

*Міністерство освіти і науки України  
Кіровоградський національний технічний університет*



# МАТЕРІАЛИ

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



Кіровоград, 5-6 листопада 2015 р.  
Міністерство освіти і науки України  
Кіровоградський національний технічний  
університет

# **МАТЕРІАЛИ**

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

Кіровоград, 5-6 листопада 2015 р.

УДК 631.3.001.1 (082)

Матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції. Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки. – Кіровоград: КНТУ, 2015. – 205 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 X Міжнародної науково-практичної конференції “Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки”, 5-6 листопада 2015 року.

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

Відповідальний редактор: Черновол М.І., д.т.н., член-кореспондент НААНУ.

Відповідальний секретар: Васильковський О.М., к.т.н., доц.

Редакційна колегія: Адамчук В.В., д.т.н., академік НААНУ; Булгаков В.М., д.т.н., академік НААНУ; Тіщенко Л.М., д.т.н., член-кор. НААНУ проф.; Аніскевич Л.В., д.т.н., проф.; Сало В.М., д.т.н., проф.; Свірень М.О., д.т.н., проф.; Осадчий С.І., д.т.н., проф.; Петренко М.М., к.т.н., проф.; Васильковський О.М. к.т.н., доц.; Лещенко С.М., к.т.н., доц.

Адреса редакційної колегії: 25006, м. Кіровоград, пр. Університетський, 8, Кіровоградський національний технічний університет, тел.: 390-581, 390-472, 55-10-49.

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.

## **РОЗРОБКА ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИЛАДУ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ЩІЛЬНОСТІ ҐРУНТУ ПО ШИРИНІ ЗАХВАТУ ПРИКОЧУЮЧОГО КОТКА ПРОСАПНОЇ СІВАЛКИ**

**Д.Ю. Артеменко**, доц., канд. техн. наук;

**В.А. Настоящий**, доц., канд. техн. наук

*Кіровоградський національний технічний університет*

В процесі вирощування цукрових буряків швидкість сходів і їх рівномірність залежать не тільки від схожості насіння, а і від умов утворених для них робочими органами сільськогосподарських машин [1]. Вплив конструкції прикочуючого котка може здійснити значні зміни в умовах проростання насіння. Аналіз досліджень [2,3], які були проведені по визначенню закономірностей поведінки ґрунту при прикочуванні, показав, що основними факторами, які впливають на вказаний процес, є конструктивні особливості робочого органу та фізико – механічні властивості ґрунту, а основною характеристикою прикочування є щільність ґрунту по ширині захвату котка.

Але на сьогоднішній день не створено приладу для вимірювання щільності ґрунту по ширині захвату прикочуючого котка, який би в повній мірі задовольняв вимоги агротехніки до прикочування насіння просапних культур, тому необхідні додаткові дослідження по обґрунтуванню конструкції такого приладу.

Основним методом для визначення щільності ґрунту є метод різальних циліндрів, а прилад який працює за цим методом має мінімальний діаметр гільзи для відбору проб 50 мм. Такий прилад не підходить для вимірювання щільності по ширині захвату прикочуючого котка, адже ширина котків просапних сівалок варіюється в межах 50 – 100 мм. Стандартним приладом можна взяти лише декілька проб, що не дає можливості оцінити характер ущільнення ґрунту на ширині наприклад 65 мм (ширина захвату котка сівалки УПС 12), або під котком змінного профілю.

Метою роботи є розробка та експериментальне дослідження приладу для вимірювання щільності ґрунту по ширині захвату прикочуючого котка просапної сівалки.

Для з'ясування прийнятних методів визначення щільності ґрунту нами був проведений огляд найпоширеніших із них: методи розсіюваного гамма-випромінення, метод різальних циліндрів та інші методи визначення щільності, як показали дослідження Осіпова В.І. [4], Гапоненко В.С., Погорілець А.М. [5], Єнзака В. [6] по точності вимірювання незначно відрізняються між собою.

Дослідження, проведені Осіповим В.І. [4] в лабораторних і лабораторно-польових дослідах для встановлення точності визначення щільності ґрунту гамма - щільномірами ГПП-1 та ППП-1 показали, що практична точність вимірів склала відповідно  $\pm 0,043$  г/см<sup>3</sup> і  $\pm 0,041$  г/см<sup>3</sup>. Помилка одноразового визначення об'ємної ваги в однорідному ґрунті методом різальних циліндрів в середньому складає  $\pm 0,05$  г/см<sup>3</sup> [5]. Таким чином, при однаковій кількості вимірювань, точність дослідів при визначенні об'ємної ваги різними методами приблизно однакова, тому ми користувались найбільш простим і доступним методом – методом різальних циліндрів.

Параметри різальних циліндрів підбирались згідно рекомендаціям [6] з врахуванням “пристінного ефекту” ущільненого ґрунту. Важливим є вимірювання щільності по ширині захвату прикочуючого котка посівної секції з врахуванням конфігурації робочого органа, тобто необхідно взяти заміри на декількох ділянках. З цією метою нами був розроблений спеціальний прилад [7] (рис. 1).

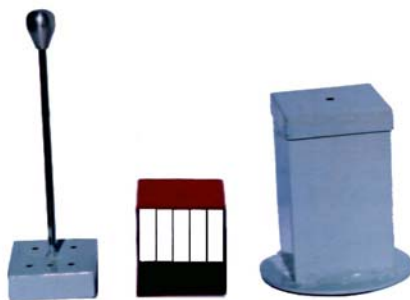
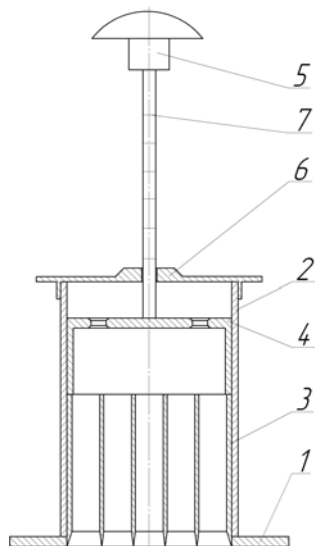


Рисунок – 1. Прилад для визначення щільності ґрунту

Оскільки ширина робочого органа менша 65 мм, а мінімально можливим розміром для отримання результатів нормальної точності є величина 10 мм і більше, то гільза різального циліндру була виконана квадратного профілю 65x65 мм. Перегородки гільзи були виготовлені із листового металу товщиною 1 мм і загострені під гострим кутом для мінімізації впливу пристінного ефекту (рис. 2). Для підвищення вірогідності отримання більш точних даних про величину щільності довжина і ширина пазу для взяття проби на окремій ділянці складала  $l \times h = 62 \times 11$  мм із умови розбиття ділянки 65 мм на 5 рівних частин з врахуванням товщини стінок елементів гільзи. Для контролю заглиблення гільзи в ґрунт в конструкції приладу призначений градуйований шток, який розбитий на розмір максимального загортання насіння при посіві до 60 мм. Для виштовхування із гільзи зразків ґрунту був розроблений спеціальний виштовхувач по розміру паза гільзи.

Нами в лабораторних умовах були проведені експериментальні дослідження розробленого пристрою для котка сівалки УПС 12 з шиною атмосферного тиску розміщеного в вертикальній площині і маючого еліптичний профіль. Послідовність проведення взяття проб, а також процес роботи приладів типу різальних циліндрів детально описаний в літературі [8,9].



1 – опорний диск; 2 – направляючий корпус; 3 – гільза; 4 – поршень; 5 – упор; 6 – кришка; 7 – градуйований шток

Рисунок – 2. Схема приладу для визначення щільності ґрунту

Відбір проб здійснювали в 5 – 10 місцях по ходу посівної секції, для контрольного котка. Результати проведення дослідів записували в журнал випробувань. Після отримання експериментальних результатів і знаючи об'єм взятої проби знаходили щільність в природному стані за формулою:

$$\rho_n = \frac{m_n}{V_z}, \quad (1)$$

де  $m_n$  – середнє значення маси ґрунту, яка потрапила в паз гільзи;  $V_z$  – об'єм паза.

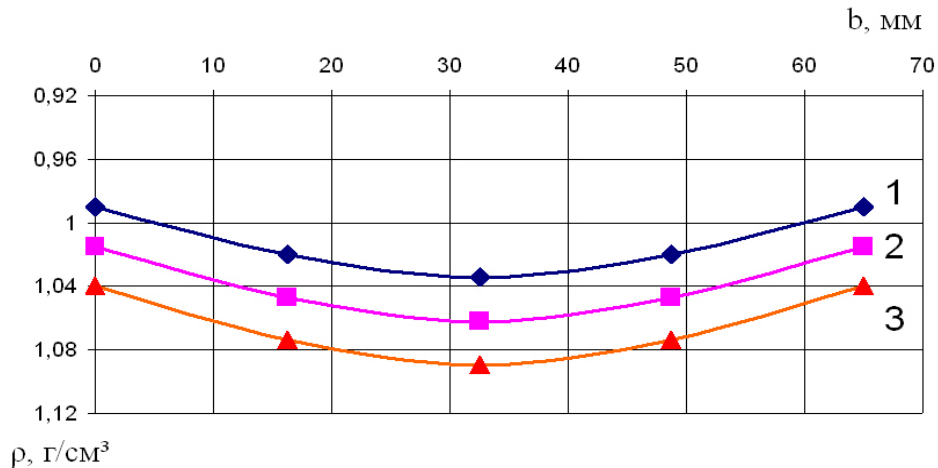
Визначивши вологість ґрунту  $w_a$  і знаючи  $\rho_n$ , визначали щільність ґрунту  $\rho_z$  за формулою:

$$\rho_z = \frac{\rho_n}{1 + 0,01 \cdot w_a}, \quad (2)$$

де

$$w_a = \frac{m_g - m_c}{m_c} \cdot 100\%. \quad (3)$$

Результати, які отримані під час проведення експерименту, наведені на рис. 3.



1, 2, 3 – навантаження на коток відповідно 100, 150, 200 Н; глибина шару 3 см  
Рисунок – 3. Характер ущільнення ґрунту серійним котком при щільності ґрунту  $\rho = 0,8$  г/см<sup>3</sup> та вологості  $W = 21 - 23\%$

Як видно із отриманих графіків характер розподілення щільності ґрунту, визначений експериментальним приладом, під котком сівалки УПС 12 в повній мірі узгоджується із конструкцією його профілю.

В результаті проведеної роботи нами було визначено, що завдяки квадратній формі різального елемента приладу для визначення щільності по ширині захвату котка і його повздовжній орієнтації можна з великою точністю виконати заміри щільності ґрунту та забезпечити майбутнє проектування нових конструкцій котків в залежності від вимог до прикочування певної культури.

### Список літератури

1. Глуховский В.С. Разработка научных основ технологии выращивания сахарной свеклы без затрат ручного труда на формировании густоты насаждения: Автореф. дис...д-ра сельхоз. наук: 06.01.14, 05.20.01 / ВНИС / В.С. Глуховский. – К., 1982. – 42 с. Применение поверхностного наклепа для упрочнения зубчатых колес станков. – М.: ОНТИ ЭНИМС, 1968. – 27 с.
2. Рожков П.Н. Обоснование поперечной формы гладких сельскохозяйственных катков / П.Н. Рожков, А.В. Бауков, А.С. Кушнарв. Республиканский межведомственный нтс „Конструирование и технология производства сельскохозяйственных машин”, вып. 3. Издательство „Техніка”. Киев, 1973. – С. 18 – 22.
3. Чубарин М.И. Рассадопосадочные машины / Чубарин М.И. М.: Машиностроение, 1972. – 208 с.
4. Осипов В.И. Определение плотности и влажности грунтов по рассеянию гамма лучей и нейтронов. Издательство Московского университета. М.: 1968. – 157 с.
5. Гапоненко В.С., Погорелец А.Н. О параметрах режущих цилиндров для определения плотности локально уплотненной почвы. Научные труды УСХА, вып.43. Киев, 1971. – С. 203 – 208.
6. Ензак Х.В. Определение средней плотности почвы пахотного слоя по величине усадки его после прикатывания. Сб. научных трудов Сибирского НИИСХ, вып.10. 1965. – С. 29 – 34.
7. Щільномір: Пат. № 52729 У Україна, G01N1/04 / Артеменко Д.Ю., Магопєць О.С., Ауліна Т.М., Жушман О.О. (Україна); КНТУ. – № 201001455; Заявл. 12.02.2010; Опубл. 10.09.2010, Бюл. № 17. – 3 с.
8. Механіко – технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів / Г.А. Хайліс, А.Ю. Горбів, З.О. Гошко та ін., – Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛДТУ, 1998. – 268 с.
9. Механіко – технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Підручник / О.М. Царенко, Д.Г. Войтюк, В.М. Швайко та ін.; За ред. С.С. Яцуна. – К.: Мета, 2003. – 448 с.

## **РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ КОНСТРУКЦІЇ ПРИКОЧУЮЧОГО КОТКА ПРОСАПНОЇ СІВАЛКИ**

**Д.Ю. Артеменко**, доц., канд. техн. наук;

**О.С. Магопець**, доц., канд. техн. наук;

**Т.М. Ауліна**, доц., канд. техн. наук

*Кіровоградський національний технічний університет*

В процесі вирощування цукрових буряків швидкість сходів і їх рівномірність залежать не тільки від схожості насіння, а і від умов утворених для них робочими органами сільськогосподарських машин [1]. Вплив конструкції прикочуючого котка може здійснити значні зміни в умовах проростання насіння. Експериментальними дослідженнями [2] підтверджено наявність полів напружень і деформацій внутрішнього ґрунтового масиву під дією ґрунтообробних машин, на основі чого можна стверджувати, що характер їх розподілення є основною характеристикою процесу прикочування насіння.

Аналіз досліджень [3], які були проведені по визначенню закономірностей поведінки ґрунту при прикочуванні різними типами котків, показав, що основними факторами, які впливають на вказаний процес, є конструктивні особливості робочого органу та фізико – механічні властивості ґрунту. Але на сьогоднішній день не створено прикочуючого котка, який би в повній мірі задовольняв вимоги агротехніки до прикочування насіння цукрових буряків, тому необхідні додаткові дослідження по обґрунтуванню поверхонь прикочуючих котків.

Найбільшого розповсюдження набула V – подібна конструкція прикочуючого котка просапної сівалки, яка оснащена шинами атмосферного тиску з еліптичним профілем. Однак, поряд з перевагами такого котка існує істотний недолік такої конструкції – завдяки поверхням ободів, які мають еліптичний профіль і діють з обох боків від рядка, коток утворює значний боковий тиск в зоні розміщення насіння, ущільнюючи шар ґрунту над ним, тим самим перешкоджаючи його вільному проростанню. Крім того за рахунок бокового тиску ґрунт згруджується по центру рядка, не задовольняючи таким чином вимогам агротехніки по зменшенню питомої щільності ґрунту над насінням.

Метою роботи є розробка та дослідження удосконаленої конструкції прикочуючого котка просапної сівалки.

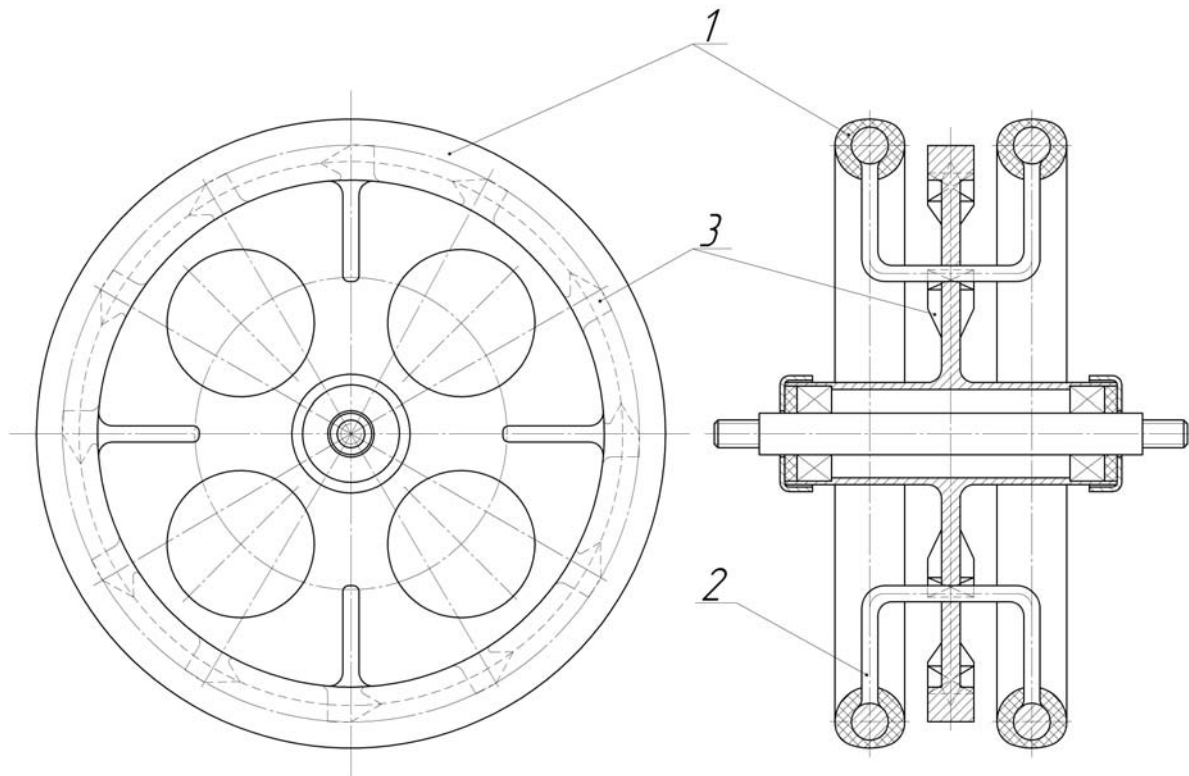
Для усунення вказаного недоліку нами була розроблена удосконалена конструкція прикочуючого котка (рис. 1). Запропонована конструкція прикочуючого котка виконана комбінованою – профіль котків виконано сідлоподібним, а самі котки розміщені вертикально по обидва боки від рядка та з'єднані між собою прутковими рамками зафіксованими на диску маточини, який має загострення, та мульчуючі елементи у вигляді прямої чотиригранної піраміди. Зовнішня його частина призначена для ущільнення ґрунту, а внутрішня для руйнування великих грудок та його мульчування.

Запропонований прикочуючий коток включає два армованих гумових ободи 1 із сідлоподібним профілем розміщених вертикально по обидва боки від рядка та з'єднаних між собою прутковими рамками 2 зафіксованими на диску маточини, які мають загострення та мульчуючі елементи 3 у вигляді прямої чотиригранної піраміди, а вертикальний тиск від дії котка рівномірно розподіляється в зоні залягання насіння.

Робочий процес сівалки з запропонованим прикочуючим котком відбувається таким чином: удосконалений прикочуючий коток рівномірно ущільнює ґрунт з обох боків від насіння, завдяки дії вертикального навантаження яке передається за рахунок армованих ободів сідлоподібного профілю. Зменшення ущільнення котком верхнього шару ґрунту над насінням досягається за рахунок розміщення ободів на рівній відстані від вісі рядка.



Елементи у вигляді прямої чотиригранної піраміди не лише руйнують великі грудки які потрапили в зону рядка, а і мульчують його. Диск маточини, який має загострення, руйнує ті частинки ґрунту на які не потрапив мульчуючий елемент, розрізаючи їх.



1 – армований гумовий обід, 2 – пруткова рамка, 3 – мульчуючий елемент

Рисунок – 1. Удосконалена конструкція прикочуючого котка сівалки

Для математичного описання процесу взаємодії котка з ґрунтом нами були використані методи механіки суцільного середовища. Вони показують, що гіпотеза суцільності не приводить до великих відхилень від результатів експериментальних досліджень. Взаємодію котка з ґрунтом можна уявити як процес контакту двох тіл, що мають різні модулі деформації. Для отримання картин розподілення полів напружень і деформацій під котком нами була розроблена математична модель в якій використані основні інтегральні рівняння контактної задачі теорії пружності [4].

В результаті досліджень нами були отримані рівняння профілю вдосконаленого котка сівалки та закон розподілення тиску під поверхнею вдосконаленого котка.

За допомогою програми Maple 10 побудовані теоретичні картини розподілу напружень під котком удосконаленої конструкції (рис. 2).

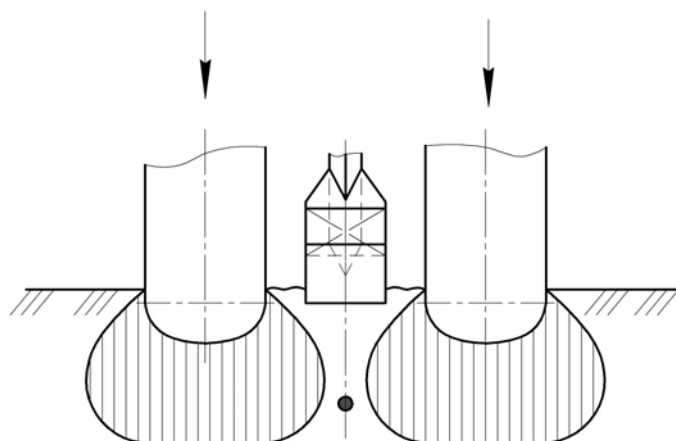


Рисунок – 2. Характер розподілу щільності ґрунту під удосконаленим котком



З рис. 2 видно, що така конструкція котка забезпечує диференційне розподілення щільності ґрунту – більша щільність має місце в зоні розміщення насіння, а менша – в верхній зоні рядка, а також що характер розподілення полів напружень під удосконаленим прикочуючим котком відповідає вимогам агротехніки і може забезпечити прикочування насіння з обох боків від борозни, залишаючи над насінням неуцільнений шар дрібно-грудкуватого ґрунту.

Ефективність запропонованої конструкції прикочуючого котка сівалки забезпечується наступним.

1. Підвищеною щільністю ґрунту в зоні розміщення насіння, що сприяє підтягуванню вологи і покращенню його схожості та створенням сприятливих умов для проростання насіння завдяки меншій щільності ґрунту безпосередньо над ним.

2. Плавністю розподілення щільності ґрунту завдяки конструкції армованих ободів сідлоподібного профілю удосконаленого котка та вертикальній дії на них.

3. За рахунок встановлення на диску маточини елементів у вигляді прямої чотиригранної піраміди не лише руйнуються великі грудки в зоні рядка, а і відбувається його мульчування.

### **Список літератури**

1. Глуховский В.С. Разработка научных основ технологии выращивания сахарной свеклы без затрат ручного труда на формировании густоты насаждения: Автореф. дис...д-ра сельхоз. наук: 06.01.14, 05.20.01 / ВНИС / В.С. Глуховский. – К., 1982. – 42 с. Применение поверхностного наклепа для упрочнения зубчатых колес станков. – М.: ОНТИ ЭНИМС, 1968. – 27 с.
2. Рожков П.Н. Обоснование поперечной формы гладких сельскохозяйственных катков / П.Н. Рожков, А.В. Бауков, А.С. Кушнарв. Республиканский межведомственный нтс „Конструирование и технология производства сельскохозяйственных машин”, вып. 3. Издательство „Техніка”. Киев, 1973. – С. 18 – 22.
3. Чубарин М.И. Рассадопосадочные машины / Чубарин М.И. М.: Машиностроение, 1972. – 208 с.
4. Штаерман И.Я. Контактная задача теории упругости / Штаерман И.Я. Гостехиздат. – М.: 1949. – 162 с.

УДК 631.331.024.2

## ***РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ КОНСТРУКЦІЇ ЗАГОРТАЧА ЗЕРНОВОЇ СІВАЛКИ***

**Д.Ю. Артеменко**, доц., канд. техн. наук;

**С.А. Мартиненко**, доц., канд. техн. наук;

**В.А. Мажара**, доц., канд. техн. наук

*Кіровоградський національний технічний університет*

Підвищення врожайності зернових культур є основною метою при вирішенні більшості задач, які пов'язані із удосконаленням технологічних процесів робочих органів сівалки. Одним із найважливіших етапів вирощування є посів насіння. Посів повинен забезпечити найбільш сприятливі умови для проростання насіння і подальшого розвитку рослин, що дає можливість прискорити їх появу на денній поверхні і, як наслідок, збільшити врожайність культури.

Загортання насіння в ґрунт є заключною стадією посіву, при якій відбувається утворення умов найбільш сприятливих для його проростання. Однак в реальних умовах загортання насіння приділяється дуже незначна увага з боку виробників сівалок і, як наслідок, ця важлива операція виконується разом з прикочуванням, або за допомогою загортальних систем (трубчасті, пластинчасті загортачі, ланцюгові шлейфи), що в свою чергу веде до змішування верхніх (сухих) і нижніх (вологих) шарів ґрунту, а це може значно

впливати на швидкість проростання насіння. В зв'язку з цим актуальною є проблема удосконалення технології загорання насіння і конструкції загортачів зернової сівалки, яка направлена на покращення умов проростання насіння.

На сьогоднішній день існує чітко сформований принцип загорання насіння який виконується різними типами загортачів шляхом переміщення в борозну змішаних шарів ґрунту різних горизонтів, що є їх основним недоліком. Дослідження які були проведені в роботах [1,2,3] показали, що потрібен подальший розвиток конструкцій загортачів. Найбільш придатною для подальших досліджень є конструкція загортачів пружинного типу. Основними перевагами таких загортачів є: простота конструкції, легкість налаштування та за рахунок їх пружної дії на ґрунт відбувається не тільки самоочищення від рослинних решток, а і від налипання вологого ґрунту. Аналіз існуючих конструкцій пружинних загортачів [4,5,6] показав (рис.1), що всі вони мають схожу будову і відрізняються лише розміщенням робочої поверхні в вертикальній або горизонтальній площині.

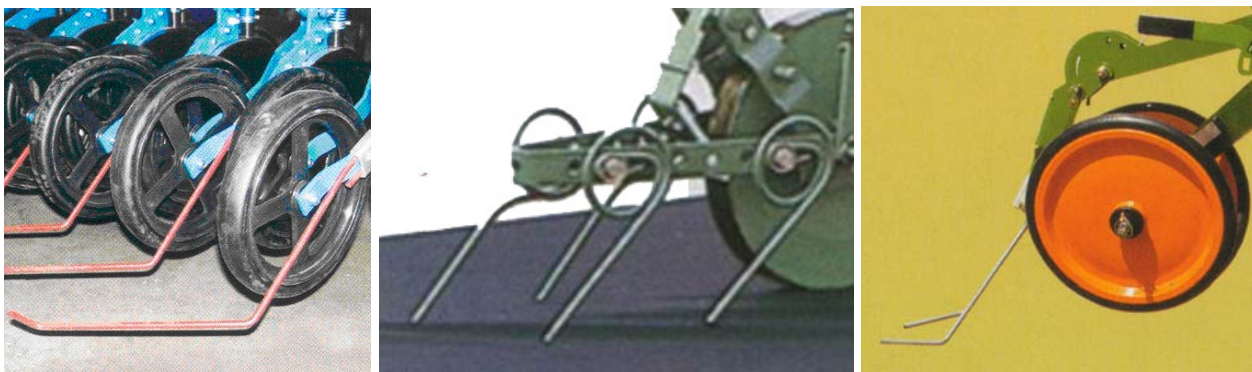


Рисунок – 1. Існуючі конструкції загортачів сівалок

Метою роботи є розробка удосконаленої конструкції загортача зернової сівалки та теоретичне дослідження його роботи.

Для проектування нової конструкції робочого органа нами були сформовані основні вимоги до його роботи, загортач повинен: спочатку зрушувати нижні вологі шари ґрунту в борозну тим самим укривати висіяне насіння; укривати загорнуту борозну верхніми шарами ґрунту; утворювати ефект мульчування.

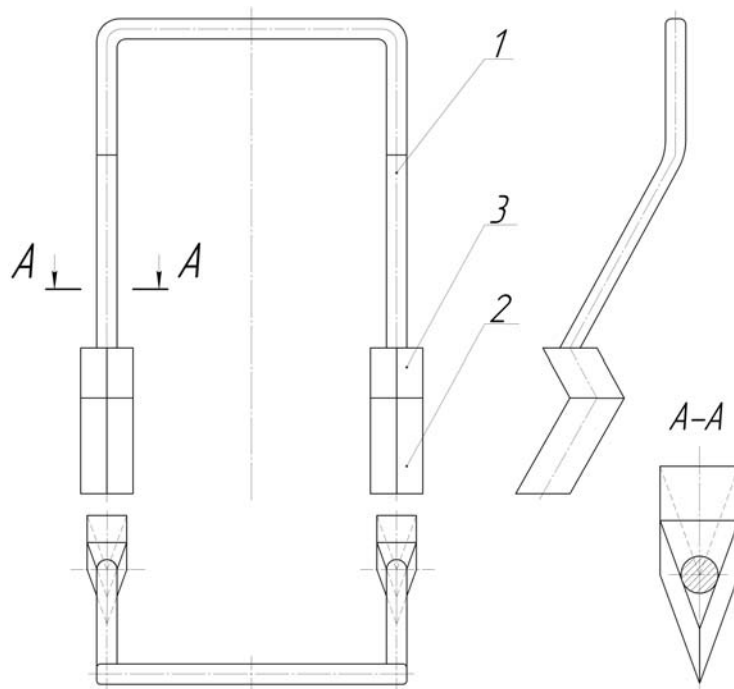
З цією метою новий загортач (рис. 2) виконаний у вигляді складної поверхні із двох частин. Передня частина має лезо яке плавно переходить в напрямну поверхню, що має еліптичний профіль. Кут установки робочої поверхні загортача в вертикальній площині менший кута тертя ґрунту по сталі.

Запропонований загортач складається із стійки 1 та робочої поверхні 2. Робоча поверхня 2 складається із леза 3 та еліптичної напрямної 4.

Загортач зернової сівалки працює наступним чином: розміщене в передній частині робочої поверхні лезо 3 руйнує крупні частини ґрунту та направляє їх на напрямну поверхню 4 з якої вони потрапляють в зону висіву насіння та загортають його. За рахунок бокового зміщення робочою поверхнею загортача 2 шару ґрунту утворюється ефект мульчування. За рахунок встановлення робочої поверхні загортача під кутом в вертикальній площині та за рахунок пружної дії стрижня 1 відбувається його самоочищення від рослинних решток.

Основним технологічним параметром удосконаленого загортача є величина дальності зміщення шару ґрунту в бік борозни.

Для аналізу роботи удосконаленого загортача нами був розглянутий процес його взаємодії з ґрунтом. При теоретичному розгляді поведінки шару ґрунту в процесі дії на нього загортача робилось припущення про дискретну його будову. Оскільки в період посіву ґрунт є достатньо сипким середовищем, то його рух розглядався як рух окремих часток. Для обґрунтування основного технологічного параметра загортача нами була розроблена математична модель процесу взаємодії його із ґрунтом (рис. 3).



1 – стійка, 2 – робоча поверхня, 3 – лезо, 4 – напрямна

Рисунок – 2. Удосконалений загортач зернової сівалки

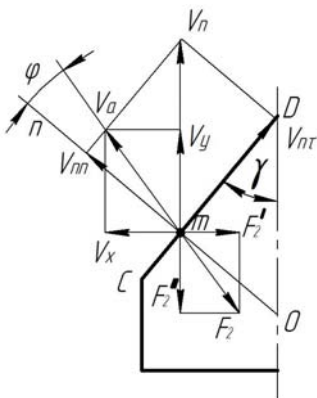


Рисунок – 3. Схема взаємодії частки ґрунту з бічною поверхнею загортача в горизонтальній площині

Для визначення дальності бокового відкидання ґрунту розглянемо рух частки ґрунту, яка лежить на поверхні поля, від дії бокової грані загортача. Нехай при максимальному значенні бокової швидкості відкидання частка ґрунту віддаляється від поверхні загортача і рухається по поверхні поля з початковою швидкістю  $V_{xo}$ . На частку діє сила тертя  $F'_2 = f_2 \cdot mg \cos(\gamma + \varphi)$ , (де  $f_2$  - коефіцієнт тертя ґрунту по ґрунту), яка перешкоджає її руху.

На основі аналізу діючих на частку ґрунту сил і використовуючи основне диференціальне рівняння динаміки матеріальної точки [7] нами були отримані аналітичні вирази для швидкості зміщення частки ґрунту в напрямку руху загортача.

Після чого було отримано теоретичну залежність для обчислення максимальної дальності переміщення часток ґрунту загортачем в бік борозни:

$$L = \frac{V_n^2 \cdot \sin^2 \gamma \cdot (ctg \gamma - tg \varphi)^2}{2 \cdot f_2 \cdot g \cos(\gamma + \varphi)}, \quad (1)$$

де  $V_n$  - швидкість переміщення загортача;  $\gamma$  - кут атаки загортача;  $f_2$  - коефіцієнт тертя ґрунту об ґрунт.

Рівняння (1) показує, що дальність бокового відкидання частки ґрунту пропорційна квадрату поступальної швидкості машини і залежить від кута розхилу загортача і фізико-механічних властивостей ґрунту. Якщо проаналізувати рівняння (1) графічно, то можна з'ясувати, що дальність відкидання ґрунту збільшується зі збільшенням кута розхилу до  $30^\circ$ , а при подальшому збільшенні – падає. Це пояснюється тим, що при подальшому збільшенні кута  $\gamma$  бічна швидкість  $V_x$  зменшується. Таким чином, при менших кутах розхилу загортача дальність бокового відкидання ґрунту буде максимальною.

Висновки.

1. Використання нової конструкції загортача буде сприяти підвищенню врожайності зернових культур і покращенню економічних показників їх виробництва.

2. Теоретично встановлено вплив кута розхилу загортача на дальність переміщення шарів ґрунту в бік борозни, раціональними значеннями якого можна вважати  $\gamma = 30^{\circ}$ .

3. Для визначення інших технологічних характеристик удосконаленого загортача потрібні додаткові експериментальні дослідження.

### Список літератури

- 1 Платонов И.М. Оценка сеялок точного высева / И.М. Платонов // Тракторы и сельхозмашины. – 1975. – №7 – С. 20 – 23.
- 2 Басин В.С. Семязаделывающие рабочие органы и подвески сошников зарубежных свекловичных сеялок / В.С. Басин // Тракторы и сельхозмашины. – 1977. – № 1. – С. 43 – 46.
- 3 А.с. 738538 СССР, МПК А 01с 7/20. Пружинный загортач сеялки / В.С. Басин, В.А. Краевой, П.С. Ладная и др. (СССР). – № 2729728/30-15; Заявл. 18.01.79; Опубл., 05.06.80, Бюл. №21. – 2 с.
- 4 Зерновые сеялки. Проспект ОАО “Красная звезда”. – Украина, 2002. – 5с.
- 5 Сівалка “Pneumasem II”. Проспект фірми “Nodet gougis”. – Франція, 1998. – 6 с.
- 6 Сівалка “Contour”. Проспект фірми “Amazon”. – ФРН, 2000. – 8 с.
- 7 Лойцянский Л.Г. Курс теоретической механики: В 2-х томах. Т. 2. Динамика. – 6-е изд., перераб. и доп. / Л.Г. Лойцянский, А.И. Лурье. – М.: Наука, 1983. – 640 с.

УДК 631.361

## **КОМБІНОВАНИЙ ОЧИСНИК КОРЕНЕПЛОДІВ ЦИКОРІЮ**

**В.М. Барановський**, проф., д-р техн. наук

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

**М.В. Потапенко**, асп.

*Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України «Бережанський агротехнічний інститут»*

Технологічна ефективність процесу роботи сучасних самохідних коренезбиральних машин під час збирання коренеплодів цикорію характеризується у першу чергу її функціональними показниками якості роботи, а особливо ступенем відокремлення домішок від коренеплодів.

Значна кількість ґрунтових домішок (вільного та налиплого на поверхні тіл коренеплодів ґрунту), рослинних домішок (бур'янів із врахуванням втраченої гичкозбиральною машиною гички, залишків гички на головках коренеплодів), що викопуються робочими органами копачів та подаються на наступні транспортно-очисні системи коренезбиральної машини є основною причиною вимушеного застосування енерго- і металомістких очисників вороху, що вказує на головний резерв удосконалення збиральних машин – інтенсифікацію процесу відокремлення від коренеплодів цикорію ґрунтових і рослинних домішок за рахунок застосування активних комбінованих очисників.

На основі аналізу технологічного процесу роботи очисників вороху коренеплодів було обґрунтовано, що технологічна ефективність їх роботи характеризується ступенем відокремлення складових компонентів домішок від коренеплодів за рахунок видалення вільного та налиплого ґрунту, бур'янів і залишків гички на головках коренеплодів, яке відбувається у процесі їх взаємодії з очисними елементами.

Значне варіювання умов роботи коренезбиральних машин і недостатнє пристосування існуючих конструкцій викопувальних і особливо очисних робочих органів до цих змін умов роботи не дозволяють отримувати стійких агротехнічних показників, особливо за сухого і вологого ґрунту, забур'яненості поля тощо. При збільшенні вологості ґрунту до 22-28 % якість роботи машин погіршується в 2-6 рази, а на сухих твердих ґрунтах спостерігається значне (до 20-40 %) забруднення вороху коренеплодів грудками землі. Тому під час збирання коренеплодів цикорію в таких умовах, виникає потреба в ручному очищенні вороху коренеплодів.

Метою досліджень є підвищення показників якості роботи коренезбиральних машин шляхом інтенсифікації процесу відокремлення домішок від коренеплодів.

Для підвищення ступеня відокремлення домішок від коренеплодів, або інтенсифікації процесу очищення вороху коренеплодів цикорію нами запропоновано удосконалену схему комбінованого очисника (рисунок).

Комбінований очисник коренеплодів складається з транспортно-очисних робочих органів, які виконано у вигляді правої 1 та лівої 2 системи шнеків 3 круглого перерізу. Конструктивною особливістю транспортно-очисних робочих органів є те, що осі 4 обертання правої та лівої системи шнеків знаходяться на нижній вітці еліпса 5, при цьому розташовані шнеки утворюють жолоб робочого русла.

Над правою та лівою системами шнеків і вздовж них, або над жолобом робочого русла на деякій відстані від нього встановлено приводний гвинт 6, який виконано у вигляді пустотілого гвинтового циліндра, змонтованого консольно на опорах 7. Витками 8 гвинта є навита по гвинтовій лінії труба 9 круглого перерізу, яку закріплено збоку опор 7 на фланці 10. Гвинт за допомогою веденої зірочки 11 приводу 12 обертається назустріч руху надходження вороху коренеплодів з кутовою швидкістю  $\omega_{2\theta}$ . У порожнині пустотілого гвинтового циліндра або гвинта розміщено приводний очисний вал 13, на трубі 14 якого по гвинтовій лінії закріплено пружні очисні елементи 15, причому очисний вал змонтовано консольно на опорах 16, які розміщено з протилежного боку консольних опор 7 гвинта. Очисний вал за допомогою веденої зірочки 17 приводу 18 обертається назустріч руху гвинта з кутовою швидкістю  $\omega_{o,e}$ . За рахунок виконання незалежних приводів гвинта 12 і очисного

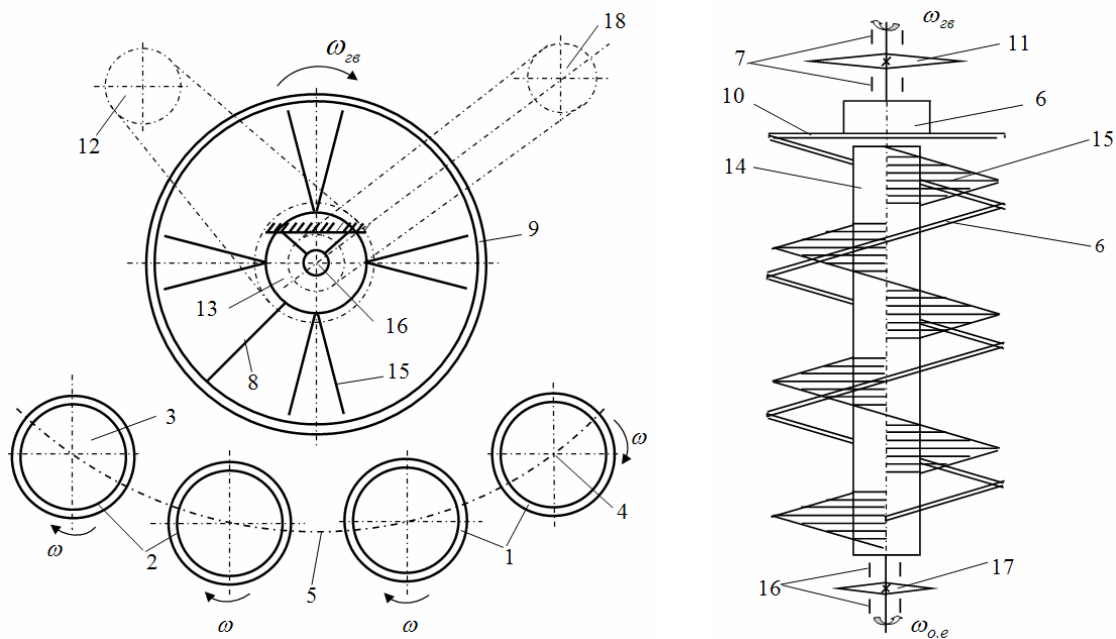


Рисунок –1. Конструктивна схема комбінованого очисника

вала 18 можна незалежно один від одного регулювати числові значення кутових швидкостей обертання гвинта  $\omega_{2\theta}$  і очисного вала  $\omega_{o,e}$ , що значно підвищує очисний ефект відокремлення налиплого ґрунту на поверхні тіла коренеплодів.

При подачі вороху відбувається заповнення простору жолоба робочого русла та простору між витками 8 пустотілого гвинтового циліндра. Рухаючись вздовж жолоба робочого русла, тобто осей 4 обертання шнеків 3 ворох коренеплодів інтенсивно очищується від домішок шляхом їх просіювання через зазори між валами шнеків. Одночасно витки гвинта 6, взаємодіючи з коренеплодами, пересувають їх в сторону, тобто знімають їх з правої 1 та лівої 2 систем шнеків, при цьому спостерігаються випадки співудару коренеплодів і грудок землі з робочою поверхнею гвинта. Грудки землі руйнуються і вся сипуча земля і рослинні домішки просіюються через зазори між валами шнеків. Крім того пружні очисні елементи 15 приводного очисного вала 6 взаємодіють на тіло коренеплодів, очищаючи при цьому їх поверхню від налиплого ґрунту.

Таким чином, інтенсифікація технологічного процесу очищення коренеплодів від домішок, особливо відокремлення налиплого ґрунту на поверхні тіла коренеплодів, досягається шляхом динамічної дії пружних очисних елементів, які змонтовані на трубі приводного очисного вала на компоненти домішок вороху коренеплодів за рахунок можливості встановлення необхідної кутової швидкості обертання  $\omega_{o,e}$  приводного очисного вала за раціонального значення кутової швидкості обертання приводного гвинта  $\omega_{2в}$ .

УДК 631.33

## ***ТОЧНИЙ ВИСІВ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР ЯК ПЕРШОЧЕРГОВИЙ КРОК У ПРОГРАМУВАНІ МАЙБУТНЬОГО ВРОЖАЮ***

**К.В. Васильковська**, канд. техн. наук  
*Кіровоградський національний технічний університет*

Основою технологій для виробництва сільськогосподарських культур є програмування врожаю, до якого відносяться система підтримання родючості та захисту ґрунтів, підготовка високоякісного насіннєвого матеріалу, механізація та автоматизація виробництва, захист рослин від хвороб, шкідників та бур'янів.

Пошук нових технологій та засобів механізації з метою збереження родючості ґрунтів та зменшення ресурсовитрат та збереження навколишнього середовища є запорукою майбутнього врожаю та доброту країни.

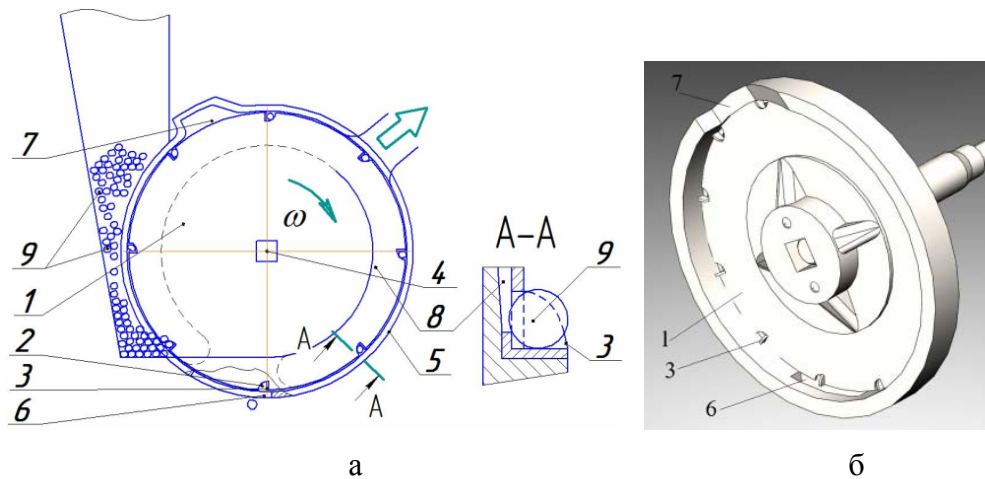
Важливим кроком до програмування врожаю, є забезпечення рівномірного розміщення насіння по площі живлення [3, 4]. Рівномірність висіву насіння, рівномірність його розташування в рядку є запорукою не тільки отримання дружніх сходів, а й в подальшому майбутнього врожаю.

Із збільшенням рівномірності розподілу насіння по площі живлення, зменшується засміченість полям бур'яном.

З метою підвищення ефективності точного висіву насіння просапних культур на кафедрі сільськогосподарського машинобудування Кіровоградського національного технічного університету розроблено і виготовлено дослідний зразок нового пневмомеханічного дискового висівного апарата [5-7] (рис. 1).

Головною особливістю нового висівного апарата (рис. 3) є використання висівного диска з периферійним розташуванням комірок, за якими на його внутрішній поверхні розмішені лопатки для примусового захоплення насіння диском в робочій камері та подальшого його транспортування до зони скидання.





1 – висівний диск; 2 – комірка; 3 – лопатка; 4 – приводний вал; 5 – корпус; 6 – висівне вікно; 7 – пристрій (порожнина) для видалення зайвого насіння; 8 – вакуумна камера; 9 – насіння  
а – схема; б – тривимірний модель

Рисунок – 1. Схема запропонованого пневмомеханічного висівного апарата

Для видалення зайвого насіння з комірок висівного диска у верхній частині циліндричної поверхні корпусу виконано пасивний пристрій у вигляді порожнини, до якої потрапляють зайві насінини і, відокремлюючись від диска, повертаються до зони заповнення.

В нижній частині поверхні корпусу виконано висівне вікно, яке забезпечує вільне випадіння насіння до борозни.

Для визначення ефективності запропонованого пневмомеханічного висівного апарата, з врахуванням проведених експериментальних досліджень розроблено та виготовлено дослідний зразок секції пневмомеханічної сівалки (рис. 2).

Проведено попередні лабораторно-полігонні та польові випробування дослідного зразка посівної секції у ТОВ Агропромислова Група «Фаворит» (с. Підгайці Кіровоградського району, Кіровоградської області) [4].

В ґрунтовому каналі науково-дослідної лабораторії кафедри сільськогосподарського машинобудування з 13 по 30 серпня 2013 року були проведені лабораторно-полігонні випробування експериментального зразка дослідного пневмомеханічного висівного апарата, встановленого на секцію сівалки СУПК.



Рисунок – 2. Загальний вигляд дослідного зразка секції у ґрунтовому каналі



Висів насіння цукрових буряків сорту «Білоцерківський однонасінний 45» та насіння кукурудзи сорту «Збруч» (рис. 3) проводився у ґрунтовому каналі на ділянці довжиною 8 м, яка складалась із двометрової ділянки для розгону агрегату і введення його у заданий режим роботи, залікової ділянки та двометрової ділянки для виходу агрегату із залікової ділянки. Швидкість посівного агрегату становила 3,6 км/год. Норма висіву насіння становила 10 шт./пог.м. Розрідження у вакуумній камері для насіння цукрових буряків становило – 0,2 кПа, для насіння кукурудзи – 2,0 кПа.

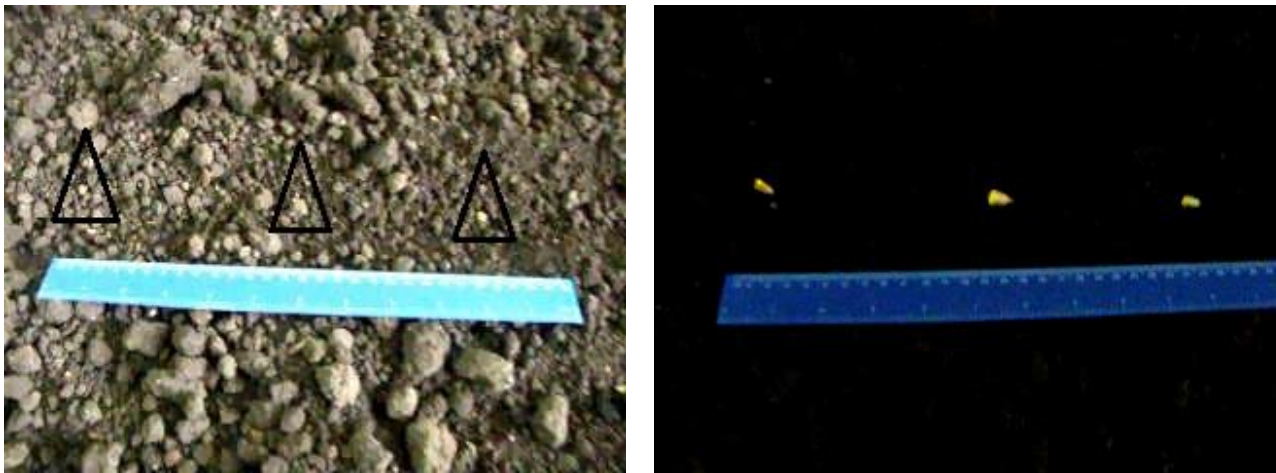


Рисунок – 3. Результати висіву насіння цукрових буряків та кукурудзи у ґрунтовому каналі

Перевірка якості висіву насіння цукрових буряків та кукурудзи в ґрунтовому каналі новим пневмомеханічним апаратом показала, що коефіцієнт варіації розміщення насіння цукрових буряків по довжині рядка становив 9,59%, а для насіння кукурудзи - 10,34%, що суттєво менше показників роботи серійних висівних систем.

Таким чином, використання нового висівного апарата дозволяє дозувати насіння цукрових буряків та кукурудзи без зміни диска у висівному апараті, підтверджуючи його універсальність, а також зменшити використання посівного матеріалу при збереженні високої якості розміщення насіння в рядку, тим самим рівномірного розміщення насіння по площі живлення.

### Список використаних джерел:

1. Мороз Н.В. Програмування врожайності та якості зернових культур [Текст] / Н.В. Мороз // Вісник Національного ун-ту «Львівська політехніка» «Комп'ютерні системи та мережі». – 2011. – №717. – С. 105–107.
2. Patent US of America №773205 [Text] / dated October 25, 1904, Seed-planting machine, George William Green
3. Васильковська, К.В. Обґрунтування параметрів універсального пневмомеханічного висівного апарата точного висіву: [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.05.11/ К.В. Васильковська. – Кіровоград, 2014.
4. Васильковська, К.В. Польові випробування секції пневмомеханічної сівалки з запропонованим висівним апаратом [Текст] / К.В. Васильковська, О.М. Васильковський, С.М. Мороз // Збірник наукових праць Луцького національного технічного університету: Сільськогосподарські машини, ЛНТУ, Луцьк. - 2015. - Вип. 30. – С. 32–36.
5. Петренко, М. М. Вдосконалення пневмомеханічного висівного апарата для точного висіву насіння просапних культур [Текст] / М. М. Петренко, М. І. Васильковський, К. В. Васильковська // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. Т. 1 «Механізація сільськогосподарського виробництва» – 2011. – Вип. 107. – С. 359–363.
6. Петренко, М. М. До обґрунтування параметрів пневмомеханічного висівного апарата с периферійним розташуванням комірок для точного висіву насіння просапних культур [Текст] / М. М. Петренко, М. І. Васильковський, К. В. Васильковська // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – 2011. – Вип. 41, Ч. 1. – С. 288–293.
7. Васильковська, К.В. Вплив форми і типу комірок висівного диска на якість дозування насіння [Текст] / К.В. Васильковська, О.М. Васильковський // Східноєвропейський журнал новітніх технологій. Vol 6, No 7 (72) (2014) – Харків: Технологічний центр, 2014. С. 33–36.

## ***ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГРУНТООБРОБНИХ МАШИН ВІБРАЦІЙНИМ ЗМІЦНЕННЯМ***

***А.А. Дудніков, проф., канд. техн. наук;  
О.І. Біловод, доц., канд. техн. наук;  
А.О. Келемеш, ст. викл., канд. техн. наук;  
О.В. Горбенко, канд. техн. наук;  
А.Г. Пасюта, канд. техн. наук***  
*Полтавська державна аграрна академія*

Питання підвищення роботоздатності робочих органів ґрунтообробних машин висвітлені в роботах учених, серед них Заїка П.М., Ткачов В.Н., Черновол М.І., Войтюк Д.Г., Рабинович А.Ш. та ін. Ними запропоновано ряд конструктивних та технологічних рішень по підвищенню довговічності ґрунтообробних машин та знарядь. Проте, проблема підвищення довговічності та ресурсу указаної сільськогосподарської техніки залишається до теперішнього часу актуальною. Це, зокрема, виражається в зниженні ресурсу серійних лемешів плугів (5...20 га на корпус), лап культиваторів (7...17 га на деталь), дисків важких борін (8...22 га на диск) та ін.

У процесі взаємодії з ґрунтом ріжучі елементи ґрунтообробних машин підлягають інтенсивному абразивному зношуванню. Підвищення їх довговічності обумовлює необхідність розробки і застосування ефективних в експлуатації методів відновлення та зміцнення робочих органів. Застосування технології їх відновлення вібраційними коливаннями є перспективним.

Актуальними є дослідження по виявленні закономірностей режимних параметрів вібраційного деформування та зміцнення робочих органів ґрунтообробних машин.

Важливою особливістю експлуатації робочих органів ґрунтообробних машин є робота в умовах жорсткого абразивного зношування та, відповідно, суттєва значимість фактора зношування, що викликає постійну зміну їх розмірів та форми та, на кінець, повну втрату роботоздатності.

Існуючі методи відновлення (хіміко-термічна обробка, лазерне наплавлення, наплавлення порошковим дротом та ін.) відрізняються порівняно високою складністю, вимагають застосування дороговартісного технологічного обладнання та ще не знайшли широкого застосування в ремонтному виробництві при відновленні вищевказаних деталей.

В умовах високих навантажень контактуючих поверхонь підвищуються вимоги до зносостійкості, втомлюваної міцності деталей, що, в більшості випадків, забезпечується наданням поверхневому шару необхідних фізико-механічних властивостей та досягається застосуванням найбільш ефективних та перспективних методів динамічного зміцнення. Характерним представником цього методу є вібраційна зміцнююча обробка.

Позитивні результати, одержані нами при дослідженні технологічного процесу зміцнення робочих органів ґрунтообробних машин методом вібраційного деформування, свідчать про доцільність застосування цього методу як в ремонтному виробництві, так і при виготовленні. Розроблена схема відновлення стрілчастих лап культиваторів, плужних лемешів складається з наступних технологічних операцій: очищення поверхонь; дефектування та сортування; обрізка зношеної частини; приварювання кутових пластин (для лап культиваторів) та приварювання шин та їх проварювання по довжині (для плужних лемешів); проточування канавки; наплавлення сормайтом; заточування ріжучої кромки; вібраційне зміцнення та контроль якості.

Досліджувалась динаміка зношування лез та носків стрілчастих лап наступних варіантів: нових зі сталі 65Г; нових зі сталі 65Г, підданих вібраційному зміцненню;

відновлених приварюванням кутових пластин зі сталі 45 з наплавленням сормайтотом та вібраційним зміцненням.

Швидкість зношування леза лап першого та третього варіантів після наробітку 400 га становила відповідно 0,017 мм/га та 0,007 мм/га, а швидкість зношування носка – 0,055 мм/га та 0,023 мм/га.

Як показали експлуатаційні дослідження, швидкість зношування леза та носка лап, відновлених приварюванням кутових пластин зі сталі 45 з наплавленням сормайтотом та вібраційним зміцненням відповідно в 2,35 та 2,42 рази менша, ніж у нових лап.

Експлуатаційні дослідження указаних варіантів плужних лемешів показали, що більш надійними виявилися лемеші відновлені приварюванням шин зі сталі 45 з наплавленням сормайтотом та вібраційним зміцненням. Інтенсивність зношування ширини леза нових лемешів та відновлених по розробленій технології становила відповідно 0,031 мм/га та 0,024 мм/га, а швидкість зношування носка – 0,135 мм/га та 0,099 мм/га, що відповідно в 1,25 та 1,35 рази менше в порівнянні з новими лемешами.

Таким чином можна зробити висновки про те, що:

- інтенсивність зношування носка вища, ніж леза для усіх варіантів указаних деталей. 2;
- найменшу інтенсивність зношування носка та леза мають деталі відновлені по розробленій технології із застосуванням вібраційного зміцнення.

УДК. 631.313.7

## ***ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИЙ СПОСІБ ГЛИБОКОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ.***

**П.М. Кухаренко, доц., канд. техн. наук**

*Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет*

Аналіз стану та тенденцій розвитку засобів механізації рослинництва дозволяє зробити висновок, що сучасні технології виконання механізованих робіт за допомогою машинно-тракторних агрегатів є достатньо енергоємні. Перспективним напрямом зниження енергоємності обробітку ґрунту, за неодмінної умови забезпечення якості рихлення відповідно до вимог технологічних процесів вирощування сільськогосподарських культур, є застосування енергозберігаючих принципів дії на нього.

Більшість сучасних ґрунтообробних робочих органів машин побудовано за тяговою концепцією: різання, переміщення та розпушування шару ґрунту здійснюється за рахунок поступального руху машини [1]. Відомо, що розкришення ґрунту відбувається за рахунок граничних напружень стискування та зсуву об'єму ґрунту що обробляється. При цьому величина напружень стискування значно перевищує величину напружень зсуву. Також відомо, що напруження стискування в 6...10 разів більше напружень зсуву та в 12...20 разів більше напружень розтягування. Для того, щоб розкришити ґрунтовий пласт на структурні компоненти згідно агротехнічних вимог, ґрунтообробні агрегати повинні мати робочі швидкості вище 4 м/с. А це, крім усього іншого, ще більше збільшує енергетичні витрати [1]. При цьому гостро постає проблема переущільнення ґрунту рушіями тракторів [2]. Кардинально покращити енергетичний ККД ґрунтообробних машин можливо за рахунок використання робочих органів активної дії.

При розв'язку проблеми була здійснена оцінка можливості застосування для глибокого обробітку ґрунту активних робочих органів у вигляді гвинтової поверхні з вертикальною віссю обертання, що здійснює переміщення в вертикальній площині. Новизна запропонованого способу полягає в перерозподілі граничних напружень стискування та зсуву, на користь напружень зсуву. В результаті пошукових робіт розроблена

конструктивно-технологічна схема машини, що здійснює переміщення по полю з заданим кроком в горизонтальній площині, та має активні робочі вигляді гвинтової поверхні з вертикальною віссю обертання, що здійснюють переміщення в вертикальній площині.

Використання таких робочих органів дає можливість здійснювати всі види обробітку ґрунту (від мілкого до глибокого) з пошаровим різанням без поступального руху. Такий вид взаємодії робочого органу з ґрунтом забезпечує значне зменшення зусилля на кришення та формування відповідного агрегатного стану ґрунту. При цьому здійснюється локальний обробіток. Використання енергозберігаючих принципів дії робочого органу машини на ґрунт значно знижує енергоємність процесу обробітку ґрунту.

У підсумку можна зазначити наступне.

Гвинтові робочі органи з вертикальною віссю обертання, що здійснюють переміщення в вертикальній площині забезпечують пошарове різання ґрунту без поступального руху.

Використання енергозберігаючих принципів дії робочого органу машини на ґрунт значно знижує енергоємність процесу обробітку ґрунту.

### **Список літератури.**

1. Надикто, В.Т., В.О. Улексін. Колійна та мостова система землеробства [Текст] // Надикто, В.Т., В.О. Улексін // Монографія. – 2008. – 269 с.
2. Надикто, В.Т. Нові мобільні енергетичні засоби України. Теоретичні основи використання в земліробстві [Текст] / В.Т. Надикто, М.Л. Крижичківський, В.М. Кюрчев, С.Л. Абдула // Навч. посібник. – 2006. – 337 с.
3. Тягово-приводные комбинированные почвообрабатывающие машины: Теория, расчет, результаты испытаний: монография / В.И. Ветохин, И.М. Панов, В.А. Шмонин, В.А. Юзбашев. - К.: Феникс, 2009. – 264 с.

УДК. 631.373

## ***ОБГРУНТУВАННЯ СФЕРИ ВИКОРИСТАННЯ ТРАКТОРНИХ ПОТЯГІВ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ВРОЖАЮ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР.***

**П.М. Кухаренко**, доц., канд. техн. наук  
*Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет*

Широко розповсюджена практика господарств України залучати до перевезення врожаю зернових культур з поля на тік, в основному, автомобільні транспортні засоби не дозволяє реалізувати їх існуючу можливість по раціональному використанню наявної енергонасиченості тракторного парку. Більш широке залучення тракторів в транспортні процеси сприятиме покращенню їх завантаженості протягом року.

Використання тракторних потягів для перевезення врожаю зернових культур з поля на тік супроводжується нераціональним їх завантаженням. Коефіцієнт завантаження двигунів тракторів, зайнятих на перевезенні вантажів, не перевищує 63...68 %, тому собівартість транспортних робіт залишається високою. Щоб понизити собівартість перевезень вантажів, необхідно уточнити сферу застосування тракторних потягів залежно від їх вантажопідйомності, дальності перевезення і часу вимушеного простою під завантаженням і розвантаженням.

Наймасовішими трактором для агрегування причепів які випускає українське підприємство «Завод Кобзаренка» є трактор МТЗ-82. Згідно рекомендацій заводу, цей трактор здійснює агрегування причепів ТСП-6, 2ТСП-8, ТСП-10, ТСП-10т, ТСП-14 з вантажопідйомністю відповідно 4,4т, 6т, 8т, 10,5т. Стосовно до цього трактора було проведено обґрунтування взаємозалежності продуктивності транспортних агрегатів з вище згаданими причепами від дальності перевезень. При цьому було прийняте припущення, що

продуктивність вивантажувального шнеку зернозбирального комбайну залишалася сталою.

В якості критерію оцінювання, при заданій вантажопідйомності і швидкості руху причепа, був використаний коефіцієнт використання часу ( $\tau$ ).

Коефіцієнт  $\tau$  розглядаємо як відношення часу руху причепа з вантажем до загального часу циклу.

$$\tau = \frac{1}{\left(1 + \frac{v_{\epsilon}}{v_x}\right) + \left(\frac{t'_{np} \cdot q \cdot v_{\epsilon}}{l}\right)},$$

де  $v_{\epsilon}$  – швидкість потягу з вантажем, км/год;

$v_x$  - швидкість потягу без вантажу, км/год;

$l$  – відстань перевезень, км;  $q$  - номінальна вантажопідйомність, т;

$t'_{np}$  - час простоїв під навантаженням-розвантаженням, год.

Залежно від відстані перевезень, тракторні потяги з трактором МТЗ-82 та причепами ТСП-10, ТСП-10т, ТСП-14 вигідніше використовувати на дальніх перевезеннях ( $l > 6$  км) для обслуговування більш продуктивних зернозбиральних комбайнів. Перевезення вантажів на невеликі відстані ( $l < 4$  км), за наявності менш продуктивних комбайнів, раціональніше здійснювати тракторним потягом з трактором МТЗ-82 та причепами ТСП-6, 2ТСП-8 меншої вантажопідйомності.

У підсумку зазначимо наступне.

По мірі збільшення дальності перевезення і підвищення продуктивності зернозбиральних комбайнів повинна зростати вантажопідйомність причепів.

Допустима вантажопідйомність причепа для трактора МТЗ-82, з урахуванням тягово-зчіпних властивостей, не повинна перевищувати 11 т. Допустиме перевантаження причепа - 10 % його номінальної вантажопідйомності.

УДК 631.331

## **ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ВІБРАЦІЙНОГО ВИСІВНОГО АПАРАТУ**

**С.А. Мартиненко**, доц., канд. техн. наук;

**Т.М. Ауліна**, доц., канд. техн. наук;

**Д.Ю. Артеменко**, доц., канд. техн. наук

*Кіровоградський національний технічний університет*

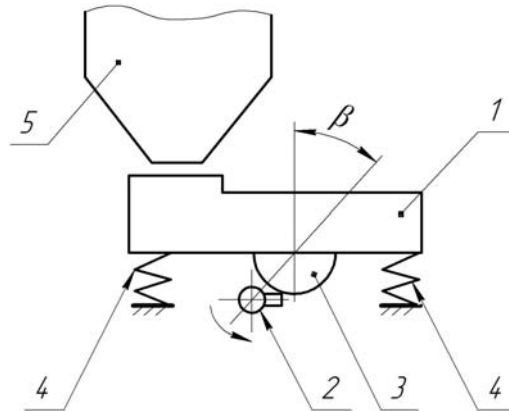
Рядовий висів зернових культур потребує сталості потоку насіння що виходить з висівного апарату, тобто потік повинен йти без розривів та пульсацій. Усі наступні елементи сівалки яки забезпечують транспортування насіння у борозну (насіннепровід, сошник) в кращому випадку зберігають сталість створеного потоку. Тому висівний апарат, який формує потік є найбільш відповідальною частиною сівалки.

Класичним та найбільш поширеним є котушковий висівний апарат але особливості його конструкції не дозволяють збільшувати ширину захвату сівалки звичайним збільшенням їх кількості. Частковим рішенням цієї проблеми було створення зчіпок з декількох сівалок. З часом були розроблені сівалки з централізованим пневматичним висівним апаратом. Така конструкція дозволяла значно збільшити ширину захвату без значного ускладнення конструкції, але деякі вимоги Агротехнічних вимог, зокрема

нерівномірність висіву між апаратами не завжди витримувались. Крім того подача насіння в пневмосистему з бункера здійснюється самопливом, що теж не гарантує сталість потоку.

Метою роботи є розробка та дослідження конструкції роботи вібраційного висівного апарату.

З урахуванням цих вад та переваг нами було запропоновано конструкцію віброживильника зернової сівалки (рис. 1).



1 – транспортуєчий жолоб; 2 – активний віброзбудник; 3 – реактивний віброзбудник; 4 – віброізолятор; 5 – бункер

Рисунок – 1. Структурна схема вібраційного висівного апарату

Працює запропонований висівний апарат таким чином. Насіння самопливом поступає з бункера на транспортуєчий жолоб, закріплений на двох віброізоляторах. Активний віброзбудник при обертанні передає імпульс на реактивний віброзбудник, який закріплено на жолобі що транспортує. Причому активний віброзбудник може змінювати своє положення відносно реактивного віброзбудника, змінюючи кут вібрації. Таким чином з'явилася можливість регулювання обсягу потоку насіння, а також зменшення його пульсації.

Загальновідомо, що параметри вібрації як то – частота, амплітуда, кут вібрації впливають на режим руху матеріалу. В залежності від цих параметрів здійснюється рух матеріалу в режимах «з підкидуванням» або «без підкидування». Досліди А. Мачкаріна [1] показали, що вібраційний висівний апарат, що працює в режимі «без підкидування» дає пульсацію потоку насіння. Тому він запропонував на виході з апарату вирівнювач потоку. Це укладноє конструкцію. Крім того, для визначення найбільшої середньої швидкості руху насіння взагалі рекомендується користатись експериментальною номограмою [2] оскільки різноманітність фізико- механічних властивостей насіння не дає можливість достатньо точно визначити цей параметр теоретично.

Спираючись на ці дані нами було вирішено використовувати режим «з підкидуванням». Найбільша середня швидкість в цьому режимі спрощено визначається за рекомендацією [3]:

$$V \approx A\omega \cos \beta; \quad (1)$$

де:  $A$  – амплітуда коливань;

$\omega$  – частота коливань;

$\beta$  – кут нахилу траєкторії коливань відносно поверхні (кут вібрації).

Потрібна швидкість руху потоку насіння в залежності від норми висіву та перерізу транспортуєчого жолобу складе:

$$V = \frac{q}{S}; \quad (2)$$

де:  $q$  - об'ємна швидкість потоку насіння,  $\text{см}^3/\text{с}$ ;

$S$  – переріз транспортуєчого жолобу,  $\text{см}^2$ .

Тоді частота коливань лотка визначиться:

$$\omega = \frac{V}{A \cos \beta} k; \quad (3)$$

де:  $k$  – емпіричний коефіцієнт що враховує фізико-механічні властивості тіл що взаємодіють.  $A$  саме – коефіцієнт внутрішнього тертя насіння, коефіцієнт тертя насіння по поверхні лотка. По рекомендації [4]  $k=1,1-1,3$ .

Частка буде рухатися без відриву від поверхні (режим «без підкидування») при  $N(t) \geq 0$ ,

де:  $N$  - нормальна реакція поверхні.

тобто

$$\Omega = \frac{A \omega^2 \sin \beta}{g \cos \alpha} \leq 1. \quad (4)$$

Для горизонтальної площини ( $\alpha = 0$ )

$$\Omega = \frac{A \omega^2 \sin \beta}{g} \leq 1; \quad (5)$$

де:  $\Omega$  - параметр перевантаження.

Режим «з підкидуванням» визначиться з умови польоту частки, тобто коли нормальна реакція  $N(t) = 0$ . Тоді параметр перевантаження:

$$\Omega = \frac{A \omega^2 \sin \beta}{g} \geq 1. \quad (6)$$

Найбільша середня швидкість руху частки «без підкидування» буде при  $\Omega = 1$ , тобто для граничного стану:

$$\Omega = \frac{A \omega^2 \sin \beta}{g} = 1. \quad (7)$$

Звідси можна визначити амплітуду коливань при заданому значенні кута вібрації, або навпаки – кут вібрації при заданій амплітуді.

Графічно зобразивши величини частоти коливань лотка при заданих кутах вібрації для граничного режиму отримуємо криву, що розподіляє співвідношення параметрів  $\beta$  та  $\omega$  на режими «без підкидування», та «з підкидуванням» (рис.2). Для точок, розташованих під кривою співвідношення частоти коливань лотка та кута вібрації забезпечує режим «без підкидування». Над кривою - «з підкидуванням».

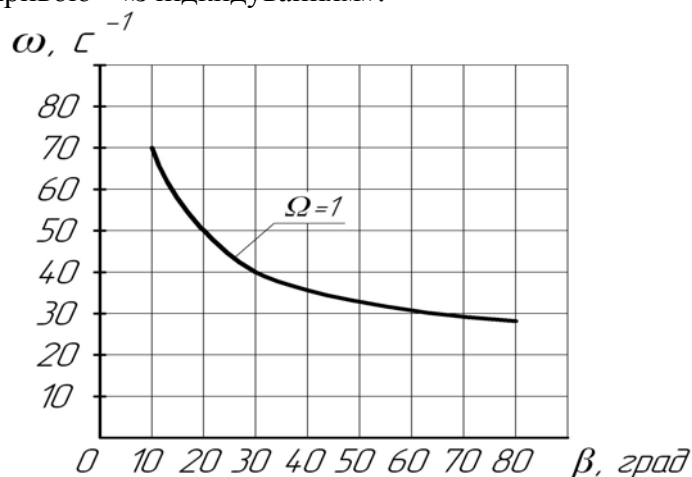


Рисунок – 2. Розподіл параметрів відносно параметру перевантаження



Використовуючи запропонований графік можна визначити необхідні значення параметрів вібрації висівного апарату що проектується з урахуванням необхідного режиму роботи.

Прийняті припущення, різноманітність фізико-механічних властивостей насіння в межах одного сорту та наявність емпіричних коефіцієнтів потребують експериментальних досліджень для прийняття кінцевих рішень щодо параметрів та режимів роботи вібраційного висівного апарату.

### **Список літератури:**

1. Мачкарин А.В. Повышение эффективности выращивания зерновых с разработкой и обоснованием оптимальных параметров сеялки прямого посева: дисс. на соискание научн. степени канд. техн. наук: 05.20.01/ Мачкарин Александр Викторович. – Мичуринский аграрный университет. – Мичуринск., 2006. – 242с.
2. Вибрации в технике. Вибрационные машины и процессы.: справочник. М.: Машиностроение, 1981,- Т4. – 152с.
3. Блехман И.И. Вибрационное перемещение/ И.И. Блехман, Г.Ю. Джанелидзе. М.: Наука, 1964. – 410с.
4. Заика П.М. Вибрационное перемещение твердых и сыпучих тел в сельскохозяйственных машинах/ Петр Михайлович Заика. – К.: Изд-во УСХА, 1998.-199с.

УДК 631.439.21

## **РОЗРОБКА ТА ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПНЕВМОДЕЗИНСЕКТОРА ДЛЯ ЗБИРАННЯ ШКІДНИКІВ ПАСЛЬОНОВИХ КУЛЬТУР**

**Онопа В.А., доц., канд. техн. наук;**  
**Д.Ю. Артеменко, доц., канд. техн. наук;**  
**Є.Г. Ліва, магістрант**

*Кіровоградський національний технічний університет*

В Україні виникла об'єктивна необхідність повернення втраченого за роки кризи іміджу однієї з провідних країн практичної екологізації захисту сільськогосподарських культур від шкідників як визначальної складової світової стратегії стійкого сільського господарства.

Така потреба мотивується державним курсом на інтеграцію в ЄС, вступом до СОТ та доцільністю входження України у світовий та Європейський ринки продуктів рослинництва і тваринництва, що виробляються за екологічними технологіями без використання засобів хімізації, або з мінімальним використанням хімічних препаратів.

Разом з тим сільськогосподарське виробництво України щорічно втрачає від шкідників, хвороб та бур'янів до 30 % валових зборів і, зокрема, картоплі до 35%.

Серед існуючих методів захисту сільськогосподарських культур від шкідників пневматичний – є одним із основних екологічно безпечних способів, рівень застосування якого суттєво впливає на продовольчу безпеку держави, якість харчування населення, а отже і здоров'я нації.

Існуючі робочі органи для боротьби з шкідником пасльонових культур екологічно чистим методом, потребують додаткового розвитку і вдосконалення. Це є важливим, але мало вивченим питанням.

Отже метою даної роботи є підвищення ефективності збирання шкідників пасльонових культур шляхом обґрунтування параметрів та режимів роботи всмоктувальних робочих органів машин для застосування екологічно чистих методів боротьби.

На сьогоднішній день найбільшого поширення набув хімічний метод боротьби із шкідником пасльонових культур але він має багато недоліків:

Хімічні інсектициди в більшості універсальні і вбивають не лише шкідників, але й корисних комах (запилювачів, ентомофагів). При цьому, як правило, порушується співвідношення між шкідником і його ентомофагами на користь першого. Шкідник за його високої плодючості швидше відновлює чисельність, ніж його ентомофаги. Тому хімічний метод порушує природні механізми регуляції чисельності видів, відновити які важко.

Хімічне контролювання одного шкідника сприяє появі популяцій інших видів, що раніше були другорядними. Крім того, багаторічна практика застосування інсектицидів привела до того, що багато видів шкідників набули стійкості проти окремих препаратів або груп хімічних сполук. Це приводить до необхідності постійно поновлювати асортимент пестицидів. Наприклад, більшість популяцій колорадського жука на полях України стійкі до піретроїдних інсектицидів [1].

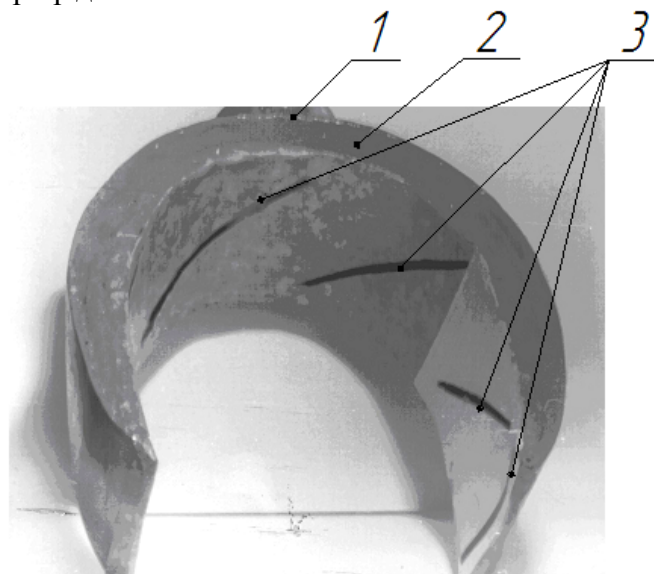
Хімічні засоби забруднюють навколишнє середовище, що стає небезпечним для всього живого, в тому числі й для людей. Таким чином, хімічний метод контролю шкідливих комах слід оцінювати не як систематичний, а як вимушений прийом, доцільний у критичних ситуаціях при загрозливій кількості шкідника і відсутності альтернативних заходів, що є однією з головних умов інтегрованих систем захисту рослин [2].

На сучасному етапі при розробці методів і засобів захисту картоплі від колорадського жука перевагу слід віддавати екологічному підходу [3].

Для усунення вказаних недоліків нами була розроблена нова конструкція пристрою для збирання шкідників – пневмодезинсектор [4].

Запропонована конструкція пристрою вирішує задачу підвищення ефективності збирання комах за рахунок рівномірного розподілу повітряного потоку. Поставлена задача досягається завдяки тому, що у насадка пристрою для збирання комах з рослин, містить робочу камеру із щілинами на внутрішній поверхні та горловині, яка розташована в верхній частині робочої камери, горловина робочої камери виконана із двох частин, одна з яких з'єднана з патрубком нагнітання вентилятора, а друга з патрубком розрідження.

Запропонована насадка (рис.1) складається з робочої камери 2, що виконана підковоподібною, із щілинами 3 на внутрішній поверхні, горловини 1, яка розташована в верхній частині робочої камери і виконаний із двох частин, при цьому перша частина з'єднана з патрубком нагнітання вентилятора, а друга частина патрубком розрідження.



1 – горловина; 2 – робоча камера; 3 – щілини.  
Рисунок – 1. Пневматична насадка пневмодезинсектора

Насадка працює таким чином: при русі агрегату при збиранні комах вентилятором створюється два повітряні потоки: один на нагнітання, другий на розрідження, які одночасно

направляються до горловини 1. При цьому повітряний потік від патрубку нагнітання вентилятора направляєтся в першу частину горловини, а далі до робочої камери 2, де за рахунок повітряного потоку нагнітання комахи здуваються з поверхні рослин. Розріджений повітряний потік, який від патрубку розрідження попадає в другу частину горловини, всмоктує здутих комах до робочої камери 2. За рахунок створення в робочій камері більш рівномірного розподілу повітряного потоку забезпечується більш ефективний збір комах з рослин.

В результаті проведеної роботи було визначено, що пневматичний спосіб збору шкідників є найбільш перспективним. Розроблена конструкція пневмодезинсектора, що містить робочу камеру із щілинами по всій внутрішній поверхні, виконана підковоподібною та за рахунок двох повітряних потоків дає можливість якісно виконати процес збору шкідників.

### **Список літератури**

1. Довідник із захисту рослин / Л.І. Бублик, І.І. Васечко, В.П. Васильєв та ін.; За ред. М.П. Лісового. – К.: Урожай, 1999. – 744с..
2. Дрозда В.Ф. Біологічні засоби / Дрозда В.Ф. // Захист рослин. – 2000.–№5. –С.6–8.
3. Кононученко В.В. Сучасний стан виробництва картоплі в Україні та проблеми екологічної безпеки / Кононученко В.В., Положенець В.М. // Вісник ДААУ "Проблеми виробництва екологічно чистої с.-г. продукції". – Житомир: Вид-во ДААУ, 2000. – С. 27–28.
4. Насадка пристрою для збирання комах з рослин: Декл. пат. 8906, Україна. МКИ А01 М5/00 /Онопа В.А., Петренко М.М., Кириченко А.М., Онопа В.В.–№200502778; Заявл. 28.03.2005; Опубл. 15.08.2005, Бюл. №8.

УДК 631.356.22

## ***СПОСІБ ЗБИРАННЯ ГИЧКИ КОРЕНЕПЛОДІВ***

**В.Р. Паньків, асп.**

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

Першим етапом однофазної технології збирання коренеплодів сучасними самохідними коренезбиральними машинами є збирання гички двостадійним способом – зрізування основного масиву гички роторним гичкорізом з наступним зрізуванням залишків гички дообрізником типу «пасивний копір–пасивний ніж».

На основі аналізу агробіологічних і фізико-механічних властивостей гички коренеплодів, які регламентують особливості конструкції робочих органів для збирання основного масиву гички, у світовій практиці накопичено великий досвід з розробки способів, робочих органів і машин для її збирання.

У теперішній час найбільшого розповсюдження набув спосіб збирання гички коренеплодів за якого, на першій стадії збирання гички, основний масив гички зрізують шарнірно встановленими ножами роторного гичкоріза, де зрізана та подрібнена гичка надходить до шнекового транспортера, а в подальшому укладається ним на зібране поле у валок або розкидається на зібране поле роторним гичкометальником, який встановлено за вихідним кінцем шнекового транспортера.

Недоліком такого способу збирання гички є високі енерговитрати на додаткові операції транспортування гички шнековим транспортером та розкидання подрібненої гички роторним гичкометальником.

Тому в основу досліджень поставлено задачу зниження загальних енерговитрат процесу збирання основного масиву гички, шляхом удосконалення конструктивно-компонувальних схем та робочих органів машин для збирання гички коренеплодів.

Враховуючи світову тенденцію однофазного способу збирання коренеплодів сучасними самохідними машинами, які передбачають блочно-модульний принцип їх побудови, нами запропоновано удосконалений спосіб збирання гички коренеплодів, який передбачає зрізування основного масиву гички, її подрібнення та одночасне укладання подрібненої гички у міжряддя коренеплодів, причому розкидання гички здійснюється у міжряддя коренеплодів одночасно з зрізуванням її основного масиву одним робочим органом.

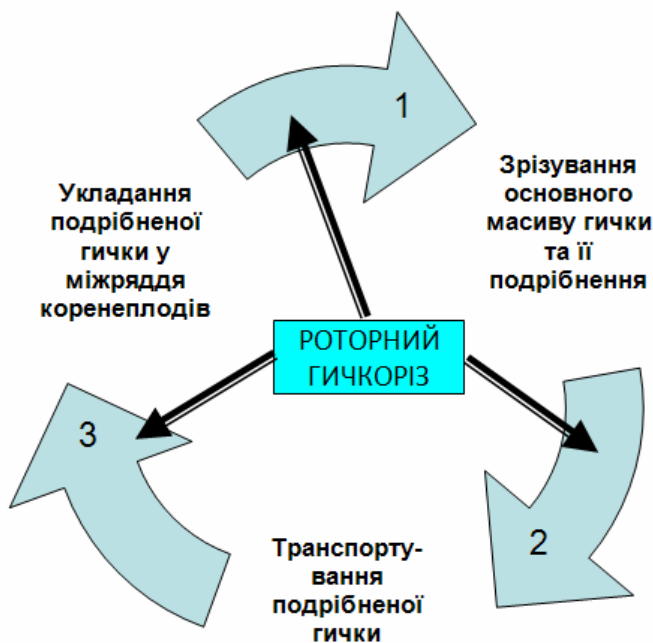


Рисунок – 1. Спосіб збирання гички

Спосіб збирання гички (рис. 1) передбачає такі три основні суміжні операції, які виконуються одночасно:

1 – зрізування основного масиву гички гичкозрізувальними ножами роторного гичкоріза та її подрібнення;

2 – транспортування гички в направляючому каналі кожуха ротора гичкоріза;

3 – укладання гички в міжряддя коренеплодів у зону розташування ділильних дисків роторного гичкоріза.

Конструктивну схему машина для здійснення способу збирання гички коренеплодів зображено на рис. 2 – вигляд збоку.

Гичкозбиральна машина складається з рами 1, на якій встановлено регульовальні опорні колеса 2, роторний гичкоріз 3, дугоподібний кожух 4.

Роторний гичкоріз виконано у вигляді вала з горизонтальною віссю обертання 5, який встановлено в опорах 6, що змонтовані на рамі. Вал виконано у вигляді барабана 7, на якому закріплено гичкозрізувальні ножі 8 Г-подібної форми. Дугоподібний кожух розташований спереду і над верхньою частиною горизонтального вала. Між гичкозрізувальними ножами на горизонтальному валу 3 та у міжрядді коренеплодів розташовано ділильні диски 9. На внутрішній частині дугоподібного кожуха встановлено направляючі канали 10 для транспортування гички, які мають вхідну 11 та вихідну 12 частини. За вихідною частиною кожного направляючого каналу встановлено фартух 13, причому вихідна частина кожного направляючого каналу та фартуха розташована між суміжними ділильними дисками. Горизонтальний вал обертається з кутовою швидкістю  $\omega$ , напрямком руху якої односторонній напрямку руху гичкозбиральної машини.

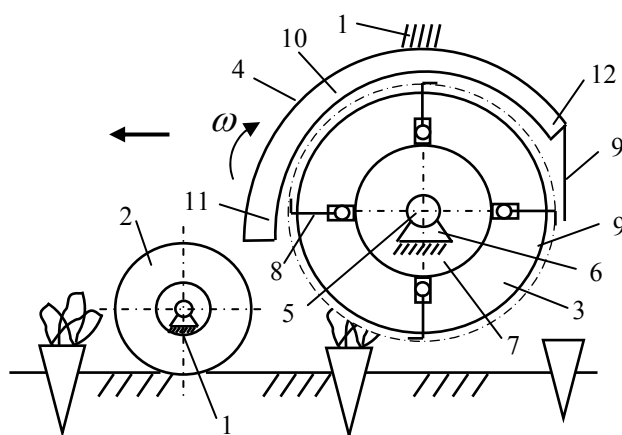


Рисунок – 2. Конструктивна схема гичкозбиральної машини

Спосіб збирання гички здійснюється наступним чином.

Перша операція реалізації способу збирання гички, або зрізування основного масиву гички ножами роторного гичкоріза та її одночасне подрібнення відбувається наступним чином. Під час руху машини вздовж рядків коренеплодів ножі 8, за рахунок обертання горизонтального вала 3 з кутовою швидкістю  $\omega$ , зрізують основний масив гички, подрібнюють зрізану

гичку та подають її по траєкторії руху до вхідної частини 11 направляючого каналу 10.

Друга операція реалізації способу збирання гички, або транспортування подрібненої гички відбувається наступним чином. За рахунок створеного обертанням горизонтального вала 3 повітряного потоку зрізана та подрібнена гичка по направляючому каналу 10 транспортується вздовж його та до його вихідної частини 12.

Третя операція реалізації способу збирання гички, або укладання подрібненої гички у міжряддя коренеплодів відбувається наступним чином. Подрібнена гичка з вихідної частини направляючого каналу переміщується до внутрішньої сторони фартуха 13, який розташовано між двома суміжними ділильними дисками 9, які у свою чергу також встановлено у міжрядді коренеплодів. У процесі взаємодії подрібненої гички з внутрішньою стороною фартуха відбувається значне зменшення швидкості вильоту гички з вихідної частини направляючого каналу, при цьому подрібнена гичка укладається в міжряддя коренеплодів у зону розташування ділильних дисків.

Таким чином, застосування удосконаленого способу, або його реалізації запропонованою гичкозбиральною машиною, під час роботи якої зрізування основного масиву гички з одночасним її подрібненням, транспортування та укладання подрібненої гички в міжряддя коренеплодів здійснюється одним робочим органом, що зменшує енерговитрати процесу збирання гички коренеплодів, а укладання гички в міжряддя усуває можливість попадання гички в рядок коренеплодів, що значно підвищує технологічні можливості коренезбиральної машини під час процесу викопування коренеплодів і їх очищення від домішок.

УДК 631.333.5

## ***ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ ГРАНУЛИ ПІСЛЯ СХОДУ З ПОВЕРХНІ ДИСКА З УРАХУВАННЯМ ДІЇ ВІТРУ***

*А.С. Кобець, проф., д-р держ. упр., канд. техн. наук;*

*В.М. Швайко, доц., канд. техн. наук;*

*Н.О. Пономаренко, доц., канд. техн. наук*

*Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет*

Виробництво продукції рослинництва спрямоване на забезпечення населення біологічно повноцінною продукцією для лікування, харчування та використання в різних галузях господарського комплексу, виходячи з точки зору економічної доцільності та охорони навколишнього середовища. В Україні домінують напрямки землеробства з використанням хімічних препаратів. Пов'язано це з багатьма факторами, але визначальним є те, що за розрахунками, через нестачу певних хімічних елементів у ґрунті, через хвороби рослин, наявність бур'янів і шкідників втрачається більше третини можливого урожаю. Для забезпечення належного рівня поживних речовин у ґрунті необхідно вносити мінеральні добрива. Витрати агрохімікатів у перерахунку діючої речовини на один гектар у світі зростають. Тобто існує проблема не тільки інтенсифікації процесів захисту рослин і внесення мінеральних добрив, але і пошуку нових механіко-технологічних шляхів економії технологічного матеріалу та збереження навколишнього середовища

По праву засновником теорії розкидачів відцентрового типу визнано П.М. Василенко. У подальшому теоретичні дослідження проводили Е.В. Козловський, М.Г. Догонівський, М.К. Штуков, Р.М. Гіліс, В.Ф. Ярошенко, С.І. Назаров. Серед останніх фундаментальних аналітичних досліджень привертають увагу роботи В.В. Адамчука, В.М. Булгакова, П.М. Заїки, В.С. Ловейкіна.

З огляду наукових літературних джерел можна зробити висновок, що теоретичні залежності для визначення конструктивних і кінематичних параметрів відцентрових розкидачів дискового типу отримані зі суттєвими припущеннями: відсутність удару та початкової швидкості при надходженні гранул на диск; наявність гранул тільки ідеально округлої форми; відсутність перекочування в процесі руху вздовж лопаті; прийняття опору повітряного середовища досить умовним та ін. У сукупності все це дає занадто наближену модель роботи відцентрового дискового розкидача.

Математична модель для дослідження польоту гранул передбачає, що опір навколишнього середовища пропорційний швидкості (рис.1).

Розглядається загальний випадок руху частинки як матеріальної точки в повітрі після сходження з робочого органа за наявності вітру (рис.1):

- сила тяжіння  $m\vec{g}$ , де  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$  – прискорення вільного падіння;
- сумарна сила опору (напору) навколишнього середовища:

$$\vec{R} = k \cdot m \cdot g (\vec{V} - \vec{V}_B),$$

де  $k$  – коефіцієнт опору, с/м;  $\vec{V}$  – швидкість частинки в довільний момент часу  $t$  (утворює кут  $\alpha$  з горизонтом), м/с;  $\vec{V}_B$  – стала швидкість вітру, направлена під кутом  $\beta$  до горизонту, м/с;  $\vec{V}_0$  – початкова швидкість матеріальної частинки  $M$  (утворює кут  $\alpha_0$  з горизонтом), м/с.

У натуральній системі координат  $(\tau, n)$  система диференціальних рівнянь руху частинки має вигляд

$$\begin{cases} m \frac{dV}{dt} = F_\tau, & m \frac{V^2}{\rho} = F_n, \\ \left\{ \begin{array}{l} m \frac{dV}{dt} = -m \cdot g \cdot \sin \alpha - k \cdot m \cdot g \cdot [V - V_B \cdot \cos(\beta - \alpha)]; \\ m \frac{V^2}{\rho} = -m \cdot g \cdot \cos \alpha + k \cdot m \cdot g \cdot V \cdot \sin(\beta - \alpha), \end{array} \right. \end{cases} \quad (1)$$

де  $\frac{1}{\rho} = \frac{d\alpha}{ds}$  – кривизна траєкторії;  $s$  – дугова координата траєкторії.

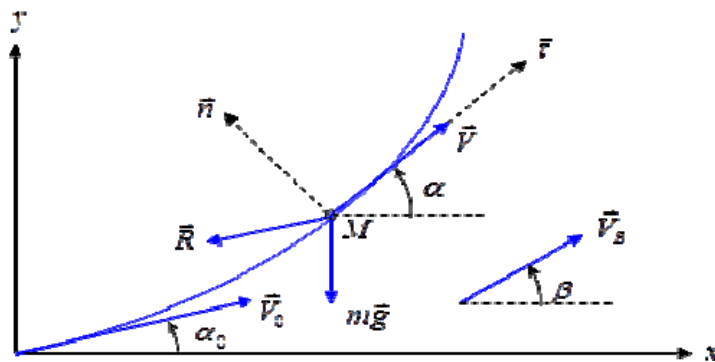


Рисунок – 1. Схема до математичної моделі руху гранули в повітрі

Після перетворення та інтегрування математичних залежностей маємо:

$$\begin{aligned} x(\bar{\theta}) &= \frac{1}{k \cdot g} \cdot \frac{A}{k} \left[ \cos \varphi \cdot \ln \frac{\sin(\bar{\theta} + \varphi + \Pi)}{\sin(\bar{\theta} + \varphi)} - \sin \Pi \cdot \cos(\varphi + \Pi) \cdot \text{ctg}(\bar{\theta} + \varphi + \Pi) \right] + C_1, \quad (2) \\ y(\bar{\theta}) &= \frac{1}{k \cdot g} \cdot \frac{A}{k} \left[ -\sin \varphi \cdot \ln \frac{\sin(\bar{\theta} + \varphi + \Pi)}{\sin(\bar{\theta} + \varphi)} + \sin \Pi \cdot \sin(\varphi + \Pi) \cdot \text{ctg}(\bar{\theta} + \varphi + \Pi) \right] + C_2, \end{aligned}$$

де  $C_1$  та  $C_2$  отримані з початкових умов:  $x(\alpha_0) = 0$   $y(\alpha_0) = 0$

Для обґрунтування основних параметрів робочого органу та перевірки адекватності математичної моделі руху частинки в просторі було проведено чисельний аналіз польоту гранул з урахуванням дії вітру.

У розрахунках дальності польоту гранули, яка зійшла з першої лопатки, були прийняті такі вихідні дані: швидкість вітру ( $V_B$ ) – 1 м/с, щільність добрив ( $\rho$ ) – 1000 кг/м<sup>3</sup>, діаметр гранули ( $R$ ) – 0,001-0,005 м, кут нахилу лопаті до площини обертання диска ( $\alpha_1$ ) – 13°, в'язкість середовища ( $\eta$ ) для повітря – 0,000018 кг/(м·с). Для початкової швидкості  $V_0$ , та кута вильоту  $\alpha_0$  з формули (1) отримані значення  $V_0 = 18,19$  м/с,  $\alpha_0 = 8^\circ$ .

Для дальності польоту гранули, що визначалась за формулами (2) отримано значення 9,94 м, а для максимальної висоти – 1,2 м.

При аналізі руху гранули, яка розганялася другою лопаткою, що має довжину 0,25 м, кут нахилу  $\alpha_2 = 8^\circ$ , було отримано швидкість вильоту гранули  $V_0 = 11,75$  м/с, кут зльоту – 7,5°. За таких умов дальність польоту складала 6,35 м від осі диска. Траєкторія руху частинки не перетинається з траєкторією руху, визначеної з першої лопатки, оскільки висота зльоту над диском у даному випадку становить 0,12 м.

