісії оливи групи експлуатаційної придатності ТСП-15К, ТАП-15КВ, ТЕП-15; для гідросистеми оливи групи експлуатаційної придатності МГ8-8А, МГЕ-46В.

Таблиця 1.

Об'єм заправних ємностей тракторів.

Найменування заправної ємності	Об'єм, що заправляється під час технічного обслуговування тракторів, л:			
	МТЗ-80	МТЗ-1221	ХТЗ 181	ХТЗ-150
Двигун	15,0 × 2	22,0 × 2	32,0 × 2	22,0 × 2
Картери трансмісії	41,0	52,7	38,6	33,6
Бак гідросистеми	20,6	26,0	175,0	27,0
Всього:	91,6	122,7	277,6	104,6

Втрати ПММ під час операцій ТО (поповнення втрачених робочих рідин або їхньої заміни) внаслідок недосконалості конструкції та системи контролю заправного пристрою за оцінками можуть становити від 2 до 5 літрів на 100 літрів робочих рідин, що заправляються.

Втрати ПММ під час ТО паливних систем. Ці операції включають злив відстою палива з паливних фільтрів грубого і тонкого очищення і з паливних баків. Злив відстою супроводжується втратами пального, в основному, через його проливання поза приймальним пристроєм або під час його переливання в спеціальну ємність. Крім того, після промивання фільтра грубого очищення палива і заміни фільтрувальних елементів паливного фільтра тонкого очищення порушується герметичність паливної системи, що також супроводжується його втратами. На підставі даних дослідження кількість палива, що зливається, становить від 14 до 100 літрів.

Таблиця 2.

Об'єм палива, що зливається під час ТО тракторів.

Марка трактора	Об'єм палива, л:					За цикл:	
	ФГО	ФТО	ПБ	ПК	Всього	частота	об'єм, л
К-701	1,18	0,64	4,00	0,60	6,31	16	101,11
ХТТ-160	1,17	0,80	1,00	0,60	4,47	4	17,88
ХТЗ-160	0,60	0,80	1,00	0,60	3,90	16	61,40
МТЗ-82	0,47	0,71	1,00	0,60	3,69	4	14,76

Позначення: ФГО, ФТО - фільтри грубої і тонкої очистки палива, ПБ – паливний бак, ПК – прокачування палива (видалення повітря з паливоподачі)

З урахуванням значного обсягу робочих рідин (трансмійних і моторних олів), що заповнюються і замінюються, під час ТО істотно виникає ризик їхніх втрат. До основних робочих рідин використання, згідно з хімітологічною картою тракторів, належать: для ДВЗ товарні моторні оливи групи експлуатаційної придатності М8Г2, М10Г2, М8Г2К, М10Г2К; для механічної трансмісії оливи групи експлуатаційної придатності ТСП-16К, ТАП-16КВ, ТЕП-16; для гідросистеми оливи групи експлуатаційної придатності МГ8-8А, МГЕ-46В.

Втрати ПММ під час ТО паливних систем. Ці операції включають злив відстою палива з паливних фільтрів грубого і тонкого очищення і з паливних баків. Злив відстою супроводжується втратами палива, здебільшого, через його проливання поза приймальним пристроєм або за умови його закриття пробкою, через яку на завершення роботи зливають рідину в каністру. Представлені технології не виключають втрат дизельного палива у вигляді його протоки, вихлюпування з ванни або розбризкування.

**РОЗРОБКА КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ОЗОНУВАННЯ ВУЛИКІВ**

В. Савченко, к.т.н., доцент;

В. Шевченко, студент

Поліський національний університет, м. Житомир

Для впровадження розглянутого охолоджувача в електротехнологічний процес озонування бджолиних вуликів необхідно визначити його місце в ньому. Стандартна схема містить компресор, що подає повітря в електроозонатор, з якого утворена в ньому озоноповітряна суміш через систему гнучких шлангів надходить до одного або кількох бджолиних вуликів. Тому можливі 2 варіанти установки. Після електроозонатора для охолодження озоноповітряної суміші з метою унеможливити негативний вплив високих температур на бджіл. Або між компресором і електроозонатором, що дасть можливість не тільки знизити температуру озоноповітряної суміші, а й знизити нагрів розрядного пристрою, що, як було показано в попередньому розділі, збільшує його продуктивність і надійність роботи. На нашу думку, найбільшого позитивного ефекту можна досягти за 2 варіанту встановлення охолоджувача. Але варто зазначити, що в будь-якому з цих варіантів присутня необхідність осушення повітря внаслідок виникнення перепаду температур і появи вологи, яка не бажана ні у вулику, ні всередині електроозонатора. Тому після охолоджувача необхідно ставити повітряні фільтри-вогловідділювачі для усунення цього недоліку. Таким чином, конструктивно-технологічна схема озонування з пропонованим охолоджувачем матиме вигляд, показаний на рис. 1.

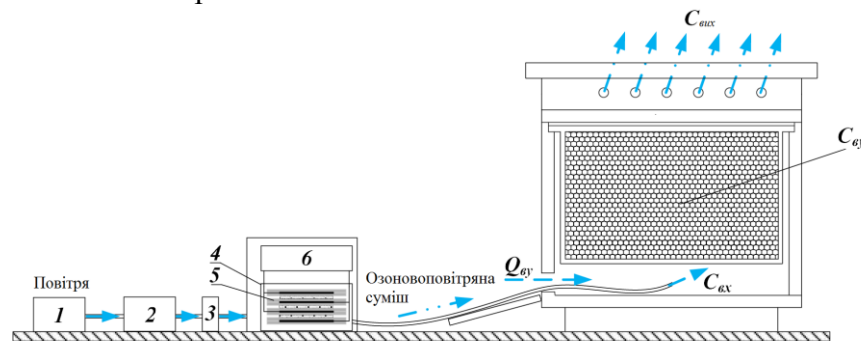


Рис. 1. Зображення конструктивно-технологічної схеми озонування вуликів з охолоджувачем повітря, що надходить до електроозонатора:

1 – компресор, 2 – охолоджувач, 3 – фільтр-вогловідділювач, 4 – корпус електроозонатора, 5 – розрядний пристрій, 6 – джерело живлення електроозонатора.

У багатьох роботах було визначено мінімальну подачу компресора для електроозонатора, що дорівнює 70 л/хв або 42 м<sup>3</sup>/год. З урахуванням додавання в систему "компресор-охолоджувач" додаткового повітряного опору у вигляді охолоджувача доцільніше прийняти більшу продуктивність компресора. Так у тій самій роботі експериментальні дослідження проводилися на базі компресора з продуктивністю 125 л/хв (7,5 м<sup>3</sup>/год). Для проведення математичного опису і подальшого комп'ютерного моделювання поставленої задачі спочатку необхідно визначити конструкцію охолоджувальної установки, що розглядається, та основні її параметри. Так, для вибору марки і кількості елементів Пельтьє в охолоджувачі, в першому наближенні, необхідно знати, яку кількість потужності  $P_C$  необхідно затратити на охолодження повітря, що підводиться від компресора. Температура повітря на виході з компресора залежно від температури навколишнього середовища може становити 35...45°C (прийємо 40°C), а температура на вході в електроозонатор згідно з повинна мати температуру 10...20°C (прийємо 20°C).

## **АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЗНОСОСТІЙКІСТЬ ГІЛЬЗ ЦИЛІНДРІВ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ**

*Д. Дерев'янку, д.т.н., професор;*

*В. Ящук, студент*

*Поліський національний університет, м. Житомир*

Згідно з ДСТУ, зносостійкість це властивості матеріалу чинити опір зношуванню в певних умовах тертя, оцінювану величиною, зворотною до швидкості зношування або інтенсивності зношування.

Зносостійкість виробу характеризують такі показники: зношування - зміна маси виробів, їхніх розмірів, кількості металу в олії або зміна параметрів виробу, що залежать від зношування поверхонь або сполучень; швидкість зношування - відношення значення зносу до інтервалу часу, протягом якого він виник (миттєва - у певний момент часу, середня - за певний інтервал часу); інтенсивність зношування (миттєва, середня) - відношення значення зносу до обумовленого шляху, на якому відбувається зношування, або обсягу виконаної роботи.

Довговічність та ефективність роботи автотракторних двигунів значною мірою визначаються зносостійкістю деталей циліндропоршневої групи. Знос деталей ЦПГ призводить до зниження тягово-потужності показників роботи двигуна, зростання витрат паливно-мастильних матеріалів, забруднення навколишнього середовища. Порушення в роботі ЦПГ впливають на роботу інших складальних одиниць двигуна, прискорюючи їх зношування. Ресурс капітально відремонтованого двигуна становить 35...40% від ресурсу нового двигуна. Однією з дорогих і швидкозношуваних деталей ЦПГ є гільза циліндра. Інтенсивність зношування ГЦ після капітального ремонту в 2...3 рази вища, ніж у нових гільз. Тому розробка та вдосконалення способів відновлення і збільшення ресурсу гільз циліндра є актуальними.

Процес зношування гільзи циліндра відбувається так: на верхній торець поршневого кільця діє тиск газів  $p_{ng}$ , що трохи відрізняється від тиску в камері згоряння двигуна і притискає його до нижнього торця поршневої канавки (рис. 1). Знизу на кільце впливає тиск газів  $p_{n1}$ , що пройшли через зазори між кільцем або гільзою, кільцем або нижнім торцем канавки. Цей тиск газів змінюється по ширині кільця і прагне відірвати його від площини з'єднання з канавкою. Однак тиск газів на нижній торець значно менший, ніж на верхній, через його дроселювання в зазорах. У результаті кільце притискається до нижнього торця канавки різницею тисків, що діють на його верхній і нижній торці.

Тиск газів у канавках значно збільшує силу притиснення кільця до поверхні гільзи; при цьому видавлюється мастило і зростає робота тертя. Між поверхнею кільця і гільзи за великих тисків за кільцем виникає граничне тертя, в умовах якого спостерігається підвищене спрацьовування, особливо верхніх кілець і верхнього пояса гільз. У бензинових двигунах робота тертя, що припадає на компресійні кільця, розподіляється так: перше кільце 60%, друге 30% і третє 10%.

Між кільцем і поверхнею ГЦ виникає сила тертя (FTP), значення якої пропорційне тиску кільця на поверхню гільзи циліндра, що виникає в результаті дії тиску газів і сили пружності кільця. Ця змінна за величиною сила спрямована в бік, протилежний руху поршня. Робота сил тертя спричиняє зношування гільзи циліндра та робочої поверхні кільця. На роботу сил тертя впливають: співвідношення фізико-механічних властивостей матеріалів кільця і гільзи циліндра; стан мастила і наявність у ньому абразиву; температура деталей, що з'єднуються. Робота сил тертя нижніх кілець завжди менша, ніж першого, що пояснюється, з одного боку, кращими умовами змащення, а з іншого - більш низьким тиском газів у лабіринтовому ущільненні.

Поблизу верхньої мертвої точки (в.мертвої точки), на тактах стиснення і робочого ходу, відбувається інтенсивне зношування гільзи циліндра, що посилюється дією високої температури газу, яка призводить до вигорання змащувального матеріалу на поверхні циліндра.

У міру руху поршня вниз робота сил тертя кілець у з'єднанні зменшується. Кільця заходять у зону ГЦ, де завжди є мастило на поверхні, інтенсивність зношування ГЦ по висоті зменшується. Епюра зносу циліндра має форму конуса, більша основа якого розташована поблизу в.м.т. (рис. 2).

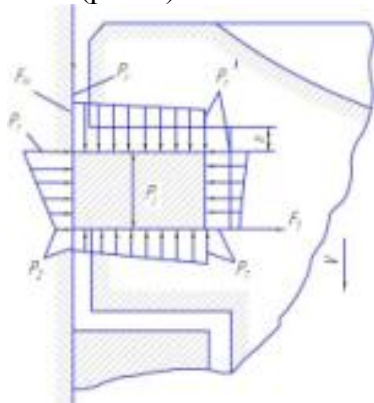


Рис. 1. Схема сил, що діють на кільце поршня.

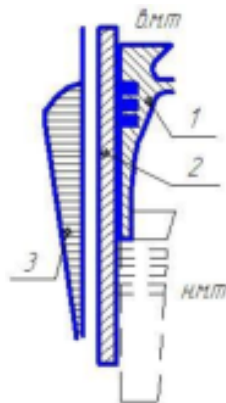


Рис. 2. Характер зношування гільзи циліндра за висотою: 1 поршень; 2 циліндр; 3 епюра зносу

У площині гойдання шатуна знос циліндра дещо більший через дії нормальної сили. Ділянка гільзи циліндра, розташована навпроти вогневого паска поршня, при положенні його у в.м.т. зношується. Інтенсивність зношування ГЦ, крім перерахованих факторів, значною мірою визначається умовами експлуатації двигуна і досконалістю його технічного обслуговування.