Найменша частина добрив буде сходити з останньої (третьої) лопатки, яка розташована на нижньому (додатковому) диску, що має радіус 0,12 м та чотири напрямних радіальних ребра, які розташовані під прямим кутом один до одного. Кут вильоту гранул у даному випадку становить 0°, а швидкість руху – 6,63 м/с. Дальність польоту гранули за цих умов – 3,96 м.

Траєкторії руху частинок за одночасного розсіювання трьома ребрами не перетинаються, що забезпечує передбачуваний розподіл гранул по окремих смугах при розсіюванні диском (рис.2).

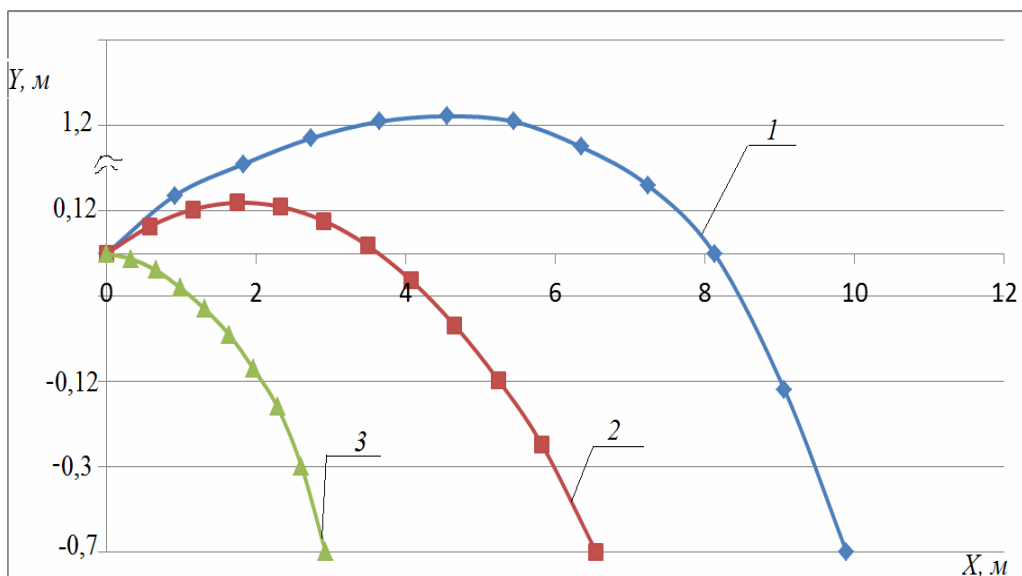


Рисунок –2. Траєкторії руху частинок, які зійшли з проектованого робочого органу: 1 – траєкторія руху частинок добрив, що злітають з лопатки, яка встановлена під кутом 13°, 2 – під кутом 8°, 3 – і під кутом 0°

Таким чином, нами виявлено основну причину нерівномірності внесення мінеральних добрив і з'ясовано, чому типові дискові розкидачі неминуче забезпечують більш щільне засівання по краю смуги, на яку наносяться добрива під час руху. З'ясовано, що опір повітря суттєво впливає на кінцевий розподіл гранул добрива по поверхні ґрунту, оскільки неоднорідність їх фракційного стану призводить до різної дальності польоту окремих гранул. Як показала дослідна перевірка роботи розробленого розкидача, оптимальною є чотирилопатева конструкція, живлення якої забезпечується спеціальним пристроєм, що формує три незалежних потоки гранул на кожній лопаті. Встановлено, що максимальна дальність польоту, за якої забезпечується необхідна рівномірність, досягається при нахилі лопаті до площини обертання диска – 13°, а мінімальна при куті 0°.



## АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ РОЗСІВУ ДОБРІВ ВІДЦЕНТРОВИМ РОБОЧИМ ОРГАНОМ

А.С. Кобець, проф., д-р держ. упр., канд. техн. наук

М.М.Науменко, доц. канд. техн. наук

Н.О. Пономаренко, доц., канд. техн. наук

Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет

У сільськогосподарському виробництві надзвичайно широко використовуються розкидачі мінеральних добрив відцентрового типу найрізноманітніших конструкцій. Продуктивність таких машин достатньо висока, проте рівномірність розкидання мінеральних добрив цими машинами не задовольняє агротехнічних вимог виконання процесу і становить 60–80 %.

П.М. Василенком детально розроблена теорія руху окремої частинки по горизонтальному диску, що обертається навколо вертикальної осі, а також по диску з прямою або з криволінійною лопаткою на ньому. В.В.Адамчук дослідив рух частинки вздовж лопатки, нахиленої до поверхні горизонтального диска під деяким кутом, що дозволяє проектувати диски з більшою шириною захвату площі, яка обробляється. Однак, незважаючи на фундаментальні дослідження в теорії взаємодії гранули з диском та численні вдосконалення конструкції робочого органа, рівномірність розсівання мінеральних добрив, яку забезпечують існуючі розкидачі, далека від ідеальної.

Одна із суттєвих причин нерівномірності розсіву пояснюється схемою, наведеною на рис.1, де показано можливе розподілення гранул, які закидаються диском за ідеалізованих умов: всі гранули вилітають з однаковою швидкістю та рівномірно (одна кількість вильоту в одиницю часу), дані гранули мають однакові розміри і, як результат, випадають на одній і тій самій відстані  $B$  від центра, для випадку, коли машинно-тракторний агрегат не рухається.

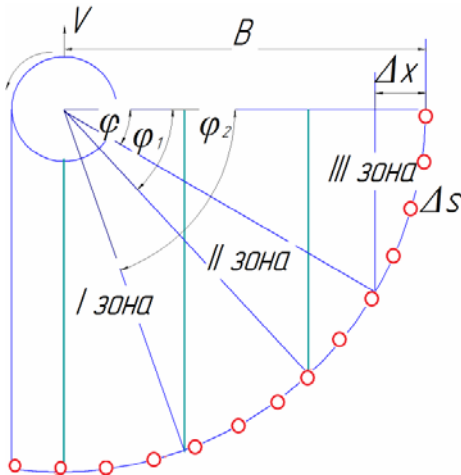


Рисунок – 1. Схема до аналізу нерівномірності розсіву добрива по ширині захвату за рівномірного обертання диска

Якщо всі гранули при розвантажуванні диска закидаються на одну і ту ж саму відстань  $B$  від центра для випадку, коли агрегат не рухається, то під час руху агрегату стає очевидним ущільнене засівання по краю ширини захвату.

На підставі прийнятої ідеалізованої схеми розсіювання можна стверджувати, що кількість гранул, яка припадає на смугу  $\Delta x$  по ширині захвату, пропорційна довжині відповідної дуги  $\Delta s$ . Це дає можливість характеризувати інтенсивність засівання площі, що обробляється, співвідношенням  $\Delta s / \Delta x = \psi$

(рис.1), тобто відношенням довжини дуги до відповідної їй ширини смуги. Якщо діапазон зміни кута  $\varphi$  розбити на  $n$  частин, то для інтенсивності розсіювання для частини з індексом  $k$  ( $k = 0, 1, 2, \dots, n$ ) отримаємо:

$$\psi_k = \frac{(\varphi_k - \varphi_{k+1})B}{(\cos \varphi_{k+1} - \cos \varphi_k)B}$$

На рис. 2 наведена залежність інтенсивності  $\psi$  від кута розсіювання  $\varphi$  ( $0 \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2}$ ), з якої цілком очевидно, що більш щільне засівання відповідає меншим значенням кута розсіювання.

Якщо розбити половину смуги захвату на три рівновеликі ділянки (зони на рис.1), які однакові по ширині, то, як показують розрахунки, на третю зону, що визначається кутом  $\varphi_2$  ( $\varphi_2 = 0,841$  рад =  $49,18^\circ$ ) припадає 53,54 % від кількості гранул, що розсіюються, на другу, що визначається кутами  $\varphi_1$  і  $\varphi_2$  ( $\varphi_1 = 70,53^\circ$ ) – 24,83 % і на першу – 21,63 %.

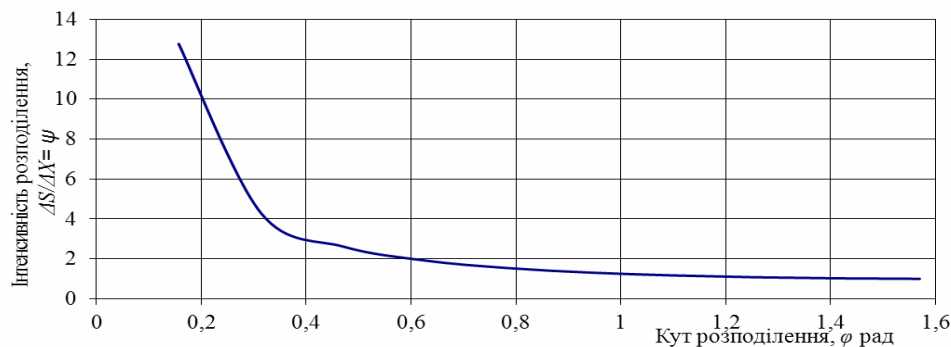


Рисунок – 2. Динаміка нерівномірності розподілення добрив по площі, що обробляється

Очевидно, що реальна схема розподілення буде відрізнятися від розглянутого ідеалізованого варіанта, проте загальна картина ущільненого розсівання ширини захвату на краях смуги спостерігається і в реальних умовах.

Викладені міркування переконують у необхідності забезпечення сходу з диска декількох потоків гранул з різними початковими швидкостями, але при цьому не можна допустити перехрещення потоків у процесі польоту.

Конструкція диска, що пропонується для вирішення проблеми (рис.3), передбачає можливість додаткового одночасного засівання зон II і I до досягнення середньої щільності, яка реалізується в зоні III (рис.1).

В основу конструктивної схеми закладено можливість винесення гранул з диска, нахиленою до його площини лопаткою. Для забезпечення декількох потоків сходу гранул за різними траєкторіями передбачається декілька секторів, в кожному з яких потоки гранул забезпечуються нахиленими лопатками різної довжини.

Передбачається, що диск 1 оснащений чотирма лопатками (секторами) 2, нахиленими до горизонтальної поверхні диска під деяким кутом  $\alpha$ ; на робочій поверхні кожної лопатки закріплено по три вертикальних напрямних ребра 3, поздовжні осі яких перпендикулярні до радіальної лінії перетину лопатки і площини диска.

Кількість лопатей, а також кількість напрямних ребер на кожній з них підбирались експериментально і обумовлювались метою забезпечити максимально можливу рівномірність розкидання за доступної до виготовлення конструкції, розміри і кінематичні характеристики якої відповідали б існуючим аналогам такого типу розкидачів.

Добрива подаються в центр диска і під дією відцентрових сил надходять на лопаті. На кожній лопаті потік добрив розділяється на три незалежних потоки, які при сходженні з поверхні матимуть різні швидкості, причому на найдовшому ребрі туків надається найбільша відносна, а отже, найбільша абсолютна швидкість сходу; найменша швидкість буде розвиватися на короткому ребрі.

Враховуючи те, що і кути сходження з кожного ребра будуть різними, можна стверджувати: окремі потоки туків будуть рознесені у просторі, і перехрещення траєкторій не відбудеться. Кут нахилу кожної лопатки  $\alpha$  підбирається за умови забезпечення максимальної дальності польоту туків з кожної лопатки. Положення другого за довжиною ребра і його довжина підбираються в такий спосіб, щоб дальність польоту туків, що злітають з нього, становила  $2/3B$  (від половини ширини захвату). Друге ребро призначене для додаткового засівання II і I зон. Очевидно, що середня щільність засівання II зони (рис.1) буде забезпечуватися такою ж самою, як і зона III, у тому випадку, коли з другого ребра в цю зону додатково потраплять 28,71 % від об'єму добрив, що розкидаються довгим ребром. Положення короткого ребра і його довжина підбираються так, щоб дальність польоту туків, що злітають з нього, дорівнювала  $1/3B$ .

На рис.3 наведена схема до розподілення гранул, що висіваються другим ребром на смугу шириною  $2/3B$ . Вочевидь, половина ширини захвату другого ребра визначатиметься як  $B/3=2/3B\cos\varphi$ , звідки витікає, що кут  $\varphi$ , який відповідає цьому розміру, становить  $60^\circ$ . Тобто від другого ребра в зону II (рис.1) випадає  $2/3$  об'єму, що ним розсівається. Ця частина матеріалу повинна дорівнювати  $28,71\%$  від об'єму, що злітає з довгого ребра. У зону I з другого ребра внесеться  $14,355\%$  від того ж об'єму. Таким чином, усього в найближчу до диска зону довге і середнє ребра внесуть:  $21,63 + 14,35 = 35,98\%$  від об'єму, що злітає з довгого ребра.

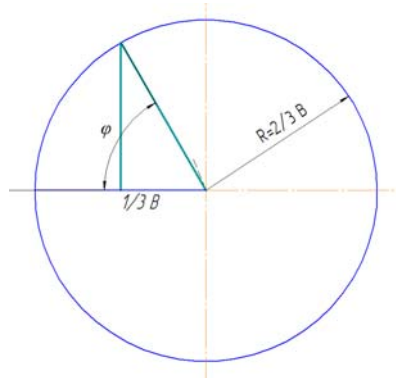


Рисунок – 3. Схема до розподілення гранул, що висіваються другим ребром

Для забезпечення рівномірності розподілення туків по ширині захвату, в найближчу зону коротке ребро повинно внести:  $53,54-35,98=17,56\%$  від об'єму, що припадає на довге ребро.

Враховуючи, що на друге ребро припадає

$$28,71\% + 14,36\% = 43,07\%$$

від об'єму  $V_1$ , цей об'єм, як частину від подачі на диск  $V$ , можна визначити з рівняння

$$V_1 + 0,4307V_1 + 0,1756V_1 = V,$$

звідки  $V_1 = 0,623V$ .

Таким чином, під час проектування диска необхідно забезпечити подачу матеріалу на довге ребро  $0,623V$ ; на середнє  $- 0,43 \cdot 0,623V = 0,268V$ ; на коротке  $- 0,1756 \cdot 0,623V = 0,11V$ .

Згідно з викладеною інформацією ширина ділянки, що обробляється (на яку вноситься добриво), розбивається на три частини. Кожне ребро на лопаті повинно вносити добрива на відведену йому територію.

УДК 631.356.22

## **МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ ЗРІЗУВАННЯ ГИЧКИ КОРЕНЕПЛОДІВ**

**І.М. Сторожук, асп.**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Одним із резервів підвищення показників якості роботи гичкозбиральних машин є поліпшення технологічного процесу двостадійного способу збирання гички кормових буряків шляхом удосконалення гичкозрізувальних пристроїв роторного типу для збирання основного масиву гички та дообрізників залишків гички з головок коренеплодів.

Фізико-механічні властивості гички, розміщення коренеплодів відносно поверхні ґрунту та в рядку в значній мірі впливають на умови роботи гичкозбиральних машин і, відповідно, регламентують особливості конструкції робочих органів, особливо дообрізників залишків гички. Ці механічні властивості в основному визначають стійкість і стабільність

виконання технологічного процесу функціонування робочих органів для зрізування гички і в загальному контексті – їх компоновку.

Під час однофазного способу збирання коренеплодів (одним агрегатом) на першому етапі збирають основний масив гички, при цьому виконують послідовно такі операції: зрізають основний масив гички з одночасним її подрібненням роторним гичкорізом та переміщенням на транспортуючі органи (рис. 1); транспортують подрібнену гичку шнековим конвеєром; укладають подрібнену гичку у валок на зібране поле за рахунок її сходу з вихідної частини шнекового конвеєра. На другому етапі дообрізають залишки гички з головок коренеплодів різними типами дообрізників методом різання ножем пасивного, або активного типу.

В основу досліджень поставлено задачу підвищення показників якості дообрізування залишків гички шляхом удосконалення конструктивно-компоновальних схем та робочих органів дообрізників.

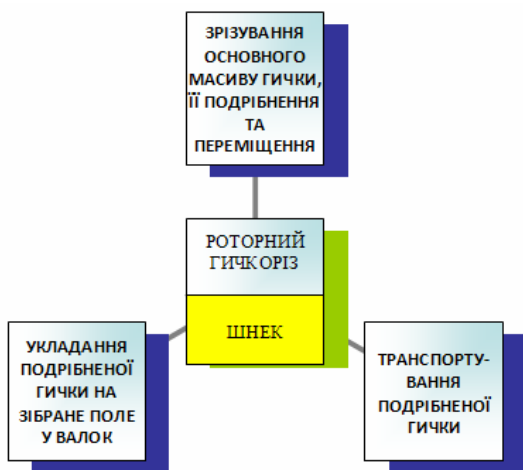


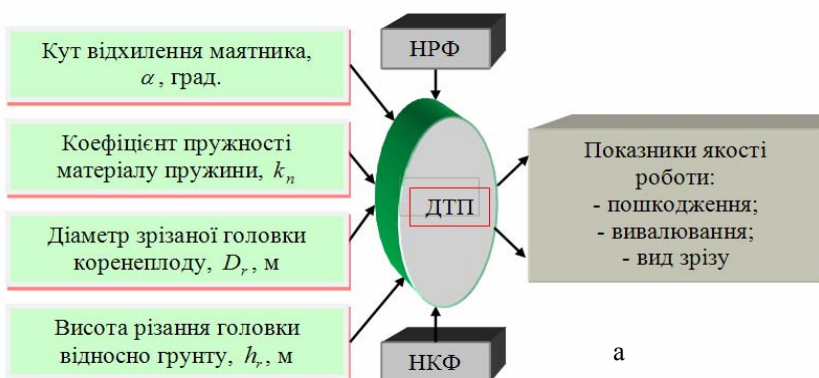
Рисунок – 1. Операції збирання гички

Визначення основних показників якості дообрізування головок коренеплодів було реалізовано на основі побудованої структурної моделі проведення експериментальних досліджень (рис. 2а) з використанням польової експериментальної установки (рис. 2б).

Експериментальна польова установка виконана у вигляді маятникового копра, який складається з станини 1 (рис. 2б) на якій змонтовано опорну плиту 2. На опорній плиті встановлено дві підшипникові опори з поворотною віссю та вимірнювальну (градувану) шкалу 7. На вихідний

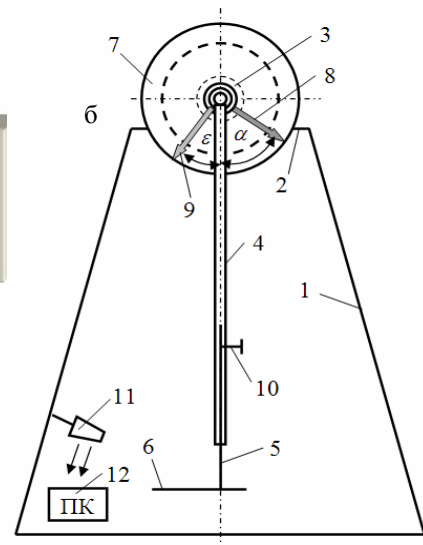
торець осі закріплено маятник 4, в який вставлено подовжувач 5 і фіксатор 10 подовжувача. Градуювана шкапа має дві рухомі покажчики, які виконано у вигляді стрілок 8 і 9, які показують, відповідно, на який кут відхилено маятник та на який кут відхилиться маятник у процесі проведення експерименту. На нижній торець подовжувача закріплено поворотний і підпружинений у площині повороту плоский ніж 6. Також на станині встановлено мультимедійну швидкісну кінокамеру, яку підключено до персонального комп'ютера 12.

Параметрами оптимізації під час проведення експериментальних досліджень приймали кількість пошкоджених  $P_k$  і вивалених  $W_k$  коренеплодів та визначали кількісний



- 1 – станина; 2 – опорна плита; 3 – підшипникова опора; 4 – маятник; 5 – подовжувач; 6 – ніж; 7 – шкала; 8, 9 – стрілка; 10 – фіксатор; 11 – кінокамера; 12 – персональний комп'ютер

Рисунок – 2. а – структурна модель проведення експериментів; б – схема установки



характер (вид) зрізу  $Z_k$  головки коренеплодів (прямий, або косий зріз). Змінними вхідними факторами під час проведення багатофакторних експериментів приймали: з визначення  $P_k$  і  $Z_k$  – кут відхилення маятника  $\alpha$ , який кодували індексом  $\alpha \rightarrow x_1$ , коефіцієнт пружності матеріалу пружини  $k_n$ , який кодували індексом  $k_n \rightarrow x_2$ , діаметр зрізаної головки коренеплоду, який кодували індексом  $D_r \rightarrow x_3$ , при цьому реалізували багатофакторний експеримент типу ПФЕ  $3^3$  у вигляді дослідження функціоналу  $P_k(Z_k) = f(\alpha, k_n, D_r)$ ; з визначення  $W_k$  – кут відхилення маятника  $\alpha$ , який кодували індексом  $\alpha \rightarrow x_1$ , висота різання головки відносно ґрунту, яку кодували індексом  $h_r \rightarrow x_4$ , при цьому реалізували багатофакторний експеримент типу ПФЕ  $2^3$  у вигляді дослідження функціоналу  $W_k = f(\alpha, h_r)$ . Порядок побудови та реалізації експериментів провели згідно з загальновідомою методикою планування та проведення багатофакторних експериментів.

Рівні варіювання факторами наведено у таблиці.

Таблиця

Результати кодування факторів та рівні їх варіювання

Фактори	Позначення		Інтерв. варіюв.	Рівні варіювання, натур./кодовані		
	Код.	Натур.				
Кут відхилення маятника, $\alpha$ , град	$X_1$	$x_1$	20	35/-1	55/0	75/+1
Коефіцієнт пружності матеріалу пружини, $k_n$	$X_2$	$x_2$	10	50/-1	60/0	70/+1
Діаметр зрізаної головки коренеплоду, $D_r$ , см	$X_3$	$x_3$	5	8/-1	12/0	16/+1
Висота різання головки відносно ґрунту, $h_r$ , см	$X_4$	$x_4$	5	5/-1	10/0	15/+1

Порядок встановлення адекватності емпіричних математичних моделей одержаному експериментальному масиву даних проводили згідно з  $F$ -критерієм Фішера, а статистичну значимість коефіцієнтів рівняння регресії – згідно з критерієм Стюдента.

УДК 669-179

## ОСОБЛИВОСТІ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ПОРИСТИХ МАТЕРІАЛІВ

**О.В. Толстенко**, доц., канд. техн. наук;

**А.С. Бедін**, ст. викл.

*Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет*

Застосування литих пористих матеріалів в сучасному машинобудуванні в якості легких конструкційних матеріалів, забезпечує міцність і демпфируючі властивості виробів в автомобільній промисловості, сільськогосподарській, авіаційній і космічній техніці [1].

У багатьох випадках велике значення має якість механічної обробки поверхні. Для забезпечення точності розмірів зразків і високої якості поверхні найбільш широко застосовується обробка різанням і фрезеруванням. Мета проведеного дослідження - аналіз шорсткості поверхні зразків від наступних факторів:

- механічна обробка різанням: швидкість різання, поперечна подача, мастильно-охолоджуюча рідина;

- фрезерування: число обертів фрези, фактична хвилинна подача столу, мастильно-охолоджуюча рідина.

Механічна обробка здійснювалася відрізним різцем з швидкорізальної сталі Р6М5К5 (токарна обробка) і відрізною дисковою фрезою з середнім зубом ( $\varnothing 125 \times 1,6$ ; Р6М5) на горизонтально-фрезерному верстаті (модель 6Р81Г).

Випробування проводилися на зразках заввишки 5 мм і діаметром 20 мм з аксіальним порами діаметром 20 - 40 мкм. Шорсткість поверхні зразків вимірювалася профілометром (модель 296).

Рівняння регресії, після розрахунку коефіцієнтів, для токарної обробки:

$$R_a = 2,82 + 0,98X_1 - 0,75X_2 + 0,13X_3 - 0,51X_1X_2 - 0,32X_1X_3 + 0,44X_2X_3 \quad (1)$$

Вимірювання середнього арифметичного відхилення профілю обробленої поверхні ( $R_a$ ) при подачах 0,05-0,1 мм / об ( $X_2$ ), швидкостях різання 78,5-31,4 м/хв ( $X_1$ ) і при використанні мастильно-охолоджуючих рідин  $X_3$  (водний розчин мила, індустріальне масло).

Рівняння для фрезерної обробки:

$$R_a = 0,59 + 0,21X_1 + 0,04X_2 - 0,06X_3 + 0,10X_1X_2 + 0,02X_1X_3 + 0,06X_2X_3 \quad (2)$$

Вимірювання середнього арифметичного відхилення профілю обробленої поверхні ( $R_a$ ) при фактичних хвилинних подачах столу 35-65 мм/ хв ( $X_2$ ), числі обертів фрези 100-800  $\text{хв}^{-1}$  ( $X_1$ ) і при використанні мастильно-охолоджуючих рідин  $X_3$  (водний розчин мила, індустріальне масло).

У підсумку зазначимо наступне.

1. Найбільший вплив на шорсткість поверхні литих пористих матеріалів при обробці різанням є число обертів шпинделя або фрези;

2. При токарній обробці найменший вплив на шорсткість оброблюваної поверхні дає мастильно-охолоджуюча рідина. При фрезерної обробці - фактична хвилинна подача столу;

3. При токарній обробці поверхні литих пористих матеріалів кількість відкритих пор більше, ніж при фрезерної.

### Список літератури

1. Шаповалов В.І. Легування воднем [Текст] / В.І.Шаповалов - Дніпропетровськ: Журфонд, 2013. - 385 с.

УДК 631.361

## **ПРОПУСКНА ЗДАТНІСТЬ КОМБІНОВАНОГО ОЧИСНИКА**

**М.Р. Паньків**, канд. техн. наук

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

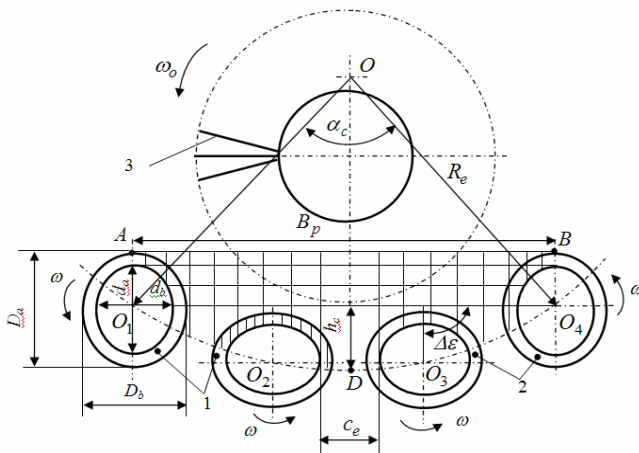
Затрати праці на механізоване збирання коренеплодів цукрових буряків складають 50...60% від загальних затрат на виробництво цієї стратегічно важливої продукції агропромислового комплексу України, при цьому близько половини всіх затрат енергії на збирання припадає на виконання процесу сепарації ґрунтових і рослинних домішок очисними робочими органами. Це пояснюється тим, що в викопаному воросі коренеплодів, який надходить на робочі органи очисників, вміст коренеплодів складає всього 50...65 % від його загальної маси залежно від агробіологічних характеристик коренеплодів, фізико-механічних властивостей ґрунтового середовища, ґрунтово-кліматичних умов збирання тощо. Тому якість цукрової сировини та вихід з неї цукру в значній мірі залежить від ступеня сепарації та відокремлення домішок від коренеплодів.



Процес сепарації вороху повинен забезпечити якомога найбільший ступінь відділення вільного, налиплого на коренеплоди ґрунту і рослинних решток при обмеженому пошкодженні буряків, що висуває особливі вимоги до очисних робочих органів. Велику конструктивно-технологічну різноманітність процесів сепарації вороху та робочих органів для очищення вороху коренеплодів від домішок обумовили структурно-механічні характеристики специфічних структурних властивостей системи “коренеплід-ґрунт” – широкі діапазони фізико-механічних властивостей ґрунтів, тобто вологість, щільність, коефіцієнт тертя-ковзання, опір ґрунту зсуву тощо та агробіологічних характеристик коренеплодів – розмірно-масових, механічних тощо.

Метою досліджень є подальший пошук і розробка методів оптимізації параметрів і режимів роботи комбінованих очисників шляхом побудови математичних моделей інтенсифікації процесу сепарації домішок вороху коренеплодів.

Ефективне очищення коренеплодів від ґрунту та рослинних залишків, або інтенсифікація процесу відокремлення домішок від коренеплодів забезпечується за рахунок утворення русел жолоба для транспортування вороху вздовж еліптичних шнеків 1, 2 і дією очисних елементів 3 вала, який встановлено вздовж шнеків і над ними (рисунок).



1, 2 – пари повздовжніх еліптичних шнеків;  
3 – очисні елементи

Рисунок –1. Конструктивна схема очисника

Вороху подачою  $W_c$  надходить на подовжні пари 1, 2 еліптичних шнеків очисника, заповнюючи простір жолоба активних робочих русел, при цьому основна частина сипкого ґрунту, ґрунтових грудок і рослинних домішок сепарується через зазор  $c_e$  між еліптичними валами. Ворох, рухаючись вздовж робочих русел із швидкістю переміщення  $V_n$ , змінює свою траєкторію руху в вертикальній площині за рахунок отримання осцилюючого руху, при цьому коренеплоди інтенсивно очищуються від налиплого на їх поверхнях ґрунту очисними

елементами 3 і поступають до наступних систем машини.

Основні конструктивно-кінематичні параметри, тобто параметри очисника вороху коренеплодів і їх взаємозв'язок регламентований критеріями значень основних показників якості роботи та показниками технологічно-експлуатаційної стабільності його використання. Взаємозв'язок між конструктивними та кінематичними параметрами еліптичних шнеків і розмірними характеристиками жолоба, утвореного робочими руслами шнеків, встановлено на основі аналітичного аналізу необхідної пропускної здатності очисника або розрахункової продуктивності еліптичних шнеків.

Продуктивність транспортування вантажів визначається як

$$Q_M = \gamma_G F V_c, \text{ або } Q_o = W_o \geq k_{c.o} \frac{W_c F_n \rho_k \varphi_k}{B_p q}, \quad (1)$$

де  $Q_M$  - продуктивність, кг/с;  $\gamma_G$  - об'ємна маса вантажу, кг/м<sup>3</sup>;  $F$  - площа поперечного перерізу потоку, м<sup>2</sup>;  $V_c$  - середня швидкість переміщення потоку, м/с;  $Q_o$  - продуктивність очисника, кг/с;  $k_{c.o}$  - коефіцієнт сепарації домішок очисником;  $F_n$  - площа прохідного перерізу жолоба, м<sup>2</sup>;  $\rho_k$  - питома маса коренеплодів, кг/м<sup>3</sup>;  $\varphi_k$  - коефіцієнт заповнення жолоба.

$$F_n = F_{np} + F_c - \sum_{i=1}^m F_{c.e_i} = F_{np} + F_c - (F_{c.e_1} + F_{c.e_2} + \dots + F_{c.e_m}), \quad (2)$$

де  $F_{np}$ ,  $F_c$  - відповідно, площа прямокутника  $ABO_4O_1$  та сегмента  $O_1O_4DO_1$ ,  $m^2$ ;  $\sum_{i=1}^m F_{c.e_i}$  - сумарна площа секторів валів  $m$ -их шнеків,  $m^2$ ;  $F_{c.e_1}$ ,  $F_{c.e_2}$ , ...,  $F_{c.e_m}$  - площа сектора вала  $m$ -го шнека,  $m^2$ ;  $i = 1, 2 \dots m$  - кількість шнеків.

Після аналізу одержано

$$\begin{cases} F_{mp} = 0,25\pi d_a d_b; F_{c.e} = 0,25 \frac{d_a d_b}{2} \arccos \frac{2x_a}{d_a}; k_n = \frac{0,25 \frac{d_a d_b}{2} \arccos \frac{2x_a}{d_a}}{0,25\pi d_a d_b} = \frac{1}{2\pi} \arccos \frac{2x_a}{d_a}; \\ \sum_{i=1}^m k_{n_i} = \frac{1}{2\pi} \sum_{i=1}^m \arccos \frac{2x_{a_i}}{d_a}; \sum_{i=1}^m F_{c.e_i} = F_{mp} \sum_{i=1}^m k_{n_i} = 0,125 d_a d_b \sum_{i=1}^m \arccos \frac{2x_{a_i}}{d_a} \end{cases}, \quad (3)$$

де  $d_a$ ,  $d_b$  - відповідно велика та мала вісь труби вала шнека, м;  $x_a$  - координата точки перетину хорди сегмента великого діаметра вала шнека з віссю  $Ox$ , м.

Кінцева залежність для визначення пропускної здатності доочисника  $W_o$  з врахуванням (1)-(3) та після перетворення має вигляд

$$W_o \geq \frac{k_{c.o} W_c \rho_k \varphi_k \left( D_t \sqrt{2h_c R_e - h_c^2} - 0,125 d_a d_b \sum_{i=1}^m k_{n_i} + 0,5 R_e^2 H \right)}{2q \sqrt{2h_c R_e - h_c^2}}, \quad (4)$$

$$\text{де } H = \left[ \frac{\pi}{180} \arccos \left( \frac{(R_e - 2h_c)^2 - 2h_c^2}{4R_e^2} \right) \right] - \sin \left[ \arccos \left( \frac{(R_e - 2h_c)^2 - 2h_c^2}{4R_e^2} \right) \right].$$

Одержана залежність (4) характеризує пропуску здатність комбінованого очисника, або технологічний процес транспортування коренеплодів.

УДК 631.361

## **МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТРАНСПОРТУВАННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ ШНЕКОМ ОЧИСНИКА**

**В.М. Барановський**, проф., д-р техн. наук  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**Н.А. Дубчак**, канд. техн. наук  
Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування  
України «Бережанський агротехнічний інститут»

У загальному контексті ворох коренеплодів, який викопується із ґрунтово-коренеплідного середовища та в якому знаходяться коренеплоди й доволі значна кількість (4...10 кг/п. м) вільних і зв'язаних з коренеплодами ґрунтових і рослинних домішок, очищується за допомогою різних типів очисників. Очищення коренеплодів від домішок, є однією з важливих і складних у технологічному плані операцій збирання коренеплодів, яку виконують очисники будь-якої компоновальної схеми коренезбиральної машини.

Складність переміщення коренеплодів робочими органами очисників з одночасним очищення вороху коренеплодів функціонально пов'язана з необхідністю відокремлення



різних за своїми фізико-механічними станами та властивостями ґрунтових і рослинних домішок, які знаходяться відносно коренеплодів у вільній та зв'язаній формі.

Для забезпечення необхідного очищення вороху коренеплодів, або якості продукту збирання (не більше 8...10 % домішок відносно маси коренеплодів) потрібно передбачувати різні види фізико-механічних взаємодій і, як наслідок – багатокритеріальні варіанти (схеми) комбінування різних типів очисників доволі значної протяжності (8...14 м) та значного шляху очищення домішок.

Для оптимізації параметрів процесу функціонування очисників залежно від параметрів і режимів роботи спочатку доцільно побудувати математичну модель технологічного процесу взаємозалежного переміщення компонентів вороху коренеплодів по його робочих поверхнях, що дасть змогу визначити його динамічні та кінематичні характеристики на основі формалізації і подальшого аналізу процесу функціонування моделюючої системи «робочий орган-ворох коренеплодів».

Метою досліджень є розробка методів оптимізації параметрів і режимів роботи комбінованих очисників шляхом побудови математичних моделей інтенсифікації процесу відокремлення домішок від коренеплодів.

Якщо основним фактором змін технологічних властивостей інтенсифікації процесу відокремлення домішок є транспортування компонентів вороху коренеплодів, то критерієм оптимізації повинна бути функція, яка характеризує взаємозв'язок цих переміщень залежно від зміни параметрів очисника, а також властивостей цих компонентів.

Для аналізу та побудови математичної моделі технологічного процесу роботи очисника у випадку I (рисунок 1) переміщення коренеплоду формалізовано як рух матеріального тіла по поверхні витків 5 шнека 3 і прутків 2 транспортера 1.

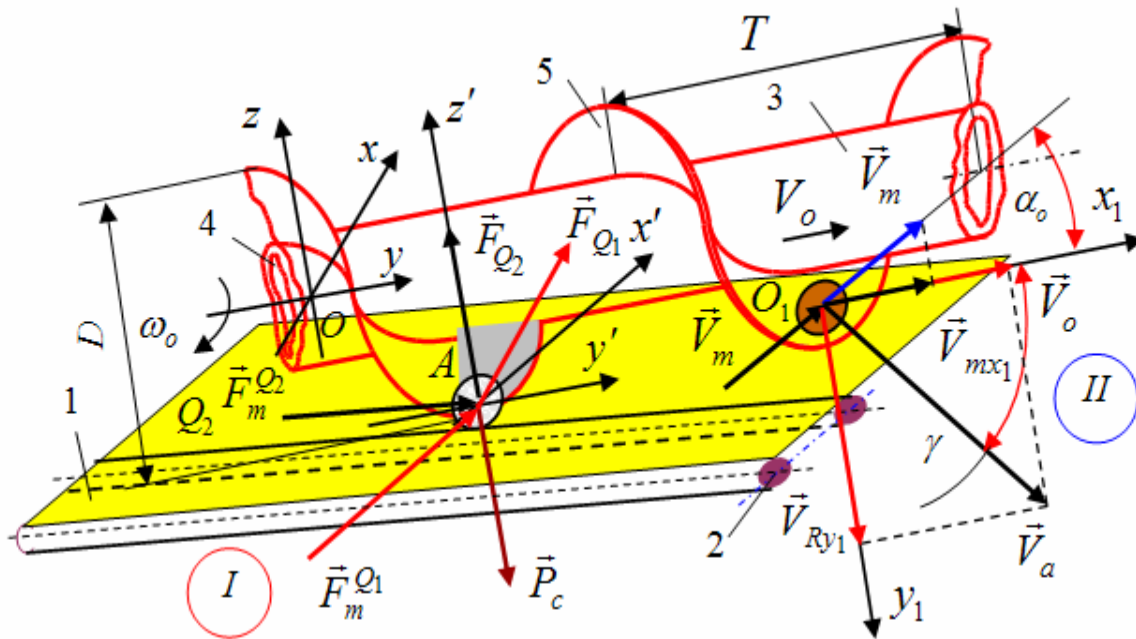


Рисунок –1. Розрахункова схема

Для побудови динамічної математичної моделі розглянуто рух зв'язаного матеріального тіла масою  $m_c$ , що приведене в точку  $A$  нерухомої системи координат  $Ax'y'z'$  і знаходиться на гвинтовій поверхні  $Q_1$  витка шнека та прутках, робоча поверхня яких утворює поверхню  $Q_2$  та на яке діють: сила тяжіння  $\vec{P}_c = (-\rho_c V_c \vec{g}; 0; 0)$ , де  $\rho_c$ ,  $V_c$  – питома маса (кг/м<sup>3</sup>) і об'єм (м<sup>3</sup>) тіла; сила реакції витка  $\vec{F}_{Q_1} = f_{Q_1} \vec{j}_{Q_1} \sin \alpha_n$  і прутка  $\vec{F}_{Q_2} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_{Q_2}^i = f_{Q_2} \vec{j}_{Q_2} z_n$ , де  $f_{Q_1}$ ,  $f_{Q_2}$  – нормальна реакції в'язі поверхні,  $\alpha_n = \arctg(T / \pi D)$  – кут підйому гвинтової лінії

витків шнека, град,  $T$ ,  $D$  – крок і діаметр шнека (м),  $\vec{j}_{Q_1}$ ,  $\vec{j}_{Q_2}$  – одинична нормаль до відповідної поверхні,  $z_n$  – кількість прутків;  $\vec{F}_m^D = \frac{-f_m^{Q_1} |\vec{F}_{Q_1}| ((\vec{R}_A / dt) - \vec{V}_{Q_1})}{|(\vec{R}_A / dt) - \vec{V}_{Q_1}|}$ ,

$\vec{F}_m^{Q_2} = -f_m^{Q_2} \left| \sum_{i=1}^{z_n} \vec{F}_{Q_2}^i \right| \sin \varphi_o ((\vec{R}_A / dt) - \vec{V}_m) / |(\vec{R}_A / dt) - \vec{V}_m|$  – сила тертя ковзання тіла по поверхні  $Q_1$  і  $Q_2$ , де  $f_m^{Q_1}$ ,  $f_m^{Q_2}$  – коефіцієнт тертя ковзання відповідної поверхні,  $\vec{R}_A$  – біжучий вектор положення тіла в площині  $Ax'z'$ ,  $\vec{V}_{Q_1}$ ,  $\vec{V}_m$  – вектор швидкості руху відповідної поверхні  $Q_1$  та  $Q_2$  відносно точки  $\vec{R}_A(t)$ , при цьому  $\vec{R}_A(t) = [z'_A(t); x'_A(t); y'_A(t)]$ .

Поряд з обертальним рухом шнека на кут повороту  $\varphi_A(t) = 2\pi(d\varphi_o / dt)t + \varphi$ , шнек здійснює плоскопаралельний рух у площині  $x'Ay'$ , переміщення якого задано канонічним рівнянням:

$$[z'_A(t); y'_A(t); x'_A(t)] = [z'_A(t); y'_A(t); 0], \quad t \geq 0; \quad (1)$$

$$z'_A(t) = -f[\varphi_A(t) \cos \varphi_A(t)] + g[\varphi_A(t) \sin \varphi_A(t)]; \quad y'_0(t) = -f[\varphi_A(t) \sin \varphi_A(t)] - g[\varphi_A(t) \cos \varphi_A(t)]; \quad y' = 0. \quad (2)$$

У нерухомій системі координат  $Ax'y'z'$  рівняння руху тіла має вигляд:

$$m_c \frac{d^2 \vec{z}'}{dt^2} = m_c \frac{d^2 \vec{R}_A}{dt^2} = \vec{P}_c + \sum_{k=1}^2 \sum_{i=1}^{z_n} \vec{F}_{Q_k}^i + \sum_{k=1}^2 \vec{F}_m^k; \quad t > 0. \quad (3)$$

Враховуючи рівняння поверхні шнека  $Q_1(R; \varphi; y') \equiv y' + 0,5D \operatorname{tg} \alpha_n (\varphi - \varphi_A) = 0$  та прутка (прямого кругового циліндра)  $Q_2(x'; y'; z') \equiv (z')^2 + (y')^2 = 0,25D^2$  і канонічного рівняння обертання шнека одержано

$$\vec{V}_{Q_1} = \frac{d}{dt} [0,5D \cos \varphi_A(t); 0,5D \sin \varphi_A(t); 0] + \frac{d}{dt} [z'_A(t); x'_A(t); 0], \quad (4)$$

або  $\vec{V}_{Q_1} = (-2\pi(d\varphi_o / dt) \cdot x' + dz'_A / dt; (dy'_A / dt) + 2\pi(d\varphi_o / dt) \cdot z'; 0)$ .

Після підстановки реакцій в'язі  $f_{Q_1}$ ,  $f_{Q_2}$  у залежність (3) одержано диференціальне рівняння руху переміщення коренеплодів шнеком:

$$\rho_c V_c \pi D \operatorname{tg} \alpha_n \left( \frac{d\varphi_o}{dt} \right)^2 = 2\pi (\rho_c V_c g - f_{Q_1} \cos \alpha_n \cos \varphi_o) - \pi D z_n (\operatorname{tg} \alpha_n - 1) \left( \frac{d\varphi_o}{dt} \right) \times$$

$$\times \left[ \frac{f_m^{Q_2} f_{Q_2}}{\left| \frac{d\vec{R}_A}{dt} - \vec{V}_m \right|} - \frac{f_m^{Q_1} f_{Q_2} \sin \varphi}{\left| \frac{d\vec{R}_A}{dt} - \frac{d}{dt} [0,5D \cos \varphi_A(t); 0,5D \sin \varphi_A(t) + \frac{d}{dt} [z'_A(t); x'_A(t); 0]] \right|} \right]. \quad (5)$$

Одержана диференціальна залежність, є математичною моделлю, яка характеризує технологічний процес транспортування коренеплодів очисником.

## **ТЕОРІЯ ВНУТРІШНЬОЇ НАПРУГИ І ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ ДЛЯ ОЦІНКИ ЯКОСТІ РОЗПУШЕННЯ ГРУНТУ**

**Б.А. Волик**, доц., канд. техн. наук;

**Г.В. Теслюк**, доц., канд. техн. наук;

**А.В. Коновий**, магістрант

*Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет*

Теорія внутрішньої напруги в ґрунті була створена наприкінці 90-х років професором А.М. Панченко як альтернатива відомим теоріям Рітінгера, Кірпічова, Кіка, Бонда. Суть її полягає в тому, що ґрунт в консолідованому стані початково має внутрішню напругу, яку треба в процесі розпушення подолати. Наявність внутрішньої напруги обумовлена силами молекулярного зчеплення, тертя, липучістю. Використання цієї теорії особливо доцільне на проектному етапі створення комбінованих ґрунтообробних агрегатів коли важливо виконати раціональну комплектацію робочих органів, виходячи з потрібної якості розпушення і загального тягового опору.

Методично теорія відпрацьована з точки зору визначення абсолютного значення величини внутрішньої напруги. Але подальші розрахунки загальної реакції і кришення ґрунту дають велику похибку у порівнянні з експериментально отриманими даними в бік завищення на 20 – 25%. На наш погляд це є наслідком прийнятих припущень:

- всі діючі в системі знаряддя-ґрунт сили витрачаються виключно на подолання внутрішньої напруги;
- невизначеність параметрів призми зколювання і, як наслідок, робота з приведеними величинами;
- методика не враховує імовірнісний характер механіко-технологічних властивостей ґрунту.

Таким чином існує проблема подальшого удосконалення методики.

Методика передбачає наступні етапи взаємодії робочого органа з ґрунтом:

- зминання;
- відділення зколотої призми від загального масиву;
- переміщення призми по поверхні робочого органу.

Остання складова деталізована. Реакція ґрунту на дію знаряддя розглядається як

$$W = W_B + W_T + W_G, \quad (1)$$

де  $W_B$  – опір на переміщення ґрунту по поверхні робочого органу вгору;  $W_G$  – горизонтально вздовж поверхні;  $W_T$  – опір сил тертя.

Наведені сили і складають в ґрунті напружений стан, що руйнує внутрішню напругу. Суттєвим недоліком є те, що дія всіх сил приймається однаковою, тобто вони підсумовуються і подальші операції виконують як з єдиною діючою силою. Це і є причиною похибки. Нами пропонується процес кришення поділити на етапи у відповідності до наведених сил і загальний результат визначати як їх суперпозицію.

Етап перший – відділення призми ґрунту. В загальному виді призма являє собою перевернутий конус неправильної форми, об'єм і площу поверхні якої можна обчислити методами чисельного інтегрування. Таким чином, ми обмежуємо об'єм початкового агрегату, який підлягає розпушенню. Усереднений розмір агрегатів, що будуть отримані на кінцевому етапі

$$V_K = \frac{V_{II}}{i_B \cdot i_T}, \quad (2)$$

де  $V_K$  – прогнозований кінцевий розмір ґрунтових агрегатів;

$i_B, i_T$  – ступінь розпушення за рахунок відповідно переміщення ґрунту по поверхні робочого органу по вертикалі вгору, по горизонталі.

Методика розрахунку ступеня розпушення за А.М. Панченко передбачає роботу з поверхнями, що утворені переміщенням у просторі прямолінійної утворюючої, наприклад, поверхня корпусу тракторного плуга. Нами пропонується розповсюдити методику на робочі органи практично довільної геометричної форми. Для цього вважаємо, що поверхня утворена переміщенням у просторі криволінійної утворюючої, рівняння якої відоме. При переході до нескінченно малих, таку поверхню можна вважати як таку, що утворена переміщенням нескінченно малих прямолінійних ділянок, взаємне положення яких аналітично визначене. Це дає нам змогу розповсюдити методику на інші поверхні, що робить її універсальною.

Складність полягає в тому, що миттєве значення кута постановки ділянок до стінки борозни в рівнянні тягового опору представлено не в явному виді. Це не дає змоги отримати кінцевий аналітичний вираз, але надає можливість використати метод чисельного інтегрування.

За результатами аналітичних досліджень:

$$I_B = \frac{2 \cdot E}{G^2} \cdot H^2 \cdot \operatorname{tg}^2(45^\circ - 0,5 \cdot \varphi_2) \cdot \rho \cdot \cos(\varphi - \varphi_2) \cdot (\sin \varphi + \cos \varphi \cdot \operatorname{tg} \varphi_1) \cdot \int_{X_{II}}^{X_K} L_{(\gamma)} \cdot d\gamma, \quad (3)$$

$$I_T = \frac{2 \cdot E}{G^2} \cdot H^2 \cdot \operatorname{tg}^2(45^\circ - 0,5 \cdot \varphi_2) \cdot \rho \cdot \cos(\varphi - \varphi_2) \cdot \cos \gamma \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 \cdot \int_{X_{II}}^{X_K} L_{(\gamma)} \cdot d\gamma, \quad (4)$$

де  $E$  – модуль пружності ґрунту;  $G$  – внутрішня напруга;  $H$  – глибина занурення робочого органу;  $L_{(\gamma)}$  – миттєве значення довжини ділянки утворюючої;  $\gamma$  – миттєве значення кута нахилу ділянки утворюючої до стінки борозни;  $\rho$  – питома вага ґрунту;  $\varphi_1$  – кут зовнішнього тертя ґрунту;  $\varphi_2$  – кут внутрішнього тертя ґрунту;  $X_{II}$ ,  $X_K$  – початкове і кінцеве значення аргументу в функції визначення  $\gamma$ .

Виконані розрахунки за наведеною методикою показали краще сходження отриманих результатів з натурним експериментом: похибка становила 10-12%.

Таким чином, теорія внутрішньої напруги перспективна з точки зору виконання розрахунків тягового опору і якості розпушення ґрунту на проектному етапі створення ґрунтообробних робочих органів. Виконаними дослідженнями доведена можливість її використання для знарядь практично довільної геометричної форми.

УДК 631.319.3:631.331.5

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОШНИКОВЫХ УЗЛОВ СЕЛЕКЦИОННЫХ СЕЯЛОК**

**В.П. Горобей**, *ст. научн. сотр., канд. техн. наук*  
*Научно-производственное объединение «Селта» Национального научного центра*  
*«Институт механизации и электрификации сельского хозяйства»*

Универсальный сошниковый узел с зубчатым диском, прикрепленным к балкам сеялки на двухпружинной подвеске и высевающим рабочим органом, позволяет использовать эффект вибрации, уменьшить энергоемкость процесса высева семян при применении технологий минимальной и нулевой обработки почвы и повысить эксплуатационную надежность селекционной сеялки.

Сошниковая группа позволяет максимально эффективно использовать селекционные сеялки для решения поставленных задач. Традиционно применяемые анкерные, наральниковые и двухдисковые сошники часто не удовлетворяют агротехническим требованиям по качеству высева семян [1] и конструктивно не обеспечивают потребностей

селекционеров при производстве семян по современным энергосберегающим технологиям. Применяемые в селекционных сеялках универсальные сошниковые узлы, взятые из серийно выпускаемых промышленных сеялок, расширяют технологические возможности сеялок, но не учитывают особенностей селекционной работы, особенно при использовании технических решений, направленных на энергосбережение. Поэтому обоснование оптимальных конструктивных и механико-технологических параметров разработанного универсального сошникового узла к селекционной сеялке с зубчатым разрезающим диском [2, 3] является актуальной научной задачей.

При создании конструкции универсального сошникового узла с рабочими органами, установленными на двухпружинной подвеске, комплектуемой в зависимости от выбранной технологии для селекционно-семеноводческой сеялки, в результате теоретических исследований взаимодействия зубчатого диска радиусом  $R = 0,165\text{ м}$  с почвой при глубине хода  $h = 0,08\text{ м}$  определены количество зубьев  $N = 24$  и высота зуба  $H = 0,21\text{ м}$ , при толщине зуба  $t = 0,03\text{ м}$  и деформационном показателе почвы  $\nu = 2 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{Н}$  под действием силы вдавливания зуба  $P = 150 \text{ Н}$ . Расчетные значения оценки реакции почвы, усилия вдавливания, тягового сопротивления при заглублении диска в почву, в соответствии с агротехническими требованиями, показали, что при заданной твердости почвы в пределах  $1,5 \dots 1,8 \text{ МПа}$  и комплектации серийно выпускаемой селекционно-семеноводческой сеялки с шириной захвата  $1,8 \text{ м}$  тринадцатью комбинированными сошниковыми узлами могут быть использованы базовые конструктивно-технологические характеристики и энергетический агрегат.

По расчетным параметрам изготовлен экспериментальный образец универсального сошникового узла, включающий разрезающий зубчатый дисковый нож, закрепленный на двухпружинной подвеске, и высевающий рабочий орган, прикрепленный к держателю с уплотняющим катком, технологическим грузом и механизмом регулирования глубины хода, который был исследован в почвенном канале и полевых условиях. Калибровочным графиком установлено соответствие между силой тягового сопротивления и показаниями контроллера.

Работа сошникового узла представляет сложный колебательный процесс с сочетанием множества гармонических колебаний. На сошнике установлен пьезоэлектрический датчик вибрации, снимаемый сигнал с которого через усилитель и аналогово-цифровой преобразователь с помощью специальной программы регистрации данных позволяет получить значения амплитуды по отсчетам времени. Исследовалась зависимость амплитуды колебаний сошникового узла на двухпружинной подвеске с зубчатым разрезающим диском от скорости его движения (до  $4 \text{ м/с}$ ) при жесткости пружин:  $C_1 = 16635 \dots 67270 \text{ Н/м}$  и  $C_2 = 17300 \dots 68600 \text{ Н/м}$ . Для уточнения конструктивно-технологических параметров сошникового узла был проведен спектральный анализ колебаний записи процесса по экспериментальным данным – амплитудная спектральная диаграмма, которую получили с помощью алгоритма быстрого преобразования Фурье в Mathcad по значениям амплитуды колебаний по отсчетам времени (рис. 1).

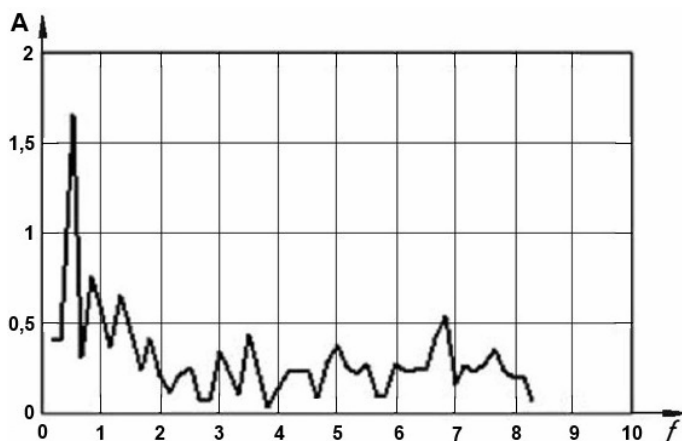


Рисунок – 1. Амплитудная спектральная диаграмма колебаний сошникового узла

Как видно из диаграммы, при исследовании узла со средней жесткостью пружин, в диапазоне частот  $f = 0,2 \dots 0,8 \text{ Гц}$  наибольшую амплитуду имеют составные колебаний в диапазоне частот  $f = 0,2 \dots 1,5 \text{ Гц}$ , при этом значение амплитуды ( $A > 1,5 \text{ см}$ ) превышает величину агротехнического допуска на глубину закладки семян.

В результате была доработана конструкция сошников узла [4], он снабжен дополнительной параллелограммной подвеской, закрепленной шарнирно одним концом на задней стенке держателя, а вторым – на корпусе позади зубчатого диска, при этом на держателе перед корпусом закреплен ограничитель амплитуды вибрационных колебаний зубчатого диска, например, не более  $3\Delta_{agr}$ , где  $\Delta_{agr}$  – величина агротехнического допуска на глубину закладки семян. При этом высевающий рабочий орган смонтирован с возможностью удовлетворения агротехнических требований глубины посева семян.

Предложена конструкция сошников узла с решениями, направленными на повышение его эффективности, а именно, на уменьшение энергоемкости процесса и повышение равномерности посева семян при применении минимальной и нулевой технологий обработки почвы, а также повышение надежности технологического процесса посева.

### Список литературы

1. Сисолін П. Забезпечення оптимальних норм висіву зернових культур за рахунок якості загорання насіння//Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. УкрНДПВТ. – Випуск 6(20). Книга 1. – Дослідницьке, 2003. – С. 68-72.
2. Горобей В.П. Сошниковый узел с зубчатым разрезающим диском к селекционной сеялке // Техника в сельском хозяйстве. – 2014. – №4. – С. 6-8.
3. Горобей В.П. Обоснование параметров зубчатого диска сошника селекционной сеялки / /Тракторы и сельхозмашины. – 2014. – № 10. – С. 36-38.
4. Заявка на винахід України № а201501905. Комбінований сошниковий вузол для селекційних сівалок / В.П.Горобей, В.М.Булгаков, В.В.Адамчук. - 03.03.2015. - 9с.

УДК 678.029:631.3

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ В УЗЛАХ ТРЕНИЯ МАШИН МАСЛОЖИРОВОЙ ОТРАСЛИ**

**А.Д. Деркач**, канд. техн. наук;

**В.В. Карась**, ст. препод.

*Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет*

Сегодня высокоразвитая европейская промышленность в подавляющем большинстве отказывается от использования в машиностроении традиционных материалов и повсеместно внедряет детали, изготовленные из высокомолекулярных соединений – полимеров и композитов на их основе. Применение таких материалов позволяет не только продлить срок службы подвижных сочленений, но и снизить вес машин, решить экологические задачи, возникающие при изготовлении и эксплуатации деталей из традиционных материалов. Замена полимерных деталей зарубежных машин отечественными металлическими или изготовленными из сплавов не дает желаемого эффекта, а в ряде случаев вообще невозможна. К тому же отечественное машиностроение, в большинстве применяющее до сих пор материалы, разработанные еще в бывшем СССР, сегодня оказалось неконкурентоспособным с зарубежными машинами практически любой отрасли: металлургия, сельское хозяйство, перерабатывающая промышленность и т.д.

В результате возникла острая проблема, связанная с поиском известных или разработкой новых полимерных материалов, аналогичных зарубежным, способных заменить традиционные, существенно повысив при этом качество работы машин, их надежность и долговечность. Отечественные полимеры также должны решить проблему ремонта

эксплуатируемых в Украине зарубежных машин и технологических линий, не снижая при этом качество или производительность технологического процесса.

В проблемной научно-исследовательской лаборатории технического сервиса машин Днепропетровского государственного аграрно-экономического университета (ДГАЭУ), начиная с 1976 года, постоянно и успешно ведутся разработки по созданию и модификации полимерных композитов – углепластиков (УП) – на основе термопластов с высокими физико-механическими и трибологическими свойствами, которые нашли применение во многих отраслях [1-4]. Особенность создаваемых материалов – адаптация к конкретным условиям работы. Разработанные УП показали хорошую работоспособность при значениях фактора PV (произведение давления на скорость скольжения), равных в режиме сухого трения 1,5 - 1,8 [1], а при смазке – до 14 МПа·м/с.

Научными сотрудниками ДГАЭУ совместно с производителями реализовано много проектов, среди которых зерноуборочная техника, зерносушильные комплексы и элеваторы, бумагоделательная и металлургическая промышленность, автомобилестроение. Экономический эффект от внедрения основывался на уменьшении простоев агрегатов и аппаратов в техническом обслуживании (ТО), увеличении периодичности ТО и повышении качества продукции.

Тесное сотрудничество с производителями позволило нам получить положительные результаты на одном из предприятий масложировой отрасли. Объектом исследований стали шнековые конвейеры. Одна из причин их дополнительных простоев – износ опорных подшипников. Чтобы уменьшить стоимость эксплуатации конвейеров, специалисты предприятия изготавливали подшипники скольжения из дерева твердых пород с последующим провариванием в масляной ванне. Такой подход позволил удешевить эксплуатацию и ТО, но не позволил увеличить периодичность обслуживания. Несмотря на умеренно жесткий режим работы конвейера (частота вращения – 77 об/мин; производительность – до 5 т/час; температура продукта – от 90°C, расстояние между подшипниками скольжения – 3 м) решения существенного усовершенствования конструкции опор специалистами предприятия не найдено.

Учитывая вышеописанный режим работы подшипников, нами были предложены самосмазывающиеся износостойкие материалы, одновременно владеющие высокими физико-механическими свойствами.

Решение проблемы. Разработанные материалы имеют значительную коррозионную стойкость, экологичность, податливость при ремонте и неспособность повреждения металлических смежных деталей. Они имеют способность к избирательному переносу при трении, что обеспечивает максимальную сохранность геометрии ответных стальных изделий.

Экспериментальные детали показали отличную работоспособность, проработав без замечаний и остановок 1080 ч. При плановом осмотре в трех подшипниках, работавших в непосредственной близости от источника температуры, выявлено наплавление композита на вал толщиной до 0,4 мм. Исходя из свойств материала, температура вала составляла выше 140°C, что могло быть вызвано нарушением технологического режима. Однако в процессе эксплуатации сбоя в работе экспериментальных узлов не было, зазоры отсутствовали (благодаря эффекту переноса). Также установлено, что детали, работавшие в наименее нагруженных узлах, находятся в состоянии приработки, т.е. не имеют видимого износа. Часть подшипников передана специалистам ДГАЭУ для определения полного ресурса изделий, остальные изделия продолжают эксплуатироваться.

Также нами установлено, что термообработка композитных изделий не влияет на интенсивность изнашивания и прочностные характеристики [9] и данную операцию проводить нецелесообразно (деревянные изделия проваривают в масле обязательно).

Таким образом установлено, что модифицированные нами конструкционные пластики обладают рядом ценных физико-механических свойств и способны конкурировать с аналогами на международном рынке. Большим их преимуществом



являється можливість працювати як в режимі сухого тертя ( $PV=1,5 \dots 1,8 \text{ МПа}\cdot\text{м/с}$ ), так і в різних змазуючих середовищах ( $PV$  до  $14 \text{ МПа}\cdot\text{м/с}$ ). В порівнянні з серійними аналогами зносостійкість експериментальних деталей, що працюють при сухому терті, збільшена в  $2 \dots 2,5$  рази.

Доказано ефективність використання конструкційних пластиків, зокрема углепластиків, в шнекових конвеєрах масложирової галузі.

### Список літератури

1. Деркач О.Д., Буря О.І. Підвищення технічного рівня електро-, автомобільного транспорту та сільськогосподарської техніки за рахунок використання нових матеріалів / Наукові рекомендації. - ДДАУ. - Дніпропетровськ, 2011. - 71 с.
2. Буря А.И., Деркач А.Д. Повышение технического уровня мобильных сельскохозяйственных машин и стационарного оборудования для переработки продукции / Материалы Международной научно-практической конференции «Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве», - г. Минск, 19-20 октября 2011. - С. 226-230.
3. Burya A.I., Derkach O.D., Kuznetsova O.Yu., Krivel A.A. Application of carbon plastics bushes within friction knots of trolley-buses. Вісник Чернігівського державного технологічного університету, №2 (57), 2012. - С.46-49.
4. Буря А.И., Деркач А.Д. Свойства и применение углепластиков в машиностроении / Композитный мир, 2012 (43). - С. 30-34.
5. Деркач А.Д., Шаповал А.Н., Шаповал Е.А. Реновация современных широкозахватных посевных комплексов полимерно-композитными изделиями / Агрохимия, агротехника, агротехнологии. Научно-практический журнал, №4 (22), август, 2014. - С. 28-29.
6. Деркач О.Д., Науменко М.М., Макаренко Д.О., Муранов Є.С. До питання створення широкозахватних посівних комплексів з підвищеним ресурсом рухомих з'єднань / Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. Випуск, 159 «Технічний сервіс машин для рослинництва». - Х.: Віроньєць А.П. «Апостроф», 2015. - С. 185-191.
7. Деркач А., Макаренко Д., Науменко Н. Применение углепластиков в широкозахватных посевных машинах / Научни Известия. Scientific Technical Union of Mechanical Engineering, Year XXIII, ISSUE 15 (178), June 2015. III International Scientific and technical Congress "Agricultural Machinery", 22-25.06.2015, Varna, Bulgaria, - С. 82-84.
8. Прокаєв С.Ф., Шаповал О.М., Деркач О.Д., Макаренко Д.О., Кравець П.П., Дворецький Д.Ю., Шаповал Є.О. Універсальний дисково-анкерний сошник. Патент на корисну модель № 94773, від 25.11.2014 р. - Бюл. № 22.
9. Буря О.І., Деркач О.Д., Рибак Т.І., Чурсінов Ю.О. Вплив термічної обробки на властивості вуглепластиків / Надійність і довговічність машин і споруд, №25, 2005. - С. 120-126. (Міжнародний науково-технічний збірник. ISSN 0206-3131).

УДК 631.312

## **ВИЗНАЧЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ СПОЖИВАНОЇ ПОТУЖНОСТІ СКРЕПЕРНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРИБИРАННЯ ГНОЮ ВІД КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ**

**М.І. Ікальчик**, канд. техн. наук  
ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»

Останніми роками в Україні набуває широкого розповсюдження безприв'язний спосіб утримання ВРХ. При такому способі утримання прибирання гною відбувається за допомогою скреперних установок.

В скреперних установках робочі органи – скребки мають прямокутну форму. Зміна конструкції скребків з прямокутної на форму клина та зміна кута розкриття скребків являється резервом підвищення ефективності роботи скреперних установок.

Нами була запропонована скреперна установка для прибирання гною, у якій пропонується робочу фронтальну поверхню скребків виконати у вигляді відвала зі змінним

радіусом кривизни. Проведено розрахунок похилої поверхні скребка гноєприбиральної установки та отримана математична модель, яка дозволяє розрахувати оптимальну робочу поверхню скребка скреперної установки при якій пласт гною буде давити на скребок і притискати його до дна гнойового каналу, в результаті чого покращиться якість прибирання гною. Удосконалена скреперна установка для прибирання гною потребує визначення споживчої потужності, необхідної для її роботи, та обґрунтування її мінімального рівня.

Для встановлення взаємозв'язку впливу кута розкриття скрепера  $\gamma$  (град.), кута нахилу скребків скрепера  $\varepsilon$  (град.) та швидкості руху скрепера  $V_{СК}$  (м/с) на споживану потужність електродвигуна приводу удосконаленої скреперної установки  $N_{СК}$  (кВт) у виробничих умовах було проведено експерименти за планом Бокса-Бенкіна. При цьому незмінними були розміри гнойового каналу та об'єм прибраного гною.

За результатами багатofакторних експериментів були отримані математичні моделі – рівняння регресії у вигляді поліномів другого порядку.

Аналіз залежностей (рис. 1) показує, що при зміні кута нахилу скребків скрепера від  $30^\circ$  до  $90^\circ$  споживана потужність електродвигуна становила 1,3; 2,0 та 2,9 кВт при швидкості скрепера 0,04; 0,11 та 0,18 м/с що пояснюється незначним впливом сили протидії руху скрепера порівняно з силою тертя гною по робочій поверхні скребків.

Встановлено, що зі збільшенням швидкості руху скрепера  $V_{СК}$  від 0,04 до 0,18 м/с споживана потужність  $N_{СК}$  при куту нахилу в  $30^\circ$  зростає на 194 %; при куту нахилу  $60^\circ$  – 245 %; та при куту нахилу  $90^\circ$  – 300 %. Мінімальне значення споживаної потужності при швидкості 0,04 м/с становить 1,6; 1,1 та 1 кВт для відповідних значень кута нахилу скребка скрепера  $30^\circ$ ;  $60^\circ$  та  $90^\circ$ , що пояснюється зменшенням сили опору переміщення гною при зменшенні швидкості руху скрепера.

Аналіз взаємного впливу кута нахилу скребків та швидкості скрепера показав, що мінімальна споживана потужність  $N_{СК}$  дорівнює 1 кВт для відповідного значення швидкості скрепера 0,04 м/с, та куту нахилу скребків  $\varepsilon$  в діапазоні від  $70^\circ$  до  $80^\circ$ .

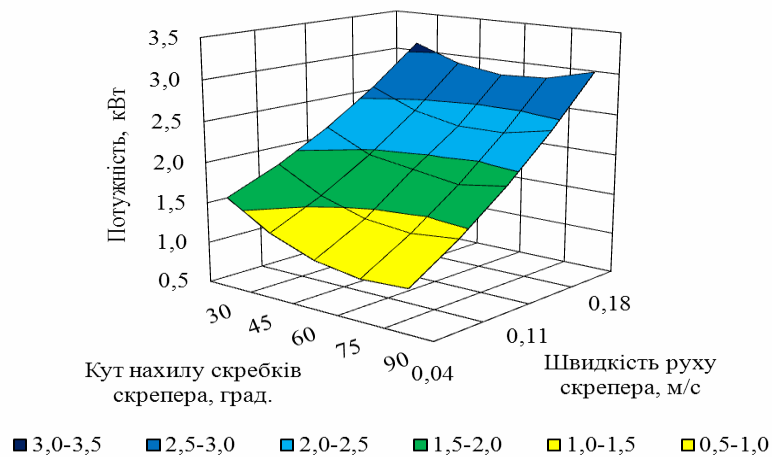


Рисунок – 1. Залежність споживаної потужності електродвигуна приводу удосконаленої скреперної установки від кута нахилу скребків та швидкості руху скрепера

Рівняння регресії залежності споживаної потужності електродвигуна приводу удосконаленої скреперної установки  $N_{СК}$  (кВт) від зміни кута розкриття скрепера  $\gamma$  (град.), кута нахилу скребків скрепера  $\varepsilon$  (град.), та швидкості руху скрепера  $V_{СК}$  (м/с) за результатами проведеного ПФЕ  $3^3$  у розкодованому вигляді рівняння регресії має вигляд:

$$N_{СК} = 2,6439 + 0,0001\gamma - 0,0502\varepsilon + 3,4282V_{СК} + 0,0003\varepsilon^2 + 29,5397V_{СК}^2 + 0,0001\gamma\varepsilon - 0,0089\gamma V_{СК} + 0,0566\varepsilon V_{СК}$$

Статистичне оцінювання отриманих результатів включало перевірку на однорідність дисперсій за критерієм Кохрена. Адекватність отриманої математичної моделі та її придатність для опису досліджуваного процесу перевіряли за критерієм Фішера. Визначення значущості коефіцієнтів регресії проводили за критерієм Стьюдента. Гіпотеза про адекватність рівняння підтверджується і його можна використовувати для опису процесу.

Результати досліджень свідчать про вагомий вплив зміни конструктивних параметрів на споживану потужність процесу видалення гною. На основі експериментальних досліджень було встановлено, що споживана потужність електродвигуна змінюється від 1,0 до 3,1 кВт. Із збільшенням швидкості руху скрепера від 0,04 до 0,18 м/с спостерігається збільшення споживної потужності на 280 %, в той же час зі збільшенням кута нахилу скребка скрепера від  $30^{\circ}$  до  $90^{\circ}$  неоднозначно впливає на значення споживаної потужності приводу удосконаленої скреперної установки. Провівши оптимізаційний розрахунок, було встановлено, що споживана потужність процесу видалення гною приймає мінімальне значення від 1 до 1,1 кВт при куті розкриття скрепера  $\gamma=170^{\circ}$ ; куті нахилу скребків скрепера  $\varepsilon=82^{\circ}$ , та швидкості руху скрепера  $V_{СК}=0,04$  м/с.

УДК 631.331

## ***СОШНИК ПРЯМОГО ПОСІВУ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР***

**В.А. Дейкун**, доц., канд. техн. наук;

**Д.В. Додатко**, магістрант

*Кіровоградський національний технічний університет*

Останні роки в Україні та за кордоном велика увага приділяється зменшенню енергетичних витрат на вирощування сільськогосподарських культур. Одним із заходів енергозберігаючих технологій є використання сівалок прямого посіву. Такі сівалки не потребують попереднього обробітку ґрунту, їх дискові чи полозкові сошники здатні створювати борозну для загортання насіння на визначеній глибині. Але недоліком таких сошників є неможливість розміщувати насіння у вологий прошарок ґрунту, як того потребують агротехнічні вимоги до посіву [1, 3]. При проробленні борозни та висіву насіння загортається більш сипучим сухим ґрунтом, який має менші коефіцієнти внутрішнього тертя ковзання і швидше переміщуються в зону розміщення насіння, ніж вологі частки ґрунту. Це призводить до погіршення схожості насіння, а при тривалій відсутності дощів до затримання розвитку рослин і зниження урожайності.

Дещо покращують умови загортання насіння сошники у вигляді стрілочастих лап, які мають насінепровід для транспортування насіння від висівного апарату до сошника. Лапа при цьому підрізує і розпушує ґрунт, на нижню поверхню обробленої смуги потрапляє насіння, яке розподіляється по всій ширині смуги, що збільшує індивідуальні зони розташування кожної зернини, внаслідок чого рослини краще розвиваються. Іншою перевагою таких сошників є їх можливість працювати по стерньовому (необробленому) полю, тобто вони не потребують додаткового обробітку перед посівом. Але існуючі сошники такого типу мають істотний недолік – проходячи по центру рядка, стояк сошника розгортає верхній сухий прошарок ґрунту, який потім падає на висіяне зерно. Іншим недоліком сошника є те, що стояком відкидається вбік стерня та рослинні рештки, усуваючи таким чином мульчу з рядка та погіршуючи умови вегетації культури в зимовий період (відбувається інтенсивне промерзання сходів) та в літній період, коли сонячне проміння інтенсивно прогріває ґрунт.

Для усунення вказаних недоліків нами запропонований односторонній лаповий сошник, у якого стояк і насінапровід для транспортування насіння розміщені збоку лапи [2]. На рис. 1 показана запропонована конструкція лапового сошника.

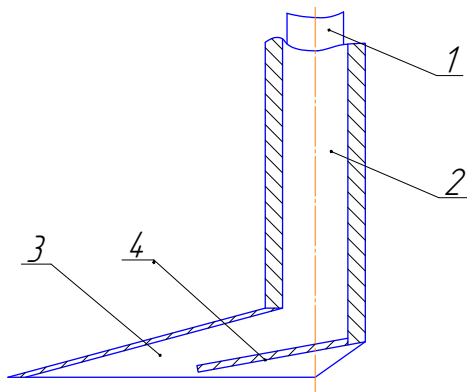


Рисунок – 1. Удосконалений сошник.

Сошник складається з стояка 1, насінапроводу 2, односторонньої лапи 3 та розподільника насіння 4. Насінапровід 2 прикріплена позаду стійки 1, а внизу до нога кріпиться розподільник 4, який служить дном насінапроводу і напрямником насіння під лапу 3 (рис. 2).

Процес загортання насіння відбувається таким чином. При русі сівалки лапа 3 розпушує шар ґрунту в зоні рядка, підрізаючи при цьому корені бур'янів і залишаючи на поверхні рядками незруйновану стерню та рослинні залишки. Насіння з насінапроводу 2 попадає на розподільник 4 і направляється вбік від стояка 1 під лапу 3, де розміщується смугою завширшки 3-7 см на ущільнену лапою дно борозенки. Після проходження лапи верхній розпушений шар ґрунту без перемішування з нижнім шаром падає на насіння, при цьому усувається винос в зоні рядка нижніх більш вологих шарів на поверхню.

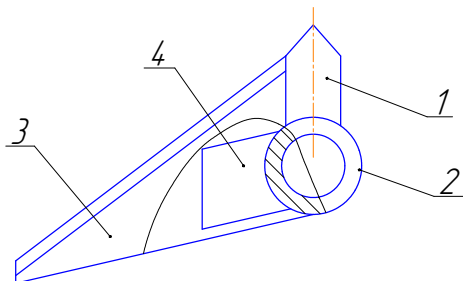


Рисунок – 2. Схема розташування розподільника насіння в підлаповому просторі: 1 – наральник; 2 – стояк-насінапровід; 3 – лапа; 4 – розподільник

Запропонований сошник має такі переваги:

- насіння укладається в зону, над якою верхній шар ґрунту не руйнується, не змішується з нижнім шаром, залишаючи мульчу для створення «теплих» умов;
- насіння укладається на ущільнену лапою дно борозни, загортається нижніми більш вологими шарами ґрунту, що сприяє підвищенню його схожості та розвитку рослин;
- насіння в борозні розміщується смугою, що підвищує рівномірність площі живлення кожної рослини.

### Список літератури

1. Сисолін П.В., Бойко А.І. Нові сошники для якісної сівби зернових культур. Техніка АПК, 2005, №3-4, с. 6-8.
2. Патент України №42226. Сошник прямого посіву / Шмат С.І., Свірень М.О., Дейкун В.А., 2009. – Бюл. №12.
3. Хоменко М.С. и др. Механізація посєва зернових культур и трав. Справочник / М.С. Хоменко, В.А. Зырянов, В.А. Насонов.— К.: Урожай, 1989.— 168 с. — ISBN 5-337—00452-2.

## **МОДЕЛЮВАННЯ ТА РОЗРАХУНКИ ДЕТАЛЕЙ МУФТИ ЗЧЕПЛЕННЯ ТРАКТОРА ДТ-75М**

**О.Ю. Рудик, доц., канд. техн. наук;**  
**Є.М. Боженко, студент**  
*Хмельницький національний університет*

Застосування комп'ютерного моделювання викликає підвищений інтерес у студентів творчими задачами, можливістю перевірити свої знання й одержати кваліфіковану пораду, допомагає реалізувати індивідуально-орієнтований підхід у навчанні, забезпечує індивідуалізацію й диференціацію з урахуванням особливостей студентів, їх рівня навченості.

Тому мета роботи - розглянути фізичні процеси, які характеризують напружено-деформований стан твердих тіл, використовуючи 3D систему твердотільного параметричного моделювання Solidworks [1], а, точніше, її додаток Solidworks Simulation [2]. Цей програмний продукт використовує геометричну модель деталі Solidworks для формування розрахункової моделі. Інтеграція з Solidworks дає можливість мінімізувати операції, зв'язані зі специфічними особливостями кінцево-елементної апроксимації (метод скінчених елементів в даний час є стандартом при розв'язуванні задач механіки твердого тіла за допомогою чисельних алгоритмів).

В Solidworks Simulation виконується наступне:

- прикладаються до деталей рівномірні або нерівномірні тиски в будь-якому напрямі, сили із змінним розподілом, гравітаційні та відцентрові навантаження, опорні та дистанційні сили;
- знаходиться оптимальний розв'язок, який відповідає обмеженням геометрії та поведінки; якщо допущення лінійного статичного аналізу незастосовні, застосовують нелінійний аналіз;
- будуються епюри поздовжніх сил, деформацій, переміщень.

Змінюючи при чисельному моделюванні деякі вхідні параметри, можна прослідити за змінами, які відбуваються з моделлю. Основна перевага методу полягає у тому, що він дозволяє не тільки поспостерігати, але і передбачити результат експерименту за якихось особливих умов. Тому завданням роботи ставилось дослідження деталей сільськогосподарської техніки (напруження, переміщення, коефіцієнт запасу міцності) з використанням Solidworks Simulation.

Результати досліджень деталей муфти зчеплення трактора ДТ-75М наведені на рис. 1, 2 – вал, рис. 3, 4 – фланець відповідно.

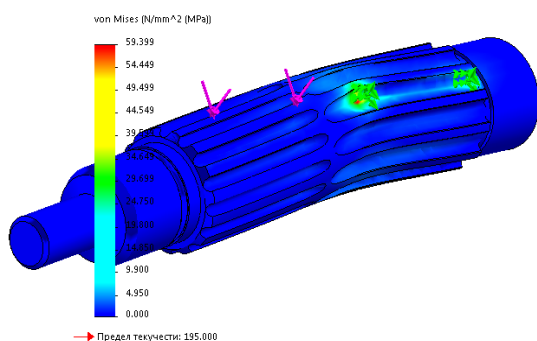


Рисунок – 1. Вузлові напруження вала Von Mises

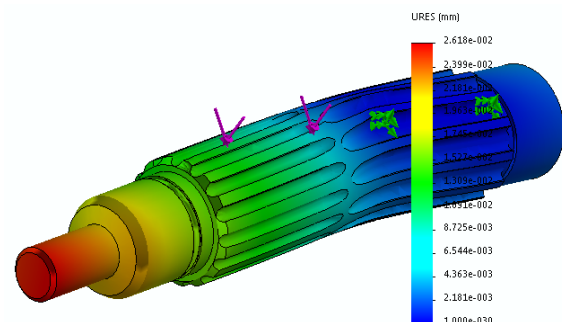


Рисунок – 2. Переміщення вала URES

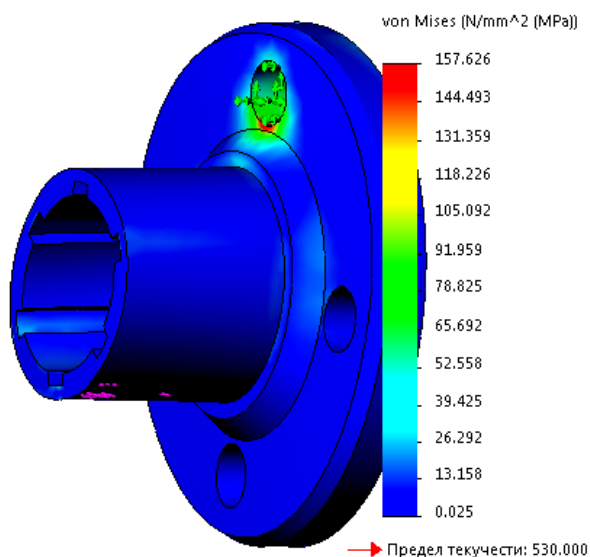


Рисунок – 3. Вузлові напруження фланця Von Mises

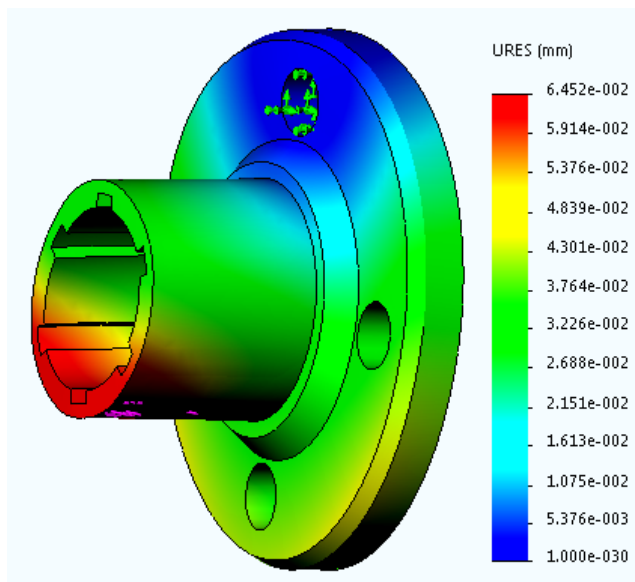


Рисунок – 4. Переміщення фланця URES

Встановлено, що переміщення і напруження не перевищують допустимих значень, а мінімальні коефіцієнти запасу міцності перевищують 3.

Напрямами можливих подальших досліджень є використання додатків Solidworks Floxpress і Solidworks Motion, які дозволять:

- застосувати дію температур на різні ділянки деталі (умови теплообміну: температура, конвекція, випромінювання, теплова потужність і тепловий потік; автоматично прочитується профіль температур, наявний в розрахунку температур, і проводиться аналіз термічного напруження);

- за допомогою аналізу втомлювання оцінити ефект циклічних навантажень у моделі, визначити події втомлювання з постійною та змінною амплітудою;

- при аналізі випробування на ударне навантаження вирішити динамічну проблему (створюється епюра і будується графік реакції моделі у вигляді тимчасової залежності);

- обробити результати частотного і поздовжнього вигину, термічного і нелінійного навантажень, випробування на ударне навантаження й аналіз втомлювання;

- будувати епюри форм втрати стійкості, резонансних форм коливань, результатів розподілу температур, градієнтів температур і теплового потоку;

При великій кількості варіантів проекту аналіз машинних розрахунків за допомогою додатку SolidWorks Utilities дозволить виявити основні закономірності зміни характеристик проекту від варіюваних проектних змінних.

Використання в Solidworks Simulation аналізу моделі методом кінцевих елементів широко використовується для зміни геометрії конструкції з метою економії матеріалу деталей. При цьому порядок розрахунків наступний: застосування обмежень; прикладення навантаження; аналіз моделі методом кінцевих елементів; перегляд результатів; вилучення матеріалу з деталі; аналіз зміненої деталі; створення файлу eDrawings результатів аналізу.

### Список літератури

1. Алямовский А.А. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное проектирование в инженерной практике. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 1040 с.
2. Алямовский А.А. Инженерные расчеты в SolidWorks Simulation. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 464 с.

## **К ВОПРОСУ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПОДШИПНИКОВ С АНТИФРИКЦИОННЫМ НАПОЛНЕНИЕМ**

**А. С. Бедин**, ст. препод.

*Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет*

**А. И. Буря**, проф., канд. техн. наук

*Днепропетровский государственный технический университет*

**Ю. Н. Овчаренко**, доц., канд. техн. наук;

**А.В. Толстенко**, доц., канд. техн. наук

*Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет*

Для расчета долговечности обычных подшипников качения, работающих при применении жидких или пластических смазок, используется уравнение, согласно которому номинальный ресурс подшипника составляет [1]:

$$L = \left( \frac{C}{P} \right)^m, \quad (1)$$

где  $L$  – номинальный ресурс, млн. об.;

$C$  – динамическая грузоподъемность подшипника, Н;

$P$  – эквивалентная нагрузка на подшипник, Н;

$m$  – показатель степени.

Известны оригинальные конструкции подшипников качения сухого трения с наполнением, например [2]. Подшипники, в которых свободное пространство между кольцами заполнено фенилоном, армированным углеродным волокном с добавлением углерода. Такие подшипники имеют хорошие показатели при работе в условиях повышенных нагрузок и запыленности (и сельскохозяйственное, горношахтное, металлургическое производство и т.д.).

Для долговечной работы подшипника качения после его сборки необходимо обеспечить радиальные и осевые зазоры между телами качения и кольцами.

Антифрикционным наполнителем в подшипнике сухого трения, можно менять зазоры. Это вызывает перераспределение нагрузки между частями подшипника, что меняет силовые соотношения в уравнении,  $(C/P)^m$  и, следовательно, влияет на долговечность подшипника сухого трения.

С целью учета указанного фактора предлагается учитывать изменение радиального зазора в подшипнике с наполнением.

Для исследуемого подшипника определяли допуск на радиальный зазор, динамическую грузоподъемность  $C$  и эквивалентную нагрузку  $P$ . Затем измеряли радиальный зазор подшипника.

При наполнении подшипника антифрикционной вставкой на основе фенилона, армированного углеродным волокном, ее запрессовывали по наружному кольцу в корпус, а по внутреннему кольцу – на вал. Затем прикладывали эквивалентную нагрузку  $P$  и измеряли радиальный зазор. Определяя изменение радиального зазора можно рассчитать долговечность  $L$  подшипникового узла.

Метод позволяет разработать конкретные изделия с повышенной долговечностью подшипникового узла для подшипников с антифрикционными неметаллическими наполнителями на основе оценки влияния зазоров.



Дополнительный учет влияния геометрии (зазоров) позволит повысить точность прогнозирования долговечности подшипниковых узлов в подшипниках качения сухого трения, в которых используются антифрикционные наполнители.

### Список літератури

1. Дирда В.І. Деталі машин /В.І.Дирда, Ю.М.Овчаренко та ін. - Луганськ: ЛГУ, 2010.- 308 с.
2. Патент України UA 78320 С2.

УДК 631.31

## **ВПЛИВ ПОПЕРЕДНЬОЇ КОРОЗІЇ В ПРОЦЕСІ ЗБЕРІГАННЯ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ ЗНОШУВАННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ**

**К.В. Борак**, канд. техн. наук  
*Житомирський агротехнічний коледж*

Підвищити зносостійкість робочих органів ґрунтообробних машин можливо трьома засобами: конструкційними, технологічними, експлуатаційними [3, 6]. До сьогодні переважну більшість досліджень [1, 2, 3 та ін.] даного напрямку присвячено вивченню конструкційних та технологічних засобів (наприклад, створення нових триботехнічних матеріалів, нанесення зносостійких покриттів на поверхню металу різними методами, оптимізація геометрії деталей, забезпечення самоорганізації вузлів тертя і т.д.). Значно менше уваги приділено вивченню експлуатаційних засобів, незважаючи на те, що за даними В.М. Ткачова [7] вони дозволяють підвищити абразивну зносостійкість деталей машин в 1,5...3 рази.

Тертя об ґрунт поверхонь робочих органів ґрунтообробних машин (РО ГМ) характеризується малими питомими тисками частинок ґрунту на неї та їх сприятливою геометричною формою з відсутністю ріжучих кромки. Завдяки цьому створюються умови, за яких механічного руйнування поверхні тертя відбуватись не може.

В таких умовах дія абразивних частинок викликає інтенсивну мікропластичну деформацію поверхневих шарів, що сприяє виникненню окиснювального зношування. Однак останнє при цьому характеризується виключно високою інтенсивністю, яка набагато перевищує інтенсивність звичайного окиснювального зношування, що виникає при роботі трибоспряжень [5].

Огляд показує, що на поверхні тертя РО ГМ зношується не основний метал, а окисна плівка. Такий високий темп розвитку і протікання окиснювального зношування пояснюється тим, що поверхня тертя працює в хімічно активному середовищі, дотик з яким за одночасного протікання мікропластичних деформацій сприяє інтенсивному утворенню окисних плівок, які мають невисоку механічну міцність і легко руйнуються абразивними частинками.

Протягом року РО ГМ експлуатуються доволі короткий термін, неробочий період складає близько 90% (за даними корпорації «Сварог Вест Груп»). В сільськогосподарському виробництві використовуються такі способи зберігання ґрунтообробних машин: на відкритих майданчиках (з асфальтовим, гравійним, бетонним, ґрунтовим та трав'яним покриттям); під навісом (з бетонним, асфальтованим та гравійним покриттям); в закритих приміщеннях (опалювальні та неопалювальні з бетонним та асфальтовим покриттям). Останній спосіб не набув широкого розповсюдження, оскільки потребує додаткових капіталовкладень.

В процесі зберігання РО ГМ піддаються атмосферній корозії і після відновлення експлуатації таких органів інтенсивність їх зношування зростає. У зв'язку з цим захист від корозії необхідно розглядати як важливий фактор підвищення зносостійкості РО ГМ.

Для дослідження впливу попередньої корозії на інтенсивність зношування М.М. Северньовим [6] розроблено методику і проведено відповідні дослідження на зразках сталі 65Г, сталі 45 та сталі 3 з використанням лабораторної установки за способом «гільза». Абразивним середовищем виступив кварцовий пісок (99% якого були частинки розміром 0,16...0,315 мм). Швидкість обертання шпинделя установки – 240 об/хв., питомий тиск зразка на абразив 0,5 кг/см<sup>2</sup>. Тривалість досліджень 20 місяців. Зразки знімалися для проведення дослідження кожні 4 місяці і зберігалися трьома способами: у закритому приміщенні; у відкритому приміщенні над ґрунтом; на поверхні ґрунту. Дослідження проводилися в умовах Республіки Білорусь. В результаті досліджень отримано залежність інтенсивності абразивного зношування сталей від корозії [6]:

$$J_k = aK^2 + bK + c \quad \text{мг/дм}^2 \quad (1)$$

де  $K$  – величина корозії (г/м<sup>2</sup>);

$a$ ,  $b$  і  $c$  – коефіцієнти, значення яких для різних способів зберігання визначені експериментально.

Незважаючи на велику практичну цінність проведених досліджень, запропонована методика [6] має ряд недоліків:

- дослідження проводилися на сталях, які на сьогодні не використовуються для виробництва РО ГМ (окрім сталі 65Г);
- дослідження проводилися лише в одній кліматичній зоні;
- в процесі досліджень не враховувався вплив способу термічної обробки сталі на інтенсивність корозії;
- при дослідженнях не враховано можливість нанесення захисних покриттів при зберіганні;
- установка за способом «гільза» не відтворює реальні умови зношування РО ГМ.

Зважаючи на вище наведені недоліки, в 2013-2015 роках в Житомирській та Вінницькій областях були проведені дослідження за методикою [8], які підтвердили результати отриманні проф. Северньовим М.М. (про короткочасне підвищення інтенсивності абразивного зношування після попередньої корозії). Результати досліджень дозволили розробити рекомендації по вибору способу зберігання ґрунтообробної та посівної техніки для сільськогосподарських підприємств.

### Список літератури

1. Аулін В.В. Аналіз характеру зношування лез ґрунторіжучих деталей та підвищення їх ресурсу лазерними технологіями / В.В. Аулін, В.М. Бобрицький, Є.К. Солових // Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація с/г машин. – Кіровоград, 2005. – Вип. 35. – С. 153-157.
2. Бойко А.И. Исследование формы естественного износа монометаллических лезвий почвообрабатывающих машин / А.И. Бойко, А.В. Балабуха // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – Кіровоград: КДТУ. – 2000. – Вип. 6. – С.78-82.
3. Бобрицький В.М. Підвищення зносостійкості різальних елементів робочих органів ґрунтообробних машин: дис. канд. тех. наук: 05.02.04 / Бобрицький Віталій Миколайович. – Кіровоград, 2007. – 182 с.
4. Дворук В.І. Методика дослідження впливу способу зберігання на абразивну зносостійкість робочих органів ґрунтообробних машин / В.І. Дворук, К.В. Борак // Міжнародний науковий журнал “Проблеми трибології”. – Хмельницький: ХНУ, 2014. – №1. – С. 14-18.
5. Костецкий Б.И. Сопrotивление изнашиванию деталей машин / Б.И. Костецкий. – М.-К.: Машгиз, 1959. – 476 с.
6. Севернев М.М. Износ деталей сельскохозяйственных машин / М.М. Севернев. – Л.: Колос, 1972. – 288 с.
7. Ткачев В.Н. Работоспособность деталей в условиях абразивного изнашивания / В.Н. Ткачев – М.: Машиностроение, 1995. – 336 с.

## СИЛОВА ХАРАКТЕРИСТИКА ВЗАЄМОДІЇ ДИСКОВОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ З ҐРУНТОМ

С.М. Герук, проф., канд. техн. наук;

К.В. Борак, канд. техн. наук;

В.Г. Руденко, інж.

Житомирський агротехнічний коледж

Аналитичні залежності силової дії на внутрішню і зовнішню поверхні диску визначені С.О. Сидоровим [1]. Дані залежності визначалися для сферичних гладких дисків та, за даними П.С. Нартова [2], перехідні коефіцієнти для визначення навантажень на вирізні сферичні диски суттєво не відрізняються для внутрішньої й зовнішньої поверхні робочих органів (РО) і залежать від кута атаки. Тоді сумарне навантаження, що діє на внутрішню сторону диска, може бути визначене формулою:

$$\begin{aligned}
 P_{\Sigma} = K_0 \times S_a \sin \alpha + P_F = (T_{cp} \times A_1 \times A_2 \times A_3) \times \left( \arctg \left[ \frac{\sqrt{a \cdot (D-a)}}{(D/2-a)} \right] \times \frac{D^2}{4} - [a(D-a)] \times \left( \frac{D}{2-a} \right) \right) \times \\
 \times \sin \alpha + \left( \frac{2S_a \gamma_{об}}{g} \right) \sin \alpha \times v^2 \sin \left( \frac{\beta}{2} \right) \times (1 + 0,25 \sin \beta \times v) = (T_{cp} \times (0,04 + f \left( \frac{V}{D} \right) \times 0,9^{m_{кр}-m} \times \\
 \times [1,2 + 0,08 \cdot (m_{кр} - m) + 0,02(m_{кр} - m)^2] \times (1,15 - 3,0 \cdot 10^{-2} T + 3,0 \cdot 10^{-4} T^2) \times \left( \arctg \left[ \frac{\sqrt{a \cdot (D-a)}}{(D/2-a)} \right] \times \right. \\
 \left. \times \frac{D^2}{4} - [a(D-a)] \times \left( \frac{D}{2-a} \right) \right) \times \sin \alpha + \left( \frac{2S_a \gamma_{об}}{g} \right) \sin \alpha \times v^2 \sin \left( \frac{\beta}{2} \right) \times (1 + 0,25 \sin \beta \times v)
 \end{aligned} \quad (1)$$

де  $K_0$  – питомий опір;  $S_a$  – площа поперечного перерізу, зануреної в ґрунт частини диска, см<sup>2</sup>;  $P_F$ , – рівнодіюча та зрівноважена сила динамічного тиску та підпирання ґрунту;  $T_{cp}$ ,  $T$  – середня та абсолютна твердість ґрунту кг/см<sup>2</sup>;  $A_1$  – коефіцієнт пропорційності, що враховує відношення граничних нормальних напружень при стисненні з обмеженим боковим розширенням;  $A_2$  – коефіцієнт пропорційності, що враховує вплив перекриття дисків;  $A_3$  – коефіцієнт пропорційності, що враховує безпосередній вплив величини твердості ґрунту на питомий опір;  $D$  – зовнішній діаметр, см;  $a$  – глибина обробітку, см;  $\beta$  – кут кришіння, градус;  $f_a$  – величина вигину сфери диска на глибині “ $a$ ”, см;  $\gamma_{об}$  – об’ємна вага ґрунту, кг/м<sup>3</sup>;  $V$  – об’єм зануреної в ґрунт частини диску, см<sup>3</sup>; 0,004 – коефіцієнт, см<sup>-2</sup>;  $f^1$  – емпіричний коефіцієнт, який враховує сумісний вплив дії “затилку”;  $K_{ср}$  – коефіцієнт, що враховує збільшення тиску за рахунок вивантаження ґрунту при збільшенні швидкості обробітку;  $m$  – відстань між дисками, см.  $m_{кр}$  – критична відстань між дисками при якій не виконуються вимоги агротехнічних вимог до обробітку ґрунту, см.

Навантаження, що діє на зовнішній сторону диска, складається з двох складових і може бути визначено із залежності:

$$\begin{aligned}
 H_{\Sigma} = H_{л} + H_{з} = k_{л} \times l_{эф} \times b_{эф} + \frac{1}{g} (b_{эф} \times l_{эф} \times v^2 \times \cos^2 \alpha \times \gamma_{об}) + \\
 + k_{л} \times l_{кр} \times b_{эф} + \frac{1}{g} (b_{эф} \times l_{кр} \times v^2 \cos^2 \alpha \times \gamma_{об})
 \end{aligned} \quad (2.2)$$

де  $H_l$  – опір деформації занурення леза;  $H_z$  – опір від дії затилкової фаски диска;  $k_l$  – коефіцієнт питомого опору поверхні леза дискового РО;  $l_{ef}$  – ефективна довжина леза, см;  $b_{ef}$  – ефектична товщина леза, см;  $l_{кр}$  – довжина дуги леза, що відповідає початку (кінцю) дії затилку загострювання диска, см.

Аналіз формули (2) свідчить, що в ній не враховано ймовірної можливості виникнення додаткових навантажень ( $\Delta H$ ) на крайці леза від динамічної взаємодії (удару) з твердими включеннями в ґрунті. Отже, у процесі роботи РО дискових ґрунтообробних знарядь (ДГЗ) неминуче виникнення співудару з абразивними частинками, а відповідно, можливе виникнення ударно-абразивного зношування.

Для запобігання обломлювання крайки леза необхідно брати до уваги цю ймовірність:

$$P(\Delta H) = m/W, \quad (3)$$

де  $m$  – кількість взаємодій із камінням при певному напрацюванні  $W$ , шт./га;  $W$  – напрацювання, га.

В свою чергу величина  $\Delta H$  залежить від багатьох факторів:

$$\Delta H = \{m_1, m_2, v_a, k_e\}, \quad (4)$$

$k_B$  – коефіцієнт відновлення, для пружних тіл  $k_B = 1$ , для пластичних  $k_B = 0$ ;  $m_1$  – приведена маса РО;  $m_2$  – маса ґрунту, каміння та ін.;  $v_a$  – швидкість співудару (у нашому випадку швидкість переміщення РО у ґрунті).

Наведені аналітичні вирази (1-2) для визначення сумарної сили, що діють на зовнішню і внутрішню робочі поверхні РО, але як уже зазначалося, формула (2) не враховує ймовірної можливості виникнення додаткових навантажень ( $\Delta H$ ) на крайці леза від динамічної взаємодії (удару) з твердими включеннями в ґрунті.

В роботі [3] встановлено, що навіть при роботі на швидкостях 2...3 м/с взаємодію РО ґрунтообробних машин можна розглядати з позиції ударного процесу. Оскільки сучасні ДГЗ рухаються зі швидкістю до 5 м/с, то при роботі ДГЗ на такій робочій швидкості і динамічній дії на ґрунт процес зношування може змінюватися на ударно-абразивне та ударно-втомлювальне.

Силу удару від взаємодії РО з ґрунтом [172] можна визначити за формулою:

$$\Delta H t = (1 + k_B) \frac{m_1 \times m_2}{m_1 + m_2} \times v_a, \quad (5)$$

Якщо ймовірність виникнення ударного навантаження позначити  $P(\Delta H)$ , тоді на напівсегменті (0;1) спостерігається нормально розподілена випадкова величина  $\theta$  зі значеннями ймовірності  $\xi$ , а сумарну силову дію на зовнішню поверхню РО можна визначити залежністю:

$$H_{сум} = H + \Delta H \times \frac{1 - \text{sign}(\xi - P(\Delta H))}{2} \times \text{sign}|\xi - P(\Delta H)|. \quad (6)$$

Зазначимо, що виникнення ударного навантаження  $P(\Delta H)$  в основному залежить від кам'янистості ґрунтів та наявності інших твердих включень у ґрунті.

### Список літератури

- 1 Сидоров С.А. Обоснование эффективных способов повышения работоспособности и износостойкости сферических дисков почвообрабатывающих машин: дис. канд. техн. наук. 05.20.04 / Сидоров Сергей Алексеевич. – М., 1996. - 320 с.
2. Нартов П.С. Дисковые почвообрабатывающие орудия / П.С. Нартов. – Воронеж: ВГУ, 1972. – 184 с.
3. Тягово-приводные комбинированные почвообрабатывающие машины. Теория, расчет результаты испытаний / [ Ветохин В.И., Панов И.М., Шмонин В.А., Юзбашев В.А.]. – К.: Феникс, 2009. – 294 с.

## **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДИСПЕРСНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ НА УРОВЕНЬ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СТАЛИ 65Г ПОСЛЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ**

**В.М. Власовец**, проф., д-р техн. наук

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П.Василенка*

**А.А. Водка**, канд. техн. наук

*Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»*

**В.Н. Заец**, асп.

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П.Василенка*

Повышение эффективности использования сельскохозяйственной техники невозможно без увеличения долговечности ответственных деталей. Одним из основных направлений такого увеличения является обеспечение рационального структурно-фазового состояния материала для заданных условий эксплуатации детали. Несмотря на широкий спектр используемых в сельскохозяйственном машиностроении сталей и сплавов наибольшее распространение получили углеродистые стали, в частности сталь 65Г. Данная сталь используется преимущественно в термически обработанном состоянии (закалка, с последующим низким или средним отпуском) и сочетает в себе высокий комплекс механических свойств и низкую себестоимость. При производстве деталей из этой стали в её структуре зачастую встречаются включения карбидной фазы, неметаллических включений различных размеров и дисперсности, которые существенно влияют на долговечность деталей. Несмотря на значительное количество публикаций по применению данной стали, ряд вопросов, в частности распределение остаточных напряжений, упругих и пластических деформаций, создаваемых включениями при термической обработке стали и влияющих впоследствии на долговечность детали остается недостаточно исследованным.

Согласно проведенным нами исследованиям в стали присутствует значительное количество частиц дисперсных фаз – карбиды железа, неметаллические включения (в т.ч. оксиды), некогерентно связанные с матрицей и имеющие больше угловую межфазную границу раздела. Для стали 65Г эффект повышения прочности за счет выделения дисперсных частиц карбидов при отпуске после закалки не превышает по абсолютной величине эффекта разупрочнения твердого раствора при старении. Поэтому дисперсионного упрочнения не происходит и пик вторичной твердости отсутствует. Основным резервом, обеспечивающим высокий уровень прочности стали после закалки и отпуска, является управление количеством и распределением в матрице дисперсных фаз.

Выполненные оценки напряженно-деформированного состояния вокруг включений традиционным аналитическим методом Ласло и с помощью метода конечных элементов с использованием программного комплекса ANSYS позволили получить не только кривые распределения и эпюры напряжений, упругих и пластических деформаций характерных для структуры стали после термической обработки, но и определить ограничения использования традиционного метода в решении подобного рода задач.

Установлено, что при охлаждении металла, содержащего карбидную фазу глобулярной формы размером 2 мкм вследствие фазовых превращений формируются остаточные напряжения (40 – 130 МПа) протяженностью до 5 диаметров (10 мкм), которые способствуют незначительным локальным упругим деформациям до 0,006 мкм. Кроме того, формируется поле остаточных пластических деформаций протяженностью до 3,5 диаметров карбидной фазы (8 мкм) с зонами деформационного упрочнения, в которой величина наклепа может достигать 250%. Максимальный уровень остаточных напряжений в

карбидной фазе 1100-1200 МПа, что может привести к появлению сетки микротрещин в процессе охлаждения металла, и выкрашиванию в процессе эксплуатации.

В результате выполненных исследований установлено, что при моделируемом цикле охлаждения основной уровень напряжений сосредоточен в наименее пластичной составляющей – карбидной фазе  $Me_3C$  (уровень остаточных напряжений достигает 1100-1200 МПа), что будет существенно влиять на долговечность материала в эксплуатации.

УДК 62-93:681.5

## **ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ ПРИ ВОРОЩУВАННІ ПРОДУКЦІЇ ЗАХИЩЕНОГО ГРУНТУ**

**В.М. Савченко**, доц., канд. техн. наук;

**С.В. Міненко**, канд. техн. наук;

**В.В. Крот**, асп.

*Житомирський національний агроекологічний університет*

Для визначення основних показників надійності автоматизованих систем керування мікрокліматом, випробовувались системи охолодження та підвищення вологості повітря в теплицях, що встановлені на підприємствах України та республіка Молдова. Загальна кількість систем за якими проводились спостереження складала 31 система, середній наробіток систем склав – 1600 год кожна.

Виходячи з аналітичних досліджень під відмовою розумілось втрата робоздатності системи з технічних причин, тобто система не виконувала функції, що покладені на неї. Згідно результатів спостережень основними відмовами системи були:

1. Відмова блоку керування головним насосом високого тиску;
2. Відмова електродвигуна;
3. Відмова насоса високого тиску;
4. Відмова електромагнітного клапана;
5. Відмова запобіжного клапана;
6. Відмова форсунки впорскування;
7. Відмова блоків керування відділеннями;
8. Відмова датчиків вологості та температури.

Під час проведення спостережень було виявлена наступна кількість відмов систем на протязі 1600 годин їх експлуатації (рис.1).



Рисунок –1. Кількість відмов системи підвищення вологості при напрацюванні в 1600 годин

Всі відмови відповідно до аналітичних досліджень всі відмови поділяються на відмови трьох підсистем:

1. головний насос високого тиску (електродвигун та насос високого тиску);
2. блоку керування головним насосом високого тиску;
3. виконавчі органи системи (форсунки, датчики, клапани, блоки керування відділень).

Після проведення спостережень нами було проведено розрахунок основних показників надійності, зокрема інтенсивності відмов за кожною підсистемою. Звичайно, загальна інтенсивність відмов системи не враховує як змінюються надійність системи з часом, тобто в даному випадку не враховано залежність кількості відмов від напрацювання (рис.2 та рис.3.)

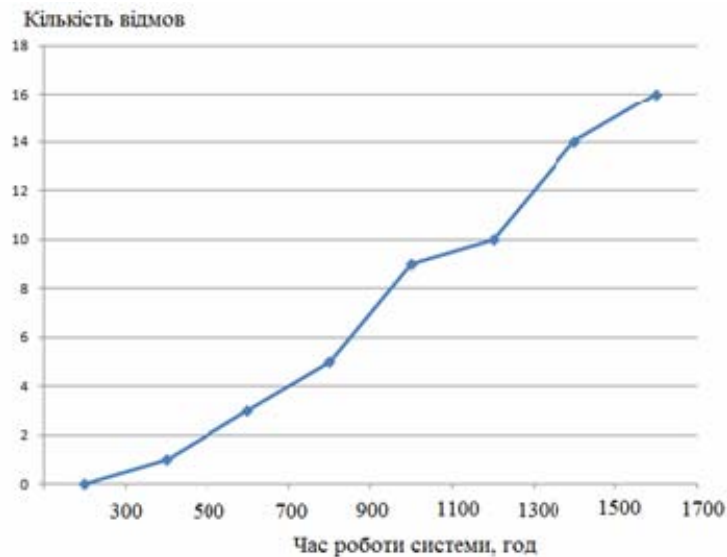


Рисунок – 2. Кількість відмов, що відбувалася зі зміною напрацювання

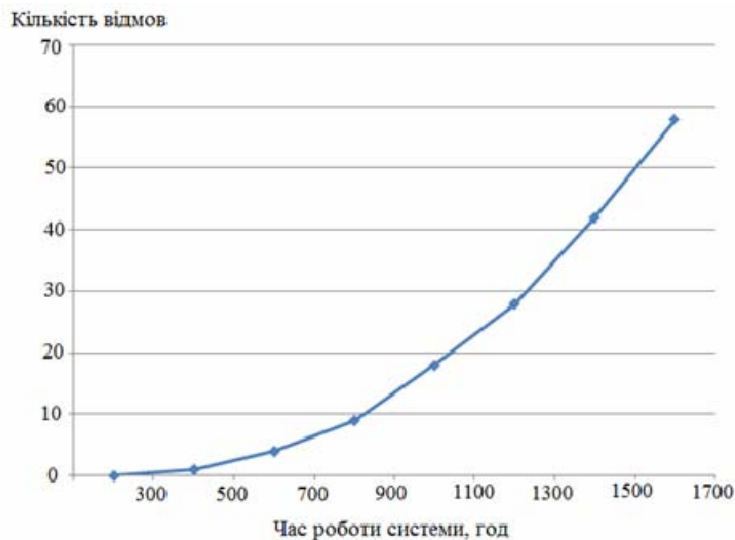


Рисунок – 3. Динаміка накопичення відмов систем залежно від напрацювання

Згідно даних про проведення хронометражу робочого місяця для обґрунтування ступеня надійності вищезазначених систем необхідно визначити інтенсивності відновлення відмов, ймовірності безвідмовної роботи та коефіцієнту готовності даної технологічної системи. А також обґрунтувати їх вплив на якість та собівартість продукції, що виробляється в умовах захищеного ґрунту.



## РОЗРОБКА ТА ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПНЕВМАТИЧНОГО ОЧИЩУВАЧА ЗЕРНА З ЗАМКНЕНОЮ ЦИРКУЛЯЦІЄЮ ПОВІТРЯ

В.В. Онопа, асп.

Кіровоградський національний технічний університет

В Україні виникла об'єктивна необхідність повернення втраченого за роки кризи іміджу однієї з провідних країн практичної екологізації, як визначальної складової світової стратегії стійкого сільського господарства.

Така потреба мотивується державним курсом на інтеграцію в ЄС, вступом до СОТ та доцільністю входження України у світовий та Європейський ринки продуктів рослинництва і тваринництва, що виробляються за екологічними технологіями.

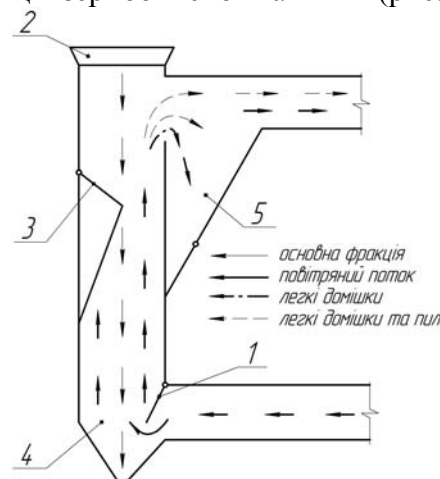
Разом з тим в сучасних господарствах які займаються вирощуванням та переробкою зернової продукції до цих пір використовують застарілу та неекологічну [1] зерноочисну техніку.

На сьогоднішній день для очищення і сортування зерна використовуються різні зерноочисні машини, технологічний процес роботи яких здатний забезпечувати встановлені стандартом кондиції по чистоті зернового матеріалу.

В основу роботи більшості існуючих зерноочисних машин покладено сепарацію зернового матеріалу повітряним потоком [2] із замкненим або із розімкненим циклом циркуляції повітряного потоку. В системах із замкненим циклом повітряного потоку циркулює один і той-же об'єм повітря, що дозволяє значно зменшити потрапляння пилу в навколишнє середовище. Поступове накопичення в робочому повітряному потоці легких домішок і пилу може призводити до втрати робочих властивостей повітряного потоку.

Отже метою даної роботи є розробка та обґрунтування конструкції пневматичного очищувача зерна з замкненою циркуляцією повітря.

Оскільки з точки зору екологічності зерноочисні машини з замкненим циклом мають більші перспективи до подальшого вдосконалення. То для подальшого дослідження нами була розроблена нова конструкція зерноочисної машини (рис. 1).



1 – дозатор повітря; 2 – горловина для завантаження основної фракції; 3 – розподільник потоків; 4 – осадова камера; 5 – осадова камера легких домішок.

Рисунок – 1. Пневматичний очищувач зерна з замкненою циркуляцією повітря

Запропонована конструкція пневматичного очищення зерна складається із каналу в якому розміщений дозатор повітря 1, завантажувальної горловини 2, розподільника повітря 3, осадової камери 4 та осадової камери легких домішок 5.

Пневматичний очищувач зерна працює наступним чином: повітря нагнітається вентилятором і через основний канал подається до місця зустрічі із зерновим ворохом, величина повітряного потоку регулюється дозатором повітря 1. Через завантажувальну горловину подається зерновий ворох і зустрічається із повітряним потоком. Розподільником повітря 3 регулюється ступінь очистки. Після зустрічі повітряного потоку із зерною сумішшю в осадовій камері збирається очищене зерно, а під дією повітряного потоку в осадовій камері легких домішок 5 осідають пил та мілка фракція. Під дією повітряного потоку частина пилу рухається далі та після фільтрування очищене повітря повертається по замкненому контуру назад в основний канал для подальшої очистки.

В результаті проведеної роботи було з'ясовано, що найбільш перспективним напрямком удосконалення зерноочисних пневматичних машин є машини із замкненим циклом роботи. На основі виявлених недоліків існуючих машин нами була запропонована нова конструкція зерноочисної машини, яка має просту конструкцію та після доопрацювання заходів для очистки пилу є більш екологічно чистою ніж аналоги. Та забезпечує потрібний ступінь очистки зернового вороху при менших витратах на обслуговування та експлуатацію.

### **Список літератури**

1. Родионов А.И. Технологические процессы экологической безопасности / Родионов А.И., Клушин В.Н., Систер В.Г. - Калуга: Изд-во Н. Бочкаревой, 2000 – 372 с.
2. Малис А.Я. Машины для очистки зерна воздушным потоком / Малис А.Я., Демидов А.Р. – М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1962 – 335 с.

УДК 621.867.42

## ***РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПИТОМИХ ЕНЕРГОВИТРАТ ТРАНСПОРТУВАННЯ ЗЕРНА ГВИНТОВИМ КОНВЕЄРОМ***

**Р.С. Грудовий**, канд. техн. наук  
*Житомирський національний агроекологічний університет*

Питання підвищення ефективності роботи гвинтових конвеєрів є важливим з точки зору їх масового використання у різних галузях сільського господарства. Тому питання зменшення питомих енерговитрат при транспортуванні різних сипких матеріалів є актуальне і має важливе народногосподарське значення.

Для вирішення цієї задачі запропоновано гіпотезу зменшення питомих енерговитрат під час транспортування сипких і насінневих сільськогосподарських матеріалів. Ідея полягає в тому, що рівномірне збільшення міжвиткового простору шнека в напрямку руху зерна шляхом поступового збільшення кроку між витками та за рахунок зміни конструкції приводного вала, в якого зовнішній діаметр зменшується в напрямку руху вантажу дозволить зменшити питомі енерговитрати під час транспортування сипких і насінневих матеріалів.

Метою випробовування дослідного зразка гвинтового конвеєра було встановлення впливу зміни величини кроку шнека по його довжині на рух сипких матеріалів та на питомі енерговитрати і порівняння з транспортуванням сипких матеріалів гвинтовим робочим органом таких же параметрів, але з постійним кроком.

Для визначення впливу конструктивних і кінематичних параметрів (незалежних факторів  $x_i$ ) гвинтового конвеєра на його питомі енерговитрати під час транспортування пшениці та ячменю (параметр оптимізації  $w$ ) проведено повнофакторний експеримент, тобто

визначення величини питомих енерговитрат транспортування зерна від зміни трьох основних факторів: від приросту кроку шнека на одному витку  $\Delta T$ , кута нахилу конвеєра  $\gamma$  та частоти обертання шнека  $n$ , тобто  $w=f(\Delta T, \gamma, n)$ .

Оброблення отриманих експериментальних даних проведено з використанням загальновідомих методик регресійного аналізу. Для отримання регресійних моделей параметрів оптимізації, вибирали відповідний план повнофакторного експерименту.

За результатами розрахунків, які проводили за допомогою пакету прикладних статистичних програм оброблення та аналізу результатів експериментальних досліджень для ПК, будували поверхні відгуку параметра оптимізації та двомірний переріз поверхонь відгуку. питомих енерговитрат  $w$  як функцію від двох змінних факторів  $x_{i(1,2)}$  за постійного незмінного рівня відповідного третього фактора  $x_{i(3)} = const$ .

Питомі енерговитрати конвеєра визначено за формулою:

$$w = \frac{N}{QL} \quad (1)$$

Довжина робочої частини шнека складала  $L=1,5$ м.

Отримані значення коефіцієнтів рівняння регресії зведено у табл. 1.

Таблиця 1.

Значення коефіцієнтів рівнянь регресії

Коеф.	$b_0$	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_{12}$	$b_{13}$	$b_{23}$	$b_{11}$	$b_{22}$	$b_{33}$
Пшениця	0,018	-0,00096	0,0096	0,018	-0,00041	-0,00099	0,0054	0,00056	-0,0008	0,0085
Ячмінь	0,019	-0,001	0,01	0,019	-0,00043	-0,001	0,0056	0,00059	-0,00084	0,0089

Загальний вигляд рівняння регресії питомих енерговитрат гвинтового конвеєра залежно від зміни приросту кроку шнека на одному витку  $\Delta T$ , кута нахилу конвеєра  $\gamma$  та частоти обертання шнека  $n$ , тобто  $w_{(x_1, x_2, x_3)} = f(\Delta T, \gamma, n)$  за результатами проведених ПФЕ 3<sup>3</sup> у кодованих величинах дорівнює:

- для транспортування пшениці

$$w_{(x_1, x_2, x_3)} = 0,018 - 0,00096x_1 + 0,0096x_2 + 0,018x_3 - 0,00041x_1x_2 - 0,00099x_1x_3 + 0,0054x_2x_3 + 0,00056x_1^2 - 0,0008x_2^2 + 0,0085x_3^2, \quad (2)$$

- для транспортування ячменю

$$w_{(x_1, x_2, x_3)} = 0,019 - 0,001x_1 + 0,01x_2 + 0,019x_3 - 0,00043x_1x_2 - 0,001x_1x_3 + 0,0056x_2x_3 + 0,00059x_1^2 - 0,00084x_2^2 + 0,0089x_3^2, \quad (3)$$

де  $x_1$  - кодоване значення приросту кроку шнека на одному витку;  $x_2$  - кодоване значення кута нахилу конвеєра;  $x_3$  - кодоване значення частоти обертання шнека.

У натуральних величинах (координатах) рівняння регресії (2, 3) після перетворення та спрощення виразів прийнято в кінцевому вигляді:

- для транспортування пшениці

$$w_{(\Delta T, \gamma, n)} = 1,314 \cdot 10^{-2} - 0,652\Delta T - 9,978 \cdot 10^{-5} \gamma - 1,23 \cdot 10^{-4} n - 1,36 \cdot 10^{-2} \Delta T \gamma - 3,3 \cdot 10^{-3} \Delta T n + 2,378 \cdot 10^{-6} \gamma n + 140,5\Delta T^2 + 3,556 \cdot 10^{-6} \gamma^2 + 3,769 \cdot 10^{-7} n^2, \quad (4)$$

- для транспортування ячменю

$$w_{(\Delta T, \gamma, n)} = 1,39 \cdot 10^{-2} - 0,68\Delta T - 1,109 \cdot 10^{-4} \gamma - 1,29 \cdot 10^{-4} n - 1,43 \cdot 10^{-2} \Delta T \gamma - 3,47 \cdot 10^{-3} \Delta T n + 2,49 \cdot 10^{-6} \gamma n + 147,5\Delta T^2 + 3,74 \cdot 10^{-6} \gamma^2 + 3,96 \cdot 10^{-7} n^2. \quad (4)$$

Отримані рівняння регресії (2-5) можуть бути використані для визначення питомих енерговитрат  $w$  гвинтового конвеєра залежно від приросту кроку шнека на одному витку  $\Delta T$ , кута нахилу конвеєра  $\gamma$  та частоти обертання шнека  $n$  при транспортуванні пшениці і ячменю у таких межах зміни вхідних факторів:

$$0,003 \leq \Delta T \leq 0,007 \text{ (м)}; 15 \leq \gamma \leq 45 \text{ (град)}; 100 \leq n \leq 400 \text{ (об/хв)}.$$

Аналіз отриманих даних показує, що із збільшенням кута нахилу гвинтового конвеєра величина питомих енерговитрат зростає, при чому найбільші витрати досягають величини 0,05 кВт·год/т·м. Збільшення величини приросту кроку шнека від 0,003м до 0,007м призводить до зменшення питомих енерговитрат від 5 до 10%. При цьому збільшення кута нахилу конвеєра від 15 до 45 град. надає приросту питомих енерговитрат від 20 до 50%. Тому збільшення величини приросту кроку шнека є доцільним способом збереження питомих енерговитрат.

УДК 631.17.002.5

## **АНАЛІЗ МЕТОДІВ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ МЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ**

**Р.В. Антощенко**, доц., канд. техн. наук

*Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка*

Задачі чисельного моделювання динаміки довільних механічних систем в теперішній час мають найважливіше значення в багатьох областях техніки, таких як автомобілебудування, авіація, ракетно-космічна техніка, машинобудування, робототехніка, верстатобудування, сільському господарстві та ін.

Історично всілякі методи вирішення динамічних задач ділилися на два основних класу: чисельні методи механіки суцільного середовища і методи моделювання багато компонентних механічних систем. Характерним представником першого класу є метод кінцевих елементів, в основному використовується для розрахунку всіляких деформованих конструкцій. Рівняння динаміки в рамках цього класу методів спочатку будуються на основі статичних, геометричних і фізичних співвідношень теорії пружності. Методи другого класу класично розглядають довільну механічну систему, як багатокомпонентну систему абсолютно твердих тіл, пов'язаних силовими елементами і шарнірами. Рівняння руху виходять з узагальнених рівнянь Ньютона-Ейлера або рівнянь Лагранжа.

Рівняння Лагранжа 1-го роду являють собою диференціальні рівняння руху механічної системи, які дані в проєкціях на прямокутні координатні осі та містять так звані множники Лагранжа, отримані Ж. Лагранжем в 1788 р.

Дослідження машинно-тракторних агрегатів та їх складових елементів пов'язано з дослідженнями динаміки. При дослідженнях динаміки машинно-тракторних агрегатів або їх елементів використовують динамічні моделі із зосередженими масами, з використанням систем звичайних диференціальних рівнянь. Тому при дослідженнях динамічних моделей з великою кількістю узагальнюючих координат найчастіше використовують рівняння Лагранжа I-го роду. Структурними елементами такої моделі є зосереджені маси, пружні, дисипативні та без інерційні з'єднання.

Останнім часом межа між двома методологіями побудови рівнянь динаміки за допомогою рівнянь Ньютона-Ейлера або рівнянь Лагранжа, все більше розмивається внаслідок серйозного взаємного проникнення використовуваних підходів. Зокрема, динаміку багатокомпонентних механічних систем можна представити, як систему пов'язаних твердих і пружних тіл. Рівняння динаміки деформованих тіл в складі системи виходять на основі застосування загальних принципів формування рівнянь пов'язаних абсолютно твердих тіл до моделей пружних тіл, побудованим на базі методів механіки суцільного середовища. При цьому повний набір рівнянь довільній механічній системі включає рівняння динаміки – звичайні диференціальні рівняння другого порядку та рівняння зв'язків. Інтегрування цієї системи може проводитися будь-якими стандартними, широко відомими чисельними методами.

Моделювання реальних механічних систем нерідко призводить до жорстких задач. Жорсткість іноді виникає і в задачах розрахунку систем твердих тіл, однак набагато частіше вона проявляється при моделюванні проектів, що містять деформовані тіла. З однієї сторони, жорсткість таких задач обумовлюється високими власними частотами самих пружних конструкцій. З іншого боку, і сама структура проекту з деформуються тілами веде до підвищення жорсткості. Основне практичне наслідок явища жорсткості складається в тому, що при використанні явних методів інтегрування допустимий крок розрахунку обмежується вкрай малим значенням, що робить недоцільним використання цих методів при вирішенні подібних задач. Стандартні неявні методи інтегрування (типу Рунге-Кутта та інших) не мають обмежень на значення кроку і з успіхом застосовуються для розрахунку динамічної поведінки жорстких систем. При цьому диференціальні рівняння другого порядку (рівняння динаміки) зводяться до системи рівнянь першого порядку, яка і інтегрується загальними методами.

Використання обчислювальних машин дозволило досліджувати динаміку багатоелементних машин набором твердих тіл. Для цього методу розроблено широке коло методів та алгоритмів моделювання. Формалізм рухливої системи координат дозволив врахувати довільний рух систему відліку, зв'язаною з пружним тілом. Цей підхід відповідно також отримав широке застосування.

Інкрементний метод кінцевих елементів має недолік через використання малих кутів повороту у якості вузлових переміщень та призводить до лінеаризованих кінематичних відношень.

Таблиця. Аналіз методів побудови та рішення рівнянь динаміки

Метод	Механічні системи			Електричні системи	Результат обчислення		
	голомомні	неголомомні	із замкнутими контурами		Замкнуті системи диф. рівнянь	Рекурентні рівняння	Чисельні
Лагранжу	+	-	+	+	+	-	-
Модифікований метод Лагранжу	+	-	-	+	+	-	-
Ейлеру	+	-	-	-	-	+	-
Гауса	+	+	+	-	-	-	+
Зв'язаних графів	+	+	+	+	+	-	-

Використання кінцевих кутів повороту в якості вузлових координат дозволяє вирішити проблему великих переміщень. Наведені методології відрізняються нелінійністю членів, що входять до рівнянь динаміки.

Можна відокремити п'ять методів формування рівнянь динаміки багатоелементних машин: метод Лагранжу, що базується на рівняннях Лагранжу II-роду та опису кінематики системи матрицями; модифікований метод Лагранжу, що оснований на рівняннях Лагранжу та рекурентному описі кінематики механічної системи; метод Ейлеру, що базується на використанні другого закону динаміки та принципу Даламберу; метод Гауса, що базується на принципі найменшого примушення; метод зв'язних графів. Результати порівняльного аналізу

методів дослідження динаміки наведені у таблиці.

Таким чином, найбільше поширення для дослідження динаміки машинно-тракторних агрегатів отримав метод рівнянь Лагранжу 2-го роду. Для дослідження динаміки окремих машин за другим законом використовують рівняння сформовані за принципом Даламберу. Методи, що проаналізовані в даній роботі не підходять для дослідження багатоеlementних машинно-тракторних агрегатів.

УДК 631.3.678

## **ДО ПИТАННЯ ВПЛИВУ ВОЛОГИ НА ДЕЯКІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВУГЛЕПЛАСТИКІВ**

**О.Д. Деркач**, доц., канд. техн. наук;  
**Д.О. Макаренко**, асп.

*Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет*

Застосування у конструкціях машин і механізмів різноманітного призначення конструкційних пластиків, зокрема, вуглепластиків, дозволяє значно підвищити технічний рівень виробів та вирішити багато конструкційно-технологічних проблем сільськогосподарського машинобудування [1-3]. Наприклад, нами розроблена та впроваджена технологія модернізації вузлів рухомих з'єднань посівного комплексу «Агро-Союз Turbosem II 19-60» вуглепластиками на основі аліфатичних поліамідів, що дозволило зменшити затрати праці при технічному обслуговуванні до 25 % та підвищити темп робіт до 10 % за якісного виконання всіх агротехнічних вимог та регламентів.

Однак впровадження деталей, виготовлених з вуглепластиків на основі поліамідів, вимагає проведення додаткових досліджень з визначення впливу довкілля на їх властивості. Це необхідно, наприклад, для встановлення періодичності обслуговування (якщо таке передбачається), ресурсу деталі тощо.

Основним недоліком вуглепластика, що розглядався є його гігроскопічність. Сільськогосподарська техніка зазвичай зберігається на відкритих майданчиках або під навісами, як наслідок запобігти впливу вологи на складові частини машин повністю неможливо.

Тому, метою роботи є дослідження впливу гігроскопічності вуглепластику марки УПА-6-30 на фізико-механічні властивості.

Для проведення досліджень методом лиття під тиском виготовлено зразки (діаметром 10 і висотою 15 мм) з вказаного вуглепластика на вертикально-гідравлічному шприц-пресі ПЛ-32.

Оптимальний режим виготовлення обґрунтований в [4].

Загальна кількість виготовлених зразків – 20 шт. Після припинення основних процесів усадки половину з них були повністю занурені у воду на 24 год. Інша група зразків (еталон) зберігались на повітрі за кімнатних умов, як передбачає оптимальна технологія.

Через 72 години – після припинення остаточних явищ усадки, проведено випробування міцнісних властивостей зразків на розривній гідравлічній машині FP 100/1.

Методика випробування була наступна:

- шкала навантаження – 20 кН;
- швидкість руху траверси – 0,207 мм/хв.;
- швидкість руху діаграмної стрічки – 10 мм/хв.

Результати випробувань (табл. 1) показали, що наявність вологи в зразках призводить до зменшення границі міцності при стисканні  $\sigma$  та модуля пружності  $E$  на 5,64 % та 14,67 % відповідно. Відповідно, зміна цих показників може призвести до скорочення ресурсу деталі, зниження витримки пікових навантажень тощо.

Зміна показників зразків

Показник	Еталонні	Витримані у воді
$\sigma$ , МПа	134,7	127,1
E, МПа	1883,1	1606,9

Для більш повної оцінки характеристик матеріалу проведено випробовування трибо логічних властивостей на машині тертя СМЦ-2.

Режим випробування наступний:

- лінійна швидкість ковзання – 0,785 м/с;
- контртіло – диск, виготовлений зі сталі 45, термообробленої до 42...45 HRC, шорсткістю Ra = 0,32 мкм, діаметром 0,05 м;
- питоми тиск на зразок – 1,0 МПа.

Результати досліджень виявили, що коефіцієнти тертя досліджуваних зразків відрізняються не значно та знаходяться в межах похибки вимірювання і складають 0,22...0,24.

Виходячи з приведених результатів, можна стверджувати про погіршення фізико-механічних властивостей матеріалу при контакті з водним середовищем. У зв'язку з цим необхідно враховувати вплив навколишнього середовища на властивості деталей, виготовлених з аліфатичних поліамідів та вуглепластиків на їх основі.

### Список літератури

1. Деркач О.Д., Буря О.І. Підвищення технічного рівня електро-, автомобільного транспорту та сільськогосподарської техніки за рахунок використання нових матеріалів. Наукові рекомендації: Дніпропетровськ: ДДАУ. – 2011. – 71 с.
2. Деркач О.Д. До питання створення широкозахватних посівних комплексів з підвищеним ресурсом рухомих з'єднань / О.Д. Деркач, М.М. Науменко, Д.О. Макаренко [та ін.].
3. Derkach A. The use of carbon plastics in wide-sowing machines / A. Derkach, D. Makarenko, N. Naumenko // Agricultural machinery. – 2015. V. 1. – P. 82-85. <http://www.agrimachinery.net/proceedings.html>.
4. Деркач О.Д. Обґрунтування параметрів оберткових елементів робочих органів зернозбиральних комбайнів: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.05.11 / Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя – Тернопіль, 2006. – 20с.

УДК. 521.787.044

## **ПРО ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНИХ ПОЛІМЕРОМЕТАЛЕВИХ МІДНИХ ПОКРИТТІВ У РЕМОНТНОМУ ВИРОБНИЦТВІ.**

**Є.К.Солових**, проф., д-р техн. наук;  
**А.Є.Солових**, доц., канд. техн. наук;  
**С.Є.Катеринич**, доц., канд. техн. наук;  
**А.С. Єрмолаєв**, студент

*Кіровоградський національний технічний університет*

У сучасному ремонтному виробництві застосовують композиційні електролітичні покриття (КЕП), що є металевою матрицею з відносно рівномірно розподіленими в ній дисперсними частинами наповнювача. Комбінаціями різноманітних матеріалів матриць і дисперсної фази вдається не лише отримувати велику кількість різних типів КЕП, але і цілеспрямовано змінювати властивості композитів відповідно до заданих умов експлуатації [1, 2].



Особливий інтерес в області відновлення і зміцнення поверхонь деталей машин викликають КЕП триботехнічного призначення, тобто зносостійкі і антифрикційні покриття [3]. З цієї точки зору значущим є нанесення композиційних електролітичних покриттів, матрицею в яких є мідь, і які відрізняються підвищеною теплопровідністю, а в якості другої фази служать дрібнодисперсні порошки полімерів, що мають високі антифрикційні властивості [4, 5].

На підставі результатів проведених досліджень, для відновлення бронзових деталей тракторів, автомобілів та сільськогосподарських машин прогресивним способом нанесення електролітичних полімерометалевих покриттів на основі міді (ЕПМП) можливо рекомендувати наступний склад електроліту і режими осадження :

- $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  - 200...250 кг/м<sup>3</sup>;
- $\text{H}_2\text{SO}_4$  50...70 кг/м<sup>3</sup>
- рН 0,6...1,0;
- порошок пластмаси (фенілон або капрон) - 30...40 кг/м<sup>3</sup>;
- щільність струму 8...10 кА/м<sup>2</sup>
- температура - 293...313 К;
- повітряне перемішування з інтенсивністю, що забезпечує підтримку частинок в зваженому стані.

ЕПМП на основі міді можливо наносити на будь-які деталі, як на зовнішню (для прискорення переробки), так і внутрішню (при відновленні втулок) поверхні. Найдоцільніше такі покриття застосовувати у вузлах тертя машин, оскільки наявність полімеру в покритті набагато підвищує антифрикційні властивості і довговічність відновлених деталей.

Для відновлення зношених внутрішніх поверхонь бронзових втулок можна рекомендувати технологічний процес, схема якого показана на рис. 1.

Зауважимо, що при всій складності дослідження процесів утворення ЕПМП і властивостей отриманих покриттів, практична реалізація способу не є важким завданням.

Технологія міднення може бути задіяна на більшості ремонтних підприємств, тому для отримання із ванн міднення композиційних полімерометалевих покриттів необхідно додатково здійснити лише два заходи: встановити у ванну барботуючий пристрій (набір трубок з соплами для нагнітання в розчин повітря, розташовані в шаховому порядку по дну ванни ) і призначені для перемішування електроліту-суспензії з регулюючим механізмом подання повітря і додати в основний електроліт необхідну кількість порошкоподібних пластмас. Перший захід - виготовлення пристрою для перемішування електроліту, не є складним завданням для будь-якого типу, виробництва.

Порошкоподібні пластмаси стабільно випускаються в нашій країні, застосовуються в ремонтному виробництві при різноманітних видах напилювання. Проте навіть, за відсутності полімерного порошку, його можливо легко приготувати у виробничих умовах за допомогою методу хімічного переосадження солянокислого розчину гранульованої пластмаси. Порядок отримання наступний: капронова крихта розчиняється в концентрованій соляній кислоті у пропорції 1: 20, потім отриманий розчин тонким струменем виливається в ємність з великою кількістю води. Після повного осадження висадженого дрібнодисперсного полімеру " кисла" вода зливається і заливається нова. Операції осадження порошку і заміни води чергуються до тих пір, поки не утворюється нейтральне середовище рН=7. Вологий осадок полімеру завантажується в центрифугу і виконується повне відділення порошку від води. Крім того, порошок з гранул можна отримати механічним подрібненням останніх на спеціальних млинах. Розділення порошку по фракціях може здійснюватися за допомогою набору спіральних сит.

Порядок приготування електроліту-суспензії наступний: спочатку готується розчин "чистого електроліту", а потім в нього додається полімерний порошок. Введення полімерної добавки в електроліт слід здійснювати невеликими порціями зі скляної місткості. При цьому досягається найкраще змочування частинок розчином і здійснюється корегування суспензії

по кислотності. Отримана суспензія зливається в приготований електроліт при постійному перемішуванні. Електроліт має бути профільтований, кислотність не повинна перевищувати згадані норми.



Рисунок – 1. Схема технологічного процесу відновлення зношених внутрішніх поверхонь бронзових втулок ЕПМП на основі міді

Технологічний процес відновлення деталей ЕПМП на основі міді в принципі не відрізняється від звичайної технології міднення і не вимагає спеціального технологічного дороблення. Слід зазначити, що для поліпшення зчеплення покриттів з основним металом, початковий період осадження необхідно проводити без перемішування електроліту-суспензії або з використанням асиметричного струму з подальшим переходом на постійний.

Підтримку постійності складу електроліту-суспензії доцільно робити періодичним додаванням полімерного порошку. Контроль за змістом міді і кислоти здійснюється звичайним способом. Концентрацію полімерної фази можна визначити масовим методом - тобто взяти проби в декількох місцях ванни з подальшою фільтрацією електроліту. Коли полімер забрудниться і з'явиться необхідність його фільтрації, полімер фільтрується спільно з домішками і брудом; потім маса, що залишилася, оброблюється розчином кислоти, при цьому бруд розчиняється, а полімер, як хімічно стійка речовина, залишається неушкодженим. Після цього, осад промивається водою і він знову готовий до використання.

### Список літератури

1. Харламов Ю.А. Экономика применения защитных и упрочняющих покрытий / Ю.А.Харламов //Вестник машиностроения. – 1982. - №7. – С.62-67.
2. Ремонт машин та обладнання / За ред. О.І.Сідашенка та О.А.Науменка. -Харків: ХНТУСГ, 2014.-741с.
3. Ющенко К.А. Инженерия поверхні / К.А.Ющенко, Ю.С.Борисов, В.Д.Кузнецов, В.М.Корж //.- К.: НВП Видавництво «Наукова думка України». – 2007, 557 с.
4. Терхун А.Г. Исследование влияния тепломассопереноса при трении сопряженных деталей в металлоплакирующих смазочных средах / А.Г.Терхун // Сб. долговечность трущихся деталей машин. –вып.5. –М.: Машиностроение, 1990. –С. 299-308.
5. Солових Є.К. Підвищення функціональних властивостей гальванічних полімерометалевих покриттів на основі міді при проточному нарощуванні зношених поверхонь / Є.К.Солових, В.В.Аулін, А.Е.Солових, С.Є.Катеринич// збірник наук.праць КНТУ. -Кіровоград: КНТУ, 2015, вип.28.-С.24-29.

## **МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРЕМІЩЕННЯ НАСІННЯ СОЇ У ПРИСТРОЇ ПІДГОТОВКИ ДО СУШІННЯ**

**Р.В. Кірчук**, доц., канд. техн. наук;

**К.Є. Цизь**, асп.

*Луцький національний технічний університет*

Для інтенсифікації процесу сушіння насіння сої, з подальшою переробкою її на олію, пропонується перед процесом сушіння виконувати надріз насінин. Це призводить до збільшення площі контакту сушильного агента із матеріалом та більш інтенсивного відводу вологи. Досягти такого результату дозволяє пристрій попередньої підготовки матеріалу до сушіння (рис.1).

Згідно запропонованої технології пристрій підготовки насіння сої до сушіння являє собою конусоподібний диск із прямолінійними лопатками. Диск обертається навколо вертикальної осі. При обертанні диска насінина ковзає вздовж лопаток, вилітає та вдаряється об загострену кромку деки. Отримавши математичну модель переміщення насіння у пристрої підготовки до сушіння (рис.2) можна розрахувати кінематичні та геометричні параметри механізму та обчислити продуктивність машини.

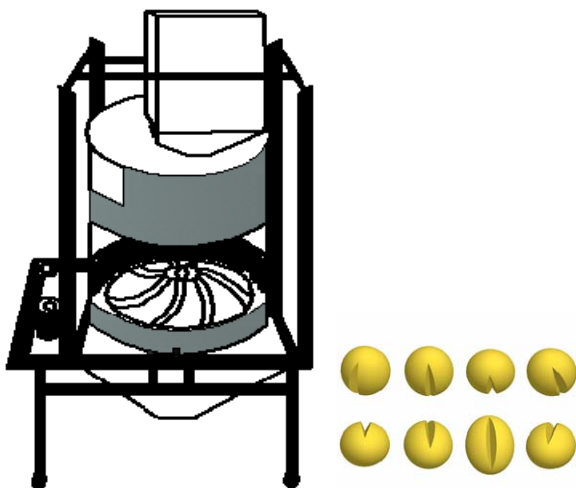


Рисунок –1. Пристрій попередньої підготовки сої до сушіння та 3-D вигляд надрізаних насінин

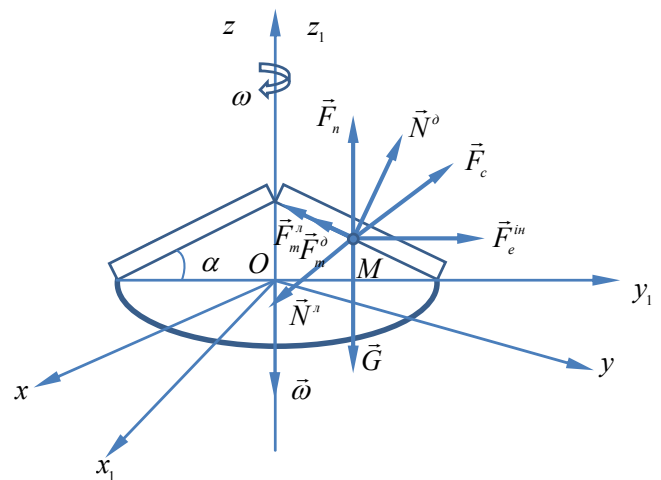


Рисунок – 2. Розрахункова схема руху насінини сої поверхнею диска

При обертанні лопаток диска спостерігається утворення повітряного потоку, що може впливати на характер руху насінини. Сила повітряного потоку визначається за формулою Ньютона:

$$F^n = k \cdot \gamma_n \cdot S (V_n - V_r)^2, \quad (1)$$

де  $k$  – коефіцієнт опору повітря;  $\gamma_n$  – об'ємна маса повітря,  $\text{кг/м}^3$ ;  $S$  – міделевий переріз, тобто проекція насінини на площину, перпендикулярну до напрямку повітряного потоку,  $\text{м}^2$ ;  $V_n, V_r$  – швидкості відповідно повітряного потоку та насінини у відносному русі,  $\text{м/с}$ .

При відносній швидкості  $V_r = 0$  матимемо  $F^n = G$  [2,3,4,5]. Тобто насінина перебуватиме у завислому стані, що відповідає критичній швидкості повітряного потоку  $V_n = V_{кр}$ .

$$F^n = \frac{G}{V_{kp}^2} (V_n - \dot{z}_{1r})^2. \quad (2)$$

Експериментально отримана емпірична залежність зміни величини швидкості повітряного потоку з радіусом диска. Лінеаризуючі отриманий масив експериментальних даних встановлено:

$$V_n(y_{1r}) = a - b \cdot y_{1r}, \quad (3)$$

де  $a, b$  - константи емпіричної залежності.

Тоді рівняння (2) можна записати так:

$$F^n = \frac{G}{V_{kp}^2} ((a - b \cdot y_{1r}) - \dot{z}_{1r})^2. \quad (4)$$

Рівняння динаміки відносного руху насінини сої матиме вигляд:

$$m\vec{W}_r = \vec{G} + \vec{F}_m^{\circ} + \vec{F}_m^n + \vec{N}^{\circ} + \vec{N}^n + \vec{F}_e^{in} + \vec{F}_c^{in} + \vec{F}^n. \quad (5)$$

Проектуючи це рівняння на осі  $Ox_1$ ,  $Oy_1$  та  $Oz_1$  матимемо:

$$m\ddot{x}_{1r} = N^n - F_c^{in}, \quad (6)$$

$$m\ddot{y}_{1r} = F_e^{in} - F_m^{\circ} \cos \alpha - F_m^n \cos \alpha + N^{\circ} \sin \alpha, \quad (7)$$

$$m\ddot{z}_{1r} = N^{\circ} \cos \alpha - G + F^n. \quad (8)$$

Формуючі початкові умови задачі та виходячи з постійності контакту насінини із поверхнею диска ( $N^{\circ} > 0$ ) і того, що рух відбувається вздовж лопатки, можна записати:

$$z_{1r} = (R - y_{1r}) \sin \alpha. \quad (10)$$

Після перетворень та спрощень отримаємо:

$$\ddot{y}_{1r} = \frac{\omega^2 y_{1r} - 2\omega f \cdot \dot{y}_{1r} \sin \alpha + (tg \alpha - f) \left[ g - \frac{g}{V_{kp}^2} ((a - b \cdot y_{1r}) + \dot{y}_{1r} \sin \alpha)^2 \right]}{1 - \sin \alpha (tg \alpha - f)}. \quad (11)$$

На основі розробленої математичної моделі (11) можна виконувати числовий експеримент в системі Mathcad, що дає змогу взаємопов'язувати вхідні параметри пристрою підготовки сої до сушіння, а саме: кутову швидкість обертання диска  $\omega$ , кута його нахилу  $\alpha$  із вихідними параметрами: радіусом диска  $r$ , часом перебування насінини на диску, швидкістю вильоту насінини в зону надрізання  $V$ .

### Список літератури

1. Л.В.Пешук. Біохімія та технологія оліє-жирової сировини [Електронний ресурс]: - Режим доступу [http://b-ko.com/book\\_407.html](http://b-ko.com/book_407.html)
2. Бондаренко А.А., Дубінін О.О., Переяславцев О.М. Теоретична механіка: Підручник: У 2 ч.-Ч.2:Динаміка.-К.:Знання, 2004.-590с.
3. Павловський М.А. Теоретична механіка: Підручник.-К.:Техніка, 2002.-512с.:іл.
4. Заика П.М. Избирательные задачи земледельческой механики: Практ. пособие.-Л: Изд-во УСХА, 1992.-512с.
5. Механіка сільськогосподарських матеріалів та середовищ // Навч. посібник / В.П.Ковбаса, В.М.Швайко, О.П.Гуцол. - Ніжин: Видавець ПП Лисенко М.М., 2015.-536с.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ НАСТАННЯ АВТОБАЛАНСУВАННЯ В РОТОРНИХ МАШИНАХ З ПАСИВНИМИ АВТОБАЛАНСИРАМИ**

**В.В. Гончаров**, доц., канд. фіз.-мат. наук  
Кіровоградський національний технічний університет

Відоме широке застосування пасивних автобалансирів (АБ) [1], зокрема: для зрівноваження дисків ручних шліфувальних машин; крильчаток осьових вентиляторів; барабанів побутових пральних машин; роторів відцентрових дробарок та інших.

При дослідженні процесу автобалансування виникають наступні проблеми: 1. При яких умовах відбувається автобалансування. 2. Дослідження перехідних процесів (ПП). 3. Оптимізація параметрів АБ роторних машин.

Перша проблема досліджувалась і раніше, але: по-перше, ротор встановлювався безпосередньо на пружно-в'язкі опори, хоча в наведених прикладах ротор майже завжди жорстко встановлений в корпусі, а вже корпус утримується пружно-в'язкими опорами; по-друге, розглядалися АБ тільки з двома корегувальними вантажами (КВ).

Останні дві проблеми взагалі не досліджувалися.

Мета даної роботи: дослідження ПП при настанні автобалансування в реальних роторних машинах з пасивними АБ з багатьма КВ; оптимізація параметрів АБ.

Для цього розв'язані наступні задачі.

1. Теоретична частина. Розроблено метод аналітичного дослідження умов настання автобалансування і ПП в реальних роторних машинах з АБ з багатьма КВ [2]. Метод складається з наступних етапів.

1. Детально описується фізико-математична модель роторної машини.

2. *Вперше* запропоновано відразу складати спрощені диференціальні рівняння руху роторної машини з АБ на основі рівнянь Лагранжі 2-го роду. При цьому малість відхилень поздовжньої осі ротора від осі обертання і співвідношення малості між параметрами машини враховуються ще на етапі складання диференціальних рівнянь руху машини. За малий параметр прийнято відношення маси КВ до маси всієї машини.

В отриману таким чином систему диференціальних рівнянь входять *тільки ті доданки*, які вже в 0-му або 1-му наближенні по малому параметру дають відповідь про стійкість або нестійкість по Ляпунову основних рухів. При цьому система рівнянь розпадається на дві зв'язані підсистеми. Перша підсистема описує рух ротора і є завжди лінійною відносно координат ротора і сумарного дисбалансу, друга – описує рух КВ і є суттєво не лінійною.

3. *Вперше пропонується досліджувати* процес автобалансування за мінімальною кількістю динамічних змінних. Це змінні, що входять в рівняння руху ротора – координати ротора і сумарного дисбалансу. На основних рухах вони рівні нулю, а на не основних – відмінні від нуля, тож за ними можна досліджувати процес автобалансування. Але рівняння руху ротора не замкнуті відносно введених змінних – немає рівнянь, що описують зміну проекцій сумарного дисбалансу.

4. Встановлено, що для будь-якої роторної машини такі рівняння завжди можна отримати з диференціальних рівнянь, які описують рух КВ. При анізотропних опорах для дослідження стійкості отриманої замкнутої системи застосовується теорія стійкості періодичних розв'язків систем лінійних диференціальних рівнянь з періодичними коефіцієнтами.

5. У випадку ізотропних опор проводяться типові перетворення: комплексне псевдозгортання; перехід до обертальної системи координат і безрозмірних змінних та параметрів. В результаті отримується автономна система лінійних диференціальних рівнянь, стійкість якої досліджується за коренями характеристичного рівняння.

6. Проводиться безпосереднє дослідження стійкості основних рухів і характеру перебігу ПП за коренями характеристичного рівняння першого наближення.

Запропонований метод був апробований на роторних машинах, в яких незрівноважений ротор поміщений з можливістю обертання в корпусі, що має нерухому точку або утримується податливими опорами. При цьому ротор зрівноважувався статично одним однорядним чи двохранним АБ або динамічно двома однорядними АБ.

В результаті проведених досліджень *вперше* було встановлено, що:

а) при встановленні ротора в корпус роторна машина динамічно веде себе як умовний складений ротор – більш масивний і видовжений;

б) ПП діляться на: швидкі, при яких зупиняються швидкі відносні рухи КВ і встановлюється рух ротора, що відповідає поточному сумарному дисбалансу ротора і КВ; повільні, при яких КВ приходять в автобалансувальне положення;

в) для пришвидшення настання автобалансування потрібно використовувати в АБ не менше трьох КВ;

г) машину з нерухою точкою можливо зрівноважити тільки, якщо складений ротор витягнутий і він має одну критичну швидкість і автобалансування настає при її перевищенні;

д) для роторної машини на податливих опорах *вперше* встановлено наступне:

- при статичному зрівноваженні одним АБ: для довгого складеного ротора в машини існують три резонансні швидкості, і автобалансування настає між першою і другою та над третьою швидкостями; для сферичного і короткого складеного ротора в машини існує одна або дві резонансні швидкості – у випадку двох резонансних швидкостей автобалансування настає між цими швидкостями, у випадку однієї резонансної швидкості автобалансування настає над цією швидкістю і тільки для короткого складеного ротора.

- динамічно зрівноважити машину двома АБ можна тільки, якщо складений ротор довгий, при цьому вона має одну резонансну швидкість і автобалансування настає при її перевищенні.

II. Конструкторська частина. Розроблені технічні рішення по модернізації роторних машин для їх автобалансування за допомогою АБ.

1. Розроблено технічні рішення по модернізації серійних соковижималок (СВ) для їх зрівноваження за допомогою АБ, які суттєво зменшують вібрації в процесі роботи СВ та підвищують їхню продуктивність.

2. Запропоновано спосіб модернізації АБ серійних відцентрових дробарок, який полягає в заміні звичайних кульових АБ на АБ з рухомими перегородками.

3. Запропоновано спосіб динамічного зрівноваження пасивними АБ жорстких коротких роторів, який полягає у встановленні ротора у корпусі на пружно-в'язких опорах. При виконанні певної умови така роторна машина утворює довгий складений ротор, і її можна зрівноважувати динамічно двома АБ.

III. В експериментальній частині: розроблено метод [3] оптимізації параметрів АБ для мінімізації функціоналів якості роботи роторних машин з АБ; створено натурні стенди та 3D моделі роторних машин з АБ; проведена апробація розробленої методики оптимізації параметрів АБ на створених натурних стендах та 3D моделях роторних машин.

Загальновідомі методи і теорії дослідження багатопараметричних систем не враховують особливостей процесу автобалансування. Основою проблемою при цьому є вибір цільової функції та її моделі регресії.

*Вперше* запропонована методика знаходження моделі регресії цільових функцій, які характеризують процес автобалансування. Вона полягає в наступному.

1. Створюється стандартна «чорна» скриня роторної машини з АБ. В якості цільової функції ( $Q$ ) вибираються залишкове віброприскорення ( $a_3$ ) або тривалість перебігу ПП ( $t_{пп}$ ).

2. Модель регресії шукається в неявному вигляді  $\varphi(Q)=f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ , де  $x_1, x_2, \dots, x_n$  – керуючі фактори.

В якості  $f(\dots)$  пропонуються дві стандартні різновидності функцій – розклади в ряд Тейлора за степенями факторів та функції, які мають гіперболічні складові. Усі вони підходять для дослідження обох цільових функцій.

Вигляд  $\varphi(Q)$  залежить від вибору цільової функції і досліджуваного значення – найбільшого чи найменшого: при дослідженні залишкових віброприскорень ускладнень не

виникає і можна використовувати найпростішу залежність  $\varphi(a_3) = a_3$ ; при дослідженні тривалості перебігу ПП виникають проблеми – якщо неправильно вибрати модель регресії, то найменше значення може бути меншим за час вибігу ротора ( $t_p$ ) або навіть від’ємним. В цьому випадку пропонується використовувати функції, які забезпечують виконання умови  $\varphi(t_{\text{пп}}) \rightarrow \infty$  при  $t_{\text{пп}} \rightarrow t_p + 0$ .

Запропоновано більше 90 різновидностей функцій регресії, які добре працюють при знаходженні найменшого значення тривалості перебігу ПП та більше тридцяти функцій, які добре працюють при знаходженні як найменшого так і найбільшого значення тривалості перебігу ПП.

Дальше йдуть стандартні етапи: 3. Складається план багатofакторного експерименту. 4. Результати експериментів обробляються за допомогою програмного пакета STATISTICA\_6 і системи MathCad. 5. Знаходяться оптимальні області зміни параметрів, на яких цільова функція не перевищує заданих значень.

Запропонований метод був апробований при оптимізації параметрів АБ в відцентровій СВ. При оптимізації параметрів АБ спочатку проводиться їхня оптимізація на 3D моделі СВ, а потім – отримані результати перевіряються і уточнюються на натурних стендах.

Для проведення натурних експериментів виготовлені два типових стенди: один призначений для доведення корпусу АБ і вивчення відносного руху куль в стробоскопічному світлі; інший – для дослідження ефективності роботи АБ. Для віртуальних експериментів за допомогою системи автоматичного проектування Solid Works і модуля Cosmos Motion створено динамічну 3D модель СВ.

Побудовані моделі регресії, які найточніше описують як найбільші так і найменші значення цільових функцій. Отримано прогнозовані найменше і найбільше значення цільових функцій, та значення параметрів, при яких вони досягаються. Похибка прогнозування складає 1–10%. Встановлена ефективність застосування АБ – залишкові віброприскорення корпусу СВ зменшуються в 8–9 раз.

### Список літератури

1. Філімоніхін Г. Б. Зрівноваження і віброзахист роторів автобалансирами з твердими коригувальними вантажами / Г. Б. Філімоніхін. – Кіровоград: КНТУ, 2004. – 352 с.
2. Филимоныхин Г.Б., Гончаров В.В. Уравновешивание автобалансиrom ротора в упруго-вязко закреплённом корпусе с неподвижной точкой // Известия Томского политехнического университета. – 2014, т. 324, № 2, С. 71–77.
3. Гончаров В.В., Филимоныхин Г.Б. Оптимизация параметров центробежной соковыжималки с автобалансиrom минимизацией времени наступления автобалансировки // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2014.– вып. 2/7 (68).– С. 28–32.

УДК 631.331

## **РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ПЛІВКОУКЛАДАЧА ДО КУКУРУДЗЯНОЇ СІВАЛКИ**

**І.М. Осипов**, доц., канд. техн. наук;  
**І.П. Сисоліна**, доц., канд. техн. наук

*Кіровоградський національний технічний університет*

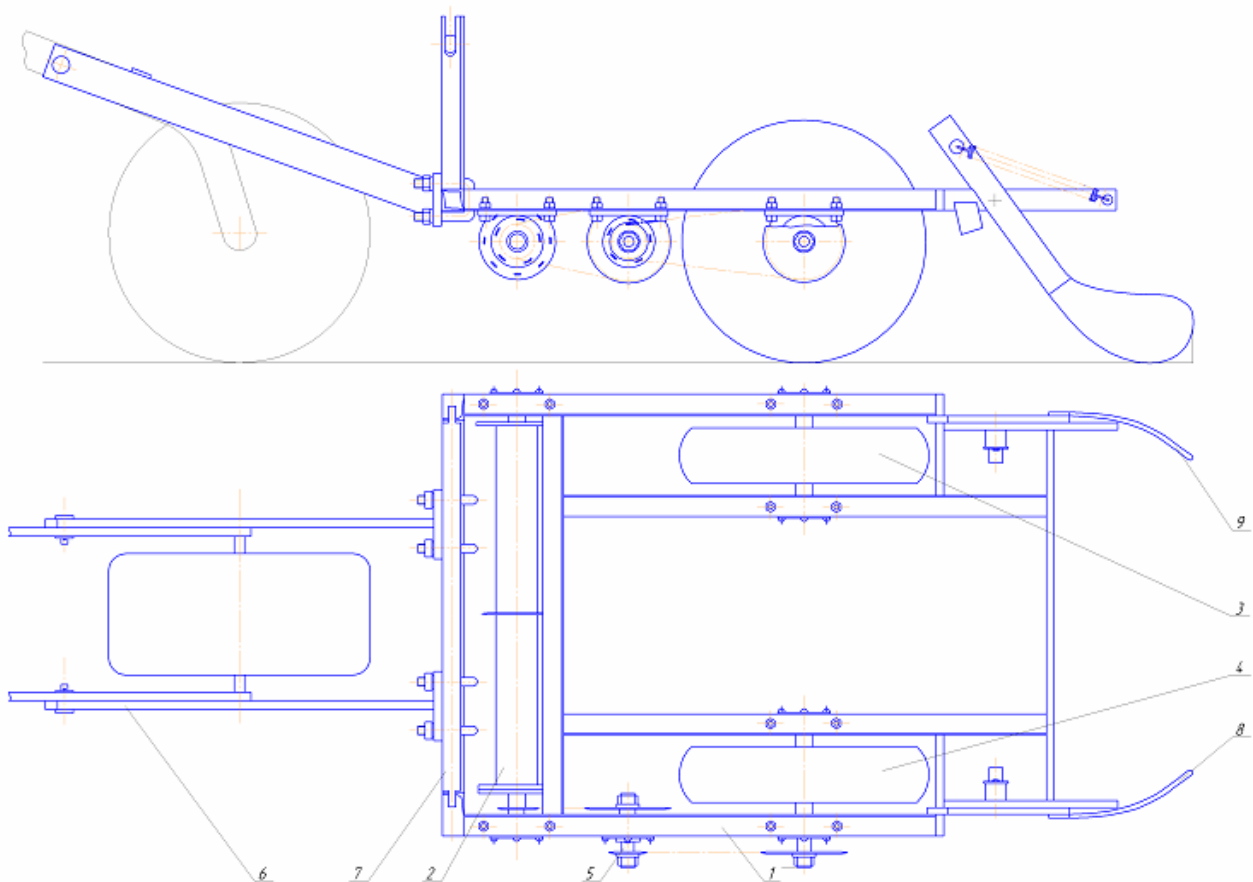
Незважаючи на прогрес в селекційній роботі при створенні ранніх сортів кукурудзи, вона залишається культурою, що погано пристосовується до холодних ґрунтів. Тому вирощування кукурудзи, особливо при селекційній роботі, часто обмежується неблагоприємними погодними умовами.

На початку 70-х років минулого століття в США вперше була запропонована сівалка для посіву цукрової кукурудзи під плівку, що повністю вкривала поверхню поля. Застосування нової технології дало приріст урожаю до 50%.

В технології посіву під плівку розрізняють наступні основних способи:

- синхронне пробивання отворів та посів;
- роздільне пробивання отворів та посів (з пробиванням отворів на відстані, що дорівнює відстані між насінням в рядку або пробивання отворів на довільній відстані).

На сівалках другого типу висів здійснюється в некритий ґрунт звичайною сівалкою точного висіву, позаду якої встановлюється барабан з плівкою, яка вкладається на ґрунт після посіву. Перед укладкою в плівці утворюють ряд поздовжніх отворів, віддалених між собою на 3 см вздовж лінії висіву. Насіння, що проростає, прагне знайти найближчий отвір для виходу над плівкою.



1-рама, 2-перфоратор, 3-колесо опорне, 4-колесо опорно-приводне, 5-контрпривод, 6-начіпний пристрій, 7-вісь для рулону плівки, 8,9-загортачі

Рисунок – 1. Схема пристрою для вкладання плівки у ґрунт

Вирішуючи поставлену задачу нами запропоновано пристрій для кукурудзяної сівалки для реалізації другого способу (рис.1), якій приєднується до кожної посівної секції сівалки.

Дана конструкція дозволяє здійснювати ефективно вкладання плівки у ґрунт, покращуючи умови сходження насіння. При цьому відбувається органічна адаптація запропонованого пристрою до конструкції кукурудзяної сівалки без застосування складних з'єднувальних елементів.



## **СТВОРЕННЯ ДИСКРЕТНИХ ЗНОСОСТІЙКИХ СТРУКТУР ЯК ПРОГРЕСИВНИЙ СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ТРИБОСИСТЕМ**

**С. Ф. Посонський**, доц., канд. техн. наук;  
**О.П. Бабак**, доц., канд. техн. наук  
*Хмельницький національний університет*

Однією з актуальних проблем сучасного машинобудування є розробка заходів із підвищення довговічності машин в жорстких умовах експлуатації. Довговічність машин та її складових в основному лімітується недостатньою зносостійкістю поверхонь деталей трибосистем.

Досвід експлуатації машин показав, що їхня довговічність та надійність у значній мірі залежать від стану і фізико-механічних властивостей тонких поверхневих шарів вузлів тертя, де зароджуються і розвиваються різноманітні процеси зношування. У зв'язку з цим важливого значення набуває розвиток методів модифікації (зміцнення) поверхонь тертя.

Найбільшу ефективність підвищення зносостійкості показали комбіновані технології інженерії поверхні. Дискретне зміцнення поверхневого шару є однією з таких прогресивних комбінованих технологій, що дозволяє не тільки варіювати в широких межах міцнісні та зносостійкі властивості поверхневого шару, але й створює сприятливі умови для керування його напружено-деформованим станом на відміну від суцільно зміцнених структур.

Основною проблемою використання покриттів є можливість їх руйнування, що виникає за рахунок когезійного розтріскування та адгезійного відшарування покриття від основи. Тому останнім часом в науковій літературі значна увага приділяється теорії та практиці дискретного зміцнення поверхневого шару трибоелементів, яке полягає у створенні чергування в заданій послідовності (дискретно) високоміцних і пластичних ділянок.

Б.І. Костецький відмічав, що дискретність фактичного контакту поверхні тертя характеризується складним напружено-деформованим станом, зміною знака напружень та наявністю підтримуючого впливу бокових і нижче лежачих об'ємів недеформованого матеріалу. Схема навантаження при терті передбачає наявність двох зон з різко різним напружено-деформованим станом, а саме: зона пружно-пластичної деформації (10 – 100 нм), та зона пружних деформацій (сотні мкм). При цьому процеси руйнування локалізовані в першій зоні, а процеси теплоутворення протікають в обох.

При такій схемі напружено-деформованого стану в комбінації з дискретністю контакту забезпечується можливість деформування, що спрямоване в напрямку переміщення при терті. Також різко збільшується пластичність твердих і м'яких поверхневих плівок, подрібнюється внутрішньо кристалічна структура, ліквідуються границі зерен і фрагментів. Крім того, ліквідуються такі дефекти як дислокації, тріщини, тощо. Внаслідок дискретності контактування і релаксації напружень на субмікроділянках фактичного контакту усувається можливість поступового нагромадження напружень.

Таким чином, оптимальні розміри і конфігурація дискретної поверхні встановлюють, виходячи з умов мінімізації напружено-деформованого стану при силовому впливу на поверхню, що дозволяє багатократно підвищити її граничний стан.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПРИГОТУВАННЯ КОРМОВИХ СУМІШЕЙ КОМБІНОВАНИМ ЗМІШУВАЧЕМ**

**Р.В. Кісільов**, *ст. викл., канд. техн. наук;*

**М.О. Свірень**, *проф., д-р техн. наук;*

**О.В. Таранчук**, *магістрант*

*Кіровоградський національний технічний університет*

Підвищення ефективності галузі тваринництва суттєво залежить від якості приготування кормів, оскільки вони в структурі собівартості продукції складають 30–60% витрат [1]. Прогресивні технології, які дозволяють в повній мірі реалізувати генетичний потенціал тварин, через відсутність необхідного технічного забезпечення не отримали широкого розповсюдження.

Сучасне ведення тваринництва, підвищені вимоги до якості кормів та головні напрямки завдань національної програми відтворення тваринництва в Україні, передбачають застосування інтенсивних повносистемних технологій виробництва продукції скотарства шляхом впровадження комплексної механізації і автоматизації виробничих процесів на фермах, надійного і збалансованого годування тварин кормами з поєднанням і використанням економічно ефективних механізованих технологій переробки кормів і приготування повнораціонних та збалансованих кормосумішей з різних кормів і поживних компонентів в кормоцехах [1, 2, 3].

Існуючі конструкції змішувачів кормів для ВРХ не повністю забезпечують зоотехнічні вимоги до приготування багатокомпонентних збалансованих повнораціонних кормових сумішей, мають великі енергетичні витрати та високу питому матеріалоемність.

Тому дослідження, спрямовані на розробку робочих органів для змішувачів кормів, які забезпечать створення високоефективної кормової бази при низьких витратах енергії та матеріалів мають народногосподарське значення і є актуальним науковим завданням.

Для вирішення цієї проблеми проводяться фундаментальні та прикладні дослідження в різних галузях народного господарства. Змішування кормів виконується великою кількістю змішувачів, які відрізняються як різноманітним конструктивним виконанням так і різною взаємодією робочих органів з сировиною. Проведений аналіз застосування механізованих стаціонарних і пересувних кормоцехів для змішування малосипучих і несипучих кормів показав, що найбільш широко використовується шнекові, стрічкові, гвинтові, лопатеві і комбіновані мішалки різної конструкції та організацією технологічного процесу, але вони не забезпечують встановлені технологічні і зоотехнічні вимоги, щодо якості приготування кормосуміші та надійності технологічного процесу, мають велику енергомісткість і металоємність та низьку продуктивність. Крім того, до цього часу, необґрунтовані раціональні конструктивні і кінематичні параметри їх робочих органів, режими та показники якості роботи традиційних змішувачів кормів [4]. Тому, незважаючи на значну кількість наукових досліджень, проблема розробки нових і удосконалення традиційних технологій і конструкцій робочих органів змішувачів кормів, покращення якісних показників та їх обґрунтування є актуальною задачею.

Із практики приготування збалансованої кормової суміші з різноманітних компонентів раціонів для ВРХ відомо, що механічний процес змішування їх занадто складний і енергомісткий. Незважаючи на велику кількість відомих наукових досліджень, особливість і складність цього процесу вимагає пошуку нових підходів до вирішення енергозберігаючих технологій і технічних засобів.

Аналіз процесу сумішоутворення показав, що стан повного механічного змішування компонентів суміші досягається шляхом невпорядкованого розподілу часток, під дією зовнішніх сил робочих органів мішалки, у відповідності до зоотехнічних вимог вмісту компонентів у всій

порції суміші за рецептом встановленого добового раціону кормів для відповідної технологічної групи тварин.

Таким чином у змішувачах з більш досконалою конструкцією масообмін потоків компонентів суміші відбувається шляхом вирівнювання концентрації окремих компонентів по об'єму суміші за рахунок збільшення зіткнень, застосування більш складних траєкторій їх руху і перетинів ніж у традиційних змішувачах.

Для усунення існуючих недоліків традиційних змішувачів пропонується вдосконалений змішувач з комбінованою схемою руху сировини багатосекційними гвинтовими, стрічковими і плоскими лопатями.

Процес змішування кормів вдосконаленим змішувачем виконується таким чином. Відповідні дози компонентів кормосуміші пошарово завантажуються збірним транспортером в бункер, поступово вирівнюється їх потік з одночасним змішуванням сировини стрічковими довгими гвинтовими лопатями з пальцями і далі подаються у багатосекційну мішалку з плоскими лопатями. Лопаті верхнього ряду з правим кутом нахилу відокремлюють порцію суміші по ширині лопаті і переміщують в радіальному, круговому і осьовому напрямку в правий кінець змішувача, а другий ряд, з лівим кутом нахилу, в лівий кінець мішалки, створюючи разом з радіальними пальцями велику мікрооб'ємну множину суміші з дискретним вмістом часток змішуваних компонентів. При цьому частки кожного компоненту суміші потрапляють в область взаємодії складних рухів, перетинів і зіткнень та періодично переміщуються з одного потоку до іншого, що забезпечує інтенсивний масообмін і прискорює процес змішування кормів.

Таким чином зазначимо, що для підвищення ефективності приготування збалансованих кормосумішей з різноманітних компонентів і усунення недоліків традиційних змішувачів запропоновано використання більш досконалої конструкції комбінованої мішалки з гвинтовими стрічками і багатосекційними плоскими лопатями.

### **Список літератури**

1. Кравчук В. Прогресивні технології заготівлі, приготування і роздавання кормів / В. Кравчук, М. Луценко, М. Мечта.– К.: Фенікс, 2008.– 104 с.
2. Кукта Г.М. Машины и оборудование для приготовления кормов / Г.М. Кукта.– М.: Агропромиздат, 1987.– 303с.
3. Зельнер В.Р. Приготовление и использование полнорационных кормов в промышленном животноводстве / В.Р. Зельнер, Е.Г. Коноплев.– М.: ВНИИТЭИСХ, 1972.– 87 с.
4. Ревенко І.І. Машины та обладнання для тваринництва / І.І. Ревенко, М.В. Брагінець, В.І. Ребенко. – К.: Кондор, 2009.– 730с.

УДК:631.354:633.1

## ***ЗАВИСИМОСТЬ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ РЕШЕТ ОТ УДЕЛЬНОЙ ПОДАЧИ ОЧЕСАННОГО ВОРОХА***

**И. А. Леженкин, ас.**

*Таврический государственный агротехнологический университет*

Для сепарации очесанного вороха были разработаны экспериментальные плоские решета, состоящие из сегрегатора и решета с круглыми отверстиями (рис. 1) [1].

Технологический процесс осуществляется следующим образом. Очесанный ворох поступает на сегрегатор в виде многослойной четырехкомпонентной композиции [2].

В результате воздействия колебаний соломины совершают относительное движение и их перемещение приводит к образованию различных геометрических конфигураций, через

которые зерно просыпается из верхних слоев в нижние, в результате чего в нижних слоях концентрируется зерновая фракция. Таким образом, происходит предварительная сегрегация. Ворох перемещается по сегрегатору и когда доходит до решета, зерновая фракция идет проходом через отверстия, а соломенная сходом с решета [1].

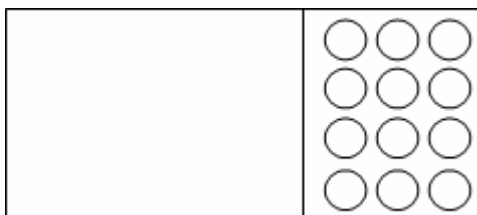


Рисунок – 1. Рабочий орган для сепарации очесанного вороха

Качество работы экспериментальных решет характеризуется двумя показателями – коэффициентом сепарации и коэффициентом эффективности выделения примесей.

Анализ изменения этих показателей выполнялся путем моделирования. Для моделирования были использованы уравнения регрессии.

$$y_1 = 0,614 - 0,158x_1 - 0,093x_2 + 0,132x_3 - 0,00175x_2x_3 + 0,061x_1^2 - 0,041x_2^2 - 0,0665x_3^2 \quad (1)$$

$$y_2 = 0,6 - 0,105x_1 - 0,104x_2 - 0,054x_3 + 0,015x_1x_2 + 0,03x_1x_3 + 0,01x_2x_3 - 0,046x_1^2 + 0,049x_2^2 - 0,009x_3^2$$

где  $y_1$  – функция отклика, характеризующая изменение коэффициента сепарации;  $y_2$  – функция отклика, характеризующая изменение коэффициента эффективности выделения примесей;  $x_1$  – удельная подача исходного материала на решето;  $x_2$  – частота колебаний решета;  $x_3$  – диаметр отверстий решета.

Методика моделирования была следующей. В уравнение 1 подставлялись фиксированные значения факторов  $x_2$  и  $x_3$ , при которых функции отклика имеют наибольшее значение. Для первого уравнения регрессии  $x_2 = -1$  и  $x_3 = 1$ , а для второго уравнения  $x_2 = -1$  и  $x_3 = -1$ . В результате были получены две функции, которые зависят только от одного фактора  $x_1$  т.е. от удельной подачи очесанного вороха эти функции имеют вид:

$$y_1 = 0,733 - 0,158x_1 + 0,061x_1^2 \quad (2)$$

$$y_2 = 0,808 - 0,15x_1 - 0,046x_1^2$$

Далее в каждое из уравнений подставлялись значения удельной подачи в пределах -1 до 1. А затем по полученным результатам были построены графики, которые характеризуют изменение качественных показателей работы решет от удельной подачи. Для удобства работы с графиком кодированные значения фактора  $x_1$  были переведены в натуральные [3]. В последствии по этим графикам был проведен анализ.

Рассмотрим изменение коэффициентов сепарации (рис. 2).

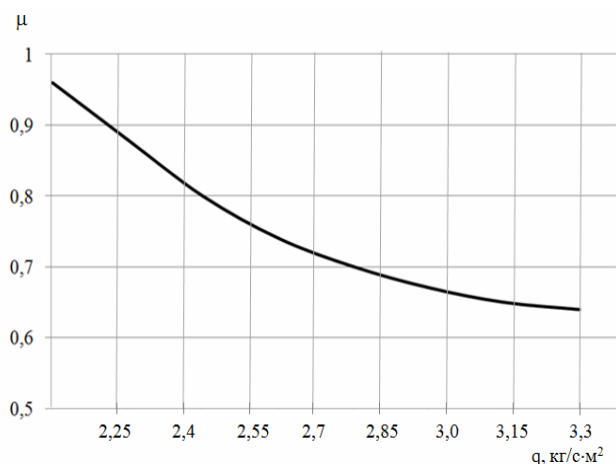


Рисунок – 2. График зависимости коэффициента сепарации от удельной подачи очесанного вороха

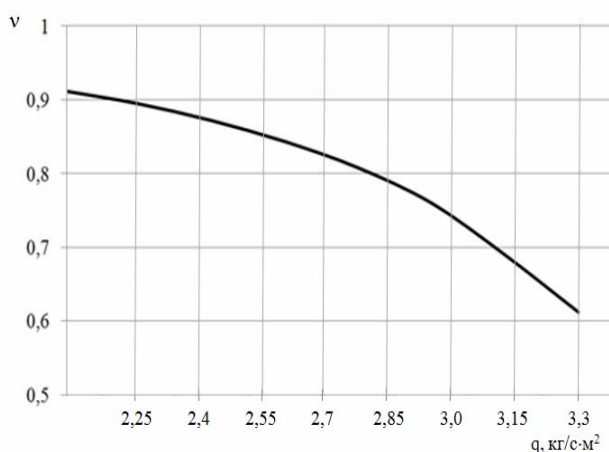


Рисунок – 3. График зависимости коэффициента эффективности выделения примесей от удельной подачи

Характер протекання графика зависимости коэффициента сепарации от удельной подачи очесанного вороха свидетельствует о том, что это процесс монотонно убывающий. С увеличением значений удельной подачи коэффициент сепарации убывает. Так при подаче  $2,1 \text{ кг/с}\cdot\text{м}^2$  коэффициент сепарации имеет наибольшее значение и равен  $0,95$ , а при удельной подаче  $3,3 \text{ кг/с}\cdot\text{м}^2$  наименьшее значение –  $0,636$ . Таким образом, при увеличении удельной подачи на  $66,7\%$  коэффициент сепарации снижается на  $33\%$ , т.е. как видно удельная подача очесанного вороха на рабочие органы существенным образом влияет на коэффициент сепарации. И если подходить с позиций качества работы экспериментальных решет, которое характеризуется наибольшим значением коэффициента сепарации, то наиболее приемлемым режимом работы решет будет удельная подача очесанного вороха равная  $2,1 \text{ кг/с}\cdot\text{м}^2$ .

Второй качественный показатель работы экспериментальных решет – это коэффициент эффективности выделения примесей, график изменения которого от удельной подачи (рис. 3).

Как видно из рисунка 3 коэффициент эффективности выделения примесей монотонно убывает с увеличением удельной подачи. Наибольшее свое значение  $0,912$  он имеет при удельной подаче  $2,1 \text{ кг/с}\cdot\text{м}^2$ , а наименьшее  $0,612$  при удельной подаче  $3,3 \text{ кг/с}\cdot\text{м}^2$ . Из приведенных данных следует заключение, что наиболее приемлемым значением удельной подачи является удельная подача равная  $2,1 \text{ кг/с}\cdot\text{м}^2$ .

Таким образом, проведенный анализ дает возможность сделать вывод о том, что для эффективной работы экспериментальных решет наиболее рациональным режимом является удельная подача очесанного вороха на уровне  $2,1 \text{ кг/с}\cdot\text{м}^2$ .

### Список литературы

1. Пат. кор. мод. 93931 Україна, МПК В07В1/22 (2006.01) Очисник обчисаного вороху / І. О. Леженкін (Україна) – U201403942; под. 14.04.2014; надр. 27.10.2014, Бюл. №20.
2. Кюрчев С. В. Статистические модели механико-технологических свойств очесанного вороха озимой пшеницы / С. В. Кюрчев, И. А. Леженкин // Конструювання, виробництво та експлуатація с.г. машин: загальнодерж. міжвідомч. науково-технич. зб. – Кіровоград, 2013. – Вип. 43. Ч. I. – С. 297-303.
3. Мельников С. В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С. В. Мельников, В. Р. Алешкин, П. М. Рошин. – 2-е изд. перераб. и доп. – Л.: Колос, 1980. – 168 с.

УДК 621.43-2.004.67

### **ДО ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОДУГОВОЇ МЕТАЛІЗАЦІЇ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

**О. В. Іванкова**, канд. техн. наук;  
**А. Ю. Жуков**, магістрант  
Полтавська державна аграрна академія

Втрати, які зазнає аграрне виробництво в результаті передчасного виходу з ладу деталей автотракторних двигунів, особливо в період посівної і збирання врожаю, сягають сотень мільйонів гривен. У зв'язку з цим особливу актуальність набуває питання використання ефективних методів їх відновлення, які б забезпечували тривалий післяремонтний ресурс відремонтованих двигунів при достатній технологічності ремонту.

Колінчастий вал є одним з найбільш відповідальних, напружених деталей двигуна. Він сприймає значні зусилля тиску газів, що передаються шатунно-поршневим механізмом, від сил інерції поступально і обертально-рухомих мас, а також зусилля моменти, що виникають внаслідок крутильних коливань. Сили, що діють на вал, викликають тертя і

зношування його шийок і підшипників, втомні руйнування в місцях переходів шийок в щоки і в місцях виходів масляних каналів, а також крутильні, вигинисті, поперечні і осьові коливання.

В результаті проведеного нами аналізу літературних джерел та передового досвіду встановлено, що застосування традиційних методів відновлення зношених шийок колінчастих валів на номінальний розмір зв'язане зі значним збільшенням собівартості ремонту і частенько, внаслідок змін властивостей матеріалу під впливом високотемпературних процесів, не забезпечує отримання необхідних якісних характеристик відремонтованої деталі. Це ускладнює рішення багатьох питань, пов'язаних з розробкою технологій для відновлення зношених поверхонь. Тому доцільним видається пошук нових технологій відновлення вказаних дефектів деталей, направлених на зниження термічної дії на матеріал деталі.

До технологій відновлення, в основу яких закладено мінімальну температурну дію на матеріал деталі, насамперед, потрібно віднести газотермічні методи, суть яких полягає в утворенні направленої потоку дисперсних крапель на деталь матеріалу, що наплавляється. Основна відмінність цих технологій від традиційних методів наплавки полягає практично у відсутності зони термічного впливу, можливості формування покриттів із заданими властивостями, а також відносна простота технологічного процесу і обладнання.

Згідно даних літературних джерел, серед газотермічних методів, що дозволяють звести до мінімуму термічну дію на основу, найбільш прийнятним з точки зору технологічності та економічної ефективності процесів є електродугова металізація.

Однак, не дивлячись на великий теоретичний та експериментальний досвід по використанню покриттів нанесених методом електродугової металізації, недостатній рівень розроблених режимів відновлення стримує їх застосування для відновлення деталей.

Мета досліджень - дослідити технологію відновлення та обґрунтувати підвищення післяремонтного ресурсу колінчастих валів автотракторних двигунів нанесенням електрометалізаційного покриття.

Нами були досліджені колінчасті вали двигунів внутрішнього згорання, що надійшли у ремонт з аграрних підприємств Полтавської області. Встановлено, що найбільший вплив на зниження ресурсу колінчастих валів впливають такі дефекти як знос корінних і шатунних шийок, шийки під шестерню і маточину шківів, шпонкової канавки по ширині, отвору під підшипник, зовнішньої поверхні фланця, збільшення довжини передньої корінної шийки і шатунних шийок, биття торцевої поверхні фланця та інші дефекти. Загальний об'єм вказаних дефектів склав близько 96%.

На основі аналізу умов роботи і зношувальності колінчастих валів сформульовані основні вимоги до якості покриття. Перше – мінімальна різниця коефіцієнтів лінійного розширення матеріалу покриття і основи, що виключає формування значних напружень в період роботи деталей, які б не перевищували межі адгезійної і когезійної міцності покриття.

У відповідності до поставлених задач були підготовлені зразки, які характеризували властивості основного матеріалу і покриття. Нарощування виконували на стаціонарному апараті ЕМ-17. При цьому технологічні режими змінювали в межах: напруга дуги 30-35 В, тиск повітря 0,6-0,7 МПа, швидкість подачі дроту 2,0-2,5 м/хв., дистанція напилення 170-190 мм. В цьому випадку забезпечували нагрівання підшарку не вище 90°C. Електрометалізаційне покриття на зразку формували за 6 проходів з інтервалами часу, протягом яких температура нижнього шару знижувалась до 30°C.

Покриття виконували порошковим дротом на основі феррохромалюмінія легованим додатковими компонентами – *Mo*, *Ti*, *V*, які забезпечують додаткове виділення зміцнюючих пересичених фаз в  $\alpha$ -залізі, які забезпечують необхідну зносостійкість на рівні нової деталі в умовах граничного тертя.

В результаті проведених досліджень встановлено, що хімічний склад покриття відповідає 0,08-0,15% С; 18-20% Cr; 2,8-3,7% Al; 0,8-1,3% Mo; 0,2-0,4% V; 0,1-0,3% Ti. Вміст кремнію і марганцю не перевищував 0,5% і 0,8% відповідно.

Для збільшення товщини покриття досліджували доцільність нанесення молібдену в якості нижнього шару (підшарку).

Різниця коефіцієнтів лінійного розширення покриття і основи не перевищує 26%, що відповідає рівню напружень в 21,3 МПа. Міцність зчеплення визначали методом конічного штифта. Рівень міцності зчеплення покриття складає 34 МПа, що в 1,45рази вище рівня температурних напружень в робочому інтервалі температур.

В результаті проведених випробувань встановили, що руйнування покриття відбувається по межі з основним матеріалом. Визначена по методу випробувань на зсув середня міцність зчеплення покриття на основі феррхромалюмінію, додатково легованого *Mo*, *Ti*, *V*, складає 110 МПа, що перевищує допустиме - 80 МПа.

При проведенні експлуатаційних випробувань аналізували зміну структури, мікротвердості, величини зносу і міцності зчеплення.

**Висновки.**

1. В результаті проведеного аналізу умов роботи і зношуваності колінчастих валів автотракторних двигунів встановлено, що загальний рівень зносів, відновлення яких можливо шляхом нанесення покриття методом електродугової металізації.

2. Запропонована послідовність і методика проведення досліджень для рішення поставлених задач і сформульовані основні вимоги до якості покриття.

3. Встановлено хімічний склад покриття, використання якого дозволить підвищити зносостійкість відновлених деталей за рахунок підвищення міцності зчеплення покриття (110 МПа) з основою у 1,6 раз.

4. Визначено оптимальні параметри режиму нанесення покриття: робоча напруга – 30-35В; тиск газу розпилення – 0,6-0,7 МПа; відстань від сопла металізатора до поверхні деталі 170-190 мм; швидкість подачі дроту – 2-2,5 м/хв.

Отже, доцільним є продовження досліджень використання електродугової металізації з метою розширення номенклатури відновлюваних деталей сільськогосподарської техніки.

УДК 631.3:62-192

## ***ПРОГНОЗУВАННЯ КОЕФІЦІЄНТУ ГОТОВНОСТІ МАШИН РОСЛИННИЦТВА***

**С.А. Шевченко**, доц., канд. техн. наук

*Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка*

При плануванні технологічних операцій рослинництва необхідно враховувати втрати часу на відновлення машин після відмов та їх технічне обслуговування. Якщо в господарстві експлуатують моделі машин, для яких відсутні статистичні дані щодо коефіцієнту готовності при наробітках більших, ніж фактично досягнуті, то виникає необхідність в прогнозуванні значень цих коефіцієнтів на наступні сезони робіт.

Огляд літературних джерел показав що для апроксимації зміни коефіцієнта готовності з напрацюванням використовують лінійну [1] та експоненціальну [2] залежності. Однак обробка даних про зміну коефіцієнта готовності залежно від наробітку тракторів [3] засвідчила, що зазначені залежності не забезпечують достатню точну апроксимацію та прогнозування на інтервалах часу, відповідних кільком рокам подальшої експлуатації. Отже, виникає необхідність розробки методики прогнозування зміни коефіцієнту готовності з наробітком на основі даних про відмови на попередньому етапі експлуатації.

Для досягнення поставленої мети пропонується визначити функціональну залежність коефіцієнту готовності від наробітку та здійснити його прогнозування наступним чином:

– здійснити апроксимацію залежності накопиченої тривалості відновлень від наробітку  $f(t_p)$ ;

– визначити залежність миттєвого значення коефіцієнту готовності від наробітку:

$$A(t_p) = \frac{\Delta t_p}{\Delta t_p + \Delta t_B} = \frac{1}{1 + f'(t_p)}, \quad (1)$$

де  $A$  – коефіцієнт готовності;  $t_p$  – наробіток, год;  $t_B$  – накопичена тривалість відновлення, год;

– прогнозувати середнє значення коефіцієнту готовності для заданого інтервалу наробітку:

$$A(t_1, t_2) = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} A(t_p) dt_p = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{1}{1 + f'(t_p)} dt_p, \quad (2)$$

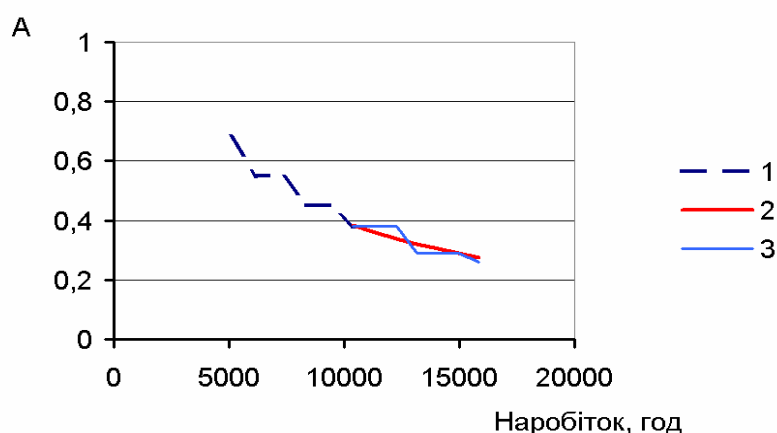
де  $t_1, t_2$  – відповідно, наробіток на початку і при завершенні інтервалу прогнозування, год.

Обробка даних, наведених в [4], показала, що для апроксимації залежності накопиченої тривалості відновлень від наробітку може бути використано поліном другого ступеня.

На рисунку 1 наведені результати прогнозування коефіцієнту готовності тракторів [3] за допомогою формули (1) при апроксимації залежності накопиченої тривалості відновлення від наробітку поліномом другого ступеня. Для цього статистичні дані щодо відмов тракторів [3] були розподілені на дві частини:

– дані, відповідні інтервалу наробітку від 5 до 10 тис. годин, використані для знаходження апроксимації накопиченої тривалості відмов від наробітку  $f(t_p)$ ;

– дані, відповідні інтервалу наробітку від 10 до 15,8 тис. годин, використані для контролю якості прогнозування.



1 – дані, використані для побудови апроксимаційної залежності тривалості відновлень від наробітку;

2 – прогноз коефіцієнту готовності; 3 – дані для контролю.

Рисунок – 1. Зміна коефіцієнту готовності тракторів з наробітком

Висновки. Розроблена методика дає змогу прогнозувати зміну коефіцієнту готовності машини з наробітком на основі даних про тривалість відновлень на попередньому етапі експлуатації. Методика може бути використана при плануванні виконання технологічних операцій рослинництва та технічного обслуговування відповідних машин.