Нерівномірне зношування гільз циліндрів по висоті призводить до радіальних переміщень кільця в канавці. Унаслідок переміщення кільця і дії нормального зусилля, що притискає його до нижнього торця канавки, між ними виникає сила тертя  $F_1$  (див. рис. 1). Робота сили тертя спричиняє зношування першого поршневого кільця і канавки поршня, яке прийнято оцінювати за збільшенням торцевого зазору  $b$ . Надмірне зношування цих деталей призводить до того, що дроселювальна дія кільця слабшає. Гази вільно проходять у картер, що прискорює старіння мастила і зношування деталей ЦПГ двигуна.

Вивчення процесів, що відбуваються під час зношування різних пар тертя, здійснюється в рамках науки, що швидко розвивається – трибології.

Дослідження показують, що деталі ЦПГ працюють за нестаціонарних теплових, навантажувальних, швидкісних режимів, в умовах впливу абразивного та газового середовищ, які сприяють розриву розділових плівок і виникненню мікрозхоплення з різною інтенсивністю зношування. При цьому процес зношування змінюється з плином часу. Виділяють три етапи цього процесу: припрацювання, сталий режим і катастрофічне зношування:

Перший етап – характеризується досить швидким збільшенням зносу, оскільки відбувається згладжування мікронерівностей на робочих поверхнях деталей. Цей період пов'язаний із припрацюванням і відбувається за незначного пробігу двигуна. Закінчення цього етапу відбувається після обкатки нового двигуна і характеризується стабілізацією зазору між ним

Другий етап – нормальна експлуатація двигуна. Цей етап характеризується малою швидкістю наростання зносу і значною тривалістю за часом. Називається також періодом природного зношування.

Третій етап – етап аварійного зношування. Робота сполучень на цьому етапі може спричинити поломку і потребує уважного контролю. Знос не повинен бути більшим за граничну величину. Чисельні значення номінального зносу (зазору) визначаються конструкцією двигуна. Значення допустимого і граничного зносу визначаються з теорії, виходячи з умов змащення.

## ОБІРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ТА ОПИС КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ПРОФІЛОГРАФА

**І. Грабар, д.т.н., професор;**

**І. Двораковський, студент**

*Поліський національний університет, м. Житомир*

Для визначення агротехнічних показників основного та передпосівного обробки ґрунту пропонується спосіб вимірювання профілю поверхні ґрунту по колу або спіралі за допомогою лазерного профілографа. Технічний засіб для реалізації способу вимірювання профілю поверхні ґрунту по колу представлено на рис. 1.

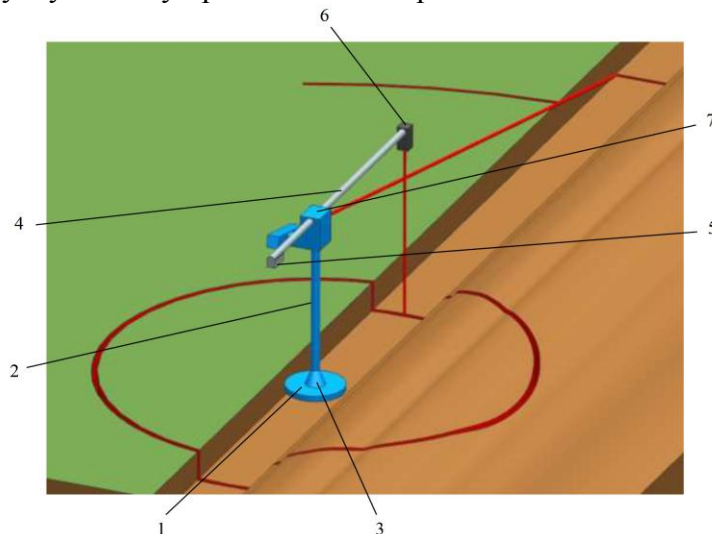


Рис. 1. Принципова схема застосування профілографа для визначення профілю денної поверхні ґрунту

Пристрій включає важку підставу 1 з гострими шпильками для надійного встановлення на "денній" поверхні обробленого (необробленого) ґрунту. На основі за допомогою підшипника ковзання встановлено стрижень 2, який має можливість обертання. У нижній його частині розміщується датчик-енкодер 3. На верхній частині стрижня 2 закріплено плече 4 і протизвагу 5 з можливістю зміни її вильоту відносно осі стрижня 2. Лазерний датчик 6 розміщується на плечі 4 з, причому початкове положення датчика 6 відносно досліджуваної поверхні можна змінювати за допомогою рухомого стрижня (див. рисунок 1). Для строго вертикального встановлення профілографа використовується рівень 7. На стійці розміщено далекомір, що забезпечує вимірювання прямолінійності оранки.

Пристрій працює таким чином. Під час контролю якості обробки ґрунту на агроландшафтах у польових умовах технічний засіб профілювання встановлюють у відкриту борозну, що розмежовує необроблену й оброблену ділянку поля, яка утворюється після проходу машинно-тракторного агрегату. Визначають по колу профіль поверхонь необробленої ділянки, борозни й обробленої ділянки. Виконуючи один оберт, лазерний датчик положення сканує поверхню ґрунту, з нього інформація передається до електронного блоку обробки сигналів і далі до ноутбука. За отриманими даними – залежності відстані від датчика відстані до денної поверхні ґрунту від кута повороту енкодера визначають:

- глибину оранки та її рівномірність;
- методом ковзного середнього встановлюють величину глибокості та гребнистості поверхні ріллі;

- за рівняннями регресії для ліній найбільшого нахилу на необробленій та обробленій ділянці поля висоту нерівностей денної поверхні ґрунту й грудкуватість;
- нахил денної поверхні ґрунту а ділянки поля та коефіцієнт спушеності;
- прямолінійність (відхилення від прямолінійності) оранки шляхом вимірювання кута відхилення борозни далекоміром на заданій відстані довжини гону.

Застосування інструментального підходу забезпечує підвищення точності контролю якості обробітку ґрунту на агроландшафтах у польових умовах.

Технічний засіб для реалізації способу вимірювання профілю поверхні ґрунту по спіралі розроблено з урахуванням недоліків відомого безконтактного профілографа. До цих обмежень можна віднести такі:

- сканування виконується тільки по колу;
- відсутня конструктивна можливість вимірювати параметри поверхні по всій досліджуваній площі та задавати різну траєкторію переміщення лазерного датчика над поверхнею.

Пристрій містить масивну основу 1 для встановлення на поверхню ґрунту (рис. 2). На основу 1 встановлено стрижень 2. На верху стрижня закріплені рівень 3, кутовий датчик 4 і перпендикулярно рухоме плече 5 з противагою 6 з одного боку. На іншій стороні плеча 5 розміщено лазерний датчик положення 7, використовуючи гвинтовий механізм 8, каретку 9 і електродвигун 10. Це дасть змогу змінювати початкове положення датчика положення 7 уздовж радіуса. У нижній частині стрижня 2 розміщено електродвигун 11. Крутний момент, використовуючи циліндричну передачу 12, передається на обертання рухомого плеча 5. На стрижні також закріплений електронний блок для оброблення сигналів 13. До нього під'єднані кабелі від датчиків 4 і 7, електродвигунів 10 і 11, ноутбука 14. Ноутбук має інформаційну систему вимірювання та комп'ютерне керування для узгодженого функціонування електродвигунів 10 та 11.

Пристрій працює за таким алгоритмом. Спочатку мехатронний профілограф встановлюють по центру облікового майданчика. Виставляють строго горизонтально за рівнем 3 плече 5, обертаючи його по колу. У вихідному положенні лазерний датчик 7, розміщений на каретці 9, має бути переміщений на периферію облікового майданчика. Від ноутбука 14 електричне живлення подається на датчики кута, положення та електродвигуни.

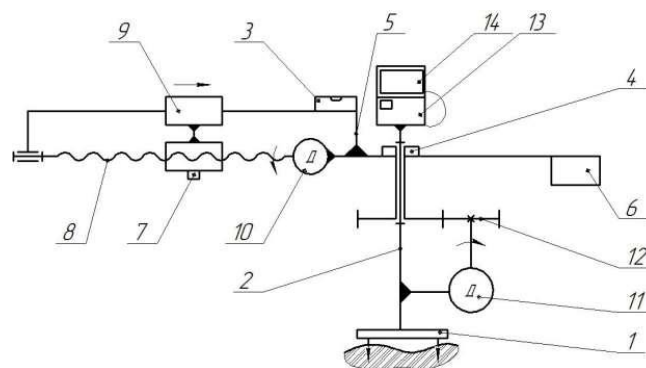


Рис. 2. Принципова схема мехатронного профілографа.

Запускаємо комп'ютерну програму на ноутбуці 14 для функціонування інформаційної системи вимірювання та комп'ютерного керування. Починає роботу електродвигун 11, який передає крутний момент за допомогою циліндричної передачі 12 для повільного обертання рухомого плеча 5 навколо установки. Датчик положення 7, виконуючи перший оберт, просканує поверхню обробленого ґрунту по периферійному колу облікового майданчика і передасть дані в ноутбук 14, використовуючи електронний блок 13.

У ноутбуці 14 інформація про профіль аналізується інформаційною системою вимірювання і задається комп'ютерним управлінням, відповідно до завдань дослідження, траєкторія переміщення лазерного датчика 7 над поверхнею досліджуваної площі, наприклад, за траєкторією у вигляді спіралі.

## **РОЗРОБЛЕННЯ СТЕНДА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ ПОКРІВЛІ ЯК СОНЯЧНОГО КОЛЕКТОРА**

**Л. Савченко, к.і.н., доцент;**

**О. Андрійчук, студент**

*Поліський національний університет, м. Житомир*

Застосувавши розрахункові дані, отримані на базі кафедри електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології Поліського національного університету, було сконструйовано, виготовлено та змонтовано макет тваринницького комплексу, на даху якого встановлено сонячний колектор (1) (рис. 1 і 2).

Винахід відноситься до сонячної енергетики, використовуваної для перетворення енергії сонячного випромінювання на теплову енергію, в подальшому використовувану для нагріву води, при цьому його можна застосовувати в лабораторних роботах під час підготовки здобувачів освіти за спеціальністю 141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”.



Рис. 1. Макет тваринницького комплексу.



Рис. 2. Макет тваринницького комплексу (фронт).

Сонячний колектор виконано з металевого листа у вигляді профнастилу марки НС-44-1000 завтовшки 4 мм, плоского металевого сталевих листа завтовшки 4 мм і різьбових втулок для подачі та відведення води в кожен профільний елемент. Довжина проєктованого сонячного колектора становить 2 м, ширина 1 м.

Підведення у верхню і відведення з нижньої частини колектора виконано за допомогою труб діаметром  $\varnothing$  25 мм.

Пропонована конструкція сонячного колектора, як показано на рис. 3, складається з трьох основних деталей: верхнього металевих листа у вигляді профнастилу (1), нижнього плоского металевих листа (2) і труб різних діаметрів для підведення води (3).

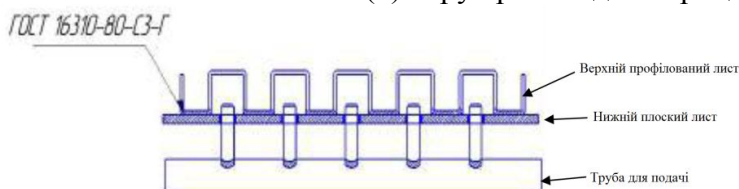


Рис. 3. Вид збоку.



Рис. 4. Зварювання листів.

Профільований металевий лист марки НС-44-1000 і плоский металевий лист з'єднані між собою точковим зварюванням. Труби для підведення холодної води і виведення гарячої води з'єднані з кожною хвилею за допомогою зварювального з'єднання, що представлено на рис. 4

Як видно з рис. 4, підведення води здійснюється до кожної хвилі профільованого листа окремо. Саме в кожній хвилі здійснюється нагрів. Необхідна кількість хвиль і параметри (площа однієї хвилі, загальна площа хвиль профільованого листа в робочій (корисній) ширині листа) були визначені за теоретично.