### Список літератури:

1. Войтюк В.Д. Визначення робоздатності техніки за показником технічного стану // Вісник НУБіП України. – 2010. – Т. 144.
2. Репин С.В. Оптимизация показателей надежности строительных машин в эксплуатации / С.В. Репин // Строительные и дорожные машины. - 2006. - № 5. - С. 28–31.
3. Лебедев С.А. Оценка надежности трактора при отклонении от правил эксплуатации / С.А. Лебедев, В.Ю. Вишняк, А.В. Кот // Вісник ХНТУСГ. – 2009. – Вип.. 80. –С. 53–60.
4. Ward S.M. Repair Costs and Reliability of Silage Mechanization Systems / S.M. Ward, M. B. Cunney, P. B. McNulty // Transactions of the ASAE, 1985. – Vol. 28(3), –P. 722–725.



## **АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ КЕРУВАННЯ ХОЛОДИЛЬНИМ ОБЛАДНАННЯМ В ПЛОДОВОВОЧЕСХОВИЩАХ**

**В.О.Грищенко, асист.**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

На тлі падіння валового врожаю і зменшення площі вирощування сільськогосподарських харчових культур альтернативою стають задачі зменшення втрат одержаного врожаю. За даними експертних оцінок втрати плодоовочевої продукції сягають 30-40 % від обсягу їх виробництва.

З метою зменшення значних втрат плодоовочевої продукції в післязбиральний період використовуються різні методи призупинення процесів метаболізму. В першу чергу – це попереднє охолодження (особливо плодоовочевої продукції з високим ступенем внутрішніх тепловиділень) та подальше зберігання в умовах понижених температур (-2...0°C) навколишнього середовища. При холодильному зберіганні плодоовочевої продукції усушка (втрати вологи) зменшується в 2–3 рази.

Для зменшення втрат продукції при зберіганні необхідно стабілізувати температурно-вологісний режим у сховищі. При цьому зменшення витрат енергії може бути досягнуто за умов узгодження теплового навантаження від охолоджуваного продукту і зовнішніми теплонадходженнями та холодопродуктивністю холодильної установки. Значна добова та сезонна нерівномірність теплового навантаження на камеру призводить до проблеми вибору потужності холодильного обладнання (яка розраховується на найвищі теплопритоки), що забезпечить мінімізацію втрат продукції (при коливанні режимних параметрів у сховищі) та споживання енергії, оскільки чинні методи та моделі функціонування охолодження розраховані на умови стабільного навантаження.

Для аналізу роботи системи створення мікроклімату в камерах зберігання була прийнята технологічна схема (рис.1) яка містить замкнений циркуляційний контур для холодоагенту з компресором і випарником які розміщені в холодильній камері. В камері з певними проміжками розміщено в контейнерах продукт зберігання. Схема розміщення повітроохолоджувачів та продукту в камері забезпечує проходження струменів холодного повітря над штабелями продукту і його рівномірну циркуляцію в об'ємі камери, таким чином, що струмені первинного повітря не потрапляє на вхід вентилятора.

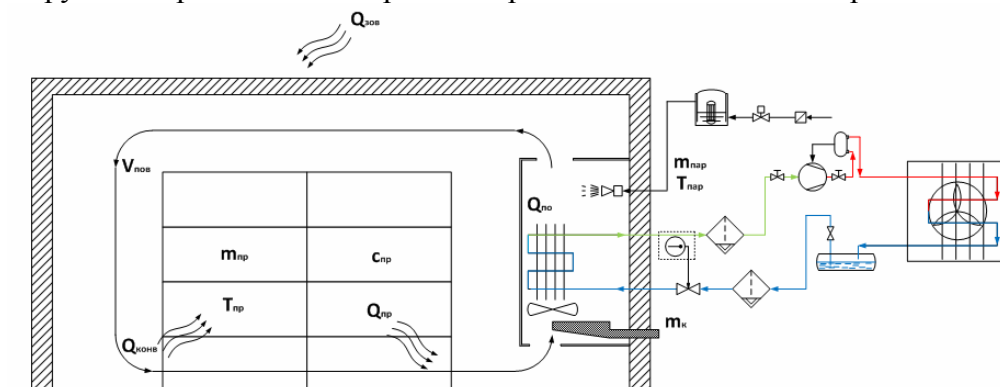


Рисунок – 1. Функціональна схема роботи системи створення мікроклімату в камері зберігання

В першому наближенні прийняти об'єкти керування як елементи системи з зосередженими параметрами і представлено як проточні об'єкти ідеального змішування.

Для одержання математичного опису досліджуваного процесу складено рівняння теплового і матеріального балансу, які описують тепло- і масообмін у сховищі, повітроохолоджувачі та парозволожувачі.

Використовуючи математичні моделі розроблено еквівалентні структурні схеми динамічних моделей: сховища, повітроохолоджувача та парозволожувача повітря для холодильної камери плодоовочесховища (рис. 2). Після перетворення рівнянь за Лапласом з урахуванням апроксимації отримано передатні функції по каналах управління і збурення для цих об'єктів.

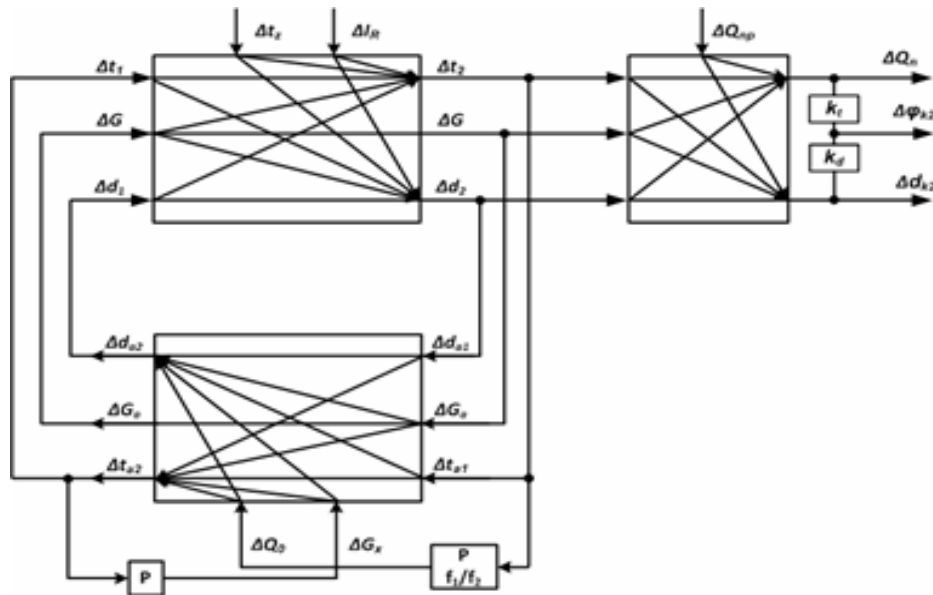


Рисунок – 2. Структурна схема холодильної камери оснащеної холодильною установкою з безпосереднім випаровуванням холодильного агенту

Для аналізу динамічних режимів в повітроохолоджувачі використовуємо імітаційне моделювання в системі MatLAB Simulink. Аналіз отриманих залежностей, а також експериментальних даних дозволили зробити висновок, що моделі є адекватними тобто похибка не перевищує 5%.

З аналізу отриманих імітаційних моделей для всіх контурів системи створення мікроклімату в холодильній камері впливає необхідність змінення холодопродуктивності та витрат повітря для забезпечення нормованих втрат плодоовочевої продукції для реалізації цих залежностей запропоновано використати критерій технологічної і енергетичної ефективності. Цей критерій враховує витрати енергії на зберігання на одиницю зберігаємої продукції, який необхідно підтримувати на мінімальному рівні. Таким чином режим мінімального енергоспоживання за умови не перевищення втрат продукції регламентованих значень можна забезпечити змінням холодопродуктивності компресора в функції змінної температури на виході камери (яка однозначно залежить від зовнішніх теплопритоків) при стабілізації температури та вологості повітря на вході в камеру традиційними засобами автоматики.

Враховуючи не лінійність об'єкта керування і імовірнісний характер зовнішніх збурень, та невизначеність в характері та величині технологічних теплопритоків, керування продуктивністю компресора в функції температури на виході камери доцільно використовувати принцип керування з використанням правил нечіткої логіки.

Для створення нейроінформаційної системи використовуємо алгоритм Сугено, який найбільш часто використовується для побудови нейроінформаційних систем. В якості системи автоматичного керування використовуємо SCADA Трейс Моуд яка дозволяє реалізувати отримання інформації з датчиків температури та вологовмісту повітря та програмного реалізувати за заданим алгоритмом нечітке керування частотою електродвигуна компресора.

Система автоматизації керування холодильним обладнанням в плодоовочесховищах з використанням SCADA Трейс Моуд дозволяє звести до мінімуму зовнішні впливи на продукцію і компенсувати теплопритоки від самозгрівання використовуючи мінімум до 20% на зберігання продукції та зменшити втрати продукції на 10%.

## **ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОНТАКТНОГО НАВАРЮВАННЯ ПЛОСКИХ ГРУНТОРІЗАЛЬНИХ ЛЕЗ ЗНОСОСТІЙКИМИ ПОКРИТТЯМИ**

**Ю.В. Мачок**, доц., канд. техн. наук;

**Д.В. Богатирьов**, доц., канд. техн. наук;

**Р.В. Кісільов**, канд. техн. наук

*Кіровоградський національний технічний університет*

Перспективним напрямком підвищення довговічності лез ґрунторізальних елементів ґрунтообробних та посівних машин є використання композиційних матеріалів (КМ) в якості зносостійких покриттів. Унікальність КМ полягає в тому, що їх властивостями можна керувати в процесі проектування, впливаючи на якісний та кількісний склад вихідних компонентів [1,2]. Даний підхід дозволяє отримати КМ для роботи в заданих ґрунтових умовах. Причому, КМ може бути представлений у вигляді порошку, дроту або спеченої стрічки. З технологічної точки зору найкращим для отримання зносостійкого покриття є використання композиційних стрічок з відповідними геометричними параметрами.

Для безпосереднього формування покриття використано метод контактного наварювання, який має мінімальний термічний вплив, як на матеріал основи так і на КМ.

Контактне наварювання композиційних стрічок здійснювали на леза полозів полозкових сошників зернових сівалок [3] на серійній установці 011-1-02 Н «Ремдеталь» (рис.1).

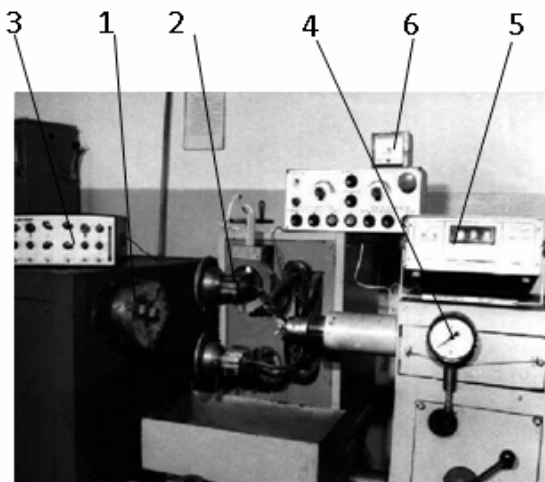


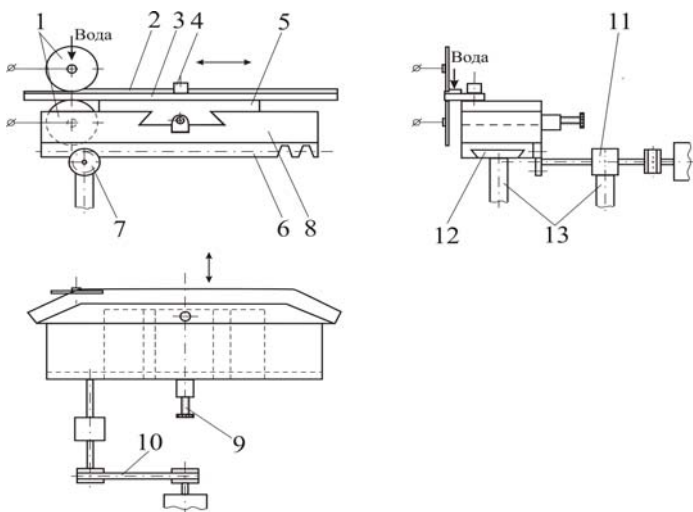
Рисунок – 1. Установа для контактеного наварювання композиційних стрічок

Установа являє собою сполучення шпінделя 1 і зварювальних кліщів 2, оснащених роликowymi електродами шириною робочої частини 8 мм та діаметром – 160 мм. Композиційні стрічки наварювали імпульсами змінного струму промислової частоти від зварювального трансформатора ТВК-75, який забезпечує вісім ступенів регулювання величини струму. За допомогою регулятора циклів зварювання РЦС-503 (3) змінювали

величину струму в межах вибраного ступеню від 0,6 до номінального значення. Тривалість циклів зварювання і пауз між ними змінювали відповідно в межах від 0,02 до 1,4 с та від 0,02 до 6 с. Зусилля стиску електродів регулювали зміною тиску повітря в пневмоциліндрах, яке контролювали за допомогою манометра 4. Для отримання достовірних значень зварювального струму використовували індикатор ИСТ-500 (5), з інтервалом вимірювань 2...500 кА. Амперметр 6 використовували для попереднього налагоджування індикатора зварювального струму. Обмежує використання установи те, що вона призначена для формування покриттів на деталях типу «вал».

Для наварювання стрічок 2 на плоску поверхню полозів 3 розроблено і виготовлено пристосування (рис. 2), яке забезпечує повздовжню та поперечну подачу деталі відносно роликowych електродів 1. Воно кріпиться до корпусу машини за допомогою опор 11,13. Швидкість наварювання регулювали зміною швидкості переміщення нижнього повзуна 8 шляхом збільшення чи зменшення частоти обертання шпінделя зварювальної машини. При цьому задіяні: пасова передача 10, шестерня 7, рейка 6. Поперечну подачу забезпечували переміщенням верхнього повзуна 5 відносно платформи 12 за допомогою передачі гвинт-

гайка 9. Під час наварювання криволінійної поверхні полозу його повертали навколо осі штифта 4.



1 - роликові електроди; 2 - кераміко-металева композиційна стрічка; 3 - полоз; 4 - штифт; 5 - верхній повзун; 6 - рейка; 7 - шестерня; 8 - нижній повзун; 9 - передача гвинт-гайка; 10 - пасова передача; 11 - підшипникова опора; 12 - направляюча платформа; 13 - опори

Рисунок – 2. Схема пристосування для контактної наварювання полізів

Контактне наварювання композиційних покриттів проводили в режимі: зварювальний струм -  $I=8$  кА; тривалість зварювальних імпульсів –  $t=0,06$  с; тиск на електродах –  $P=70$  МПа; швидкість наварювання –  $V_n=0,012$  м/с.

Польові випробування показали, що зміцнені наведеним способом полози полозкових сошників мають в зносостійкість 2,3...2,7 рази вищу ніж серійні.

### Список літератури

1. Мачок Ю.В. Вибір компонентів композиційних стрічок для створення зносостійких покриттів контактним наварюванням / Ю.В. Мачок, П.Г. Лузан // Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки: зб. наук. праць. – Кіровоград: КІСМ, 1997. – С. 243–244.
2. Мачок Ю.В. Визначення максимального розміру керамічного наповнювача в композиційному покритті / Ю.В. Мачок, Є.К. Солових // Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація: зб. наук. праць – Кіровоград: КДТУ, 1999.- Вип. 5 – С. 131-134.
3. Сисолін П.В. Нові сошники для якісної сівби зернових культур / П.В. Сисолін, А.І. Бойко // Техніка АПК. – 2005. - № 3. – С. 8-9.

УДК 631.33

## **ПНЕВМОСИСТЕМА ДЛЯ ГІДРОПНЕВМАТИЧНОГО ВИСІВНОГО АПАРАТА**

**В.Б. Бойко, інж.;**

**В.О. Улексін, доц., канд. техн. наук**

*Дніпропетровський державний аграрний університет, м. Дніпропетровськ*

Запропонований спосіб координатного висіву насіння гідропневматичним висівним апаратом (ГВА) у мостовому землеробстві може бути застосованим для механізації однонасінневого висіву на дослідних ділянках та при висіві дорогого висококондиційного насіння овочевих культур. Мета роботи – обґрунтування параметрів та вибір пристроїв для пневмосистеми ручної сівалки з ГВА.

Для роботи ГВА потрібен надлишковий тиск повітря у межах 0,08...0,15 МПа. У якості компресора можна використати автомобільні мінікомпресори для підкачки шин (наприклад УХ-703 «ТОРНАДО»), недоліком яких є велика потужність та недостатня надійність і довговічність. Суттєва надійність властива герметизованим мотор-компресорам побутових холодильників (наробіток на відмову 25000 годин, гарантований термін роботи

без обслуговування – 15...20 років). Як правило, на утилізацію поступають холодильники, у яких компресор не відпрацював повного ресурсу і може бути використаним для різних потреб не за основним призначенням.

Продуктивність компресорів побутових холодильників при випробуваннях на повітрі становить 5...12 л/хв, що відповідає вимогам ГВА, який, за нашими даними, споживає не більше 1,5...3,5 л/хв стиснутого повітря.

Установку пневмообладнання на ручній сівалці з ГВА доцільно здійснювати за схемою, у якій компресор залишається на полі і короткочасно підключається лише для зарядки ресивера. Це дозволяє зменшити вагу ручної сівалки але потребує збільшення запасу повітря у ресивері, що може бути досягнуто збільшенням тиску повітря або збільшенням об'єму ресивера.

Запропонована методика розрахунку параметрів пневмосистеми для забезпечення безперервної роботи ручної сівалки без підзарядки на протязі заданого часу. Приводиться експериментально визначена витратна характеристика для поршневого мотор-компресора фірми ALEX потужністю 120 Вт виробництва ЧСРР, яка доводить його придатність для роботи з ГВА. Для стабілізації тиску розроблено спеціальний мініатюрний редуктор, приводяться його витратні характеристики.

Компресор для практичного використання дообладнано корпусом з'єднувальної арматури, у який вмонтовано масло- вологоуловлювач, штуцери для підключення впускного і нагнітальних трубопроводів, фільтр очистки повітря, реле тиску, кнопкову станцію та електромагнітне реле.

Результати проведеної роботи по створенню пневмосистеми для ручної сівалки з гідروпневматичним висівним апаратом доводять можливість використання мотор-компресорів від утилізованих побутових холодильників. Наведені залежності дозволяють виконувати інженерні розрахунки агрегатів пневмосистеми.

УДК 621.9.06

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОСТОРОВИХ РУХОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕХАНІЗМІВ З ПАРАЛЕЛЬНЮ СТРУКТУРОЮ**

**І.А. Валявський**, канд. техн. наук  
Кіровоградський національний технічний університет

Механізми з паралельною структурою типу гексапод характеризуються специфічною конфігурацією робочого простору (РП) та змінним характером його параметрів, що в значній мірі визначає функціональні рухові можливості подібних механізмів. Тому вплив конструктивних параметрів гексаподів на форму, параметри, розташування та об'єм РП є актуальною задачею проектування подібних механізмів.

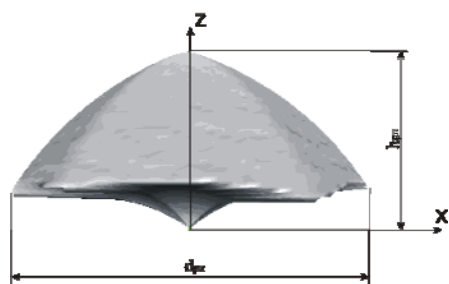


Рисунок – 1. Параметри робочого простору гексапода

Основними параметрами РП, що підлягають дослідженню, є його форма, висота  $h_{rp}$ , діаметр  $d_{rp}$  описаного навколо РП кола та об'єм  $v$  (рис. 1).

Компоновочна схема гексапода характеризується кількістю груп опорних шарнірів кінематичних ланок, які змонтовані на несучій системі та виконавчому органі (ВО), що визначається структурою компоновки  $N \times S$  (рис. 2).

Узагальнені компоновочні схеми відомих верстатів-гексаподів відрізняються взаємним

розташуванням кінематичних ланок у конструкції ВПК та відповідною різноманітністю форми робочого простору (табл. 4.1).

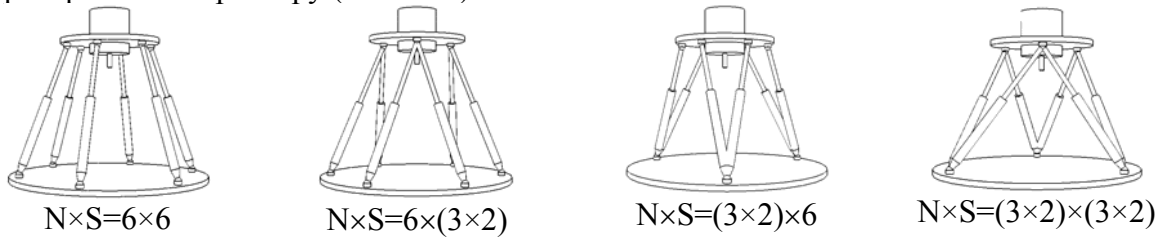
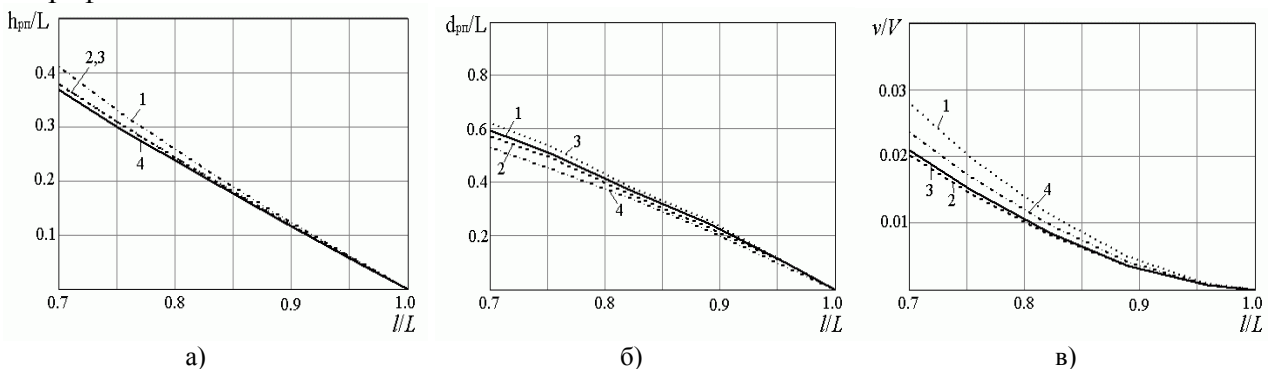


Рисунок – 2. Компоновки гексаподів

Дослідження показали, що найбільший об’єм РП мають гексаподи, виконані за структурою  $N \times S = 6 \times 6$ , а найменший – за структурою  $N \times S = (3 \times 2) \times (3 \times 2)$ . Таким чином, зменшення кількості груп опорних шарнірів на несучій системі та ВО зменшує об’єм РП:  $N \times S = (3 \times 2) \times 6$  у 1.11 рази,  $N \times S = 6 \times (3 \times 2)$  – у 1.20 рази,  $N \times S = (3 \times 2) \times (3 \times 2)$  у 1.42 рази у порівнянні з структурою  $N \times S = 6 \times 6$ .

Поточне положення ВО забезпечується відповідною зміною довжини кожної кінематичної ланки, що визначає реалізацію необхідних траєкторій формоутворюючих рухів. При виконанні математичного моделювання та експериментальних досліджень довжина кінематичних ланок змінювалася від  $l = 500$  мм до  $L = 800$  мм. Враховуючи забезпечення необхідної жорсткості кінематичних ланок та мінімальних пружних деформацій стрижневої просторової конструкції механізму, співвідношення  $l/L$  не повинно перевищувати значення 0,5 при використанні кінематичних ланок телескопічного виконання при довжині напрямної втулки не менше, як  $0,2l$ .

Збільшення об’єму РП при збільшенні діапазону зміни довжини кінематичних ланок відбувається за рахунок збільшення його діаметра ( $d_{рп}$ ) та висоти ( $h_{рп}$ ) (рис. 3). Позначення на графіках.



1 – залежність для верстата структури  $N \times S = 6 \times 6$ ; 2 –  $N \times S = 6 \times (3 \times 2)$ ; 3 –  $N \times S = (3 \times 2) \times 6$ ; 4 –  $N \times S = (3 \times 2) \times (3 \times 2)$ ;  
а) зміна висоти РП; б) зміна діаметру РП; в) зміна об’єму РП

Рисунок – 3. Залежність параметрів робочого простору від діапазону зміни довжин кінематичних ланок ( $l/L$ )

При збільшенні діапазону зміни довжини кінематичних ланок від 0,7 до 1,0, співвідношення діаметру РП та максимальної довжини кінематичної ланки ( $d_{рп}/L$ ) зменшується майже у 0,6 разів для всіх компоновок, а співвідношення висоти РП до максимальної довжини кінематичної ланки ( $h_{рп}/L$ ) – майже у 0,4 рази. Поряд з цим інтенсивно зменшується коефіцієнт рухових можливостей в об’ємі ( $v/V$ ) – від 0,03 рази (для гексапода структури  $N \times S = 6 \times 6$ ) до 0,02 (для гексаподів структур  $N \times S = (3 \times 2) \times 6$  та  $N \times S = 6 \times (3 \times 2)$ ).

Отже, можна зробити висновок, що для здійснення рухів переважно вздовж вертикальної осі доцільно застосовувати компоновочну схему механізму з структурою  $N \times S = (3 \times 2) \times (3 \times 2)$ , а для здійснення переважно горизонтальних рухів ВО – зі структурою  $N \times S = 6 \times 6$ . Гексаподи, створені за іншими запропонованими компоновочними схемами ( $N \times S = (3 \times 2) \times 6$  та  $N \times S = 6 \times (3 \times 2)$ ) мають значення параметрів та об’єму РП у діапазоні між розглянутими компоновочними схемами.

## **АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ СІВАЛОК ДЛЯ СІВБИ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР**

**В.Л. Куликівський, канд. техн. наук;**

**Є.В. Хотинський, магістрант**

*Житомирський національний агроекологічний університет*

У господарствах України надзвичайна увага приділяється вирощуванню зернових культур. Однією з головних операцій в технології вирощування зернових культур є сівба, яка проводиться сівалками системи СЗ-3,6А, а також зерновими стерньовими сівалками СЗС-2,1.

Сучасні сівалки досить нерівномірно розподіляють насіння по площі посіву, що призводить до щорічної втрати 15...20 % урожаю зернових культур.

Існуючі сівалки для сівби зернових культур в переважній більшості забезпечують рядковий або смуговий посів, тому існує необхідність в поглибленому дослідженні їх конструкцій для розробки таких робочих органів, які забезпечили б максимально можливу рівномірність розподілу насіння по площі живлення.

Більшість сівалок-культиваторів мають два ряди сошників із паралелограмною або радіальною підвіскою. Для утворення підсошникового простору встановлена кришка, яка перекриває простір між полчками лапи і стояком з лійкою. В цьому сошнику борозноутворювач, який обертався, виготовлений у вигляді сферичного диска. Нерухоме дно сошника має по своєму ободу канавку з п'ятьма висівними отворами, які прикриті зверху щіточками, для запобігання самовільного висіву насіння. У процесі роботи насіння заповнює кільцеву канавку, розташовуючись в ній поштучно в один ряд своєю поздовжньою віссю по колу. Дрібнозубова насічка, що нанесена на внутрішній стороні кільця, яке обертається разом із сферичним диском, забезпечує фрикційне зчеплення насінин з кільцем та їх виштовхування на зовні через висівні отвори. Кожний сошник висіває п'ять рядків з міжряддям 50 мм. Сошник має примусове обертання ( $10...30 \text{ хв}^{-1}$ ), а зміна частоти обертання сошника дає можливість змінювати норму висіву.

Стерньові сівалки-культиватори СЗС-2,1М обладнані лапами шириною захвату 425 мм, що забезпечує зберігання на поверхні поля стерні та захищає ґрунт від вітрової ерозії. Лапи-сошники сівалки виготовлені по типу робочих органів плоскорізів і розташовані ширше для покращення прохідності по стерні. Для здійснення розкидного посіву робочі органи сівалки обладнані розкидачем насіння, який встановлений під лапою. На легких за механічним складом ґрунтах сівалка рівномірно розподіляє насіння по площі живлення, але вона дуже погано працює на важких ґрунтах в умовах підвищеної вологості (27...29 %). На сьогодні ефективність використання даних сівалок на нестерньових фонах мало вивчена. Тому ставиться завдання створити до цих сівалок принципово нові робочі органи для безрядкової сівби з метою покращення рівномірності розподілу насіння по площі живлення.

Отже, дослідження ефективності використання сошників сівалки для підґрунтового-розкидного посіву та їх розподільних пристроїв є важливим завданням.

В даний час при переході від традиційних та мінімальних технологій вирощування зернових культур до нульових (No-Till) все більшого поширення набувають стерньові сівалки зі складними стрілчастими сошниками, що здійснюють смуговий або суцільний підґрунтового-розкидний посів насіння зернових культур з одночасним внесенням мінеральних добрив. До такого типу сошників відноситься універсальний сошник сівалки Horsch Агро-Союз АТД 18.35 (рис. 1).

Здійснюють смуговий із внесенням мінеральних добрив або суцільний посів зернових культур без одночасного внесення мінеральних добрив сошники сівалки Excelent фірми Farnet.



Причому смуговий спосіб сівби зернових культур можливий з одночасним внесенням твердих чи рідких мінеральних добрив, а суцільний підґрунтовий посів можливий без внесення мінеральних добрив.

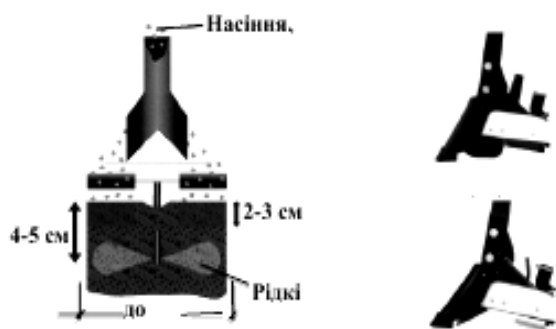


Рисунок – 1. Функціональна схема сошників для одночасного висіву насіння та внесення твердих і рідких мінеральних добрив сівалки Horsch Agro Союз АТД 18.35 та їх загальний вигляд

Сівалка-культиватор СТС-2 виробництва «Червона зірка» (Україна) висіває насіння зернових, зернобобових і трав'яних культур смуговим підґрунтовим способом із внесенням гранульованих мінеральних добрив та прикочуванням

засіяних рядків. Під час смугової сівби насіння не розподіляється по всій площі живлення, тобто по всій площі поля.

Одним з кращих виробників посівної техніки для сівби зернових культур при нульових технологіях є фірма «Morris», яка випускає сівалки «Concept 2000» та «Maxim II», що обладнані екстирпаторними сошниками (рис. 2) для сівби зернових і зернобобових культур смуговим способом, які при всій своїй досконалості не забезпечують суцільної сівби, яка вважається оптимальною.

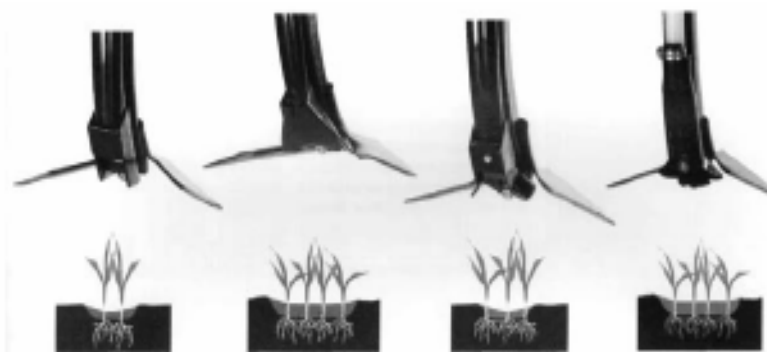


Рисунок – 2. Сошники екстирпаторного типу сівалок «Concept 2000» та «Maxim II» фірми «Morris» для підґрунтової смугової сівби

Зроблений огляд і аналіз конструкцій сівалок та сошників для сівби зернових культур показав, що

більшість з них забезпечують смуговий посів тому існує необхідність в подальшій розробці, дослідженні та запровадженні у виробництво сошників та сівалок для суцільної підґрунтово-розкидної сівби, які забезпечили б рівномірний розподіл насіння по площі живлення.

УДК 629. 631.554

## **ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ РУХУ МАШИННО-ТРАКТОРНИХ АГРЕГАТІВ**

**В.Л. Куликівський, канд. техн. наук;**

**А.В. Свеста, магістрант**

*Житомирський національний агроекологічний університет*

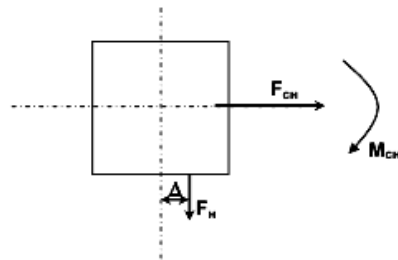
В залежності від галузі промисловості та поставленої мети проблема стійкості руху мобільних технічних систем може вирішуватись: для підвищення керованості агрегатів, зниження енергоємності руху, збільшення продуктивності або покращення якості виконання технологічних операцій.



В сільському господарстві стійкість руху польових агрегатів відіграє особливу роль так, як з її підвищенням одночасно вирішується весь комплекс перерахованих завдань. Зокрема, ця проблема потребує особливої уваги ще й тому, що технології сільськогосподарського виробництва при проведенні польових робіт в ряді випадків передбачають бокову асиметричну навіску сільськогосподарської машини відносно енергетичного засобу. При такій комплектації машинно-тракторного агрегату (МТА) виникають додаткові реактивні сили та моменти.

Відомі конструкції регулювання крутних моментів по бортам гусеничного трактора, що працює на оранці з багатокорпусним плугом. Нові можливості автоматизації керування рухом асиметричних МТА при виконанні польових робіт відкривають системи побудовані на досягненнях гідравліки та електроніки в тому числі і процесорної техніки.

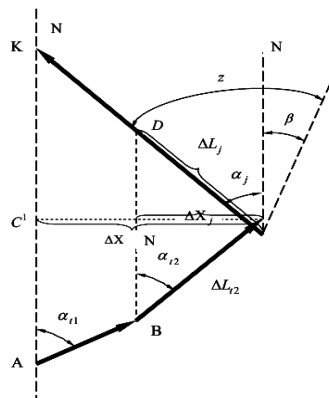
Очевидно майбутні досягнення в стабілізації руху МТА при асиметричній дії сил (рис. 1) пов'язані насамперед із розробкою слідкуючих та керуючих автоматизованих систем обладнаних зворотнім зв'язком на відхилення траєкторії (рис. 2). Впровадження таких систем в механізації польових робіт призведе до зменшення енерговитрат на переміщення МТА, дозволить досягнути кращої керованості при поліпшенні умов праці оператора. Збільшення стійкості руху приблизить реальну траєкторію переміщення МТА до прямої лінії. Тим самим відкривається можливість зменшення ширини гарантованого перекриття суміжних смуг при проходах агрегату. Це дає можливість додаткового підвищення продуктивності виконуваних польових робіт без негативного впливу на стійкість переміщення агрегату.



$F_n$  – сила опору плуга;  $\Delta$  – ексцентриситет прикладення сили опору плуга;  $F_{сн}$  – додаткова сила бічного зміщення від дії плуга;  $M_{сн}$  – повертаючий момент, обумовлений дією плуга

Рисунок – 1. Схема руху орного агрегату при асиметричному двоточковому навішуванні плуга

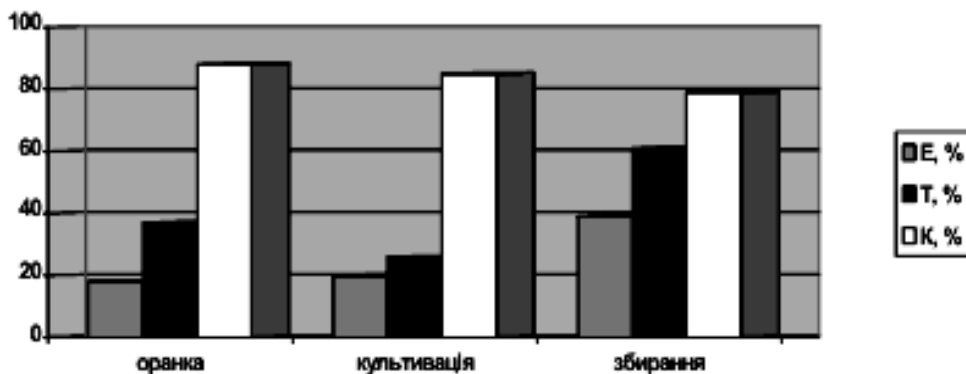
В динаміці рух МТА балансує на межі зрівноваженості та будь-яке, навіть незначне, відхилення від цього положення призведе до його бокових зміщень (рис. 2).



АВ, ВС – відрізки шляху, пройдені агрегатом при відхиленні від заданої траєкторії;  
СК – напрямок руху агрегату при поверненні на задану траєкторію

Рисунок – 2. Діаграма навігаційних параметрів при автоматизованому керуванні напрямком руху МТА

Як правило, положення рівноваги без застосування спеціальних технічних заходів досягається за рахунок майстерності керування агрегатом. Це потребує постійної уваги та відповідних дій з боку механізатора (рис. 3).



К – за одиницю часу; Т – час зосередженої уваги; Е – енергетичні затрати  
Рисунок – 3. Зменшення навантаження на механізатора при застосуванні засобів автоматизованого водіння

Однак, навіть в такому випадку стійкість руху забезпечується шляхом подолання додаткових зусиль на переміщення дещо повернутих передніх коліс трактора.

Компонувальні рішення МТА з боковою навіскою не можна вважати досконалими з точки зору енергетичних витрат та з позиції ефективності виконання технологічних процесів.

Існуючий досвід експлуатації подібних рухомих агрегатів з асиметричним розподілом навантажень показує, що є різні технічні засоби компенсації зусиль, як правило, вони пов'язані з диференціацією розподілу крутних моментів та рушіїв із ускладненням приводу.

УДК 631.348.45

### **ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОГО ВАРІАНТУ ТЕХНІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ ДЛЯ МЕХАНІЗОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ У РОСЛИННИЦТВІ**

**П.В. Шолудько**, канд. техн. наук;

**І.Л. Тригуба**, канд. с-г. наук

*Львівський національний аграрний університет*

Питання ситуаційного планування механізованих технологічних операцій у рослинництві, оцінки технологій, технічних засобів, результати вибору агрегатів є досить актуальним на даний час.

Становлення нових виробничих відносин, наростання екологічної напруженості, гострий дефіцит енергетичних і багатьох технічних ресурсів вимагають якісних змін у проектуванні механізованих технологічних операцій, обґрунтуванні вибору технічних засобів для конкретних умов. Потрібно забезпечити системну єдність техніки, технологій та природно-виробничих умов, знизити негативні наслідки машинних технологій, розвивати ресурсоощадність технологічних операцій та процесів. При цьому досить часто перед інженерами сільськогосподарських підприємств, що займаються виробництвом рослинницької продукції виникають задачі ситуаційного планування, які вирішуються інтуїтивно, що призводить до помилкових рішень. Отже, існує потреба розроблення інструментарію для ситуаційного планування механізованих технологічних операцій у рослинництві, що є досить актуальним на даний час.

Проблема полягає в тому, що кожен із узагальнених критеріїв досягає свого кращого значення при різних поєднаннях характеристик системи. Можлива також наявність суперечливих критеріїв, коли зміна характеристик системи з метою покращення одного з них

викликає погіршення іншого. Побудова єдиної шкали для оцінки всієї сукупності критеріїв, що мають різний фізичний зміст, викликає значні труднощі. Отже, метою даної роботи є розробка інструментарію для ситуаційного планування механізованих технологічних операцій рослинництва.

Кількість альтернативних варіантів складу МТА стосовно машинно-тракторного парку (МТП) конкретного господарства, як правило, невелика. Тому планування складу агрегату доцільно розглядати як задачу вибору раціонального варіанта МТА з кінцевої множини можливих для конкретного парку.

Під час вибору оптимального складу техніки для виконання механізованих технологічних операцій потрібно враховувати критерії корисності (продуктивність, якість операцій), затрат ресурсів, рівня шкідливих наслідків від цих операцій. Це означає, що під час ситуаційного планування раціонального складу МТА для виконання технологічної операції ( $S_o$ ) потрібно розв'язувати багатокритеріальну задачу типу [2]:

$$S_o = \langle S, U, H, \varphi \rangle, \quad (1)$$

де  $S_o$  - множина варіантів характеристик системи, що оцінюється;  $U$  - множина критеріїв, за якими оцінюється система;  $H$  - система пріоритетів, які задає особа, що приймає рішення вибору МТА із множини варіантів  $S$ ;  $\varphi$  - сценарій розв'язку, який вибирається із множини варіантів  $S$  із заданою системою пріоритетів  $H$ .

Множина критеріїв  $U$  включає:

– критерії корисності, які для більшості механізованих операцій у рослинництві є функцією продуктивності  $W$  і якості робіт  $Q$ :

$$K = f_1(W, Q), \quad (2)$$

– критерії сукупних затрат:

$$S = f_2(S_i) = \sum_t \sum_i S_{it}, i = 1, \dots, n, t \in T, \quad (3)$$

де  $S_{it}$  -  $i$ -та складова затрат коштів на  $t$ -му етапі життєвого циклу системи;

– критерії шкідливих наслідків:

$$E_u = f_3(E_n, E_r, E_c), \quad (4)$$

де  $E_n$  - сукупні витрати непоновлюваної енергії при виконанні технологічної операції;  $E_r, E_c$  - відповідно енергетичний вираз негативних наслідків щодо ґрунту і середовища.

Під час розв'язання задач ситуаційного планування технологічних операцій у рослинництві, критеріями вибору МТА можуть бути: узагальнений показник якості виконання робіт, продуктивність МТА, ресурсомісткість операції, узагальнений показник шкідливих наслідків від виконання операції. Інколи замість ресурсомісткості, як критерій можуть виступати прямі або приведені витрати коштів, які корелюють з ресурсомісткістю.

Кількість варіантів виконання технологічних операцій у рослинництві обмежується наявними у господарстві технічними засобами, характеристиками полів, агротехнічними і екологічними вимогами (наприклад, тиском ходових систем на ґрунт). З числа можливих варіантів складу МТА потрібно сформувати вихідну множину, з якої буде зроблений остаточний вибір. Формування вихідної множини альтернативних варіантів комплектування МТА доцільно здійснювати із використанням методу Парето. Суть методу полягає в виявленні варіантів, що за прийнятими критеріями домінують над іншими, а також варіантів, над якими немає домінування.

Нами розроблений алгоритм та комп'ютерну програму у середовищі Microsoft FoxPro for Windows. За допомогою цієї програми здійснюється вибір із необмеженої кількості вихідних варіантів за незалежними критеріями. Результати ситуаційного планування механізованих технологічних операцій видаються на дисплей, на друк та існує можливість їх зберегти у файл.

Виконаний аналіз наукових праць стосовно ситуаційного планування та вибору ефективних машинно-тракторних агрегатів для виконання технологічних операцій у рослинництві свідчить про те, що вони мають низку недоліків і не враховуються можливості використання декількох критеріїв. Запропонований підхід до ситуаційного планування механізованих технологічних операцій у рослинництві базується на методі Парето і дає можливість здійснити багатокритеріальний вибір машинно-тракторних агрегатів для виконання технологічних операцій. Встановлено, що критеріями вибору машинно-тракторних агрегатів для виконання технологічних операцій є узагальнений показник якості виконання робіт, їх продуктивність, ресурсомісткість операції, узагальнений показник шкідливих наслідків від виконання операції. Розроблені алгоритм та програмне забезпечення ситуаційного планування механізованих технологічних операцій у рослинництві забезпечать можливість безпомилкового прийняття управлінських рішень стосовно вибору машинно-тракторних агрегатів для виконання технологічних операцій незалежно від природно-кліматичних умов господарств та наявного у них складу машинно-тракторного парку.

УДК 621.9.048.7

## ***ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН ЛАЗЕРНИМ НАПЛАВЛЕННЯМ***

**О.Й. Мажейка**, проф., канд. техн. наук  
*Кіровоградський національний технічний університет*

Лазерне наплавлення є ефективним способом підвищення зносостійкості різних деталей машин і інструментів, які використовуються у сільському господарстві. Однією з проблем лазерної поверхневої зміцнюючої обробки є можливість її застосування для підвищення опірності зношуванню та втомленої міцності деталей, що працюють при циклічних знакозмінних навантаженнях [1]. У першу чергу це зв'язано з особливостями напруженого стану поверхневого шару матеріалу деталі, структура якого сформована в процесі лазерного опромінювання.

Метою роботи було розробка технології лазерного наплавлення деталей сільськогосподарських машин з застосуванням термодифузійного зміцнення.

Відомо, що на втомлену міцність і опірність матеріалу втомленому зносові домінуючий вплив мають величина, знак і характер розподілу залишкових макронапруг. При лазерному зміцненні залишкові макронапруги формуються в наслідок дії двох конкуруючих процесів - чисто термічного "нагрівання-охолодження" і структурно-фазових перетворень.

Варіюванням режимами обробки встановлено, що в поверхневому шарі можуть формуватися як стискаючі, так і розтягуючі напруження [2]. Більш того, вони можуть змінювати свій знак навіть у межах однієї зони лазерного нагрівання в залежності від швидкості обробки, густини потужності випромінювання, хімічного складу і вихідної структури сталі. Останнє свідчить про те, що на загальний напружений стан виробу істотно буде впливати і закономірність розміщення зміцнених зон по оброблюваній поверхні. Таким чином, процес формування залишкових макронапружень при лазерному зміцненні є багатofакторним і неоднозначним.

У зв'язку з цим при вирішенні конкретної технологічної задачі дуже складно, а іноді і неможливо, знайти такі умови обробки деталі, які б забезпечували одержання зміцненого шару, що має одночасно необхідну глибину, мікроструктуру, твердість, стискаючи залишкові напруги.

Одним зі способів одержання гарантованих стискаючих залишкових макронапруг є метод поверхневого пластичного деформування: обкатуванням роликом, кулькою й ін.[3].

Аналіз особливостей розглянутих методів показує, що їхнє сполучення в одному процесі може забезпечити формування зміцненого шару зі структурою, що володіє всіма перевагами структури лазерного наплавлення і гартування і до того ж має сприятливі, з точки зору підвищення втомленої міцності і зносостійкості, стискаючі залишкові макронапруги.

Оскільки в основі лазерного наплавлення з термомеханічним зміцненням лежать три процеси - нагрівання, розплавлення і деформування, то для вибору технологічної схеми обробки, її параметрів, визначення режимів опромінювання, величини і координати крапки прикладання деформуючого зусилля досліджувалися закономірності зміни термічного циклу "нагрівання-охолодження".

Вважали, що процес термомеханічного зміцнення буде здійснюватися після наплавлення поверхні в інтервалі температур  $T_3 < T_n$ . Використовували процес термомеханічного зміцнення, щоб уникнути розвитку процесу рекристалізації і застосовувати як можна менші величини зусиль до деформуючих роликів, доцільно проводити при температурах  $(0,5-0,6)T_{пл} < T_n$ .

Для розглянутого випадку найбільш раціональними режимами лазерної обробки є:  $P=1000\text{Вт}$ ,  $d_0 = 8\text{мм}$ ,  $V=1,7\text{см/с}$ , в даному випадку матеріал прогрівається на досить велику глибину, що забезпечує одержання загартованого й одночасно наклепаного шару достатніх розмірів [ 4 ].

Для проведення експериментальних досліджень був розроблений спеціальний стенд, що включає потужний електророзрядний  $\text{CO}_2$ -лазер, 3-х координатний стіл з системою ЧПУ, систему фокусування випромінювання сполучену з системою навантаження, пристрій для деформування поверхні деталі роликом [5]. Для фокусування випромінювання використовувалася лінза з КСІ з фокусною відстанню  $f = 350\text{мм}$ . В якості наплавлувальних матеріалів використовували порошки на основі нікелю (ПГСП-2) та заліза (ФБХ). Для деформування була застосована конструкція пристрою, в основі дії якої використовувалася пружина стиску. Змінюючи положення спеціального кільця можна плавно регулювати величину зусилля в діапазоні  $P=8\dots 65\text{кгс}$ . Попередньо пристрій тарувався за допомогою динамометра стиску ДОСМ-3-01.

Обговорення результатів. Структура, що наплавлялося мала дислокаційну побудова аустеніту, деформованого при високій температурі і характеризувалася утворенням тривимірних сіток дислокацій стійкої фрагментованої, полігонізованої субструктури. Після високотемпературної деформації залишаються тільки стабільні для цих температур дислокації. Рекристалізація в такій структурі відбувається не так інтенсивно.

Результати дослідження і порівняння наплавленої структури зі структурою стали 45 після лазерного наплавлення з ППД показали, що в першому випадку відбулося більш сильне здрібнювання зерна, кращі показники переходної зони та отриманого покриття.

Виявлено залежність зменшення розмірів зерна з підвищенням величини деформуючого зусилля. Зносостійкість зразків після комбінованої обробки зросла в 1,7 (для наплавки порошком ФБХ) до 2,2 рази (для наплавки порошком ПГСП-2) в порівнянні зі зразками з лазерним зміцненням (сталь 45).

Дослідження напруженого стану наплавлених деталей і підданих термомеханічному зміцненню знайшли наявність у поверхневому шарі стискаючих залишкових напруг, величина яких для досліджених навантажень коливалася в межах  $(-200\dots -500)\text{МПа}$ .

Висновки. Виконане дослідження свідчить про перспективність лазерного наплавлення з термомеханічним зміцненням, як методу підвищення зносостійкості і втомленої міцності деталей важко навантажених деталей сільськогосподарських машин.

### Список літератури

1. Мажейка О.Й. Лазерна, плазмова і детонаційна технології зміцнення поверхонь: Монографія – Кіровоград, «КОД», 2011 – 260 с.

2. Управление изменениями в твердых телах лазерным излучением: Монография / А.И. Мажейка – Кировоград: «КОД», 2010 – 236 с.
3. Папшев Д.Д. Отделочно - упрочняющая обработка поверхности пластическим деформированием. Машиностроение, 1975, 152 с.
4. Рыкалин Н.Н., Углов А.А. Кокора А.Н., Лазерная обработка материалов, М.: Машиностроение, 1975, 250 с.
5. Коваленко В.С. О напряженном состоянии поверхностных слоев материалов, упрочненных излучением лазера. Электронная обработка материалов, 2, 1980, с.34-37.

УДК: 631.365

## ***ЗЕРНОСУШАРКА КАСКАДНОГО ТИПУ***

**С.О. Горін, студент;**  
**Б.В. Панченко, студент;**  
**Д.В. Богатирьов, доц., канд. техн. наук,**  
**І.О. Скриннік, доц., канд. техн. наук**  
*Кіровоградський національний технічний університет*

Сушіння зерна та насіння – основна технологічна операція з приведення його у стійкий стан для подальшого зберігання. Необхідність та своєчасність штучного сушіння насінневих культур викликана їх підвищеною початковою вологістю після збирання врожаю. До 80% урожаю всіх насінневих культур, що поступають на хлібоприймальні підприємства або на токи господарств, мають підвищену вологість – до 20 % (олійних – до 12 %, зернових – до 20 %) під час збирання. Тому забезпечення стійкого збереження і стабілізації якості насіння можна досягти тільки шляхом своєчасного та інтенсивного сушіння.

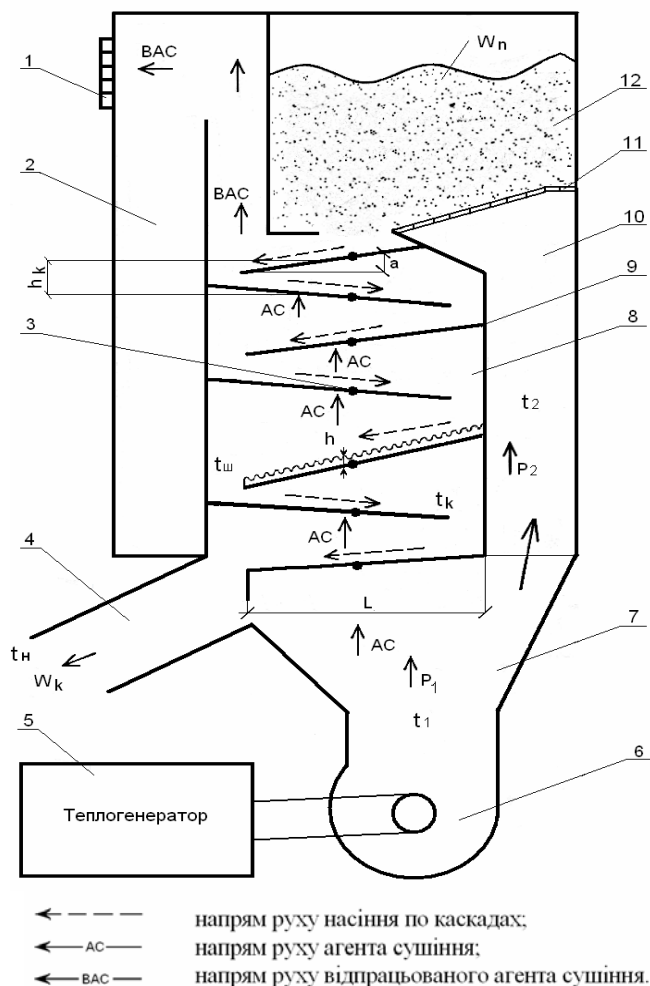
У даний час проблемам підвищення ефективності технологічних процесів сушіння насінневих культур приділяється велика увага, особливо це актуально для малих фермерських господарств, де обробляють та сушать насіння невеликих об'ємів, тому у Кіровоградському національному технічному університеті на кафедрі сільськогосподарського машинобудування розроблена зерносушарка для цих господарств.

Таким чином, одним із перспективних та актуальних напрямів зниження трудомісткості, енергоємності та підвищення якості і стійкості процесу сушіння насіння є вдосконалення сушінням матеріалів у киплячому шарі з подальшою розробкою міні-зерносушарок каскадного типу[1].

Відомі зерносушильні установки [2-3], які мають бункер для завантаження матеріалів, сушильну камеру каскадного типу, вентилятор, тепло генератор, осадову камеру, канали для попереднього прогріву зерна, для відводу відпрацьованого агента сушіння. Порівняно з іншими зерносушарками для підвищення продуктивності тут використано принцип попереднього прогріву зерна, яке потім потрапляє на каскади установки потребує менше часу та тепло енергії для сушіння зерна. Недоліком такої установки є – низька продуктивність камери попереднього прогріву з сушильними каскадами. Метою вдосконалення є усунення вказаного недоліку. Задача вирішується тим, що частина завантажувального бункера розділена на окремі відсіки, дном яких служать сітчасті жолоби, почергово нахилені в різні боки, а одна з бокових стінок виконана продовженням каналу для подачі нагрітого повітря від тепло генератора.

На рис. 1 показана зерносушарка, що має бункер 1 для завантаження матеріалів, який розділений на окремі відсіки 2, дном яких служать сітчасті жолоби 3, почергово нахилені в різні боки. Одна з бокових сіток 4 бункера 1 є продовженням каналу 5, до якого надходить

нагріте повітря від дифузора 6. Повітря нагрівається тепло генератором 7, його потік направляється в дифузор 6 та до системи каскадів 8 сушильної камери 9. Відпрацьований агент надходить до каналу 10 і далі в атмосферу, а в осадову камеру 11 попадають легкі домішки зернового матеріалу. Висушене зерно від каскадів 8 надходить в канал 12 для вивантаження просушеного матеріалу. Кути нахилу сітчастих жолобів 3 та каскадів 8 регулюються, що дозволяє збільшувати або зменшувати потік зернового матеріалу та час його сушіння.



1 - сітка відводу відпрацьованого агента; 2 - осадова камера; 3 - шарніри; 4 - патрубок для вивантаження просушеного матеріалу; 5 - теплогенератор; 6 - вентилятор; 7 - дифузор; 8 - сушильна камера; 9 - регулюючі каскади; 10 - труба для попереднього прогріву насіння; 11 - завантажуючий бункер з вологим насінням; 12 - сітка для потрапляння теплоносія в камеру попереднього нагріву; L - довжина каскаду, м;  $t_1$  - температура агента сушіння в сушильній камері, °C;  $t_2$  - температура агента сушіння у трубі попереднього прогріву, °C;  $P_1$  - тиск агента сушіння в сушильній камері, Па;  $P_2$  - тиск агента сушіння у трубі попереднього прогріву, Па; h - товщина насіння на каскаді, м;  $t_{ш}$  - температура шару насіння на каскаді, °C;  $t_k$  - температура каскаду, °C;  $t_n$  - температура насіння після сушіння, °C;  $W_n$  - початкова вологість насіння до сушіння, %;  $W_k$  - кінцева вологість насіння після сушіння, %;  $h_k$  - висота між каскадами, м.

Рисунок – 1. Зерносушарка каскадного типу

Дослідження [2] показують, що запропонована система сушіння забезпечує підвищення продуктивності сушарки на 15-25 % в залежності від виду зерна та його фізико – механічних властивостей.

### Список літератури

1. Експериментальні дослідження впливу параметрів зерносушарки каскадного типу на показники її роботи / [Текст] М.М. Петренко, І.О. Скриннік, Д.В. Богатирьов // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – Кіровоград, 2006. – Вип. 36. – С. 29 – 34.

2. Результати експериментальних досліджень впливу основних параметрів на процес сушіння зернових культур у зерносушарці каскадного типу / [Текст] М.М. Петренко, І.О. Скриннік, Д.В. Богатирьов // Вісник Тернопільського державного технічного університету. – Тернопіль, 2007. – Вип. 3. Том 12. – С. 53 – 59.
3. Пат. UA 10346 U Україна №u 200503610 / Зерносушильна установка касетного типу: деклараційний патент UA 10346 U Україна / Петренко М.М., Скриннік І.О., Заявл. 18.04.2005; Опубл. 15.11.2005, Бюл. № 11. – 4 с.

УДК:633.853.32

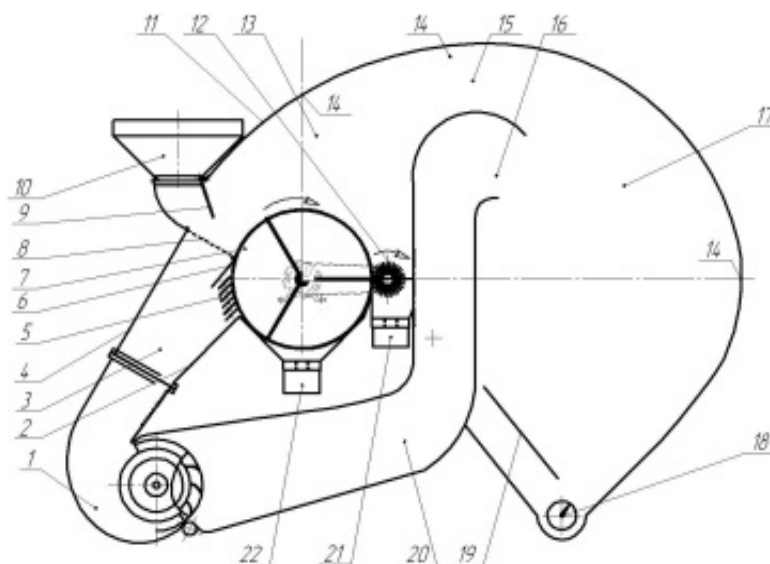
## **УСЛОВИЯ ОБОСНОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ ПНЕВМОСЕПАРАТОРА МАСЛИЧНОГО СЫРЬЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА**

**Н.А. Задосная, асп.**

*Таврический государственный агротехнологический университет*

Технология послеуборочной обработки семян подсолнечника - это сложная функциональная система, которая многогранно влияет на качество получаемых семян и зависит от их физико-механических свойств. Своевременное и эффективное проведение послеуборочной обработки повышает семенные и продовольственные качества подсолнечника, а также уменьшает его потери [1].

Важнейшей составной частью послеуборочной обработки является очистка вороха от различных примесей. Масличное сырье подсолнечника после его уборки представляет собой смесь семян основной культуры, а также масличных и различных сорных примесей минерального и органического происхождения. Послеуборочная очистка семян подсолнечника позволяет выделить грубые, легковесные примеси и сорняки, имеющих высокую влажность и тем самым улучшить качество его обработки. На начальном этапе очистки наиболее часто разделение составляющих вороха семян подсолнечника происходит с учетом его аэродинамических свойств и особенно критических скоростей витания [2].



- 1 - вентилятор диаметральный; 2 - стенка нижняя; 3 - канал воздухораспределительный; 4 - стенка верхняя; 5 - воздухораспределитель жалюзийный; 6 - стенка средняя; 7 - решето цилиндрическое; 8 - лоток-интенсификатор; 9 - заслонка; 10 - бункер; 11 - стенка верхняя камеры пневмосепарации; 12 - щетка очистительная; 13 - камера пневмосепарирующая; 14 - обечайка; 15 - канал пневмосепарирующий; 16 - горловина; 17 - камера осадочная; 18 - устройство вывода легких примесей; 19 - плоскость отбойная; 20 - канал обратный всасывающий; 21 - клапан вывода крупных примесей; 22 - клапан вывода фракции очищенного зерна.

Рисунок – 1. Схема технологическая пневморешетного сепаратора зерна с замкнутой воздушной системой



Несмотря на широкое использование явления движения материальных частиц в современных зерноочистительных машинах, связанных с сепарацией составляющих вороха, количественные закономерности движения тел с учетом сопротивления воздушной среды и сегодня нуждаются в дополнительном исследовании.

В нашей работе определены фракционный состав и аэродинамические свойства масличного сырья подсолнечника, поступающего на очистительные комплексы Юга Украины.

Анализ полученных значений аэродинамических свойств сырья показал, что масличная примесь по своему диапазону критических скоростей витания входит в состав полноценных семян подсолнечника.

Легкие примеси частично находятся в середине диапазона критических скоростей полноценных семян и большая их часть может быть отделена воздушным потоком.

Анализ аэродинамических свойств крупных примесей, показывает, что наибольший диапазона критической скорости находится именно у этой категории примесей. а значит их выделения возможно при условии обработки семенного вороха на пневмосепараторе с использованием как воздушных потоков, так и решет.

Анализ полученных значений показал, что масличная примесь по своему диапазону критических скоростей практически входит в состав полноценных семян подсолнечника, за исключением части дробленых, которые вместе с легкими примесями уйдут в отходы [3].

Анализируя фракции составляющих вороха подсолнечника, можно сделать вывод, что математическое ожидание чистоты исходного материала составляет 92,8%, max - 97,1%, min - 84,6%. А засоренности- 7,2%, при этом max - 22,5%, а min = 2,1%.

Из анализа общего количества примесей в ворохе подсолнечника: математическое ожидание масличной в исходном материале - 37,25%, крупной сорной примеси - 25,7%, прохода через сито Ø3мм - 36,5%, легких примесей - 0,55%.

Выполнен анализ существующих технологических средств очистки масличного сырья и обоснована технологическая схема пневмосепаратора (рис.1) [3,4,5].

Выводы.

1. Внедрение в конструкцию зерноочистительной машины цилиндрического решета с горизонтальной осью вращения и диаметального вентилятора позволило обосновать технологическую схему и процесс работы пневморешетного сепаратора с замкнутой воздушной системой.
2. Разработана методика установки и определения параметров и режимов работы пневморешетного сепаратора масличного сырья подсолнечника.
3. За счет определения режимов подачи вороха, воздушного потока, коэффициента живого сечения лотка-интенсификатора и угла наклона верхней и средней стенок воздухораспределительного устройства, обеспечения создания псевдооживленного состояния и сегрегации слоя семенного вороха над лотком-интенсификатором, можно обеспечить повышение эффективности работы пневмосепаратора.

### Список литературы

1. Михайлов, Є. В. Післязбиральна обробка зерна у господарствах півдня України: монографія / Є.В. Михайлов. - Мелітополь: Люкс. 2012. - 260 с.
  2. Михайлов, Є. В. Аспекти методики визначення параметрів повітряного потоку в пневмосистемі машини попереднього очищення зерна / Є.В. Михайлов, О.О. Білокопитов, М.П. Кольцов // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. — Мелітополь, 2010. -Вип. 11, т. 1.- с.242-250.
  3. Михайлов, Є. В. Свойства семян подсолнечника и показатели качества масличного сырья, поступающего на Мелитопольский маслоэкстракционный завод./ Є.В. Михайлов, Н.А. Задосная. Праці таврійського державного агротехнологічного університету. Вип.13.т.3. : - Мелітополь: ТДАТУ, 2013.-с. 118...123.
  4. Фадеев, Л. В. Щадящая технология подготовки семян - путь повышения урожайности / Л. В. Фадеев // Агротехника, агротехнологии, агрохимия, агротехнологии. – 2012. – № 1. – с. 28-31.
- Сычугов Н.П., Жолобов Н.В., Корнеев С.В. 2003. Пневмосепаратор для очистки и фракционирования зернового материала. Номер публикации патента: 2199401 Опубликовано: 27.02.2003 кл. В 07 В 4/02.

## **ЗАСТОСУВАННЯ ПОЛИЦЕВОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ З ВІД'ЄМНИМ КУТОМ АТАКИ ЛЕМІША В СИСТЕМІ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ҐРУНТУ**

**І.В. Шевчук**, студентка;

**В.О. Дубовик**, доц., канд. техн. наук

*Кіровоградський національний технічний університет*

На початку 20 століття для неглибокої оранки і одночасного посіву під пласт широке розповсюдження на Україні знайшли плуги-букери. Особливість їх конструкції полягла в прямолінійності полиці, тобто кут постановки твірної її поверхні до стінки борозни був постійний. Як наслідок, механізм обертання шару ґрунту був інший ніж у традиційного плуга, що дозволяло не враховувати співвідношення  $k \geq 1,27$  і відмовитись від польової дошки.

Букер підрізав бур'ян, створював на поверхні сипкий шар, який перешкоджав швидкому випаровуванню вологи з ґрунту, що дуже важливо для посушливих місцевостей, широко застосовувався для очистки парів від бур'янів. Така конструкція та особливості експлуатації роблять його перспективним для використання при рекультивациі.

Букер використовувався на малих швидкостях і тому відмова від польової дошки була виправданою. Але зі збільшенням швидкості і ширини захвату проблема компенсації поперечної складової знову стає актуальною.

Наявність поперечної складової обумовлена двома факторами: несиметричністю робочих органів та ступінчастістю їх розміщення для того, щоб передній корпус відкривав борозну для переміщення у ній шару ґрунту заднім корпусом. Ці конструктивні особливості зумовлюють необхідність обладнання корпусів польовими дошками, які впираючись у стінку борозни, утворюють сили тертя, що становлять до 1/3 загального тягового опору плуга [1]. В нашому випадку враховуючи неконсолідований стан ґрунту розміри польової дошки повинні бути збільшені, що автоматично підвищує тяговий опір.

З огляду досліджень встановлено, що більшість авторів схиляються до наступних варіантів компенсації поперечної складової:

- введенням додаткових ріжучих елементів, реакція яких спрямована в протилежний бік [2];
- перерозподілом напрямку діючих сил, шляхом зміни кутів постановки ріжучих елементів [3].

Плоскорізна лапа буде ефективна для плугів традиційної конструкції тому що компенсує дію бокової складової за рахунок збільшення загального тягового опору корпусу. Але враховуючі те, що наступний корпус буде йти по сліду цієї лапи і його тяговий опір зменшиться в загальному випадку можна отримати позитивний ефект. В нашому випадку, коли ґрунт ще неконсолідований ефект практично відчуватись не буде, тому друге рішення є більш перспективне.

### **Список літератури**

1. Синеоков Г.Н. Теория и расчёт почвообрабатывающих машин / Синеоков Г.Н., Панов И.М. – М. : Машиностроение, 1977. – 328 с.
2. Шмат С.І. Аналіз можливостей зменшення енергоємності оранки плугом/ С.І.Шмат, К.Д.Матвеев, П.Г.Лузан, Ю.В.Мачок //Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Випуск 33. – Кіровоград: КДТУ, 2003. – С. 277-280.
3. Рыжих Н.Е. Совершенствование пахотного агрегата /Н.Е.Рыжих// Политематический сетевой электронный журнал Кубанского государственного аграрного университета №6(8), 2004. - <http://ej.kubagro.ru/2004/06/05/>

## **ЗМЕНШЕННЯ ПОПЕРЕЧНОЇ СКЛАДОВОЇ ТЯГОВОГО ОПОРУ ГРУНТООБРОБНИХ МАШИН ЗАСТОСУВАННЯМ ПОЛИЦЕВОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ**

**В.О. Дубовик**, доц., канд. техн. наук  
Кіровоградський національний технічний університет

Рекультивация земель складається з двох етапів: гірничотехнічного та біологічного. Гірничотехнічний етап, або просто технічний, передбачає зняття та складування родючого шару ґрунту, планування поверхні, формування схилів, спорудження шляхів, гірничотехнічних і меліоративних споруд, а також покриття спланованої території родючим шаром ґрунту. Біологічний стан рекультиваци включає комплекс агротехнічних і фітомеліоративних заходів, спрямованих на відновлення ландшафтів і відтворення родючості земель для використання їх у сільському чи лісовому господарстві.

Специфіка утворення родючого шару полягає в тому, що він тонкий і вкладається на основу, яка принципово відрізняється за механіко-технологічними та іншими властивостями. Тому використання традиційної ґрунтообробної техніки ускладнене. Для виконання технічного етапу необхідно мати систему спеціальних ґрунтообробних машин.

Для формування структури ґрунту необхідне його розпушення, в тому числі і з оборотом шару. Для останнього випадку підходить полицевий обробіток. Але використання традиційного плуга пов'язане з рядом проблем. Глибина оранки не може бути взята довільною – треба виконувати співвідношення  $k = b/a \geq 1,27$ , що для малих глибин виконати технічно не можливо. До того ж шар ґрунту відносно пухкий і польова дошка втрачає свою ефективність, що призводить до втрати стабільності ходу. Таким чином, існує проблема створення плуга спеціальної конструкції, в якому максимально урівноважені поперечні складові тягового опору.

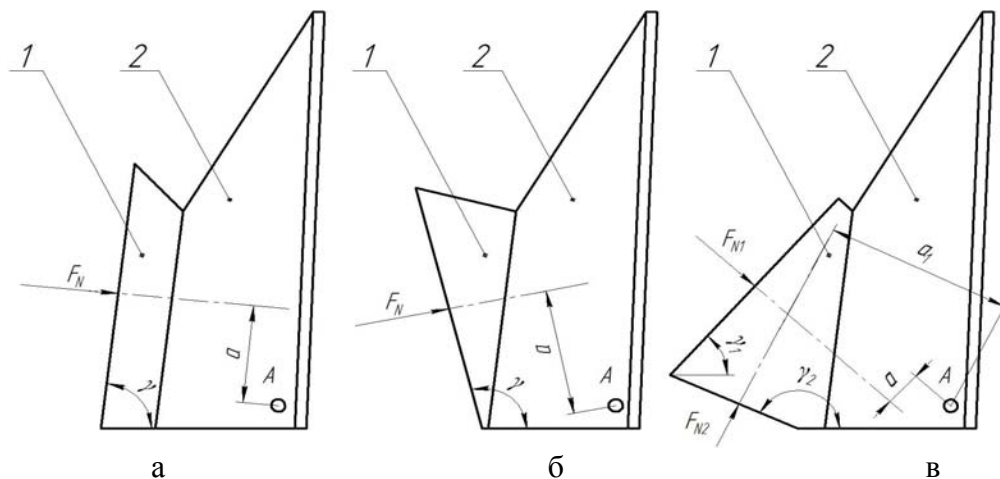
Одним з шляхів урівноваження поперечних складових тягового опору є застосування додаткових елементів, а саме плоско різних лап, реакція яких спрямована в протилежний бік. Іншим шляхом вирішення проблеми є зміна кутів постановки ріжучих елементів, а отже і перерозподілу напрямку діючих сил.

Застосування плоскорізної лапи компенсує дію бокової складової за рахунок збільшення загального тягового опору корпусу, але наступний корпус буде йти по сліду цієї лапи і його тяговий опір зменшиться. У випадку коли ґрунт ще неконсолідований ефект практично відчуватись не буде. Більш перспективним в цьому випадку є перерозподіл напрямку діючих сил шляхом зміни кутів постановки ріжучих елементів.

Для аналізу існуючих конструктивних рішень було обрано три схеми плуга з прямолінійними полицями [1]: з лемешем традиційної конструкції (рис. 1а), класичний букер (рис. 1б) та леміш з від'ємним кутом постановки леза до напрямку руху (рис. 1в).

З наведених схем бачимо, що момент відносно точки кріплення А, який утворюється нормальною складовою сили різання  $F_N$  в перших двох випадках діє за годинниковою стрілкою, а в останньому – проти. Це дозволяє стверджувати, що загальна величина поперечно діючих сил в випадку, представленою на рис. 1в буде зменшеною. Останнє положення було перевірено в ході попередніх досліджень.

Лабораторні дослідження проведені на ґрунтовому каналі традиційної конструкції, тобто – ґрунтовий лоток (2400x400x500) плюс візок з механізмом приводу. Відмінність полягає в тому, що ділянка в центральній частині ґрунтового лотка виконана з прозорого скла, що надає можливість візуально відстежувати процеси, що відбуваються нижче рівня донної поверхні.



1 – леміш; 2 – полиця.

Рисунок – 1. Плуг з прямолінійними полицями

В процесі дослідження заміряється співвідношення повздовжньої і поперечної складової тягового опору для різних значень вихідних параметрів. Грунтове середовище моделювалось у відповідності до рекомендацій [2, 3]. Основна увага була приділена дослідженню конструкції з від'ємним кутом атаки леміша.

В результаті досліджень виявлено, що конструкція полицевого робочого органу з від'ємним кутом атаки леміша є перспективною з точки зору використання в системі рекультиватії ґрунту. Застосування полицевого робочого органу з від'ємним кутом атаки леміша забезпечує зменшення поперечної складової тягового опору, що в свою чергу призводить до стабілізації роботи машини і зменшення загального тягового опору.

### Список літератури

1. Колбасін В.О., Волик Б.А., В.О. Дубовик В.О. Лабораторні дослідження полицевого робочого органу для використання в системі рекультиватії ґрунту. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин, вип. 42 ч. II. – Кіровоград: КНТУ, 2012. - С. 53-58.
2. Панченко А.Н. Аналитический метод определения тяговых сопротивлений почвообрабатывающих и землеройных машин и оценка их эффективности для энергосберегающих технологий: Учебное пособие /А.Н.Панченко// Днепропетр. гос. агр. ун-т. – Днепропетровск, 1995. – 96с.
3. Баловнев В.И. Методы физического моделирования рабочих процессов дорожностроительных машин. – М.: Машиностроение, 1974. – 232с.

УДК 662.75

## **АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ВИДІВ ПАЛИВ В ДВЗ МОБІЛЬНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ**

**Й. Джанмурадов**, студент;  
**В.О. Дубовик**, доц., канд.техн.наук  
 Кіровоградський національний технічний університет

Останнім часом велика кількість закордонних науково-дослідних центрів моторобудівних фірм проводять дослідження, спрямовані на вирішення завдань забезпечення економії палива і заміни традиційних рідких вуглеводневих палив паливами нафтового походження.

Аналізуючи дані можна класифікувати альтернативні палива за такими ознаками:

- за складом - вуглеводнево - кислотні (спирти), ефіри, естери, водневі палива з добавками;
- за агрегатним станом - рідкі, газоподібні, тверді;
- за обсягами використання - цілком, як добавки;
- за джерелами сировини - з вугілля, торфу, сланців, біомаси, горючого газу, електроенергії та ін.

Зупинимося на сучасному стані проблеми виробництва синтетичних рідких палив (СРП) як найбільш прийнятних, з погляду агрегатного стану, замінників нафтових палив. Принципові технологічні схеми отримання СРП з твердого сировини це: піроліз, пряма гідрогенізація, непряма гідрогенізація. Основними видами сировини для отримання СРП є: природний, нафтовий (попутний) газ, газовий конденсат; кам'яне і буре вугілля; природні бітуми і бітумінозні породи (сланці, нафтові піски); вторинні ресурси (коксівий, феросплавний, доменні гази), промислові та побутові відходи.

За фізико-хімічними і моторним властивостям СРП можуть бути розділені на три категорії: паливо на нафтовій основі з синтетичними добавками (бензоспиртові суміші, бензини з добавками метил-трет-бутилового ефіру - МТБЕ); СРП, близькі до нафтових палив; спиртові палива (СРП з синтез - газу). Аналізуючи можливість застосування рідких альтернативних палив (у тому числі СРП), необхідно зазначити наступне.

Робота автомобілів на стиснутому природному газі (метан) призводить до зниження техніко-економічних показників: запас ходу знижується на 88%, вантажопідйомність - приблизно на 500-550 кг, високий тиск стисненого газу становить 20 МПа.

Іншим після газу замінником моторного палива вважають синтетичні спирти: етанол і метанол. До недоліків метанолу необхідно віднести: висока токсичність, Знижена нижча теплота згорання (на 20%), номінальна потужність. Метанол рекомендується як добавка 5-15% до бензинів. У США, наприклад, заправка автомобілів газом - бензин - етанол у співвідношенні 9: 1 здійснюється з початку 80-х років.

Можливість використання МТБЕ справедливо розглядається як один з перспективних напрямків розширення ресурсів висооктанових неетилованих бензинів. До переваг МТБЕ можна віднести і те, що його можна отримувати, використовуючи ненафтові джерела - вугілля або біомасу. До недоліків МТБЕ необхідно віднести: токсичність, деяке погіршення фізико-хімічних властивостей сумішей ефіру (11-16%) з бензином.

Використання газових конденсатів (ГК) обмежено через наступні недоліки: шкідливий вплив на центральну нервову систему, небезпеку становить іскроутворення в процесі роботи з паливом, знижується потужність (на 20%) двигуна при його роботі на ГК, підвищений питома ефективна витрата палива.

Водень - це ще один вид альтернативного палива, що розглядається в даний час як один з можливих замінників бензину і дизельного палива. До недоліків водню як палива необхідно віднести наступне: він відрізняється підвищеною вибухонебезпекою, для його зберігання необхідні спеціальні способи та обладнання, висока собівартість одержання водню.

Заслужує увагу застосування електроенергії як енергоносія для електромобілів. При цьому кардинально вирішується питання, пов'язане з токсичністю відпрацьованих газів, з'являється можливість використання нафти для отримання хімічних речовин і сполук. До недоліків електроенергії як виду електроносія можна віднести: обмежений запас ходу електромобіля, збільшені експлуатаційні витрати, висока первинна вартість, висока вартість енергоємних акумуляторних батарей.

Таким чином, проведений огляд властивостей альтернативних палив дозволяє зробити висновок про те, що незважаючи на деякі позитивні моменти, перераховані енергоносії мають ряд істотних недоліків, які обмежують їх широке поширення і використання.

## **ВИКОРИСТАННЯ РІПАКОВОЇ ОЛІЇ В ЯКОСТІ ЗМАЩУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ**

**Р.М. Іванов**, студент;

**В.О. Дубовик**, доц., канд. техн. наук

*Кіровоградський національний технічний університет*

Виробництво ріпаку органічно вписується в схему фермерської діяльності, підтримуючи родючість ґрунту (після збирання ріпаку, на кожному гектарі залишається в землі близько 65 кг азоту, 34 кг фосфорної кислоти, 60 кг калію [1]), поставляючи корм для худоби. Для умов України оптимальною може виявитися ферма з посівною площею до 40-50 га, п'ята частина якої відводиться під ріпак. Обов'язковою вимогою до такого господарства є використання жмиха для корму худоби (фермер може тримати 30 голів корів).

Розрахунки показують, що витрати на виробництво ріпакового насіння - 17700 МДж/га; витрати на вилучення олії - 700 МДж/га; енергія, отримана від олії - 22200 МДж/га: таким чином, енергетична прибуток з кожного гектара - 3800 МДж (по енергетичній цінності це відповідає 110 літрам дизельного палива). Аналіз досліджень джерел показав, що ріпаківі олії (РО) і метилові ефіри ріпакової олії (МЕРО) можуть бути використані у вигляді мастил та детергентних (миючих) присадок до них [2].

Відомі дані по основним фізико-хімічним та трибологічеським властивостям рафінованої ріпакової олії [1, 2] кращі аналогічних даних соняшникової і касторової олій. Необхідно відзначити, що температура застигання РО зменшується в міру додавання в неї депрессора % (мас.) -20°C - 0; -32 °C - 0,1; -34 °C - 0,5. Проведені експериментальні дослідження ріпакової олії як змащувачого агента показали, що кращими властивостями володіє олія, отримана з високоолеїнових і високоерукових сортів ріпаку.

Більш стабільними змащувачими властивостями володіють метилові ефіри РО внаслідок видалення з молекул агліцеринів жирних кислот олії надлишку гліцерину. Однією з важливих властивостей рослинних олій та їх похідних є практично повна біорозкладаємість. Наприклад, МЕРО володіє добрим біологічним розкладанням (приблизно 98% за 21 день - згідно з тестом СЕС L-33-A-93) і нетоксичністю.

Як зазначалося вище, рослинні масла як мастил в даний час знову привертають увагу, що пояснюється їх практично повної біорозкладаємістю. Крім того, їх застосування відповідає загальній екологічно обумовленій тенденції зменшення споживання викопних органічних речовин і заміною їх поновлюваною сировиною. Для додання рафінованої ріпаківі олії властивостей, притаманних сучасним нафтовим маслам, до них додають присадки, розроблені для нафтових масел. У сучасних маслах вміст присадок доходить до 20%, при цьому найбільш вагомими компонентами є високолузні детергенти.

В інституті біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України в 1999 році були проведені дослідження з визначення можливості отримання детергентів з ріпакової олії. У результаті були синтезовані естери жирних кислот, виділених з ріпакової олії і саліцилової кислоти. Відзначається, що спроби отримання лужних кальцієвих солей зазначених продуктів мають частковий успіх. Але дослідження в цій області тривають, що підтверджує важливість комплексної програми виробництва ріпаку.

### **Список літератури**

1. Химия жиров / Б.Н.Тютюнников, З.И.Бухштаб, Ф.Ф.Гладкий и др. - М.: 3-е изд., перераб. и доп. - Колос, 1992. - 448 с.
2. Марченко А.П., Семенов В.Г., Семенова Д.У. и др. Дослідження фізико-хімічних показників альтернативного біопалива на основі ріпакового масла. - Вісник Харківського держ. політехнічного університету. Збірка наукових праць. Випуск 101. - Харків: ХДПУ, 2000.- С. 159-163.

## **СТРУКТУРНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ГИДРОПРИВОДА ГСТ-90,112 КАК ОБЪЕКТА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ**

**И.Г. Бойко, проф., канд. техн. наук;  
А.В. Войтов, аспирант**

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени П.Василенко*

Объемные гидроприводы широко применяются на мобильной сельскохозяйственной технике как система передачи энергии от двигателя к движителям машины при выполнении технологических операций. Изменение технического состояния ГСТ-90,112 в худшую сторону, приводит к потерям в виде увеличения непроизводительных затрат энергии и топлива, что связано с объемными потерями рабочей жидкости вследствие внутренних утечек через зазоры (из зон высокого давления в зоны низкого давления).

Работа гидронасоса и гидромотора характеризуется взаимным влиянием через упругие свойства гидравлической жидкости, которая циркулирует в замкнутом объеме. Поэтому математическое описание таких динамических систем следует искать в совместном взаимодействии насоса-мотора-гидравлической жидкости, что и определяет актуальность настоящего исследования.

Целью данной работы явилось выполнить структурную идентификацию математической модели диагностирования объемного гидропривода ГСТ-90,112, как единой динамической системы насос-мотор-гидравлическая жидкость с учетом утечек в процессе эксплуатации.

Идентификация динамических объектов сводится к задаче получения математической модели адекватной изучаемому явлению, т.е. к определению структуры модели диагностирования (структурная идентификация). Под структурой модели диагностирования будем понимать дифференциальное уравнение, описывающее переходный процесс с точностью до коэффициентов.

Рассматривая физику переходных процессов следует отметить, что зависимость переходного процесса в насосе и моторе соответствует инерционному колебательному звену второго порядка.

Учитывая то, что в конструкции ГСТ-90,112 насос и мотор соединены последовательно, представим структурно-динамическую схему ГСТ-90,112 в виде последовательного соединения передаточных функций.

Таким образом, отметим следующее. Коэффициенты при входном сигнале называются коэффициентами усиления и показывают, как сильно входной сигнал, (скорость отклонение шайбы насоса и скорость нарастания давления после насоса), влияет на выходной – величина давления жидкости после насоса и обороты мотора.

Постоянные времени насоса и мотора имеют размерность времени и характеризуют инерционность процесса. Увеличение постоянных времени делает процесс менее восприимчивым к изменению входного сигнала. Исходя из физической интерпретации постоянные времени могут нести информацию о степени износа насоса и мотора, т.е. с увеличением степени износа последних (с увеличением утечек в сопряжениях), постоянные времени будут увеличиваться.

Из анализа дифференциального уравнения переходного процесса динамической системы следует, что параметрами, которые характеризуют техническое состояние насоса НП-90,112 и мотора МП-90,112, являются постоянные времени, а также декременты затухания колебаний давления жидкости в напорной магистрали и оборотов мотора.

## **ЛАЗЕРНА ТЕРМОДЕФОРМАЦІЙНА ОБРОБКА ДЕТАЛЕЙ**

**О.Й. Мажейка**, проф., канд. техн. наук;

**Мотаз Аль-Шаро**, асп.

*Кіровоградський національний технічний університет*

Лазерна обробка з метою зміни властивостей матеріалів або формоутворення міцно зайняла своє місце у виробничому процесі практично будь-якого сучасного машинобудівного підприємства. Застосування цієї технології для поверхневого зміцнення деталей сільськогосподарської та транспортної техніки, нафто-газодобуваючого обладнання, металооброблюючих інструментів її високу ефективність. Підвищення зносостійкості виробів оцінюється в 2..10 раз, що дає значний економічний ефект.

Разом з тим для промисловості представляють не менший інтерес питання поведінки лазерно-зміцнених виробів при тривалій їхній експлуатації, при різних режимах навантаження.

Відомо, що деякі зі згаданих вище питань, можна вирішувати застосовуючи способи поверхневого пластичного деформування. Сполучення процесу лазерного надшвидкісного локального нагрівання матеріалів з процесом механічного пластичного деформування дозволить значною мірою розв'язати проблеми характерні як для одного, так і іншого виду обробки. Усе вищевикладене дозволяє вважати обрану тему даної роботи актуальною.

Дослідження виконані раніше в роботах [1,2] показали, що, залежно від режимів опромінення, структурного стану й фазового складу оброблюваного матеріалу, у поверхневому шарі можуть формуватися як стискаючі, так і розтягуючі залишкові макронапруги. Процес формування залишкових макронапружень при лазерному зміцненні є багатofакторним і неоднозначним.

Пропонується об'єднати сполучення лазерного нагрівання й пластичного деформування в одному процесі в комбіновану обробку. Сутність процесу полягає в тому, що лазерне випромінювання при відносному русі нагріває поверхневий шар матеріалу деталі до температури аустенізації. У міру видалення від місця дії теплового джерела, нагрітий метал швидко остигає й при температурах 650-550°C піддається впливу деформуючого елемента. Мартенсит, що утворюється в процесі автогартування, успадковує структуру деформованого й ущільненого переохолодженого аустеніту, і, таким чином, обумовлює додання поверхневому шару деталі комплексу необхідних фізико-механічних характеристик.

Для виявлення закономірностей головних зв'язків цієї технологічної системи в роботі були проведені теоретичні й експериментальні дослідження.

Було встановлено, що процес лазерного термодформаційного зміцнення здійснюється без оплавлення поверхні, в інтервалі температур 650-400°C. У якості матеріалу, що обробляється, була обрана нормалізована сталь 45, теплофізичні характеристики якої відповідають:  $\lambda = 0,314$  Вт/см.град;  $a = 0,07$  см<sup>2</sup>/с;  $c = 4,465$  Дж/г.град;  $T_{пл} = 1300^\circ\text{C}$ ;  $T_3 = 950^\circ\text{C}$  (з урахуванням виправлення на швидкість нагрівання).

Для виконання експериментальних досліджень був розроблений спеціальний стенд, що включає потужний електророзрядний CO<sub>2</sub>-лазер, трьох координатний стіл з системою ЧПК, систему фокусування випромінювання сполучену з системою навантаження, пристрій для деформування поверхні деталі роликом. У якості пристроїв, що навантажують, були застосовані конструкції, в основі дії яких використовувалася пружина стискання й пневмопривід. В першому випадку величина зусилля плавно регулювалась в діапазоні  $P^* = 8..65$  кгс шляхом змінування положення спеціального упорного кільця, в другому - тиску повітря.

Зразки з нормалізованої сталі 45 і сталі 65Г прямокутної форми с розмірами 40x40x5 мм і з кутами загострення 90°, 60°, 45°, 30° піддавались лазерному й лазерному термодформаційному зміцненню при наступних умовах: потужність випромінювання



$P=1000-1200$  Вт; діаметр плями фокусування,  $d_0 = 4,5; 6,5; 8$  мм, швидкість переміщення зразка відносно променя,  $V=0,6 - 2,1$  м/хв; величина деформуючого зусилля,  $F= 43; 50; 57$ кгс, відстань від центру плями фокусування до точки навантаження,  $L= 8; 10; 12$  мм.

Після лазерного нагрівання внаслідок великого градієнту температур добре прослідковується послідовність фазових перетворень. Було встановлено, що на периферії зони перлітні колонії частково, у приповерхневих шарах повністю, перетворившись в аустеніт, при охолодженні утворюють мартенсит з високою твердістю. За даними експерименту при лазерному зміцненні мікротвердість складала у поверхні до глибини 50 мкм  $H_{\mu}= 8000-9000$  МПа, на глибині до 650 мкм -  $H_{\mu}= 600-790$  МПа.

Дослідження напруженого стану сталі 45, підданої лазерному термомеханічному зміцненню виявили наявність у поверхневому шарі стискаючих залишкових напружень, величина яких для досліджених навантажень коливається в межах (-400...-500 МПа.).

Оцінку зносостійкості структур сталі 45 проводили за схемою контакту «плоский зразок-ролик». У якості контрзразків використовувались ролики зі сталі ШХ-15 із твердістю HRC55. Випробування проводилися при однакових навантаженнях (50 Н) і швидкостях ковзання (2,5 м/с) в умовах сухого тертя. Дослідженнями було встановлено підвищення зносостійкості зразків після лазерної термомеханічної обробки в порівнянні із чисто лазерною – на 30%, з об'ємним загартуванням – в 2 рази, з нормалізацією - в 10 раз. Відзначалося істотне зниження (~ в 2 рази) коефіцієнту тертя, підвищення рівномірності процесу зношування, відсутність відколів і виривів.

В роботі обґрунтована й експериментально доведена доцільність сполучення процесу швидкісного лазерного нагрівання й наступного, на етапі охолодження, пластичного деформування поверхневих шарів деталей, що забезпечує за рахунок термомеханічного зміцнення істотне підвищення зносостійкості й втомленої міцності деталей машин. У поверхневому шарі вуглецевих сталей після лазерного термомеханічного зміцнення формуються гарантовані стискаючі залишкові макронапруження, рівень яких (-400...-500 МПа) визначається величиною зусилля, що навантажує, і швидкістю обробки.

### Список літератури

1. О.Й. Мажейка. Лазерна, плазмова і детонаційна технології зміцнення поверхонь: Монографія-Кіровоград: вид.Лисенко В.Ф., 2011. – 260 с.
2. Управление изменениями в твердых телах лазерным излучением: Монография / А.И.Мажейка – Кіровоград: «КОД», 2010 – 236 с.

УДК 621.891

## **ОЦІНКА ТРИБОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЕЛЕКТРОДУГОВИХ ПОКРИТТІВ**

**О.Й. Мажейка**, проф. канд. техн. наук;

**С.І. Маркович**, доц., канд. техн. наук

*Кіровоградський національний технічний університет*

Для напилених електродугових покриттів однією з найважливіших характеристик є їх трибологічні властивості. Особливо це стосується тих покриттів, які наносяться на внутрішні поверхні деталей.

Метою досліджень було визначення трибо-логічних властивостей композиційних покриттів в залежності від процентного вмісту елементів шихти порошкового дроту.

Електродугові покриття наносили електро-металізатором ЕМ-14 шляхом розпилення порошкових дротів діаметром 1,8 мм. У якості шихтових матеріалів використовували ферохром ФХ-800, ферокремній ФС-65, феромарганець ФМн-05, феромолібден ФМО-60, алюмінієвий порошок ПА-40 [1].

Трибологічні дослідження проводили на установці СМЦ-2 за схемою диск-колодка при граничному терті. Контактне навантаження 3-24 МПа, швидкість ковзання 0,67м/с. Матеріал колодки – текстоліт. Покриття наносили на зразки в вигляді диску (матеріал - сталь 45, HRC 28-30) діаметром 40 мм та шириною 10 мм.

Результати трибологічних досліджень покриттів в парі з текстолітом. Покриття з ПД шихта якого містить підвищений вміст алюмінію мають високі механічні, але гірші трибологічні характеристики, ніж покриття мартенситного класу.

Наявність молібдену у покритті сприяє утворенню на поверхні тертя плівки сполук молібдену із сіркою

В текстоліті є абразивні частинки, які зношують покриття. Із зменшенням твердості напиленого покриття його зносостійкість знижується та стає меншою, ніж зносостійкість еталона – сталі ШХ 15 (HRC-62).

Із зменшенням твердості покриття до 350 НV зносостійкість текстоліту зростає на 70% внаслідок швидкого притирання поверхні напиленого покриття.

Висновки. Зносостійкість покриття в парі з текстолітом залежить від його твердості. Із збільшенням твердості зносостійкість зростає. Зносостійкість текстоліту в парі тертя з покриттям зростає при зменшенні твердості покриття.

### **Список літератури**

1. Мажейка О.Й. Розроблення електродугових покриттів з порошкових дротів для відновлення внутрішніх поверхонь деталей машин / О.Й.Мажейка, С.І.Маркович, Ю.В.Рябоволик, М.М.Студент // Проблеми тертя та зношування: Науково-технічний збірник. – К.: НАУ, 2008. – Вип. 49. – Т.2. – С.112-117.

УДК 621.9.048.7

## ***ОСОБЛИВОСТІ ЛАЗЕРНОГО НАПЛАВЛЕННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ***

**О.Й. Мажейка**, проф. канд. техн. наук

*Кіровоградський національний технічний університет*

**А.М.Луцай**, ст.викл.

*Національний технічний університет України «КПІ»*

У промисловості при відновленні деталей, як правило, використовують наплавочні методи з нанесенням металопокрітій з дроту СВ-08, ЗОХГСА, НП70 та інших марок, під шаром флюсу, в середовищі CO<sub>2</sub>. Лазерній обробці таких металопокрітій характерні закономірності, виявлені при обробці стандартних сталей аналогічного хімічного складу [1]. При наплавленні створюється шар, склад і властивості якого, в основному, визначаються властивостями наплавленого матеріалу і технологічними параметрами процесу. Матеріал, що наплавляється може бути нанесений у вигляді порошку, дроти, стрічки, фольги та ін. Широке застосування в технологіях лазерної наплавки знаходить порошкова наплавка, яка вимагає мінімальних енергетичних витрат і забезпечує високу в порівнянні з іншими способами продуктивність процесу. Найважливішими моментами, які визначають застосування

конкретного способу наплавки є структура випромінювання, конфігурація наплавлюваного поверхні, необхідна товщина наплавленого шару і склад присадочного матеріалу.

Особливий інтерес при лазерній наплавленні представляють композиційні матеріали - нітриди алюмінію, кремнію і бору, карбід кремнію і ряд інших, які мають ряд корисних властивостей. Вони тугоплавки, є діелектриками з відносно високою теплопровідністю і хімічно стійкі в агресивних середовищах [1]. Однак високотемпературні властивості цих матеріалів, такі як температура плавлення, стійкість при нагріванні, не вивчені. У даній роботі проводився лазерний нагрів нітридів алюмінію, кремнію і бору в атмосфері буферного газу азоту високого тиску (для придушення дисоціації), визначалася температура плавлення цих речовин і вимірювалася товщина плівки проплавивши на поверхні. Для нітриду алюмінію знайдена інтенсивність випромінювання, при якій товщина цієї плівки максимальна. Для інтерпретації результатів цих експериментів необхідно більш докладний розгляд лазерного нагріву зазначених матеріалів.

Як відомо [2,3], процес лазерного нагріву конденсованої речовини складається з двох етапів. На першому етапі вся поглинена енергія витрачається в основному на розігрів матеріалу, причому тепло відводиться всередину зразка теплопровідністю, а глибина прогріву пропорційна співвідношенню температуропровідності матеріалу і часу нагрівання. Випаровування, будучи різкою функцією температури, залишається слабким аж до досягнення так званої температури розвиненого випаровування. При досягненні зазначеної температури швидкість руху міжфазної межі конденсована речовина-пар стрибком збільшується до стаціонарної, зростання температури припиняється, починається інтенсивне випаровування і руйнування поверхні. Для визначення глибини проплавивши розглядали розвинене випаровування і розраховували його температуру. Зміна температури поверхні при нагріванні через отриманням з постійною інтенсивністю в відсутність випаровування описується розв'язком одновимірного рівняння теплопровідності для напівнескінченного тіла [2]. Проведений огляд дозволяє описати нагрівання і плавлення нітридів в умовах проведених експериментів. Залежність глибини проплавивши від інтенсивності випромінювання для нітриду алюмінію і кордон застосовності методу з плоским нагрівом підтверджують вищесказане [4].

Оцінка глибини проплавлення нітриду бору в умовах експериментів представляє  $h_t = 11$  мкм. Для карбиду кремнію  $h_m = 27$  мкм. Глибина проплавлення мала внаслідок дуже низької теплопровідності в с-напрямку піролітичного нітриду бора (BN) [4], з яким проводилися експерименти. Нами виявлено, що після досягнення температури розвиненого випаровування зростання яркостної температури продовжується. Даний факт зв'язується в [1] зі збільшенням випромінювальної здатності нітриду бору при появі на його поверхні плівки рідкого бору внаслідок дисоціації. Мабуть, в даному випадку відбувається також і реальний розігрів плівки бору, яка, екрануючи нітрид бору, дає можливість поверхні нагрітися вище температури розвиненого випаровування нітриду бору. Цей висновок підтверджується результатами наших експериментів, де вивчався нагрів нітриду кремнію при різних тисках азоту. При  $P_0 = 185$  МПа на термограмі виявлено, як і у нітриду бору, різке уповільнення темпу нагріву, яке інтерпретовано як плавлення нітриду кремнію. Мабуть, як і у випадку з BN, ми маємо справу з початком розвиненого випаровування і подальшим розігрівом плівки кремнію, яка утворюється при дисоціації нітриду. При тиску азоту 50 МПа температура поверхні чітко виходить на постійний рівень. Оцінка тиску насичених парів  $Si_3N_4$  при цій температурі ( $T^* \sim 2700$  К) дає  $P_s \sim 90$  МПа, тому плівка кремнію просто скидається разлетаючимися парами і перегрів поверхні відсутній. Наведені міркування дозволяють зробити висновок про те, що температура плавлення  $Si_3N_4$  не була досягнута, оскільки температура розвиненого випаровування матеріалу виявилася нижче температури плавлення.

В результаті проведених досліджень встановлена можливість лазерного наплавлення композиційних матеріалів на сталеві і чавунні поверхні, досліджені залежності енергії переплавлення від товщини шлікерного обмазок. Таким чином, проведений розгляд виявляє

процеси, що супроводжують лазерний нагрів нітридів, і дозволяє визначити ступінь впливу різних параметрів на глибину проплавлення, що може мати застосування в технології [5]. Дані досліді дозволяють рекомендувати процес ЛНШО для зміцнення і відновлення ряду відповідальних деталей сільськогосподарських і транспортних машин.

### Список літератури

1. О.Й.Мажейка. Лазерна, плазмова і детонаційна технології зміцнення поверхонь: Монографія-Кіровоград: вид.Лисенко В.Ф., 2011. – 260 с.
2. А.И.Мажейка. Управление изменениями в твердых телах лазерным излучением: Монография-Кіровоград: «Код», 2010. – 236 с.
3. Мажейка О.Й. та ін. Вакуумні іонно-плазмові технології зміцнення деталей машин триботехнічного призначення: Монографія /Під.ред.Мажейка О.Й. – Кіровоград : «Код», 2014. – 316 с.
4. Самсонов Г.В. Неметаллические нитриды – М., Металургія, 1969, - 286с.
5. Лазерні технології та комп'ютерне моделювання/ Під ред. Л.Фі.Головка, С.О.Лук'яненко. – К., Вістка, 209,- 296с.

УДК:631.362.3

## **АНАЛІЗ РУХУ ЗЕРНОВОЇ ЧАСТКИ В ПОВІТРЯНОМУ ПОТОЦІ**

**О.В. Нестеренко, асист.**

*Кіровоградський національний технічний університет*

На характер руху зернової частки в повітряному потоці впливають значна кількість факторів, величина питомого навантаження  $q_{bi}$ , швидкість  $V_e$  та кут введення  $\alpha$ , глибина пневмосепаруючого каналу (ПСК)  $L$ , швидкість повітряного потоку  $V_n$  та ін. І відповідно, зміна будь якого з цих факторів суттєво впливає на закономірності руху зернових часток в каналі [1,2]. Тому задачею даного теоретичного аналізу є дослідження руху зернової частки з урахуванням одношарового руху зерна при його багаторівневому введенні в ПСК.

Для аналізу об'єкта досліджень приймаємо наступні припущення:

- шари зернового матеріалу в ПСК не перемішуються;
- усереднені зернина і домішка мають форму кулі однакового розміру;
- маса усередненої зернини набагато більша маси усередненої домішки;
- об'ємний вміст домішок не перевищує 10%;
- зерновий матеріал та домішки рівномірно розташовані в потоці кожного шару.

Введемо прямокутну декартову систему координат  $OXY$  (рис.1), в якій вісь  $OY$  направлена в сторону руху повітря, вісь  $OX$  направлена так, що система  $OXY$  справа.

Швидкість повітряного потоку  $V_n$  вибирається такою, щоб при проходженні через ПСК зерно практично не відхилялося від своєї траєкторії, а домішки навпаки (рис. 1).

При цьому, швидкість повітряного потоку задовольняє умову:

$$V_{e.d.} < V_n < V_{e.z.} \quad (1)$$

Опишемо рух зерна і домішок при їх розділенні в ПСК з одношаровим введенням зернового матеріалу (рис.1).

При потраплянні зерна в повітряний потік на нього будуть діяти сила ваги  $P = m_3 g$  ( $m_3$  - маса усередненої зернини,  $g$  - прискорення земного тяжіння), сила інерції  $m_3 a$  ( $a$  - прискорення усередненої зернини) і сила опору повітря  $F_{on.3}$ :

$$m_3 a + P + F_{on.3} = 0. \quad (2)$$

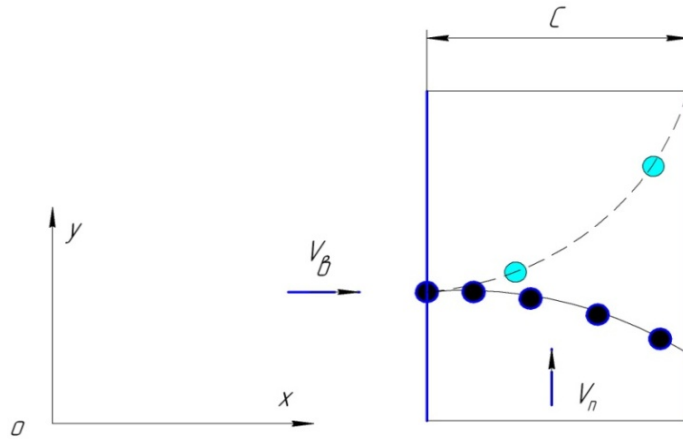


Рисунок – 1. Схема руху зерна і домішок при одношаровій подачі зернового матеріалу.

Сила опору повітря  $F_{on.3}$  пропорційна квадрату відносної швидкості зерна за відповідних умов, тому направлена протилежно її швидкості руху [3]:

$$F_{on.3} = -|V|V m_3 k_3, \quad (3)$$

де  $V = (\dot{x}, \dot{y} - V_n)$  – вектор швидкості руху зерна відносно повітряного потоку;

$k_3$  – коефіцієнт парусності зерна.

В проекціях на осі системи  $OXY$  рівняння (3) прийме вигляд:

$$\begin{cases} \ddot{x} = -\sqrt{\dot{x}^2 + (\dot{y} - V_n)^2} \dot{x} \cdot k_3 \\ \ddot{y} = -g + \sqrt{\dot{x}^2 + (\dot{y} - V_n)^2} (\dot{y} - V_n) \cdot k_3 \end{cases} \quad (4)$$

Горизонтальна і вертикальна складові швидкості зерна змінюються в межах відповідно 0,5 – 0,7 м/с і – 0,1 – 0,1 м/с. Вони є набагато меншими швидкості повітряного потоку ( $V_n = 8$  м/с), тому:

$$|V| = \sqrt{\dot{x}^2 + (\dot{y} - V_n)^2} \approx |V_n - \dot{y}| \approx V_n \quad (5)$$

і рівняння (4) приймають вигляд:

$$\begin{cases} \ddot{x} = -V_n \dot{x} k_3, \\ \ddot{y} = k_3 (V_n^2 - V_{г.з.}^2), \end{cases} \quad (6)$$

де  $V_{г.з.} = \sqrt{\frac{g}{k_3}}$  – швидкість витання зерна.

Після відповідних перетворень та інтегрування, отримаємо рівняння руху зернової частки в ПСК:

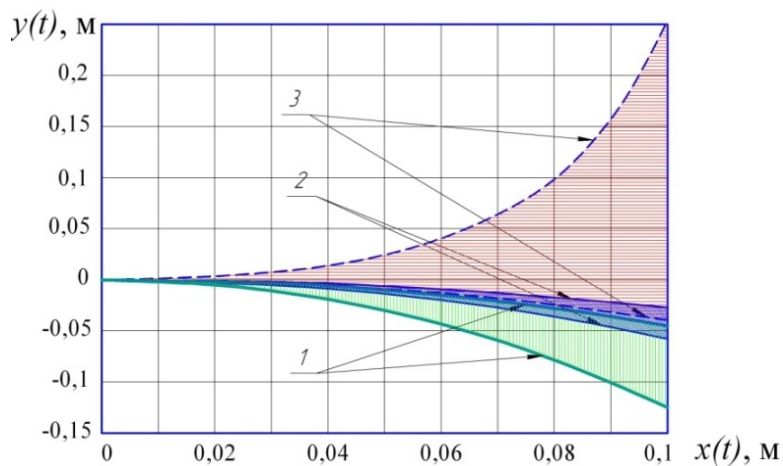
$$\begin{cases} x = \frac{\dot{x}_0}{V_n k_3} (1 - e^{-V_n k_3 t}), \\ y = k_3 (V_n^2 - V_{г.з.}^2) \frac{t^2}{2} + \dot{y}_0 t. \end{cases} \quad (7)$$

Перше рівняння дозволяє визначити час  $t$ , який зерно знаходиться в каналі. І оскільки глибина ПСК дорівнює  $L$ , то час  $t$  є розв'язком рівняння:

$$L = \frac{\dot{x}_0}{V_n k_3} (1 - e^{-V_n k_3 t}) \quad (8)$$

Підставивши рівняння (12) отримаємо:

$$T = -\frac{1}{V_n k_3} \ln \left( 1 - \frac{L V_n k_3}{\dot{x}_0} \right) \quad (9)$$



1 –  $k_3 = 0,075 \dots 0,12$  (основне зерно); 2 –  $k_3 = 0,11 \dots 0,14$  (щупле, бите зерно); 3 –  $k_3 = 0,125 \dots 0,55$  (легкі домішки)  
Рисунок – 2. Траєкторії руху часток в залежності від їх коефіцієнта парусності:

За отриманими залежностями визначено траєкторії руху часток відповідно до їх коефіцієнта парусності при горизонтальному введенні зернового матеріалу  $\alpha = 0^\circ$ , глибині каналу  $L = 0,1$  м, швидкості повітряного потоку  $V_n = 7,5$  м/с та швидкості введення зерна  $V_g = 0,5$  м/с.

Таким чином, як показує аналіз графічних залежностей, зернові частки при одношаровому введенні мають достатньо сприятливі умови для розділення, при цьому, траєкторії основного зерна та легких домішок не перетинаються.

### Список літератури

1. Тиц З.Л. и др. Машины для послеуборочной поточной обработки семян. М.: Машиностроение, 1967, – 447 с.
2. Горгинский В.В., Демский А.Б., Борискин М.А. Процессы сепарации на зернообработывающих предприятиях. – М., Колос. 1980 г. стр. 103-140.

УДК 621.901

## **НАНОПОКРЫТИЕ - ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ УПРОЧНЕНИЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬХОЗПРОДУКЦИИ**

**С.П. Романюк, асп.;**

**Т.С. Скобло, проф., д-р техн. наук;**

**А.И. Сидашенко, проф., д-р техн. наук**

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенко*

В настоящее время при переработке сельхозпродукции одной из основных операций является резанье исходного материала до требуемых размеров. При механической переработке пищевых продуктов используются различные виды режущего инструмента. В пищевой промышленности для переработки широкого ассортимента продуктов, таких как сырая или соленая кожура цитрусовых, чернослива, изюма и, в частности, различных сортов орехов, используется дисковый режущий инструмент, изготовленный из холоднокатаной тонколистовой стали 65Г (отечественные) толщиной 0,64мм и стали 20X13 (зарубежные).

Эксплуатационная стойкость ножей недостаточна и составляет 1-2 дня. Статистическим анализом установлено, что в процессе эксплуатации основными причинами выхода из строя режущего инструмента является повреждение режущей кромки (загибы и вырывы на отдельных участках, окисления, затупления) и усталостная повреждаемость середины и основания ножа, а также их разрушение. Это связано с попаданием твердых инородных тел в виде камушек и скорлупы орехов, а также нестабильностью и деградацией структуры металла.

Для повышения эксплуатационной стойкости ножей предложена технология упрочнения нанопокрывтиями, нанесенных ионно – плазменным методом с использованием установки типа "Булат-6". Для упрочнения дисковых ножей применяли нанопокрывтия WC и CrN. Время нанесения нанопокровтий составляло от 10мин до 2ч. В зависимости от времени обработки толщина полученного покрытия составляла от 20÷50нм до 900нм. Упрочнение осуществляли с одной стороны для обеспечения при эксплуатации эффекта самозатачивания. Предложенная технология включает предварительную обработку ультразвуком и ВЧ - разрядом перед нанесением покрытий. Новый способ упрочнения тонкостенных дисковых ножей нанопокровтиями CrN защищен патентом Украины (UA 98218 кл.С23С 14/00 С23С 28/02, Бюл. №8, 27.04.2015).

Нанесение упрочняющих нанопокровтий проводили как по всей поверхности ножа, так и по специальной схеме с формированием ребер жесткости с одной стороны. Данный способ упрочнения защищен патентом Украины (UA 95489 кл. В23Р 9/00, С21D 1/00, Бюл. №24, 25.12.2014).

Эксплуатационные испытания тонкостенных дисковых ножей, упрочненных по предложенной технологии нанопокровтиями WC и CrN, показали, что максимальной эксплуатационной стойкостью обладает режущий инструмент, упрочненный нанопокровтиями WC толщиной 100нм и CrN толщиной 900нм. Их стойкость в 25 - 45 раз выше исходных ножей, традиционно упрочненных объемной закалкой.

Повышение эксплуатационной стойкости достигнуто за счет стабильности структуры при эксплуатации, уменьшения склонности к повреждаемости режущей кромки и сопротивлению усталостному разрушению основной его части. Предварительная обработка ультразвуком и ВЧ разрядом перед нанесением покрытия исключила развитие коррозии при эксплуатации ножа, уменьшила влияние порообразование (сгладило его края и очистило поры), имеющееся на поверхности инструмента.

УДК 669.15.194.55:621.785.5

## ***MODIFICATION OF SURFACES OF METAL ALLOYS LASER TREATMEN***

***A.I. Mazheyka, prof., PhD***  
*Kirovograd National Technical University*

Known ways of reception and processing of known alloys practically have settled the possibilities in increase of mechanical properties. To expect reception of new materials with application of widely widespread technologies which could surpass significantly physics - mechanical properties known, it is not passed.

Therefore, last decade the tendency of the decision of a problem due to perfection existing and applications of new, mainly high-energy technologies of reception and hardening of materials, drawings of coverings is most widespread, etc.

Feature of this method is that diffusion of atoms and solubility of alloying elements in a liquid condition is much more, than in a firm condition. It provides sharp reduction duration of

saturation, and accordingly, and an efficiency gain of process, thus are formed satisfactory firm solutions with the raised hardness. With the rapid crystallization of the molten metal in the zone of hardening got fine-grained structure with improved physical and mechanical properties is obtained.

It provides a large increase capacity for work responsible details of cars and the cutting tool. Laser thermal hardening with alloying surfaces differs from usual laser thermal hardening the in greater sizes of zones of the laser influence, more expressed heterogeneity of structure of a superficial layer which consists, as a rule, a minimum from three layers.

The outer layer has dendrites structure, characteristic for training from a liquid condition. The zone of thermal influence, a transitive layer and a material of a basis further settles down.

MicroX-raystructure and MicroX-rayspectral by analyses it is established, that variations in structure at alloying the chosen elements occurs only in a zone of fusion. Under action of an impulse the titan, niobium and carbon owing to their activation and hashing in a liquid bath melting enter interoperability with a matrix, forming firm solutions and chemical compounds.

The zone of fusion has small variance structure and differs from a underlaying zone of thermal influence by availability dendrites the needles focused in a direction of heat removal that is characteristic for the structures which have formed at training from a liquid condition. Typical microstructures of the alloyed layers in steel Y8 after saturation by the titan, niobium, and are presented by carbon in pictures 1, 2. In all cases transition from coarse-grained (a superficial layer of a zone of fusion) to fine-grained structure (the bottom layer of a zone of the fusion, adjoining with a zone of thermal influence) is observed.



Figure – 1. A microstructure of a zone alloying steel Y8 after Saturation niobium and the titan, quantity coating: 14 mg/sm<sup>2</sup>



Figure – 2. A microstructure of a zone alloying steel Y8 after Saturation niobium and the titan, quantity coating: 24 mg/sm<sup>2</sup>

Prominent feature of the alloyed layers, irrespective of a type of a sating element, availability of zones with various etched which can settle down in any part of a zone of fusion is. Distinctions in etched and values of microhardness are connected with variation of concentration of alloying elements on volume of a bath of fusion that results from progress segregation at laser alloying. In a basis of the given method of superficial hardening lays three modes of laser heating. At action of laser radiation of moderate intensity the processable material heats up to T.Pri's certain temperature it in any point in time in a superficial layer distribution of temperatures will take place.

With an increase of intensity or time of influence of a thermal source the temperature of a material on a surface will raise and can reach temperature of fusion of Vol. On a surface is formed melting which front will start to get deep into a material. The further increase of intensity of an irradiation leads to that the temperature of a material on a surface will exceed temperature of evaporation That as a result of evaporation of a material the surface absorbing laser radiation, will mix in a direction of action of a laser beam.



Conclusions. After laser alloying the non-uniform structure consisting from small variance carbides of the titan, carbides niobium and alloyed cementits, martnesits and a plenty alloyed by the titan and niobium austenite is formed. Carbides after laser processing variance also are distributed in regular more intervals.

### Bibliography

1. A.I. Mazheika. Application of combined laser treatment for hardening of critical parts: abstracts of papers and program of the fourth international conference [ Laser technologies in welding and materials processing], (26-29 may, 2009), Kiev: E.O. Paton Electric Welding Institute of NAS Ukraine, 2009. – P. 24-25.
2. Мажейка О.Й. Лазерна, плазмова і детонаційна технології зміцнення поверхонь: Монографія – Кіровоград, «КОД», 2011 – 260 с.

УДК 631.331.54

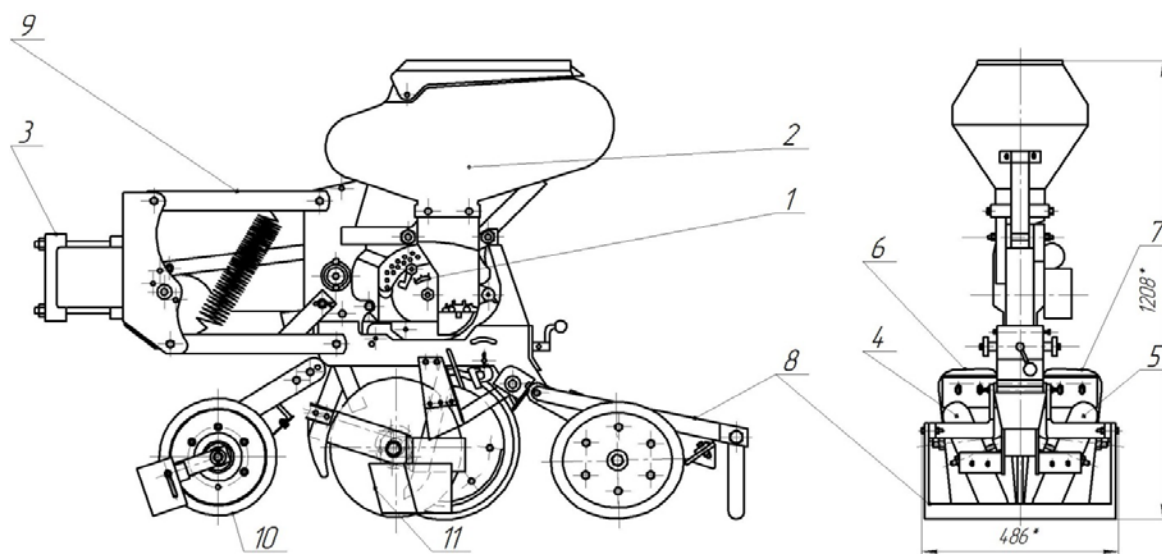
## УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ УНІВЕРСАЛЬНОЇ СІВАЛКИ ТОЧНОГО ВИСІВУ ВЕГА-6

**О.В.Лапін, студент**

*Кіровоградський національний технічний університет*

Перспективним розвитком конструкцій просапних сівалок є використання пневматичних висівних систем, що складає передумови для підвищення продуктивності праці і знижує прямі витрати на посів. Але, в ряді випадків таке технічне рішення приводить до росту металоємкості сівалки, ускладнює їх обслуговування. Витрати виробництва і експлуатації таких сівалок стають не виправданими [1, 2].

Розташування висівного апарату на рамі секції дозволяє повністю виключити вплив різних навантажень на корпус апарату і, тим самим, виключити можливість його поломки. Високе розташування висівного апарату забезпечує його нормальну роботу навіть при наявності рослинних решток у ґрунті.



1- висівний апарат; 2- бункер; 3- кронштейн; 4, 5- котки прикочувальні; 6, 7- котки копіювальні; 8- механізм вирівнювання; 9 – підвіска секції; 10 – коток передній; 11 – сошник.

Рисунок – 1. Посівна секція Вега-6

Але попри свої переваги, кожен агрегат має свої недоліки, які впливають на якість обробки, економічну доцільність, затрати часу і т.д. Тому, виходячи з цього, було проведено вдосконалення робочих органів.

Вентилятор сівалки відцентрового типу з механізмом привода змонтований на кронштейні і встановлений на рамі. Робоче колесо вентилятора всередині спіральної камери, що складається з двох дисків, розташованих на одній осі з прикріпленими між ними лопатками. Привод вентилятора здійснюється від ВВП трактора карданним валом, запропоновано встановити муфту. Муфта забезпечує вільне обертання ротора при зупиненні приводу, і тим самим підвищує надійність і довговічність вузла.

Встановлений коток передній дозволяє розчистити поверхню від рослинних решток, забезпечує прохід сошника по чистому полі, що дозволяє виконати якісний посів.

За проходом сошника ґрунт ущільнюється прикочувальними котками-колесами, утворюючи контакт насіння з ґрунтом для підтягування вологи. За ходом коліс встановлений шлейф, що вирівнює рельєф поля.

Запропоновано встановити чистики для коліс, вони призначені для очищення прикочувальних коліс сівалки від налипання ґрунту, встановлені на брусі секції по обидві сторони.

На підставі результатів аналізу патентного огляду вітчизняних та зарубіжних аналогів, даних випробувань базової сівалки, з урахуванням відомих наукових досягнень в процесі сівалки ВЕГА-6 були внесені конструктивні зміни до сошника та механізму приводу вентилятора.

Зміни внесені до конструкції сошника дозволяють покращити рівномірність заробки насіння по глибині, а також дають змогу підвищити середню швидкість посіву соняшнику з 5,4 до 9,3 км/год. при відповідності агротехнічним вимогам щодо якості посіву.

В приводі вентилятора замість двох клинопасових ременів застосовано зубчатий ремінь, що підвищило працездатність вентилятора, спростило його обслуговування та збільшило строк служби приводу.

### **Список літератури**

1. Сисолін П.В. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування : Підруч. для студ. вищ. навч. закл. із спец. "Машини та обладнання с.-г. вир-ва". Кн. 1. Машини для посіву / П. В. Сисолін, В. М. Сало, В.М. Кропівний; ред.: М. І. Черновол. - К. : Урожай, 2002. - 384 с.
2. Сисолін П.В. Висівні апарати сівалок (еволюція конструкцій, розрахунки параметрів) : Посіб. для студ. вищ. навч. закл. / П. В. Сисолін, М. О. Свірень; Кіровогр. нац. техн. ун-т. - Кіровоград, 2004. - 159 с.

УДК:633.853.32

## **АСПЕКТЫ ОБОСНОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА**

**Е.В. Михайлов, проф., д-р техн. наук**  
*Таврический государственный агротехнологический университет*

Послеуборочная обработка зерна (ПУОЗ) - один из наиболее трудоемких этапов его производства. Внедрение поточной технологии обработки зерна, которая характеризуется комплексной механизацией всех процессов и операций, привело к резкому снижению затрат труда и, вместе с тем, показало наиболее частое нерациональное применение типов агрегатов и комплексов, используемых для разных хозяйственных условий. Кроме того, при предлагаемых немногочисленных расчетах по обоснованию параметров процесса

послеуборочной обработки зерна (ПУОЗ) в большинстве случаев не учитывается вероятностно-статистическая природа условий функционирования машин и агрегатов в условиях Украины и особенно в ее наиболее зернопроизводящих южных районах.

Разработка проектов для строительства и реконструкции зернокомплексов проводится без учета фактической производительности зерноочистительных машин (ЗОМ) и достаточных информационных и методических расчетных баз для конкретного хозяйства и реальных зональных условий, а это выдвигает задачу разработки и совершенствования методики расчета параметров техниче-ской оснащенности (ТО) ПУОЗ.

Такое положение вещей создает народнохозяйственную проблему, суть, которой заключается в несвоевременности и низкой технико-экономической эффективности выполнения технологических операций тех или иных технологий послеуборочной обработки семенного и товарного зерна.

Решение данной народнохозяйственной проблемы невозможно без решения соответствующей научно - технической проблемы. Решение этой проблемы возможно за счет обоснования оптимального состава и функциональных параметров технических средств ПУОЗ, их конструктивных, технологических, кинематических параметров и режимов работы, предусматривающих снижение удельных энергозатрат и повышения качества семенного и товарного зерна.

Целью данной работы является подготовка необходимых данных для моделирования программы и составление плана реализации экспериментов по обоснованию параметров ПУОЗ.

При создании новых технологических комплексов для ПУОЗ необходимо использовать методики, учитывающие реальные условия функционирования машин и оборудования. Наиболее достоверные результаты при этом может дать метод имитационного моделирования, учитывающий комплекс качественных показателей функционирования зерноочистительных машин [1,2].

В последних исследованиях установлено, что эффективность функционирования комплекса машин для ПУОЗ плотно взаимосвязана с условиями и работой используемого оборудования. Построение линейных моделей объектов технической оснащенности (ТО) ПУОЗ в некоторой степени искажает физическую сущность явлений, происходящих в системе, однако, это позволяет решать сложные задачи проектирования технологических объектов и проводить качественную и количественную оценку их выходных координат.

В работе приведены параметры функционирования комплекса машин системы послеуборочной обработки зерна (ПУОЗ). В технологической модели функционирования системы ПУОЗ показатели качества работы оборудования тесно взаимосвязаны с вероятностями нахождения на допустимых уровнях: условий работы, технологического состояния системы и внутренних помех. Представлена технологическая модель системы ПУОЗ и модели функционирования зерноочистительных машин (ЗОМ) в виде одной и трех подсистем. Аналитический метод построения математических моделей ЗОМ сводится практически к описанию их рабочих органов и элементов этих органов. При этом возникает сложная задача из-за многочисленных внутренних и внешних сил, действующих на зерновой материал на различных этапах прохождения его по рабочим органам. Так, не учитывается стохастическая природа условий функционирования машин, и получить прогноз показателей качества работы исследуемых объектов в условиях их нормального функционирования является невозможным. Построение линейных моделей объектов ТО ПУОЗ в некоторой степени искажает физическую сущность явлений, происходящих в системе, но, тем не менее, это позволяет решать сложные задачи проектирования технологических объектов и проводить качественную и количественную оценку их выходных координат [3-5].

Выводы.

1. Линейные модели объектов ТО ПУОЗ в некоторой степени искажают физическую сущность явлений, происходящих в системе.

2. Решение сложных задач проектирования технологических объектов и проведение качественных и количественных оценок их выходных координат возможно на основании их линейных моделей.

### Список литературы.

1. Манасян С. К. Имитационное моделирование процессов сушки зерна в зерносушилках сельскохозяйственного назначения: дис... докт. техн. наук/ С. К. Манасян. – Красноярск. – 2008.- 350 с.
2. Гозман Г. П. Концепция структурного построения технологических линий обработки семян в элитно-семеноводческих хозяйствах / Г. П. Гозман, В. Д. Бабченко, А. Н. Зюлин // Науч.-техн. бюл. Всерос. НИИ механизации с. х. - М., 1993. - Вып. 87. - с. 16 - 18.
3. Michailow E/ O metodyce obliczenia parametrow technicznych procesu obrobki ziarna po zbiorze – problem budowy oraz eksploatacji maszyn. – urzadzen. rolniczych // INFUR. - PLOCK, 1994. - .S. 26-29.
4. Михайлов Е. В. Методология обоснования состава и функциональных параметров технических средств послеуборочной обработки зерна / Е. В. Михайлов // Известия Международной академии аграрного образования.– СПб, 2013. – Вып. 19. - С. 73-80.
5. Михайлов Є.В. Післязбиральна обробка зерна у господарствах півдня України: монографія / Є.В. Михайлов. - Мелітополь: Люкс. 2012. - 260 с.

УДК 631.362.3

## **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОДНОШАРОВОГО РОЗМІЩЕННЯ ЗЕРНОВОГО МАТЕРІАЛУ У ПОВІТРЯНОМУ КАНАЛІ**

**Д.І. Петренко**, доц., канд. техн. наук;

**Т.П. Шепілова**, ст. викл., канд. с-г. наук

*Кіровоградський національний технічний університет*

Тенденція підвищення продуктивності сепараторів за рахунок збільшення питомих навантажень на робочі органи без їх суттєвого вдосконалення призводить до різкого зниження якості розділення та збільшення втрат зерна у відходи. Це здійснюється, як правило, за рахунок збільшення ширини каналу, а отже й ширини машини, і пов'язане, в першу чергу, з великими матеріальними затратами.

Можливості повітряного потоку, як показує аналіз зерноочисних машин (ЗОМ) [1-4], достатньо широкі і його застосування для розділення зернової суміші є досить універсальним процесом, що створює передумови для його більшого вивчення та ефективного застосування.

За результатами проведеного аналізу [1-4] можна сформулювати наступні напрямки підвищення ефективності повітряного очищення зерна:

- використання активних сил в процесі, а саме відцентрових сил інерції, дає практично безмежні можливості інтенсифікації процесу сепарації;
- забезпечення одношарового руху матеріалу у повітряному каналі дозволяє покращити якість обробки матеріалу за рахунок забезпечення ідентичних умов обробки кожної частки;
- поєднання решітної і повітряної сепарації дозволить зменшити габаритні розміри конструкції, спростити конструкцію, а значить і зменшити витрати на очищення зернового вороху;
- застосування надкритичних швидкостей повітряного потоку надасть можливість покращення якості обробки матеріалу.

Враховуючи вищенаведене, розглянемо умови одношарового розміщення зернового матеріалу в повітряному каналі відцентрово-пневматичного сепаратора (рис. 1).

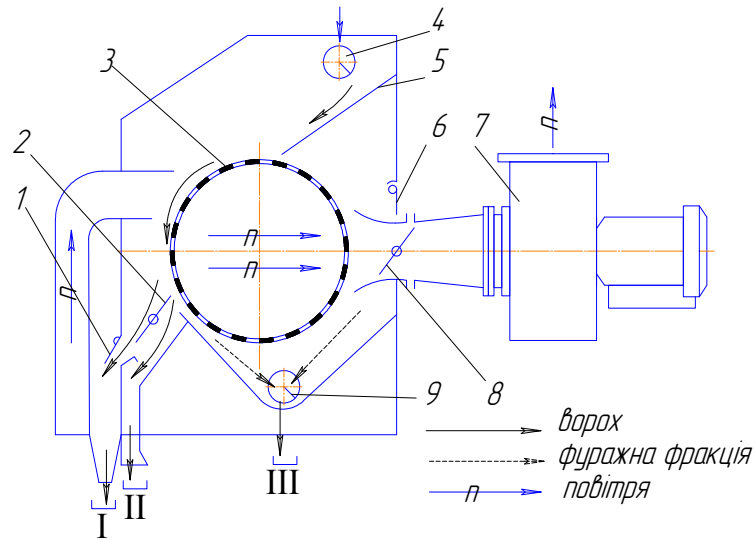
Передача зернового матеріалу на циліндричний барабан (рис. 2) залежить від швидкості  $v_n$  сходження матеріалу з живильного лотка. Враховуючи умову нерозривності потоку маємо:

$$v_n \cdot \cos(\beta + \gamma_1) = v_\delta, \quad (1)$$

де  $\beta$  – кут, утворений вектором середньої швидкості сходу матеріалу із лотка і горизонталлю;

$\gamma_1$  – кут, утворений вектором абсолютної лінійної швидкості частки у початковий момент часу і горизонталлю;

$v_\delta = \omega \cdot R$  – колова швидкість поверхні циліндричного барабана.



1 – заслінка; 2 – подільник; 3 – решітчастий барабан; 4 – механізм подачі; 5 – живильний лоток; 6 – заслінка стабілізатора; 7 – вентилятор; 8 – регульовальна заслінка; 9 – шнек відходів; I, II, III – виходи фракцій.

Рисунок – 1. Схема відцентрово-пневматичного сепаратора

З врахуванням рівняння (1) та товщини шару матеріалу  $h_0$ , що поступає у повітряний канал, швидкість сходу зернового матеріалу з лотка становить:

$$v_n = \frac{q_B \cdot \cos(\alpha_0 + \gamma_1)}{h_0 \cdot \rho_c}, \quad (2)$$

де  $q_B$  – питома продуктивність одиниці ширини повітряного каналу;

$\rho_c$  – щільність зернової суміші.

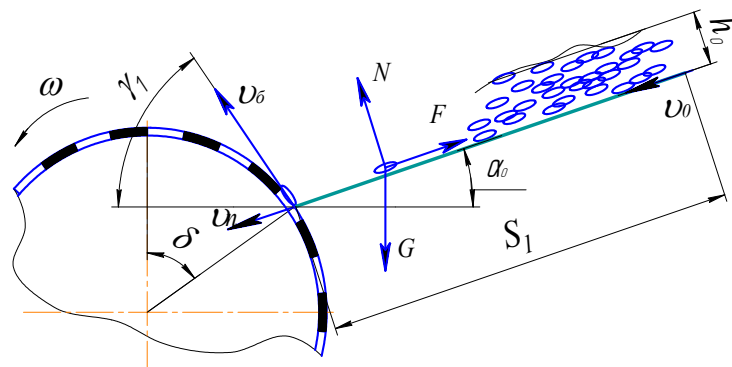


Рисунок – 2. Схема до визначення початкових умов руху частки по зовнішній поверхні циліндричного барабана

Забезпечення величини знайденої швидкості відбувається за рахунок відповідних параметрів живильного лотка (рис. 2): кута нахилу лотка  $\alpha_0$  і його довжини  $S_1$ .

Для забезпечення руху зернової суміші кут нахилу лотка до горизонту  $\alpha_0$  повинен бути більшим за кут тертя суміші  $\varphi$  по поверхні,  $\alpha_0 \geq \varphi$  (для пшениці  $\varphi = 28^\circ$ , для ячменя  $\varphi = 23^\circ$ , для соняшника  $\varphi = 21^\circ$ ).

Крім того, довжина розгінної ділянки  $S_1$  визначається із умови забезпечення необхідної швидкості  $v_n$  потрапляння зерна в повітряний канал.

Диференціальне рівняння руху частки зернового матеріалу по похилій поверхні лотка запишемо у вигляді:

$$m \frac{dv}{dt} = mg \cdot \sin \alpha_0 - fmg \cdot \cos \alpha_0 \quad (3)$$

де  $f$  - коефіцієнт тертя по поверхні барабана;  $m$  - маса частки;  $v$  - швидкість руху частки.

Після інтегрування рівняння (3) при початкових умовах  $v = v_0$ ;  $S = 0$ ;  $t = 0$ , отримаємо:

$$v = v_0 + \frac{\sin(\alpha_0 - \varphi)}{\cos \varphi} gt \quad (4)$$

та

$$S_1 = v_0 t + \frac{\sin(\alpha_0 - \varphi)}{2 \cos \varphi} gt^2 \quad (5)$$

або

$$S_1 = \frac{\cos \varphi}{2g \cdot \sin(\alpha_0 - \varphi)} (v^2 - v_0^2) \quad (6)$$

Початкова швидкість матеріалу при витіканні через боковий отвір в бункері буде визначатись за формулою:

$$v_0 = \lambda \cdot \sin \alpha_0 \sqrt{2g \left( 1,6R_y - \frac{\tau_0}{\rho \cdot f} \right)} \quad (7)$$

де  $\alpha_0$  – кут нахилу до горизонту днища бункеру в зоні розміщення випускного отвору;  $R_y$  – гідравлічний радіус умовного отвору витікання зернової суміші, що являється проекцією дійсного випускного отвору на площину, перпендикулярну руху матеріалу;  $f$  – коефіцієнт тертя зернового матеріалу;  $\lambda$  – коефіцієнт витікання зернового матеріалу ( $\lambda = 0,5 \dots 0,6$ );  $\tau_0$  – початковий опір зсуву;  $\rho$  – об'ємна маса зерна.

Гідравлічний радіус умовного отвору витікання зернової суміші визначаємо із співвідношення:

$$R_y = \frac{S_{оме}}{P_{оме}} = \frac{(h_3 - a')(B - a')}{2(h_3 + B - 2a')} \quad (8)$$

де  $S_{оме}$  – площа отвору (визначається з врахуванням розміру  $a'$  типових частин насипного матеріалу);  $P_{оме}$  – периметр отвору;  $h_3$ ,  $B$  – відповідно товщина шару зернового матеріалу, що виходить з бункера і ширина вихідного отвору.

Підставивши в (6) залежності (7) та (8) напишемо рівняння для знаходження довжини прямолінійної розгінної ділянки  $S_1$  в такому вигляді:

$$S_1 = \frac{\cos \varphi}{2g \cdot \sin(\alpha_0 - \varphi)} \cdot \left( v^2 - \lambda^2 \cdot (\sin \alpha_0)^2 \cdot 2g \left( 1,6 \left( \frac{(h_3 - a')(B - a')}{2(h_3 + B - 2a')} \right) - \frac{\tau_0}{\rho \cdot f} \right) \right) \quad (9)$$

де  $v = v_n$  – абсолютна швидкість потрапляння частин зернового матеріалу в зону дії повітряного потоку.

Виходячи з умови (1) та враховуючи товщину шару матеріалу, рівняння (9) прийме наступний вигляд:

$$S_1 = \frac{\cos \varphi}{2g \cdot \sin(\alpha_0 - \varphi)} \times \left( \left( \frac{q_B \cdot \cos(\alpha_0 + \gamma_1)}{h_0 \cdot \rho_c} \right)^2 - \lambda^2 \cdot (\sin \alpha_0)^2 \cdot 2g \left( 1,6 \left( \frac{(h_3 - a')(B - a')}{2(h_3 + B - 2a')} \right) - \frac{\tau_0}{\rho \cdot f} \right) \right) \quad (10)$$

Рівняння (10) виявляє залежність питомої продуктивності при подачі до повітряного каналу від параметрів живильного лотка з врахуванням товщини шару матеріалу, що надходить до каналу.

### Список літератури

1. Ямпілов С.С. Технологическое и техническое обеспечение ресурсо-энергосберегающих процессов очистки и сортирования зерна и семян [Текст] / С.С. Ямпілов. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2003. – 262 с.
2. Нестеренко О.В. Дослідження якісних показників пневмосепарації при багаторівневому введенні зерна [Текст] / О.В. Нестеренко, С.М. Лещенко, Д.І. Петренко // Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст. – Вип. 32. – Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2015. – С. 143-151.
3. Котов Б.І. Аналітичні дослідження раціональної подачі зернової суміші в аспіраційний канал пневмовідцентрових сепараторів [Текст] / Б.І. Котов, С.П. Степаненко, В.О. Швидя // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. – Харків, 2010 р. – Вип. 103. – С. 54-61.
4. Петренко Д.І. Дослідження якості роботи інерційної пневматичної зерноочисної машини [Текст] / Д.І. Петренко, О.М. Васильковський, С.М. Лещенко, О.В. Нестеренко // Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти. – Вип. 3. – Мелітополь: Копіцентр «Документ-сервіс», 2015. – С.123-131

УДК: 631.352

## **ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ РОСЛИННИХ РЕШТОК**

**В.М. Сало, проф., д-р техн. наук;**  
**Д.В. Богатирьов, доц, канд. техн. наук**  
*Кіровоградський національний технічний університет*

В останні роки агропромисловий сектор України заповнили нетрадиційні, а в ряді випадків і невідомі до цього часу для працівників села технології виробництва продукції рослинництва. Розпочалися зміни з використання імпортованих комбайнів, які залишали на полях практично всю незернову частину врожаю. Такі прийоми дозволили підвищити продуктивність процесів збирання, скоротити загальні терміни жнив, але виникла проблема подальшої переробки рослинних решток. Для наших виробників найбільш простим шляхом її вирішення виявилось масове використання дискових ґрунтообробних знарядь. Як результат – руйнування структури поверхневих родючих шарів ґрунту, змінання цінних у агротехнічному відношенні агрегатів, переведення їх в пиловидний безструктурний стан, переущільнення нижніх шарів ґрунту, порушення процесів аерації і інфільтрації, зниження запасів продуктивної вологи в нижніх горизонтах. За кордоном в таких випадках

використовують спеціальні машини – подрібнювачі рослинних решток. В Україні подібні машини були мало відомими, дорогими, вітчизняними виробниками не випускалися, та й сприймалися виробниками сільськогосподарської продукції, як процес в змісті технології що потребує додаткових затрат і може бути не обов'язковим. Крім цього, за характерними для кожного типу даних машин конструктивними особливостями, при використанні в традиційних для України технологіях виробництва, вони не завжди і не після кожної культури забезпечують необхідну якість подрібнення рослинних решток. Тому наукові дослідження спрямовані на розробку нових та удосконалення відомих конструкцій подрібнювачів рослинних решток адаптованих до умов виробництва, як і обґрунтування раціональних конструктивних та технологічних параметрів їх робочих органів є цілком актуальними [1-2].

Метою роботи є встановлення основних впливових факторів, обґрунтування раціональних конструктивних та технологічних параметрів яких призване забезпечити підвищення загальної ефективності процесу подрібнення рослинних решток. Дослідження проводили на двох подрібнювачах: з приводними робочими органами (ротор з ножами) та на коткові-подрібнювачі (безприводному).

Для встановлення перспективних шляхів удосконалення конструкції даних машин необхідно мати інформацію про основні особливості і закономірності протікання процесу подрібнення. До групи даних факторів, на наш погляд, можна віднести:

- орієнтацію в просторі стеблостою, що підлягає подрібненню;
- поступальна швидкість агрегату;
- використання додаткових робочих органів.

Для перевірки процесу роботи подрібнювана при наявності впливу фактора розташування стебел соняшнику були вибрані і попередньо очищені від зайвих решток рядки. Стебла соняшнику штучно були орієнтовані в просторі під різними кутами нахилу до горизонту як за (+30°, +60°), так і проти напрямку руху агрегату (-30°, -60°), а також враховувався з прямостоячими стеблами - (90°) та самий негативний випадок - лежачі стебла (0°). За показник якості був прийнятий відсотковий вміст в загальному об'ємі подрібнених стебел рослинних решток розмірами < 100 мм. Попередньо була визначена маса стебла та підраховано кількість стебел соняшнику у рядку. При визначенні маси стебел враховувалась їх вологість, розміри [2-3].

Вплив взаємного розташування ножів роторів і стебел в момент їх контакту на якість подрібнення перевірявся по двох варіантах: при співпаданні вісі ротора з віссю рядка та розташуванні вісі ротора по середині міжряддя. Аналіз результатів свідчить про те, що різниця між значеннями якісних показників при різному взаємному розташуванні ножів роторів і рядків стебел в момент їх контакту незначна і знаходиться в межах статистичної похибки. Отже приділяти особливу увагу узгодженню положення і кількості робочих органів відносно поздовжньої вісі рядків не варто. Для котка-подрібнювача цей фактор не є впливовим із-за того, що подрібнення відбувається в результаті перебивання решток ножами після притискання їх до ґрунту.

А от орієнтація стебел в просторі має досить стабільний і вагомий вплив на якість подрібнення. Причому зі збільшенням кута нахилу стебел за напрямом руху агрегату показник якості зростає на 7...8%. Причиною цього може бути попередній жорсткий контакт стебел об рамну конструкцію подрібнювача, зламування їх і відкидання на поверхню поля в зону недосяжності ножів. В даному випадку стебла просто не потрапляють в умовну камеру подрібнення або під коток-подрібнювач [2, 4]. Використання додаткових робочих органів - зубових гребінок при всіх варіантах розташування стебел в просторі забезпечує незначне, але стабільне підвищення показника подрібнення (2...3%). Більш вагомий ефект від їх використання (до 5%) спостерігається при подрібненні лежачих стебел. При цьому показник подрібнення значно менше залежить від поступальної швидкості агрегату. За таких умов робоча швидкість може бути збільшена майже на 1 м/с., що є вагомим фактором для підвищення загальної продуктивності машини. [2-3]



Висновки.

Одним із шляхів покращення показника подрібнення рослинних решток може бути введення до відомої конструкції машини додаткових робочих органів. Разом з тим забезпечення високої ефективності їх роботи потребує теоретичного обґрунтування їх раціональних конструктивних та технологічних параметрів.

### Список літератури

1. Сало В.М. Технічне забезпечення процесів подрібнення рослинних решток / [Електронний ресурс] В.М. Сало, Д.В. Богатирьов // Журнал «Пропозиція» – 2015. – №9 С.42-47. <http://www.propozitsiya.com/?page=149&itemid=5026&number=171>
2. Сало В.М. Обґрунтування основ для моделювання процесу подрібнення рослинних решток / [Електронний ресурс] В.М. Сало, І.О Уманець., І.М. Семеняка, О.М. Гайденок // Праці ТДАТУ. – 2010. – Вип. 10, Т.8. – С.105-110. (Режим доступу: [http://nauka.tsatu.edu.ua/print-journals-tdatu/10-8/10\\_8/15.pdf](http://nauka.tsatu.edu.ua/print-journals-tdatu/10-8/10_8/15.pdf))
3. Богатирьов Д.В. Аналіз господарських випробовувань котка-подрібнювача рослинних решток соняшника / [Електронний ресурс] Д.В. Богатирьов, В.М. Сало // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – Кіровоград, 2013. – Вип. 43, ч.1 – С. 12-17. (Режим доступу: [http://www.kntu.kr.ua/doc/zb\\_43\\_1/](http://www.kntu.kr.ua/doc/zb_43_1/))
4. Богатирьов Д.В. Експериментальні дослідження впливу швидкості руху котка-подрібнювача на якість подрібнення рослинних решток кукурудзи / Д.В. Богатирьов, В.М. Сало, С.М. Лещенко, Ю.В. Мачок // [Електронний ресурс] Сільськогосподарські машини. – Луцьк, 2015. – вип.31.– С. 10-17. (Режим доступу: <http://agrmash.info/zb/31/4.pdf>)

УДК 631.33: 631.58

## **ОБґРУНТУВАННЯ ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕРІЗУ СТЕБЛЕВІДВОДА СОШНИКА ДЛЯ ПРЯМОЇ СІВБИ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР**

**П.Г. Лузан, доц., канд. техн. наук**  
*Кіровоградський національний технічний університет*

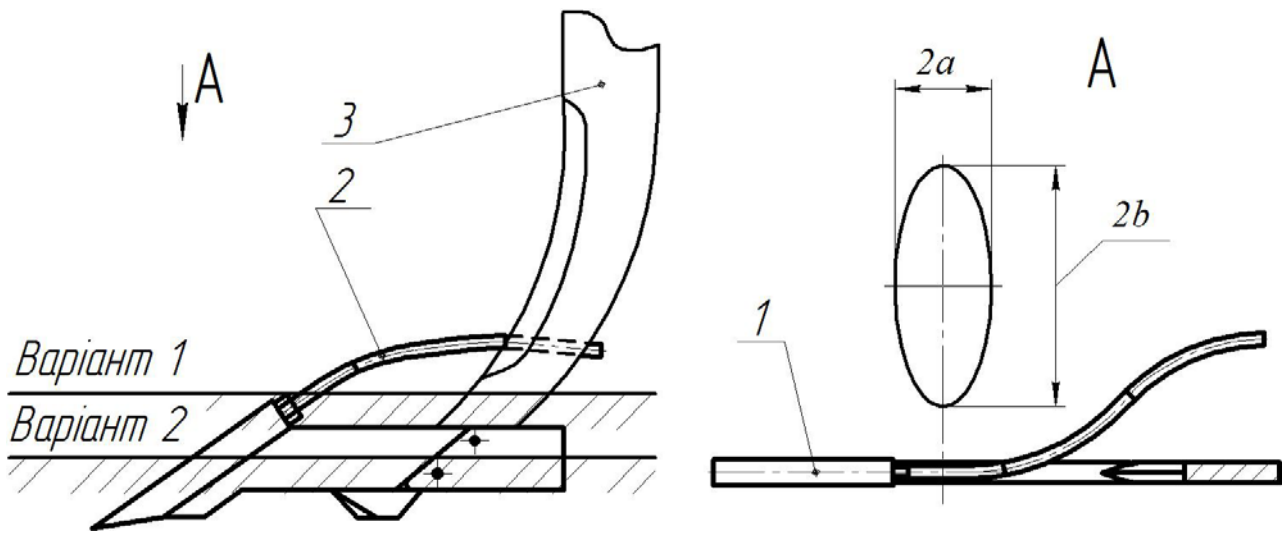
Технології нульового та мінімального обробітку дають можливість зберегти родючість ґрунтів зменшити витрати праці та енергетичних ресурсів на вирощування сільськогосподарських культур. Для їх реалізації розроблено велику кількість посівних машин, однак вони мають суттєві недоліки.

Одним із напрямів вирішення питання вибору і вдосконалення конструкцій сівалок для прямої сівби зернових культур може бути використання сошників з гострим кутом входження в ґрунт, конструкцію яких було запропоновано при виконанні державної НДР «Науково-технологічні основи обґрунтування параметрів робочих органів сучасних посівних систем» (№ ДР 0111U000301)..

Недоліком сошників з гострим кутом входження в ґрунт є їх забивання рослинними решками, що порушує виконання технологічного процесу. Для усунення такого недоліку було запропоновано для відведення рослинних решток вбік від стояка сошника використовувати стеблевідвід (рис. 1). В попередніх роботах обґрунтовано його форму, досліджено рух рослинних решток по його горизонтальній частині, визначені умови руху неперервного потоку рослинних решток і відведення їх вбік від стояка сошника.

Встановлено, що на якість відведення рослинних решток суттєво впливає форма поперечного перерізу стеблевідводу, раціональні параметри якого не достатньо обґрунтовані.

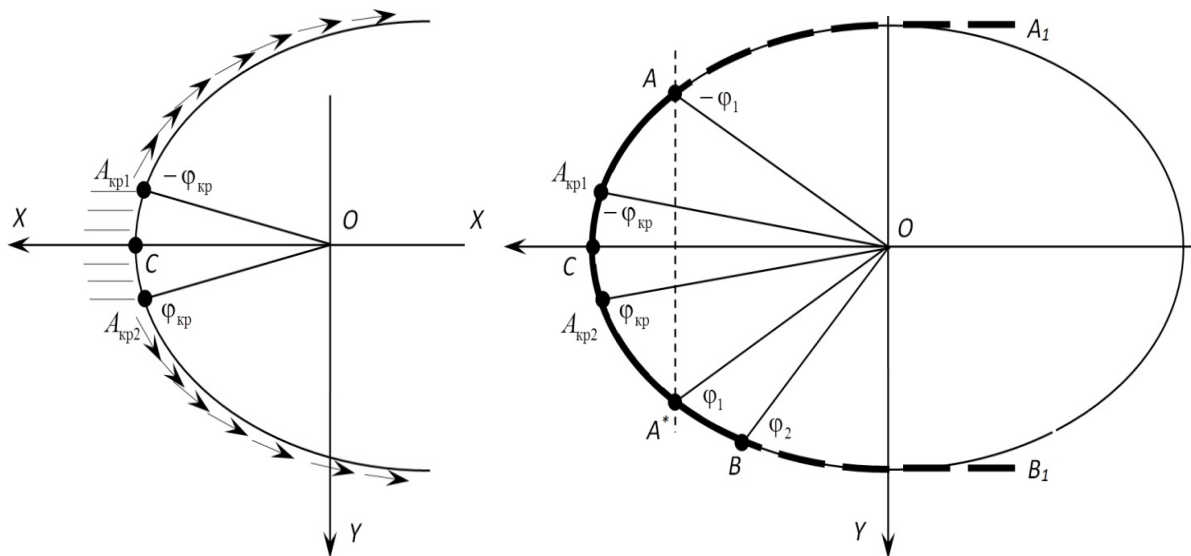
Метою даного дослідження є розробка методики для обґрунтування раціональних параметрів поперечного перерізу стеблевідводу сошника.



1 – долото; 2 – стеблевідвід; 3 – стояк;  $a$ ,  $b$  - довжина відповідно малої і великої півосей овалу

Рисунок – 1. Схема до визначення поперечного перерізу стеблевідводу. Джерело: розроблено автором

Стеблевідвід 2 запропонованої конструкції можна встановлювати за двома варіантами.



$AB$  – частина овалу, на яку попадають рослинні рештки довжиною  $L$ ;  $C$  – передня точка овалу стеблевідводу;  
 $A_{кр1}$ ,  $A_{кр2}$  – критичні точки, на яких вже не затримуються рослинні рештки

Рисунок – 2. Схема переміщення рослинних решток в горизонтальній площині при русі по стеблевідводу.  
 Джерело: розроблено автором

Умовою горизонтального руху рослинних решток по стеблевідводу є виконання нерівності

$$|\mathbf{F}|_{ак} - f_{с.м} |\mathbf{N}|_{OX} - f_{с.г} g \gamma \int_{-\min(\varphi_{кр}, \varphi_1)}^{\varphi_{кр}} \sqrt{a^2 \sin^2 \varphi + b^2 \cos^2 \varphi} d\varphi - kmg(b_L + b_a) > 0,$$

де  $|\mathbf{F}|_{ак}$  - активна сила, яка діє на рослинні рештки;  $f_{с.м}$ ,  $f_{с.г}$  - коефіцієнти тертя, відповідно стебла по металу і ґрунту;  $|\mathbf{N}|_{OX}$  - сила опору тертя рослинних решток по металу;  $\gamma$  - лінійна густина рослинних решток;  $\varphi$  - кут, який визначає зону застою перед стеблевідводом;  $k$  - коефіцієнт протидії зміні форми рослинних решток;  $m$  - маса стебла;

$$b_L = \begin{cases} 1 - \frac{\pi b}{L} & \text{при } \frac{\pi b}{L} < 1, \\ 0 & \text{при } \frac{\pi b}{L} \geq 1, \end{cases}; \quad b_a = \begin{cases} 1 - \frac{b}{a} & \text{при } \frac{b}{a} < 1, \\ 0 & \text{при } \frac{b}{a} \geq 1. \end{cases}$$

$L$  - довжина рослинних решток;  $a$ ,  $b$  - довжина відповідно малої і великої півосей овалу поперечного перерізу стеблевідвода.

Таким чином, горизонтальний рух рослинних решток по стеблевідводу є можливим за виконання умови, коли активна сила, що діє на них буде більше суми сил їх опору тертя по металу і ґрунту та сил, які протидіють зміні їх форми. Наведені теоретичні дослідження дозволяють визначити необхідні параметри поперечного перерізу стеблевідводу залежно від довжини рослинних решток.

УДК 631.312; 631.316.22

## **ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЧИЗЕЛЬНОЇ ЛАПИ КОМБІНОВАНОГО ГЛИБОКОРОЗПУШУВАЧА**

**С.М. Лещенко**, доц., канд. техн. наук,

**В.М. Сало**, проф., д-р техн. наук

*Кіровоградський національний технічний університет*

Актуальним питанням вдосконалення технологічних процесів вирощування сільськогосподарської продукції є поліпшення окремих етапів технологій на основі систем ресурсозберігаючого та біологічного землеробства. Ресурсозберігаюче землеробство передбачає використання природно-ресурсного потенціалу, що забезпечує економію природних ресурсів та зростання виробництва продукції при тій самій кількості використаної сировини, палива, основних і допоміжних матеріалів. Біологічним чи іншими словами органічним землеробством можна назвати таке землеробство, за якого виробництво рослинницької продукції та відтворення родючості ґрунту забезпечується мінімальним використанням хімічних засобів виробництва.

Найбільш складним етапом технологічних процесів у рослинництві залишається основний обробіток ґрунту, оскільки його проведення у вигляді традиційної відвальної оранки характеризується не лише низькою продуктивністю і перевитратами пального, але й руйнуванням біологічно цінних агрегатів ґрунту, утворенням ущільненої підорної підшви та, в кінцевому варіанті – загальним зниженням родючості [1, 2].

Очевидною альтернативою основного обробітку у вигляді оранки є чизельний обробіток, який дозволяє не тільки збільшити продуктивність операції та знизити витрати пального на 50%, але й зруйнувати ущільнену підорну підшву. Чизельний обробіток відноситься до безвідвальних ґрунтозахисних технологій, що забезпечує посмугове розпушування ґрунту. З допомогою чизельних робочих органів відбувається неповне підрізання оброблюваного ґрунтового шару без утворення суцільного дна борозни. Такий спосіб обробітку руйнує ущільнену підорну «підшву», сприяє покращенню водного і повітряного режимів ґрунту, знижує ерозію ґрунтів, забезпечує проникнення коріння рослин у нижні горизонти, суттєво покращує інфільтраційні властивості [3].

Згідно із існуючими рекомендаціями чизельні ґрунтообробні робочі органи необхідно використовувати на переущільнених ґрунтах та на полях із нахилом поверхні більше 3°. Насамперед, основний безвідвальний обробіток повинен проводитись при оптимальній

вологості (до 30% та твердості до 3,5 МПа), за якої забезпечується задовільне кришення ґрунту без утворення глиб та досягається стійкий хід робочих органів. Під час проведення рихлення основну масу повинні складати фракції розміром 30...50 мм при мілкому обробітку та 30...100 мм – при глибокому.

Основними робочими органами машин і знарядь для чизелювання є стійка і вузька розпушувальна лапа (для покращення повноти рихлення на стійку встановлюють змінні стрілочасті лапи або закрилки), від глибини роботи та густини розміщення яких змінюється не лише якість обробітку, а й енергоємність процесу. В залежності від глибини чизелювання розрізняють: чизель-культиватори (глибина рихлення 16-25 см), чизель-плуги (глибина рихлення до 40-45 см), чизель-глибокорозпушувачі (до 60 см).

Незважаючи на значну кількість конструктивних рішень чизельних лап, всі вони поділяються на робочі органи загального призначення та робочі органи з додатковими функціями (рис. 1), причому переважна більшість робочих органів машин загального призначення виготовляється з прямою стійкою, що насамперед пов'язане із простотою їх виготовлення і обслуговування. Проте, існуючі конструктивні рішення не завжди забезпечують виконання агротехнічних вимог до означених робіт, що особливо чітко проявляється на важких обезструктурених ґрунтах, та ґрунтах із нестачею чи надлишком вологи. Тому питання адаптації робочих органів чизельних машин до існуючих умов та проведення, в залежності від зовнішніх факторів, чіткої диференціації як основних робочих органів так і допоміжних є доцільним.

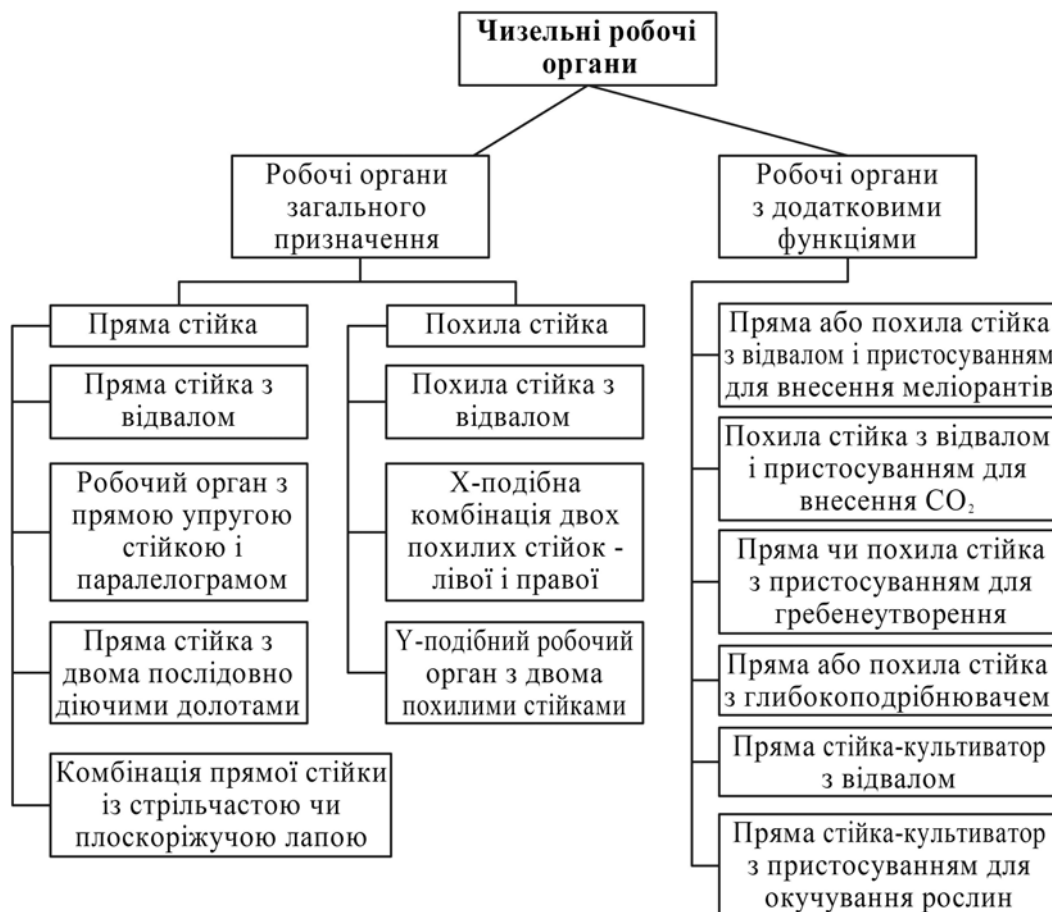


Рисунок – 1. Класифікація чизельних робочих органів

Встановлено, що основні параметри чизельної лапи із прямою стійкою (рис. 2) наступні: кут нахилу робочої поверхні долота до дна борозни  $\beta = 15...45^\circ$ ; кут нахилу передньої частини стійки до дна борозни  $\beta_1 = 15...60^\circ$ ; задній (потилочний) кут  $\varepsilon = 0...10^\circ$ ;

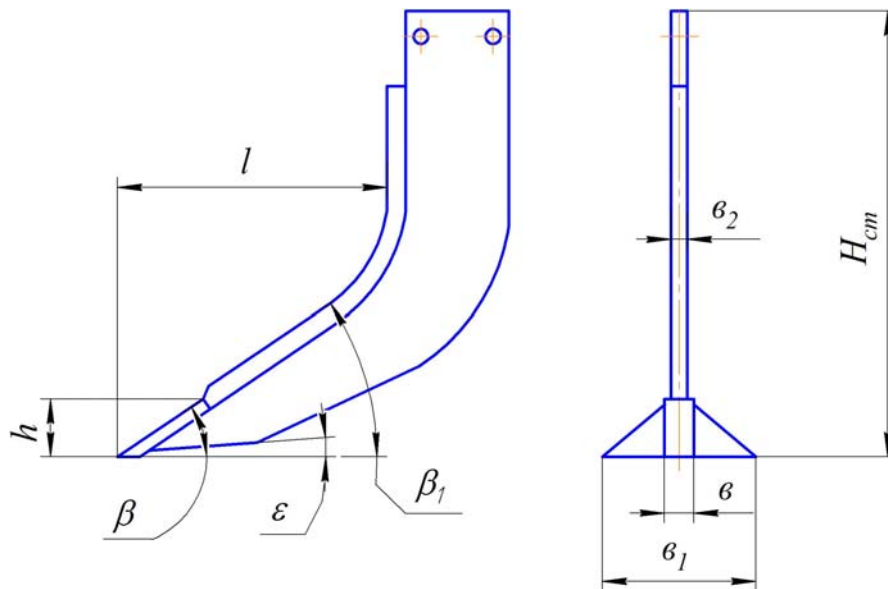
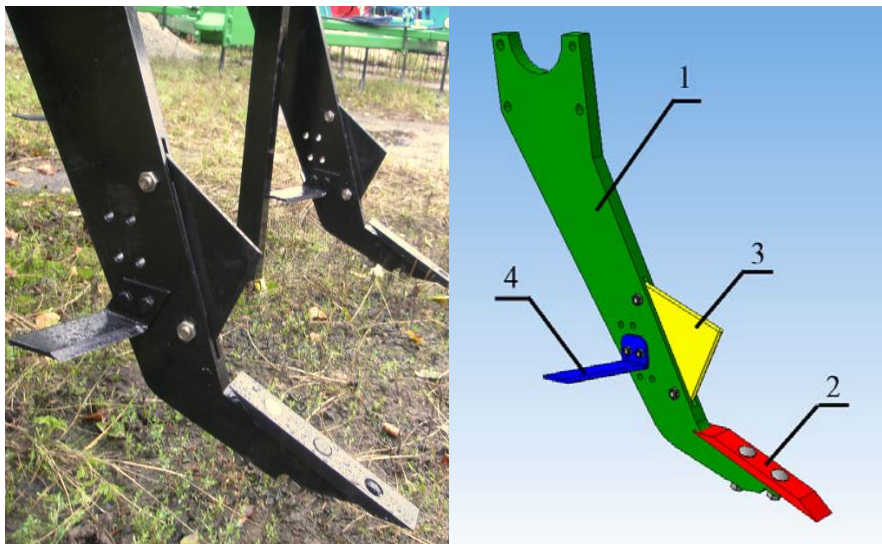


Рисунок – 2. Конструктивні параметри чизельної лапи з прямою стійкою

кут розхилу передньої кромки лапи  $2 \cdot \gamma = 60 \dots 150^\circ$ ; виліт передньої кромки долота чи лапи відносно стійки  $l = 0,2 \dots 2,0 \cdot H$ ; ширина долота  $\theta = 45 \dots 100$  мм; ширина лапи  $\theta_1 = 100 \dots 350$  мм; товщина стійки  $\theta_2 = 25 \dots 35$  мм; висота стійки  $H_{cm} = 450 \dots 900$  мм.

Після аналізу результатів досліджень представленої чизельної лапи на важких суглинках і глинистих ґрунтах, для покращення якості кришення, зниження тягового опору та підвищення ефективності підрізання кореневої системи рослин запропоновано конструкцію вдосконаленої лапи (рис. 3) із вертикальними і горизонтальними деформаторами. Попередні дослідження вдосконаленої лапи доводять її високу ефективність у складних ґрунтово-кліматичних умовах [4, 5].



1 – стійка; 2 – долото; 3 – зуб; 4 – крила

Рисунок – 3. Чизельна лапа вдосконаленої конструкції

Вдосконалена чизельна лапа складається з стійки 1, долота 2, зуба для подрібнення брил 3 та крил 4 (рис. 3). Під час рихлення ґрунту чизельною лапою долото 2 сколює суцільне середовище, зуб 3 інтенсивно подрібнює брили і відводить їх в сторону від стояка 1, а крила 4, крім підрізання бур'яну, додатково кришать ґрунт, та залежно від їх місця розміщення на стояку можуть зменшувати нерівності дна борозни. Зміна положення крил 4 відносно дна борозни відбувається шляхом переміщення останніх відносно отворів на стійці

та їх закріплення гвинтами. Аналіз процесу рихлення ґрунту запропонованою чизельною лапою дозволяє умовно виділити горизонтальні та вертикальні деформатори. До горизонтальних можна віднести долото 2 та крила 4, які підрізають кореневу систему рослин та рихлять ґрунт; до вертикальних – стійка 1 та зуб 3, які подрібнюють ґрунт та розбивають брили.

### Список літератури

1. Сисолін П. В. Передумови виникнення та перспективи впровадження нових агротехнічних прийомів основного безполицевого обробітку ґрунту / Сисолін П. В., Сало В. М., Кошеленко І. І. // Зб. наук. праць Кіровоградського інст. с.-г. машинобудування.– Вип. 2.– Кіровоград, 1998.–С. 206-211.
2. Руденко Н.Е. Механизация обработки почвы: Учебное пособие. / Руденко Н.Е. – Ставрополь: Изд-во СтГАУ «АГРУС». – 2005. – 112 с.
3. Лещенко С.М. Технічне забезпечення збереження родючості ґрунтів в системі ресурсозберігаючих технологій. / Лещенко С.М., Сало В.М. // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – Кіровоград, 2013. – Вип. 43, ч.1 – С. 96-102.
4. Сало В.М. Вітчизняне технічне забезпечення сучасних процесів у рослинництві / Сало В.М., Богатирьов Д.В., Лещенко С.М., Савицький М.І. // Техніка і технології АПК. Науково-виробничий журнал. №10(61), 2014. – С 16-19.
5. Лещенко С.М. Експериментальна оцінка якості роботи комбінованого чизеля з додатковими горизонтальними та вертикальними деформаторами / Лещенко С.М., Сало В.М., Петренко Д.І. // Вісник Харківського національного технічного університету ім. П. Василенка. – Харків, 2015. – Вип. 156 – С. 25-34.

УДК 624.664

## ***ОСНОВНІ НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ШЕСТЕРЕННИХ НАСОСІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ***

**Ю.В. Кулешков, проф., д-р техн. наук;**

**Т.В. Руденко, доц., канд. техн. наук;**

**М.В. Красота, доц., канд. техн. наук**

Кіровоградський національний технічний університет

Шестеренні насоси знайшли широке розповсюдження в гідросистемах тракторів, збиральних комбайнів, навантажувачів, косарок, сівалок і інших сільськогосподарських машин. Шестеренні насоси відрізняються від об'ємних насосів інших типів надзвичайною простотою конструкції, низькою собівартістю невибагливістю в експлуатації; високою надійністю і досить високими питомими технічними характеристиками. Шестеренному насосу властива найнижча чутливість до забруднення робочої рідини, що часто, є одним з визначальних чинників вибору типу насоса для експлуатації в умовах підвищеної запиленості, що характерно для сільськогосподарського виробництва.

Основні напрями подальшого розвитку шестеренного насоса полягають в:

- підвищенні подачі (продуктивності) насоса при збереженні його габаритних розмірів, тобто підвищення питомої подачі і питомої потужності насоса;
- розробці конструкції шестеренного насоса розрахованого на тиск 35 МПа і більше.
- підвищенні частоти обертання шестеренного насоса;
- підвищенні керованості гідросистем, що базуються на створення конструкції шестеренного насоса з регульованою подачею;
- усуненні недосконалостей шестеренного насоса, пов'язаних з виконанням основних функцій:
  - а) компресії робочої рідини у відсіченій порожнині шестеренного насоса;
  - б) зменшення робочого об'єму шестеренного насоса за рахунок існування відсіченої порожнини;

с) шуму і вібрацій шестеренного насоса.

- підвищенні об'ємного, механічного і загального ККД.

Об'ємна подача шестеренного насоса може бути визначена відповідно до залежності

$$Q = V_0 n = 0,5 \pi b (D_e^2 - d^2 - 0,333 t_0^2) n \quad (1)$$

де  $V_0$  - робочий об'єм шестеренного насоса, мм<sup>3</sup>;  $b$  - ширина шестерні, мм;  $D_e$  - зовнішній діаметр шестерень насоса, мм;  $d$  - діаметр початкового кола, мм;  $t_0$  - крок зачеплення по основному колу, мм;  $n$  - частота обертання приводу насоса об/с.

Відомими методами підвищення подачі шестеренного насоса, як впливає із залежності (1), є підвищення частоти обертання приводу насоса і збільшення робочого об'єму насоса (РОН).

Перший метод є перспективним, але вирішувати його необхідно на рівні надсистеми - шляхом збільшення частоти обертання приводу насоса.

У цій статті нас цікавитимуть, перш за все, шляхи підвищення подачі через збільшення РОН.

В якості параметра, що визначає досконалість зубчатого зачеплення шестерень насоса по подачі, був запропонований безрозмірний коефіцієнт використання об'єму вінців шестерень (КВОВШ), який є відношенням робочого об'єму насоса до об'єму, що займається вінцями шестерень насоса:

$$K_v = \frac{V_0}{D_e b (0,25 \pi D_e + d)} \quad (2)$$

Підставивши в залежність (2) значення робочого об'єму з (1), отримаємо:

$$K_v = 0,5 \pi \frac{(D_e^2 - d^2 - 0,333 t_0^2)}{(0,25 \pi D_e^2 + d D_e)} \quad (3)$$

В процесі дослідження залежностей (8) і (9) нами були виявлені параметри зубчатого зачеплення, які мають найбільш істотний вплив на КВОВШ:

- зміна зовнішнього діаметру шестерень -  $\Delta D_e$ , мм;
- зміна початкового діаметру -  $\Delta d$ , мм;
- профільне зміщення шестерень -  $\xi$  m, мм;
- висота головки зуба -  $\chi$  m, мм.

Отримані результати дослідження впливу різних параметрів зубчатого зачеплення на КВОВШ -  $K_v$  дозволяють намітити шляхи вдосконалення зубчатого зачеплення шестеренного насоса у напрямі підвищення його КВОВШ-  $K_v$ . Подальші дослідження передбачається провести шляхом реалізації чисельного експерименту, а потім перейти до експериментальних досліджень насосів спроектованих із збільшеним КВОВШ -  $K_v$ . А підвищення КВОВШ -  $K_v$  безпосереднім чином пов'язано з підвищенням подачі шестеренного насоса:

$$V_0 = K_q D_e b (0,25 \pi D_e + d) \quad (4)$$

Більш того, із залежності (4), бачимо, що КВОВШ -  $K_v$  визначає яку частину об'єму, займаного вінцями шестерень складає РОН і тим самим характеризує переваги зубчатого зачеплення по питомій подачі.

Висновки.

1. Отримана математична модель КВОВШ дозволяє використовувати її для оптимізації зубчатого зачеплення у напрямі підвищення питомої подачі шестеренного насоса.

2. Результати дослідження, а також виробничий досвід свідчить про те, що найбільш істотний вплив на КВОВШ -  $K_v$  надає число зубців шестерень насоса -  $z$ . При цьому зменшення числа зубців сприяє збільшенню КВОВШ. Мінімальне число зубців працездатного зубчатого

зачеплення, яке зараз використовується в промисловості складає  $z = 8$  зубців, що є класичним числом зубців шестерень насосів з середнім значенням РОН -  $q = 32 \dots 50 \text{ см}^3$ .

3. Після вибору певного числа зубців і початкового діаметру - конкуруючими параметрами, що найбільш істотно впливають на збільшення КВОВШ, -  $K_v$  є профільне зміщення -  $\xi \text{ м}$ , зміна зовнішнього діаметру шестерень -  $\Delta D_e$  і висота головки зубця -  $\chi \text{ м}$ .

УДК 631.362.3

### **УШКОДЖЕННЯ ЗЕРНА ПРИ ЙОГО ВЗАЄМОДІЇ З ПОВЕРХНЯМИ РОБОЧИХ ОРГАНІВ МАШИН**

**М.М. Петренко**, проф., канд. техн. наук;

**І.О. Пісарькова**, асп.;

**І.О. Скринник**, доц., канд. техн. наук

*Кіровоградський національний технічний університет*

При виробництві зернових культур застосовують ряд технологічних процесів, серед яких найбільш активними щодо ушкодження зерна є збирання і післязбиральна його обробка. Очищення зерна передбачає пропускання зернового вороха на комплексі зерноочисних машин, в результаті чого зернівки дробляться і травмуються. Аналіз конструкцій зерноочисних машин показав, що для зменшення рівня дроблення і травмування зерна необхідно удосконалити конструкції робочих органів і оптимізувати режими роботи машин.

Для встановлення закономірностей взаємодії зерна з елементами робочих органів зерноочисних машин з метою встановлення причин механічних ушкоджень і, відповідно, зниження дроблення і ушкодження зернівок необхідно вивчити процес їх удару по поверхням різних типів, виготовлених з різних матеріалів. Для цього реалізована задача встановлення залежності рівня ушкодження насіння ( $y$ ) від чинників ( $x_i$ ):

$$y = f(x_1, \dots, x_i \dots x_k),$$

де  $k$  - кількість чинників, 10;  $x_1$  - швидкість удару насінини по поверхні,  $\text{м/с}$ ;  $x_2$  - вологість насінини, %;  $x_3$  - твердість поверхні удару, по Шору;  $x_4$  - твердість поверхні насінини, по Шору;  $x_5$  - коефіцієнт тертя насінини по поверхні;  $x_6$  - орієнтація насінини в момент удару (кут між повздовжньою віссю насінини і поверхнею удару), град.;  $x_7$  - кут між вектором швидкості насінини і нормаллю до поверхні удару, град.;  $x_8$  - кривизна поверхні удару (радіус поверхні випуклої, увігнутої), м;  $x_9$  - коефіцієнт миттєвого тертя насінини по поверхні удару;  $x_{10}$  - температура насінини,  $^\circ\text{C}$ ;  $x_{11}$  - маса 1000 насінин, г.

Визначалися показники макроушкодження (дроблення, сплюснення або роздавлення і обрушення зернівок) і мікроушкодження (вбитий зародок, ушкоджений ендосперм, ушкоджений зародок, ушкоджена оболонка ендосперма і зародка, ушкоджена оболонка ендосперма, ушкоджена оболонка зародка) зерна.

На основі аналізу досліджень причин, що впливають на дроблення і ушкодження зерна, встановлено, що найбільш впливовими є чинники: швидкість удару насінини по поверхні, вологість насінини, твердість поверхні удару, твердість поверхні насінини, кут між вектором швидкості насінини і нормаллю до поверхні удару. Інші чинники теж впливові, але у меншій степені.



## **ШЛЯХИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ВИСІВУ ПРИ МІСЦЕВИЗНАЧЕНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ**

**Ю.М. Пархоменко, доц., канд. техн. наук;**

**М.Д. Пархоменко, доц., канд. техн. наук**

*Кіровоградський національний технічний університет*

В останнє десятиліття швидкими темпами стала впроваджуватися нова технологія точного (місце визначеного) землеробства, яка передбачає не лише стабілізацію норми висіву, а і безперебійну її зміну на окремих ділянках поля в залежності від їх агрохімічних та фізико-механічних властивостей. Результати дослідження [1] динамічної моделі зернового потоку, що формується на виході котушкового висівного апарату сівалки СЗ-3,6А, показали, що інтенсивність зернового потоку  $Q_c(L_k, V_c, i)$ , шт./с

$$Q_c(L_k, V_c, i) = \frac{L_k \cdot \omega_k \cdot \gamma \cdot 10^{-3}}{2 \cdot A} \cdot \left[ \frac{S_T \cdot \mu}{\omega_k} + \frac{d_k \cdot (1 - e^{-b_0 \cdot C1})}{b_0} \right], \quad (1)$$

де  $S_T$  - середня за період  $T_j$  площа розвантаження сектора  $k$ -го жолобка;  $\mu$  - коефіцієнт заповнення жолобка;  $\gamma, A$  - параметри посівного матеріалу, можна змінювати шляхом регулювання швидкості обертання валу висівного апарату ( $\omega_k$  - кутової швидкості обертання котушки) або шляхом зміни робочої довжини котушки  $L_k$ . Забезпечення такої технології посіву без впровадження автоматизованих засобів керування змінними нормами висіву здійснити не можливо. Тому розробка засобів автоматизації керування процесом висіву зернових культур на сьогодні є задачею актуальною. Провідними науковими школами в системі місцевизначеного землеробства України є НАУ, УкрЦВТ, ЦНДІ "Квант-Навігація", АТЗТ "Агро-Союз". Запропонований вченими Національного університету біоресурсів і природокористування України (м. Київ) [2] проект апаратно-програмного комплексу призначеного для проведення місцевизначеної сівби базується на зміні інтенсивності зернового потоку шляхом регулювання швидкості обертання валу висівних апаратів при фіксованому значенні робочої довжини котушки  $L_k$ .

Так як швидкість руху сівалки в польових умовах є змінною величиною, то вибір в якості параметра регулювання інтенсивності  $Q_c(L_k, V_c, i)$  зернового потоку приводить до необхідності регулювання в умовах нелінійності, викликаній одночасною дією двох змінних факторів: кутової швидкості обертання котушки  $\omega_k$  і швидкості руху сівалки  $V_c$ , що ускладнює задачу. Крім того, впровадження даного методу регулювання потребує виключення ступеневої коробки передач, тобто внесення корінних змін в конструкцію сівалки.

З іншої сторони, регулювання щільності розподілу зернового потоку  $Q_m$  (шт/м) можна забезпечити зміною лише одного вхідного параметру - робочої довжини котушки  $L_k$  або передаточної величини  $i$ , від яких вона залежить лінійно і не залежить від зміни швидкості руху сівалки  $V_c$  (км/год), при фіксованому значенні іншого фактору. Оскільки плавне регулювання передаточної величини  $i$  в польових умовах, навіть за наявності безступінчатої коробки передач, забезпечити складно, то найбільш прийнятним є регулювання робочої довжини котушки  $L_k$  при фіксованих значеннях передаточного відношення  $i$  і відстані до денця котушки  $C1$  які встановлюються перед початком сівби і можуть залишатися незмінними для усіх ділянок поля до її завершення. При цьому щільність розподілу  $Q_m$  (шт/м)

можна розглядати як лінійно залежну від робочої довжини котушки  $L_k$  функцію

$$Q_m = b_m \cdot L_k, \quad (2)$$

де  $b_m$  - умовно постійний коефіцієнт пропорційності, залежний від передаточної величини  $i$ , відстані до денця котушки  $C1$ , конструктивних параметрів висівної системи та посівного матеріалу (1). Для регулювання робочої довжини котушок висівних апаратів секції сівалки пропонується використовувати лінійний електропривод з блоком керування, що не потребує внесення змін в конструкцію сівалки.

Апаратна частина проектуємої САК включає: бортовий комп'ютер з дисплеєм; ГСП-приймач; технологічну карту-завдання змінних норм висіву на електронному носіїві (картограму сівби); датчик швидкості руху сівалки; датчик включення сівалки в роботу; систему комп'ютерної ідентифікації зернового потоку, лінійний електропривод з блоком керування та важелем подачі валу висівних апаратів сівалки.

За результатами дослідження було запропоновано метод та засіб регулювання змінних норм висіву зернових культур при місці визначеному землеробстві.

### Список літератури

1. Пархоменко Ю.М. Визначення математичної моделі процесу формування зернового потоку на виході котушкового висівного апарата / Ю.М. Пархоменко, В.О. Кондратець, М.Д. Пархоменко // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодерж. міжвідомч. наук.- техн. зб-к. – Кіровоград: КНТУ. – 2011. Вип.№41. – С. 62-68.
2. Аніскевич Л.В., Войтюк Д.Г. Моделювання адаптивних технологічних процесів місцевизначеного землеробства //Звіт про НДР НАУ, №0103U005909 – Київ, 2007. – 65с.

УДК 621. 9. 048.9

## ЛАЗЕРНА ОБРОБКА ПОРОШКОВИХ МАТЕРІАЛІВ

**О.Й. Мажейка**, проф., канд. техн. наук;

**Р.В. Моргун**, магістр;

**В.С.Ворона**, магістр

*Кіровоградський національний технічний університет*

Лазерна обробка порошків і порошкових матеріалів відкриває широкі можливості на шляху формування і модифікування твердотільних структур. Особливий інтерес представляє дослідження закономірностей процесів лазерної обробки порошків і порошкових матеріалів з мікро-і нанорозмірними частинками, що дозволяють отримувати структури з підвищеною щільністю і міцністю і створювати компоненти різних технічних пристроїв[1]. Однак на сьогоднішній день ці питання досліджені недостатньо.

У даній роботі розглянуті деякі особливості лазерної обробки вільнонасіпаних порошків, порошкових компактів і спечених порошкових матеріалів. Лазерна обробка вільнонасіпаних порошків становить інтерес у зв'язку з розвитком селективного лазерного спікання (Selective Laser Sintering - SLS), яке є однією з різновидів технологій швидкого прототипування (Rapid Prototyping). Важливим аспектом SLS процесів є подача порошку в зону лазерної дії, так як особливості осадження порошку безпосередньо впливають на умови його подальшого спікання і, як наслідок, на структуру утворюється виробу[2].

Нами розглянуто новий принцип реалізації процесів SLS, заснований на подачі порошку в зону лазерного опромінення безперервним потоком на прикладі порошків Fe і композитів Fe/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Cu з розмірами частинок 5-10 мкм. Було визначено закономірності

безперервного осадження порошків під дією низькочастотних (2-4 кГц) вібрацій з використанням віброживильників типу капілярної трубки і двох коаксіальних конусів (рис.1).

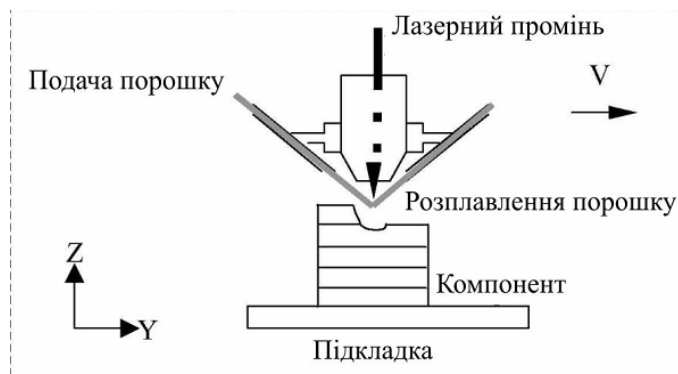


Рисунок – 1. Коаксіальна схема подачі порошкового матеріалу

Для реалізації процесу селективного лазерного спікання використовували експериментальний комплекс для SLS. Установа для високошвидкісної лазерної обробки порошкових матеріалів складалася з наступних основних агрегатів:

- лазерної установки «Квант-60»;
- робочій камери для процесу спікання;
- механізму подачі порошкової суміші;
- персонального комп'ютера, керуючого установкою.

Встановлено залежності швидкості витікання порошків від інтенсивності вібрацій, особливостей конструкції живильників і плинності порошків. У цілому структура характеризується високою однорідністю, в ній відсутній шаруватість, характерна для структур, отриманих при спіканні послідовно загрозованих дискретних шарів у традиційних SLS методах. У той же час виявлені відмінності в характері структур, сформованих при різній швидкості росту порошкового тіла (рис.2).



Рисунок –2. Мікροструктура напеченого шару з порошкової суміші Fe + 0,5 %Cu+1,0% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Лазерне спікання керамічних порошків у свободнонашипанном стані практично вкрай важко здійсненне. Тому в роботі розглянуті можливості лазерного спікання порошкових компактів на прикладі порошків Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> з розмірами частинок 22 і 250 нм. Поверхня зразків після лазерного опромінення оплавляється. Коефіцієнт усадки, щільність і мікротвердість зразків залежали від розмірів частинок вихідного порошку (при однакових умовах обробки). Аналогічним чином піддавалися лазерному спіканню компактованих порошки SiO<sub>2</sub> (з розмірами частинок 0.3-0.4 мкм).

Висновки.

Виявлено особливості перебудови структури порошкового тіла (перегрупування часток, формування міжчасткових контактів, об'єднання часток в конгломерати, еволюція пористої структури) на різних стадіях спікання (за різної тривалості лазерного опромінення).

Особливості лазерного модифікування структури порошкових матеріалів досліджено на прикладі лазерної обробки спечених порошоків  $Al_2O_3$  з розмірами частинок менше 10 мкм. Структура після обробки набувала градієнтний характер: розміри частинок збільшувалися і пористість зменшувалася в міру наближення до облучаємої поверхні. У ряді випадків спостерігалася оплавлення поверхні.

### Список літератури

1. Управление изменениями в твердых телах при воздействии лазерного излучения: Монография /А.И. Мажейка. – Кировоград: «КОД», 2010. – 236 с.
2. Григорьянц, А.Г. Формирование наплавленных слоев с использованием лазерного импульсного - периодического излучения / А.Г. Григорьянц, А.Н. Миторов // Сварочное производства. 2007. № 8. С. 18-22.

УДК 621. 9. 048.7

## **ФОРМУВАННЯ ЗНОСОСТІЙКИХ ПОКРИТТІВ ПРИ ЛАЗЕРНОМУ ЗМІЦНЕННІ**

**О.Й. Мажейка**, проф., канд. техн. наук;

**Д.С.Шевела**, магістр;

**О.В.Вербицький**, магістр

*Кіровоградський національний технічний університет*

До теперішнього часу лазерна обробка поверхонь деталей машин залишається однією з передових високотехнологічних операцій, що лежать в основі поліпшення експлуатаційних характеристик цих деталей машин, і зокрема, таких як зносостійкість. Результати робіт, присвячених вивченню зносостійкості поверхонь, оброблених лазерним випромінюванням, показують, що поверхні матеріалів, що випробували фазові перетворення при їх термообробці, стають більш зносостійкими після лазерної обробки в порівнянні з їх зносостійкістю після традиційної об'ємної термообробки [1,2]. Лазерна обробка є одним з перспективних, але недостатньо вивчених методів поверхневого зміцнення.

Аналізуючи літературні джерела та власні дослідження [1] можна зробити висновок, що в результаті впливу лазерного променя на поверхні сталі утворюється зона термічного впливу, що складається з зміцненого і перехідного шарів. Зміцнений шар товщиною 50-110 мкм в залежності від режимів обробки має високу мікротвердість 8800-9800 МПа для попередньо загартованих і 7300-7800 МПа для відпалених сталей. Але поряд з цим під зміцненим шаром розташовується зона високотемпературного відпуску з продуктами розпаду мартенситу. Мікротвердість перехідного шару становить 4400-5000 МПа.

Метою роботи були дослідження лазерного загартування сталевих поверхонь з застосуванням пристроїв, які покращують розташування лазерних треків, форму лазерного променя тощо, так званих фокусаторів (скануючи пристроїв) лазерного променя.

Висока мікротвердість при лазерній обробці обумовлена появленням мартенситу з підвищеним ступенем тетрагональності. Більш значні, ніж при відомих методах термічної обробки, зміни мікротвердості поверхні, безумовно, повинні позначитися на її зносостійкості. Вагомі переваги лазерної обробки в порівнянні з традиційними методами термічної обробки матеріалів - це відсутність додаткових операцій відпуску. Відпустка знімає внутрішні напруження, але при цьому знижує твердість обробленого шару. Так твердість сталі 40X після термічної обробки 48-52 HRC, а після зміцнення лазерним променем 58-62 HRC. У результаті нагрівання вище температури плавлення нормалізованої сталі 45 у верхньому шарі глибиною 20-25 мкм спостерігається повне розчинення феритної

сітки. Мікротвердість в цій зоні 7500-8200 МПа. Нижче слід зона гарту з твердого стану з мікротвердістю 7200-8500 МПа. На місці колишніх перлітних зерен утворився мартенсит з невеликою кількістю залишкового аустеніту. Глибина зони термічного впливу (ЗТВ) в дослідженнях для лазерного випромінювання  $P=1,1$  кВт склала 0,55-0,60 мм при ширині зони 9,8 мм. Мікротвердість феритних зерен становить 2800-3500 МПа при початковій твердості фериту 980-1100 МПа. Підвищення мікротвердості пов'язано з фазовим наклепом.

При загартуванні сталей, що пройшли загартування і відпустку після лазерного зміцнення, за другим шаром треба третій зона відпустки. При лазерному зміцненні газовими лазерами необхідно використовувати поглинаючі покриття для металів для зменшення втрат енергії через відображення. Розроблена лазерна технологія зміцнення сталевих поверхей, в залежності від варіацій потужності установки та режимів обробки, дозволяє зміцнювати зразки з шириною зони 5-20 мм і глибиною 0,5-2,0 мм. При обробці поверхні лазерним променем круглої форми в центрі плями час впливу пропорційно його діаметру, а по краях воно падає до нуля. У результаті при зміцненні поверхні деталі по краях доріжки виникають значні зони відпустки, і втрачається до 40% енергії. Крім того, розподіл енергії всередині плями нерівномірний, що веде до нерівномірності фізико-механічних властивостей зміцненого шару. Для усунення цих недоліків запропоновано розроблені пристрої для сканування (рис.1) [3].

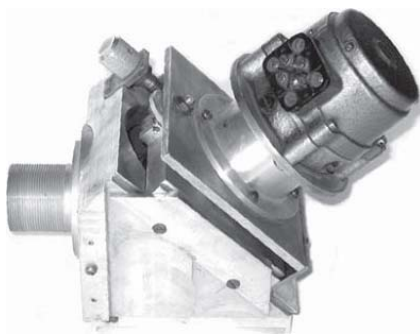


Рисунок – 1. Фокусатор для сканування лазерного променя

Коливальні і обертові з частотою 150-600 Гц дзеркала дозволяють отримати на поверхні пляма прямокутного або квадратного перетину з рівномірним розподілом потужності. При цьому різко зменшуються зони відпустки, з 0,5-1,5 мм до 0,1-0,2 мм на кордоні зміцнений шар - основний матеріал. Дослідження показали, що на оптимальних режимах продуктивність обробки в 2 рази вище, ніж при зміцненні круглим розфокусованим променем без високочастотного сканування.