## **РОЗРОБЛЕННЯ СХЕМИ СИМЕТРУЮЧОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ 0,4 КВ**

**Л. Савченко, к.і.н., доцент;**

**В. Борисевич, студент**

*Поліський національний університет, м. Житомир*

Пристрій (рис. 1) застосовується для регульованого симетрування струмів і напруг трифазної чотирипровідної мережі під час підключення до неї несиметричного навантаження. Параметри пропонованого пристрою змінюються залежно від рівня несиметрії струмів і напруг у мережі 0,4 кВ, що відбувається в даний момент часу, тому що потужність пристрою автоматично регулюється у функції рівня несиметрії фазних напруг.

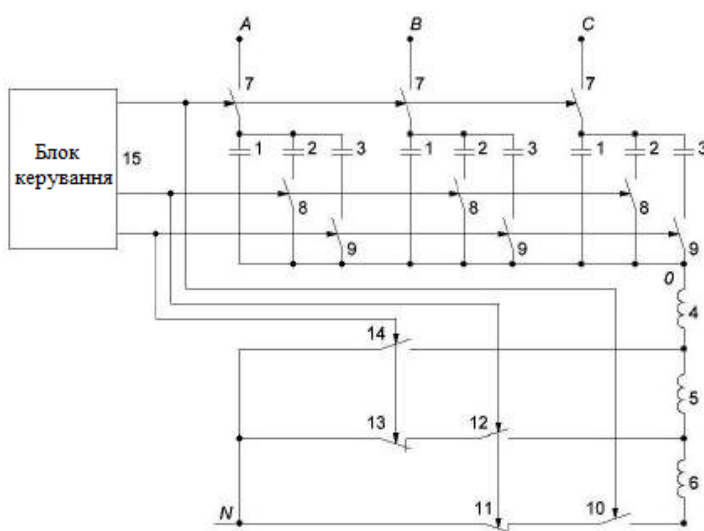


Рис. 1. Регульований симетриуючий пристрій для трифазної мережі з паралельним з'єднанням конденсаторів.

Регульований симетризувальний пристрій для трифазної мережі з нейтральним проводом складається з ємнісних елементів (1-3), з'єднаних у зірку, індуктивних котушок (4-6), контактів, що замикають (7-10, 12, 14), контактів, що розмикають (11, 13), та блока керування пристроєм (15). На першому ступені потужності підключаються три ємності (1) та індуктивні котушки (4-6).

У разі зростання несиметрії струмів і напруг під'єднується другий ступінь потужності, і потужність пристрою збільшується. Це досягається шляхом підключення додаткових ємностей (2) та індуктивних котушок (4, 5).

Індуктивна котушка 6 при цьому відключається, і загальна індуктивність зменшується. У разі більшого зростання несиметрії під'єднується третій ступінь потужності. Пропонований пристрій повністю відключається від мережі при досягненні рівня фазних напруг, заданого алгоритмом його роботи.

Перевагою даного пристрою є те, що потужність пристрою регулюється залежно від значень відхилень напруг у кожній із фаз мережі.

Загальний порядок керування містить перемикання ступенів, регулювання напруги та вимірювання рівня контрольованої напруги.

Симетрувальний пристрій, представлений на рис. 1, працює у функції рівня несиметрії фазних напруг. Основними елементами цього пристрою є диференціальні дискримінатори і тиристорні двонаправлені ключі та RS-тригери. Функціональна схема, що пояснює принцип керування схемою, наведена на рис. 2.

Блок керування складається з трьох диференціальних дискримінаторів ДД1-ДД3, побудованих на схемі 2АБО-НІ, які виробляють на виході логічну одиницю в тому випадку, коли вхідна напруга укладена між двома порогами і дорівнює логічному нулю у всіх інших випадках.

У вихідному стані з виводів диференціальних дискримінаторів ДД1-ДД3 на логічні елементи АБО1- АБО3 16, 17, 18 надходять логічні нулі, на виходах цих елементів також нулі, отже RS-тригери 19, 20, 21, перебувають у нульовому (скинутому) стані: напруга на

їхніх прямих виходах має низький потенціал, тобто на всіх прямих виходах RS-тригерів сигнал дорівнює логічному нулю. Тиристорні двоспрямовані ключі 7-9, 10, 12, 14 перебувають у закритому стані, ключі 11 і 13 - відкриті через інвертувальні елементи НЕ 25 і 26, отже, СП відключено від мережі.

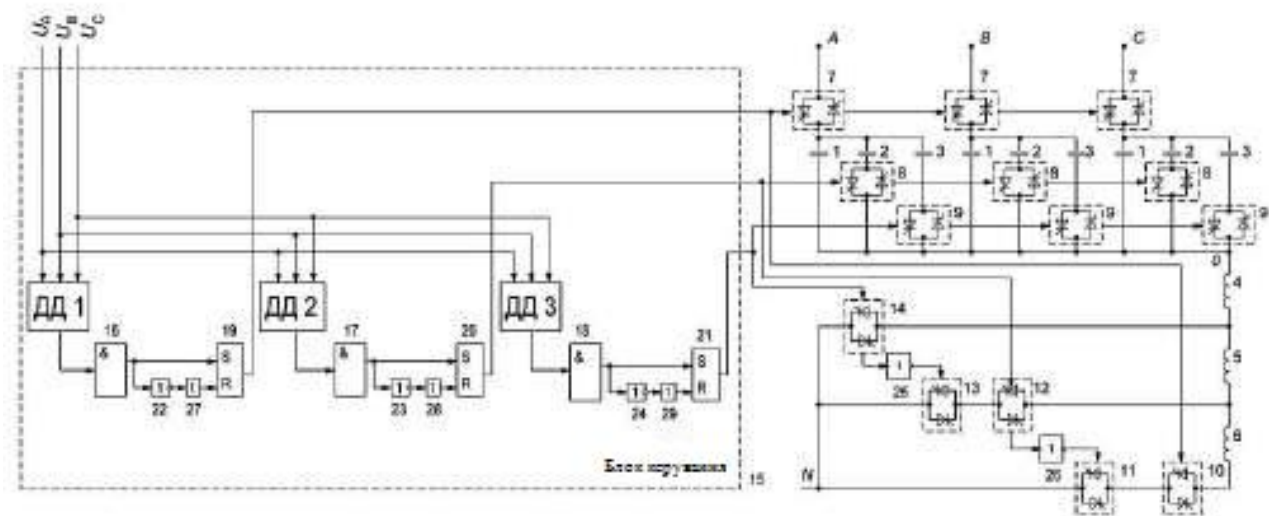


Рис. 2. Схема керування регульованим симетруючим пристроєм (СП).

У разі відхилення фазної напруги на величину  $\geq -5$  від  $U_{ном}$ , з виходу ДД1 на вхід елемента АБО1 (16) надходить логічна одиниця, на виході елемента також отримуємо одиницю. У разі надходження одиничного сигналу на вхід RS-тригера 19 із затримкою часу, заданого елементом 27, на його прямому виході отримуємо високий потенціал, водночас двоспрямовані тиристорні ключі 7 і 10 перейдуть у провідний стан, і увімкнуться перший ступінь регульованої СП.

Увімкнення другого і третього ступенів СП можливе за більшого відхилення значень однієї з фазних напруг. У разі більшого відхилення однієї з фазних напруг з виходу ДД2 надходить одиничний сигнал на вхід елемента АБО2 (17), на вхід RS-тригера 20 надходить одиничний сигнал через елемент 28, і в такий спосіб той самий сигнал надходить на тиристорні ключі 8, 12 і 11 через інвертуючий елемент НЕ 26. У схемі СП відбувається таке: під час замикання ключів 8 і 12 під'єднують додатковий ємнісний (2) та індуктивні елементи (4 і 5), водночас від'єднують 11, виводячи з ланцюга СП індуктивність 6. Одиничний сигнал з виходу елемента АБО2 інвертується через елемент НЕ 24, водночас потужність СП "форсується" завдяки збільшенню значень параметрів реактивних елементів. Вмикається другий ступінь СУ.

У разі більшого відхилення однієї з фазних напруг ( $U_A, U_B, U_C$ ) під'єднують третій ступінь регульованої СУ. З ДД3 надходить логічна одиниця, що сигналізує про більше відхилення напруги за однією, двома або трьома фазами. На вхід 21 надходить позитивний логічний сигнал із затримкою часу, заданого елементом 29, водночас на виході зазначеного RS-тригера (21) генерується логічна одиниця – під'єднується третій щабель СП, замикається ключ 14 і через інвертувальний елемент НЕ 25 розмикається ключ 13 – у такий спосіб на другому та третьому щаблях потужності СП зберігається умова резонансу напруг, бо це є однією з засадничих для зниження несиметрії та втрат, зумовлених несиметричними режимами.

Програмування ДД1-ДД3 дає змогу керувати моментами ввімкнення-вимкнення ступенів регульованого СП.

Вимкнення СП відбувається при зниженні рівня несиметрії фазних напруг у зворотній послідовності. За відсутності несиметрії схему приводять у вихідний стан і вона готова до нового ввімкнення, після якого процеси повторяться в уже викладеній вище послідовності.

**ОГЛЯД НАЯВНИХ СИСТЕМ РЕГУЛЮВАННЯ МІКРОКЛІМАТУ В ТВАРИННИЦТВІ**

**Л. Савченко, к.і.н., доцент;**

**М. Левицький, студент**

*Поліський національний університет, м. Житомир*

У зв'язку зі створенням у перспективі повністю автоматизованих сільськогосподарських підприємств (ферм, теплиць тощо) більшою мірою має бути приділена увага створенню оптимальних систем електротеплозабезпечення виробничих об'єктів на базі автоматизованих систем керування електротепловими процесами (АСУ ЕТП) з використанням уніфікованих систем автоматичного регулювання, мікропроцесорної та комп'ютерної техніки. Підвищення енергоефективності вентиляційних систем свинарського приміщення можливе не тільки за рахунок використання часткової рециркуляції повітря, а й за рахунок упровадження систем, які функціонують на основі автоматичних систем управління. Проведено огляд наявних вітчизняних та імпортованих систем регулювання параметрів повітряного середовища у тваринницьких приміщеннях, аналіз показав, що такі системи дорогі або мають недостатній функціонал. Мета АСУ – забезпечення оптимального технологічного процесу, тобто за якого забезпечується максимальна ефективність експлуатації тварин.

Система автоматизації дає змогу вести облік і аналіз поточної роботи вентиляційного обладнання, своєчасну фіксацію небезпечних відхилень, запобігати порушенню технологічного процесу. Точність регулювання управління автоматизованою системою залежить від виду тварин у приміщенні, де встановлено вентиляційну систему, економічної та технічної доцільності, підтримуваних параметрів мікроклімату.

Основою АСУ є контролер мікроклімату, який забезпечує контроль і управління станом середовища у тваринницьких приміщеннях у режимі реального часу. У робочому режимі контролер отримує дані про стан середовища у тваринницькому приміщенні за допомогою різних датчиків і керує виконавчими механізмами відповідно до написаної програми, підтримуючи задані параметри мікроклімату. Нині широкого поширення набули наявні системи контролю мікроклімату в тваринницьких приміщеннях, аналіз яких наведено нижче. Автоматизована система контролю та управління мікрокліматом АСУ "Клімат" призначена для контролю та управління виконавчими механізмами, що забезпечують підтримання кліматичних параметрів повітряного середовища тваринницького приміщення в заданих межах у ручному, автоматичному та аварійному режимах відповідно до технології вирощування та утримання тварин. АСУ дає змогу накопичувати й організовувати бездротове передавання інформаційно-аналітичного матеріалу на диспетчерський комп'ютер для оцінювання ефективності роботи обладнання та застосовуваних технологій.

АСУ забезпечує контроль: температури всередині приміщення по зонах і на вулиці; вологості всередині приміщення по зонах і на вулиці; повітрообміну; розрідження повітря; енергопостачання (контроль вступних фаз); виконавчих елементів; освітлення; потужності та споживання електроенергії (по кожній групі виконавчих елементів); споживання води.

АСУ забезпечує керування: бічними витяжними вентиляторами; частотними перетворювачами; припливними клапанами повітряних шахт; розгінними вентиляторами; тунельними вентиляторами та жалюзі; теплогенераторами по зонах регулювання; зволожувачами; охолоджувачами; сервоприводами припливних кватирок і

сервоприводами витяжних камінів; резервним живленням для аварійного відкриття/закриття припливних клапанів і сервоприводів.

В автоматичному режимі роботи АСУ забезпечує: підтримання температури, вологості, мінімального (номінального) повітрообміну за графіками вирощування тварин, управління повітрообміном від номінального до тунельного; управління зволоженням; управління охолодженням; управління нагріванням (калориферами, теплогенераторами або іншими нагрівальними приладами з автономним керуванням); управління клапанами припливних шахт з індивідуальним приводом; управління двома безступеневими сервоприводами кватирок; управління двома безступеневими сервоприводами клапанів і кватирок; управління двома сервоприводами клапанів та кватирок; управління двома сервоприводами клапанів і кватирок; управління клапанами вентиляторів і у ручному режимі АСУ забезпечує управління групами вентиляторів, теплогенераторами, охолоджувачами, зволожувачами, сервоприводами клапанів і кватирок.