Висновки. Розроблена лазерна технологія в залежності від варіацій потужності установки та режимів обробки. Встановлено, що лазерна поверхнева обробка значно підвищує структуру сталевих поверхонь, їх твердість, зносостійкість, але і має деякі недоліки - нерівномірності фізико-механічних властивостей зміцненого шару, втрати до 40 % енергії. Для покращення якості обробки запропоновано та досліджено скануючі пристрої, які дозволяють отримати на поверхні пляма прямокутного або квадратного перетину з рівномірним розподілом потужності. Це підвищує як якість, так і продуктивність обробки в 2 рази вище ніж при звичайних системах фокусування лазерного променя. Розроблена технологія перспективна для впровадження зміцнення деталей сільськогосподарської техніки.

### Список літератури

1. Мажейка О.Й. Лазерна, плазмова і детонаційна технології зміцнення поверхонь: Монографія – Кіровоград, «КОД», 2011 – 260 с.
2. Л.Ф. Головка, В.С. Коваленко, О.Й. Мажейка та ін. Лазерні технології та комп'ютерне моделювання // Монографія. – К.: Вістка, 2009. – 296 с.
3. О.Й.Мажейка Модифікування технології лазерної обробки деталей сільськогосподарської техніки // Збірник наук. праць КНТУ/ Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. / Вип. 21. – Кіровоград: КНТУ, 2008. – С. 164-167.

## **КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ ПІДВИЩЕННЯ ПОДАЧІ ШЕСТЕРЕННИХ НАСОСІВ**

**Ю.В. Кулешков, проф., д-р техн. наук;**

**Р.А. Осін, доц., канд. техн. наук;**

**М.В. Красота, доц., канд. техн. наук**

*Кіровоградський національний технічний університет*

На теперішній час використовуються наступні конструктивні методи підвищення подачі шестеренних насосів (НШ):

- збільшення ширини вінців шестерень;
- збільшення зовнішнього діаметру шестерень насосів.

Збільшення зовнішнього діаметра шестерень в свою чергу може бути реалізоване:

- шляхом збільшення числа зубів шестерень при постійному модулі;
- шляхом збільшення модуля зачеплення при постійному числі зубів шестерень.

З перелічених конструктивних рішень підвищення подачі НШ збільшенням ширини вінця шестерень є самим простим. Цей метод дуже зручний для збільшення подачі НШ в межах типорозмірного ряду.

При збільшенні ширини вінця шестерні відбувається збільшення робочого об'єму, а отже і подачі. Проте, при досягненні ширини вінця шестерні певного граничного значення подальше зростання потужності і подачі НШ усередині типорозмірного ряду обмежується.

До переваг способу підвищення подачі за рахунок збільшення ширини вінця шестерні слід віднести простоту його здійснення в умовах виробництва. Спосіб дозволяє легко, з погляду організації виробництва, створити усередині типорозмірного ряду насос з будь-яким робочим об'ємом, необхідним замовникові.

До недоліків даного способу підвищення подачі слід віднести:

- конструктивні обмеження через надмірні навантаження на підшипники насоса;
- технологічні обмеження, пов'язані із зменшенням точності такого параметра, як похибка на пряму зубів шестерень при виготовленні шестерень із збільшеною шириною вінців;
- пропорційне збільшення як робочого об'єму, так і габаритів шестерень і всього насоса в цілому, що не сприяє підвищенню питомого показника потужності, а отже і не сприяє зростанню технічного рівня НШ.

Для подальшого збільшення потужності насоса переходять до наступного типорозмірного ряду, в якому використовують зубчаті зачеплення шестерень із збільшеними геометричними параметрами, зокрема по зовнішньому діаметру.

Як указувалося вище, збільшення зовнішнього діаметру шестерень можливе або шляхом збільшення числа зубів шестерень або шляхом збільшення модуля зачеплення, а також шляхом одночасного збільшення числа зубів і модуля.

Встановлено, що збільшення модуля при одночасному зменшенні числа зубів сприяє зростанню подачі насоса, а отже і технічного рівня НШ по подачі. Проте істотне збільшення модуля приводить до зростання діаметру шестерень, надмірне збільшення якого пов'язане з обмеженням частоти обертання насоса.

З вищевикладеного виходить, що практично всі відомі способи підвищення подачі НШ пов'язані із зростанням габаритних розмірів рухомих елементів насоса - шестерень. Тому, ці методи підвищення подачі слід віднести до екстенсивного шляху розвитку НШ. Вони на сьогоднішній день вичерпали свої можливості і не сприяють підвищенню технічного рівня НШ за питомими показниками.

Таким чином, доцільно розробляти інтенсивні способи підвищення подачі, які б забезпечували її підвищення без зростання габаритних розмірів і маси НШ. Вказана мета

може бути досягнута за рахунок оптимізації параметрів зубчатого зачеплення в напрямку підвищення подачі робочої рідини в НШ.

Висновки.

1. Конструктивні методи підвищення подачі шестеренних насосів (НШ), в основу яких покладено збільшення ширини вінців шестерень або збільшення зовнішнього діаметру шестерень насосів не сприяють підвищенню технічного рівня НШ за питомими показниками.

2 Перспективним напрямком насособудування є розробка методів підвищення подачі, які б забезпечували підвищення подачі без зростання габаритних розмірів і маси НШ.

УДК 624.664

## ***ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ЦИЛІНДРИЧНИХ ЕЛЕКТРОДІВ НА ПРОЦЕС ФОРМУВАННЯ ПОРОШКОВОГО ПОКРИТТЯ ПРИ КОНТАКТНОМУ НАВАРЮВАННІ***

**О.О. Матвієнко**, доц., канд. техн. наук;

**М.В. Красота**, доц., канд. техн. наук;

**О.О. Майніч**, студент

*Кіровоградський національний технічний університет*

При відновленні та зміцненні деталей типу «вал» перспективно використання методу контактного наварювання порошків з використанням циліндричних електродів. Контактне наварювання передбачає нагрів металевого порошку, що засипається між деталлю і електродом за рахунок теплової енергії, яка виділяється електричним струмом на активному опорі.

Енергія, необхідна для спікання порошку і наварювання його до поверхні деталі при контактному наварюванні, виділяється електричним струмом у вигляді тепла безпосередньо в порошковому шарі в основному на контактах між частинками порошку, поверхнею деталі і електрода. Процес наварювання забезпечується сумісною дією на порошковий шар високої температури (0,9...0,95 температури плавлення порошку) і тиску (до 100 МПа), при утворенні металевого покриття приймають участь як бездифузійні явища схоплення, так і дифузійні процеси спікання і зварювання в твердій фазі.

На початковому етапі холодного пресування порошок підготовлюється до наступного пропускання через нього електричного струму і відбувається стабілізація його електроопору. Ця стадія низьких тисків (до 100 МПа) практично закінчується через 0,2...0,8 с від початку пресування порошку. Подальше збільшення часу пресування не впливає на щільність і електроопір шихти. До моменту закінчення холодного пресування порошку питомий електроопір його повинен бути не вище  $(10...15) \cdot 10^{-4}$  Ом·см в іншому випадку ускладнюється електричне пробивання і знижується стабільність процесу.

На першому етапі процесу утворюється пористе порошкове тіло - пресовка. Воно володіє порівняно високим електроопором, значення якого визначає кінетику процесу і якість отриманого шару. Тому аналіз процесів, що відбуваються на даному етапі необхідно виконувати з урахуванням основ теорії холодного контакту та з позицій механіки тіла, що деформується, металофізики, теорії тертя, пластичного і в'язкого деформування і інших суміжних наук.

З теорії холодного пресування металевих порошків відомо, що електроопір і інші фізико-механічні властивості пресованого матеріалу в значній мірі визначаються контактними явищами між частинками порошкового тіла. При вільному насипанні

порошковий матеріал має малу щільність, так як утворює так звані містки або арки при хаотичному розташуванні контактних дільниць частинок. У такого тіла великий електроопір через малу густину і абсолютну площину струмопровідних контактів.

Вже при вільному насипанні порошку, коли відсутній зовнішній тиск на нього, дійсні тиски в окремих контактах частинок можуть досягати значень граничної напруги стану матеріалу і викликати місцеві руйнування частинок. При цьому матеріал характеризується значною пористістю, малою контактною поверхнею і високим питомим електроопором.

Зминання, зсув і руйнування частинок відбувається за рахунок комбінацій нормального і тангенціального навантажень, що виникають при дії електроду на порошок матеріалу. При збільшенні тиску пресування росте кількість плям контактування, оголюються ювенільні поверхні і можлива молекулярна їх взаємодія. При ковзанні частинок відбуваються деякі руйнування мікронерівностей і їх мікрорельєф безперервно змінюється.

В результаті холодного пресування при відносно малих тисках (13...100 МПа), характерних для контактного наварювання, зростає щільність пресовки і знижується її питомий електричний опір.

В холодному контакті при малих тисках електричний опір окремого контакту складається з опору стягнення лінії струму, який проходить через контактну площину, і послідовного з ним опору поверхневих плівок.

При розгляді процесів ущільнення порошкових матеріалів, що відбуваються при контактному наварюванні порошків припускають, що формування порошкових матеріалів відбувається в симетричній зоні деформації, а саме за рівності діаметрів електроду та деталі, на яку наноситься покриття.

Метою роботи є дослідження характеру ущільнення та зони деформації порошкового матеріалу при різних параметрах деформуючого елемента (електроду), та виявити вплив співвідношення діаметрів електроду та деталі на процес ущільнення.

Для аналізу різних схем наварювання можливо навести три варіанти співвідношення розмірів деталі та електроду.

Перший варіант передбачає наварювання на поверхню деталі при близьких діаметрах електродів та деталі на яку наноситься покриття. При другому варіанті діаметр електроду більший за діаметр деталі, а при третьому – менший.

При наварюванні використовували порошок на основі заліза з розміром частинок 60...100 мкм. Зусилля притиснення електродів до деталі складало 3 кН. Покриття наносили на модернізованій установці для контактного наварювання 011-1-12Н при частоті обертання деталі і електроду  $10 \text{ хв}^{-1}$ , матеріал електроду – бронза, діаметр електроду був постійним і складав 160 мм, діаметр деталі варіювався таким чином щоб співвідношення діаметрів  $D_e/D_d$  змінювалося в межах 1,0...1,6, товщина покриття складала 0,5 мм.

За результатами експериментальних досліджень було встановлено, що при збільшенні співвідношення діаметрів електроду та деталі від 1 до 1,5 спостерігається зменшення пористості покриттів з 10 до 5% та відповідно збільшення кута захвату порошку.

Зменшення пористості пояснюється збільшенням зони ущільнення, яка спостерігається при несиметричній деформації порошкового шару при нерівних діаметрах електроду та деталі. Збільшення протяжності зони деформації дозволяє краще ущільнити порошок шар, а отже отримати покриття вищої якості.

Таким чином, слід зазначити, що при контактному наварюванні порошків доцільно наносити покриття при співвідношеннях діаметра деталі та роликового електроду від 1 до 1,5. В цьому діапазоні вказаного співвідношення спостерігається несиметрична деформація порошкового матеріалу, збільшення протяжності зони деформації, а також покращення ущільнення порошку. При більших значеннях даного співвідношення зростання зони деформації припиняється. Нанесення покриття з вказаними розмірами дозволяє знизити пористість покриттів приблизно з 10 до 5%.



## **ПЕРЕДУМОВИ НАНЕСЕННЯ ЗАХИСНИХ ПОКРИТІВ НА ДЕТАЛІ МАШИН КОНТАКТНИМ НАВАРЮВАННЯМ ПОРОШКОВИХ МАТЕРІАЛІВ**

**М.В. Красота, доц., канд. техн. наук;**  
**Ю.В. Кулешков, проф., д-р техн. наук;**  
**Т.В. Руденко, доц., канд. техн. наук;**  
**О.О. Матвієнко, доц., канд. техн. наук**

Кіровоградський національний технічний університет

Контактне наварювання є одним з найбільш перспективних способів нанесення зносостійких покриттів на деталі машин, що швидко зношуються. Нанесення покриттів в твердій фазі дозволяє зберегти в покритті основні функціональні властивості, притаманні вихідному матеріалу. Використання контактної нагрівки замість технологій напилювання та наплавлення дозволяє значно підвищити якість покриттів, продуктивність їх нанесення, знизити енергоємність технологій, покращити санітарно-гігієнічні умови праці робітників.

Мала зона термічного впливу внаслідок короткого часу нагрівання дозволяє використовувати електроконтактне нагрівання при нанесенні покриттів на деталі засобів транспорту низької жорсткості та з малою товщиною основи (деталі типу «вал», трубчаті деталі).

Використання порошкових матеріалів у вузлах тертя деталей машин має деякі переваги перед компактними матеріалами. Отримання покриттів з рівномірною пористістю дозволяє вбирати в себе мастильний матеріал і, в умовах граничного мащення, забезпечувати ефект самозмащування. Змішуючи порошки з різних матеріалів, можливо варіювати властивостями покриттів, що особливо важливо саме для ремонтного виробництва з великою номенклатурою і невеликими партіями деталей. Спечені та композиційні компактні матеріали в порівнянні з порошками значно дорожчі, та найчастіше не відповідають умовам навантаження (ламаються при подачі).

Контактне наварювання порошкових матеріалів дозволяє створювати в матеріалі покриття гетерогенну структуру.

Матеріали з гетерогенною структурою мають дуже високу зносостійкість при різних умовах зношування. Це обумовлено тим, що частинки твердих включень міцно зв'язані з пружно-пластичною достатньо зносостійкою основою.

Метод контактної нагрівки порошків отримав назву контактної наварювання (за деякими літературними даними - термін припікання). Контактне наварювання порошкових матеріалів – технологічна операція, що полягає в нанесенні на поверхню деталі порошкової формовки або шару порошку з метою отримання двошарового матеріалу шляхом нагріву до температури, що забезпечує спікання порошкового матеріалу і утворення міцного дифузійного зв'язку з деталлю.

Контактний спосіб дозволяє отримувати покриття з перемінними фізико-механічними властивостями по глибині шару, що досягається сумісним нанесенням порошкової шихти і паст-лігатур. Дослідженнями встановлено можливість одержання двох, трьох і більше послідовних зон по глибині покриття, виконаного із зносостійких порошків.

Проведений аналіз показав, що контактне наварювання порошків являється одним з перспективних способів нанесення покриттів на деталі машин, що швидко зношуються. Відсутність рідкої фази в зоні зміцнення при нанесенні покриттів значно розширює технологічні можливості процесу зміцнення.

Процеси контактної нагрівки мають наступні основні переваги: високу продуктивність і низьку енергоємність, мінімальну зону термічного впливу струму на деталь

внаслідок малої тривалості імпульсу нагріву, відсутність необхідності у використанні захисної атмосфери через короткочасний термічний вплив на матеріал покриття і відсутність світлового випромінювання і газовиділення.

Встановлено, що покриття, які наносяться методом контактного наварювання володіють високими фізико-механічними властивостями (міцністю зчеплення 150...300 МПа, пористість не більше 10%). Слід відзначити, що при контактному наварюванні наявність окисних плівок практично не знижує міцності з'єднання, так як плівка володіє високим електроопором і найбільш інтенсивно розігрівається імпульсом струму з подальшим видаленням з зони з'єднання. Так, при наплавленні шару на другий, сильно окислений шар, міцність з'єднання не нижча ніж при аналогічному наварюванні першого шару на очищену поверхню деталі. Зносостійкість покриттів знаходиться на рівні сплавів одержаних електродуговим наплавленням високохромистого чавуну, істотно переважаючи термічно оброблені вуглецеві і низьколеговані сталі.

Для більш детального вивчення процесу, слід приділити увагу основним технологічним параметрам, якими є тиск і температура, а також фізико-механічним властивостям порошкової формовки і кінетиці утворення порошкового шару.

Висновки.

1. З широкого спектру сучасних методів інженерії поверхонь особливу увагу заслуговує метод контактного наварювання порошків, який володіє такими вагомими перевагами як: висока продуктивність, незначний термічний вплив на деталь, низька енергоємність, відсутність газовиділення та випромінювання.

2. Покриття нанесені методом ЕКНП спадкують початкові властивості порошкового матеріалу.

3. Покриття, які наносяться методом контактного наварювання володіють високими фізико-механічними властивостями: низькою пористістю та високою міцністю зчеплення.

4. Застосування порошкових зносостійких матеріалів при контактному наварюванні дає великий технічний і економічний ефект: як правило підвищуються надійність і ресурс вузлів тертя, враховуючи характерні для цих матеріалів високі допустимі питомі навантаження при терті спряжених робочих поверхонь.

УДК 631.331.92

### ***ПРО ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙ З НАНОАПОВНЮВАЧІВ ПРИ ВІДНОВЛЮВАННІ ТА ВИГОТОВЛЕННІ РЕСУРСОВИЗНАЧАЛЬНИХ ДЕТАЛЕЙ СГТ***

**В.В. Аулін, проф., д-р техн. наук;**

**О.П. Бруцький, м.н.с.**

*Кіровоградський національний технічний університет*

За оцінкою фахівців, наявність техніки на селі вдвічі менше кількості необхідного для виконання сільськогосподарських робіт в оптимальні агротехнічні терміни. Експлуатований машинно-тракторний парк (МТП) більш ніж на 75 % виробив свій ресурс. Якість значної частини вітчизняних сільськогосподарських машин не відповідає вимогам сучасного виробництва. Темпи списання техніки перевищують обсяги її надходження майже в 4 рази. Відбувається збільшення навантаження на працюючі машини та механізми, експлуатація йде з порушенням технічних нормативів, терміни проведення технічного обслуговування і планових ремонтів не дотримуються. Це призводить до підвищення трудомісткості і витрат

на ремонт техніки, збільшення витрат запасних частин (більше 40 тис. найменувань деталей надходить з-за кордону і має вартість у 8...12 разів вище, ніж вітчизняні аналоги), паливомастильних та інших матеріалів, знижує працездатність деталей, складальних одиниць і обладнання в цілому.

Найбільш частою причиною передчасного виходу з ладу сільськогосподарських машин є низька надійність ресурсних спряжень деталей, до числа яких належать багато трибоспряжень. У загальному обсязі відмов транспортерів, у тому числі вбудованих в різні машини, більше 30 % припадає на підшипники кочення. Напрацювання підшипників менше від запланованого у 2,5...3,5 рази. Багаторазові ремонти техніки, що вийшла з ладу, призводять до її тривалих простоїв. Через зазначене збільшуються втрати у сільськогосподарському виробництві, особливо через низький технічний рівень та надійність машин.

При надмірному дефіциті машин і обладнання в умовах економічної і технологічної криз, що характеризують сучасний стан вітчизняних сільськогосподарських підприємств, великого значення набувають заходи, спрямовані на припинення спаду інженерно-технічної сфери виробництва, підвищення надійності сільськогосподарської техніки в цілому і ресурсних спряжень деталей, зокрема. Це обумовлює необхідність дослідження проблем впровадження в галузь інтенсивних енерго- і працезберігаючих інноваційних технологій.

На підставі аналізу результатів досліджень, можна стверджувати, що в області технічного сервісу МТП об'єктивно визначилися наступні напрямки практичних та науково-дослідних робіт, спрямованих на підвищення довговічності сільськогосподарських машин:

- застосування наноматеріалів та нанотехнологій при ремонті і технічному обслуговуванні машин;
- здійснення глибокої модернізації вузлів, агрегатів та систем тракторів, комбайнів та іншої техніки.

Підвищення довговічності підшипників може бути здійснено за допомогою вдосконалення конструкції вузла тертя на основі детального аналізу умов його експлуатації з використанням у процесах відновлення та виготовлення його деталей зносостійких матеріалів. При експлуатації підшипників в безпосередньому контакті з абразивною і корозійною середовищем в умовах відсутності або обмеженого надходження мастильних матеріалів представляється можливим здійснити заміну підшипників кочення трибоспряженнями ковзання із застосуванням вкладишів, але з використанням антифрикційних металевих матеріалів для даних цілей досягнута певна межа. В зв'язку з цим в даній роботі запропонована перспективна розробка вкладишів з полімерів та композиційних матеріалів на їх основі. Відомо, що за даними ГОСНИТИ, застосування полімерів знижує трудомісткість ремонту машин на 20 %, собівартість робіт на 15 %, скорочує витрату чорних і кольорових металів на 40 %.

Однак володіючи необхідною зносостійкістю, область їхнього раціонального застосування обмежена через низьку міцність та жорсткість при стисненні і зрушенні, відсутності термічної стабільності в області високих температур, зміну фізико-механічних характеристик при старінні та під впливом ряду кліматичних факторів. Перераховані властивості можна оптимізувати застосуванням композиційних полімерних матеріалів з наповнювачем із наноматеріалу та скловолокон.

Основним стримуючим фактором широкого впровадження наноматеріалів у виробничі процеси є відсутність відпрацьованої технології їх синтезу в достатній кількості. В роботі запропоновано технології нанесення такого композиційного покриття на підшипниках ковзання та виготовлення підшипників із композиційних матеріалів.

Виявлено, що для широкого ефективного їх впровадження в технічний сервіс СГТ необхідно розробити методику їх застосування, що враховує конструкційні особливості агрегатів, умови експлуатації, ступінь зносу ресурсних спряжень деталей, особливо "вал-втулка".

Висновки.

1. Умови експлуатації підшипників СГТ відрізняються різноманіттям навантажувально-швидкісних режимів, що в поєднанні зі специфічністю впливу навколишнього середовища призводить до передчасного виходу з ладу складальних одиниць з причини абразивного, корозійно-механічного зношування, схоплювання і заїдання.

2. Для підвищення довговічності підшипників використано як матеріалознавчий, технологічний та конструктивний напрямки.

3. Розглянуто принципи створення полімерних композицій та експериментальним шляхом визначено їх фізичні та триботехнічні характеристики і властивості.

УДК 624.664

### ***ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ РЕГУЛЬОВАНИХ НАСОСІВ ТИПУ НШ***

**Ю.В. Кулешков, проф., д-р техн. наук;**

**Т.В. Руденко, доц., канд. техн. наук;**

**М.В. Красота, доц., канд. техн. наук**

*Кіровоградський національний технічний університет*

В даний час гідравлічні системи в яких використовується регульований насос знаходять все більше розповсюдження так як вони мають ряд переваг перед іншими системами, а саме:

– менші масу і габарити гідроприводу в порівнянні з масою і габаритами нерегульованого, механічного й електричного приводів, що забезпечується відсутністю важких навантажених валів, редукторів, муфт, фрикціонів, канатів, генераторів з електроапаратурою тощо;

– безступінчасте регулювання швидкості робочих рухів, що дозволяє підвищити коефіцієнт використання приводного двигуна, спростити автоматизацію приводу і поліпшити умови роботи робітника;

– зручність керування, що скорочує витрати енергії робітника незалежно від потужності приводу;

– суттєве збереження енергії в порівнянні з нерегульованим гідроприводом;

– зменшення швидкості старіння робочої рідини;

– можливість здійснення простим способом великих передатних співвідношень між ведучими і відомим ланками при обертальному русі веденої ланки. Це досягається шляхом відповідного підбора робочих об'ємів насоса і гідромотора. При використанні в якості веденої ланки високомоментного гідромотора величина передатного відношення може сягати 500 і більше;

– можливість перетворення без додаткових пристроїв обертального руху ведучої ланки в поступальний рух веденої ланки Використовуючи в якості веденої ланки гідроциліндр, можна перетворити обертальний рух ведучої ланки (насос) у зворотно-поступальний рух веденої ланки (поршень гідроциліндра). Підбором відповідного діаметра гідроциліндра і тиску робочої рідини можна створювати практично будь-як зусилля на веденій ланці. При цьому забезпечується незалежне розташування ведучої і веденої ланки і, крім того, досягається надійна фіксація веденої ланки в будь-якому заданому положенні і можливість регулювання швидкості його переміщення;

– надійне запобігання від перевантажень приводного двигуна, металоконструкцій і робочих органів гідроприводу, що досягається запобіжними пристроями.

Вимоги запропоновані до регульованих насосів та гідравлічних систем зводяться до забезпечення ними високого діапазону регулювання при збереженні номінального робочого тиску насоса та подачі при максимальному коефіцієнті подачі і механічному ККД. Таким вимогам задовольняють аксіально-поршневі насоси, що мають безперечні переваги в порівнянні з іншими типами насосів, аксіально-поршневі насоси дійсно займають лідируюче положення по технічному рівню серед інших типів об'ємних насосів, зокрема по тиску, що розвивається, можливості керування подачею, надійністю. Однак їм властивий і ряд недоліків до яких варто віднести наявність зворотно-поступального руху, високу складність виготовлення, а звідси і висока собівартість, високі вимоги до чистоти робочої рідини, зниження технічних показників коефіцієнта подачі і загального ККД при зменшенні об'ємної подачі насоса в процесі регулювання.

Порівнюючи між собою пластинчасті і шестеренні гідромашини, варто підкреслити, що в перших більше поверхня ковзання, по яких повинна забезпечуватися герметизація. В умовах експлуатації гідроприводів, коли навколишнє повітря запилене і забруднений мікронними частками абразиву, знос контактуючих поверхонь у пластинчастих машин відбувається інтенсивніше, ніж у шестеренних. Відповідно в процесі експлуатації падіння коефіцієнту подачі у пластинчастих гідромашин виявляється помітніше, ніж у шестеренних.

Більшості означених недоліків позбавлений шестеренний насос з регульованою подачею. Простота виготовлення, низька собівартість, простота експлуатації, нечутливість до забруднення робочої рідини наявність тільки обертального руху всього двох деталей, дають підстави надіятись що саме наша конструкція регульованого насоса знайде широке використання в машинобудуванні.

УДК 631.361

## **УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ОЧИСТКИ РЕШІТНИХ СТАНІВ ЗЕРНООЧИСНИХ МАШИН ЗАГАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

**М.О. Харуга, студент;**

**С.М. Мороз, доц., канд. техн. наук**

*Кіровоградський національний технічний університет*

Аграрний сектор в Україні є одним із найбільш експортованим. Аграрії забезпечують чверть загальнодержавних експортних надходжень держави. В той же час виробничий потенціал аграрного сектору України не вичерпано і застосування технологій може підвищити урожайність більшості сільськогосподарських культур. Збільшення об'ємів виробництва змушує товаровиробників більше уваги приділяти закупівлі більш продуктивної техніки, яка більш надійна в роботі, навіть якщо вона більш енергоємна, ніж менш енергоємні машини з меншою надійністю роботи.

Якщо розглядати питання післязбирального очищення зерна машинами загального призначення, то найбільше уваги під час розробки чи модернізації машин приділяється робочим органам, конструктивні та технологічні параметри яких безпосередньо впливають на продуктивність органів очистки та якість їх роботи. В той же час виробники недостатньо уваги приділяють іншим пристроям, які задіяні в технологічному процесі і є допоміжними.

Так пристосування для очистки пробивних решіт не збільшують живий переріз решіт і їх продуктивність, але вони очищають поверхню сепарації від застряглих непрохідних часток, тим самим наближаючи фактичну питому пропускну здатність отворів до розрахункової. Найбільшого поширення набули щіткові очисники решіт. Під час роботи

щетинки щіток зношуються, або деформуються, а в конструкціях машин не передбачені способи підведення щіток для усунення зазору між ними та решетом [1–3].

Крім того в конструкціях деяких сепараторів фірми "Petkus" використовуються транспортери–дозатори–очисники встановлені над верхнім решетом. Це дозволяє не тільки вирівняти питому подачу по ширині решета, а й змінити кількість оброблюваного матеріалу по довжині решета [1, 2].

Усунути ці вади дозволяє конструкція транспортера–очисника, яка розроблена на кафедрі сільськогосподарського машинобудування Кіровоградського національного технічного університету, схема якого представлена на рис. 1 [4].

Транспортер-очисник складається з привідного 1 та натяжного 2 барабанів, встановлених в корпусі зерноочисної машини, тягового елемента 3 з закріпленими до нього шарнірно підпружиненими планками 4. Працює він таким чином. Оброблюваний матеріал надходить на решето 5 у верхній його частині, над яким встановлено планчастий транспортер-очисник. Підпружинені планки 4 нижньої гілки транспортера входять в шар оброблюваного матеріалу і впираючись у поверхню решета 5 відхиляються від початкового положення в напрямку протилежному до напрямку їх руху. Прокідні частки просіваються крізь отвори решета, а непрохідні транспортуються до його кінця. При цьому відбувається очищення отворів від застряглих часток. Після проходження поверхні решета підпружинені планки 4 займають початкове положення.

Недоліком такого робочого органа є низька ефективність очищення на нижньому підсівному решеті, оскільки зерновий ворох, що потрапляє на нього з задньої частини верхнього колосового решета, має недостатньо часу для орієнтації відносно робочих отворів і просіювання.

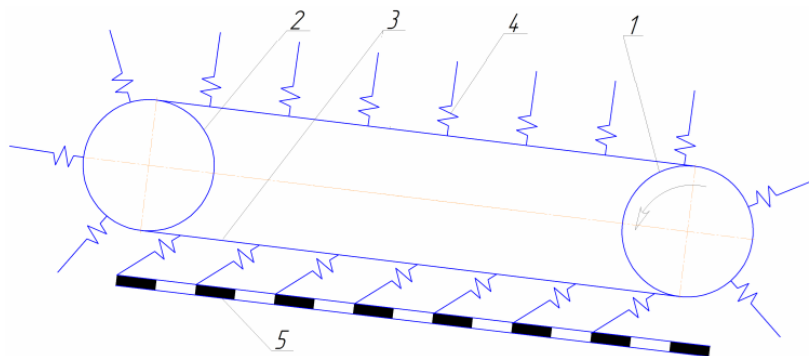


Рисунок – 1. Транспортер-очисник

Усунути ці вади дозволяє конструкція сепаратора зерна, яка складається з колосового решета 1 підсівного решета 2 і встановленого між ними транспортерного очисника робочих отворів решіт 3, оснащеного суцільним стрічковим тяговим органом 4, скребки якого, згідно схеми, рухаються проти ходу годинникової стрілки (рис. 2).

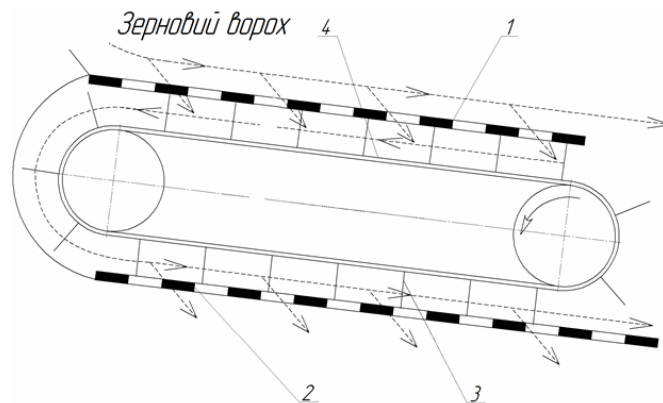


Рисунок – 2. Сепаратор зерна

Сепаратор зерна працює таким чином. Зерновий ворох надходить на колосове решето 1 у верхній його частині. Крупні домішки переміщуються сходом, а зерно і дрібні домішки просіюються крізь його робочі отвори і потрапляють на суцільний стрічковий тяговий орган 4 транспортерного очисника робочих отворів решіт 3, який спрямовує ворох на початок підсівного решета 2. Транспортний очисник 3 здійснює очищення робочих отворів колосового решета, рухаючись під ним, проти напрямку руху вороху та робочих отворів підсівного решета, рухаючись над ним, в напрямку руху зернового вороху, сприяючи його переміщенню. Крізь робочі отвори підсівного решета просіюються дрібні домішки, а зерно переміщується сходом.

### Список літератури

1. Комаристов В.Ю., Петренко М.М. Довідник з механізації післязбиральної обробки зерна. – К.: Урожай, 1990. – 182 с.
2. Зерноочистительные машины фирмы “Petkus Wutha” (ФРГ), 1996. – 38 с.
3. В.М. Сало. Розробка нової конструкції пневморешітної зерноочисної машини. Том 1. Обґрунтування параметрів транспортера-сепаратора / В.М. Сало, С.М. Мороз, О.М. Васильковський, С.М. Лещенко, Д.І. Петренко. – Кіровоград: СПД ФО Лисенко В.Ф., 2014. – 108 с.
4. Пат. 65162 С2 Україна, МПК В65G 47/14. Транспортер-очисник / Васильковський М.І., Васильковський О.М., Лещенко С.М., Мороз С.М., Непик А.В., Петренко Д.І. заявл. 19.05.11; опубл. 25.11.2011. Бюл. № 22.

УДК 631.316.22:001

## ***РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ С ПОЛОСНЫМ УГЛУБЛЕНИЕМ***

**И.Б. Борисенко**, *с. н. с., д-р техн. наук;*

**Ю.Н. Плещачев**, *проф., д-р. с.-х. наук;*

**П.И. Борисенко**, *аспирант*

*ФГБОУ ВПО Волгоградский государственный аграрный университет, Россия*

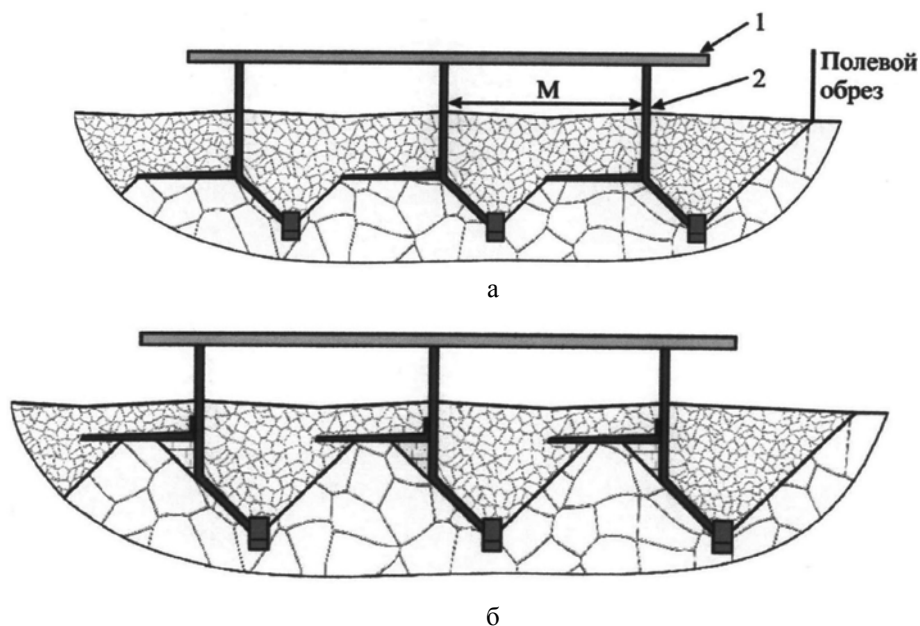
Последние годы характерны климатическими изменениями с увеличением среднесуточных температур летом и уменьшением количества осадков в течение года. Как известно, одним из основных ресурсов получения урожая есть влага. Поэтому разработка и совершенствование агротехнических приемов и технических средств, способствующих влагонакоплению, важная и актуальная задача

Систематическая вспашка или культивация на одинаковую глубину сопровождается накоплением неблагоприятных изменений в строении пласта. Кроме того, биологические особенности возделываемых культур обуславливают необходимость разноглубинной обработки. Однако, глубокое сплошное разуплотнение почвы ресурсозатратная операция, и не всегда сопровождается отзывчивостью культуры. Поэтому объединение в одном технологическом приеме чизельной и лемешной обработок может быть рационально.

Учеными Волгоградской области, для дополнительного влагонакопления осенне-зимних осадков, доказана эффективность проведение полосного рыхления или шелевания на глубину 0,2—0,4 метра с расстановкой стоек рабочих органов через 1,4 метра (рис.1). Технология первичного рыхления лидирующим долотом взята за основу, и определяет энергетические параметры добавочных модулей, корректирующих качественные показатели обработки почвы с учетом возделываемых культур.

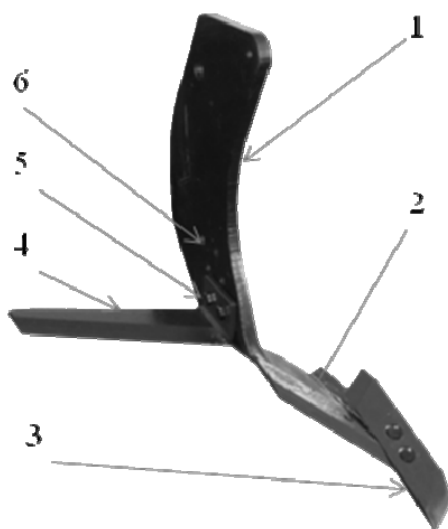
Для технологии минимальной обработки почвы с полосным углублением предложен рабочий орган «РОПА» с технологическим обоснованием его размеров при возделывании зерновых колосовых и пропашных культур (рис. 2).

Двухрежимное физическое строение почвы при полосной обработке заметно повышает адаптивность почвенного слоя агроландшафтов Нижнего Поволжья к засушливым условиям. Данная технология эффективна при обработке почв подверженных водной и ветровой эрозий.



а - обработка на максимальную глубину рыхления и максимальную зону сплошной обработки; б - обработка на максимальную глубину рыхления и минимальную зону сплошной обработки

Рисунок –1. Технологические схемы полосного рыхления



1 - наклонная стойка; 2 - нож; 3 – долото; 4 – плоскорезущее крыло; 5 – болтовое соединение; 6 – вертикальная часть стойки.

Рисунок – 2. Рабочий орган «РОПА»

По сравнению со вспашкой на глубину 0,25-0,27м вариант двухслойной полосной обработки, обеспечивает меньший до 60% объем деформации почвы и лучшие ключевые показатели. Кроме того, как показано теоретически и подтверждено экспериментально [1, 2], на деформацию почвы долотом требуется на 25-40% меньше энергии относительно работы лемеха. В результате, итоговые эксплуатационные показатели орудия ОМПО до двух раз выше относительно отвальных орудий.

Макетный образец орудия минимальной полосной обработки ОМПО-5,6 с рабочими органами РОПА изготовлен на предприятие ООО «Югжелдормаш» (рис. 3).

Испытания, проведенные на Северо-Кавказской МИС, показали технологическую и энергетическую эффективность применения орудия ОМПО-5,6 с рабочими органами РОПА [3].



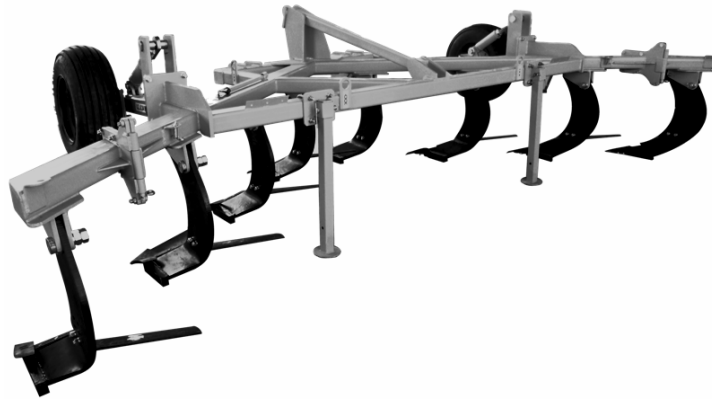


Рисунок – 3. Орудие ОМПО-5.6

Технические решения разработки защищены патентом РФ на изобретение [4].

Выводы.

Разработанные технология и техническое средство может быть эффективно применены в зонах земледелия с недостаточным увлажнением.

Комплекс технических решений, на основе рабочего органа, снабженного долотом, дополнительными ножами-лемехами, позволяет обеспечить универсальность орудия, его технологическую и экономическую эффективность.

### Список литературы

1. Борисенко, И.Б. Совершенствование ресурсосберегающих и почвозащитных технологий и технических средств обработки почвы в острозасушливых условиях Нижнего Поволжья: Дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.01 / И.Б. Борисенко. - Волгоград, 2006. 402 с.
2. Ветохин В.И. Системные и физико-механические основы проектирования рыхлителей почвы: Дис. ... д-ра техн. наук: 05.05.11 / В.И. Ветохин // НТУУ «Киевский политехнический институт», ОАО «ВИСХОМ». – К. - М.: КПИ – ВИСХОМ, 2010. – 284 с.
3. Орудие минимальной полосной обработки почвы ОМПО-5,6 / Протокол приемочных испытаний № 11-42-13 (1010092): ФГБУ Северо-Кавказская государственная зональная машиноиспытательная станция. – зерноград: 2013, 5с.
4. Патент № 2489826 (RU) Почвообрабатывающее орудие / Борисенко И.Б., Кияев В.Н., Махнов Ю.В., Новиков А.Е., Овчинников А.С., Плескачев Ю.Н. Цепляев А.Н., Борисенко П.И.; патентообладатель ФГБОУ Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия (RU), ООО "ЮГЖЕЛДОРМАШ" (RU).– заявл. 12.04.2012; опубл. 20.08.2013, Бюл.№23.

УДК: 621.891:631.31

## **СИСТЕМО-СПРЯМОВАНИЙ ПІДХІД ДО ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ТРИБОТЕХНІЧНОГО ВІДНОВЛЕННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ МОБІЛЬНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ НА ЕТАПАХ ЇЇ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ**

**В.В. Аулін**, проф., д-р техн. наук;  
**С.В. Лисенко**, доц., канд. техн. наук  
*Кіровоградський національний технічний університет*

Для впевненого існування на ринку сільськогосподарської продукції необхідне власне виробництво основної номенклатури сучасної техніки для механізації сільськогосподарського виробництва (СГВ). Для створення оптимальних ґрунтових умов для посіву і росту сільськогосподарських культур необхідно застосовувати диференційовану

систему обробки в залежності від властивостей ґрунту. Комбіновані агрегати поєднують в одному проході кілька операцій, що дозволяє істотно знизити ущільнення ґрунту, витрату палива та оливи, затрати праці. Одним з перспективних напрямків щодо скорочення витрат робочого часу і експлуатаційних витрат при виконанні польових робіт є застосування комбінованих агрегатів, а також іншої мобільної сільськогосподарської техніки (МСГТ), що дозволяє зменшити число проходів по полю, знизити ущільнення ґрунту.

Однак постійне прагнення до зменшення маси і підвищення інтенсифікації робочих процесів у СГВ призвело до збільшення тисків у вузлах МСГТ і швидкостей ковзання і погіршило умови змащування. Крім того, вимоги до підвищення коефіцієнту корисної дії механізмів, а також застосування спеціальних змащувальних матеріалів і рідин свідчать про те, що традиційні методи збільшення зносостійкості деталей, підвищення їхньої твердості в багатьох випадках перестали себе виправдовувати. Площа фактичного контакту поверхонь деталей при високій твердості матеріалу з багатьох причин (наявність можливого переносу, великої шорсткості й хвилястості поверхня) складає незначну частку номінальної поверхні тертя. В результаті на ділянках фактичного контакту створюється високий тиск, який обумовлює інтенсивне зношування поверхонь тертя спряжень деталей МСГТ.

Через прості автотранспортних засобів, машино-тракторних агрегатів і комбайнів, машино-технологічних станцій відбуваються істотні втрати часу для виконання певного виду робіт ( виконання транспортної роботи, збирання урожаю, і т.п.) і погіршуються їх економічні показники. Скорочення тривалості і зниження собівартості ремонтно-обслуговуючих робіт із використанням мобільного технічного сервісу є ефективними напрямками підвищення працездатності та оперативності автотракторного парку в СГВ.

Традиційні способи підвищення працездатності й терміну служби вузлів тертя включають використання мінеральних, органічних та синтетичних матеріалів, їх очищення фільтруючими системами та пристроями. Застосовують і вплив на мастильні матеріали електричної, магнітної, фізичної та хімічної активації, лужних агентів, використовують деталі з магнієвих сплавів, а ємності з лужним реагентом або галогеном, магнітні вловлювачі частинок зносу та ін. Ці способи і відповідне обладнання забезпечують високу надійність вузлів тертя. Проте їх можливості практично вичерпані та недостатньо усувають різні види зношування. Разом з тим безперервне підвищення навантажувально-швидкісних режимів роботи МСГТ вимагає подальшого досконалості як конструкції, так і методів технічного обслуговування і ремонту. Для цього при виготовленні і ремонті агрегатів використовують припрацювальні речовини, якими намагаються вирівнювати навантаження, отримувати оптимальну шорсткість і мінімізувати припрацювальний знос.

В експлуатації використовують профілактичні препарати, які швидко модифікують поверхні тертя на невелику глибину, покривають їх мультимолекулярним шаром, полімерними, вуглецевими алмазоподібними, аморфними вуглеводневими, структурованими наноалмазними та комплексними плівками, формуванням на матеріалах деталей вуглеводневих сполук, мінералів, утворенням з металом галогенідів (фторидів, хлоридів, іодидів). Вичерпаність доремонтного або міжремонтного ресурсу обумовлює застосування ремонтно-відновлювальних трибопрепаратів і сумішів, які в експлуатації утворюють на поверхнях тертя антифрикційні, протизносні плівки тривалої дії. Добавки до оливи осідають на робочих поверхнях за рахунок фізичної і хімічної адсорбції, трибополімеризації, електролітичного осадження, або активізації іоно-обмінних процесів між поверхнями тертя і мастильним середовищем з препаратами, або ж каталітично плівкоутворюючі органічні сполуки на поверхнях тертя.

Окремі приклади триботехнологій не вирішують цілісної задачі підвищення ними ресурсу і працездатності машин і обладнання безпосередньо в експлуатації. Потрібна регламентація комплексного застосування прийомів триботехніки на всіх етапах життєвого циклу машин і обладнання, обумовлених виготовленням вузлів і агрегатів, проведенням експлуатаційної обкатки, настанням номінальних, а пізніше – граничних значень їх ресурсних параметрів. Для цього в технічну експлуатацію машин та устаткування необхідно

через нормативну технічну документацію додатково включити ряд процесів триботехнології: експлуатаційна обкатка, профілактика зношування, ремонтно-відновлювальні, обкатувально-профілактичні з відповідними трибопрепаратами.

Авторами розроблені трибохімічні, трибоелектрохімічні, електротрибохімічні методи, методи обробки спряжень поверхонь деталей і моторної оливи електричним і магнітним полем, а також фізико-хімічний метод із застосуванням наноматеріалів.

Таким чином, нами обґрунтовано, що для вирішення поставлених задач і проблем, доцільним є застосування системно-спрямованого підходу до використання технологій триботехнічного відновлення і підвищення надійності МСГТ на етапах її життєвого циклу з врахуванням особливостей умов та режимів роботи, специфіки зміни процесів і станів деталей, вузлів, систем та агрегатів.

УДК 621.793

## ***СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ С ПОКРЫТИЯМИ ИЗ СТАЛЕЙ ФЕРРИТНОГО И МАРТЕНСИТНОГО КЛАССОВ ПОВЫШЕННОЙ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ***

**М.И. Черновол**, проф., д-р техн., наук;

**Т.В. Ворона**, м.н.с.;

**В.В. Аулин**, проф., д-р техн. наук

*Кировоградский национальный технический университет*

Качество сельскохозяйственных (с-х) машин в значительной мере определяется ресурсом их работы. Ресурс обусловлен износостойкостью деталей, которая является важной эксплуатационной характеристикой, лимитирующей срок их службы. Причиной сравнительно низкого ресурса сельскохозяйственной техники является износ деталей, который составляет 80-90% от общего количества отказов. Износ деталей приводит к нарушению агротехнических требований, и как следствие - к уменьшению урожайности. В результате износа изменяются свойства деталей, силы трения, увеличиваются зазоры, нарушается герметичность, а также возникают изменения во внутренней структуре материала. Разработку эффективных способов борьбы с износом, увеличение долговечности деталей с целью повышения ресурса с-х машин можно отнести к одной из важных народнохозяйственных задач. Анализ многочисленных исследований показал, что одним из наиболее рациональных и экономически целесообразных решений этой задачи является нанесение износостойких покрытий на рабочие поверхности деталей общего назначения с-х техники (валах, осях, зубчатых колесах и др.) и на режущие элементы рабочих органов с-х машин. В отечественном с-х машиностроении изготовление деталей с износостойкими покрытиями ограничено, что является одной из причин недостаточного ресурса с-х техники. Целесообразно повышать срок службы малоресурсных деталей с-х (почвообрабатывающей, зерноуборочной, кормоуборочной, перерабатывающей и др.) техники путем формирования на их рабочих поверхностях износостойких слоев из наиболее доступных и дешевых для покрытий материалов в сочетании с низкостоимостными технологиями их нанесения и последующей обработки. В большинстве случаев в качестве наиболее доступных и низкостоимостных материалов покрытий используются железоуглеродистые сплавы (стали). Наиболее перспективными материалами являются стали мартенситного (40Х13) и ферритного (Св-08) классов, что обусловлено особенностями структурно-фазовых превращений в них при термомеханическом воздействии.

Разработка способа и технологии нанесения покрытий из железо-углеродистых сплавов для повышения износостойкости и эксплуатационных свойств деталей с-х техники, в основе которого должно лежать способность материала покрытий к определенным фазовым превращениям и структурным изменениям как на стадии нанесения покрытий и упрочняющих обработок, так и на стадии эксплуатации.

Многочисленные исследования ученых Украины и стран СНГ: Борисова Ю.С., Ющенко К.А., Харламова Ю.А., Ивашко В.С., Манойло Е.Д. и др. показали, что наиболее рациональным и экономически целесообразным решением указанной задачи является нанесение износостойких покрытий газопламенным и электродуговым методами напыления. В современных условиях агропромышленного комплекса (АПК) эти методы наиболее эффективны и экономичны для создания износостойких поверхностей при изготовлении и реставрации деталей с-х машин. Электродуговое напыление (ЭДН) и газопламенное напыление (ГПН) среди других способов газотермического напыления являются самыми дешевыми и простыми методами нанесения покрытий, которые не требуют применения высокостоимостного оборудования. Преимуществами ЭДН/ГПН является технологическая гибкость применения к различным типоразмерам деталей. По данным «Metallisation UK» электродуговым и газопламенным напылением наносится более 75 % металлических покрытий. Нанесение покрытий из проволоочных материалов электродуговым и газопламенным энергосберегающими методами экономически эффективно в условиях как ремонтных предприятий с крупносерийным производством, так и в небольших мастерских с единичным производством. Однако, эти методы имеют следующие недостатки: повышенное окисление металла, наличие пористости, недостаточная прочность сцепления покрытия с основой, трещины и отслоения по причине наличия остаточных внутренних напряжений в результате охлаждения сжатым воздухом расплавленных частиц металла. Традиционные методы ЭДН/ГПН зачастую не обеспечивают требуемые уровни значений твердости и износостойкости покрытий из-за выгорания углерода в процессе напыления. При традиционной схеме реализации методов распыления проволоочных материалов максимальная достигаемая твердость покрытий из сталей находится в пределах 35-50 HRC<sub>э</sub>, что существенно снижает их износостойкость и резко ограничивает эффективность и область применения.

В настоящее время известен ряд методов увеличения износостойкости поверхностных слоев напыленных металлических материалов, однако их применимость ограничена. В частности, лазерная и электронно-лучевая обработка приводят к неоднородной гетерогенной макроструктуре поверхности и не обеспечивают ее химического модифицирования. Методы высокоэнергетической ионной имплантации существенно увеличивают себестоимость покрытий. Химико-термическая обработка характеризуется большой продолжительностью процесса и не позволяет проводить обработку крупногабаритных изделий. Возможными путями решения задачи повышения износостойкости ГПН/ЭДН покрытий из железоуглеродистых сплавов является формирование в них высокопрочных поверхностных слоев с градиентной структурой посредством активирования процессов напыления и последующее модифицирование напыленных слоев термомеханическими методами. Использование комбинации технологии напыления и последующего термомеханического упрочнения открывает широкие возможности в создании износостойких покрытий. Путем термомеханического упрочнения можно формировать в ГПН/ЭДН покрытиях из железоуглеродистых сплавов высокопрочные поверхностные слои с градиентной структурой, что является эффективным путем решения задачи повышения износостойкости напыленных покрытий и рабочих поверхностей деталей с-х техники. Управляя процессами структурообразования при высокоэнергетическом воздействии можно конструировать градиентные слои с требуемым комплексом эксплуатационных свойств. Комбинирование технологий инженерии градиентных слоев с широко известными традиционными способами напыления является перспективным направлением в области упрочнения и восстановления деталей с-х техники. Наиболее целесообразно высокую износостойкость, твердость и прочие

свойства напыленных покрытий из сплавов на основе железа обеспечивать таким методом термомеханического упрочнения, как электроконтактная обработка (ЭКО). Использование комбинации технологии напыления недорогих низкоуглеродистых сталей и последующей их ЭКО открывает широкие возможности в создании износостойких покрытий. Объединение нанесения покрытий ГПН/ЭДН напылением с обработкой покрытий ЭКО позволяет создать новый комбинированный метод инженерии поверхности.

Выводы.

На основании теоретических и экспериментальных исследований разработана комбинированная технология повышения износостойкости деталей сельскохозяйственной техники, которая состоит в напылении покрытий и последующей их электроконтактной обработке (ЭКО). Показано, что при помощи ЭКО можно снизить интенсивность изнашивания напыленных стальных покрытий по сравнению с известными способами более чем 15 раз. Разработаны методические рекомендации по изготовлению деталей с износостойкими покрытиями. Производственные испытания деталей сельскохозяйственной техники, в частности шарнирных сопряжений механизмов копирования рельефа поля, лап культиваторов и др. показали повышение срока службы деталей в 2-3 раза.

УДК 621.017

### ***ВПЛИВ МОДИФІКОВАНОЇ МОТОРНОЇ ОЛИВИ ПРИСАДКАМИ НА ЗМІНУ КОНЦЕНТРАЦІЇ МЕХАНІЧНИХ ДОМІШОК В ОЛИВНІЙ СИСТЕМІ ДИЗЕЛІВ АТТ У СГВ***

***В.В. Аулін, проф., д-р техн. наук;***

***В.В. Слонь, асист.;***

***С.В. Лисенко, доц., канд. техн. наук***

*Кіровоградський національний технічний університет*

Проблема підвищення надійності дизелів автотранспортної техніки (АТТ), що працюють у сільськогосподарському виробництві (СГВ), в нестационарних умовах безпосередньо пов'язана з підвищенням ресурсу моторних оливок та забезпеченням оптимального рівня їх основних властивостей і показників якості, а також з впливом режимів їх роботи на термін заміни моторної оливи. Умови експлуатації АТТ є надважкими характеризуються великими навантаженнями і малими швидкостями руху, істотною запиленістю. Зазначене обумовлює підвищене зношування робочих поверхонь спряжених деталей дизелів, особливо циліндро-поршневої групи (ЦПГ) збільшення механічних домішок. Для забезпечення безвідмовності і довговічності роботи дизелів АТТ у СГВ необхідно враховувати специфічні особливості їх умов роботи і витрати потужності на подолання сил тертя, й збільшення концентрації механічних домішок в моторній оливі.

Розподіл механічних втрат по механізмах, спряжених деталей і системах дизелів залежить від багатьох чинників, серед яких основними є: конструкція, тип і технологічний стан двигуна, тип системи охолодження, наявність або відсутність наддуву, а також умов експлуатації та способів визначення механічних втрат.

Визначено, що підвищення експлуатаційних показників і ресурсу двигуна залежить від стану і умов роботи деталей ЦПГ дизелів АТТ у СГВ. Аналіз балансу механічних втрат дизелів показав, що зниження механічних домішок в моторній оливі вказує на можливість підвищення її терміну заміни і техніко-економічні показники, а тривалість припрацювання поверхонь тертя ЦПГ істотно залежить від швидкості надходження механічних домішок. Це

дає підстави для розробки методів модифікування олив і робочих поверхонь деталей щоб зменшити надходження механічних домішок в моторну оливу, прискорити процес припрацювання основних спряжень деталей дизелів і підвищити їх довговічність.

Нестационарність умов експлуатації часто приводить до необґрунтованого зменшення тривалості технічного обслуговування та використання олив з незадовільними функціональними властивостями і показниками якості, що обумовлює підвищений знос деталей двигуна і виходу їх з ладу.

Досліджували базову моторну оливу М10Г<sub>2</sub>к та модифіковану присадками дисульфід молібдену, "НИОД-5", "Roil Gold", "КГМТ-1". Аналіз стану моторної оливи, з визначенням в ній механічних домішок, проводили методом спектрографії на спектрометрі EDX 6000В. Точність оцінки становила 10%.

Відбір проб моторної оливи здійснювали з картеру дизелів АТТ у СГВ в процесі напрацювання через кожні 25 мото-год. Моторну оливу перед експлуатацією перевіряли за показником вмісту механічних домішок, який не повинен перевищувати 0,015% загального обсягу оливи в системі мащення.

Результати зміни концентрації механічних домішок наведені на рис. 1.

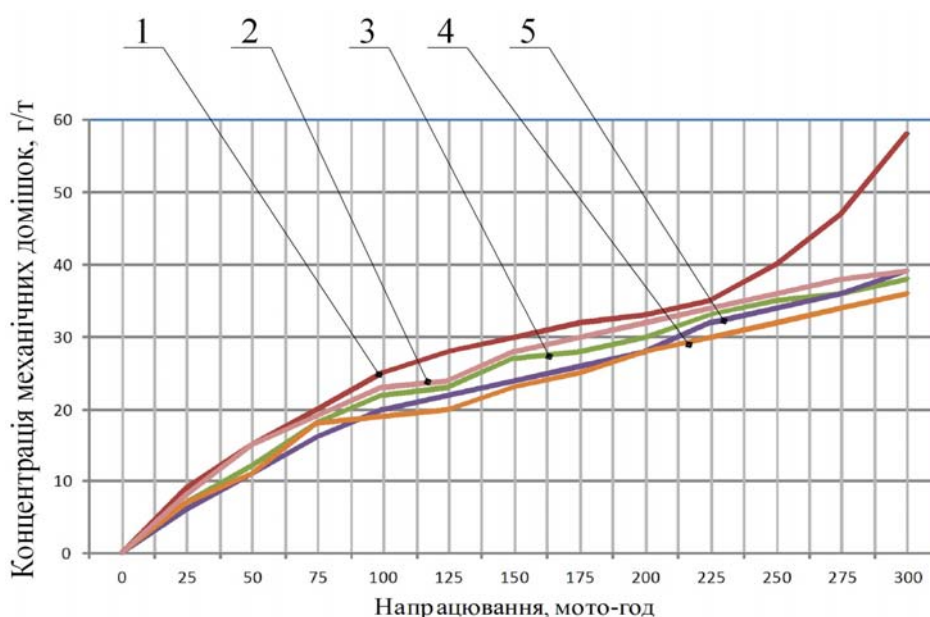


Рисунок – 1. Зміна концентрації механічних домішок у моторній оливі при експлуатації АТТ у СГВ: 1 - базова моторна олива М10Г<sub>2</sub>к; олива з присадками: 2 - "Roil Gold", 3 - "НИОД-5"; 4 - "КГМТ-1" 5 – дисульфід молібдену

Результати експериментальних досліджень показують, що при напрацюванні до 75 мото-год. значення показника інтенсивно зростає, потім настає період практично стабілізації (75...230 мото-год) з подальшим поступовим збільшенням темпу приросту вмісту механічних домішок при напрацюванні більше 230 мото-год. Швидке зростання змісту механічних домішок в початковий період експлуатації можна пояснити забрудненням моторної оливи осадом і шлаком, осілими на внутрішніх поверхнях спряжень деталей. Крім того, на нових дизелях цей процес визначається інтенсивним надходженням механічних домішок в процесі припрацювання робочих поверхонь деталей тертя системи мащення. Зниження темпу зростання, а в деяких випадках і зменшення концентрації домішок, пояснюється припрацюванням робочих поверхонь тертя інтенсивним видаленням домішок фільтрами і доливаючою моторної оливи. При цьому приблизно однакові за характером дії на поверхні спряжень присадки "Roil Gold" і "КГМТ-1", які значно зменшують швидкість надходження заліза, що впливає на концентрацію механічних домішок в оливі.

Збільшення концентрації механічних домішок при тривалій експлуатації пов'язано з тим, що погіршується фільтруюча здатність елементів системи мащення. Крім того, в цей період велика кількість механічних домішок здійснює інтенсивний абразивний вплив на

поверхні тертя, що породжує продукти зносу, а отже і збільшення сумарної кількості механічних домішок. Виявлено, що на динаміку накопичення механічних домішок також впливають режим роботи дизелів АТТ у СГВ, атмосферні умови та ін.

Висновки.

Експериментальними дослідженнями виявлено позитивний вплив присадок на зміну концентрації механічних домішок в моторній оливі та поліпшення її диспергуючої здатності.

Отримані експериментальні результати свідчать про можливість подовження терміну заміни моторної оливи, а отже і технічного обслуговування АТТ, що працюють в нестационарних умовах у СГВ.

УДК 631.31

## **АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ РІЗАННЯ ГРУНТУ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ ГРУНТООБРОБНИХ ТА ЗЕМЛЕРИЙНИХ МАШИН**

**В.В.Аулін**, проф., *д-р техн. наук*;

**А.А. Тихий**, канд., *техн. наук*;

*Кіровоградський національний технічний університет*

**Warouma Arifa**, Dr., *Maître Assistant*

*Université Dan Dicko Dankoulodo de Maradi, République du Niger*

Сучасні технології дозволяють використовувати прогнозує математичне моделювання для прогнозування і виборі раціональних параметрів конструкцій робочих органів ґрунтообробних та землерийних машин (РОГЗМ) з урахуванням особливостей і характеру процесу різання, режимів роботи, а також різних випадкових факторів.

Для представлення процесу різання ґрунтів необхідно змоделювати рух частинок ґрунту при утворенні стружки. В процесі взаємодії робочих органів з ґрунтом, в ґрунтовому середовищі, спостерігаються деформації стиску, зсуву і розтягу, які супроводжуються його розривом. Найважливішою характеристикою процесу впровадження інструменту в ґрунт є його опір різанню, який в свою чергу є багатопараметричною функцією, залежною від конструктивних параметрів РОЗГМ, їх режимів роботи та фізико-механічних властивостей ґрунтів.

В деяких роботах сучасних дослідників теоретично обґрунтовано процес різання і копання ґрунтів, що дозволяє визначити опір різання за відомими параметрами РОЗГМ, режим роботи та характеристики ґрунту: об'ємна маса, кут внутрішнього і зовнішнього тертя, коефіцієнт зчеплення. Причому опір ґрунтів різанню порівнюється з пасивним відсіканням ґрунту при насування на нього підпірної стінки. Для вирішення даного питання поряд з аналітичним методом застосовується графоаналітичний, сутність якого полягає в тому, що напрямки поверхонь ковзання знаходяться графічним методом, а остаточне рішення подається в аналітичній формі. Для відтворення поверхонь ковзання використовується система характеристичних кіл, розглядаються граничні напруження стану ґрунту, при яких деяка, навіть мала, зміна об'ємних або поверхневих сил призводить до втрати рівноваги. Відомо, що при накладенні деформацій різних знаків межа пружності ґрунту знижується, тобто спостерігається ефект Баушингера. На практиці обробку ґрунтів РОЗГМ використовувати деформацію розтягу в чистому вигляді поки ще не вдалося.

Кінематичний аналіз руйнування пласта ґрунту на робочій поверхні РОЗГМ із змінною кривизною дозволив виявити зменшення енергоємності кришення від зниження

швидкості деформації і її різноспрямованості.

Оскільки механічна міцність ґрунту визначається кількістю площинок контакту частинок ґрунту між собою, то навантаження реальних ґрунтів з неоднорідними властивостями в різних точках контактів приводить до локальних руйнувань в тих місцях, де напруження дорівнює міцності міжагрегатних зв'язків. В цьому випадку міцність оброблюваного пласта ототожнюється з руйнуванням його найслабшої локальної області.

При дії на ґрунт змінних навантажень в ньому виникають хвилі напружень. У місцях тріщин або інших локальних порушень суцільності ці хвилі накладаються, викликаючи локальні підвищення напружень в деяких локальних областях ґрунту.

Природа руйнування ґрунту під дією імпульсних навантажень поки ще остаточно не виявлена. Відомо, що руйнування відбувається при певній кількості енергії, поглинутої одиницею об'єму ґрунту. Отже, можна стверджувати, що будь-які фізичні ефекти в ґрунті супроводжуються перенесенням енергії і здатні порушити поширення в ньому хвиль напружень, що може привести до руйнування.

Виявлено, що при імпульсному навантаженні величина деформації ґрунту повинна перевищувати межу її пружної деформації. Характерним є те, що руйнування реальних ґрунтів при змінних навантаженнях відбувається при напруженні, значно меншому, ніж значення межі міцності при статичних навантаженнях.

Стан ґрунту до руйнування залежить від основних механічних сталих, що характеризують опір сипучого середовища зрушенню. Для рівноваги сипучого тіла необхідно, щоб зсувна сила була менша сил внутрішнього тертя і зчеплення. У стані граничної рівноваги, тобто в стані, який безпосередньо передує зрушенню, виконується рівність:

$$T = N\mu + cF, \quad (1)$$

де  $\mu$  – коефіцієнт внутрішнього тертя;  $N$  – рівнодіюча нормальних сил;  $c$  – сила зчеплення, яка приходить на одиницю площі, по якій проходить зрушення;  $F$  – площа зсуву. Прийнявши для сипучого тіла умову суцільності, стан граничної рівноваги сипучого тіла в точці можна описати у формі напружень:

$$\tau = \sigma_n \operatorname{tg} \rho + c, \quad (2)$$

де  $\tau$  – абсолютна величина дотичної складової напруження;  $\sigma_n$  – нормальне напруження;  $\rho$  – кут внутрішнього тертя.

Якщо у всіх точках сипучого тіла, що утворюють деяку поверхню настає стан граничної рівноваги, то ця поверхня називається поверхнею ковзання. Причому весь об'єм, обмежений цією поверхнею і відокремлений від решти частини сипучого тіла, буде перебувати в стані граничної рівноваги. На підставі гіпотези О.І. Співака і О.М. Попова граничний стан руйнування ґрунту під дією впровадження РОЗГМ виникає спочатку за контуром тиску на деякому віддаленні від нього, але при цьому по контуру тиску утворюються незначні кільцеві тріщини. Граничний стан настає у віддаленій зоні, зростання якої призводить до з'єднання тріщин, утворенню кругового відколу і відділенню матеріалу. Потім відбувається руйнування ядра вдавнення і винесення його із зони робочого органу на поверхню. Особливу увагу просторовій взаємодії РОЗГМ з ґрунтом, їх затуплення і зносу приділено в роботах Ю.А. Ветрова та В.В. Ауліна. Дослідженнями було доведено відмінність питомих, величин опорів різанню ґрунту в різних частинах трапецевидного перерізу, що утворюється після проходження РОЗГМ. У бічних її розширеннях питомий опір ґрунту по відношенню до одиниці площі в кілька разів менше, ніж лобовий опір, що припадає на робочу грань. При зносі робочої поверхні опір від затуплення РОЗГМ може переважати інтегральну складову опору різання. Тому вважається, що раціональна конструкція РОЗГМ полягає в зосередженні зусиль різання на різальній крайці.

Отже, визначення зусиль на різальних частинах РОЗГМ вивчення механізму утворення поверхонь ковзання, перехід до машинних методів розрахунку і проектування



нової, високопродуктивної ґрунтообробної та землерийної техніки, що забезпечує вдосконалення технологічного процесу є актуальним завданням для подальших досліджень. В свою чергу аналіз особливостей моделювання процесу різання ґрунту РОГЗМ свідчить, що методи розрахунку опору ґрунту різанню потребують вдосконалення шляхом уточнення форми поверхні ковзання.

УДК: 621.891

## ***ОСОБЛИВОСТІ КОНТАКТНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ДЕТАЛЕЙ, ЗМІЦНЕНИХ КОМПОЗИЦІЙНИМИ МАТЕРІАЛАМИ***

**В.В. Аулін**, проф., д-р техн. наук;

**О.В. Кузик**, канд. техн. наук

*Кіровоградський національний технічний університет*

Композиційні матеріали та покриття (КМ (КП)) мають гетерогенну структуру, яка визначає ефективність їх використання для зміцнення деталей і РО СГТ, залежно від способу формування, характеристик поверхневих шарів (ПШ), варіанту розташування, фізичних, фізико-механічних та трибологічних властивостей компонентів, міцності зв'язку між ними, а також стану і властивостей робочого (технологічного) середовища, в яких вони працюють. Єдиної теорії підвищення зносостійкості КМ (КП) та узагальнених методів трибофізичного обґрунтування їх складу і структури не існує. При цьому істотним є врахування сукупності трибологічних принципів при розгляді еволюції стану ПШ КМ (КП) в процесі припрацювання і експлуатації, необхідності оптимізації складу, структури, напружено-деформованого стану (НДС) та виявлення умов реалізації процесів самоорганізації.

Правильний вибір структурного і фазового складу КМ (КП) за процесами контактної взаємодії, що протікають на границях поділу компонентів, забезпечує їх надійний зв'язок та високу зносостійкість зміцнених деталей і РО СГТ. При цьому враховується, що структурні параметри зони тертя будуть залежати від параметрів та властивостей компонентів контактуючих КМ (КП), співвідношення їх розмірів, а також відносного зсуву ТЕ вздовж і поперек напрямку тертя.

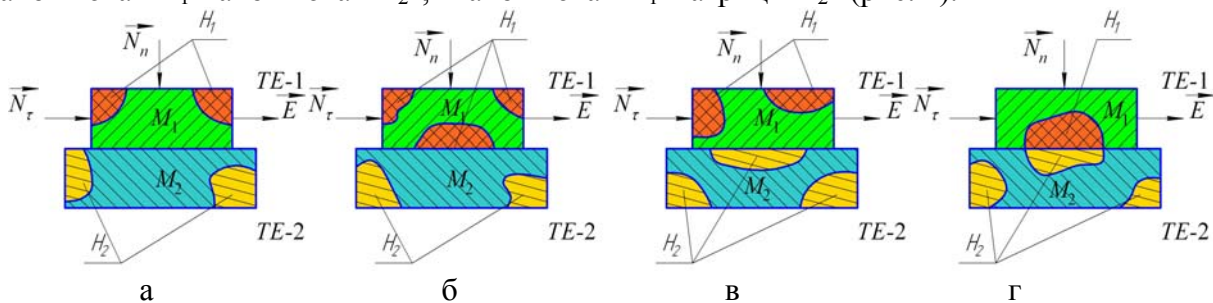
В процесі взаємодії при терті і зношуванні для спряжених поверхонь трибоелементів (ТЕ), зміцнених КМ (КП), характерні наступні види контактування: між однойменними однофазними матеріалами; між різнойменними однофазними матеріалами; між однофазним матеріалом та КМ (КП), що складаються із багатокомпонентного твердого розчину; між КМ (КП), що складаються із багатокомпонентного твердого розчину та дво- або багатокомпонентних хімічних сполук; між КМ (КП), що складається з дво- або багатокомпонентних хімічних сполук. Зазначений різновид типів контактів дозволяє істотно змінювати: якість фізичного контакту; величину фактичної площі контакту; здатність ПШ ТЕ до еволюції складу і структури в процесі тертя та зношування; триботехнічні характеристики та властивості; здатність чинити опір утомленому зносу; градієнт опору зсуву та ін.

При взаємному контактуванні ТЕ, зміцнених КМ (КП), та ТЕ з однофазного матеріалу параметри зони тертя і фізико-хімічні процеси, що відбуваються в них, у порівнянні з контактуванням ТЕ з однофазних матеріалів, виявляються наступні особливості: наявність двох або більшої кількості типів контактів; залежність числа контактів від фазового складу матеріалу ТЕ, розміру структурних складових, співвідношення КТР фаз (компонентів); залежність механічних (межі міцності і текучості, модуля пружності, коефіцієнта Пуассона), теплофізичних і адгезійних характеристик ПШ від співвідношення механічних

характеристик фаз, розмірів структурних складових, вмісту, розташування фаз (компонентів) та їх кількості; періодичність чергування контактів нерівностей однофазного матеріалу ТЕ з нерівностями структурних складових КМ (КП), розмірів частинок структурних складових, механічних характеристик нерівностей, особливості деформації і руйнування структурних складових у процесі тертя; можливість прояву ефекту самозмащування та самоорганізації; залежність характеру еволюції складу і структури ПШ від складу і структури КМ (КП) та ін.

Гетерогенна структура КМ (КП) дозволяє ефективно гальмувати рух дислокацій як при низьких, так і при високих температурах та впливати на рекристалізаційні процеси. Діючі при терті навантаження розподіляються по твердим наповнювачам, а в пружно-пластичній матриці відбувається релаксація напружень. Тверді наповнювачі служать своєчинними бар'єрами для рухомих дислокацій і дозволяють різко знизити швидкість пластичної деформації, що може привести до зниження інтенсивності захоплення в контакт "матриця-матриця". Результати експериментальних досліджень показують, що різниця в мікротвердості пружно-пластичної і твердої компонент КМ (КП) повинна складати 3...5 ГПа.

При наявності в пружно-пластичній матриці твердих частинок наповнювача підвищується ймовірність виникнення контактів типу "матриця  $M_1$ -наповнювач  $H_2$ ", "наповнювач  $H_1$ -наповнювач  $H_2$ ", "наповнювач  $H_1$ -матриця  $M_2$ " (рис. 1).



а – "матриця  $M_1$ -матриця  $M_2$ "; б – "наповнювач  $H_1$ -матриця  $M_2$ "; в – "матриця  $M_1$ -наповнювач  $H_2$ "; г – "наповнювач  $H_1$ -наповнювач  $H_2$ "

Рисунок – 1. Схема контактів при терті та зношуванні ТЕ, зміцнених КМ (КП)

Дослідження свідчать, що в КМ (КП) наповнювачі не викликають захоплення, а пружно-пластична матриця забезпечує релаксацію діючих напружень, мінімальну деформацію і зниження ймовірності зародження тріщин утоми. При ковзанні спряження ТЕ в області контактів "матриця  $M_1$ -матриця  $M_2$ " може спостерігатися процес макросхоплення, який переривається при утворенні контактів "матриця  $M_1(M_2)$ -наповнювач  $H_2(H_1)$ " або "наповнювач  $H_1$ -наповнювач  $H_2$ ". При цьому структура ПШ не повинна суттєво змінюватися в процесі тертя, але може перебудовуватися, забезпечуючи мінімальний знос при наявності ефекту самоорганізації.

Таким чином, при контактуванні поверхонь ТЕ з КМ (КП) з'являються принципово нові типи контактів, їх характеристики та специфічні ефекти:

- контакти типу "наповнювач-наповнювач" і "наповнювач-матриця", залежні від складу, кількості фаз (компонентів), співвідношення розмірів структурних складових та характеру розташування;
- контактна взаємодія структурних складових одного ТЕ одночасно з кількома складовими іншого ТЕ й поява площ їх перекриття;
- залежність частки площі перекриття компонентів (фаз) від вмісту, розмірів і характеру їх взаємного розташування в ТЕ;
- періодична зміна типів контакту для складових компонентів обох ТЕ в процесі тертя та зношування;
- реалізація ефектів самозмащування, самоорганізації та ін.

## **ВИБІР МЕТОДУ ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНОГО СТАНУ ПРИ ЗМІЦНЕННІ ДЕТАЛЕЙ МАШИН.**

**В.О. Дубовик**, доц., канд. техн. наук;

**Й. Джанмурадов**, студент

*Кіровоградський національний технічний університет*

Одним з перспективних методів формування внутрішніх напружень, який забезпечує зміцнення матеріалу деталей машин є пластичне деформування. При цьому, величина і характер розподілу внутрішніх напружень в деталях по різному впливають на експлуатаційні характеристики, зокрема працездатність та довговічність. Відомо [1, 2, 3], що внутрішні напруження стискуючого характеру підвищують працездатність деталей машин в умовах знакозмінних навантажень, а розтягуючі напруження навпаки - знижують їх ресурс. На теперішній час розроблено велику кількість різноманітних технологічних заходів, які дозволяють керувати внутрішніми напруженнями в деталях. Найбільш поширеними способами створення напруженого стану, які забезпечують зміцнення деталей є об'ємне та поверхневе деформування. Вони дозволяють цілеспрямовано формувати в матеріалах деталей комплекс необхідних параметрів [4].

При цьому виникає необхідність вибору методу для опису напружено-деформованого стану як складової частини задачі термомеханіки.

На теперішній час відомо цілий ряд методів теоретичного аналізу процесу пластичного деформування та напружено-деформованого стану. Основними з аналітичних методів є: інженерні, енергетичні та варіаційні методи.

Найбільш раціонально описують процес формування внутрішніх напружень в деталях машин варіаційні методи. Це пояснюється тим, що варіаційні методи засновані на використанні закону збереження енергії чим подібні до енергетичних методів, але відрізняються більшою гнучкістю при описі процесів деформування. Вони дозволяють досить простими засобами отримати оцінку зусилля деформування для складних задач та забезпечують точне їх рішення.

Розповсюдженими є прямий варіаційний метод та метод кінцевих елементів. Перспективним методом опису напружено-деформованого стану, на нашу думку є метод кінцевих елементів, який поєднує механіку суцільних середовищ та сучасні методи чисельного аналізу. Відмінність методу кінцевих елементів від прямого варіаційного методу полягає в тому, що координатні функції (1) вибираються у виді кусково-лінійних функцій, що розширює можливості цього методу і значно спрощує рішення задачі.

$$v_k = a_1 \cdot \varphi_1(k) + a_2 \cdot \varphi_2(k) + \dots + a_n \cdot \varphi_n(k) \quad (1)$$

де  $v_k$  – компонента швидкостей ( $v_x, v_y, v_z$ );

$k$  – узагальнена координата ( $k=x, y, z, r, \theta$ );

$a_i$  – числові коефіцієнти – невідомі варіюємі параметри;

$\varphi_i(k)$  – координатні функції.

При цьому зусилля деформування можна подати у вигляді [5]:

$$\frac{\partial}{\partial a_i} \left[ \sum_{h=1}^H \iiint_V \sigma_s \xi_i dV + \sum_{m=1}^M \iint_F \tau_k \sqrt{v_k^2 + v_l^2} dF + \sum_{n=1}^N \iint_G \tau_s |v_k - v_l| dG \right] = 0 \quad (2)$$

де  $\xi_i$  – інтенсивність швидкостей деформації;  $v_k, v_l$  – компоненти швидкостей переміщення часток деформуємого тіла, які складають поле швидкостей;  $k, l$  – узагальнені координати ( $k=x, y, z, r, \theta$ );  $H$  – кількість областей, на які розбито зону деформації;

$M$  – кількість поверхонь, де розраховується робота деформації;  $N$  – кількість поверхонь розриву переміщень.

Процедура побудови таких функцій легко алгоритмується і може бути доручена ЕОМ. Лінійність координатних функцій дозволяє привести рішення системи складних інтегродиференціальних рівнянь (2) до системи лінійних рівнянь.

При цьому, для опису напружено-деформованого стану використовується варіаційний принцип Лагранжа, який полягає у мінімізації переміщень. А також варіаційний принцип задачі теплопровідності (3).

$$\begin{cases} I_1 = \int_V (\epsilon_{ij} \epsilon_{ji}) \\ I_2 = \int_V \Theta \end{cases} \quad (3)$$

де  $\epsilon_{ij} \epsilon_{ji}$  - пластичні деформації;  $\Theta$  – температура тіла.

При цьому отримується система рівнянь виду [6]:

- для переміщень в матеріалі

$$\begin{cases} U_x = a_1 + b_1x + c_1x + d_1xy \\ U_y = a_2 + b_2x + c_2x + d_2xy \end{cases} \quad (4)$$

- для температурного стану

$$\Theta = a_3 + b_3x + c_3x + d_3xy \quad (5)$$

Після апроксимації наведених рівнянь отримуються рівняння пластичних деформацій:

$$\begin{cases} \epsilon_{xx} = \frac{\partial u_x}{\partial x} \\ \epsilon_{yy} = \frac{\partial u_y}{\partial y} \end{cases}$$

Із відомих співвідношень знаходяться компоненти напружень і пластичних деформацій.

Тому для континуальних задач метод кінцевих елементів здійснює наближений перехід до дискретної задачі і відповідних кусково-лінійних (поліноміальних) функцій. Алгоритм методу кінцевих елементів особливо ефективний для рішення дво- і тривимірних задач, але потребує використання значних обчислювальних потужностей.

### Список літератури

1. Биргер И.А. Остаточные напряжения. Государственное научно-техническое изд-во маш. строит. литературы, М.: 1963. - 232 с.
2. Джеймс, Ибрим и др. Экспериментальное сравнение нескольких современных вязкопластических моделей материалов при повышенной температуре// Теор. основы инженерных расчетов. – 1988. - № 1. – С. 52 – 68.
3. Аулін В.В., Дубовик В.О., Красота М.В. Вплив напружено-деформованого стану циліндричної деталі на її зносостійкість. Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. Серія: „Технічні науки”. – Луганськ: Вид-во ЛНАУ – 2006. – № 64 (87). – С. 26-30.
4. Кулешков ЮВ., Дубовик В.О. Зміцнення корпусів шестеренчатих насосів шляхом створення залишкових напружень стискання. Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2006. – № 1. – С. 30-32.
5. Шевченко Ю.Н. Термомеханические процессы деформирования элементов твердого тела (обзор)// Прикл. механика. 1994. – 30, № 3. С. 3 – 24.
6. Сенченков И.К., Табиева Г.А. Определение параметров модели Боднера-Партома термовязкопластического деформирования материалов// Прикл. механика. 1996. – 32, № 2. – С 64 – 72.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ УНИВЕРСАЛЬНЫХ МОДУЛЬНЫХ МАШИН В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ**

**В.В. Аулин, проф., д-р техн. наук;**  
**А.А. Панков, доц., канд. техн. наук**  
*Кировоградский национальный технический университет*

В настоящее время в мировом АПК, в частности, в отношении технических средств (ТС) сельскохозяйственного производства (СХП) происходят крупные производственно-технические изменения, создающие основу для формирования новых концептуальных положений в развитии машиностроения и технических средств механизации.

Исходя из анализа публикаций и тенденций развития зарубежных предприятий, фирм и компаний установлено, что многие из них уже заняты изысканием альтернативных технических решений конструирования универсальных модульных машин в противовес узкоспециализированным машинам. При этом рассматриваются более рациональные схемы энергетических средств и рабочих машин СХП.

Традиционные методы создания сельскохозяйственной техники (СХТ) уже не обеспечивают повышения производительности, пропорционального затратам, а также отдачи от капиталовложений, что снижает эффективность СХП.

Установлено, что процент затрат при выращивании зерновых культур, составляет: посев – 6...8%, внесение удобрений – до 10%, уборка 25...30%. В целом объем операций по затратам составляет 40...45%.

Поэтому очевидным и логичным является объединение соответствующих ТС в едином комплексе с минимальными затратами вложенной энергии в процесс выращивания зерновых культур с соответствующими операциями, т.е. на основе универсализации и интенсификации создания и применения ТС.

Отметим, что до настоящего времени рост производственных фондов СХП значительно превосходит увеличение производительности труда и объемов валового продукта, индексы роста которых не превышают 0,5...0,8. Это свидетельствует, о преобладании в развитии ТС экстенсивных факторов. В результате возникла неблагоприятная тенденция снижения отдачи производственных фондов, отражающая общую негативную тенденцию в структуре традиционных ТС, а также в качественном и количественном соотношении энергосредств и рабочих машин. В связи с этим есть необходимость изыскания путей перехода к ресурсосберегающим технологиям и универсальным ТС, а также способов улучшения отдачи капитальных вложений.

В последнее время СХП выдвинуло перед машиностроением достаточно обоснованные требования: создать многоцелевую универсальную технику, позволяющую обеспечить занятость на протяжении всего года, сократить разномарочность машин, обеспечить существенное снижение материалоемкости и энергозатрат, а также себестоимости продукции при повышении интенсификации использования основных фондов и производственного процесса.

При этом ряд рациональных машин универсальной конструкции должны иметь плотно-унифицированные, гибко-перенастраиваемые системы, охватывающие до 70% парка всех самоходных и навесных, полунавесных и модульных машин.

Целью исследований в данной работе является интенсификация использования основных фондов и снижение энергоемкости и металлоемкости машин за счет ускоренной разработки и создания новых ТС СХП, а также гибких производственных систем на основе мобильных универсальных модульных машин (УММ).

В работе приведены результаты исследований компоновочных схем ТС, принципов построения агрегатов, позволяющих более рационально и экономно использовать энергетические и материальные ресурсы, за счет новых принципов действия, максимально возможных коэффициентов использования ТС на полевых и транспортных работах, уменьшения стоимости и капиталоемкости.

Выявлено, что наиболее перспективным направлением создание ТС СХП на основе принципов блочно-модульного построения. Применение модулей в сельскохозяйственном машиностроении сокращает сроки проектирования и разработки машин, удешевляет процесс их создания и изготовления, а также упрощает эксплуатацию. Единые модули, например, энергетические, могут быть использованы без глубоких конструктивных переделок.

После проведения исследований на основе комплексно-системного подхода, реализация поставленной цели осуществляется созданием гидрофицированных УММ с высокой грузоподъемностью, пригодных для агрегатирования со сложными уборочно-транспортными машинами, разбрасывателями удобрений, опрыскивателями, технологическими емкостями, посевной техникой.

Разработана концептуальная модель УММ, включающая в себя энергетическое средство и адаптеры к нему для осуществления операций в технологиях выращивания технических или иных зерновых культур. В модели УММ, органически сочетаются многоцелевое энергетическое средство с высокой плотностью компоновки, посевная машина с новой высевальной системой, разбрасыватель минеральных удобрений, транспортное средство и уборочная машина. Характерным является применения новых, нестандартных технических решений, технических средств и компоновочных схем.

Предлагаемая концепция является одним из решений давно существующей проблемы рационального синтеза блочно-модульных конструкций и построения оптимальной архитектуры машин такого типа, с применением эклектико-эвристического подхода.

Модель не дублирует существующие технические решения по данному направлению (тракторно-интегральную, грейдерную и другие схемы), а является оригинальной по конструкции и соответствует всем необходимым критериям и условиям. Отметим, что в настоящее время ни одна из существующих моделей и схем машин по данному направлению не удовлетворяют в полной мере всем предъявляемым требованиям, критериям и условиям.

В работе созданы и испытаны образцы принципиально новых адаптеров для УММ, в частности высевальных аппаратов и систем на основе струйной пневмоавтоматики, коренным образом отличающихся от существующих. Перспективным в данном направлении является создание образца по концептуальной модели (полноразмерного функционального макета), проведено испытание, даны расширенное обоснование и уточнение его параметров, осуществлен подбор и изыскание дополнительных функций, определены дальнейшие перспективы и технико-экономической эффективности универсальных модульных машин.

Выводы.

Выявлено снижение овеществленных и оборотных затрат, капиталоемкости при выращивании зерновых культур. Показано, что эффективным является создание универсальных машин со сменными блоками-адаптерами для посева, разбрасывания удобрений и уборки урожая на основе многоцелевых энергетическое средство с применением тягово-энергетической концепции.

Проведенными исследованиями доказано, что новые конструкции универсальных модульных машин обеспечивают снижение энерго- и капиталоемкости, а также затрат на 30...40% и дают возможность увеличить время работы (загрузки) технических средств на протяжении всего года.

## **ПІДВИЩЕННЯ ТРИБОТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВУЗЛІВ ТЕРТЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ**

**В.В.Аулін**, проф., д-р техн. наук;

**О.В.Крилов**, асист.;

**О.О.Матвієнко**, доц., канд. техн. наук

*Кіровоградський національний технічний університет*

Однією з основних причин порушення нормальної роботи сільськогосподарської техніки (СГТ) і передчасного виходу їх з ладу є низька зносостійкість поверхонь тертя деталей ресурсовизначальних спряжень.

При проведенні аналізу руйнування деталей СГТ, тракторів, автомобілів, дорожніх машин установлено, що більшість машин (85...90%) виходить з ладу через тертя та знос деталей. Отже підвищення зносостійкості деталей має велике значення для машинобудування і ремонтного виробництва та безумовно актуальність.

Останнім часом композиційні матеріали стали все частіше використовувати у вигляді покриттів, що вельми важлива для відновлення і зміцнення деталей машин, в тому числі і для СГТ. Використання композиційних матеріалів і покриттів у технологічних процесах відновлення деталей СГТ є одним з основних напрямків підвищення якості відновлених деталей. Суттєво поліпшити антифрикційні властивості і підвищити зносостійкість деталей можна створенням на робочих поверхнях комбінованих полімерометалевих покриттів, використавши позитивні властивості як полімерних, так і металевих матеріалів.

Виявлено, що полімерометалеві покриття поліпшують процес відведення тепла із зони тертя. Інтенсивність цього процесу залежить від багатьох факторів: геометрії розташування металу і полімеру на відновлюваній поверхні; механічних і теплофізичних характеристик складових покриття; способів одержання комбінованого покриття, режимів роботи спряжених деталей тощо.

В роботі проведені дослідження триботехнічних характеристик поверхонь тертя (ПП – чисто полімерні покриття, КПМП – комбіновані полімерометалеві покриття, чавун СЧ18, сталь 45) без мащення, та в режимі граничного тертя від питомого навантаження і швидкості ковзання.

Результати відносної зносостійкості при терті без мащення і граничному терті представлені в табл. 1.

Таблиця – 1. Відносна зносостійкість поверхонь при терті без мащення і граничному терті за період усталеного зношування

Поверхня	Відносна зносостійкість, $\gamma$	
	без мащення	граничне тертя
ПП	3,11	2,00
КПМП	4,66	3,33
Чавун СЧ18	1,00	1,00
Сталь 45	1,36	1,25

Результати, приведені в таблиці 1 показують, що відносна зносостійкість зразків із КПМП у режимі тертя без мащення в 1,5 рази більше відносної зносостійкості зразків із ПП і в 3,4 рази більше, ніж у зразків зі сталі 45. Для граничного тертя відносна зносостійкість відповідно більше в 1,3 і 2,7 рази.

Спостерігаються відмінності і в характері зносу спряжених поверхонь. Результати експериментальних досліджень зносу спряження "ролик-колодочка" для досліджуваних при терті без змащення і при граничному терті приведені в табл. 2.

Таблиця – 2. Лінійний знос зразків і спряження "ролик-колодочка" в різних умовах тертя

Досліджувана поверхня	Величина зносу, мкм					
	без змащення			граничне тертя		
	ролик	колодочка	спряження	ролик	колодочка	спряження
Чавун-ПП	27	32	59	5	11	16
Чавун-КПМП	18	26	44	3	9	12
Сталь-ПП	20,8	24,6	45,4	3,8	8,5	12,3
Сталь-КПМП	13,9	20	33,9	2,3	6,9	9,2

Аналіз експериментальних даних показав, що для досліджуваних зразків характерно: колодочка більш інтенсивно зношується у порівнянні з роликом. Сумарний знос трибоспряжень "чавун-КПМП" і "сталь-КПМП" у 1,3...1,4 рази менше зносу трибоспряжень "чавун-ПП" і "сталь-ПП" в умовах тертя без змащення й у 1,2...1,3 рази менше при роботі в умовах граничного тертя.

Збільшення швидкості відносного переміщення спряжених поверхонь супроводжується підвищенням температури, а це активізує процес утворення плівок на металевих поверхнях, що зменшує металевий контакт поверхонь тертя, а разом з тим інтенсивність зношування трибоспряжень в результаті запобігання схоплювання металевих поверхонь.

Експериментальні дослідження впливу питомого навантаження, швидкості ковзання на коефіцієнт тертя порівнюваних поверхонь показали, що використання в покриттях полімерних матеріалів дозволяє істотно підвищити антифрикційні властивості поверхонь відновлених деталей.

Результати експериментальних і теоретичних досліджень коефіцієнта тертя без змащення і граничного тертя для різних поверхонь при однакових умовах випробувань приведені в табл. 3.

Таблиця – 3. Значення коефіцієнтів тертя в зоні контакту трибоспряжень

Поверхня	Коефіцієнт тертя			
	Експериментальні дані		Теоретичні оцінки	
	без змащення	граничне тертя	без змащення	граничне тертя
ПП	0,302	0,244	0,280	0,220
КПМП	0,263	0,197	0,240	0,180
Чавун СЧ18	0,543	0,320	-	-
Сталь 45	0,447	0,286	-	-

Аналіз приведених даних показує, що коефіцієнт тертя КПМП у 1,2...1,3 рази менше, ніж у чисто полімерного покриття і в 1,6...2,1 рази менше коефіцієнта тертя чавуна і сталі без змащення.

#### Висновки

1. Полімерні матеріали, нанесені на відновлювану поверхню зразків і деталей, сприяють прискоренню процесу припрацювання, зменшують початковий знос.

2. Закономірність зміни інтенсивності зношування при терті без змащення КПМП у залежності від швидкості ковзання обумовлюється геометрією складових покриття і наявності в ньому полімеру, здатного утворити на поверхні металевого контртіла плівки з малим опором зсуву.

3. Використання комбінованих полімерометалевих покриттів є одним з перспективних напрямків підвищення якості деталей СГТ при їх відновленні.



## ***ПЕРЕДУМОВИ ВИБОРУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ ДЛЯ ЗАПЛАНОВАНИХ РОБІТ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ.***

**В.В. Аулін, проф., д-р техн. наук;**

**О.М. Лівіцький, інж.;**

**О.М. Замота, інж.**

*Кіровоградський національний технічний університет*

Сучасний стан сільськогосподарського виробництва потребує розвитку з використанням складної автоматизованої мобільної сільськогосподарської техніки (МСГТ). Вартість даної техніки висока, а тому її придбання та використання повинні бути обґрунтованими. Значні витрати пов'язані з експлуатацією сучасної МСГТ, що інколи перевищують рівень її виготовлення в 1,25 рази, змушують ефективніше її використовувати підчас технологічних операцій сільськогосподарського виробництва (СГВ).

Використання МСГТ проходить у змінних умовах та при сезонному завантаженні. Такі фактори призводять до необхідності удосконалення організованості експлуатаційної системи та розробки методики підбору МСГТ для виконання сільськогосподарських робіт на конкретних підприємствах.

МСГТ представляється у СГВ як головна ланка функціонально залежної системи. Машини сільськогосподарського виробництва відрізняються за своїм функціональним призначенням, оцінювальними показниками, вимогами до них в процесі їх експлуатації, що в свою чергу створює проблему до їх комплексно-системної оцінки. Недостатня дослідженість техніко-економічних залежностей між різними машинами СГВ, відсутність практичних рекомендацій стосовно оптимального формування парку МСГТ підприємств агропромислового комплексу (АПК) приводять до неефективного використання підчас робочих процесів. Тому розробка методики вибору техніки необхідної для виконання запланованої роботи на основі техніко-економічного аналізу є безпосередньо актуальною проблемою.

Машинно-тракторний парк сільськогосподарської техніки (СГТ), який необхідний для виконання технологічних процесів вирощування, збирання, сільськогосподарської продукції (внесення добрив та інших), можливо представити у вигляді складної техніко-економічної системи.

Експлуатаційними критеріями є такі, як контрольованість функціональних параметрів МСГТ, ресурс який витрачається на одиницю виконаної роботи, кількість нормативно-технічних обслуговувань за життєвий цикл, ремонтпридатність машини.

Критеріями економіко-технічної оцінки МСГТ є прямі експлуатаційні витрати, капітальні витрати, зведені витрати, витрати на оплату праці, витрати на модернізацію сервісних зон МСГТ, річне завантаження, металоємність машин та їх продуктивність, витрата паливо-мастильних матеріалів та інших показників, які розраховуються у відповідності до об'єму виконаних робіт.

Витрати на підтримку транспортних засобів в працездатному стані зростають з віком МСГТ (за напрацюванням). Слід зазначити, що це зростання не є лінійним, а витрати на ремонт значно збільшуються з віком МСГТ. Тому, використання лінійних залежностей для підрахунку цих витрат не відповідає дійсності і вимагає коригування.

Вибір і управління МСГТ безпосередньо залежить від необхідного об'єму запланованих робіт. Спочатку треба знати об'єм оброблюваних площ і визначити ефективність використання того або іншого виду машин для виконання конкретних робіт. Наступним етапом вибору є підбір машини за тяговими і потужнісними показниками. По цим параметрам існує тільки мінімальні обмеження. Необхідний об'ємом робіт можуть

виконати трактори з потужнішими машинно-тракторними агрегатами, а використання їх в господарствах вимагає детального техніко-економічного обґрунтування. Воно може бути зроблене на основі визначення повної вартості експлуатації машини, яка включає вартість проведення операцій в процесі експлуатації та придбання машин.

Висновки.

1. Запропоновано техніко-економічні критерії оцінки МСГТ для формування машинно-тракторного парку.

2. Підбір техніки для підприємства СГВ повинно формуватися на техніко-економічному аналізі, щоб врахувати та звести всі критерії оцінки МСГТ у єдину функціональну залежність.

3. Виявлено, що витрати на підтримання та відновлення МСГТ з віком ростуть, за нелінійним законом і постійно підлягають корегуванню при визначення необхідного терміну їх експлуатації.

УДК. 621.9

## **РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ОЦІНКИ МІКРО ГЕОМЕТРІЇ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ І ІНСТРУМЕНТУ З ВИКОРИСТАННЯМ ПАКЕТУ ПРИКЛАДНИХ ПРОГРАМ НА ПК**

**В.М. Лисенко, асист.**

*Кіровоградський національний технічний університет*

Підвищення якості та надійності зміцнювальної обробки робочих поверхонь деталей інструменту машинобудування в умовах конкурентної ринкової економіки є однією з важливих задач промисловості. Цю задачу розв'язують за рахунок підвищення точності виготовлення виробів або використання більш якісних матеріалів, що приводить до великих економічних затрат. В той час рішення проблеми оптимізації характеристик робочої поверхні деталей і інструменту дозволяє при достатньо невеликих затрат істотно підвищити якість виробів. Під оптимізацією будемо розуміти знаходження найкращої із можливих мікрогеометрії, яка отримується в конкретних виробничих умовах.

Відомо, що мікрогеометрія сприяє покращенню більшості функціональних властивостей робочих поверхонь деталей. Це передусім зносостійкість, контактна жорсткість коефіцієнт тертя, корозійна стійкість та інші. Залежність цих властивостей від характеристик мікрогеометрії нелінійна, а оптимальні значення знаходяться у вузьких межах.

На сьогодні недостатньо приділяється уваги автоматизації мікрогеометрії робочої поверхні, яка б дозволила не тільки скоротити тривалість технологічних процесів, але і підвищити якість виробів.

В роботі проаналізовані існуючі моделі опису мікрогеометрії робочих поверхонь деталей інструменту. Дано аналіз і вибрані критерії оцінки мікрогеометрії та розроблено методику і вибраний пакет прикладних програм на ПК для оцінки і контролю мікрогеометрії.

Для повноти картини були використані данні профілограм знятих з ряду робочих поверхонь деталей і інструменту, за якими були розраховані наступні критерії:

- середньоарифметичні відхилення профілю ( $R_a$ );
- висота нерівності профілю за десятьма точками ( $R_z$ );
- найбільша висота профілю ( $R_{max}$ );
- середнє квадратичне відхилення профілю ( $R_q$ );
- середній крок локальних виступів профілю ( $S$ );

- середній крок нерівності профілю ( $S_m$ );
- відносна опорна довжина профілю ( $S_p$ ).

Були розраховані зазначені параметри та побудовані графіки відносної опорної довжини – криві Аббота за якими аналізували ступінь якості обробки деталей і інструменту.

Розроблена методика і вибраний пакет прикладних програм на ПК дають можливість використовуючи данні критеріїв мікрогеометрії робочих деталей та інструменту виявити як той чи інший спосіб механічної обробки, зміцнення та відновлення деталей і інструменту впливають на якість робочої поверхні. Ступінь якості дає оптимізація мікрогеометрії за даними отриманих профілограм.

УДК.629.083

## ***ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ МОБІЛЬНОЇ ТА АВТОТРАНСПОРТНОЇ ТЕХНІКИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА НА ОСНОВІ ДІАГНОСТИКИ ЇХ СТАНУ***

**В.В. Аулін, проф., д-р техн. наук;**

**А.В. Гриньків, асп.;**

**О.М. Лівіцький, інж.**

*Кіровоградський національний технічний університет*

На сьогодні в Україні мобільна сільськогосподарська техніка (МСГТ) в основному експлуатується з використанням системи технічного обслуговування (ТО) по напрацюванню. Дана стратегія ТО підтримує надійність у допустимих межах на протязі всього життєвого циклу МСГТ або автотранспортної техніки (АТТ), але для неї характерні недоліки такі, як неповне використання ресурсу деталей, агрегатів; великий рівень затрати на ТО; підвищена тривалість простою МСГТ в зоні обслуговування.

В розвинутих країнах Європи та США, прийнята система ТО техніки за її фактичним станом. Яка є більш прогресивною та організаційно досконалою. Перехід до такої стратегії агротехнічних та автотранспортних підприємств однозначно є неможливою задачею і для її остаточного розв'язання потрібен перехідний період, який формується на основі використання системи ТО з контролем технічного стану МСГТ і АТТ, що працюють у сільськогосподарському виробництві (СГВ). Це в свою чергу потребує створення необхідної бази для забезпечення експлуатаційної надійності МСГТ і АТТ по технічному стану.

Умови експлуатації МСГТ і АТТ в СГВ мінливо-жорсткі, а тому регламентні операції ТО не забезпечують належного рівняння їх надійності. Метою даної роботи є обґрунтування необхідності використання технічної діагностики в процесі експлуатації МСГТ і АТТ в умовах СГВ при підвищенні їх надійності за адаптивною стратегією ТО.

Визначення фактичного стану МСГТ і АТТ потребує інструментів, приладів, операторів-діагностів та необхідної інформації про надійність в конкретних умовах їх експлуатації. Забезпечення вищезазначених умов для підвищення експлуатаційної надійності техніки за фактичним вимагає великих затрат переходу від традиційної стратегії ТО за регламентом. Тому на даному етапі розвитку технічного сервісу прийнято систему, яка передбачає регламентні види контрольних робіт і дає змогу перевіряти технічний стан та своєчасно попереджати причини відмов МСГТ і АТТ, забезпечуючи їх надійний працездатний стан. За допомогою комплексу технічних засобів, встановлюється перелік операцій які істотно впливають на технічний стан. Контроль необхідно проводити на протязі всього періоду експлуатації, поєднуючи його з кожною операцією ТО.

Основним видом контролю технічного стану при використанні МСГТ і АТТ за призначенням є технічна діагностика, яка проводиться з метою отримання інформації про фактичний стан їх агрегатів та систем техніки на момент перевірки, що дає можливість визначити об'єм робіт ТО. Технічна діагностика забезпечує оптимальне підтримання встановленого рівня експлуатаційної надійності та ефективне використання МСГТ і АТТ.

Об'єм діагностичних операцій для МСГТ складає порядку 30% від загального об'єму ТО, що свідчить про необхідність підвищення контролепридатності МСГТ та удосконалення методів та засобів технічної діагностики. Процес визначення технічного стану МСГТ і АТТ, повинен забезпечуватися системою технічної діагностики (рис.1).

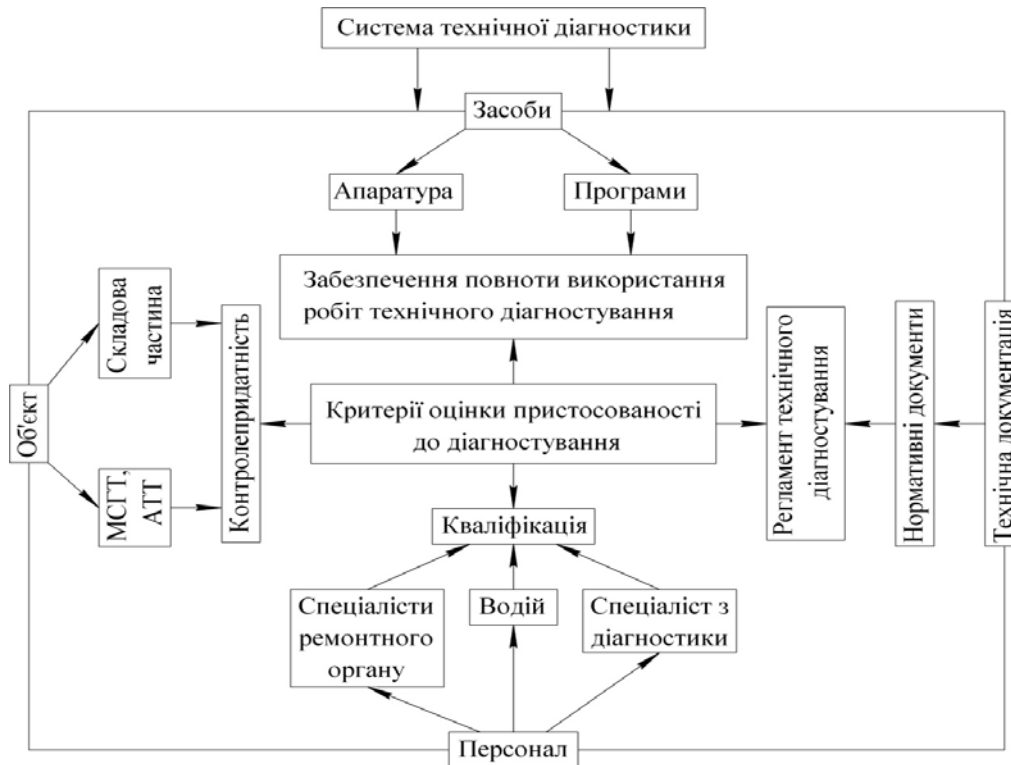


Рисунок – 1. Структурна схема системи технічного діагностування стану МСГТ і АТТ

Основними складовими системи технічної діагностики – є об'єкт діагностування; засоби діагностування; персонал; нормативно-технічна документація. Система технічної діагностики повинна враховувати ряд особливостей, які характерні для МСГТ і АТТ, як для об'єкту діагностування. В основному вона ґрунтується на їх специфічності, що являє собою складний об'єкт діагностування з багатоелементною структурою та різномірними фізичними робочими процесами. Складність структурної організації агрегатів МСГТ та АТТ створює значні труднощі у виборі параметрів технічного стану.

Для формування прогресивної стратегії ТО за фактичним технічним станом МСГТ і АТТ діагностика займає ключову роль, а підвищення її експлуатаційної надійності неможливо без розробки та впровадження нових методів технічної діагностики.

Ефективність експлуатації МСГТ і АТТ за фактичним технічним станом істотно залежить від того як сервісні центри у СГВ будуть забезпечені наступним: діагностичним пристосуванням та програмами на ПК для обробки отриманих технічних результатів; системи та агрегати повинні контролюватися вбудованими в конструкцію датчиками, щоб фіксувати динаміку зміни діагностичних параметрів; нормативно-технічною документацією, в якій наведено допустимі значення діагностичних параметрів; персонал спеціалістів з експлуатації та ремонту повинен систематично підвищувати свою кваліфікацію.

## ***INCREASE OF EFFICIENCY OF RUNNING-IN PROCESS OF THE BASIC MACHINES' UNITS***

**V. Aulin**, *Prof., Doc. of Tech. Science;*  
**T. Zamota**, *Associate Prof., Cand. of Tech. Science*  
*Kirovograd National Technical University*

In all over the world the tasks of surface engineering are solving. We are working in the field of solving such problem as friction and wear's metals' sliding surfaces reducing in the process of the running-in. This mode permits qualitative running-in the details with small wear that increase the machine's resource. Application of method of electrochemical - mechanical running-in (ECMR) allows to accelerate of running-in of, to correct macrogeometry of details of triboconjugations, to adjust the surfaces of friction. Development of scientific bases of method of ECMR of details with macrogeometrical rejections with possibility of process control is surely the issue of the day.

ECMR of basic connections of details of machines is the high-efficiency process of running-in surfaces, in which except a mechanical action, the process of running-in is accelerated due to electrochemical processes. ECMR of surfaces of parts with macrogeometrical error of form of basic tribological pairings of machines is using for different machines' units, such as: engines and turbochargers, hydraulic units, transmissions. The goals to use ECMR are: to reduce the friction torque and wear of surfaces, to provide the resource raising of machines, to increase the engine power, to reduce the expenditure of oil for waste in exploitation conditions; to increase the contact area between gear teeth and other details.

Therefore the details of connections of machines must not be exposed to abrasive grinding in. One possible type of grinding in, there is the chemical– mechanical planarization (CMP) [1,2,3] and another one is electrochemical– mechanical planarization (ECMP) [4,5]. ECMP found a wide use as method of clean (final) grinding-in of details, workings in the conditions of friction, mechanical loadings, corruptions because this process is related to the change of micro roughness and physical and chemical state of surface. The electrochemical polishing provides the best friction properties of the ground pair, by comparison to the mechanical polishing; it is confirmed by a number of researchers.

ECMP requires application of special equipment (adaptation, instrument), exact maintenance of the mode of electrolysis, control and adjustment of solution, temperature condition of work of bath, careful cleaning of surfaces of details before treatment (chemical treatment is in organic solvents, electrochemical depriving of fat). For intensification of process, the electrochemical polishing must be conducted in a running electrolyte, and it requires more advanced equipment, than stationary baths. In addition, this method does not allow correcting macro geometrical defects. One of the running-in processes is the electrochemical-mechanical running-in (ECMR). The processes of ECMR pass in the environment of electrolyte, which influences efficiency of process, mode of friction at running-in pair and speed of electrochemical reactions. The essence of ECMR consists of the following: working motion for details of mechanism is given, between details an electrolyte is pumping and cutoff alternating current. Due to joint electrochemical-mechanical influence there is a rapid adaptation of one surface to other. The most effective factor of ECMR is electrochemical, at which it is easy to electrochemical stripping of material from the run-in surface due to anodal dissolution at the hydrodynamic lubrication rate.

One direction in polishing and reduction of time of running-in is a key-in of electric current directly through connections of details, part the layer of electrolyte which is give working motion. The ECMR method is used for running-in of basic units of machines is one of perspective directions

in research [6].

Application of the electrochemical - mechanical running-in has a number of substantial advantages before other types of final grinding in. Unlike the abrasive polishing in ECMR formation, abrasive particles are fully eliminated as products of wear. Affecting material is made by imposition of current on an environment and details and takes a place at ionic level. As a result, products of output are in an environment as atoms and molecules. As well as at the electrochemical polishing, at ECMR there is a removal of internal tensions both in micro- and macro-volume of surface of material. ECMR allows making the local output of metal, but the surface passivation, characteristic for electrochemical process, absent here. In addition, ECMR provides joint running-in of details without application of the special instruments unlike abrasive and electrochemical processes, due to it there is rapid structural, micro- and macro-geometrical adaptation of the surfaces under friction.

Present efficiency of ECMR is enhancing able due to additions of oleic acid in an electrolyte. It enabled considerably to improve tribotechnical characteristics of the running-in surfaces at the different types of friction. Further research must be directed on opening of mechanism of forming of running-in surfaces of details of basic machines' units on the different types of friction.

With the help of electrochemical composing of the process of the running-in of parts of machines (engines, turbochargers, hydraulic units, and transmissions) is easy. Running-in of surfaces of parts with macrogeometrical error of form of basic tribological pairings of machines is in a short time, significantly reduces mechanical friction losses and wears of surfaces, increase engine power.

The application of this method in the condition of machines' productions and repairing can obtain the following results [7]:

1) ECMR of engines - to reduce the friction torque and wear of surfaces, to provide the resource raising on 15...20%, engine power increasing by 2 ... 3%, the expenditure of oil for waste in exploitation conditions reducing in 1,5...2 %;

2) ECMR of turbochargers - to reduce the friction torque and wear of surfaces, to provide the resource raising on 20...30%;

3) ECMR of hydraulic units - to reduce the friction torque and wear of surfaces, to provide the resource raising on 10...15%;

3) ECMR of transmissions - to reduce the friction torque and wear of surfaces, to increase the contact area between gear teeth on 30...100%, to provide the resource raising on 12...20%.

## Bibliography

1. Milind Kulkarni, Dedy Ng, Melloy Baker and other. Electropotential- stimulated wear of copper during chemical mechanical planarization. *Wear* 263 (2007). – pp.1470– 1476.
2. Samuel B. Emery, Jennifer L. Hubble, Maria A. Darling and other. Chemical factors for chemical- mechanical and electrochemical- mechanical planarization of silver examined using potentiodynamic and impedance measurements. *Materials Chemistry and Physics* 89 (2005). – pp.345– 353.
3. Yung- Fu Wu, Tzu- Hsuan Tsai. Effect of organic acids on copper chemical mechanical polishing. *Microelectronic Engineering* (2007). – pp.1– 9.
4. L. Economikos, X. Wang, A. Sakamoto, P. Ong, M. Naujok, R. Knarr, L. Chen, Y. Moon, S. Neo, J. Salfelder, A. Duboust, A. Manens, W. Lu, S. Shrauti, F. Liu, S. Tsai, W. Swart. Integrated Electro – Chemical Mechanical Planarization (Ecmp) for Future Generation Device Technology. *IEEE*, 2004. – pp.233– 235.
5. Jui- Chin Chen, Wen- Ta Tsai. Chemical- mechanical polishing behavior of tantalum in slurries containing citric acid and alumina. *Surface & Coatings Technology* 185 (2004). – pp.50– 57.
6. Алексеев В.П. Электрохимико-механическая макроприработка деталей / В.П. Алексеев // Монография - Луганск:Элтон-2, 2011. –204с.
7. Замота Т.Н., Аулин В.В. Управление процессами приработки основных сопряжений деталей машин при изготовлении и ремонте / Т.Н. Замота, В.В. Аулин // Монография – Кировоград: Издатель Лысенко В.Ф., 2015. - 303 с.

## **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМИ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АПК В РИНКОВИХ УМОВАХ ФУНКЦІОНУВАННЯ**

**В. В. Аулін, проф., д-р техн. наук;**

**Д. В. Голуб, канд. техн. наук**

*Кіровоградський національний технічний університет*

Специфіка транспортного забезпечення виробництва агропромислового комплексу (АПК) обумовлює важливу роль вантажного автотранспорту в стійкому розвитку підприємств аграрної сфери. На частку вантажного автотранспорту припадають більше 90% об'ємів внутрішньогосподарських перевезень сільськогосподарської продукції і доставки її до місць реалізації. Різноманітність видів сільськогосподарської продукції, що виробляється визначає складну структуру автомобільного парку аграрних підприємств, а сезонність виробництва об'єктивно породжує проблему надійності транспортного обслуговування в АПК, оптимальної завантаженості вантажного автотранспорту і ефективного його використання.

Централізована система автотранспортного обслуговування підприємств аграрної сфери, що за останні роки існувала в дореформений період, була зруйнована і сільські виробники виявилися багато в чому не готові до забезпечення вантажоперевезень в нових умовах господарювання. Через диспаритет цін, незадовільного фінансового стану, зміни спеціалізації сільськогосподарські підприємства не можуть адаптувати структуру і склад своїх автопарків відповідно до середовища функціонування, що змінилося.

З відмовою від планово-розподільної системи, що забезпечує централізоване постачання сільськогосподарського виробництва (СГВ) матеріально-технічними засобами, та за відсутності нормальних ринкових стосунків, кількість техніки і у тому числі автотранспорту в аграрному виробництві різко скоротилася. Забезпеченість господарств АПК автомобілями не перевищує 50...70% потреби при значному їх старінні. На сьогоднішній день ринок техніки і надійності послуг для СГВ не отримав відповідної регламентуючої та нормативної бази організації і функціонування.

Зростаючі ціни на автотранспорт, запасні частини і паливомастильні матеріали при поганій якості доріг в сільській місцевості значно підвищують собівартість перевезень продукції АПК. В економічних умовах, що склалися, усі товаровиробники переживають великі труднощі в підтримці і забезпеченні працездатності автомобільного парку, а наявний автотранспорт в господарствах через надмірну експлуатацію і низькі темпи оновлення безупинно старіє.

Крім того, сільгоспвиробники потрапили в залежність від діяльності ремонтно-технічних підприємств і агроснабов, оскільки монополісти диктують свої ціни і інші умови.

Між тим роль транспорту в СГВ постійно зростає, питома вага транспортних витрат в загальному їх об'ємі збільшується. Надійність транспортного чинника відіграє все більшу роль в конкурентній боротьбі за ринки збуту сільськогосподарської продукції. Витрати на доставку продукції до місць її реалізації складають значну частку, а враховуючи дальність перевезень - вони порівнянні з витратами на виробництво. Від надійного використання автотранспорту у СГВ значною мірою залежить збереження продукції і її якість. Ось чому в умовах, що склалися, проблема надійності транспортного обслуговування в АПК набуває великого значення і є безумовно актуальною.

Метою даної роботи є уточнення теоретичних положень і розробка практичних пропозицій щодо підвищення надійності транспортного обслуговування в АПК, які сприяють стабілізації і розвитку СГВ на сучасному етапі.

Широке коло питань, що стосуються проблеми підвищення надійності транспортного обслуговування в аграрному секторі в сучасних умовах, вивчено недостатньо, зокрема, по Кіровоградській області такі дослідження не проводилися. Зарубіжний же досвід

розосереджений за численними літературними джерелами і не систематизований. Крім того, він не зовсім відповідає умовам виробництва, що склалися в АПК України. Це обумовлює необхідність дослідження цієї проблеми.

Автомобільний транспорт АПК поступово набуває риси міжвідомчого транспорту, що зближує його в цьому сенсі з автотранспортом загального користування, але має свої особливості. Із зростанням автопарку у СГВ усе більш гостро встає питання приведення в дію ринкових механізмів на основі конкуренції, що забезпечують підвищення ефективності і якості використання автотранспорту усіх підрозділів цієї сфери і передусім, базових галузей - землеробства і тваринництва.

У зв'язку з цим велике значення набуває наукове забезпечення організації використання автотранспорту у СГВ в умовах ринкової економіки. Автотранспортне обслуговування має бути організоване на принципах матеріальної зацікавленості усіх учасників виробничого процесу. Зокрема, воно повинне забезпечувати такі принципи раціональної організації процесів праці, як пропорціональність, узгодженість, рівномірність і безперервність.

Для вирішення проблеми підвищення надійності системи автотранспортного обслуговування АПК необхідна розробка концепції, яка припускає раціональне поєднання автомобільної техніки підрозділів і спеціалізованих автотранспортних підприємств. Оскільки використання великотоннажних автомобілів при здійсненні внутрішньогосподарських перевезень і обслуговуванні виробничо-технологічних комплексів не завжди ефективно, мінімально необхідний парк мало-, середньо- і великотоннажних автомобілів має бути в кожному підрозділі АПК. При цьому для підвищення ефективності використання автопарку необхідно забезпечити максимально можливе завантаження наявних транспортних засобів з урахуванням їх технічного стану і економічної доцільності, що забезпечить зростання об'ємів перевезень вантажів автотранспортом при зниженні розміру загального вантажопотоку і об'єктивно зумовить зниження рівня завантаженості вантажних автомобілів автотранспортного підприємства, що дозволить забезпечити маневреність наявного транспорту для скорочення термінів транспортування вантажів інших підрозділах агродивізіону.

За рахунок підвищення рівня технічної готовності автомобілів, а також коригування графіків перевезення вантажів можна забезпечити зростання їх середньорічного пробігу, що певною мірою компенсує зростання собівартості вантажоперевезень внаслідок зростання цін на нафтопродукти, запасні частини, шини.

Таким чином, нами обґрунтовано основні питання, пов'язані з проблемою забезпечення надійності транспортного обслуговування АПК в ринкових умовах функціонування. Виявлена специфіка СГВ і основні задачі вантажних перевезень в АПК. З'ясовані основні шляхи розв'язання поставленої проблеми.

УДК 631.33: 631.58

## ***ПОСІВНА СЕКЦІЯ ДО СІВАЛОК ДЛЯ ПРЯМОЇ СІВБИ***

***В.М. Сало, проф., д-р техн. наук;***

***П.Г. Лузан, доц., канд. техн. наук;***

***О.Р. Лузан, канд. техн. наук***

*Кіровоградський національний технічний університет*

За останні роки вплив людини на ґрунтове середовище став набагато інтенсивнішим, землеробство зіткнулося з проблемою деградації ґрунтів і зниженням їхньої родючості. Вирішити цю проблему можна відмовою від традиційних і застосуванням новітніх ґрунтозахисних енерго-, ресурсо- і вологоощадних технологій.



Для реалізації таких технологій необхідно створювати та впроваджувати у виробництво нові робочі органи, які дозволять втілити їх в життя в досить короткі терміни без значних витрат грошових та матеріальних ресурсів. Тому метою роботи є обґрунтування конструкції посівної секції до сівалок для прямої сівби, що дозволить підвищити ефективність роботи посівних машин та значно скоротити собівартість їх виготовлення.

Запропонована конструкція посівної секції (рис. 1) включає кронштейн 1 кріплення паралелограмної підвіски 2 з натискною штангою 3 до рами сівалки. Сошник, який складається з стояка 4, долота зі стеблевідводом 5, ущільнюючої п'ятки 6, насіннепроводу 7 із лійкою 8, до якої прикріплена утримуюча п'ятка 9. Коток 10 з механізмом регулювання глибини ходу сошника 11.

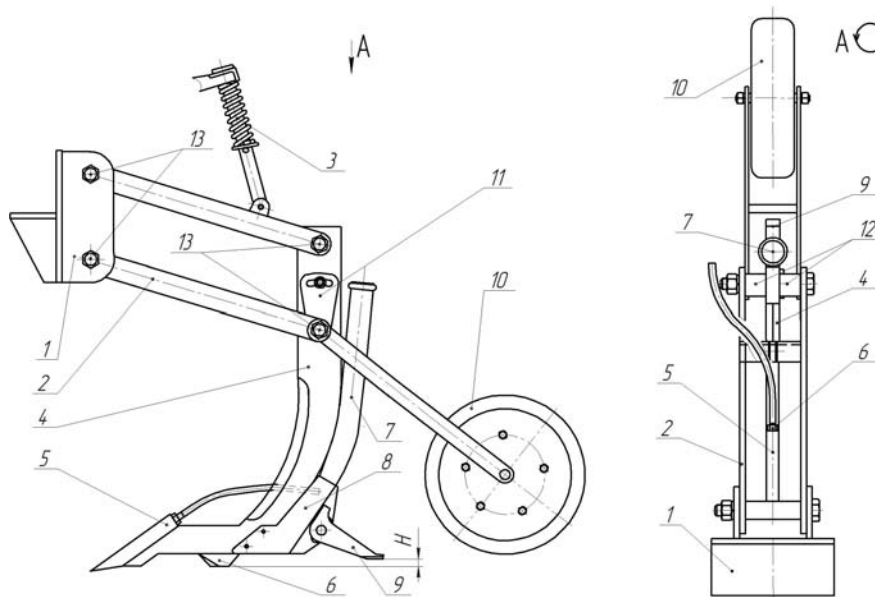


Рисунок – 1. Посівна секція до сівалок для прямої сівби

Працює посівна секція наступним чином. Під час руху сівалки долото сошника зі стеблевідводом 5, закріплене на стояку 4, створює в ґрунті борозну, дно якої ущільнює нижня п'ятка 6. Насіння із насіннепроводу 7 через лійку 8 поступає на ущільнене дно борозни. Утримуюча п'ятка 9, розташована дещо вище ущільнюючої нижньої п'ятки 6 на величину  $H$ , яка відповідає максимальному розміру посівного матеріалу і рухається над висіяним насінням, утримуючи його в заданому горизонті вологого ґрунту, чим вирівнює глибину загортання та захищає від попадання на нього рослинних решток до повного засипання ґрунтом. Коток 10 остаточно загортає борозну, ущільнює ґрунт навколо насіння, при цьому копіює поверхню поля, чим забезпечує рівномірність ходу посівної секції, та необхідну глибину загортання насіння. Задана висота  $H$  рухомої п'ятки забезпечується її переміщенням по висоті в пазові, виконаному в стінках лійки. Необхідний тиск посівної секції на поверхню поля забезпечується натискною штангою 3.

Проведені порівняльні випробування запропонованої посівної секції з експериментальним сошником, дозволили встановити її переваги над існуючими конструкціями (рис. 2-3).

Для експериментального сошника пояснити отримані показники можна особливостями конструкції секції. При малих швидкостях і недостатніх динамічних навантаженнях на ґрунтові елементи з боку копіювального котка сошник встигав реагувати на всі нерівності мікрорельєфу поверхні поля (грудки, стебла попередників та ін.), в результаті чого знижувалася і рівномірність загортання насіння. З підвищенням швидкості копіювання поверхні поля вирівнювалося, а отже покращувалася і якість загортання. При досягненні швидкостей понад 13 км/год загортаюча робоча система не встигала копіювати поверхню поля і якісний показник знову погіршувався.

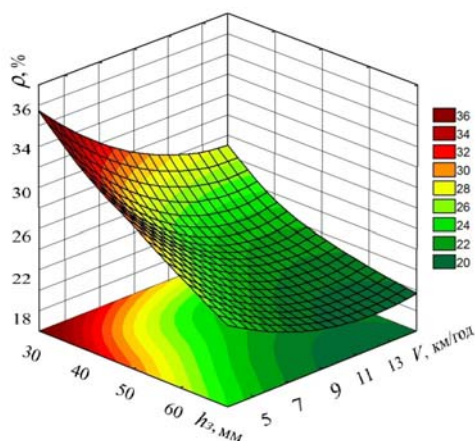


Рисунок – 2. Залежність рівномірності розподілу насіння по глибині  $\rho$  від взаємного впливу заданої глибини загорання  $h_z$  та швидкості  $V$

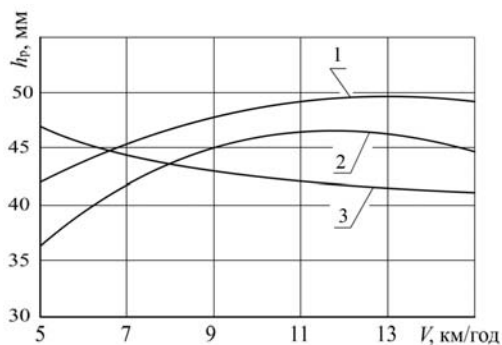


Рисунок – 3. Залежність реальної глибини загорання  $h_z$  насіння в ґрунт від робочої швидкості агрегату  $V$  при глибині сівби 50 мм  
1 – експериментальний сошник; 2 – анкерний сошник; 3 – дисковий сошник

Характер роботи анкерного сошника схожий з експериментальним, але загальний показник рівномірності загорання насіння нижчий від експериментального в середньому на 5...7%. До того ж, за наявності певної кількості рослинних решток на поверхні поля він виявляється непрацездатним.

На основі викладеного вище, слід зазначити наступне. Висока рівномірність загорання насіння по глибині, задовільне ущільнення дна борозни та забезпечення надійного контакту насіння з ґрунтом сприяє підтягуванню капілярної вологи до нього з нижніх шарів і дозволяє отримати рівномірність сходів, що дасть можливість підвищити врожайність. Використання запропонованої конструкції посівної секції дозволить підвищити врожайність зернових культур в середньому на 12–14%, та зменшити собівартість виготовлення сівалок на 25-30 % порівняно з існуючими конструкціями.

УДК 621.941.042

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАДАЧІ СТАБІЛІЗАЦІЇ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ ТА ОСЬОВОГО ЗУСИЛЛЯ В ПРОЦЕСІ ФРИКЦІЙНОГО ФОРМОУТВОРЕННЯ**

**Ю.М. Пархоменко**, доц., канд. техн. наук;

**А.В. Білоконь**, магістр

*Кіровоградський національний технічний університет*

Технічний прогрес у машинобудуванні знаходить своє відображення у такому розвитку виробництва, який забезпечує раціональне використання металу при високій продуктивності праці, малих енерговитратах та прийнятному рівні якості. Одним із таких технологічних напрямків є метод фрикційного формоутворення деталей. Це нова технологія, яка дозволяє підвищити коефіцієнт використання металу в декілька разів порівняно з виготовленням цих же деталей, наприклад, методом різання.

Процес фрикційного формоутворення є результатом дії декількох рухів, основними з яких є відносно кутове та лінійне переміщення тругого і деформуючого інструменту (ТДІ) і заготовки. Існує два види керування лінійним відносним переміщенням: 1) при постійній силі тиску на робочій поверхні; 2) при постійній швидкості лінійного переміщення. В даному випадку розглядається другий вид керування, який реалізується на діючих верстатах

кулачковою системою управління на основі архімедової спіралі. Змінюючи профіль кулачків можна отримати будь-яку швидкість осевого руху формоутворюючого органу.

Діюча кулачкова система управління не спроможна забезпечити регулювання швидкості руху ТДІ після дотику до заготовки із-за відсутності зворотного зв'язку. Щоб подолати цей недолік, необхідно впровадити замкнуту цифрову систему автоматичного керування швидкістю руху ТДІ, яка буде вступати в дію після кожного сигналу – сповіщення від датчика про дотик формоутворюючого елемента до заготовки.

Для того, щоб розробити означену систему спершу було визначено динамічну модель (передаточну функцію) об'єкту управління - області формоутворення, вихідним параметром якої є осьове зусилля  $P$ , що виникає в місці дотику заготовки та ТДІ, за кривою розгону.

Так як розгінна крива осевого зусилля знімалася на діючому верстаті при неперервній подачі ТДІ до заготовки і після дотику, то час запізнення приймався рівним нулю ( $\tau_s = 0$ ).

Підставивши в формулу (1)

$$W_M(s) = K\bar{W}_M(s)e^{-s\tau} = K \frac{1 + b_1s + b_2s^2 + \dots + b_ms^m}{1 + a_1s + a_2s^2 + \dots + a_ns^n} e^{-s\tau}, \quad (1)$$

де  $K$  – коефіцієнт підсилення,  $\tau$  – час запізнення,  $a_i, b_i$  – коефіцієнти передаточної

функції,  $\bar{W}_M(s) = \frac{1 + b_1s + b_2s^2 + \dots + b_ms^m}{1 + a_1s + a_2s^2 + \dots + a_ns^n}$  – передаточна функція нормованої розгінної кривої, значення коефіцієнта підсилення  $K$  (2),

$$K_{об} = \frac{\Delta\bar{P}(\infty)}{\Delta x} = \frac{500\kappa\Gamma}{220B} = 2.273\kappa\Gamma/B, \quad (2)$$

де  $\Delta x$  – значення вхідного діяння – напруги живлення двигуна подачі,  $\Delta\bar{P}(\infty)$  – максимальне значення осевого зусилля, постійна запізнення  $e^{-s\tau_s} = 1$  і передаточну функцію нормованої кривої  $\bar{W}_M(s)$ .

В результаті отримуємо кінцеву формулу передаточної функції досліджуемого об'єкта, яка визначається виразом:

$$W_{об}(s) = \frac{2.273}{0.051 \cdot s^2 + 0.388 \cdot s + 1} \quad (3)$$

На основі отриманої динамічної моделі можна спроектувати замкнуту цифрову систему керування осевим зусиллям спроможну забезпечувати стабільність технологічного процесу виготовлення деталей за методом фрикційного формоутворення.

УДК 631.363.25

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ГРУБЫХ И СТЕБЕЛЬЧАТЫХ КОРМОВ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕМ С КОМБИНИРОВАННЫМИ НОЖАМИ**

**Н.В. Брагинец, проф., д-р техн. наук;  
А.А. Вертий, инж.**

*Луганский национальный аграрный университет*

При взаимодействии ножей со стеблем процесс резания можно разделить на этап изменения формы поперечного сечения стебля от круглой к эллиптической (сжатие стебля) и этап изменения площади среза во времени. Динамика протекания этапов во времени зависит

от конструктивных особенностей лезвий, режимов резания и конструктивно-структурных характеристик тела стебля. Взаимосвязь данных факторов изучена недостаточно и требует теоретико-экспериментальных исследований.

С целью проведения экспериментальных исследований была разработана экспериментальная установка, в которой используется новый рабочий орган, оснащённый свободно подвешенными комбинированными ножами, включающими вертикальные клиновидные и поперечные серповидные лезвия, позволяющие создавать необходимые упругие и пластические деформации измельчаемого материала.

В результате проведенных экспериментов получили зависимость производительности измельчителя от частоты вращения ротора и количества комбинированных ножей.

УДК 681.17

## **АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ РЕЄСТРАЦІЇ ГАЗОВИХ СКЛАДОВИХ ОПТИЧНОГО ГАЗОВОГО АНАЛІЗАТОРА ПОБУДОВАНОГО НА ОСНОВІ ВНУТРІШНЬОРЕЗОНАНСНОЇ ЛАЗЕРНОЇ СПЕКТРОСКОПІЇ**

**Ю.М. Пархоменко, доц., канд. техн. наук;**

**О.А. Шаповал, магістр**

*Кіровоградський національний технічний університет*

На сьогодні вже не викликає заперечень теза про те, що техногенна цивілізація здійснила руйнівний вплив на біосферу планети і стала загрожувати не тільки здоров'ю людей, але й самому існуванню людства, тому проблеми створення ефективних методів і засобів діагностики стану довкілля стають особливо актуальними.

Метою даної роботи є дослідження методів та засобів реєстрації газових складових направлених на вдосконалення оптичного газового аналізатора побудованого на основі внутрішньорезонансної лазерної спектроскопії.

Теоретично досліджено методику реєстрації газових складових шляхом аналізу багатомодового світлового потоку сформованого аргоновим лазером та розміщеними в резонаторі органічними фарбниками.

З метою вдосконалення існуючого оптичного газоаналізатора розроблено блок реєстрації спектральної інтенсивності досліджуваного світлового потоку на базі лінійного перетворювача типу G9208, попередньої обробки та передачі цифрових даних через USB-порт до ПК.

Для підвищення точності реєстрації, усереднення значень спектральної інтенсивності  $\bar{H}(\omega_i)$  по усій довжині контрольованого діапазону частоти  $\omega_i$  (0,9-2,55мкм) здійснюється на підставі N вимірів ( $N \leq 100$ ;  $\tau_{\text{засв}} \leq 0,01$  с).

$$\bar{H}(\omega_i) = \sum_{j=1}^N H_j(\omega_i) / N \quad (1)$$

де:  $H_j(\omega_i)$  – інтенсивність світлового потоку на частоті  $\omega_i$ ; j- номер виміру.

Так як спектральна чутливість пристрою реєстрації з зарядовим зв'язком має нелінійну АЧХ, то для кожної з вимірюваних частот вводяться коефіцієнти вирівнювання  $K(\omega_i)$ .

$$K(\omega_i) = H_0(\omega_i) / \bar{H}(\omega_i), \quad (2)$$

де:  $H_0(\omega_i) = \sum_{i=1}^{256} H(\omega_i) / 256$ ,  $H_0(\omega_i)$ - середнє та поточні значення спектральної інтенсивності за відсутності газової суміші.

Отримані значення коефіцієнтів вирівнювання  $K(\omega_i)$ , які враховують не лише фактор нелінійності спектральної чутливості ПЗЗ, а і вплив інших факторів тракту переміщення світлового потоку, використовуються при визначенні реальної спектральної інтенсивності досліджуваного потоку.

З метою більш практичного визначення базової кривої відліку спектральної інтенсивності запропоновано метод послідовного визначення усередненого значення вимірів реальної інтенсивності за трьома точками виміру.

$$\bar{H}_{\text{баз}}(\omega_i) = \frac{\bar{H}(\omega_i) + 2\bar{H}(\omega_{i+1}) + \bar{H}(\omega_{i+2})}{4} \quad (3)$$

де:  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ .

Визначення вмісту газової суміші здійснюється за формулою:

$$\Delta H(\omega_i) = \bar{H}(\omega_i) - H_{\text{баз}}(\omega_i) \quad (4)$$

Результати даної роботи можуть знайти практичну реалізацію в діючих моделях оптичних газових аналізаторів діючих на базі внутрішньорезонансної лазерної спектроскопії.

УДК 621.791

## **РОЗРОБКА КОМПЛЕКСУ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ТА ЗМІЦНЕННЯ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН КЛАСУ «КРУГЛИЙ СТРИЖЕНЬ» З ЗАСТОСУВАННЯМ КОМБІНОВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ**

**С.І. Маркович**, доц., канд. техн. наук;  
**О.Й. Мажейка**, проф., канд. техн. наук;  
**О.В. Дмитренко**, студент

*Кіровоградський національний технічний університет*

Застосування для відновлення та зміцнення валів сільськогосподарських машин електродугового напилення (ЕДН) набуло широкого застосування завдяки відносній дешевизні електродних дротів, доступності джерел енергії, низькому термічному впливу на деталь, надійності обладнання для нанесення покриттів, низьким вимогам до кваліфікації персоналу та ін.

Разом з тим існує широка номенклатура валів, поверхні яких піддаються перешліфовуванню в процесі поточного ремонту, працюють в умовах абразивного зношення та ударних навантажень і вимагають специфічних якостей поверхонь відновлення. Перепоною для відновлення деталей такого типу ЕДН є накопичення напружень в покритті в міру зростання його товщини, недостатня адгезія та когезія, значна пористість та неоднорідність, вигорання легуючих елементів, неможливість проплавлення тугоплавких складових покриттів.

Для усунення цих недоліків пропонується реалізувати ідею термічного впливу на процес ЕДН за допомогою супутньої мікроплазмової обробки (МО). При цьому за допомогою електродугового розпилювача покриття напилюється на поверхню деталі, що

обертається. Одночасно з напиленням проводиться МО спочатку матеріалу основи, а потім кожного шару покриття. Оплавлюючий плазмотрон розташовується на діаметрально протилежній стороні деталі по відношенню до електродугового розпилювача.

Проведені теоретичні дослідження процесу з розрахунком термічних циклів і температурних полів в приповерхневому шарі циліндрових деталей. Для цього визначали режими, які сприяли нагріву в необхідному температурному інтервалі, а також товщину оплавленого шару і встановлювали аналітичну залежність між основними параметрами дії плазмової дуги і температурним полем оброблюваної поверхні. полів з метою вибору оптимальних параметрів режиму мікроплазмової обробки.

Для реалізації зазначеної ідеї та практичного застосування теоретичних розробок створено комплекс обладнання для відновлення та зміцнення деталей сільськогосподарських машин класу «круглий стрижень» з застосуванням комбінованої технології, що повинен виконувати наступні задачі:

- можливість базування валів сільськогосподарських машин складної форми та розмірів;
- проведення попередньої термічної обробки поверхні деталі перед нанесенням покриття; ЕДН покриття з точним регулюванням подачі кожного з електродних дротів; направляючі;
- проведення супутньої мікроплазмової обробки з можливістю швидкої подачі плазмотрону в зону обробки в залежності від конструктивних особливостей деталі та точного регулювання його подачі в процесі формування покриття в відповідності до теоретично визначених режимів обробки;
- автономної заключної МО напиленої поверхні для релаксації напружень.

Для вирішення поставлених задач розроблена камера ЕДН з супутньою МО з вертикальним розташуванням оброблюваного вала. Вертикальне розташування оброблюваної деталі обумовлене усуненням залежності від висоти центрів горизонтального обертача та необхідністю розташування електродугового розпилювача і плазмотрона з діаметрально протилежних сторін оброблюваної циліндричної поверхні деталі. Забезпечена герметизація камери за рахунок гумових ущільнювачів та розрідження що створюється при видаленні зварювальних аерозолів.

Для ЕДН покриття розроблено електродуговий розпилювач з незалежним регулюванням швидкості подачі дротів, що захищений патентом на корисну модель № 83220 Україна, МПК С23С4/00. Заявка № u2013 03958; Заявл. 01.04.2013; Опубл. 27.08.2013. Бюл. №16

Розробку оптимальної форми направляючих електродних дротів здійснено згідно розрахункових виразів, які зв'язують конструктивні параметри електродугового розпилювача при цьому задаючись геометричними параметрами конструкції електродугового розпилювача, а також геометрією перерізу дроту з властивостями його матеріалу, визначили параметри направляючих.

Для здійснення зміцнення супутньої МО застосовувалась установка МПУ - 4 з мікроплазмовим пальником УС. ДСР – 45 - 002. Пальник установки кріпився з протилежної сторони відносно електродугового розпилювача на кронштейні. Кронштейн пов'язаний з ходовим гвинтом, який має привід від двигуна постійного струму з блоком керування, що надає можливість безступінчастого регулювання швидкості переміщення мікроплазмового пальника відносно електродугового розпилювача.

Блок керування точною подачею електродних дротів та переміщенням мікроплазмового пальника розроблено на основі теристорної схеми.

Для прискореної подачі мікроплазмового пальника в зону нанесення покриття застосовувався ходовий гвинт з зубчастим редуктором та асинхронним двигуном.

Розроблене обладнання дозволяє здійснити наступне.

1. Дослідити вплив попереднього термічного впливу на поверхню основи для підвищення адгезії покриття, встановити вплив коефіцієнта термічного розширення на характеристики покриття, визначити оптимальний час попередньої МО в залежності від геометричних параметрів деталі та інтенсивності тепловідведення.

2. Визначити вплив МО на напруження в покритті, встановити залежність між технологічними параметрами обробки (обертами деталі, швидкістю переміщення плазмотрона, відстанню до поверхні основи) і напруженнями в покритті.

3. Вивчити вплив пошарової супутньої МО на когезію, мікроструктуру, однорідність та пористість покриттів.

4. Реалізувати ідею створення композиційних покриттів з тугоплавкими наповнювачами.

5. Дослідити вплив МО на зносостійкість покриттів.

6. Завдяки застосуванню МО розробити покриття з змінними фізико-механічними характеристиками в залежності від характеру навантажень та наявності концентраторів напружень.

7. Надає можливість впровадити в виробництво пропонований технологічний процес, розширити межі застосування ЕДН та підвищити якість відновлюваних деталей.

УДК:631

## ***ЗБІР ТА АВТОМАТИЗОВАНА ОБРОБКА БАЗОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ СИСТЕМ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА***

*М. О. Куций, студент;*

*О. Е. Тесленко, асист.*

*Кіровоградський національний технічний університет*

Традиційні підходи до ведення сільськогосподарських робіт вже багато в чому не задовольняють сучасним вимогам. Тому на сьогоднішній день активно розробляються і впроваджуються системи, що дозволяють збільшити продуктивність і ефективність сільськогосподарських робіт на кожному їх етапі. Використання в комплексі найсучасніших технологій, обладнання, а також програмного забезпечення дозволяє отримати найкращі результати і мінімізувати витрати.

Українські аграрії поступово впроваджують технології точного землеробства, в якості альтернативної концепції, ефективність якої у багато разів вище традиційних способів.

В основі наукової концепції точного землеробства лежать уявлення про те, що в межах одного поля вміст мінеральних і органічних речовин, вологість, ущільнення ґрунту, їх кислотність тощо. Для оцінки варіативності полів використовуються: агрохімічний аналіз ґрунту, спеціальні датчики, аерофотозйомка, супутникові знімки поверхні полів у різних діапазонах частот. При цьому відкриваються реальні можливості виробництва якісної продукції та збереження навколишнього середовища.

Етап збору інформації досить розвинений в плані технічного та програмного забезпечення. На теренах України активно використовуються ґрунтові автоматичні пробовідбірники, оснащені GPS-приймачами і бортовими комп'ютерами; геоінформаційні системи (ГІС) для складання просторово-орієнтованих електронних карт полів; дистанційні методи зондування (ДМЗ), такі як аерофотозйомка і супутникові знімки; карти врожайності культур, одержувані відразу після збирання. Науково-дослідні інститути (НДІ Дніпропетровська, Полтави, Вінниці) займаються вдосконаленням всіх перерахованих компонентів збору інформації, а також дослідженням і розробкою ефективних та більш гнучких методів досліджень та програмного забезпечення.

Для впровадження і ефективного використання технологій ТЗ потрібна об'єктивна інформація про особливості кожного поля, тому тут не обійтися без якісного лабораторного агрохімічного аналізу ґрунту. За допомогою ґрунтового аналізу встановлюється вміст поживних речовин у ґрунті, необхідних рослині для здорового росту і розвитку. Результати

аналізу визначають вид і норму внесених добрив – один з найважливіших факторів, що впливають на успіх сільськогосподарського виробництва.

Ґрунтовий аналіз включає три стадії.

1. Відбір ґрунтових зразків. Зразки відбираються за допомогою пробовідбірника, який кріпиться до кузова автомобіля. Пробовідбірники покликані автоматизувати й багаторазово прискорити процес відбору проб і зразків ґрунту для їх подальшого аналізу та створення електронної карти розподілу хімічних речовин у ґрунті. Глибина відбору - від 60 до 120 см. Важливо правильно вибрати метод відбору, що забезпечує репрезентативність зразків.



Рисунок – 1. Відбір ґрунтових зразків

2. Ґрунтовий аналіз. Визначаються результати дослідження з найбільш важливих речовин, в першу чергу, N, P, K, а також у ряді випадків інших елементів і сполук. Зібрані проби та передаються на аналіз у власну, або сторонню високоефективну багатофункціональну лабораторію. Використовуються методи, які дозволяють з точністю до 3-5% визначити вміст поживних речовин у ґрунті.

3. Рекомендації по внесенню добрив. Кінцевий результат ґрунтового аналізу - розробка конкретних приписів по внесенню добрив для кожного поля і кожної культури. Вони заносяться в спеціалізоване програмне забезпечення, яке дозволяє обробити отриманий результат і отримати карту розподілу хімічних елементів у ґрунті. Дана карта використовується при створенні технологічної карти диференційованого внесення, а також для прийняття рішень при розрахунку необхідної кількості добрив і засобів захисту рослин (ЗЗР).

Всі апаратні засоби точного землеробства (ТЗ) базуються на GPS навігації виконуваних вимірювань і реєстрації показників датчиків. Обладнання, що поставляється працює автономно на тому технічному засобі, на якому воно встановлене, до того ж має можливість підключення до систем збереження та обробки інформації.

Системи GPS-навігації забезпечують не менше 15% економії на насінні, добривах і пестицидах і на 20% скорочують витрати на паливе.

Система паралельного водіння на базі GPS навігації – технічно досконала і економічно вигідна технологія для сучасних сільськогосподарських машин. Особливо ефективно використання систем паралельного водіння спільно з широкозахватними агрегатами.

Система автоматичного водіння «Автопілот», яку доцільно придбати великим високоефективним господарствам, з великими земельними ділянками, орієнтованими на отримання максимального прибутку. Система «Автопілот» інтегрується в гідравліку рульової системи трактора, забезпечує точність водіння до 2 см.. На всіх операціях, використовуючи шаблони руху. Спеціальні датчики вбудовані в контролер, враховують нахил агрегату при роботі в горбистій місцевості і нерівність поверхні поля. Механізатор може вибирати шаблон руху і спостерігати за роботою системи.

Застосування супутникової навігаційної системи для паралельного руху сільськогосподарських агрегатів, навіть із застосуванням системи «Автопілот», це тільки початковий етап впровадження системи точного землеробства. Для впровадження технології



із застосуванням машин для диференційованого висіву насіння, внесення доз і видів добрив, пестицидів, гербіцидів і інших отрутохімікатів потрібно провести велику роботу по створення та оформлення електронної карти поля.

Створення детальної електронної карти поля – це важливий етап у точному землеробстві, який є базовим для всіх наступних агротехнічних операцій. Електронні карти полів можуть створюватися шляхом об'їзду полів з GPS-приймачем і польовим комп'ютером, на якому встановлено спеціальне програмне забезпечення або за допомогою супутникових знімків шляхом окреслення кордонів.

Для створення такої карти, за даними супутникової навігації GPS, геоінформаційних засобів, бортових комп'ютерів, автоматизованих пристроїв сільськогосподарського призначення, програмного забезпечення фіксується температура ґрунту, приземного шару і повітря, швидкість вітру, кількість опадів і т. п. Ведеться технологічна карта поля з моменту сівби до жнив. Також використовується інформація про урожайність за попередні роки, дані агрохімічного обстеження ґрунту або карти сканування ґрунту. Чим більше інформації про неоднорідності в межах поля буде використано, тим точнішою буде електронна карта поля.

Ґрунти неоднорідні за своїм хімічним і механічним складом, якісь ділянки «бідні», якісь потребують більшої кількості добрив, і для того, щоб бути впевненими в тому, що всі рослини отримають необхідну кількість поживних речовин, потрібно мати уявлення про розподіл у межах поля макро- і мікроелементів, необхідних для росту і розвитку рослин. Для цього і створюються ґрунтові карти. Програмне забезпечення дозволяє зберігати історію полів (які культури вирощувалися, які добрива і в якій кількості вносилися).

Складання карт врожайності починають з установки на комбайни системи моніторингу варіативної врожайності поля (датчиків врожайності і вологості). Це дозволяє виявити проблемні ділянки. Подібне обладнання може бути встановлено практично на будь-якому комбайні при вартості в \$ 5-12 тис..

Зібрані дані аналізують за допомогою спеціальних програм і на їх основі складають електронні карти полів. За допомогою цих карт прораховується точну кількість добрив і посівного матеріалу, які потрібно внести в землю для одержання оптимальної економічної вигоди. В даний час існує безліч програмних продуктів для створення та підтримки електронної карти поля: універсальні – ArcGIS, MapInfo, Quantum GIS, спеціалізовані – Agro Neu, Понорама-агро. Після завантаження в програму меж полів вносять додаткову інформацію про поле: периметр ділянки, площа, культура, тип ґрунтів і т. д.. У існуючу базу даних вносять і результати, агрохімічного обстеження полів – вміст основних елементів: азоту, фосфору, кальцію, калію, гумусу.

Використання в господарстві електронних карт полів дає можливість фактично здійснювати точне землеробство. Насамперед це засіб, що дозволяє точно розрахувати норми внесення добрив і засобів захисту рослин, а також це засіб інвентаризації земель, визначальний ресурсний потенціал господарства.

За технологіями точного землеробства майбутнє. Нинішні обсяги використання ТЗ в Україну оцінити досить складно. При цьому найбільшого економічного ефекту у вигляді збільшення врожайності та мінімізації собівартості можна домогтися лише після впровадження всього комплексу заходів. Точне землеробство дозволяє в середньому збільшити врожайність на 10-15% , ніж на прилеглих полях, що не оброблялися з використанням технології точного землеробства.

### **Список літератури:**

1. [http://orgpage.com.ua/ukraina/научно-исследовательские\\_институты\\_\(нии\)\\_сельского\\_хозяйства/](http://orgpage.com.ua/ukraina/научно-исследовательские_институты_(нии)_сельского_хозяйства/) - науково-дослідні інститути (НДІ) сільського господарства на Україні;
2. Медведев В.В. Неоднородность почв и точное земледелие. Часть 1. - С. - Харьков, 2007. – 385 с.
3. <http://www.landdevelopment.com.ua/> Точное земледелие (часть 3): электронная карта.

## **ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПОД ОВОЩНЫЕ РАССАДНЫЕ КУЛЬТУРЫ**

**Ю.В. Мельник**, доц., канд. техн. наук  
Государственный аграрный университет Молдовы

Консервативные технологии No-Till получили большое распространение в мире. Поэтому идея защиты почвы путем уменьшения прямых механических воздействий на почву актуальна как никогда. Согласно этих технологий через каждые 3-4 года рекомендуется выполнение глубокой обработки почвы на глубину 35-45см. Цель этой обработки состоит в разрушении почвенной подошвы, в результате чего корневая система растений лучше развивается, а также увеличивается водопроницаемость почвы. Как известно водопроницаемость почв обуславливается в основном некапиллярной скважностью. В связи с большим диаметром некапиллярных промежутков вода не задерживается в верхнем слое, а устремляется вниз, насыщая почву вначале до полевой влагоемкости, а затем она проходит в нижележащие неувлажненные горизонты по трещинам, ходам землероев и отмерших корней растений [1].

На развитие посаженной рассады овощных культур это также имеет очень большое влияние, так как эти культуры в условиях Республики Молдова да и Южной части Украины возможно выращивать только при орошении. Именно из-за недостаточно хорошо подготовленной почвы при посадке рассады появляются проблемы на протяжении всего периода возделывания, особенно в летний период при выпадении атмосферных осадков или когда необходимо обильное орошение, а почва не в состоянии удержать такое количество воды и большая ее часть теряется при испарении или она провоцирует эрозию почвы.

Выдвинутая гипотеза состоит в следующем: повышение урожайности и снижение затрат при выращивании овощных рассадных культур в открытом грунте возможно только при более раннем планировании и обработки почвы поля на котором это предполагается.

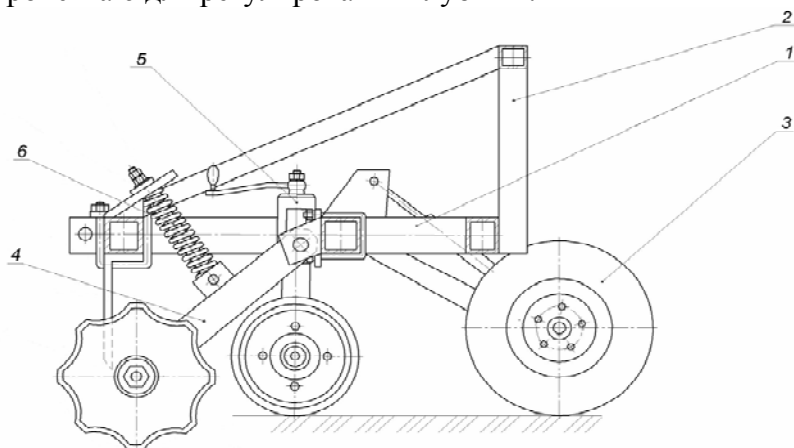
Идеально ровных площадей под с/х культуры трудно найти, поэтому для лучшей подготовки почвы для овощных культур и для борьбы с водной эрозией почвы, а также для решения и других перечисленных проблем в работе предлагается использовать технологию совместного посева люцерны и пшеницы [2, 3]. Почему люцерна+пшеница? Во-первых, для обеспечения рентабельности производства. Во-вторых, известно, что растения люцерны способны использовать влагу не только из пахотного, но также и из подпахотного слоя [1, 3].

Идея состоит в том, что за 3-4 года до посадки, например томатов, поле высевается люцерной, а в последующие 2-3 года, по ней высевается пшеница. В результате каждый год можно получить и урожай пшеницы, и дополнительно семена или сено люцерны. Однако самое главное то, что за это время корни люцерны изрешетят почву не только на глубину почвенной подошвы, но и глубже (1,0-1,5м), что позволит корням растений использовать влагу из более глубоких горизонтов, которая по созданным корнями люцерны капиллярам поднимается из нижних горизонтов в верхние. Итак, корни люцерны подобно стержням пропустят воду вверх, а корни овощей через них будут иметь доступ вглубь.

Помимо этого за это время почва обогатится азотом и при этом улучшится структура почвы. Однако в данной технологии предлагается использовать новую операцию - междурядную обработку, которая необходима для частичного измельчения и заделывания пожнивных остатков (стеблей люцерны и пшеницы) разбросанных по полю после уборки. Целью этой операции состоит в частичном разрушении трещин, образованных на поверхности почвы в междурядьях, а также образовании неглубоких (80-140мм) узких каналов при помощи спроектированного дискового культиватора (рис.1). Это позволит при ливневом летнем дожде остановить и быстро впитать воду, увеличивая, таким образом,

водопроницаемость почвы. Причем, в случае накопления стоков воды в одном месте, она сможет растекаться по этим мини каналам в стороны.

Для выполнения этой операции предлагается использование спроектированной машины (рис.1). Разработанная конструкция состоит из следующих частей: рамы 1, навесного устройства 2, опорных колес 3, блоков с дисковыми ножами 4, натяжного устройства 5 и устройства 6 для регулирования глубины.



1 - рама; 2 - навесное устройство; 3 - опорные колеса; 4 - блоки с дисковыми ножами; 5 - натяжное устройство; 6 - устройство для регулирования глубины.

Рисунок –1. Дисковый культиватор

В качестве рабочего органа машины предлагается использовать дисковые ножи. Форма ножа может быть различной: сплошной плоской, сплошной волнистой, плоской с маленькими неровностями на лезвии и плоской с большими симметричными вырезами. Последние, позволяют более полное измельчение растительных остатков люцерны и соломы после уборки пшеницы.

Рабочий орган должен быть выбран с условием, что при междурядной обработке корневая система не будет поражена. Поэтому предлагается равномерное размещение 3-х дисков в блоке, образующих единый рабочий орган. При помощи втулок и шайб дисковые ножи располагают на расстоянии 150мм один от другого. При движении машины по полю дисковые ножи блока 4 разрезают почву в вертикальной плоскости, таким образом, разрезая и измельчая растительные и пожнивные остатки или вдавливая их в почву.

Рабочая глубина спроектированной машины регулируется подниманием или опусканием опорных колес 3 при помощи регулировочного болта устройства 6 для регулирования глубины. Рабочая ширина дискового культиватора равна 5,6м, а рабочая скорость - до 6км/ч (1,67м/с). Агрегируется культиватор с тракторами класса 6-14кН, рабочая глубина роторов с дисковыми ножами 20-140мм.

Выводы.

1. Для овощных культур возделываемых рассадным способом в открытом грунте необходимо спланировать и начинать обработку почвы за несколько лет до намечаемого посева.

2. Теоретически обоснованно целесообразность использования технологии совместного посева люцерны и пшеницы с целью создания хороших условий для выращивания овощей при высокой рентабельности производства.

3. Выполнение междурядной обработки в посевах люцерны предлагается использование спроектированного дискового культиватора.

### Список литературы

1. Баздырев Г.И., Лошаков В.Г., Пупонин А.И. и др. Земледелие: (Учебник для вузов) Москва, Колос – 2000. 550 с.
2. Зеленский Н.А. Авдеенко А.П. Бинарные посева люцерны и озимых зерновых культур. Земледелие - М.: 2007. - №5. с. 15-17.
3. Зеленский Н.А., Зеленская Г.М., Авдеенко А.П. Совместные посева озимой пшеницы с люцерной - будущее растениеводства. Общество с ограниченной ответственностью "Издательский Дом" Академия Естествознания", Фундаментальные исследования, 2006 - №5. стр. 53-56.

## **ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С ИДЕНТИФИКАЦИЕЙ СОСТОЯНИЯ БИООБЪЕКТОВ ДИАГНОСТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ**

**Л.В. Рыбакова, доц.**

*Кировоградский национальный технический университет*

Охрана здоровья человека, обеспечение человечества качественным продовольствием – одни из основных проблем современного этапа развития общества. Это определяет значительный интерес к идентификации состояния биообъектов, в частности сельскохозяйственных животных.

Цель научной разработки и задачи исследования. Главной целью данной работы является теоретическое и практическое решение проблемы распознавания отклонений в состоянии биообъектов, разработка метода и средств определения существенных врожденных свойств биообъектов для диагностики зарождающихся заболеваний.

Объект исследования – сельскохозяйственные животные, находящиеся в технологическом процессе.

Предмет исследования. Разработка и создание программно-алгоритмических средств для идентификации состояния биообъекта диагностическими методами.

Вокруг любого биологического объекта в процессе его жизнедеятельности возникает сложная картина физических полей. Их распределение в пространстве и изменение во времени несут важную биологическую информацию, которую можно использовать, в частности, в целях как медицинской так и ветеринарной диагностики.

Следует подчеркнуть, что нас интересуют не сами по себе электромагнитные излучения биологических объектов, а возможность переноса по этим каналам информации, связанной с работой внутренних органов. Например, инфракрасное излучение промодулировано физиологическими процессами, которые задают распределение и динамику температуры поверхности тела.

Одна из проблем состоит в выборе информативных параметров по их значимости для решения поставленной задачи.

Пусть измеряется  $i$  – показатель системы, а система описывается оператором:

$$A=(a_1, a_2, \dots, a_n)$$

Характеристики могут меняться во времени. Каждая характеристика может изменяться на величину дельта. Обозначим среднее значение  $A_j0$ . Тогда:

$$Y_i = \hat{Y}_i(a_1, a_2, \dots, a_n) + \Delta Y_i,$$

$$\Delta Y_i = \sum_{j=1}^n U_{ij} \cdot \Delta A_j$$

В процессе испытания измеряются параметры  $A_j$  и соответствующее изменение  $Y_i$ . По накопленным результатам методом наименьших квадратов определяются коэффициенты, которые дают минимум функционала.

После определения коэффициента чувствительности, определяются вклад каждой вариации и параметры ранжируются по важности вклада.

Всегда измеряемый параметр имеет ошибки измерения. Кроме того множество параметров не измеряются. Поэтому интерпретация результатов сводится к задаче оценки внутренних параметров  $X$  по результату наблюдения внешних параметров  $Y$ . Для этой задачи применяется теория статистической идентификации.

При диагностике любой системы необходимо оценить не просто внутренний параметр  $X$ , а принадлежность параметра определенной области  $S_i$ .  $S_0$  – нормальное состояние,  $S_1$  –

система имеет незначительное отклонение от нормы, S2 – система имеет существенные отклонения. При этом сумма вероятности всех состояний равна 1.

По выходным параметрам Y

Определить наиболее вероятное состояние S.

$$\ddot{Y} = (\ddot{Y}_1, \ddot{Y}_2, \dots, \ddot{Y}_n)$$

Решение:

$$Y \rightarrow B_1, B_2, \dots, B_n$$
$$B_i \rightarrow S_j$$

При случайном законе распределения Y, с условной плотностью распределения: P(Y/S<sub>j</sub>) имеется ошибки неправильной классификации (ошибки первого и второго рода).

Ошибки первого рода – это пропуск цели. Ошибки второго рода – это ложная цель.

Исследуется функционал потерь или рисков.  $\Pi\left(\frac{S_i}{\sigma_j}\right) = \Pi_{ij}$

$\sigma_j$  – решающее правило.

Условная вероятность S<sub>i</sub> каждого состояния использует Байесовский классификатор.

Если вероятности состояний не известны, то они все считаются равновероятными и из Байесовского получается минимаксный критерий. Если не учитывается функция риска  $\Pi_{ij}$ , и вероятность состояния P, то получается критерий максимума апостериорной вероятности.

Практическая значимость работы состоит в том, что применение предлагаемого метода диагностики даст возможность создания многоуровневой системы мониторинга и обслуживания биообъектов - сельскохозяйственных животных, находящихся в рамках технологического процесса, основанной на определении фактического их состояния, своевременном выявлении зарождающегося заболевания или другой патологии и проведении профилактики и лечения только там и именно тогда, где и когда это действительно необходимо.

УДК 631.362.3; 535.016; 535.3

## **ПЕРСПЕКТИВНА ТЕХНОЛОГІЯ ОЧИЩЕННЯ ЗЕРНА ТА НАСІННЯ ВИДИМИМ СВІТЛОМ**

**В.О. Швидя**, канд. техн. наук

*Національний науковий центр*

*«Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»*

Згідно статистичних досліджень, щорічно населення України споживає близько 5,3 млн. т зернових культур. Велика доля зернових культур є в експорті продовольчих товарів. За даними Міністерства аграрної політики та продовольства України об'єм експорту зернових культур в Україні в 2010-2011 роках складав 12,04 т млн. т, в 2012 р. – 15,26 млн. т., в 2013 р. – 32,14 млн. т. У 2014 році відбулось зростання виробництва зерна на 8,3%. Україна входить до числа крупних експортерів зерна, кукурудзи та соняшника. У даний час перед виробниками сільськогосподарської продукції ставиться задача підвищення якості зерна, як товару для реалізації, а також посівного матеріалу, що збільшує врожайність зернових культур, соняшника та кукурудзи.

Споживчі та технологічні властивості зерна та насіння формуються у процесі їх післязбиральної обробки і зберігання. Сучасна технологія очищення зернових та насінневих

сумішей включає попереднє, основне і додаткове очищення на спеціальних машинах. У зерноочисних машинах застосовують різні робочі органи, які працюють, використовуючи різницю у фізико-механічних властивостях компонентів суміші, що сепарується. При цьому важливою проблемою залишається наявність у зерновій та насіннєвій суміші так званих важковідокремлюваних домішок, які не відрізняються від зерна та насіння основної фракції геометричними розмірами, аеродинамічними та іншими властивостями. Їх неможливо відокремити за допомогою решіт, трієрів та повітряного потоку. До таких домішок належать пророщене та недорозвинене насіння і зерно; зерно і насіння ушкоджене шкідниками та хворобами; деякі сміттєві домішки. Тому щоб підвищити якість післязбиральної обробки зерна та насіння необхідно застосування принципово нової технології, яка дозволить виробникові вийти на якісно новий рівень.

Для видалення важковідокремлюваних та інших домішок все ширше починають використовувати принцип швидкісного сканування зерна та насіння видимим світлом та програмної обробки отриманого зображення насіння.

Принцип сепарації зерна та насіння видимим світлом показано на рис. 1. Насіння з завантажувального бункера подається на вібророзподільник, вібрації якого створюються за допомогою віброживильника. Віброживильник регулює подачу насіння до лотка, а також розподіляє насіння рівномірно і в один шар. Завдяки такому розподіленню фотосепаратор здатний сканувати окрему насінину. Далі насіння рівномірно сиплеться по лотку і надходить до зони сканування. У даній зоні насінина освітлюється світлом ламп підсвічування з двох сторін. Світло випромінене лампами підсвічування, взаємодіючи з поверхнею насінини, змінює свої характеристики і фіксується двома високочутливими CCD камерами. Дані отримані з камер перетворюється на цифровий сигнал. Складові цифрового сигналу залежать від густини насінини, її кольору, розміру, стану її поверхні. Завдяки чому, порівняльний пристрій може проводити порівняльний аналіз отриманого цифрового сигналу з заданими наперед параметрами сепарації. Якщо цифровий сигнал не відповідає налаштованим критеріям, порівняльний пристрій подає команду пневмоексектору. Після проходження

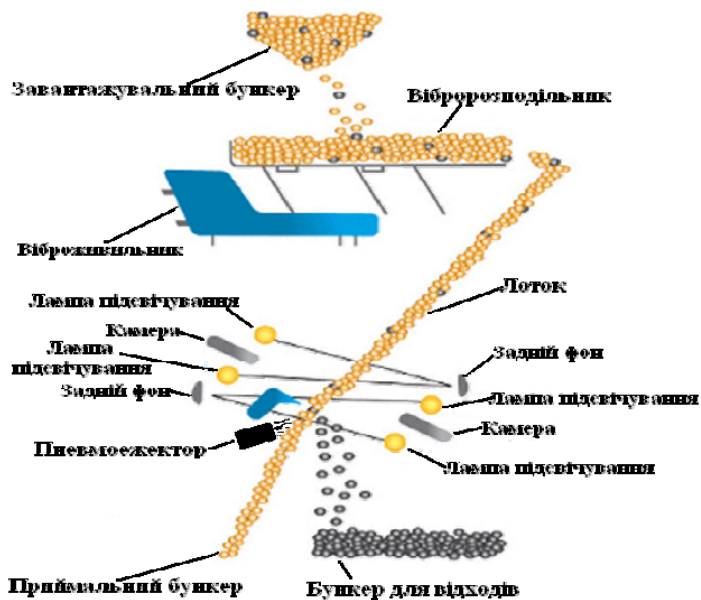


Рисунок – 1. Функціональна схема роботи фотосепаратора

зони сканування некондиційне насіння потрапляє під повітряний струмінь, створений пневмоексектором, та відкидається у бункер для відходів. Кондиційне ж насіння продовжує свій шлях і скидається у приймальний бункер.

Описана вище технологія сепарації зерна та насіння має ряд переваг: можливість досягнення високого рівня ефективності очищення (до 99,9%); високі експлуатаційні характеристики та універсальність (можливе швидке переналаштування на іншу культуру, можливість очищати від будь-яких домішок, можливість калібрування та сепарації за

сортними ознаками, високий рівень автоматизації); високі ергономічні показники (низький рівень шуму); Даний тип машин дозволяє замінити декілька машин, що з'єднуються у насіннеочисну поточну лінію.

Поряд з тим є і недоліки, які заважають широкому застосуванню — висока вартість фотосепаратора та низька продуктивність, що унеможливує застосування у високопродуктивних лініях по очистці продовольчого зерна.

Таким чином, розглянута перспективна технологія очищення зерна та насіння видимим світлом має широкі перспективи застосування і дозволяє підвищити технологічну ефективність майже до 100% і зменшити кількість машин, що застосовуються у післязбиральній обробці. Подальші наукові дослідження по усуненню недоліків фотосепарації дозволить післязбиральній обробці зерна та насіння вийти на якісно новий рівень якості.

УДК 631.362.3

## ***ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ АЕРОДИНАМІЧНОГО РОЗДІЛЕННЯ ЗЕРНОВИХ МАТЕРІАЛІВ***

**С.П. Степаненко**, *с.н.с., канд. техн. наук*

*Національний науковий центр*

*«Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»*

Для переробки зернових потоків, що надходять з посівних площ господарства використовують пересувні зерноочисні машини, які виконують попереднє та основне очищення. В основному це пересувні плоскорешітні машини продуктивністю від 10 т/год до 30 т/год. До недоліків їх роботи слід віднести виділення зернового пилу та легких домішок у робочий простір навколо машини, що ускладнює її експлуатацію і погіршує ергономічні показники. Тому пошук нових технічних рішень з утилізації зернового пилу та легких домішок на пересувних плоскорешітних машинах є актуальною задачею.

З метою покращення ефекту очищення від легких домішок та їх розділення на плоских решетах в ННЦ "ІМЕСГ" було створено аспіраційну камеру, загальний вигляд якої показано на рис. 1.

Вона представляє собою конструкцію, яка складається з корпусу, бункера, скатних полок, напрямних каналів, осадної камери, обичайок, збиральних полок, вентилятора, шнека і вихідних каналів. Камера встановлювалась над решітними станами експериментального зразка плоскорешітного сепаратора.

Технологічний процес роботи машини виконувався наступним чином. Зернова суміш самопливом з бункера подавалась на скатні дошки. Скочуючись вниз по полці, зерно з легкими домішками попадає в похилий повітряний потік, створений вентилятором. Зерно за рахунок своєї ваги і малого коефіцієнту аеродинамічного опору падає вниз на подальшу очистку решетами, а легкі домішки, захоплені повітряним потоком, внаслідок більшого коефіцієнту аеродинамічного опору подаються по напрямному каналу в осадну камеру.

Для перевірки роботи аспіраційної камери був проведений однофакторний експеримент на предмет впливу продуктивності плоскорешітного сепаратора  $q$  на ефективність очищення  $E$ , % та осадження  $E_k$ , % легких домішок.

Ефективність очищення  $E$ , рахували за формулою:

$$E = \frac{m_1 + m_2 - m_3}{m \cdot q}, \quad (1)$$





Рисунок – 1. Загальний вид модернізованої аспіраційної камери плоскорешітного сепаратора  
Ефективність осадження легких домішок  $E_k$ , рахували за формулою:

$$E_k = \frac{m_1}{m_1 + m_2}. \quad (2)$$

Отримані експериментальні дані апроксимували поліномом другого степеня.

Графік показує, що з підвищенням продуктивності  $q$  ефективність пневмосепарації знижується, що пояснюється погіршенням умов виділення легких домішок. Максимальної ефективності сепарації 72 % можна досягти при мінімальних значеннях продуктивності.

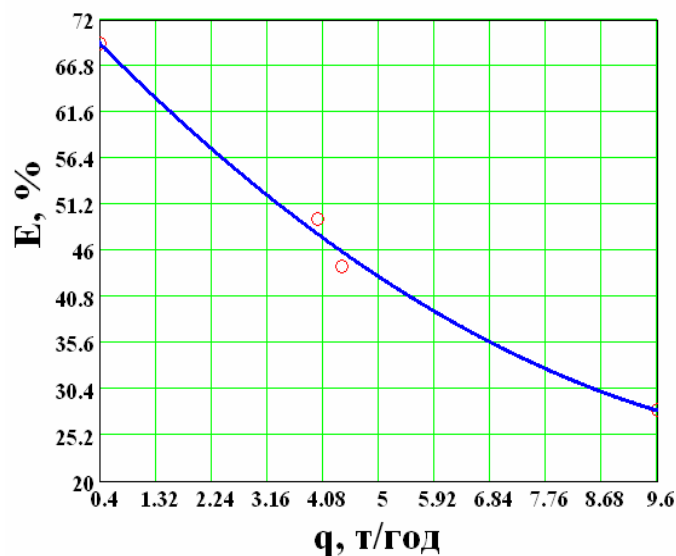


Рисунок – 2. Залежність технологічної ефективності пневмосепарації  $E$ , % модернізованої аспіраційної камери від продуктивності сепаратора  $q$ .

Зменшення концентрації легких домішок поліпшує умови осадження, але при збільшенні концентрації легких домішок у потоці повітря підвищується швидкість повітряного потоку між частками і як наслідок зниження швидкості повітряного потоку на повороті в деяких зонах виявляється недостатнім.

В результаті проведених експериментальних досліджень отримано рівняння регресії ефективності очищення і ефективності осадження легких домішок удосконаленою аспіраційною камерою і їх графічна інтерпретація. Встановлено, що максимальну ефективність очищення можна досягти при мінімальних значеннях продуктивності і максимальну ефективність осадження легких домішок 76,3% при продуктивності 3,95 т/год.



## **ТЕХНІЧНІ І ПРАВОВІ УМОВИ ПРИ ПРИДБАННІ ЗАСОБІВ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ І РОЗДАВАННЯ КОРМІВ**

**А.В. Новицький**, доц., канд. техн. наук;

**В.Н. Большаков**, доц., канд. юр. наук

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Для придбання в процесі закупівлі ефективної сільськогосподарської техніки (включаючи засоби для приготування і роздавання кормів - ЗПРК), необхідне створення комплексу технічних і юридичних умов щодо придбання даної продукції. Цей комплекс умов необхідно розробляти на основі результатів моніторингу відкритих джерел інформації за тими зразками сільськогосподарської техніки, яку планується закуповувати.

Важливість проведення моніторингу в межах правового регулювання пояснюється наступним. Згідно з результатами системного аналізу зарубіжних інформаційних джерел встановлено, що держави, які своєчасно зрозуміли важливість конкурентного моніторингу (конкурентний аналіз, інформаційне забезпечення бізнесу, бізнес-інтелект) в умовах науково-технічного прогресу і поставили її на службу своїм національним інтересам вже отримують значні дивіденди від цієї розумної політики. Причому, необхідно відмітити, що такі економічно розвинені країни, як Великобританія, Німеччина, Швеція і світові могутні економічні лідери США і Японія високо цінують фахівців моніторингу, яких вважають невід'ємною передумовою комерційного успіху.

Необхідність розробки комплексу технічних і юридичних умов при придбанні ЗПРК обумовлена кількома причинами. По-перше, необхідно дотримуватись вимог Закону України «Про захист прав покупців сільськогосподарських машин» (*Відомості Верховної Ради України (ВВР)*, 2003, N 38, с.315) з боку підприємств-виробників машин та підприємств, які надають послуги з технічного сервісу, технічного обслуговування і ремонту. По-друге, природнім бажанням споживачів ЗПРК є необхідність підвищити їх експлуатаційну надійність.

Згідно Закону України «Про захист прав покупців сільськогосподарських машин», виробник несе повну відповідальність перед споживачем за якість виробленої продукції на всіх етапах її життєвого циклу, що викликає необхідність розробити документацію на її ефективну експлуатацію, в тому числі, з метою підвищення її конкурентоздатності. Виробники, продавці, виконавці зобов'язані своєчасно надавати покупцям машин необхідну й достовірну інформацію про машини, роботи, послуги, в обсязі згідно із статтею 7 цього Закону. Необхідно відмітити, що виробники розробляють і забезпечують покупців нормативно-технічною документацією відповідно до законодавства.

З точки зору споживачів, підвищення експлуатаційної надійності ЗПРК за рахунок раціонально організованої системи технічного обслуговування і ремонту (СТОР) та системи технічного сервісу (СТС) є одним із найважливіших шляхів підвищення ефективності тваринництва та дозволяє суттєво знизити збитки від простоїв техніки. Із ускладненням ЗПРК, підвищенням рівня їх механізації та автоматизації, підвищується їх вартість, а відповідно і збитки від простоїв з технічних причин. Вказані властивості належать системам ЗПРК, як важливим складовим технологічних ліній приготування і роздавання кормів. Для таких систем, відмова будь-якого елемента призводить до відмови системи в цілому. При цьому, підприємство крім затрат на позаплановий ремонт, який передбачає витрати на придбання запасних частин та заробітну плату для ремонтних працівників, передбачає витрати від підвищення собівартості продукції.

Згідно розглянутого Закону України, пред'явлені покупцем вимоги щодо недоліків ЗПРК повинні бути усунуті не більше ніж через 5 год. За кожний день затримки усунення

недоліків в роботі та відмов понад установлені терміни покупцям машин виплачується неустойка в розмірі вартості машино-дня роботи машини. Крім того, Закон передбачає використання методики, встановленої Кабінетом Міністрів України, для обчислення розміру вартості машино-дня та збитків.

Виходячи з цього, гостро стоїть проблема зменшення збитків від простоїв ЗПРК. Їх можна знизити за рахунок формування та оптимізації науково - обґрунтованої СТОР і СТС, включаючи моделі управління технічним станом машин та моделі довговічності робочих органів машин, логіко-імітаційні моделі формування відмов машин.

Як правило, єдиного оптимального періоду для проведення ТОР ЗПРК не існує, але такі періоди можна визначити для окремих елементів вказаних машин, які мають зростаючу функцію інтенсивності відмов. При цьому, для деталей зі зростаючими інтенсивностями відмов повинна призначатись оптимальна періодичність проведення ремонтно-профілактичних робіт.

Система обслуговування ЗПРК повинна бути централізованою ієрархічною системою і включати наступні рівні: фірми – виготовлювачі машин; регіональні представники фірм – виготовлювачів; сервісні центри з технічного обслуговування і ремонту обладнання фірм – виготовлювачів; фірми споживачі обладнання.

УДК 674.047.3

## ***ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СУШКИ ДЕРЕВИНИ НВЧ СПОСОБОМ, ЯК ОБ'ЄКТУ АВТОМАТИЗАЦІЇ***

*Д.І. Кульчицький, студент;*

*І.І. Єніна, доц., канд. техн. наук*

*Кіровоградський національний технічний університет*

В наш час актуальним є питання розробки та застосування ресурсозберігаючих та екологічно чистих технологій в деревообробній промисловості для термічної обробки матеріалів. Застосовуються різноманітні способи сушки, що відрізняються використовуваним обладнанням і особливостями передачі матеріалу тепла, необхідного для випаровування вологи.

Найбільш енергозберігаючим та перспективним методом в технології сушіння пиломатеріалів є НВЧ – сушка в резонансних камерах середнього та малого об'єму періодичної дії. При НВЧ-спосіб сушіння деревини застосовується використання енергії електромагнітного поля надвисоких частот (300МГц-30ГГц) в якості головного нагрівного агенту. Це хвилі міліметрово-дециметрового діапазонів. Будучи вологим матеріалом деревина має дуже високу поглинаючу спроможність НВЧ-випромінювання, що обумовлюється високим поглинанням водою енергії електромагнітного поля в НВЧ-діапазоні. Коефіцієнт діелектричних витрат води в сантиметровому діапазоні досягає 41, а деревини – 16.

Двома головними вимогами виробництва пиломатеріалів є: скорочення часу сушки та витримки матеріалів, а також постійний контроль за якістю кінцевого продукту.

НВЧ-енергія розглядається в якості регулюємого джерела тепла, що використовується як самостійно, так і в сукупності з традиційними методами сушки. о 90% і навіть більшу частоту генеруємої НВЧ-енергії, можливо перетворити у тепло лише у вологій частині деревини при низькому загальному вмісті вологи, що є наслідком процесів самообмеження і саморегуляції. Інші переваги полягають в тому, що частота системи залишається постійною для будь-яких навантажень і що ширина матеріалу суттєво не обмежується. При сушінні матеріалів, швидкість, з якою волога, що знаходиться в середині матеріалу, ефективно

переноситься до поверхні визначає термін сушки. В більшості випадків, необхідно зробити цю швидкість відповідною до швидкості, з якою волога видаляється з поверхні. При цій умові не відбувається пошкодження структури матеріалу. Регуляція випаровування з поверхні сама по собі не являє проблеми, однак глибокий ефективний нагрів, потрібний для того, щоб викликати необхідну зміну тиску пари в матеріалі, породжує необхідність вирішення цілого ряду задач в різних областях промисловості.

Швидке видалення вологи з поверхні приводить до напружень, які можуть викликати структурні пошкодження на великих площах. В діапазоні частот (30-300МГц) можливий значно якісніший контроль за нагрівом вологих матеріалів, а конструювання електродних систем полегшується із збільшенням частоти. Частота, яка найбільше підходить для нагріву вологого матеріалу, повинна вибиратися із компромісу між поглинанням потужності і глибиною її проникнення. Ефекти в м'яких породах деревини, так же як і в багатьох інших матеріалах, є складними функціями вмісту вологи, температури та структури. В діапазоні 0,3-10ГГц поглинення потужності критичне не тільки до вологості, але ще більше, до температури в даній частині матеріалу, що дає можливість повністю регулювати бажану глибину проникнення.

Особливістю установок НВЧ є співвимірюваність геометричних розмірів коливальних систем з довжиною хвилі використовуємих коливальних.

Коливальна система автогенератора об'єднана з генераторною ланкою в єдиний вакуумований блок. Нагрів в електромагнітному полі НВЧ-частот реалізується електромагнітним променем у волноводі, або об'ємному резонаторі. При нагріві променем об'єкт, що нагрівається, знаходиться безпосередньо в зоні дії антени – випромінювача. Нагрів в волноводі здійснюється бігучою хвилею і застосовується при термообробці стрічок та жгутів, в об'ємних резонаторах нагріваються предмети будь-якої форми. В установках НВЧ для нагріву діелектриків напруженість електричного поля менше, ніж в установках метрових хвиль, а це зменшує небезпеку електричного пробоя.

Джерелом НВЧ електромагнітних коливальних в електротермічних установках є як правило магнетрони неперервного генерування, але можливе застосування НВЧ-транзисторних систем. Магнетрон являє собою діод, що знаходиться в постійному магнітному полі. Анод діода виконаний у вигляді циліндричної резонаторної коливальної системи, в центрі якої знаходиться катод. Під дією перехрещених полів (електричного та магнітного) в просторі між анодом та катодом, виникає обертаючий електронний потік, що збуджує резонаторну коливальну систему анода. З коливальною системою зв'язаний вивід енергії магнетрону, що під'єднаний до навантаження.

Найоптимальніша частота для промислових НВЧ-сушильних камер дорівнює 2,4ГГц (2450МГц). Вона забезпечує високий темп нагріву, достатню глибину проникнення НВЧ-поля в деревину і відповідно рівномірний нагрів деревини у всьому об'ємі, практично для усіх типорозмірів пиломатеріалів.

Потужність вибирають виходячи із бажаної швидкості нагріву (і допустимої швидкості нагріву) матеріалу, бажаних розмірів камери, загальної установленної потужності та вартості самої НВЧ-сушки загалом. Потужність НВЧ печі, що споживається від мережі, визначається коливальною потужністю в НВЧ-камері та ККД магнетрону. При загальному ККД магнетрона ~ 50-55%, ККД печі в цілому складає 40-50%. Таким чином при розрахунках встановленої потужності треба давати поправку на ККД камери.

Потужність та виробнича спроможність активного елементу цієї системи (вентилятора) підбирається у відповідності до розмірів камери та % її максимального навантаження. Розміщується така система над робочою камерою, щоб зменшити перепад температур повітря у камері та того, що подається, а ще забезпечити екранування виконуючого механізму від руйнуючої дії НВЧ-випромінювання.

Автоматизоване керування процесом сушки повинне забезпечити максимальну виробничу спроможність лісосушильного обладнання та максимальну економічність процесу

при збереженні заданої якості висушуємої деревини (вологість, сорт та інше) критерії якості матеріалу повинні обумовлювати найкращий режим сушки.

Проблема генерації НВЧ-хвиль вирішується підбором промислових магнетронів відповідної частоти та вихідної потужності.

У системі керування з метою виявлення більших можливостей для подальшого розвитку можливо передбачити зв'язок мікроЕОМ з ПК у вигляді послідовного порту. У перспективі, таким чином, велика ЕОМ, що під'єднана до кількох таких систем керування може контролювати їх стан, керувати операціями завантаження – вивантаження матеріалу, або ж керувати великим технологічним процесом, який має в собі процес сушки, як складову частину. Окрім цього цю систему, з невеликими змінами, можна застосовувати в печі на 2 і 3 магнетрони.

УДК 691.618.93

## ***АНАЛІЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВСПІНЕННЯ І ПОРИЗАЦІЇ СКЛОМАСИ***

**В.П. Коренюк**, *магістрант*;

**І.І. Єніна**, *доц., канд. техн. наук*

*Кіровоградський національний технічний університет*

Фізико-хімічні основи порошкового способу виробництва піноскла, полягають у досягненні відповідності між температурою переходу скла в поропластичний стан і початку газоутворення.

Технологія виробів з комірчастого скла, заснована на порошковому способі, передбачає готування тонкодисперсної шихти, що складається з порошкового скла і газоутворювача, спікання шихти з одночасною її поризацією, закріплення отриманої пористої структури і зняття температурних напруг, які протікають у масиві виробу при зміні температури. Тонка диспергація шихти ( $S_y=4000\text{...}5500\text{ см}^2/\text{г}$ ) визначає якість пористої структури, що впливає на тривалість спікання і газоутворення.

Найбільш відповідальним технологічним процесом є вспінання і поризація матеріалу. В цей час протікає ряд фізичних і фізико-хімічних процесів, які потребують сполучення найважливіших факторів, що визначають задану спрямованість структуроутворення. При температурі інтенсивного газоутворення скломаса повинна характеризуватися достатньою в'язкістю, що забезпечує нерозривність плівок пористих перегородок і низьким поверхневим натягом, забезпечується температурою початку активного газовиділення і хімічним складом скломаси, який визначає зміну її реологічних властивостей при нагріванні. Основні фактори, які впливають на стійкість процесу вспінання скломаси, у своєму кількісному виразі повинні знаходитися приблизно в наступних межах: в'язкість скломаси при температурі її вспінання ( $800\text{...}930^\circ\text{C}$ ); поверхневий натяг повинен бути близьким до значення  $3,5\text{...}0,001\text{ Н/м}$ , з підвищенням температури повинна нарости напруга температури на  $50\text{...}70^\circ\text{C}$  вище температури розм'якшення скла.

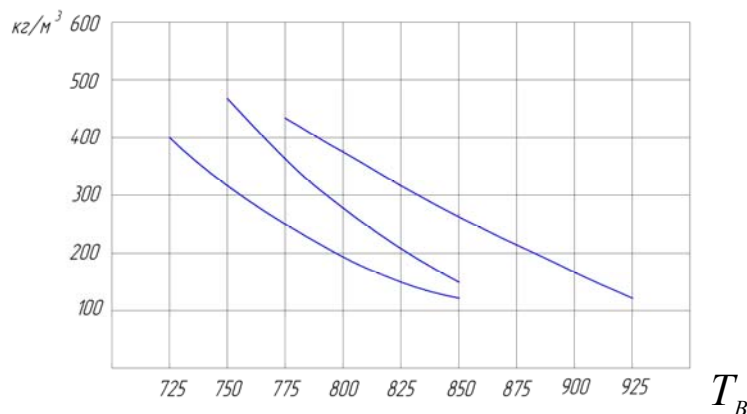
Сутність порошкового способу: шихту із молотого скла і газоутворювача (0,5-3% від маси скла) засипають у форми, нагрівають до вспінання і охолоджують. При нагріванні частинки скла розм'якшуються ( $t=600^\circ\text{C}$ ). В'язкість в цей період велика. При подальшому нагріванні починається розкладання газоутворювачів, а в'язкість знижується. Гази, які виділяються, утворюють пори в скломасі, діаметр яких поступово зростає, а об'єм збільшується. По досягненні масою визначеного об'єму, температуру в печі знижують, щоб припинити розкладання газоутворювача і закріпити отриманий об'єм і структуру.

Можливість вспінення скломаси визначається сукупністю наступних хімічних факторів: високою в'язкістю, низьким поверхневим натягом і достатньо великим тиском газової фази.

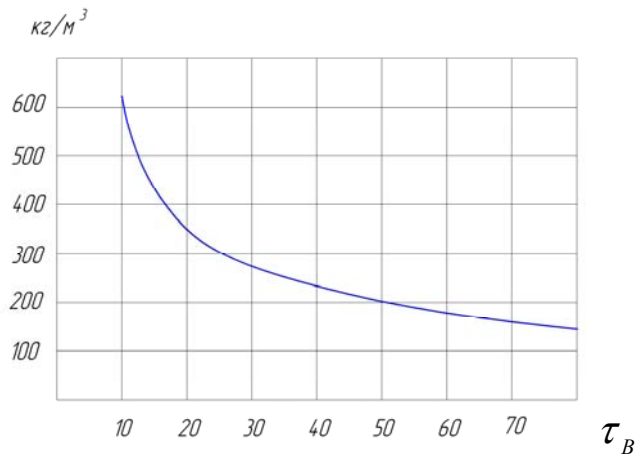
Технологічні фактори, які впливають на структуру і властивості: тонкість помолу скла, кількість газоутворювача, температура і тривалість вспінення.

Вплив температури відбувається наступним чином: чим вища температура спікання, тим менша об'ємна маса; це відбувається внаслідок зниження в'язкості і більш швидкого розложення газоутворювача. Збільшення температури доцільно до визначеної межі, вище якої в'язкість зменшується настільки, що стінки комірок прориваються і утворюються великі пустоти. Чим триваліший процес вспінення при одній і тій же температурі, тим менша об'ємна маса піноскла, внаслідок утворення великої кількості газової фази. Збільшуючи тривалість спікання при відносно низьких температурах, можливо отримати такіж результати, що й при короткочасному спіканні, але при більш високих температурах.

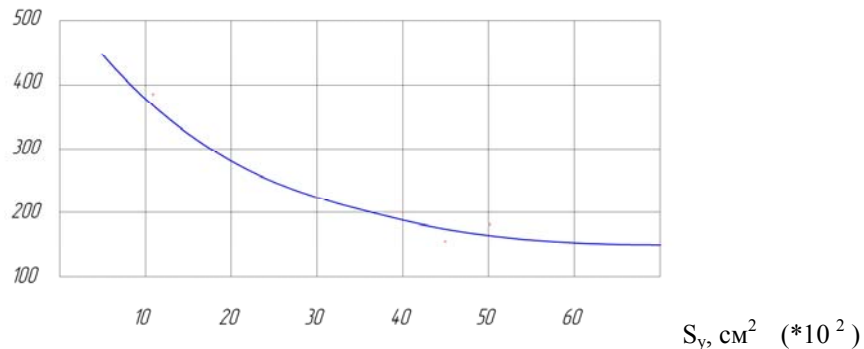
а)  $\rho_0$  кг/м<sup>3</sup>



б)  $\rho_0$  кг/м<sup>3</sup>



в)  $\rho_0$  кг/м<sup>3</sup>



а) від температури вспінення  $T_B$  при різних газоутворювачах: 1-антрацит, 2-сажа, 3- кокс;

б) від тривалості вспінення  $\tau_B$ ;

в) від питомої поверхні  $S_y$  шихти.