Автоматизована система мікроклімату Big-Dutchman 307рго призначена для регулювання параметрів мікроклімату тваринницьких приміщень, яка оснащена датчиками для відстеження параметрів температури, вологості повітря, CO<sub>2</sub> або NH<sub>3</sub>:

- DOL 114 – датчик для вимірювання відносної вологості повітря в корпусі. Він має два аналогових виходи 0-10 В і здатний проводити замір температурних показників. Світлодіоди двох різних кольорів використовуються для індикації робочого стану датчика та діагностики несправностей.
- DOL 19 – датчик, керований високоточним мікропроцесором, слугує для вимірювання концентрації в повітрі вуглекислого газу в діапазоні від 0 ppm до 10 000 ppm (ppm=млн<sup>-1</sup>) і дає змогу здійснювати мінімальну вентиляцію в секції корпусу на основі отриманих вимірів.
- датчик розрідження DOL 18 - датчик вакуумметричного тиску для активного вимірювання тиску в тваринницькому приміщенні, що перетворює виміряний тиск у сигнал напруги 0-10 В. Живлення датчика, як правило, здійснюється від комп'ютера мікроклімату в діапазоні 15-30 В постійного струму.
- DOL 53 – датчик, що служить для безперервного вимірювання та моніторингу концентрації аміаку в повітрі тваринницького приміщення. Має діапазон вимірювання аміаку від 0 до 100 ppm.

Так само було розглянуто й інші АСУ таких фірм як SKOV (Данія), моделі DOL 234 F і DOL 534; Big Dutchman (Німеччина), моделі Viper і Viper Touch; DeLaval (Швеція), моделі DF1300, FL250F. Аналіз їхніх технічних характеристик засвідчив, що всі вони мають загальні функціональні характеристики: керування освітленням; вимірювання температури в приміщенні; керування опаленням; керування припливно-витяжними вентиляторами; керування системами охолодження та зволоження; регулювання мінімальної вентиляції залежно від рівня вмісту CO<sub>2</sub> та/або NH<sub>3</sub> у повітрі; визначення швидкості руху повітря; керування за розрідженням, тобто регулювання подачі повітря залежно від показників датчиків, що вимірюють атмосферний тиск зовні й усередині приміщення; управління по розрідженню, тобто регулювання подачі повітря залежно від показників датчиків, які вимірюють атмосферний тиск зовні й усередині приміщення. Як видно з опису наведених систем контролю параметрів мікроклімату тваринницьких приміщень, до їхнього функціоналу входить лише контроль температури, вологості та концентрації аміаку, однак, контроль за пиловмістом повітря та концентрацією сірководню наведені системи не забезпечують, що призводить до постановки задачі створення універсальної системи контролю параметрів мікроклімату тваринницьких приміщень, яка дає змогу вести моніторинг основних характеристик повітряного середовища виробничих приміщень тваринницьких комплексів.

## **ЗАСТОСУВАННЯ ЕНЕРГООЩАДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТЕПЛИЦЬ У ХОЛОДНУ ПОРУ РОКУ**

**Л. Савченко, к.і.н., доцент;**

**Н. Романчук, студент**

*Поліський національний університет, м. Житомир*

Покривну огорожу теплиць виконують із матеріалів, які інтенсивно пропускають світло ззовні й максимально затримують тепло внутрішнього повітря, і до яких належать: плівка, скло, монолітний і стільниковий полікарбонат та ін.

Розглядаючи оптичні властивості та характеристики, можна говорити, що плівка не відрізняється від традиційного використовуваного покриття - скла. Водночас для проникаючих променів ультрафіолетового діапазону вона перевершує характеристики скла і водночас знижує потік прямої сонячної радіації завдяки високій світлорозсіювальній здатності. Наявність високої прозорості дає змогу плівці пропускати далеку інфрачервону радіацію, що відповідає за надходження теплового потоку. Саме ця властивість дає змогу інтенсивно прогрівати внутрішній об'єм вдень, але водночас ця ж властивість плівкових покриттів зумовлює істотну втрату тепла вночі. Основними видами плівки для теплиць вважають поліетиленову, стабілізовану, армовану, етиленвінілацетатну.

Сонячне світло, падаючи на скляну поверхню, частково відбивається і поглинається склом, частково проходить крізь нього. При цьому кількість відбитого, поглиненого і пропущеного потоку сонячних променів залежить від марки скла - від М1 до М8. Скло високої якості пропускає світло в ультрафіолетовому діапазоні, водночас скляне покриття теплиць, яке застосовується в більшості випадків, не дає змоги пропускати ультрафіолет, необхідний для росту і розвитку рослин. Скло не має здатності розсіювати сонячні промені, які, проходячи через світлопрозорі заклені поверхні, не змінюють свого напрямку, і тому відбувається освітлення тільки верхньої частини рослин - на площині падіння променів. Маючи високу теплопровідність, скло, пропускаючи сонячне проміння, викликає у рослин опіки.

Теплиці з покриттям із полікарбонату мають досить високу світлопроникність і дають змогу отримувати у внутрішньому просторі культивацийної споруди розсіяне сонячне світло. Лист стільникового полікарбонату може мати різну структуру, яка визначається кількістю шарів у листі, відсутністю або наявністю ребер жорсткості та додаткових діагональних перегородок, що додають жорсткості конструкції. Наявність повітряного зазору між шарами виконує ефект додаткового теплового проміжку, забезпечуючи високу теплоізоляцію. Світловий потік, що проходить через лист полікарбонату, має приємне розсіювальне світло усередині споруд захищеного ґрунту через його відбиття і заломлення на гранях перегородок, і крім цього, не відбувається його фокусування, що знижує ймовірність виникнення сонячних опіків листя і стебел рослин.

Порівнявши та проаналізувавши всі властивості, а також переваги та недоліки покривних матеріалів, можна зазначити, що стільниковий полікарбонат на відміну від монолітного полікарбонату, поліетиленової плівки та скла добре пропускає світло та затримує тепло, має невелику вагу, витримує механічні навантаження, з його використанням можна створювати різноманітні форми та конфігурації опорних конструкцій (рис. 1).

З метою підвищення енергоефективності процесів у культивацийній споруді можливе комбіноване застосування різних матеріалів та їхнє поєднання, але такий підхід

може призвести до погіршення світлопропускних і теплоізоляційних характеристик покривної оболонки. Виходячи зі сказаного, саме стільниковий полікарбонат найчастіше використовують для облаштування теплиць, вегетаріїв, культиваційних споруд малих форм для приватного сектору та невеликих селянсько-фермерських господарств.



Рис. 1. Стільниковий полікарбонат, застосовуваний як покривний матеріал теплиць.

Сучасні культиваційні споруди з покривною оболонкою з полікарбонату – це досить складні агротехнічні споруди, що потребують певних витрат праці та часу для вирощування смачного, корисного і, що важливо, гарного врожаю зелені та овочів. Для того щоб споруда захищеного ґрунту дала очікуваний результат, потрібно дотримуватися численних стандартів і агротехнологічних вимог щодо її експлуатації: від кліматичного контролю до контролю екологічної складової врожаю.

Необхідно також враховувати під час зведення культиваційної споруди напрямок панівних вітрів на місцевості, оскільки рух повітря значно збільшує втрати тепла через огорожі культиваційної споруди і підвищує витрати сукупної енергії на їхню компенсацію.

Крім параметрів і характеристик, пов'язаних із конструкційними особливостями споруд, необхідно правильно реалізувати в культиваційній споруді й систему опалення.

У результаті проведеного аналізу особливостей теплиць можна виділити такі обставини:

1. Запропонована нами класифікація теплиць дає змогу визначити основні параметри теплиць. Вони описують площу покриття, конструктивні особливості, системи енергопостачання та системи акумуляції теплової енергії.

2. Аналіз конструктивних особливостей малогабаритних теплиць, у якому описано форми несучих конструкцій, покривного матеріалу, системи енергопостачання, дає змогу запропонувати оптимальну форму несучої конструкції, за типом вегетарію. Вона дає можливість знизити теплові втрати в холодний період року. У теплиці істотне значення, в зимовий період, мають форма і кут нахилу скатів покрівлі, оскільки від них залежить світлопроникність теплиці.

3. Аналіз систем енергопостачання показав, що як основне джерело енергопостачання слід прийняти підґрунтову систему теплопостачання з обігрівом піщано-гравійної засипки рідким теплоносієм. Джерелом нагріву теплоносія можуть бути електричні тенти, що працюють на електричній енергії, яку генерує ФЕМ.

4. Як основне джерело енергопостачання можна використовувати автономну сонячну електростанцію. На базі сонячної енергетики обґрунтовано види енергопостачання теплиць за допомогою перетворення світлового потоку фотоелектричними модулями в електричну та інфрачервоного випромінювання в теплову енергію.

## **РОЗРОБКА ДЖЕРЕЛА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ**

**Л. Савченко, к.і.н., доцент;**

**С. Шумський, доцент**

*Поліський національний університет, м. Житомир*

Для реалізації проєкту електропостачання автономного джерела електропостачання та системи сигналізації та регулювання руху на перетині автомобільних доріг звичайного типу сільської інфраструктури із залізничними лініями, пропонується автономна системи електропостачання до складу якої входить наступне обладнання: ВЕУ із зарядним пристроєм (ЗП), СЕС з контролером заряду (КЗ), акумуляторна батарея (АБ), резервна паливна електрична станція (ПЕС) із системою автоматичного запуску (САЗ), інвертор (Інв) DC/AC напругою 24/220 В, блок керування (БК)

ВЕС, СЕС і ПЕС для зниження електричних втрат у провіднику повинні розташовуватися в безпосередній близькості від акумуляторної батареї та контрольно-розподільного обладнання, які розташовані в приміщенні чергового або в спеціальній шафі біля приміщення чергового.

Однак часто важко на одному залізничному переїзді, розташованому на віддаленій від централізованих мереж, створити автономну енергосистему з використанням потенційно можливих джерел енергії. Так само складно зрівняти в часі співвідношення потужності навантаження та виробництва електроенергії через нечисленність джерел і споживачів.

Значно легше всі ці проблеми усунути, якщо кількість джерел генерації та споживачів електроенергії буде суттєво більшою, і вони будуть різноманітнішими. Ці умови легко реалізувати, якщо створити локальну мікромережу, до якої входить, крім переїзду й інша залізнична інфраструктура.

Електричну блок-схему системи автономного електропостачання залізничного переїзду наведено на рис. 1.

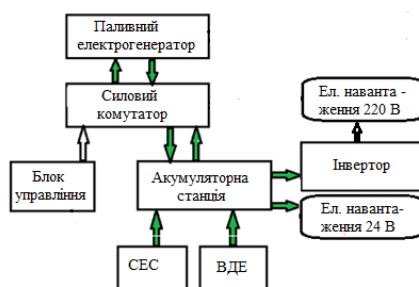


Рис. 1. Блок-схема автономної системи електропостачання з вище зазначеного, система електропостачання охоплює три первинних джерела енергії: ВЕС із зарядним пристроєм, СЕС з контролером заряду, паливний генератор (ПГ) із системою автоматичного запуску й зупинки (САЗ), накопичувач енергії – акумуляторну батарею, інвертор і блок керування.

Порядок роботи такий: вітроагрегат через зарядний пристрій здійснює заряд АБ до напруги 29,0 В, після чого зарядний пристрій вимикається і знову вмикається в разі зниження напруги на АБ до 28,5 В. Сонячна електростанція через контролер заряду здійснює зарядження АБ до напруги 29,0 В, після чого контролер заряду вимикається і знову вмикається за напруги на АБ 28,9 В. Паливна електростанція, через систему автоматичного запуску і зупинки, здійснює зарядку АБ до напруги 29,0 В. Система автоматичного запуску і зупинки визначає верхню порогову напругу і здійснює відключення генератора. Після

вимкнення генератора через 30 секунд відбувається зупинка двигуна. При досягненні напруги на АБ 23,0 В. Система автоматичного запуску і зупинки здійснює запуск двигуна ПГ. Після прогрівання двигуна протягом 3-х хвилин проводиться підключення генератора постійного струму до АБ. Під час заряджання АБ, ПГ здійснює живлення навантаження.

ПГ забезпечує рівень вихідної напруги 30,0 В постійного струму.

Як паливний електрогенератор рекомендується використання газотурбінного електрогенератора (ГТЕГ) малої потужності з таких причин: застосування ГТЕГ можливе на всій території України, а отже, його робота на північних територіях, де як паливо можна використати пропан-бутан, не позначиться негативно на запуску установки; міжремонтний ресурс ГТЕГ становить від 40 до 60 тис. годин, що у 3...4 рази перевищує ресурс його дизельного або бензинового аналога; можливість використання теплової енергії, що виділяється; заміна мастила для змащування двигуна й електрогенератора один раз на рік; вищий рівень екологічної безпеки для навколишнього середовища.

Особливістю роботи ГТЕГ малої потужності є висока частота обертання ротора двигуна і генератора, що становить для ротора двигуна 60-90 тис. об/хв, для електрогенератора, на валу якого розміщується силова турбіна, 20-30 об/хв.

Для надійної роботи підшипникових вузлів генератора запропоновано розроблений генератор без підшипників кочення.

Пропонована система автономного електропостачання забезпечить гарантовану роботу огорожувального та освітлювального електрообладнання залізничних переїздів і дасть змогу перевести їх із нерегульованих у регульовані, що істотно підвищить рівень безпеки дорожнього руху. Так само ця автономна система електропостачання може бути застосована на різних інженерних спорудах залізничного транспорту загального призначення, таких як переїзди, мости, тунелі, переходи перед мостами і тунелями, роз'їзди та інші, для аварійного і чергового освітлення увімкнено інвертор 24-220 В, потужністю 1,5 кВт, увімкнення якого здійснюється в ручному режимі на час проведення ремонтних робіт.

Застосування генераторів на поновлюваних джерелах енергії, а саме ВЕС і СЕС, значно знижує собівартість електроенергії, що виробляється, і збільшує міжремонтний термін роботи ПГ.

Блок-схему розміщення джерел генерації представлено на рис. 2.

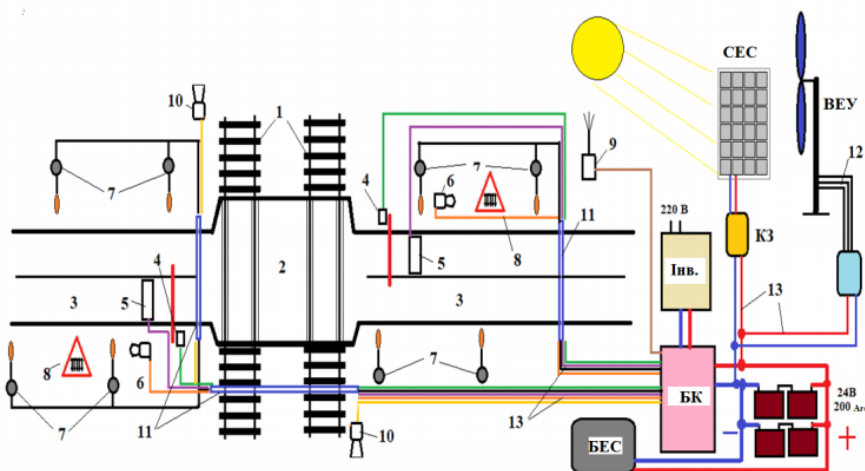


Рис. 2. Блок-схема розміщення обладнання на залізничному переїзді.

На рис. 2 представлено: ВЕС – вітроелектроустановка; ЗП – зарядний пристрій ВЕС; СЕС – сонячна електростанція; КЗ – контролер заряду СЕС; БЕС – бензинова електростанція; БК – блок керування; Інв – інвертор; 1 – залізнична колія; 2 – полотно залізничного переїзду; 3 – полотно автодороги; 4 – шлагбауми; 5 – загороджувачі; 6 – світлофори з червоним миготливим світлом; 7 – освітлювальні стовпи; 8 – знак "Залізничний переїзд зі шлагбаумом"; 9 – радіоприймальне обладнання; 10 – загороджувальні світлофори; 11 – кабельні канали; 12 – електрорічкова лінія змінного струму; 13 – електрична лінія постійного струму.



## **ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ КРАПЕЛЬНОГО ЗРОШУВАННЯ**

**В. Савченко, к.т.н., доцент;**

**А. Голяка, студент**

*Поліський національний університет, м. Житомир*

Крапельний полив з використанням зрошувальної води вважається найбільш водозберігаючим та екологічно безпечним способом зрошення, а за своєю технічною реалізацією найбільш автоматизованим.

Можливість підтримання оптимального рівня вологості ґрунту і рівномірного постачання поживними елементами сприяє підвищенню врожайності зрошуваних культур за краплинного зрошення від 20 до 100 %.

Настільки висока різниця в урожаї альтернативних варіантів зумовлена безстресовим комплексним впливом зрошення на ґрунт, рослини і приземний шар повітря. Аналогічні висновки отримано і при проведенні малоінтенсивного зрошення за інших способів поливу, наприклад, синхронно-імпульсного дощування.

Важлива перевага створення локальних систем краплинного зрошення полягає в коротких термінах проведення будівельно-монтажних робіт і низьких витратах праці на поливі – 64...71 % порівняно з дощуванням.

Системи крапельного зрошення застосовні й адаптовані під різні розміри площі ділянок від найменших до сотень гектарів. У країнах розвинутого зрошувального землеробства для реалізації заходів економії зрошувальної води в господарствах малих форм земельної власності організовано випуск проектних і найдешевших систем крапельного зрошення дрібноконтурних ділянок, що не перевищують 1...2 га. У США такі системи у вигляді поливних комплектів застосовуються на площі понад 250 тис. га.

Популярність крапельного зрошення зростає і вимагає стандартизації підходів для поліпшення розвитку власного виробництва. З асортименту обладнання для систем крапельного зрошення в країні виробляється всього лише тонкостінний тип крапельної стрічки малого терміну служби. Щорічна потреба в ній понад 1173 млн. погонних метрів. Практично всі комплектуючі систем завозяться в Україну з-за кордону. Цим займається близько 2 тисяч малих і середніх дилерських фірм. При цьому ціна виробів зростає в 2...3, а то й 4 рази через недосконалість логістики цього товару, а сам перелік обладнання не відповідає якісному підбору для базової комплектації систем крапельного зрошення, що відповідає вимогам технологічного процесу. Для успішного розвитку крапельного зрошення на даному етапі бракує доступного і зрозумілого для споживача інформаційного та методичного забезпечення, особливо це стосується низового споживача. Відсутня комплексна інформація формування систем крапельного зрошення. Капітальні витрати на влаштування систем крапельного зрошення із зарубіжного обладнання, залежно від виду зрошуваних культур, становлять 4,2...5,5 тис. доларів на гектар.

Створення систем крапельного зрошення на базі вітчизняного обладнання поки що перебуває на стадії освоєння. На внутрішньому ринку з'явилася низка вітчизняних виробників, які почали освоєння виробництва окремих елементів обладнання систем краплинного зрошення, переважно це тонкостінні стрічки краплинного зрошення (0,15...0,3 мм) діаметром 16 мм.

Устаткування для комплектації систем крапельного зрошення (клапани, контролери, фільтри, фітинги, ПВХ-шланги (LayFlat), дозатори добрив тощо) вітчизняна промисловість практично не випускає, що стримує розвиток напряму та розширення площ цього виду зрошення.

Системи крапельного зрошення залежно від їхнього призначення, типу водовипусків (крапельниць) можна адаптувати до зрошуваних агроландшафтів із різними ґрунтово-топографічними умовами, конфігурації ґрунтових ділянок і виду зрошуваних культур. Однак при цьому необхідно дотримуватися низки умов, що визначають ефективність застосування систем краплинного зрошення, зокрема вибір конструкції залежно від виду сільськогосподарських культур, якості зрошувальної води та її підготовки до поливу, проведення поливу заданими поливними нормами для підтримання оптимального рівня вологості ґрунту.

Оскільки рекомендований діапазон зміни вологості ґрунту під час краплинного зрошення досить вузький, а норми, що подаються, невеликі та за величиною співставні з нормами евапотранспірації, то будь-яка відмова на системі, пов'язана зі скороченням або припиненням подачі зрошувальної води, призведе до непоправної втрати врожаю. Таким чином, профілактика проведення виникнення відмов і скорочення часу на їх усунення визначають надійність експлуатації систем крапельного зрошення. Одними з найпоширеніших помилок під час використання та експлуатації систем краплинного зрошення залишаються неправильний підбір обладнання та недотримання технологічних вимог (регламенту) в період експлуатації.

Зазвичай обладнання систем краплинного зрошення має складатися з насосної станції, фільтростанції, вузла підготовки та внесення добрив, магістрального та розподільчих трубопроводів, регуляторів тиску, клапанів випуску повітря, сполучної та запірної арматури, ліній краплинного зрошення - поливних трубопроводів (стрічок або трубок краплинного зрошення) та контрольно-вимірювальних приладів і систем управління поливом.

З насосного обладнання для систем краплинного зрошення найдоцільніше застосовувати низьконапірні відцентрові насоси та насоси консольного типу. Нестачі в пропозиції такого обладнання як вітчизняного, так і зарубіжного виробництва немає. Головним критерієм оцінки є їхня продуктивність, економічність і надійність. Продуктивність обраного насоса повинна відповідати потребі ділянки у воді і визначається залежно від розмірів ділянки, кліматичних умов і культури. Рекомендується вибирати насос із 10 %-им запасом продуктивності. Водозабірний патрубок насосної станції має бути обладнаний фільтром грубого очищення і сміттєзатримувальними пристроями.

Фільтраційне обладнання для систем крапельного зрошення представлено практично повністю від зарубіжних виробників. Вітчизняна промисловість випускає фільтри грубого і тонкого очищення виключно для потреб питного водопостачання та комунального господарства. Вони відрізняються від фільтрів для зрошення ступенем очищення, продуктивністю, типорозмірним рядом і мають високу вартість.

Залежно від якості використовуваної води на системі може передбачатися встановлення фільтрів грубого, основного, тонкого очищення або їх поєднання, а для підвищення продуктивності групування фільтрів у блоки.

Для попереднього очищення води з вмістом важких частинок (пісок та інше) використовують фільтри-відстійники або гідроциклони. У разі присутності у воді водоростей та іншої органічної й неорганічної суспензії використовують засипні гравійно-піщані фільтри. Вони покликані фільтрувати частинки з розмірами понад 80 мкм. Фракційний склад гравійно-піщаного наповнювача має відповідати розмірам частинок від 0,5 до 2,8 мм, причому велика фракція (1,2...2,8 мм) засипається знизу, а дрібна (0,5...0,8) засипається зверху.

Для задоволення потреб фільтрації води на системах краплинного зрошення, з їхньою різноманітністю розмірів ділянок і типів краплинного обладнання, типорозмірний ряд фільтраційного обладнання має бути представлений розмірами від 1/2" до 12".

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СПОСОБІВ ЗАХИСТУ ДЕТАЛЕЙ ДИЗЕЛЯ ПІД ЧАС РОБОТИ НА СІРЧИСТИХ ПАЛИВАХ

І. Грабар, *д.т.н., професор;*

М. Нахаєв, *студент*

*Поліський національний університет, м. Житомир*

Виходячи з того, що в горючій масі палива містяться різноманітні сірчисті сполуки (елементарна сірка, сірководень, меркаптани, сульфіді, дисульфіді, тіофени, теофани, сульфокислоти тощо), які взаємодіють із деталями ЦПГ, кришкою циліндра, випускними та продувними клапанами за різного фізико-хімічного стану палива, можна позначити такі основні шляхи захисту цих вузлів дизеля:

- виготовлення деталей дизеля з матеріалів, стійких до впливу сірчистої корозії;
- зміни в конструкції дизелів, призначених для роботи на сірчистих паливах;
- застосування нейтралізуючих антисірчистих присадок до палива;
- виключення режимів роботи дизеля, які спричиняють найінтенсивнішу електрохімічну корозію та підвищене зношення (тобто режимів із низькою температурою води, що охолоджує стінки циліндра і циліндрову кришку);
- створення систем паливopідготовки, що знижують кількість сірчистих сполук, які надходять у циліндр дизеля;
- вибір режиму роботи системи паливopідготовки, що забезпечує найбільш якісну обробку палива.

Зносостійкість циліндрових втулок, поршневих кілець, циліндрових кришок та інших деталей, що піддаються корозії, підвищують шляхом виготовлення їх із легованих чавунів. Значне зниження зносу досягається шляхом хромування циліндрових втулок (рис. 1). Однак, цей варіант рентабельний лише для малорозмірних промислових ДВЗ і не набув широкого поширення для суднових двигунів унаслідок високої технологічної вартості.

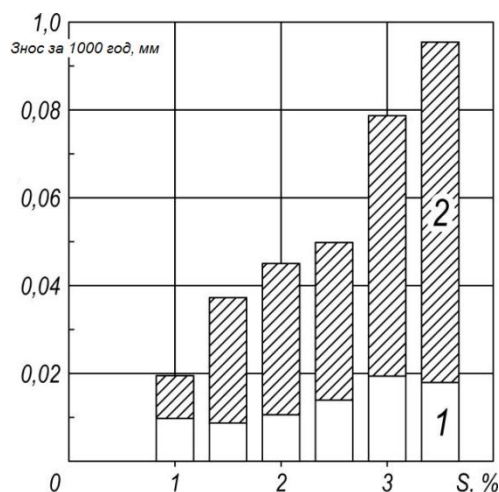


Рис. 1. Порівняння зносу циліндрових втулок:

1 – хромовані; 2 – нехромовані.

Для збільшення термінів служби деталей ЦПГ у МОД, що працюють на високов'язкому сірчистому паливі, низка дизелебудівних фірм циліндрову втулку виконують із двох частин: верхню - сталеву, а нижню (з випускними і продувними вікнами) – чавунну. Чавунна частина втулки, додатково збагачена фосфором, характеризується підвищеною здатністю чинити опір корозії та зносу.

Для зменшення сірчистої корозії охолодження циліндрових втулок довгоходових МОД виконується за допомогою двоконтурної системи охолодження. Цей метод широко впроваджується у виробництво МОД, проте неефективний для СОД, які конструктивно мають менші відношення довжини циліндрової втулки до діаметру поршня, а також менші товщини циліндрових втулок, що зрівнює градієнти температур у їхніх різних перетинах.

Для зменшення зносу канавок верхніх поршневих кілець їх хромують або використовують протизносні кільця, які розташовують під кільцями ущільнювачів. Застосовується також пористе хромування верхнього поршневого кільця.

Для запобігання закоксуванню і поломці поршневих кілець у дизелях із високим ступенем наддуву і великим діаметром циліндра збільшують зазори в замках до 6,8...7,0 мм і торцеві зазори між кільцем і канавкою до 0,35...0,40 мм. Для цієї ж мети застосовують кориговані поршневі кільця з радіальною товщиною, що плавно зменшується в бік замка на довжині 160...200 мм від замка.

Для боротьби зі зносом і нагароутворенням у деталях ЦПГ дизелів, що працюють на сірчистих паливах, було розроблено спеціальні присадки, що запобігають корозійному впливу агресивних сірчистих сполук, а також інтенсифікують процес згоряння палива і частково нейтралізують оксиди сірки. Як присадки до сірчистих сполук застосовувалися солі лужних металів, нафтеніт цинку, колоїдна мідь та інші різні металоорганічні сполуки. Незважаючи на антизносні та протинагарні властивості, присадки до палив не набули широкого поширення на практиці.

Причиною цього є їхня погана стабільність. Під час тривалого зберігання палива присадки випадають з нього, а введення їх у видаткову цистерну безпосередньо на судні ускладнює систему паливopідготовки і ускладнює обслуговування дизеля.

Значне зниження зносу і нагароутворення в дизелях, що працюють на сірчистих паливах, було отримано введенням у циліндри газоподібного аміаку. Однак, у суднових умовах цей спосіб нейтралізації кислотного середовища, що утворюється в циліндрі дизеля, виявився неприйнятним внаслідок його токсичності.

В умовах експлуатації дизеля необхідно підтримувати температуру охолоджувальної води і мастила на верхніх межах, рекомендованих інструкціями (щоб уникнути конденсації продуктів згоряння сірки та утворення міцних мінеральних сірковмісних кислот: сірчистої  $H_2SO_3$ , сірчаної  $H_2SO_4$ , пероксомоносірчаної  $H_2SO_5$ , пероксосірчаної  $H_2S_2O_8$  і низки інших). На режимі часткових навантажень рекомендується підвищувати температуру повітря на вході в циліндр шляхом вимкнення охолоджувача наддувочного повітря.

Під час згоряння палива в циліндрі дизеля всі сірчисті сполуки, що містяться в ньому, утворюють двоокис  $SO_2$  і триокис  $SO_3$  сірки.

Окислення сірки в  $SO_3$  пов'язане з характерним для цього процесу в дизелів надлишком кисню і каталітичним впливом переважно різних оксидів заліза  $FeO$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Fe_3O_4$  і окису ванадію  $V_2O_5$ .

Одночасно в циліндрі утворюється велика кількість водяної пари і, таким чином, у продуктах згоряння з'являється система з двох компонентів, що конденсуються,  $H_2O$ - $H_2SO_4$ , яка зумовлює можливість інтенсивної електрохімічної корозії.

Умовою випадання конденсату на стінках циліндра є перевищення точки роси зазначеної двофазної суміші над температурою стінок. Необхідно зазначити, що точка роси суміші навіть за дуже малого вмісту  $H_2SO_4$  значно перевищує точку роси водяної пари. У міру зниження температури поверхонь деталей до точки роси водяної пари з продуктів згоряння починає випадати розчин сірчаної кислоти і вода, тим самим значно знижується концентрація конденсату на стінках. Остання обставина призводить до різкого зростання агресивності конденсату, оскільки відомо, що сірчана кислота найсильніше реагує з металами за концентрації 3...20 %.

Таким чином, за температур стінок циліндра, що перевищують точку роси продуктів згоряння, електрохімічна корозія протікає слабо. У разі ж, коли температура стінок виявляється нижче точки роси водяної пари, інтенсивність корозії різко зростає.

## **КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ЛАЗЕРНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ОВЕЦЬ**

**В. Савченко, к.т.н., доцент;**

**О. Тертенюк, студент**

*Поліський національний університет, м. Житомир*

На підставі рекомендованого режиму роботи лазера і з урахуванням досвіду роботи з лазером у ручному режимі було розроблено конструктивно-технологічну схему установки (рис. 1).



Рис. 1. Конструктивно-технологічна схема установки. Технологічний процес обробки відбувається таким чином.

При появі ягняти в робочому місці (вихідне місце розташування) готується інструменти для вистригання шерсті на шії. Далі об'єкт переходить у другу зону (підготовка зони опромінення), де визначається місце для опромінення на шії

і проводиться вистригання на правій або лівій стороні від хребта (залежно від розташування лазера). У самій установці в майданчику для лазера (E-1) встановлюється лазер (E-2) під кутом, рекомендованим раніше.

Ягня переводять безпосередньо в установку. При заході ягняти в установку спрацьовує перший датчик положення (I-1) і мікроконтролер МК-1 отримує перший сигнал, що об'єкт надходить у робочу зону установки. Ягня проходить до упору в установці і датчик I-2 фіксує, що об'єкт уже в зоні. Після отримання другого сигналу мікроконтролер передає далі сигнал на драйвер керування мікроелектродвигуном M-1. Електрична машина починає працювати і здійснює привід транспортера TP-1 через редуктор P-1. Майданчик із лазером починає переміщатися в бік шії ягняти. При досягненні робочого положення (встановлюється за часом роботи електродвигуна) електропривод відключається і вмикається лазер. Йде процес опромінення в першій точці. Після закінчення рекомендованого часу роботи електродвигун знову вмикається, і майданчик із лазером переходить у другу точку. Електропривод відключається і починається процес опромінення в другій точці. Аналогічно відбувається опромінення в третій точці. Після чого майданчик із лазером повертається у вихідне положення, що фіксується датчиком. Ягня виводять із робочої зони установки.

Також розроблено конструкцію самої лазерної установки, загальний вигляд із нанесенням основних розмірів якої представлено на рис. 2.

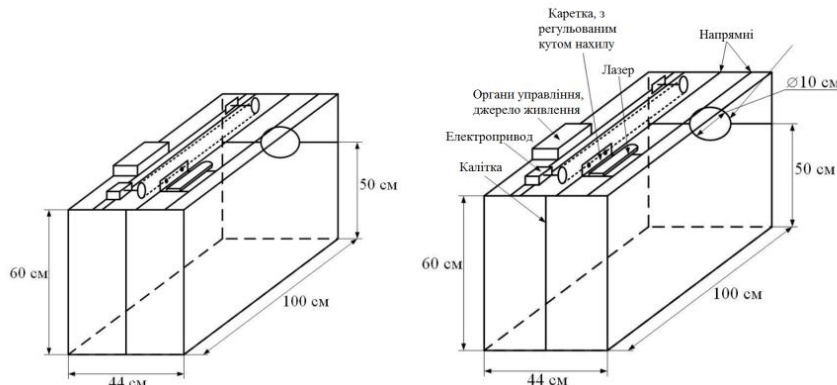


Рис. 2. Загальний вигляд лазерної установки.

**МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ СТУПЕНЯ ЗАКРІПЛЕНОСТІ АБРАЗИВНИХ ЧАСТИНОК В ҐРУНТІ**

Д. Дерев'янку, д.т.н., професор;

В. Тишко, студент

Поліський національний університет, м. Житомир

На даний час при математичному моделюванні процесу зношування робочих органів посівних та ґрунтообробних машин не враховано один з найсуттєвіших показників абразивної маси – ступінь закріплення абразивних частинок. Для оцінки ступеня закріплення абразивної частинки в ґрунті нами запропоновано використовувати інтегральний показник  $\tau$  – опір ґрунту здвигу.

Опір ґрунту здвигу складається з зчеплення, обумовленого молекулярними і капілярними силами і сил внутрішнього тертя [1]. Для реальних ґрунтів опір ґрунту зсуву можна визначити за залежністю:

$$\tau = c + \sigma \times f \tag{1}$$

де  $f$  – коефіцієнт внутрішнього тертя ґрунту;  $\sigma$  – нормальні напруження Па;  $c$  – питоме зчеплення Па.

В польових умовах опір ґрунту здвигу визначали пристроєм (рис. 1).

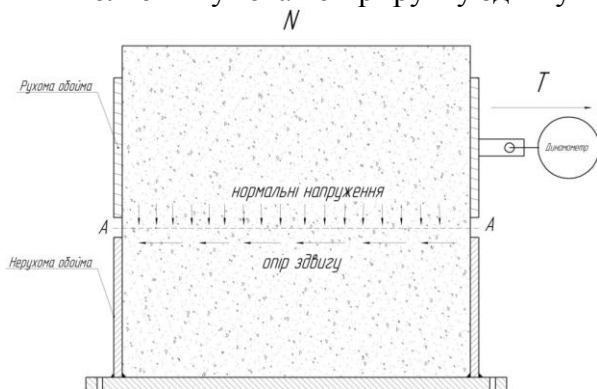


Рис. 1. Схема пристосування для визначення опору ґрунту здвигу:  $T$  – горизонтальна звисаюча сила, Н;  $N$  – вертикальна сила або нормальне навантаження, Н.



Рис. 2. Графік для визначення коефіцієнта внутрішнього тертя  $f$  та питомого зчеплення  $c$ .

Для проведення дослідження на дослідному полі вирізали зразок ґрунту (довжина 150 мм, ширина 150, а висота залежить від місця визначення опору здвигу ґрунту табл. 1).

Таблиця 1

Висота дослідних зразків

№	Глибина визначення опору здвигу ґрунту, мм	Висота зразка, мм
1	100	200
2	200	300
3	300	400
4	400	500

Зразок ґрунту розміщали в прилад (рис. 1) з площею поперечного перерізу  $A = 0,0225\text{ м}^2$  і поступово прикладали силу  $T$ . В результаті чого в площині  $A-A$  виникають здвигаючі напруження  $\tau$ . При  $\tau = \tau_{\text{гран}}$  відбувається здвиг ґрунту в площині  $A-A$  ( $\tau_{\text{гран}}$  і називається опору ґрунту здвигу). За результатами дослідження визначаємо

$$\tau_{\text{гран}} = T/A \quad (2)$$

$T$  – горизонтальна звисаюча сила, при якій почався рух верхнього шару відносно нижнього.

Для врахування впливу кореневої системи різних сільськогосподарських культур на ступінь закріплення абразивних частинок в ґрунті дослідження проводили на полях після збирання сільськогосподарських культур де визначалася різниця між опором ґрунту зрізу з наявністю кореневої системи та без кореневої системи на одній і тій же глибині.

Нормальні напруження визначаються відповідно до залежності:

$$\sigma = \frac{N}{A} \quad (3)$$

Коефіцієнт внутрішнього тертя  $f$  та питоме зчеплення  $c$  визначаємо графічно (рис. 2). Повторність досліду для кожного зразка 3 рази, середнє арифметичне ( $\bar{x}$ ) розраховується як

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad (4)$$

Дисперсію кожного ряду досліджень визначаємо за формулою:

$$S^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1} \quad (5)$$

Стандартне відхилення:

$$S = \sqrt{S^2} \quad (6)$$

Коефіцієнт варіювання:

$$V\% = \frac{S \times 100}{\bar{x}} \quad (7)$$

Похибка вибіркової середньої:

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n \times (n - 1)}} \quad (8)$$

Значення похибки використовується для граничної оцінки середніх арифметичних за формулою:

$$\bar{x} \pm t \times S \quad (9)$$

$t$  – критерій Стюдента.

Оцінку проводимо на рівні  $P_{0,95}$ . Значення коефіцієнта форми, які не вміщуються в межі, бракуються і не приймають участі в подальших досліджень.

Відносна похибка вибіркової середньої:

$$S_{\bar{x}}\% = \frac{S_{\bar{x}} \times 100}{\bar{x}} \quad (10)$$

Залежно від значення відносної похибки роблять висновок про точність досліду:

$$T = 100\% - S_{\bar{x}}\% \quad (11)$$

Умовно точність вважають високою, якщо значення  $S_{\bar{x}}\%$  не перевищує 3%, середньою – коли воно становить 3...6% і низькою – коли перевищує 7%. Проте у дослідах проведених на ґрунтах значення відносної похибки буває і більше.

### Список використаних джерел

1. Вадюнина А.Ф. Методы исследования физических свойств почвы. А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. Москва : Агропромиздат, 1986. 416 с.
2. Борак К. В. Комплексний підхід підвищення довговічності та зносостійкості робочих органів ґрунтообробних машин : дис. ... д-ра. техн. наук : 05.05.11 / Поліський національний університет, м. Житомир. 2021. 380 с.

## **АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ РОЗПОДІЛЬНИКІВ ГІДРАВЛІЧНИХ РУЛЬОВИХ ПІДСИЛЮВАЧІВ**

**А. Ільченко, к.т.н., доцент;**

**О. Якобчук, студент**

*Поліський національний університет, м. Житомир*

Нині у вітчизняному автомобілебудуванні застосовують, головним чином, розподільчі пристрої золотникового типу, що працюють за принципом осьового переміщення. Вони виконані з відкритим центром золотника, оскільки в нейтральному положенні золотника центральний канал корпусу розподільника відкритий, і рідина циркулює по замкнутому колу: гідронасос – розподільник підсилювача – бачок – гідронасос. Поряд із відмінністю в конструванні вузлів гідравлічних рульових підсилювачів вони мають різні конструкції елементів розподільних пристроїв золотникового типу, які забезпечують реактивний вплив підсилювача на рульове колесо.

За цією ознакою розрізняють такі розподільні пристрої:

- типу "А" – з реактивними плунжерами в поєднанні з попередньо підтиснутими пружинами;
- типу "Б" – з реактивними майданчиками та самовстановлювальним золотником;
- типу "В" – із попередньо підтиснутою пружиною золотника.

Гідророзподільник тільки з реактивними камерами забезпечує кінематичну і силову слідкуючу дію. У разі припинення повороту автоматичне встановлення золотника в нейтральне положення відбувається за рахунок врівноваження тиску рідини в обох реактивних камерах. У разі випадкового зміщення корпусу гідророзподільника щодо золотника, наприклад, під час наїзду одного з керованих коліс на перешкоду, в одній із реактивних камер виникає тиск напору, а в протилежній реактивній камері – тиск зливу. Через різницю тисків золотник повертається в нейтральне положення. Увімкнення гідропідсилювача відбувається за малого значення сили, прикладеної до рульового колеса, що відображено в статичній характеристиці.

Гідророзподільник із реактивними камерами і центрувальними пружинами також забезпечує кінематичну і силову слідкуючу дію.

Увімкнення підсилювача відбувається в тому разі, коли на кермовому колесі прикладено силу, достатню для деформації центрувальних пружин.

Гідравлічний рульовий підсилювач із таким розподільником має меншу чутливість до ввімкнення. З іншого боку, центрувальні пружини розподільника перешкоджають випадковому зворотному ввімкненню гідропідсилювача і можливому вилянню керованих коліс.

Гідророзподільник із центрувальними пружинами, але без реактивних камер (тип В) забезпечує тільки кінематичну слідкувальну дію; водночас зусилля, створюване гідропідсилювачем, постійне.

Уніфіковані кермові механізми із золотниковим осьовим розподільником встановлюють на автомобілях МАЗ, КрАЗ, автобусах ЛАЗ і ЛіАЗ.

Найбільших змін за останні роки в конструкції рульових управлінь з гідравлічним рульовим підсилювачем зазнав розподільник.

Намітилася чітка тенденція заміни осьового золотникового розподільника роторним. У ньому перерозподіл потоків робочої рідини здійснюється шляхом перекриття крайок на сполучених деталях у процесі їх відносного повороту. Крайки



виконують на торцевих або циліндричних поверхнях сполучених деталей і залежно від цього розрізняють два види роторних розподільників: торцеві й тангенціальні.

Торцеві розподільники поки що не знайшли застосування в реальних конструкціях, проте пошукові роботи щодо їхнього використання ведуться.

Тангенціальні розподільники порівняно з осьовими мають низку переваг: простоту конструкції, менші габарити, підвищену чутливість. Однак поширення тангенціальних розподільників довгі роки стримували негативні чинники, з якими стикалися конструктори в спробах реалізувати в цих розподільниках необхідний рівень реактивної дії рульового керування. Реактивна дія рульового керування з гідравлічним підсилювачем значною мірою визначається реактивною дією самого розподільника, яку оцінюють залежністю тиску робочої рідини на вході в розподільник від моменту на рульовому колесі. На цю залежність можна впливати варіюванням жорсткісних параметрів інших елементів розподільника або завданням різного закону зміни тиску в дроселювальній щілині розподільника за кутом повороту рульового колеса.

Жорсткісні параметри розподільника визначаються жорсткістю механічного пружного елемента центрування золотника розподільника, а також наявністю активної площі реактивних камер. Закон дроселювання рідини за заданої подачі насоса визначається формою і взаємним розташуванням робочих, тобто дросельних, крайок розподільника.

Конструкційні заходи впливу на жорсткісні параметри пружних елементів розподільника, що успішно застосовуються в осьових розподільниках для забезпечення необхідного рівня їхньої реактивної дії, не набули поширення в тангенціальних розподільниках з таких причин: - реактивні камери дещо ускладнюють конструкцію тангенціального розподільника, що не дають змоги реалізувати його переваги за габаритами та металоємністю; - введення реактивних камер у самому розподільнику збільшує гістерезисні втрати, що негативно позначається на керованості автомобіля; - варіювання жорсткістю пружних елементів розподільника є малоефективним, тому що її вибір обмежений двома заздалегідь заданими параметрами розподільника, які перебувають у вузькому діапазоні, - зоною його нечутливості за зусиллям (зусиллям, що Заходи, спрямовані на розширення області варіювання жорсткістю пружного елемента торсіонного типу, наприклад, введення ступеневої активації різних ділянок торсіона в міру зміни кута повороту рульового колеса, також призводять до значних конструкційних ускладнень.

Спосіб впливу на закон дроселювання шляхом профілювання кромки золотника практично не ускладнює конструкцію розподільника, а технологічні методи його реалізації досить прості. Звернення конструкторів до цього способу дроселювання зумовило широке поширення тангенціальних розподільників роторного типу, яке набуло останніми роками широкого поширення в гідравлічних рульових підсилювачах. Досвід дослідження, розробок і випробування кермових управлінь із гідравлічним кермовим підсилювачем свідчить про те, що тангенціальний розподільник, володіючи практично вдвічі вищою чутливістю, в змозі забезпечити показники реактивної дії, які не поступаються відповідним показникам осьового розподільника.

У роторних розподільниках робочими поверхнями, на яких виконано розподільні канали, є зовнішня циліндрична поверхня ротора та сполучена з нею внутрішня поверхня гільзи.

Крім того, поширення набули такі три схеми формування робочих (дросельних крайок) і каналів роторних розподільників: дроселювальні кромки, утворені поздовжніми пазами – шлицями на роторі та гільзі (схема Bendix); дроселювальні кромки, утворені радіальними свердліннями як у роторі, так і в гільзі (схема Calzoni); дроселювальні кромки, утворені поздовжніми пазами в гільзі та лисками на роторі (схема Burman).

## ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ОПОРНО-ПРИКОЧУВАЛЬНОГО КОТКА СЕКЦІЇ КУЛЬТИВАТОРА

В. Куликівський<sup>1</sup>, к.т.н., доцент;

В. Яроцький<sup>1</sup>, студент;

С. Хоменко<sup>2</sup>, к.т.н.

1- Поліський національний університет, м. Житомир;

2- Житомирський агротехнічний фаховий коледж

Під час аналізу конструкцій різних прикочувальних робочих органів було виокремлено три типи конструкцій: із гладкою робочою поверхнею, планчастий із загостреними планками та планчастий прямокутної форми (рис. 1).



Рис. 1. Варіанти прикочувальних робочих органів (фото експериментальних зразків): а – з гладкою робочою поверхнею; б – планчастий із загостреними планками; в – планчастий прямокутної форми.

У процесі руху прикочувального робочого органу відбувається інтенсивне подрібнення й ущільнення поверхні ґрунту. При цьому ґрунт чинить тиск на планки прикочувального пристрою (рис. 2).

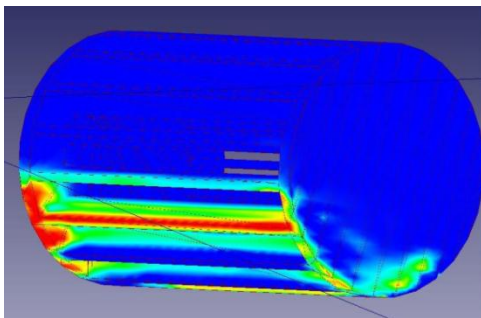


Рис. 2. Епюра тиску ґрунтового середовища на коток Від кількості планок на котку залежить тяговий опір і якість обробітку ґрунту. Надмірно велика кількість планок створює тиск з боку планки і формує зони підвищеної щільності. Це, своєю чергою, призводить до забивання грудок між планками.

У таблиці 1 представлено результати тягового опору котка залежно від кількості планок на швидкості 1,5 м/с. Під час розрахунків задавали такі параметри ґрунтового середовища: в'язкість  $\zeta=105$  Па\*с; щільність  $\rho=850$  кг/м<sup>3</sup>. Густина приймали виходячи з густини ґрунту після проходу розпушувача і дискових робочих органів.

На швидкості 3,5 м/с тяговий опір котка зростає за квадратичною залежністю зі збільшенням кількості планок.

За результатами аналізу найбільш оптимальною кількістю планок котка є 15. Після визначення кількості планок котка необхідно визначити його діаметр.

Зі збільшенням діаметра зростає маса котка та його тяговий опір, а також знижується гребнистість поверхні ґрунту. З умови защемлення ґрунтової грудки було визначено зовнішній діаметр котка  $D_n$ .

Для поверхневого і передпосівного обробітку ґрунту раціональними є діаметри котків, що прикочують,  $D_n=220\dots500$  мм. Після проходу дискових робочих органів необхідне руйнування грудок, що залишилися, умові защемлення задовольняють котки діаметром до

0,3 м. З урахуванням рекомендацій, виходячи з отриманих результатів, було обрано діаметр котка 0,4 м.

Таблиця 1.

Залежність тягового опору котка від кількості планок на швидкості 1,5 м/с.

Кількість планок котка $n$ , шт	5	10	15	20	25
Робоча швидкість $V=1,5$ м/с					
R, Н	311,6	255,7	225,8	281,1	356,5
Робоча швидкість $V=2,0$ м/с					
R, Н	395,2	350,3	345,3	369,8	401,9
Робоча швидкість $V=3,5$ м/с					
R, Н	407,9	416,0	448,1	555,3	651,3

Кількість планок становила  $n=15$ , діаметр прутків для планок було обрано  $d_p=40$  мм.

Одним з основних параметром роботи прикочувальних робочих органів є подрібнення. Розміри фракцій ґрунтових грудок, менші за 10 мм, з агрономічної точки зору становлять найбільший інтерес.

Результати експериментів із визначення ступеня кришіння залежно від швидкості руху показано в таблиці 2.

Таблиця 2.

Залежність кришіння ґрунтових грудок від швидкості руху

Різновид катків	K, %				
	$V=1$ м/с	$V=1,5$ м/с	$V=2$ м/с	$V=2,5$ м/с	$V=3$ м/с
Коток 1	12	16	21,5	29,4	20,8
Коток 2	9	10,4	12,1	15,4	18,2
Коток 3	7,5	8,5	18,6	16,1	12,4

На рис. 2. представлено залежність ступеня кришіння ґрунтових грудок від швидкості руху котка.

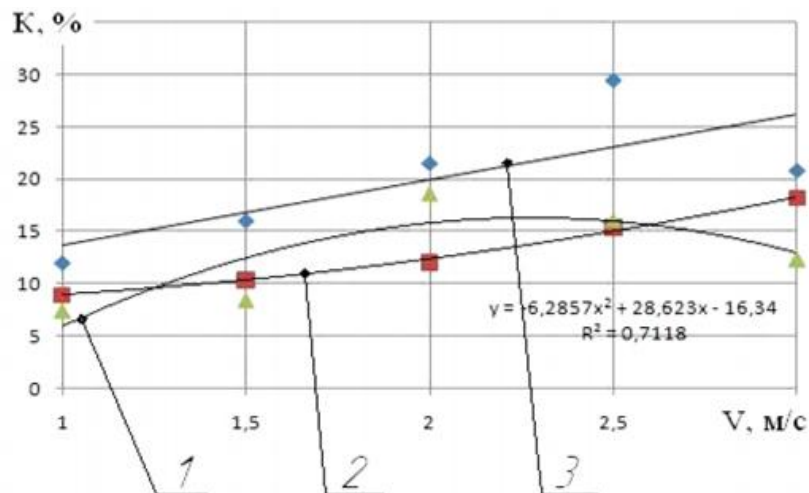


Рис. 2. Залежність подрібнення ґрунту від швидкості руху: 1 – коток із гладкою поверхнею; 2 – коток із прямими планками; 3 – коток із гострими планками.

Найбільший показник ступеня подрібнення показала конструкція котка №3 – коток із гострими планками. Також додатковою позитивною властивістю даної конструкції є забезпечення деякого заглиблення в центральній частині оброблюваної смуги, що сприяє накопиченню вологи.

У результаті експериментів було встановлено, що для зниження тягового опору та поліпшення якості обробітку ґрунту найраціональнішим є коток із гострими планками (№3), діаметром 400 мм, кількістю планок 15 шт.

## **МЕТОДИКА ОЦІНКИ ТА ВИБОРУ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ПЛАЗМОВОГО МЕТОДУ НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТІВ**

**В. Білецький, к.т.н., доцент;**

**В. Сікун, студент**

*Поліський національний університет, м. Житомир*

Вибір матеріалів для плазмового методу нанесення покриттів оптимального складу стосовно характеру зношування викликає значні труднощі, оскільки зношування одного виду, наприклад абразивного, проявляється в різних експлуатаційних умовах по-різному.

Крім того, навіть за точного встановлення характеру зношування і призначення необхідного складу матеріалу для нанесення покриття з оптимальними фізико-механічними властивостями, отримання останнього ускладнене. Наприклад, застосування твердих порошкових сплавів різної грануляції в результаті зміни їхньої питомої поверхні супроводжується різною інтенсивністю реакцій окислення. Застосовувані під час плазмового методу різні газові середовища також по-різному впливають на протікання реакцій у зоні нанесення покриття.

Оскільки визначити співвідношення елементів у вихідному присадному і нанесеному покритті та характер їхньої взаємодії за допомогою теорії можна тільки орієнтовно, то вибір раціональних складів покриттів стосовно відновлення конкретних деталей слід проводити шляхом проведення комплексу експериментальних досліджень, лабораторних та експлуатаційних випробувань. Виробничий досвід показує, що нанесення покриттів порошковими твердими сплавами під час відновлення зношених деталей технологічного обладнання значно підвищує термін їхньої служби.

Для порошкових твердих сплавів характерний вміст великої кількості карбідів і боридів, зцементованих відповідною евтектикою. Назва "тверді порошкові сплави" умовна, оскільки більшість із них має твердість, нижчу від загартованих високовуглецевих сталей. Наприклад, багато загартованих сталей мають твердість 56-60 HRC, але їхня зносостійкість нижча, ніж у покриття ПГ-С1 твердістю 45-50 HRC, нанесеного плазмовим методом.

Для того щоб отримати покриття необхідного складу під час плазмового методу нанесення покриттів, слід знати характеристики твердих порошкових сплавів, їхнє розташування до формування пористості, а також характеристики легувальних і розкислювальних елементів, що впливають на склад і структуру покриттів.

Властивості нанесених покриттів визначаються не тільки його хімічним складом. Залежно від режимів нанесення плазмових покриттів, температури попереднього підігріву деталі, що відновлюється, і термічної обробки поверхні після нанесення покриття, а також властивості покриттів одного і того ж складу можуть відрізнятись.

Для нанесення покриттів плазмовим методом з необхідними властивостями стосовно відновлення конкретних деталей були досліджені всілякі композиції порошкових твердих сплавів. Хімічний склад порошкових твердих сплавів, з яких розробляли композиції в різних співвідношеннях, представлений у розробленій базі даних автоматизованої системи обліку порошкоподібних матеріалів для нанесення плазмових покриттів.

Однією з основних задач є вибір раціональних композицій з порошкових твердих сплавів на основі заліза та на основі нікелю, придатних для одержання покриттів плазмовим методом, що забезпечують підвищення зносостійкості та зниження собівартості відновлення деталей технологічного устаткування. Вибір матеріалу покриттів в остаточному рахунку реалізовували на підставі аналізу умов роботи певної відновленої деталі та виконання стендових і натурних випробувань.

## **МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ГЛИБИНИ ПРОПЛАВЛЕННЯ МЕТАЛУ ПІД ЧАС ПЛАЗМОВОГО НАПЛАВЛЕННЯ**

**В. Савченко, к.т.н., доцент;**

**В. Ткачук, студент**

*Поліський національний університет, м. Житомир*

При виконанні плазмового наплавлення дуга плазмотрона забезпечує нагрівання, проплавлення основного металу і розплавлення присадного металу. Співвідношення цих металів характеризується площами проплавлення  $S_{пр}$  і наплавлення  $S_{н}$ . Основними критеріями технологічного процесу плазмового наплавлення є товщина проплавлення основного металу і продуктивність.

Оптимальним режимом плазмового наплавлення слід вважати такий режим, який забезпечує максимальну продуктивність за мінімально допустимою товщиною проплавлення. Підтримка оптимального режиму плазмового наплавлення зумовлена техніко-економічними міркуваннями, що передбачають зменшення нагрівання відновлюваної деталі, скорочення витрат електроенергії, наплавочного металу тощо.

Тому вивчення плазмового наплавлення й особливо товщини проплавлення основного металу з метою визначення оптимальних режимів має винятково велике значення. Стиснуту дугу прямої дії, застосовувану для плазмового наплавлення, можна розглядати як електричну дугу, але вона відрізняється від останньої вищою концентрацією енергії і широкими можливостями її регулювання.

Основні параметри режиму плазмового наплавлення аналогічні параметрам дугового наплавлення в середовищі захисних газів. Розміри наплавлених покриттів залежать насамперед від погонної енергії дуги. До додаткових параметрів, що впливають на параметри режиму плазмового наплавлення, належать діаметр і довжина плазмоутворювального сопла.

На товщину проплавлення плазмова дуга чинить не тільки тепловий, а й силовий вплив. Для визначення товщини проплавлення та інших основних параметрів плазмового наплавлення проведено теоретичні дослідження, які базувалися на можливості використання окремих положень і розрахункових схем поширення тепла та їх застосування з урахуванням специфіки плазмового наплавлення та використовуваних наплавочних матеріалів.

Дослідження процесу плазмового наплавлення проводили із застосуванням порошкових твердих сплавів у різних захисних газових середовищах: аргоні, азоті, вуглекислому газі, суміші стисненого повітря і гарячих вуглеводнів.

Захисні гази одночасно виконують роль газів, що транспортують порошок. Як плазмоутворювальний газ у всіх випадках застосовували аргон із витратою 1,5...2 л/хв. Наплавлення проводили на зразки, виготовлені зі сталі 45 діаметром 30...90 мм завдовжки 300 мм, як з коливаннями плазмотрона (за один оберт зразка), так і за гвинтовою траєкторією. Амплітуда коливань становила 27 мм, ширина плазмового наплавлення 30 мм, частота коливань 0,5- 1,2 Гц. Сила струму вибиралася від 100 до 240 А, напруга від 25 до 55 В (залежно від виду захисного газу). Швидкість плазмового наплавлення змінювали від 0,1 до 0,45 см/с за широкошарового наплавлення і від 0,5 до 2,2 см/с – за плазмового наплавлення по гвинтовій траєкторії. Для підтримки геометричних параметрів наплавлених покриттів наплавлення проводили на зразки, охолоджені до кімнатної температури. Наплавлені зразки розточували до розміру стінки циліндра, що дорівнює 10 мм, після чого розрізали в поздовжньому і поперечному напрямках. За виготовленими шліфами після травлення вимірювали на мікроскопі зони плазмового наплавлення, товщини проплавлення і термічного впливу. Площу проплавлення вимірювали планіметром на збільшених зображеннях шліфів.

**АГРОТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО ОБПРИСКУВАЧІВ****В. Савченко, к.т.н., доцент;****Р. Шевчук, студент***Поліський національний університет, м. Житомир*

Згідно з прийнятими агротехнічними вимогами впродовж сезону кількість обприскувань проти шкідників і хвороб, календарні строки кожної обробки, найменування отрутохімікатів, дози їх і порядок змішування встановлюються та уточнюються агрономічною службою господарства відповідно до зональних рекомендацій. У минулому в нашій країні широко практикувалося застосування високих норм витрати засобів захисту рослин, що нерідко призводило до накопичення важких металів, хлорорганічних залишків та інших небезпечних забруднювачів у ґрунтах і водоймах. Так, у зонах інтенсивного садівництва і виноградарства відзначено забруднення ґрунтів міддю у зв'язку із застосуванням бордоської рідини.

Економічні труднощі, що виникли останнім часом у більшості господарств, часто роблять проблемним використання обприскування з великими нормами витрати рідини. З цієї причини, а також, з огляду на екологічний аспект, застосування ультрамалооб'ємних обприскувачів більш перспективне. Робоча рідина має бути однорідною за складом, відхилення її концентрації від розрахункової не повинно перевищувати  $\pm 5\%$ .

Кожне поле необхідно обробляти в стислі строки, рівномірно розподіляти задану норму витрати робочої рідини на оброблюваному ґрунті, рослинах, листі, гілках, стовбурах дерев тощо. Обприскувачі повинні точно дозувати отрутохімікати в процесі роботи, зберігаючи встановлену витрату робочої рідини на одиницю оброблюваної площі. Обприскування слід проводити з обов'язковим урахуванням посадкових умов у ранкові та вечірні години, коли відсутні висхідні потоки повітря. Не обробляти польові культури за швидкості вітру понад 4...5 м/с, якщо немає захисних пристроїв.

Велика кількість ультрафіолетових променів (пригрів) може викликати опіки рослин, а висхідні потоки повітря перешкоджатимуть осадженню крапель робочої рідини та забиратимуть їх за межі оброблюваних площ. Не слід обприскувати рослини під час рясної роси, під час дощу, оскільки в цих випадках отрутохімікати змиваються або розбавляються рососою і дощовими краплями, а, отже, знешкоджуються. Не слід обприскувати рослини в період їхнього цвітіння, не ушкоджувати культурні рослини та не допускати огріхів. Під час обприскування способом бокового дугтя необхідно суворо стежити за тим, щоб хвиля розпоршених частинок рідини лягала всією шириною захвату і не зносилася за межі оброблюваної ділянки. Вентиляторні обприскувачі повинні пересуватися впоперек напрямку вітру або під кутом не більше  $45^\circ$ . Під час використання обприскувачів із польовою штангою її встановлюють на такій висоті, за якої факели розпиленої рідини перекриваються на 20 см за використання відцентрових розпилювачів або мають подвійне покриття – за дефлекторних.

Обмеженість агротехнічних строків обробки посівів і насаджень зумовлює необхідність комплексного виконання основних і допоміжних робіт, пов'язаних з обприскуванням. Машина, що входить до комплексу, мають бути взаємно пов'язані за продуктивністю, діапазоном регулювання, режимами роботи та часом їх використання.

Ефективне застосування техніки, засобів захисту рослин і робочого часу на обприскуванні забезпечується раціональною організацією технологічних процесів на базі потокової лінії: приготування робочої рідини пестицидів – транспортування її від пункту приготування до ділянки обробки – обприскування. Провідна ланка в загальному процесі виконання робіт – обприскування.