Рисунок 1. Графіки залежностей об'ємної маси піноскла

Основні вимоги до газоутворювачів, визначають наступні: температура виділення газу повинна бути на 50—70<sup>0</sup>С вище температури розм'якшення скляного порошку; рівномірне виділення газу в кількості, що забезпечує потрібний тиск; недефіцитність і невисока вартість. Таким умовам відповідають: вуглецеві речовини— антрацит, кокс, напівкокс, лампова сажа; карбонати — вапняк, мармур, крейда; карбіди кальцію і кремнію, піролюзит; селітра.

Графічна залежність, яка приведена на рисунку 1 реалізує залежність об'ємної маси піноскла від фізичних величин, які приведені на графіках.

В залежності від технології виробництва піноскла має відкриту або закриту пористість. Пористість різних видів піноскла коливається від 80 до 95%, розміри пор можуть бути від 0,1 до 5 мм, піноскло випускають у виді плит (блоків) розмірами (мм): довжина — 200...500; ширина — 280...500; товщина — 80, 100, 120.

Аналіз даних, що для одержання піноскла пропонується широкий спектр скла різного хімічного складу. Зміст основних компонентів коливається: Si<sub>2</sub> — 45-75%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 1-20%; CaMg — 5-30%; Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O — 5-18%.

УДК 620.179:631

## **АНАЛІЗ НАДІЙНОСТІ ГІДРОМЕХАНІЧНИХ ПЕРЕДАЧ ТРАКТОРІВ**

**І.С. Харьковський, канд. техн. наук;**

**А.А. Засулько, асист.**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

В умовах експлуатації сільськогосподарської техніки, і особливо таких тракторів, як Т-150К та К-701 однією з найважливіших є задача підвищення надійності роботи трансмісії, зокрема коробок передач. Близько 44% відмов агрегатів трактора Т-150К та 55% відмов агрегатів трактора К-701 припадає на трансмісію, основною підсистемою якої є коробка передач. В результаті досліджень експлуатаційної надійності тракторів «Кіровоць» встановлено, що на коробки передач припадає 17,9% відсотків від сумарної їх кількості.

Частка експлуатаційних відмов по гідромеханічних передачах (ГМП) досягає 25-29% від загальної кількості відмов, а час простою при поточному ремонті ГМП досягає 25-30% від загального часу простою в поточному ремонті. Найбільша кількість відмов по самій ГМП припадає на деталі фрикціону (до 44%). Проведений аналіз показує, що на відмови гідравлічної системи коробки передач припадає 20,39%. Своєчасні і доцільні за обсягом технічні впливи, які спрямовані на підтримку фрикціонів ГМП в технічно справному стані, можливі тільки при наявності об'єктивної діагностичної інформації.

Перераховані факти свідчать про необхідність контролю технічного стану вузлів і сполучень у нових коробок передач після їх складання, здійснення післяремонтного контролю, а також проведення операцій діагностування в умовах експлуатації. Часті проведення операцій розбирання-складання вузлів з метою огляду і заміни окремих деталей негативно позначається на їх довговічності, оскільки при їх виконанні можуть виникнути пошкодження посадочних поверхонь, порушитися взаємне розміщення окремих деталей. Вказані несправності деталей впливають на їх припрацювання. Останнім часом велика увага приділяється методам діагностування вузлів трансмісій, які забезпечують контроль їх працездатності без розбирання.

Для проведення контролю вузлів і сполучень коробок передач в умовах експлуатації в даний час існують різні засоби діагностування. Майже всі вони засновані на прямих методах вимірювання структурних параметрів, потребують розбирання коробки передач. Існуючі методи і засоби не дозволяють автоматизувати процес діагностування. Основні недоліки

існуючих методів і засобів діагностування - їх висока трудомісткість і проведення діагностики тільки загального технічного стану коробки передач.

За способом методи діагностування можна розділити на інтегральне, або методи, що забезпечують визначення узагальнених параметрів технічного стану агрегатів і вузлів машини, і на диференціальне, яке забезпечують визначення параметрів, що характеризують окремі деталі агрегату або вузла, який діагностується.

Переважно виявляються диференційні методи, які дозволяють виявити найбільш слабку деталь, пару або вузол. Розробка методу функціонального діагностування ГМП дозволяє визначати технічний стан їх фрикційних муфт.

Для тракторів К-701, наприклад, характерні наступні дефекти: викривлення і короблення дисків тертя, знос і задири робочих поверхонь дисків тертя, натискного диска і опорної поверхні ведучого барабана. Всі дефекти фрикційних дисків можна розподілити на наступні види: дефекти поверхні тертя, дефекти форми; дефекти шліцевої частини; аварійні дефекти. Необхідно відмітити, дефекти шліцевої частини характерні для ведених дисків. Це, перш за все знос по товщині, сколи і тріщини дисків. Схоплення і задири характерні для ведучих і ведених дисків, близько 40-43% - для ведучих і 27 – 30% - для ведених дисків.

Аналізуючи характерні дефекти можна стверджувати, що причиною викривлення і усадження фрикційних дисків є збільшення періоду буксування і багаторазове перегрівання. Усадження дисків тертя досягає 3,0 - 3,8 мм, а характерне викривлення - тарілчасті.

УДК 631.33.024, 635-133

## ***СОШНИК ДЛЯ ВИСІВУ НАСІННЯ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР ПРОСАПНОЮ СІВАЛКОЮ***

*Д.С. Єннер, студент,  
С.М. Мороз, доц., канд. техн. наук  
Кіровоградський національний технічний університет*

Значна частина площ вирощування сільськогосподарських культур відведена під посіви зернових та технічних культур. Поряд з тим, після тривалого спаду, з кожним роком збільшуються площі для вирощування овочевих культур. Це не тільки збільшує частку вітчизняної овочевої продукції, але дозволяє їй конкурувати на ринку України з іноземними товарами.

Одним із способів садіння овочевих культур є посів їх насіння. Багато років для цього використовувалися спеціалізовані машини – овочеві сівалки з механічними або пневмо–механічними висівними апаратами. В них використовувалися дводискові, килевидні та полозовидні сошники. Оскільки насіння овочевих культур значно відрізняється за розмірами то й висівається воно на різну глибину [1–3].

Для висіву насіння на малу глибину в сівалках СКОН–4,2, СО–4,2, СОШ–2,8 передбачено встановлення реборд на диски сошників, які обмежують їх проникнення у верхній шар ґрунту [1, 3].

В універсальних овочевих сівалках СУПО-6А та СУПО–9А використовуються полозовидні сошники [1, 3]. Для встановлення глибини загортання висіяного насіння використовується багатоланкова система, до складу якої входять копіюючий та прикочуючий котки. Зміною положення останнього у вертикальній площині встановлюють глибину ходу сошника в ґрунті.

Недолік роботи сошників цих сівалок полягає в конструкції самого сошника, який не може забезпечити загортання насіння овочевих культур на малі глибини – до 3 см. Борозну

утворюють полоз сошника, який для забезпечення його довговічності виготовляється з чавуну шляхом виливання у форми.

Усунути цей недолік можна шляхом зменшення товщини полоза. Задля цього необхідно змінити матеріал та спосіб виготовлення полоза.

Саме таке конструктивне рішення використане в конструкції полозкового сошника зернової сівалки (рис. 1) [4].

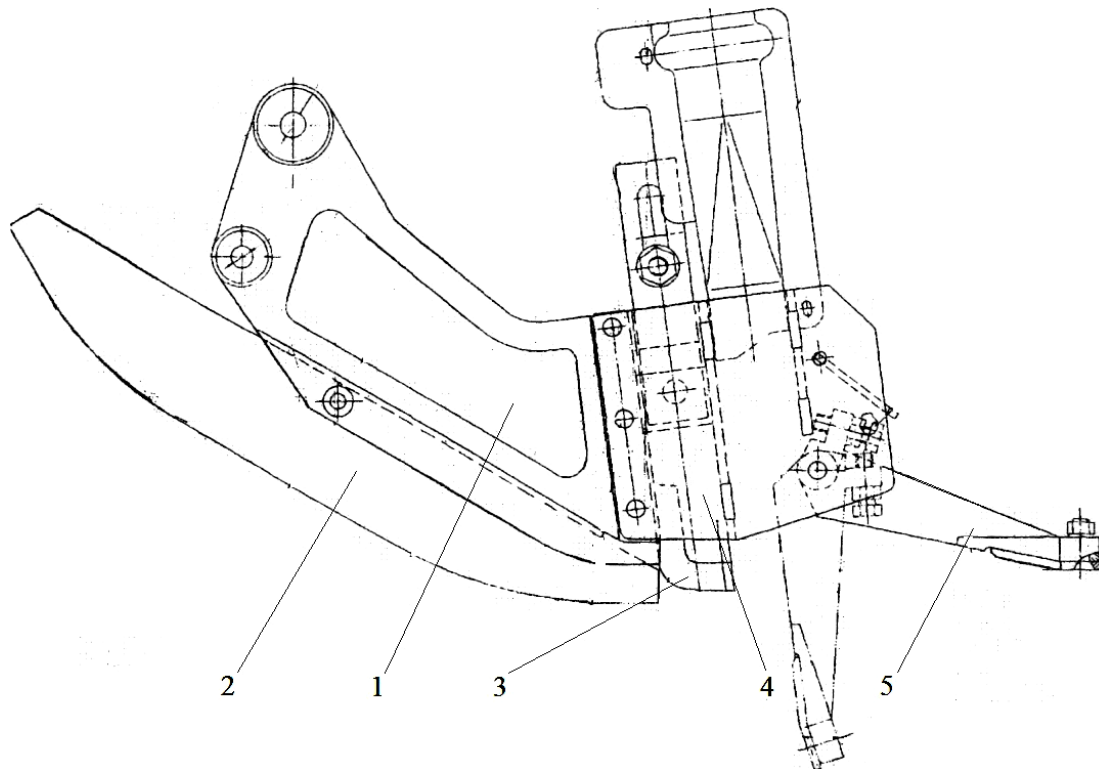


Рисунок – 1. Полозковий сошник

1 – корпус; 2 – полозковий ніж; 3 – борозноформуюча п'ятка; 4 – насіннеспрямуюча коробка; 5 – ущільнююча п'ятка

Для формування борозни в ньому використовуються полозковий ніж та формуюча п'ятка. Ніж розрізає шар ґрунту у вертикальній площині на більшу глибину ніж встановлена п'ятка, що дозволяє забезпечити підведення вологи з нижніх горизонтів до насіння та забезпечується повітряний баланс в самому ґрунті.

Обидва елементи сошника виконані з'ємними і після зношення їх можна швидко замінити новими. Таке рішення дозволяє значно зменшити фінансові витрати як виробника машини, так і виробника сільськогосподарської продукції.

Встановлення такого сошника на будь-яку універсальну сівалку дозволить висівати як просапні культури так і овочеві, що значно зменшить витрати селянських господарств на купівлю посівних машин і розширить сферу їх застосування. Крім того збільшиться річне навантаження сівалок, що зменшить їх час окупності.

### Список літератури

1. Чичкин В.П. Овощные сеялки комбинированные агрегаты. – Кишенев: Штиинца, 1984. – 392 с.
2. Барабаш О.Ю., Семенчук П.С. Довідник овочівника. – 2-е вид., доповн., переробл. – Львів: Каменяр, 1985. – 208 с.
3. Сисолін П.В., Сало В.М., В.М. Кропівний. Сільськогосподарські машини/ Теоретичні основи, конструкція, проектування. Книга 1: Машини для рільництва// За ред. М.І. Черновола. – К.: Урожай, 2001. – 382 с.
4. Сисолін П.В. Конструкторські розробки: нових, вітчизняних, універсальних машин для звичайної, стерньової, мульчо-стерньової, екологічно небезпечної, енергозберігаючої технології вирощування сільськогосподарських культур в Україні. – Кіровоград: ПП Лисенко С.В., 2009, – 128 с.



**ДЕЯКІ АСПЕКТИ АДАПТАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЙ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В НЕСТАБІЛЬНИХ КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ****В.І. Ветохин, проф., д-р техн. наук;****В.В. Ванін, проф., д-р техн. наук***Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»*

Кліматичні зміни в останній час супроводжуються зменшенням кількості атмосферних опадів в Україні, підвищенням максимальних денних температур влітку. В таких умовах кардинальне підвищення ефективності та продуктивності сільськогосподарського виробництва має будуватися на більш поглибленому вивченні процесів, що відбуваються в системі «навколишнє середовище – ґрунт – рослина».

В посушливих кліматичних умовах саме волога є критичним ресурсом отримання врожаю. Шляхи отримання вологи: з нижніх шарів ґрунту, опади, конденсаційне накопичення з атмосфери, зрошення. Недостатньо вивченими є процеси отримання ґрунтом вологи в процесі вегетації рослини за рахунок конденсації атмосферної вологи. Вважається доцільним розглянути агротехнологічні операції як націлені на отримання та збереження вологи, та пов'язані з цим процеси в ґрунту.

Існуючі описи змісту ґрунтообробної технологічної операції зводяться до фізико-механічної сторони процесу. Зазвичай, такий опис зводиться до бажаних характеристик агрегатного стану, значень об'ємної маси та щільності. В *механічних процесах* реалізуються фізико-механічні властивості ґрунту та відповідні властивості системи «знаряддя – ґрунт». Однак процеси в системі «навколишнє середовище – ґрунт – рослина» більш адекватно можуть бути описані як *обмінні процеси*. Відповідно, масообмінні та енергообмінні процеси описуються іншими залежностями та показниками, ніж механічні.

Відомо ієрархічне представлення співвідношення властивостей та параметрів стану ґрунту [1]. Виходячи з такого підходу, саме обмінні властивості та кількісні характеристики ґрунту найбільш наближені до процесів формування врожаю. Тому пошук шляхів підвищення ефективності також доцільно проводити, аналізуючи енерго- масо-обмінні властивості та процеси.

Процеси міграції вологи під впливом температурного градієнта та її конденсації в ґрунті активно вивчалися ще з початку минулого сторіччя [2-4]. Так А.Ф. Лебедев значну долю накопиченої ґрунтом вологи відносив на рахунок явища конденсації водяної пари в ґрунті [2]. Д.Н. Ончуков зазначає: «... явление термовлагопроводности (движение влаги под действием температурного градиента), развивающееся при дневном нагревании влажной почвы, когда температурный градиент велик и влага в виде жидкости перемещается в места с более низкой температурой» [4].

Як вважав А.М. Негруль, для умов вирощування винограду на півдні: «Конденсация пара в почве при хорошей ее аэрации способствует накоплению значительного количества влаги (до 40% общего количества)» [5]. Він також підкреслював велике значення аерації (газообміну) ґрунту [5].

За даними Ю.Б. Кирста «... в условиях Сибири при значительном иссушении почв к началу осеннего периода конденсация влаги преобладает над ее конвекцией» [6].

Запропонований М.Р. Мирзоевим спосіб зрошення базується на явищі конденсації пароподібної вологи в кротовинах і галечниково-піщаних підсипках [7].

Згідно способу обробітку ґрунту за патентом RU 2453091: «Для снижения влияния неблагоприятных погодных явлений на урожайность зерновых культур неоднородное строение формируют одновременно с посевом в слое ниже уровня расположения семян

путем создания чередующихся участков, имеющих плотность, благоприятную для растений соответственно при недостатке и избытке осадков» [8].

Вчені Волгоградського регіону, відомого посушливими умовами, вважають: «В современных условиях технология минимальной обработки почвы с *полосным углублением* является самым высокоэффективным, почвозащитным, экологичным и энергосберегающим звеном среди безотвальных технологий возделывания зерновых и других с.-х. культур. По урожайности, *влагонакоплению* и влагосбережению, данная технология эффективнее существующих» [9].

Дослідження, проведені на базі наукових положень А.М. Малієнко та під його керівництвом, дозволили розробити систему «двофазного обробітку ґрунту». Відповідно до такої системи «Спосіб обробки ґрунту при вирощуванні просапних культур» включає розпушування ґрунту на різну глибину в міжряддях у початковий період вегетації рослин, з утворенням великих фракцій ґрунту у верхньому шарі. Розпушення проводиться зі зсувом ґрунту в захисній зоні рядка на глибині, що перевищує довжину кореневої системи культурних рослин [10]. Також запропоновано «Спосіб обробітку ґрунту для накопичення і збереження в ньому вологи» [11]. В обґрунтуванні способу зазначається: «Оскільки основний обробіток не передувє сівбі, а здійснюється після неї, то система тріщин в ґрунті, які утворилися в результаті обробітку, зберігається, а тому й висока водопроникність ґрунту підтримується впродовж усього вегетаційного періоду польових культур» [12].

Як свідчать дані дослідів, запаси продуктивної вологи на момент збирання та врожайність культури при «двофазному обробітку ґрунту» значно перевищує ці показники при традиційному способі обробітку ґрунту [11, 12].

В різних галузях діяльності людини та в природі відомо явище накопичення вологи у внутрішніх шарах матеріалів, конструкцій та порожнинах [13, 14]. Для прояву такого явища необхідно достатнє коливання температури навколишнього середовища, градієнт температури в шарі матеріалу, вологопропускна здатність матеріалу.

Тиск насиченої пари при більшій температурі, тобто над денною поверхнею поля, завжди більше ніж при меншій температурі, у внутрішніх шарах ґрунту. Тобто волога потрапляє у внутрішні шари (порожнини) шару ґрунту за рахунок різниці парціального тиску водяної пари над поверхнею ґрунту та в ґрунті при достатньому доступі повітря у внутрішні шари.

Таким чином, важливо створити достатній перепад між температурою поверхневих шарів ґрунту та температурою більш глибоко розташованих шарів. Відома залежність теплопровідності та теплоємності ґрунту від об'ємної маси та щільності [15]. Ефективність процесу підвищиться при наявності буферної зони між верхнім та нижнім шарами ґрунту у вигляді шару ґрунту меншої об'ємної маси, тим самим меншої теплопровідності.

Слід також врахувати, що відповідність стану ґрунту, що утворюється ґрунтообробно-посівним комплексом, до умов найбільш продуктивної вегетації рослини, носить імовірнісний характер, особливо в нестабільних кліматичних умовах. Також, з загальної теорії систем, відома залежність динамічної стійкості системи від кількості станів, що система та її компоненти можуть займати. Кількість можливих станів системи «навколишнє середовище – ґрунт – рослина» збільшується при неоднорідній структурі шару ґрунту.

Узагальнено, на основі викладеного, вимоги до агротехнологічного процесу обробітку ґрунту можливо сформулювати таким чином. В процесі обробітку ґрунту необхідно утворювати зони/шари ґрунту з різним показниками тепло- та масо- обмінних характеристик, шляхом утворення зон/шарів ґрунту з різними структурно-агрегатним станом та щільністю.

Запропонований підхід, на основі аналізу енерго- масообмінних процесів, властивостей та характеристик ґрунту, дозволяє уточнити вимоги до структурної будови шару ґрунту, також періоду часу з прив'язкою до періоду вегетації рослини, для створення такої структури.

Доцільно, при обробітку ґрунту та сівбі, утворювати штучні нерівномірності структури скиби, що також відповідає умовам підвищення динамічної стійкості складних систем.

### Список літератури

1. Ветохин В.И. Систематизация свойств почвы как элемент теории проектирования почвообрабатывающих орудий и технологий / В.И. Ветохин // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: Зб. наукових праць. – Дослідницьке: УкрНДПВТ ім. Л.Погорілого, 2009. - Вип. 13(27). - Кн.2, - С. 30-38.
2. Лебедев А.Ф. Почвенные и грунтовые воды / АН СССР, Почв. ин-т им. В.В. Докучаева. - М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1936. – 315с.
3. Охотин В.В. О передвижении парообразной воды в почвах в осенне-зимний период / В.В. Охотин // Ученые записки ЛГУ. – Л.: Изд-во Ленинградского университета. - Вып.27. 1951. – С.257-254.
4. Ончуков Д.Н. Суточные закономерности переноса тепла и влаги в почве / Д.Н. Ончуков // Почвоведение.– 1956. – №5. – С. 25-30.
5. Негруль А.М. Виноградарство и виноделие: учебник / А.М. Негруль. – М.: Колос, 1968.– 512 с.
6. Кирста Ю.Б. Идентификация параметров влагообмена в почвах / Ю.Б. Кирста, Л.А. Хворова, Т.А. Белотронина // Ползуновский вестник 2004. - №2. - С.214-216.
7. А.с. 1732829 SU, А01В 79/02; А01G 25/00 Способ конденсации парообразной влаги в почве / М.Р. Мирзоев; Заявит.: Дагестанский филиал АН СССР - №4825647/15; - Заявл. 15.05.1990; Опубл. 15.05.1992, Бюл. №13.
8. Патент 2453091 РФ А01В79/02, G01N33/24 Способ обработки почвы / Конищев А.А. (RU); Патентообладатель ГНУ ИвНИИСХ (RU) - №2010150936/13. - Заявл. 2010.12.13; Опубл. 20.06.2012.
9. Пындак В.И. Совершенствование системы основной обработки почвы в засушливых условиях / В.И. Пындак, И.Б. Борисенко, А.Е. Новиков // Известия НВ АУК. – 2013.– №2-1 (30). URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-sistemy-osnovnoy-obrabotki-pochvy-v-zasushlivyh-usloviyah> (дата звернення: 01.11.2015).
10. Патент на винахід 10986 Україна, МКИ А 01 В 79/02. Спосіб обробітку ґрунту при вирощуванні пропашних культур / А.М. Малієнко, В.І. Ветохин, І.М.Голодный. - № 93010061; заявл. 11.12.92; опубл. 25.12.96, Бюл. №4.
11. Патент на корисну модель 82459 Україна, А01В 79/00. Спосіб обробітку ґрунту для накопичення і збереження в ньому вологи / А.М. Малієнко; Заявник: ННЦ "Інститут землеробства НААН" (UA) - № u201212243; заявл. 25.10.2012; опубл. 12.08.2013, Бюл. №15.
12. Малиенко А.М. Некоторые технологические приемы повышения продуктивности полевых культур в условиях недостатка влаги / А.М. Малиенко, В.И. Ветохин // Борьба с засухой и урожаем: матер. Междунар. научно-практич. конф., посвящ. 120-лет. со дня рождения К.Г. Шульмейстера. (15 мая 2015 года, Волгоград). – Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2015. - С.65-69.
13. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий: Изд. 4-е, перераб. и доп. / К.Ф. Фокин. - М.: Стройиздат, 1973. - 287 с.
14. Дульнев Г.Н. Процессы переноса в неоднородных средах / Г.Н. Дульнев, В.В. Новиков - Л.: Энергоатомиздат; Ленингр. отд-ние, 1991.– 248 с.
15. Басок Б.І. Теплофізичні властивості природного ґрунту / Б.І. Басок, Л.Й. Воробйов, В.А. Михайлик, А.О. Луніна // Пром. теплотехника. – 2008. – Т.30. – №. 4. – С. 77-85.

**Національному науковому центру «Інститут механізації  
та електрифікації сільського господарства»  
Національної академії аграрних наук України –  
85 років**



Єдиний в Україні науково-дослідний інститут в галузі агроінженерії Національний науковий центр “Інститут механізації та електрифікації сільського господарства” був створений 12 липня 1930 р. в системі Наркомзему УСРР як Український науково-дослідний інститут механізації і електрифікації сільського господарства (УНДІМЕСГ) з розташуванням у м. Харкові (Наказ НКЗС УСРР за №222/2910 від 12.07.30 р.).

Перед інститутом тоді були поставлені основні завдання по дослідженню, обґрунтуванню та розробці сільськогосподарських машин і обладнання для тракторної тяги: плугів, борін, сівалок, комбайнів, культиваторів, снопов’язалок, молотарок, посівних машин; проведення порівняльних випробувань тракторів іноземного виробництва та ін. Спочатку свого існування інститут був розміщений в невеличкому приміщенні, але вже через рік він був переведений у більший будинок, а чисельність співробітників досягла 112 чоловік, для експериментальних польових досліджень було надано земельну ділянку біля Харкова, площею 1500 га. Згодом в структуру УНДІМЕСГу були включені багато філіалів і опорних пунктів, в тому числі Якимівська дослідна станція механізації сільського господарства у селищі Якимівка, Запорізької обл. (заснована ще у 1912 р. як базовий пункт Бюро сільськогосподарської механіки Вченого Комітету Департаменту Землеробства) та Запорізька станція електрифікації сільського господарства, відкрита на острові Хортиця. У 1931 р. Інститут увійшов у структуру новоствореної Всеукраїнської академії сільськогосподарських наук.

Основними досягненнями Інституту у 30-і роки минулого століття була розробка ряду технічних засобів для агрегування тракторів, узагальнення і пропаганда досвіду передовиків-механізаторів, розроблення і виготовлення вітродвиунів.

За період до 1941 року в Інституті було виконано ряд актуальних досліджень, які вивели Інститут в ряд кращих наукових установ Наркомзему УРСР. Інститут двічі у 1939 р. і 1940 р. брав активну участь у Всесоюзній сільськогосподарській виставці, демонструючи власні розробки.

Так, до визнаних розробок Інституту у 1937-1938 рр. був спроектований і виготовлений науковцем-конструктором Перлі С.Б. вітродвиун Д-3 “УНДІМ”, який показав високі результати випробувань і почав успішно застосовуватись і був навіть використаний на дрейфуючій станції “Північний Полос-1”, де керівником експедиції, як відомо, був видатний полярник І.Д. Папанін.

З початку Вітчизняної Війни у 1941 р. Інститут був евакуйований в Саратовську область, де продовжував проводити дослідження в галузі механізації та електрифікації сільського господарства.

Згідно Постанови РНК УРСР №545 від 13 грудня 1943 р. УНДІМ (таку назву тоді мав Інститут) 3 червня 1944 р. було переведено в Україну, але вже в місто Київ і розміщено у збудованому в Голосієво приміщенні поблизу Київського сільськогосподарського інституту.

Після повернення з евакуації наукові дослідження почали спрямовуватись на створення більш ефективних технічних засобів для механізації трудомістких процесів у рослинництві та тваринництві. У цей період у виконанні досліджень з землеробської механіки, механізації та електрифікації сільського господарства почали брати участь відомі українські вчені: А.А. Василенко, П.М. Василенко, М.І. Медведєв, В.К. Заморський, П.І. Андрусенко, В.Г. Кузьмінський, О.О. Омельченко та інші.

Якщо визначати найбільш суттєві наукові та конструкторські досягнення Інституту у той час, то слід підкреслити, що за результатами досліджень були розроблені перші в державі культиватори для міжрядного обробітку ґрунту в посівах просапних культур, догляду за парами, удосконалено робочі органи картоплесаджалки та сівалок для роботи на підвищених швидкостях, було науково обґрунтовано ряд нових пропозицій із удосконалення технічних засобів для збирання зернових і кормових культур, які були використані при створенні нових та модернізації машин, що почали випускатись промисловістю.

Саме у цей час, у 1949 р., розробки Інституту мали перше високе Державне визнання, оскільки за створення картоплесаджалки та впровадження технології напівгребеневого садіння і вирощування картоплі провідному науковцю інституту П.М. Настенку була присуджена державна премія СРСР в галузі науки і техніки. Напівгребеневий спосіб вирощування картоплі застосовувався тоді в Україні на площі біля 700 тис. га.

У п'ятдесяті роки минулого століття тематика Інституту була спрямована на завершення комплексної механізації вирощування сільськогосподарських культур та виробничих процесів у тваринництві.

Отримані співробітниками інституту результати нових досліджень були вдало впроваджені у виробництво нових та модернізованих технічних засобів для основного, передпосівного і міжрядного обробітку ґрунту, внесення мінеральних та органічних добрив, сівки зернових і просапних культур з механічним перенесенням мірного дроту (при квадратно-гніздовому посіві), жнивarki для збирання зернових культур, нові технічні засоби для збирання цукрових буряків, картоплі, кукурудзи і соняшника, післязбирального очищення зерна.

У 1952 р. на державному рівні було затверджено першу Всесоюзну систему машин для комплексної механізації сільськогосподарського виробництва, розроблену за методикою УНДІМу.

Згідно постанови Ради Міністрів УРСР від 17.07.1964 р. на інститут було покладено обов'язки головного інституту в республіці в галузі механізації та електрифікації сільського господарства; Якимівська, Харківська і Львівська дослідні станції механізації сільського господарства були реорганізовані у відділення інституту – Південне, Східне та Західне.

У 1974 р. науково-дослідний заклад переїхав до нової будівлі в смт Глеваха Васильківського р-ну Київської області, де функціонує і донині. Згідно Указу Президента України від 12.04.2000 р. інституту надано статус Національного наукового центру з виконанням функцій головного інституту і він отримав назву Національний науковий центр "Інститут механізації та електрифікації сільського господарства" Національної академії аграрних наук України.

Якщо ретельно проаналізувати суттєві наукові та конструкторські розробки Інституту, то слід підкреслити, що ще у шістдесяті роки минулого століття колектив науковців разом з галузевими науково-дослідними установами розробив понад 50 технологічних процесів механізованого виробництва продукції рослинництва і тваринництва в різних ґрунтово-кліматичних зонах України, у т.ч. внесення добрив та захисту рослин, технологічні процеси терасування схилів і вирощування багаторічних насаджень на терасах.

Заводи України освоїли випуск розроблених Інститутом обладнання до картоплесаджалок для хімічного знезаражування бульб картоплі, протруювач для обробки насіння озимої пшениці, цукрового буряка, кукурудзи, ячменю, пневматичних обприскувачів ОП-2000 та ОНШ-600.

До робіт науковців, які одержали загальне визнання та широке впровадження у виробництво, відноситься технологія потокового збирання зернових культур, яка вперше стала впроваджуватися з 1965 року. Ця технологія збирання зернових та зернобобових культур одержала назву "української". В колишньому СРСР вона щорічно застосовувалася на площі 12 млн. га, а в Україні - на 50% посівних площ.

У 1971 р. за розробку і впровадження у виробництво технології потокового збирання зернових і зернобобових культур з одночасним подрібненням та вивезенням соломи з поля співробітникам інституту М.Д. Галенку, І.М. Капліну, І.Т. Нікітенку та Ю.М. Шидловському у складі колективу виконавців присуджена Державна премія УРСР в галузі науки і техніки.

У кінці 60-х років минулого століття Інститут брав активну участь у створенні тракторів Т-150К та Т-150 і шлейфу сільськогосподарських машин для їх агрегування. В більш пізній період вчені Інституту були активними учасниками створення сімейства універсальних просапних тракторів марки ЛТЗ, розроблення пневматично-гумових гусеничних рушіїв та інших типів рушіїв, які зменшували техногенний вплив на ґрунту.

У 1970-х роках виконано ґрунтовні теоретичні та експериментальні дослідження нових технологій і створено нові технічні засоби для виробництва зерна кукурудзи, соняшника і сої. Так, у 1982 р. за участь у створенні і впровадженні у виробництво приставки ППК-4 для збирання кукурудзи співробітники інституту М.В. Тудель, В.Ю. Поєдинок і В.І. Кифоренко удостоєні Державної премії УРСР в галузі науки і техніки.

Разом з Інститутом кормів розроблено технологію і технічні засоби для збирання, подрібнення і зберігання зерна кукурудзи у вологому стані. Ці розробки у 1986 р. відзначені Премією Ради Міністрів СРСР. Лауреатами її стали співробітники Інституту: М.В. Тудель, В.І. Кифоренко, М.І. Єсепчук.

На початку 1980-х років в Інституті досліджено та обґрунтовано параметри технічних засобів для сепарації, сушіння та зберігання зерна. Результати досліджень передані Житомирському заводу “Вібросепаратор” який розпочав серійний випуск сімейства віброцентрових сепараторів типу БЦС продуктивністю від 25 до 100 т/год. Ці розробки захищені майже 50 патентами (в т.ч. і за кордоном) та авторськими свідоцтвами. Інститут і зараз плідно співпрацює з ВАТ “Вібросепаратор” зі створення технічних засобів для післязбиральної обробки врожаю.

Колективом науковців Інституту розроблено та впроваджено у виробництво сімейство ярусних плугів ПНЯ-4-40, ПНЯ-6-40 зі змінними робочими органами до тракторів класу 3 і 5 та машини для безвідвального обробітку і глибокого розпушування ґрунту ПЩН-2,5, ЩП-3-70 та ЯР-70.

У 1993 р. за участь у розробці базової моделі і впровадження у виробництво ґрунтозахисної системи землеробства з контурно-меліоративною організацією території М.Н. Нагорному у складі колективу виконавців була присуджена Державна премія України в галузі науки і техніки.

В Інституті виконано комплексні дослідження із застосування енергії стиснутого повітря для транспортування, підготовки до внесення та внесення мінеральних добрив і хіммеліорантів, які були використані при проектуванні складів силосного типу для зберігання хіммеліорантів та при створенні конструкцій машин з пневматичними робочими органами: АВМ-8 – для внесення добрив у ґрунт та ПШ-21,6 – для їх розсівання на поверхню ґрунту тощо. Окрім того, Інститут був співучасником створення машини СТТ-10, а протягом наступного періоду створив машини для внесення твердих мінеральних добрив МВД-0,5; МВД-900; МВУ-5СПРО; МВД-9; МВД-5; МВД-4; МРД-4.

Традиційно в Інституті ведуться дослідження з механізації технологічних процесів у тваринництві. До серійного виробництва доведена доільна установка МВС-12, основою якої став новий доільний апарат ДА-50. У 1983 р. було виготовлено 15 тис. пульсо-колекторів ДА 50.00.00, що забезпечило модернізацію майже півтори тисячі доільних установок в Україні.

У 1997 р. згідно рішення Президії НААН при спеціалізованому підприємстві ВАТ “Брацлав” створено лабораторію з проектування і виробництва техніки для доїння первинної обробки молока, яка підпорядкована Інституту.

У 1990-х роках розроблені і впроваджені у виробництво нові комбіновані агрегати для обробітку ґрунту АМО-7,2, АМО-3,6.

У 1992 р. на замовлення Уряду України співробітники інституту спільно із спеціалістами Міністерств і відомств розробили концепцію розвитку вітчизняного машинобудування для агропромислового комплексу і Програму виробництва технологічних комплексів машин та обладнання для сільського господарства, харчової і переробної промисловості, яка була

затверджена Постановою Ради Міністрів та отримала статус Національної. За короткий період було освоєно виробництво більше 500 найменувань нових та модернізованих технічних засобів, які раніше в Україні не виготовлялися.

У 2000 р. за розробку наукових основ, створення і освоєння виробництва комплексу машин і обладнання для доїння та первинної обробки молока співробітникам Інституту А.І. Фененку, І.П. Маслу, М.А. Остапенку в складі творчого колективу присуджена Державна премія України в галузі науки і техніки.

У 2001 р. за створення та освоєння виробництва вітчизняних зернозбиральних комбайнів КЗС-9-1 “Славутич” та КЗС-1580 “Лан” співробітнику Інституту В.І. Недовесову у складі колективу розробників присуджена Державна премія України в галузі науки і техніки.

У 2006 році співробітниками Інституту розроблено Концепцію та Програму реалізації державної технічної політики в агропромисловому комплексі, та ряд інших нормативно-правових актів, які затверджені постановами Верховної Ради України та Кабінету Міністрів України.

Розробки інституту регулярно демонструвалися в тематичних експозиціях ВДНГ СРСР та ВДНГ УРСР, і були нагороджені золотими, срібними і бронзовими медалями ВДНГ СРСР та дипломами ВДНГ УРСР. Було отримано 814 авторських свідоцтв на винаходи та 481 патент України.

В різні роки співробітникам Інституту за високі показники наукової діяльності, за розробки, які мали суттєве впровадження, були присвоєні високі почесні звання: “Заслужений інженер сільського господарства Української РСР” – В.М. Соколову та М.Д. Галенку; “Заслужений працівник сільського господарства Української РСР” – М.В. Туделю та В.Р. Губку; “Заслужений працівник сільського господарства України” – І.П. Маслу, І.С. Деревцю, М.В. Молодику.

Зараз в Інституті працює 254 співробітники, з них 128 науковців; серед них – 9 докторів та 35 кандидатів наук, у тому числі 2 академіки НААН (Адамчук В.В., Лінник М.К.), 1 член-кореспондент НААН (Сидорчук О.В.), 2 науковці мають високе звання “Заслужений діяч науки і техніки України” (Адамчук В.В., Лінник М.К.), 2 □ “Заслужений працівник сільського господарства України” (Грицишин М.І., Насонов В.А.), 3 Лауреати Державної премії України (Недовесов В.І., Мироненко В.Г., Фененко А.І.).

Зараз до мережі ННЦ “ІМЕСГ” входять Запорізький науково-дослідний центр з механізації тваринництва, Державне підприємство “Дослідне господарство “Оленівське” (Фастівський р-н, Київської обл.) та експериментальний завод ДП “Агромаш”, який розташований в смт Глеваха.

У Центрі створено 13 потужних наукових відділів, які практично охоплюють усі перспективні галузі сільського господарства, зокрема:

- відділ науково-технічного забезпечення застосування добрив та засобів захисту рослин;
- відділ механізації диференційованого обробітку ґрунту та сівби сільськогосподарських культур;
- відділ перспективних технологій і технічних засобів для збирання, обробки та зберігання врожаю зернових і олійних культур;
- відділ науково-технічного забезпечення виробництва біоенергетичних культур та овочів;
- відділ мобільних енергетичних засобів та біоенергетики;
- відділ електрифікації та автоматизації агропромислового виробництва;
- відділ проектування науково-експериментальних зразків техніки та обладнання;
- відділ біотехнічних систем у тваринництві та заготівлі кормів;
- відділ моделювання технологічних систем і ринку технічного сервісу в АПВ;
- відділ моделювання та забезпечення работоздатності техніки в АПВ;
- відділ проектно-вишукувальних робіт та конструкційного моделювання;
- науково-методичний відділ;
- науково-організаційний відділ;
- відділ забезпечення експериментальних досліджень;
- випробувальний центр;
- відділ апробації наукових розробок.

Національний науковий центр “Інститут механізації та електрифікації сільського господарства” Національної академії аграрних наук України нагороджений Почесною грамотою



Президії Верховної Ради Української РСР (1980) та Почесною грамотою Кабінету Міністрів України (2005).

Протягом останніх років науковцями Центру підготовлено і видано 36 монографій, 27 рекомендацій, опубліковано 780 статей з них 745 у виданнях України, 34 у виданнях інших держав та отримано 436 патентів України на технічну новизну. За участю провідних вчених розроблено 2 Закони України, 5 концепцій і 4 Державні цільові програми розвитку АПК. Науковими підрозділами впроваджено у виробництво 52 найменування нових технічних засобів та обладнання, які виробляються на 19 машинобудівних заводах.

У Центрі функціонують докторантура та аспірантура, діє спеціалізована вчена рада із захисту докторських і кандидатських дисертаційних робіт. В останні роки співробітниками Інституту були успішно захищені 3 докторські та 18 кандидатських дисертаційних робіт. В Інституті діяли і діють декілька потужних наукових шкіл, широко відомих за межами країни. Інститут має потужну наукову бібліотеку в галузі агроінженерії, та багато років видає Загальнодержавний збірник наукових праць “Механізація та електрифікація сільського господарства”, який вже номіновано на вхідження до Європейської бази цитування Skopus.

ННЦ “ІМЕСГ” багато років плідно співпрацює з спорідненими Інститутами зарубіжних країн, зокрема ВІМ, ВНІМЖ, ВНІЕСГ, РУП “НВЦ Білорусі з механізації сільського господарства”, Університетом сільського господарства імені А. Стульгінскіса (Литва), Трансільванським аграрним університетом (Румунія), Естонським університетом природничих наук (Естонія), Латвійським сільськогосподарським університетом (Латвія), Вищою школою агробізнеса в Ломже та Інститутом агрофізики ім. Б. Добжанського (Польща). В останні роки вчені Інституту видали за кордоном чисельні наукові праці англійською та іншими іноземними мовами з сучасних теоретичних та експериментальних розробок.

Сьогодні, незважаючи на складні часи перетворень в країні, реформування науки та складнощів у фінансуванні ННЦ “ІМЕСГ” НААН переживає етап творчого підйому, завдяки невтомній, організаційній праці його теперішнього директора Валерія Васильовича Адамчука – академіка Національної академії аграрних наук України, Заслуженого діяча науки і техніки України, доктора технічних наук, професора. Директор докладає постійні зусилля по удосконаленню методів наукових досліджень кожного з підрозділів Центру, намагається системними підходами вирішувати забезпечення проведення досліджень, які б мали світовий пріоритет, спрямовувати тематику досліджень на розвиток сучасних світових напрямів – мехатроніки, робототехніки, автоматизованих систем управління тощо. Керівництво Центру докладає чималі зусилля по отриманню результатів наукових досліджень, які сприятимуть створенню технічних засобів нового покоління для виробництва сільськогосподарської продукції за енергоощадними, екологічно безпечними технологіями. За обов’язковою вимогою академіка Адамчука В.В. майже всі розробки науковців Центру повинні мати світовий рівень і обов’язково мають бути надруковані в провідних Європейських та Американських журналах з агроінженерії.

Сьогодні Національний науковий центр “Інститут механізації та електрифікації сільського господарства” Національної академії аграрних наук України плідно працює на вирішенням таких негайних для сільського господарства країни проблем: розроблення ресурсо, енергоощадних технологічних процесів і створення для них нових технічних засобів та модернізацію існуючої техніки. Зокрема, це технічні засоби для обробітку ґрунту, внесення добрив та сівби за технологією смугового обробітку ґрунту (масове виробництво яких, за розробленою ННЦ конструкторською документацією, успішно освоїло ТОВ “Краснянське СП “Агромаш”); системи для комплектування ґрунтообробно-удобрювально-посівних комплексів на базі одноопераційних машин вітчизняного виробництва; пунктів підготовки насіння сільськогосподарських культур з використання нового покоління протруювачів, робочі органи яких не травмують насіння; новий технологічний комплекс для виробництва корнебульбоплодів без затрат ручної праці. На особливу увагу заслуговують розробки вчених ННЦ щодо переведення тракторів ХТЗ-2511 на електроаккумуляторну тягу. Не менш вдалою є розробка електронного регулятора, яка забезпечила можливість переобладнання тракторів ХТЗ-2511 з двигуном Мерз-307, у результаті чого трактор може експлуатуватись з використанням бензину або пропан-бутану, або біоетанолу. Доцільно



відмітити, що робота трактора на пропан-бутані забезпечує зменшення витрат на паливе у порівнянні з дизельним паливом на 30%. Зараз у Центрі започатковані науково-конструкторські роботи зі створення гібридної трансмісії до окремих типів мобільних енергозасобів. Також вчені ННЦ “ІМЕСГ” значну увагу приділяють новітнім дослідженням й конструкторським напрацюванням зі створення техніки для виробництва палива з місцевої сировини для теплозабезпечення будівель у селах.

Основними напрямками перспективних наукових досліджень у галузі механізації, електрифікації та автоматизації сільського господарства на найближчий період вчені Центру, разом зі своїми партнерами з провідних аграрних університетів країни, вважають наступні:

- підвищення ефективності використання машинно-тракторного парку шляхом формування вітчизняної Системи машин. Передумовою вирішення цієї проблеми є створення нового типу тракторів на основі колісних і гусеничних енергетичних засобів українського виробництва. Практична реалізація цих заходів є не декларативною, а дійсно реальною, ефективною підтримкою сільгоспвиробників України;
- суттєве зменшення енергетичних витрат за рахунок упровадження у виробництво розроблених науковцями нових широкозахватних та комбінованих машинно-тракторних агрегатів за схемою “push-pull” (“штовхай-тягни”). Застосування таких агрегатів, розроблених на основі нових енергетичних засобів Харківського тракторного заводу є запорукою суттєвого зменшення питомих витрат пального і техногенного навантаження на ґрунти, скорочення строків виконання сільськогосподарських робіт тощо;
- підвищення урожайності сільськогосподарських культур, зменшення енергетичних витрат і збереження родючості ґрунтів за рахунок впровадження принципово нових колійної та мостової систем землеробства;
- розроблення технологій та технічних засобів нового покоління для збирання сільськогосподарських культур з одночасним розв’язанням проблем використання різних частин врожаю;
- розроблення технічних засобів для реалізації технології збереження і накопичення вологи під час обробітки парів. За наявності суттєвих проблем зі штучним зрошенням практична реалізація цієї технології забезпечить гарантоване отримання дружних сходів і запланованої урожайності озимих культур в умовах недостатньої вологозабезпеченості ґрунтів;
- розроблення ресурсоенергоощадних технологій передачі і перетворення електричної енергії у агропромисловому комплексі. На сучасному етапі такий напрям наукової діяльності є важливою диверсифікаційною концепцією забезпечення енергетичної незалежності сільськогосподарського виробництва країни.

Таким чином, реалізація намічених перспективних напрямів в галузі агроінженерії служитиме запорукою успішної подальшої діяльності Національного наукового центру “Інститут механізації та електрифікації сільського господарства” Національної академії аграрних наук України, як флагмана вітчизняної аграрної науки, вчені, конструктори та інженери якого матимуть суттєві досягнення, що збагатять світову науку, а головне сприятимуть розробці нових теорій, конструкцій та технологій високотехнологічного сільського господарства України.

Член-кореспондент НААН України,  
доктор технічних наук, професор  
**Черновол М.І.**,  
Академік НААН України,  
доктор технічних наук, професор  
**Булгаков В.М.**,  
Доктор технічних наук, професор  
**Свірень М.О.**

## ЗМІСТ

<b>Д.Ю. Артеменко, В.А. Настоящий</b> <i>Розробка та експериментальне дослідження приладу для вимірювання щільності ґрунту по ширині захвату прикочуючого котка просапної сівалки</i> .....	3
<b>Д.Ю. Артеменко, О.С. Магопєць, Т.М. Ауліна</b> <i>Розробка та дослідження удосконаленої конструкції прикочуючого котка просапної сівалки</i> .....	6
<b>Д.Ю. Артеменко, С.А. Мартиненко, В.А. Мажара</b> <i>Розробка та дослідження удосконаленої конструкції загортача зернової сівалки</i> .....	8
<b>В.М. Барановський, М.В. Потапенко</b> <i>Комбінований очисник коренеплодів цикорію</i> .....	11
<b>К.В. Васильковська</b> <i>Точний висів просапних культур як першочерговий крок у програмуванні майбутнього врожаю</i> .....	13
<b>А.А. Дудніков, О.І. Біловод, А.О. Келемєш, О.В. Горбенко, А.Г. Пасюта</b> <i>Підвищення довговічності робочих органів ґрунтообробних машин вібраційним зміцненням</i> .....	16
<b>П.М. Кухаренко</b> <i>Енергозберігаючий спосіб глибокого обробітку ґрунту</i> .....	17
<b>П.М. Кухаренко</b> <i>Обґрунтування сфери використання тракторних потягів при перевезенні врожаю зернових культур</i> .....	18
<b>С.А. Мартиненко, Т.М. Ауліна, Д.Ю. Артеменко</b> <i>Теоретичні дослідження роботи вібраційного висівного апарату</i> .....	19
<b>В.А. Онопа, Д.Ю. Артеменко, Є.Г. Ліва</b> <i>Розробка та обґрунтування конструкції пневмодезинсектора для збирання шкідників пасльонових культур</i> .....	22
<b>В.Р. Паньків</b> <i>Спосіб збирання гички коренеплодів</i> .....	24
<b>А.С.Кобець, В.М.Швайко, Н.О.Пономаренко</b> <i>Дослідження руху гранули після сходу з поверхні диска з урахуванням дії вітру</i> .....	26
<b>А.С. Кобець, М.М.Науменко, Н.О. Пономаренко</b> <i>Аналітичні дослідження процесу розсіву добрив відцентровим робочим органом</i> .....	29
<b>І.М. Сторожук</b> <i>Методика досліджень зрізування гички коренеплодів</i> .....	31
<b>О.В.Толстенко, А.С. Бєдін</b> <i>Особливості механічної обробки пористих матеріалів</i> .....	33
<b>М.Р. Паньків</b> <i>Пропускна здатність комбінованого очисника</i> .....	34
<b>В.М. Барановський, Н.А. Дубчак</b> <i>Математична модель транспортування коренеплодів шинком очисника</i> .....	36
<b>Б.А. Волик, Г.В. Тєслюк, А.В. Коновий</b> <i>Теорія внутрішньої напруги і її застосування для оцінки якості розпушення ґрунту</i> .....	39
<b>В.П. Горобєй</b> <i>Повышение эффективности сошниковых узлов селекционных сеялок</i> .....	40
<b>А.Д. Деркач, В.В. Карась</b> <i>Применение полимерных композитов в узлах трения машин масложировой отрасли</i> .....	42
<b>М.І. Ікальчик</b> <i>Визначення залежності споживаної потужності скреперної установки для прибирання гною від конструктивних параметрів</i> .....	44
<b>В.А. Дейкун, Д.В. Додатко</b> <i>Сошник прямого посіву зернових культур</i> .....	46
<b>О.Ю. Рудик, Є.М. Боженко</b> <i>Моделювання та розрахунки деталей муфти зчеплення трактора ДТ-75М</i> .....	48
<b>А.С. Бєдин, А.И. Буря, Ю.Н. Овчаренко, А.В. Толстенко</b> <i>К вопросу долговечности подшипников с антифрикционным наполнением</i> .....	50
<b>К.В. Борак</b> <i>Вплив попередньої корозії в процесі зберігання на інтенсивність зношування робочих органів</i> .....	51
<b>С.М. Герук, К.В. Борак, В.Г. Руденко</b> <i>Силова характеристика взаємодії дискового робочого органу з ґрунтом</i> .....	53
<b>В.М. Власовец, А.А. Водка, В.Н. Заєц</b> <i>Оценка влияния дисперсных включений на уровень напряженно-деформированного состояния стали 65Г после термической обработки</i> .....	55
<b>В.М. Савченко, С.В. Міненко, В.В. Крот</b> <i>Визначення основних показників надійності систем керування мікрокліматом при ворощуванні продукції захищеного ґрунту</i> .....	56

<b>В.В. Онопа</b> <i>Розробка та обґрунтування конструкції пневматичного очищувача зерна з замкненою циркуляцією повітря</i> .....	58
<b>Р.С. Грудовий</b> <i>Результати експериментальних досліджень питомих енерговитрат транспортування зерна гвинтовим конвеєром</i> .....	59
<b>Р.В. Антощенко</b> <i>Аналіз методів моделювання динаміки механічних систем</i> .....	61
<b>О.Д. Деркач, Д.О. Макаренко</b> <i>До питання впливу вологи на деякі характеристики вуглепластиків</i> .....	63
<b>Є.К.Солових, А.Є.Солових, С.Є.Катеринич, А.С. Єрмолаєв</b> <i>Про доцільність використання електролітичних полімерометалевих мідних покриттів у ремонтному виробництві</i> .....	64
<b>Р.В. Кірчук, К.Є. Цизь</b> <i>Моделювання переміщення насіння сої у пристрої підготовки до сушіння</i> .....	67
<b>В.В. Гончаров</b> <i>Дослідження процесу настання автобалансування роторних машинах з пасивними автобалансирами</i> .....	69
<b>І.М. Осипов, І.П. Сисоліна</b> <i>Розробка конструкції плівкоукладача до кукурудзяної сівалки</i> .....	71
<b>С. Ф. Посонський, О.П. Бабак</b> <i>Створення дискретних зносостійких структур як прогресивний спосіб підвищення зносостійкості трибосистем</i> .....	73
<b>Р.В. Кісільов, М.О. Свірень, О.В. Таранчук</b> <i>Дослідження процесу приготування кормових сумішей комбінованим змішувачем</i> .....	74
<b>И.А. Леженкин</b> <i>Зависимость качественных показателей работы экспериментальных решет от удельной подачи очесанного вороха</i> .....	75
<b>О. В. Іванкова, А. Ю. Жуков</b> <i>До питання використання електродугової металізації при відновленні деталей машин</i> .....	77
<b>С.А. Шевченко</b> <i>Прогнозування коефіцієнту готовності машин рослинництва</i> .....	79
<b>В.О.Грищенко</b> <i>Автоматизація процесу керування холодильним обладнанням в плодоовочесховищах</i> .....	81
<b>Ю.В. Мачок, Д.В. Богатирьов, Р.В. Кісільов</b> <i>Технічне забезпечення контактного наварювання плоских ґрунторізальних лез зносостійкими покриттями</i> .....	83
<b>Р.А.Калініченко, Б.І.Котов</b> <i>Ідентифікація математичних моделей нестационарних процесів тепломасопереносу в капілярно-пористому тілі</i> .....	84
<b>І.А. Валявський</b> <i>Дослідження просторових рухових характеристик механізмів з паралельною структурою</i> .....	85
<b>В.Л. Куликівський, Є.В. Хотинський</b> <i>Аналіз конструкцій сівалок для сівки зернових культур</i> .....	87
<b>В.Л. Куликівський, А.В. Свеста</b> <i>Підвищення стійкості руху машинно-тракторних агрегатів</i> .....	88
<b>П.В. Шолудько, І.Л. Тригуба</b> <i>Вибір раціонального варіанту технічного оснащення для механізованих технологічних операцій у рослинництві</i> .....	90
<b>О.Й. Мажейка</b> <i>Підвищення надійності деталей сільськогосподарських машин лазерним наплавленням</i> .....	92
<b>С.О. Торін, Б.В. Панченко, Д.В. Богатирьов, І.О. Скриннік</b> <i>Зерносушарка каскадного типу</i> .....	94
<b>Н.А. Задосная</b> <i>Условия обоснования параметров и режимов работы пневмосепаратора масличного сырья подсолнечника</i> .....	96
<b>І.В. Шевчук, В.О. Дубовик</b> <i>Застосування полицевого робочого органу з від'ємним кутом атаки леміша в системі рекультивації ґрунту</i> .....	98
<b>В.О. Дубовик</b> <i>Зменшення поперечної складової тягового опору ґрунтообробних машин застосуванням полицевого робочого органу</i> .....	99
<b>Й. Джанмурадов, В.О. Дубовик</b> <i>Аналіз можливості застосування альтернативних видів палив в двз мобільної сільськогосподарської техніки</i> .....	100
<b>Р.М. Іванов, В.О. Дубовик</b> <i>Використання ріпакової олії в якості змащувальних матеріалів</i> .....	101

<b>И.Г. Бойко, А.В. Войтов</b> <i>Структурная идентификация гидропривода ГСТ-90,112 как объекта диагностирования</i> .....	103
<b>О.И. Мажейка, Мотаз Аль-Шаро</b> <i>Лазерна термомодеформаційна обробка деталей</i> .....	104
<b>О.И. Мажейка, С.І. Маркович</b> <i>Оцінка трибологічних властивостей электродуговых покрытий</i> .....	105
<b>О.И. Мажейка, А.М.Лутай</b> <i>Особенности лазерного наплавления композиционных материалов</i> .....	106
<b>О.В. Нестеренко</b> <i>Аналіз руху зернової частки в повітряному потоці</i> .....	108
<b>С.П. Романюк, Т.С. Скобло, А.И. Сидашенко</b> <i>Нанопокрывтие - эффективный способ упрочнения режущего инструмента для переработки сельхозпродукции</i> .....	110
<b>А.І. Mazheyka</b> <i>Modification of surfaces of metal alloys laser treatment</i> .....	111
<b>О.В. Лапін</b> <i>Удосконалення конструкції універсальної сівалки точного висіву Vega-6</i> .....	113
<b>Е.В. Михайлов</b> <i>Аспекты обоснования параметров послеуборочной обработки зерна</i> .....	114
<b>Д.І. Петренко, Т.П. Шепілова</b> <i>Забезпечення одношарового розміщення зернового матеріалу у повітряному каналі</i> .....	116
<b>В.М. Сало, Д.В. Богатирьев</b> <i>Перспективні напрямки удосконалення конструкцій технічних засобів для подрібнення рослинних решток</i> .....	119
<b>П.Г. Лузан</b> <i>Обрунтування поперечного перерізу стеблевідвода сошника для прямої сівби зернових культур</i> .....	121
<b>С.М. Лещенко, В.М. Сало</b> <i>Вдосконалення конструкції чизельної лапи комбінованого глибокорозпушувача</i> .....	123
<b>Ю.В. Кулешков, Т.В. Руденко, М.В. Красота</b> <i>Основні напрями вдосконалення шестеренних насосів сільськогосподарської техніки</i> .....	126
<b>М.М. Петренко, І.О. Пісарькова, І.О. Скринник</b> <i>Ушкодження зерна при його взаємодії з поверхнями робочих органів машин</i> .....	128
<b>Ю.М. Пархоменко, М.Д. Пархоменко</b> <i>Шляхи автоматизації процесу висіву при місцевизначеному землеробстві</i> .....	129
<b>О.И. Мажейка, Р.В. Моргун, В.С.Ворона</b> <i>Лазерна обробка порошкових матеріалів</i> .....	130
<b>О.И. Мажейка, Д.С.Шевела, О.В.Вербіцький</b> <i>Формування зносостійких покриттів при лазерному зміцненні</i> .....	132
<b>Ю.В. Кулешков, Р.А. Осін, М.В. Красота</b> <i>Конструктивні рішення підвищення подачі шестеренних насосів</i> .....	134
<b>О.О. Матвієнко, М.В. Красота, О.О. Майніч</b> <i>Вплив параметрів циліндричних електродів на процес формування порошкового покриття при контактному наварюванні</i> .....	135
<b>М.В. Красота, Ю.В. Кулешков, Т.В. Руденко, О.О. Матвієнко</b> <i>Передумови нанесення захисних покриттів на деталі машин контактним наварюванням порошкових матеріалів</i> .....	137
<b>В.В. Аулін, О.П. Бруцький</b> <i>Про доцільність використання полімерних композицій з нанонаповнювачів при відновлюванні та виготовленні ресурсовизначальних деталей СГТ</i> .....	138
<b>Ю.В. Кулешков, Т.В. Руденко, М.В. Красота</b> <i>Перспективи використання регульованих насосів типу НШ</i> .....	140
<b>М.О. Харута, С.М. Мороз</b> <i>Удосконалення системи очистки решітних станів зерноочисних машин загального призначення</i> .....	141
<b>И.Б. Борисенко, Ю.Н. Плещачев, П.И. Борисенко</b> <i>Ресурсосберегающая технология обработки почвы с полосным углублением</i> .....	143
<b>В.В. Аулін, С.В. Лисенко</b> <i>Системно-спрямований підхід до використання технологій триботехнічного відновлення для підвищення надійності мобільної сільськогосподарської техніки на етапах її життєвого циклу</i> .....	145
<b>М.И. Черновол, Т.В. Ворона, В.В. Аулин</b> <i>Способ изготовления деталей сельскохозяйственной техники с покрытиями из сталей ферритного и мартенситного классов повышенной износостойкости</i> .....	147
<b>В.В. Аулін, В.В. Слонь, С.В. Лисенко</b> <i>Вплив модифікованої моторної оливи присадками на зміну концентрації механічних домішок в оливній системі дизелів атт у СГВ</i> .....	149

<b>В.В.Аулін, А.А. Тихий, Warouma Arifa</b> <i>Аналіз особливостей моделювання процесу різання ґрунту робочими органами ґрунтообробних та землерійних машин</i> .....	151
<b>В.В. Аулін, О.В. Кузик</b> <i>Особливості контактної взаємодії деталей, зміцнених композиційними матеріалами</i> .....	153
<b>В.О. Дубовик, Й. Джанмурадов</b> <i>Вибір методу дослідження напруженого стану при зміцненні деталей машин</i> .....	155
<b>В.В. Аулін, А.А. Панков</b> <i>Перспективи применения универсальных модульных машин в растениеводстве</i> .....	157
<b>В.В.Аулін, О.В.Крилов, О.О.Матвієнко</b> <i>Підвищення триботехнічних характеристик вузлів тертя сільськогосподарської техніки шляхом застосування полімерних матеріалів</i> .....	159
<b>В.В. Аулін, О.М. Лівіцький, О.М. Замота</b> <i>Передумови вибору сільськогосподарської техніки для запланованих робіт сільськогосподарських підприємств</i> .....	161
<b>В.М. Лисенко</b> <i>Розробка методики оцінки мікро геометрії робочих поверхонь деталей і інструменту з використанням пакету прикладних програм на ПК</i> .....	162
<b>В.В. Аулін, А.В. Гриньків, О.М. Лівіцький</b> <i>Підвищення надійності мобільної та автотранспортної техніки сільськогосподарського виробництва на основі діагностики їх стану</i> .....	163
<b>V. Aulin, T. Zamota</b> <i>Increase of efficiency of running-in process of the basic machines' units</i> .....	165
<b>В. В. Аулін, Д. В.Голуб</b> <i>Забезпечення надійності системи транспортного обслуговування апк в ринкових умовах функціонування</i> .....	167
<b>В.М. Сало, П.Г. Лузан, О.Р. Лузан</b> <i>Посівна секція до сівалок для прямої сівби</i> .....	168
<b>Ю.М. Пархоменко, А.В. Білоконь</b> <i>Дослідження задачі стабілізації температурного режиму та осьового зусилля в процесі фрикційного формоутворення</i> .....	170
<b>Н.В. Брагінець, А.А. Вертий</b> <i>Экспериментальные исследования процесса измельчения грубых и стебельчатых кормов измельчителем с комбинированными ножами</i> .....	171
<b>Ю.М. Пархоменко, О.А. Шаповал</b> <i>Аналіз методів та засобів реєстрації газових складових оптичного газового аналізатора побудованого на основі внутрішньорезонансної лазерної спектроскопії</i> .....	172
<b>С.І. Маркович, О.Й. Мажейка, О.В. Дмитренко</b> <i>Розробка комплексу обладнання для відновлення та зміцнення деталей сільськогосподарських машин класу «круглий стрижень» з застосуванням комбінованої технології</i> .....	173
<b>М. О. Куций, О. Е. Тесленко</b> <i>Збір та автоматизована обробка базової інформації для систем точного землеробства</i> .....	175
<b>Ю.В. Мельник</b> <i>Пути решения проблем обработки почвы под овощные рассадные культуры</i> .....	178
<b>Л.В. Рыбакова</b> <i>Проблемы, связанные с идентификацией состояния биообъектов диагностическими методами</i> .....	180
<b>В.О. Швидя</b> <i>Перспективна технологія очищення зерна та насіння видимим світлом</i> .....	181
<b>С.П. Степаненко</b> <i>Експериментальні дослідження процесу аеродинамічного розділення зернових матеріалів</i> .....	183
<b>А.В. Новицький, В.Н. Большаков</b> <i>Технічні і правові умови при придбанні засобів для приготування і роздавання кормів</i> .....	185
<b>Д.І. Кульчицький, І.І. Єніна</b> <i>Дослідження технологічного процесу сушки деревини нвч способом, як об'єкту автоматизації</i> .....	186
<b>В.П. Коренюк, І.І. Єніна</b> <i>Аналіз та дослідження процесу вспінення і поризації скломаси</i> .....	188
<b>І.С. Харьковський, А.А. Засунько</b> <i>Аналіз надійності гідромеханічних передач тракторів</i> .....	190
<b>Д.С. Єннер, С.М. Мороз</b> <i>Сошник для висіву насіння овочевих культур просапною сівалкою</i> .....	191
<b>В.І. Ветохин, В.В. Ванін</b> <i>Деякі аспекти адаптації технологій обробітку ґрунту в нестабільних кліматичних умовах</i> .....	193
<b>ННЦ ІМЕСГ – 85 років. Привітання з нагоди ювілею</b> .....	196

Міністерство освіти і науки України  
Національна академія аграрних наук України  
Кіровоградський національний технічний університет  
Кіровоградська обласна державна адміністрація  
Кіровоградська обласна спілка Української асоціації аграрних інженерів  
Кіровоградське обласне відділення Інженерної академії України

# ПРОГРАМА

*X-а Міжнародна науково-практична конференція “Проблеми  
конструювання, виробництва та експлуатації  
сільськогосподарської техніки”*

*5-6 листопада 2015 року*



Кіровоград, 2015

## Організаційний комітет конференції

- Черновол М.І.** – д.т.н., професор, чл.-кор. НААН України, ректор КНТУ – *голова*;  
**Свірень М.О.** – д.т.н., професор, зав.кафедри СГМ КНТУ – *заступник голови*;  
**Адамчук В.В.** – д.т.н., академік НААНУ, директор ННЦ "ІМЕСГ" – *співголова*;  
**Войтюк Д.Г.** – к.т.н., професор, чл.-кор. НААНУ, професор НУБіП України – *співголова*;  
**Булгаков В.М.** – д.т.н., професор, академік НААНУ, професор НУБіП України – *співголова*;  
**Тіщенко Л.М.** – д.т.н., професор, академік НААНУ, ректор ХНТУСГ ім. П. Василенка – *співголова*.

## Члени оргкомітету

- Сидорчук О.В.** – д.т.н., професор, чл.-кор НААНУ, ННЦ "ІМЕСГ";  
**Шевченко І.А.** – д.т.н., професор, чл.-кор. НААНУ, директор Інституту олійних культур НААН;  
**Кравчук В.І.** – д.т.н., професор, чл.-кор. НААНУ, директор Укр.НДПВТ ім. Л.Погорілого;  
**Кушнар'єв А.С.** – д.т.н., професор, чл.-кор. НААНУ, Укр.НДПВТ ім. Л.Погорілого;  
**Сало В.М.** – д.т.н., професор, декан факультету СГМ КНТУ;  
**Кропівний В.М.** – к.т.н., професор, перший проректор КНТУ;  
**Левченко О.М.** – д.е.н., професор, проректор з наукової роботи КНТУ;  
**Marian Wesolowski** – д.т.н., професор, Rektor Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, Польща;  
**Vladimir Jurcha** – д.т.н., професор, Dean of Czech Agrarian University, Чехія;  
**Кюрчев В.М.** – д.т.н., професор, ректор ТДАТУ;  
**Надикто В.Т.** – д.т.н., професор, чл.-кор. НААНУ, проректор з наукової роботи ТДАТУ;  
**Рибак Т.І.** – д.т.н., професор, ТНТУ ім.І.Пулюя;  
**Бойко А.І.** – д.т.н., професор, НУБіП України;  
**Аніскевич Л.В.** – д.т.н., професор, НУБіП України;  
**Пастухов В.І.** – д.т.н., професор, ХНТУСГ ім. П.Василенка;  
**Сідашенко О.І.** – к.т.н., професор, ХНТУСГ ім. П.Василенка;  
**Бакум М.В.** – к.т.н., професор, ХНТУСГ ім. П.Василенка;  
**Войтов В.А.** – д.т.н., професор, ХНТУСГ ім. П. Василенка;  
**Вєтохін В.І.** – д.т.н., професор, НТУ України «Київський політехнічний інститут»  
**Паламарчук І.П.** – д.т.н., професор, ВНАУ;  
**Савуляк В.І.** – д.т.н., професор, ВНТУ;  
**Дідух В.Ф.** – д.т.н., професор, ЛНАУ;  
**Диха А.В.** – д.т.н., професор, ХНУ;  
**Посвятенко Е.К.** – д.т.н., професор, Національний транспортний університет, м. Київ;  
**Бойко Л.Й.** – д.т.н., доцент, ДНЗ «Об'єднаний інститут машинобудування НАН Білорусі», м. Мінськ, Білорусь;  
**Мельник Ю.В.** – д.т.н., професор, Державний аграрний університет Молдови, м. Кишинів;  
**Janusz Nowak** – д.т.н., професор, Katedra Eksploatacji Maszyn i Zarządzania Procesami Produkcyjnymi, Польща;  
**Лобачевський Я.П.** – д.т.н., професор, ФДБНЗ "Всеросійський науково-дослідний інститут механізації сільського господарства", м. Москва, Російська Федерація;  
**Аулін В.В.** – д.т.н., професор, КНТУ;  
**Петренко М.М.** – к.т.н., професор, КНТУ;  
**Магопець С.О.** – к.т.н., доцент, КНТУ;  
**Васильковський О.М.** – к.т.н., доц., КНТУ – *секретар оргкомітету*;  
**Леценко С.М.** – к.т.н., доц., КНТУ;  
**Петренко Д.І.** – к.т.н., доц., КНТУ;  
**Амосов В.В.** – к.т.н., доц., КНТУ.

## ПРОГРАМА КОНФЕРЕНЦІЇ

5 листопада

08.00 - 09.30 – Реєстрація учасників конференції.

10.00 - 12.00 – Відкриття конференції. Пленарне засідання.

### ПРИВІТАННЯ УЧАСНИКІВ КОНФЕРЕНЦІЇ

**Черновол Михайло Іванович**, проф., д-р техн. наук, чл.-кор. НААНУ, ректор КНТУ

### Виступи пленарного засідання

1. **Коваленко Сергій Петрович**, заступник голови Кіровоградської ОДА  
**ВІТАЛЬНЕ СЛОВО**
2. **Коренюк Сергій Юрійович**, директор департаменту агропромислового розвитку Кіровоградської ОДА  
**ВІТАЛЬНЕ СЛОВО**
3. **Кравчук Володимир Іванович**, проф., д-р техн. наук, чл.-кор. НААНУ, директор УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого  
**ЄВРОІНТЕГРАЦІЙНИЙ КУРС РОЗВИТКУ АГРАРНОЇ НАУКИ**
4. **Мироненко Валентин Григорович**, проф., д-р техн. наук, заступник директора з наукової роботи ННЦ «ІМЕСГ»  
**ПЕРСПЕКТИВИ ПЕРЕВЕДЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТРАКТОРІВ НА АЛЬТЕРНАТИВНІ ВИДИ ПАЛИВА**
5. **Сайнус Олександр Дмитрович**, генеральний директор Організації роботодавців Кіровоградської області  
**ВІТАЛЬНЕ СЛОВО**
6. **Ветохін Володимир Іванович**, проф., д-р техн. наук, НТУ України «Київський політехнічний інститут»  
**ДЕЯКІ АСПЕКТИ АДАПТАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЙ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В НЕСТАБІЛЬНИХ КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ**
7. **Погорілий Віктор Васильович**, заступник директора з наукової роботи та випробувальної діяльності УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого  
**ДИВЕРСИФІКАЦІЯ ПІДХОДІВ ПРИ ВИПРОБУВАННІ**
8. **Бойченко Сергій Федорович**, ведучий конструктор, Херсонський машинобудівний завод  
**НОВЫЕ СЕЯЛКИ ХЕРСОНСКОГО МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ЗАВОДА**
9. **Осадчий Сергій Іванович**, проф., д-р техн. наук, завідувач кафедри автоматизації виробничих процесів КНТУ  
**ПЕРЕВАГИ ЧАСТОТНИХ МЕТОДІВ СИНТЕЗУ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ КЕРУВАННЯ РУХОМ МОБІЛЬНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ**
10. **Кулешков Юрій Володимирович**, проф., д-р техн. наук, КНТУ  
**ПОДАЛЬШЕ ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНІЧНОГО РІВНЯ ШЕСТЕРЕННИХ НАСОСІВ ГІДРОСИСТЕМ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН**
11. **Свірень Микола Олександрович**, проф., д-р техн. наук, завідувач кафедри сільськогосподарського машинобудування КНТУ  
**НАУКОВО-ТЕХНІЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ КАФЕДРИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО МАШИНОБУДУВАННЯ КНТУ**
12. **Бендера Іван Миколайович**, проф., д-р пед. наук, директор інституту механізації і електрифікації сільського господарства Подільського ДАТУ  
**ПРОБЛЕМИ ВИЩОЇ АГРОІНЖЕНЕРНОЇ ОСВІТИ**

12.00 - 12.40 – Перерва.

13.00 - 16.00 – Робота в секціях.

16.15 – Товариська вечеря.

6 листопада

09.00 - 13.00 – Секційні засідання.

13.00 - 14.00 – Підведення підсумків роботи.



## Секція 1

### ***Конструювання та виробництво сільськогосподарської техніки. Моделювання та механіко-технологічні проблеми вдосконалення робочих процесів сільськогосподарських машин. (ауд. СГМ №1)***

Керівник секції – Сало В.М., д-р техн. наук, проф., КНТУ.

Секретар – Дейкун В.А., к.т.н., доц., КНТУ.

- 1. В.М. Булгаков**, д-р техн. наук, академік НААН України, **І.В. Головач**, д-р техн. наук, *НУБіП України*, **М.І. Черновол**, д-р техн. наук, чл.-кор. НААН України, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Теоретичні передумови дослідження коливань коренеплоду при його вібраційному викопуванні
- 2. В.М. Булгаков**, д-р техн. наук, академік НААН, **І.В. Головач**, д-р техн. наук, *НУБіП України*, **В.П. Горобей**, канд. техн. наук, *НВО “Селта” ННЦ “ІМЕСГ”*, **М.О. Свірень**, проф., д-р техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Побудова математичної моделі коливального руху у ґрунті зубчастого сошника селекційної сівалки
- 3. В.М. Сало**, проф., д-р техн. наук, **Д.В. Богатирьов**, доц., канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Перспективні напрямки удосконалення конструкцій технічних засобів для подрібнення рослинних решток
- 4. В.М. Барановський**, проф., д-р техн. наук, *Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя* **М.В. Потапенко**, асп., *Відокремлений підрозділ НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут»*  
Комбінований очисник коренеплодів цикорію
- 5. В.В. Аулін**, проф., д-р техн. наук, **А.А. Тихий**, доц., канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*, **Warouma Arifa, Dr., Maître Assistant Université Dan Dicko Dankoulodo de Maradi, République du Niger**  
Аналіз особливостей моделювання процесу різання ґрунту робочими органами ґрунтообробних та землерийних машин
- 6. В.В. Аулін**, проф., д-р техн. наук, **А.А. Панков**, доц., канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Перспективи применения универсальных модульных машин в растениеводстве
- 7. Ю.В. Кулешков**, проф., д-р техн. наук, **Р.А. Осін**, доц., канд. техн. наук, **М.В. Красота**, доц., канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Конструктивні рішення підвищення подачі шестеренних насосів

8. **М.О. Свірень**, проф., д-р техн. наук, **В.В. Амосов**, доц., канд. техн. наук, **Р.В. Кісільов**, канд. техн. наук, **С.Б. Орищенко**, асп., *Кіровоградський національний технічний університет*, **С.М. Козловський**, інж., *ПП «Астарта Груп»*  
Результати дослідження модернізованої секції сівалки для прямої сівби зернових культур з одночасним внесенням рідких добрив
9. **А.І. Бойко**, проф., д-р техн. наук, **П.С. Попик**, здоб., **О.О. Банний**, канд. техн. наук, *НУБіП України*  
Вплив розрідження на ймовірність появи пропусків та двійників при дозуванні насіння пневмомеханічним висівним апаратом
10. **Ю.В. Мельник**, проф., д-р техн. наук, *Державний аграрний університет Молдови, м. Кишинів*  
Пути решения проблем обработки почвы под овощные рассадные культуры
11. **И.Б. Борисенко**, с. н. с., д-р техн. наук, **Ю.Н. Плескачев**, проф., д-р. с.-х. наук, **П.И. Борисенко**, асп., *ФГБОУ ВПО Волгоградский государственный аграрный университет, Россия*  
Ресурсосберегающая технология обработки почвы с полосным углублением
12. **Д.Ю. Артеменко**, доц., канд. техн. наук, **В.А. Настоящий**, доц., канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Розробка та експериментальне дослідження приладу для вимірювання щільності ґрунту по ширині захвату прикочуючого котка просапної сівалки
13. **Д.Ю. Артеменко**, доц., канд. техн. наук, **О.С. Магопечь**, доц., канд. техн. наук, **Т.М. Ауліна**, доц., канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Розробка та дослідження удосконаленої конструкції прикочуючого котка просапної сівалки
14. **Д.Ю. Артеменко**, доц., канд. техн. наук, **С.А. Мартиненко**, доц., канд. техн. наук, **В.А. Мажара**, доц., канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Розробка та дослідження удосконаленої конструкції загортача зернової сівалки
15. **К.В. Васильковська**, канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Точний висів просапних культур як першочерговий крок у програмуванні майбутнього врожаю
16. **П.М. Кухаренко**, доц., канд. техн. наук, *Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет*  
Енергозберігаючий спосіб глибокого обробітку ґрунту

- 17. П.М. Кухаренко**, доц., канд. техн. наук, *Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет*  
Обґрунтування сфери використання тракторних потягів при перевезенні врожаю зернових культур
- 18. С.А. Мартиненко**, доц., канд. техн. наук, **Т.М. Ауліна**, доц., канд. техн. наук, **Д.Ю. Артеменко**, доц., канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Теоретичні дослідження роботи вібраційного висівного апарату
- 19. В.А. Онопа**, доц., канд. техн. наук, **Д.Ю. Артеменко**, доц., канд. техн. наук, **Є.Г. Ліва**, маг., *Кіровоградський національний технічний університет*  
Розробка та обґрунтування конструкції пневмодезинсектора для збирання шкідників пасльонових культур
- 20. В.Р. Паньків**, асп., *Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя*  
Спосіб збирання гички коренеплодів
- 21. А.С. Кобець**, проф., канд. техн. наук, **В.М. Швайко**, доц., канд. техн. наук, **Н.О. Пономаренко**, доц., канд. техн. наук, *Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет*  
Дослідження руху гранули після сходу з поверхні диска з урахуванням дії вітру
- 22. А.С. Кобець**, проф., канд. техн. наук, **М.М. Науменко**, доц., канд. техн. наук, **Н.О. Пономаренко**, доц., канд. техн. наук, *Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет*  
Аналітичні дослідження процесу розсіву добрив відцентровим робочим органом
- 23. І.М. Сторожук**, асп., *НУБіП України*  
Методика досліджень зрізування гички коренеплодів
- 24. О.В. Толстенко**, доц., канд. техн. наук, **А.С. Бедін**, ст. викл., *Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет*  
Особливості механічної обробки пористих матеріалів
- 25. М.Р. Паньків**, канд. техн. наук, *Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя*  
Пропускна здатність комбінованого очисника
- 26. В.М. Барановський**, проф., д-р техн. наук, *Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя*, **Н.А. Дубчак**, канд. техн. наук, *Відокремлений підрозділ НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут»*  
Математична модель транспортування коренеплодів шнеком очисника

27. **Б.А. Волик**, доц., канд. техн. наук, **Г.В. Теслюк**, доц., канд. техн. наук, **А.В. Коновий**, маг., *Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет*  
Теорія внутрішньої напруги і її застосування для оцінки якості розпушення ґрунту
28. **В.П. Горобей**, канд. техн. наук, *НВО “Селта” ННЦ “ІМЕСГ”*  
Повышение эффективности сошниковых узлов селекционных сеялок
29. **М.І. Ікальчик**, канд. техн. наук, *ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»*  
Визначення залежності споживаної потужності скреперної установки для прибирання гною від конструктивних параметрів
30. **В.А. Дейкун**, доц., канд. техн. наук, **Д.В. Додатко**, маг., *Кіровоградський національний технічний університет*  
Сошник прямого посіву зернових культур
31. **О.Ю. Рудик**, доц., канд. техн. наук, **Є.М. Боженко**, студ., *Хмельницький національний університет*  
Моделювання та розрахунки деталей муфти зчеплення трактора ДТ-75М
32. **С.М. Герук**, проф., канд. техн. наук, **К.В. Борак**, доц., канд. техн. наук, **В.Г. Руденко**, студ., *Житомирський агротехнічний коледж*  
Силова характеристика взаємодії дискового робочого органу з ґрунтом
33. **Р.В. Антощенков**, доц., канд. техн. наук, *Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка*  
Аналіз методів моделювання динаміки механічних систем
34. **В.В. Гончаров**, доц., канд. фіз.-мат. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Дослідження процесу настання автобалансування в роторних машинах з пасивними автобалансирами
35. **І.М. Осипов**, доц., канд. техн. наук, **І.П. Сисоліна**, доц., канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Розробка конструкції плівкоукладача до кукурудзяної сівалки
36. **В.Б. Бойко**, інж., **В.О. Улексін**, доц., канд. техн. наук, *Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет*  
Пневмосистема для гідропневматичного висівного апарата
37. **В.С. Каденко**, асп., *Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка*  
Зміна форми леза ґрунтообробних знарядь при зношуванні
38. **І.А. Валявський**, канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Дослідження просторових рухових характеристик механізмів з паралельною структурою

39. **В.Л. Куликівський**, канд. техн. наук, **Є.В. Хотинський**, маг., *Житомирський національний агроекологічний університет*  
Аналіз конструкцій сівалок для сівби зернових культур
40. **В.Л. Куликівський**, канд. техн. наук, **А.В. Свеста**, маг., *Житомирський національний агроекологічний університет*  
Підвищення стійкості руху машинно-тракторних агрегатів
41. **О.В. Лапін**, маг., *Кіровоградський національний технічний університет*  
Удосконалення конструкції універсальної сівалки точного висіву Вега-6
42. **В.В. Абрамова**, асп., *Кіровоградський національний технічний університет*  
Результати експериментальних досліджень пневмомеханічного висівного апарату з додатковим диском
43. **О.А. Саєнко**, маг., **О.М. Васильковський**, доц., канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Дослідження дискового очисника лап парових культиваторів
44. **І.К. Солових**, асп., *Кіровоградський національний технічний університет*  
Обґрунтування конструкції пневмомеханічного висівного апарата надлишкового тиску з рециркулюючим потоком насіння
45. **В.М. Сало**, проф., д-р техн. наук, **О.Р. Лузан**, канд. техн. наук, **П.Г. Лузан**, доц., канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Обґрунтування параметрів посівної секції для прямої сівби зернових культур
46. **П.Г. Лузан**, доц., канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Обґрунтування поперечного перерізу стеблевідвода сошника для прямої сівби зернових культур
47. **Д.С. Єннер**, маг., **С.М. Мороз**, доц., канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Удосконалення конструкції універсальної сівалки точного для висіву дрібного насіння овочевих культур
48. **С.М. Лещенко**, доц., канд. техн. наук, **В.М. Сало**, проф., д-р техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Вдосконалення конструкції чизельної лапи комбінованого глибокорозпушувача
49. **Ю.В. Кулешков**, проф., д-р техн. наук, **Т.В. Руденко**, доц., канд. техн. наук, **М.В. Красота**, доц., канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Основні напрями вдосконалення шестеренних насосів сільськогосподарської техніки

50. **И.Б. Борисенко**, с. н. с., д-р техн. наук, **Ю.Н. Плескачев**, проф., д-р. с.-х. наук, **П.И. Борисенко**, асп., *ФГБОУ ВПО Волгоградский государственный аграрный университет, Россия*  
Орудия для основной ресурсосберегающей обработки почвы разработки Волгоградского государственного аграрного университета
51. **Ю.В. Кулешков**, проф., д-р техн. наук, **Т.В. Руденко**, доц., канд. техн. наук, **М.В. Красота**, доц., канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Перспективи використання регульованих насосів типу НШ
52. **Р.А. Осін**, доц., канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Аналіз методів розрахунку зубчастого зачеплення шестеренних насосів
53. **В.М. Лисенко**, ас., *Кіровоградський національний технічний університет*  
Розробка методики оцінки мікрогеометрії робочих поверхонь деталей і інструменту з використанням пакету прикладних програм на ПК
54. **В.М. Боков**, проф., канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Електродугове фрезерування
55. **В.І. Носуленко**, проф., д-р техн. наук, **В.В. Юр'єв**, асп., *Кіровоградський національний технічний університет*  
Розмірна обробка електричною дугою складних за зовнішнім контуром деталей
56. **В.Л. Хорольський**, **С.В. Шлик**, *Кременчугський національний університет імені Михайла Остроградського*  
Процес снятия фаски резкой в штампах
57. **А.С. Кобець**, проф., канд. техн. наук, **М.М. Науменко**, доц., канд. техн. наук, **Н.О. Пономаренко**, доц., канд. техн. наук, *Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет*  
Обґрунтування конструктивних параметрів робочого органа розкидача мінеральних добрив
58. **К.М. Думенко**, д-р техн. наук, **О.В. Бондаренко**, канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Математичне обґрунтування технологічного процесу роботи качановідокремлювального апарату багатофакторної дії
59. **В.А. Дейкун**, доц., канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Досягнення необхідної швидкості потоку гранул добрив по тукопроводу за рахунок встановлення його раціональних параметрів
60. **В.М. Сало**, проф. д-р. техн. наук, **П.Г. Лузан**, доц., канд. техн. наук, **О.Р. Лузан**, канд. техн. наук *Кіровоградський національний технічний університет*

Посівна секція до сівалок для прямої сівби

- 61. Ю.В. Човнюк**, доц., канд. техн. наук, *НУБіП України*, **Л.А. Дяченко**, канд. техн. наук, *ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»*  
Нові напрямки розвитку сільськогосподарського машинобудування, заснованого на хвильових та віброхвильових принципах
- 62. Ю.М. Пархоменко**, доц., канд. техн. наук, **А.В. Білоконь**, маг., *Кіровоградський національний технічний університет*  
Дослідження задачі стабілізації температурного режиму та осьового зусилля в процесі фрикційного формоутворення
- 63. Ю.М. Пархоменко**, доц., канд. техн. наук, **О.А. Шаповал**, маг., *Кіровоградський національний технічний університет*  
Аналіз методів та засобів реєстрації газових складових оптичного газового аналізатора побудованого на основі внутрішньорезонансної лазерної спектроскопії

## Секція 2

### *Механізація та автоматизація сільськогосподарського виробництва, переробки та зберігання сільськогосподарської продукції. Проблеми машиновикористання сільськогосподарської техніки (ауд. СГМ № 2)*

Керівник секції – Свірень М.О., д-р техн. наук, проф., КНТУ.

Секретар – Кісільов Р.В., к.т.н., ст. викл., КНТУ.

- 1. В.В. Адамчук**, д-р техн. наук, академік НААН України, **А.М. Борис**, канд. техн. наук, *ІНЦ "ІМЕСГ"*, **В.М. Булгаков**, д-р техн. наук, академік НААН України, *НУБіП України*, **М.М. Борис**, канд. техн. наук, *Подільський державний аграрно-технічний університет*  
Механіко-технологічні передумови зменшення втрат маси коренеплодів в процесі їх збирання
- 2. Б.І. Котов**, проф. д-р. техн. наук, **В.О. Швидя**, канд. техн. наук, **О.С. Колодій**, *ІНЦ "ІМЕСГ"*  
Принципи і напрями раціональної організації процесу пневмогравітаційної сепарації
- 3. В.В. Аулін**, проф. д-р. техн. наук, **О.М. Лівіцький**, інж., **О.М. Замота**, інж., *Кіровоградський національний технічний університет*  
Передумови вибору сільськогосподарської техніки для запланованих робіт сільськогосподарських підприємств
- 4. Р.В. Кісільов**, канд. техн. наук, **М.О. Свірень**, проф. д-р. техн. наук, **О.В. Таранчук**, маг., *Кіровоградський національний технічний університет*  
Дослідження процесу приготування кормових сумішей комбінованим змішувачем
- 5. Д.П. Савченко**, ас., **С.І. Осадчий**, проф. д-р. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Система управління положенням жатки зернозбирального комбайна
- 6. O. Nesterenko, S. Leschenko, D. Petrenko, S. Honcharova**, *Kirovohrad National Technical University*  
Analytical study of separation efficiency of grain in vertical pneumatic separating channel
- 7. Н.В. Брагинец**, проф. д-р. техн. наук, **А.А. Вертий**, інж., *Луганський національний аграрний університет*  
Экспериментальные исследования процесса измельчения грубых и стебельчатых кормов измельчителем с комбинированными ножами
- 8. В.В. Онопа**, асп., *Кіровоградський національний технічний університет*  
Розробка та обґрунтування конструкції пневматичного очищувача зерна з замкненою циркуляцією повітря



9. **Р.С. Грудовий**, канд. техн. наук, *Житомирський національний агроекологічний університет*  
Результати експериментальних досліджень питомих енерговитрат транспортування зерна гвинтовим конвеєром
10. **Р.В. Кірчук**, доц., канд. техн. наук, **К.Є. Цизь**, асп., *Луцький національний технічний університет*  
Моделювання переміщення насіння сої у пристрої підготовки до сушіння
11. **И.А. Леженкин**, ас., *Таврический государственный агротехнологический университет*  
Зависимость качественных показателей работы экспериментальных решет от удельной подачи очесанного вороха
12. **Р.А. Калініченко, Б.І. Котов**, проф. д-р. техн. наук, *ННЦ "ІМЕСГ"*  
Ідентифікація математичних моделей нестационарних процесів тепломасопереносу в капілярно-пористому тілі
13. **В.О. Швидя**, канд. техн. наук, *ННЦ "ІМЕСГ"*  
Перспективна технологія очищення зерна та насіння видимим світлом
14. **Б.І. Котов**, проф. д-р. техн. наук, **Р.А. Калініченко, О. Д. Курганский**, *ННЦ "ІМЕСГ"*  
Математичне моделювання процесів охолодження і сушіння зерна при змінних параметрах теплоносіїв
15. **С.П. Степаненко**, с.н.с., канд. техн. наук, *ННЦ "ІМЕСГ"*  
Дослідження шляхів інтенсифікації процесів аеродинамічного розділення зернових матеріалів на зерноочисних машинах
16. **С.О. Торін**, маг., **Б.В. Панченко**, маг., **Д.В. Богатирьов**, доц., канд. техн. наук, **І.О. Скриннік**, доц., канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Зерносушарка каскадного типу
17. **Н.А. Задосная**, асп., *Таврический государственный агротехнологический университет*  
Условия обоснования параметров и режимов работы пневмосепаратора масличного сырья подсолнечника
18. **О.В. Нестеренко**, ас., *Кіровоградський національний технічний університет*  
Аналіз руху зернової частки в повітряному потоці
19. **Е.В. Михайлов**, проф. д-р. техн. наук, *Таврический государственный агротехнологический университет*  
Аспекти обоснования параметров послеуборочной обработки зерна
20. **О.М. Васильковський**, доц., канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Зниження енергоємності роботи зерноочисних машин загального призначення

21. **І.М. Горбунов**, маг., **О.М. Васильковський**, доц., канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Удосконалення решітної частини зерноочисної машини ОВС-25
22. **Д.І. Петренко**, доц., канд. техн. наук, **Т.П. Шепілова**, доц., канд. с.-г. наук, **Б.Ю. Іщук**, маг., *Кіровоградський національний технічний університет*  
Забезпечення одношарового розміщення зернового матеріалу у повітряному каналі
23. **С.М. Мороз**, доц., канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Зниження енергоємності роботи транспортуючих органів зерноочисних машин загального призначення
24. **М.О. Харута**, маг., **С.М. Мороз**, доц., канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Удосконалення системи очистки решіт зерноочисної машини загального призначення
25. **В.О. Грищенко**, ас., *НУБіП України*  
Автоматизація процесу керування холодильним обладнанням в плодоовочесховищах
26. **П.В. Шолудько**, канд. техн. наук, **І.Л. Тригуба**, канд. с.-г. наук, *Львівський національний аграрний університет*  
Вибір раціонального варіанту технічного оснащення для механізованих технологічних операцій у рослинництві
27. **М.М. Петренко**, проф., канд. техн. наук, **І.О. Пісарькова**, асп., **І.О. Скринник**, доц., канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Ушкодження зерна при його взаємодії з поверхнями робочих органів машин
28. **Ю.М. Пархоменко**, доц., канд. техн. наук, **М.Д. Пархоменко**, доц., *Кіровоградський національний технічний університет*  
Шляхи автоматизації процесу висіву при місцевизначеному землеробстві
29. **О.В. Оришака**, доц., канд. техн. наук, **А.М. Артюхов**, доц., канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Дослідження стабілізатора установки безперервної дії для завантаження сипких матеріалів
30. **О.О. Броварець**, доц., канд. техн. наук, *НУБіП України*  
Інтегруючі аналого-цифрові перетворювачі технічних системи локального моніторингу електропровідних властивостей ґрунтового середовища
31. **В.М. Масалабов**, ас., *Таврійський державний агротехнологічний університет*  
Оцінка трудоемкості агрегування посівного МТА

32. **А.О. Дудник**, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Принципи побудови інтелектуальних систем керування електроспоживанням у теплицях
33. **О.К. Дідик**, доц., канд. техн. наук, **А.О. Решетняк**, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Дослідження системи автоматичного регулювання висоти очісуючого пристрою рисозбирального комбайну
34. **О.С. Сербул**, доц., канд. техн. наук, **В.О. Хомич**, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Автоматизація процесу регулювання температури в циліндрах екструзійного агрегату
35. **О.Д. Цабій**, **Р.В. Жесан**, доц., канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Система стабілізації прямолінійного руху транспортного засобу
36. **В.М. Масалабов** ас., *Таврійський державний агротехнологічний університет*  
До методики експериментального визначення показника режиму повороту машинно-тракторного агрегату
37. **М.О. Куций**, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Сучасні автоматичні системи точного землеробства

### Секція 3

#### *Підвищення надійності машин та технічного сервісу в умовах реформування АПК. (ауд№29 каф. ЕРМ)*

Голова секції – Солових Є.К., д.т.н., проф. (КНТУ).

Секретар – Лисенко С.В., к.т.н., доц. (КНТУ).

1. **V. Aulin, T. Zamota, Kirovohrad National Technical University**  
Increase of efficiency of running-in process of the basic machines' units
2. **А.А. Дудніков**, проф., канд. техн. наук, **О.І. Біловод**, доц., канд. техн. наук, **А.О. Келемеш**, ст. викл., канд. техн. наук, **О.В. Горбенко**, канд. техн. наук, **А.Г. Пасюта**, канд. техн. наук, *Полтавська державна аграрна академія*  
Підвищення довговічності робочих органів ґрунтообробних машин вібраційним зміцненням
3. **А.С. Бедин**, ст. препод., **Ю.Н. Овчаренко**, доц., канд. техн. наук, **А.В. Толстенко**, доц., канд. техн. наук, *Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет*, **А.И. Буря**, проф., канд. техн. наук, *Днепропетровский государственный технический университет*  
К вопросу долговечности подшипников с антифрикционным наполнением
4. **В.М. Власовец**, проф., д-р. техн. наук, **В.Н. Заец**, асп., *Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П.Василенка*, **А.А. Водка**, канд. техн. наук, *Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»*  
Оценка влияния дисперсных включений на уровень напряженно-деформированного состояния Стали 65г после термической обработки
5. **В.В. Аулін**, проф., д-р. техн. наук, **А.В. Гриньків**, асп., **О.М. Лівіцький**, інж., *Кіровоградський національний технічний університет*  
Підвищення надійності мобільної та автотранспортної техніки сільськогосподарського виробництва на основі діагностики їх стану
6. **В.В. Аулін**, проф., д-р. техн. наук, **Д.В. Голуб**, канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Забезпечення надійності системи транспортного обслуговування АПК в ринкових умовах функціонування
7. **В.М. Савченко**, доц., канд. техн. наук, **С.В. Міненко**, канд. техн. наук, **В.В. Крот**, асп., *Житомирський національний агроекологічний університет*  
Визначення основних показників надійності систем керування мікрокліматом при вирощуванні продукції захищеного ґрунту
8. **О.Д. Деркач**, доц., канд. техн. наук, **Д.О. Макаренко**, асп., *Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет*  
До питання впливу вологи на деякі характеристики вуглепластиків

9. **Є.К. Солових**, проф., д-р. техн. наук, **А.Є. Солових**, доц., канд. техн. наук, **С.Є. Катеринич**, доц., канд. техн. наук, **А.С. Єрмолаєв**, студ., *Кіровоградський національний технічний університет*  
Про доцільність використання електролітичних полімерометалевих мідних покриттів у ремонтному виробництві.
10. **О.В. Іванкова**, канд. техн. наук, **А.Ю. Жуков**, маг., *Полтавська державна аграрна академія*  
До питання використання електродугової металізації при відновленні деталей машин
11. **С.А. Шевченко**, доц., канд. техн. наук, *Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка*  
Прогнозування коефіцієнту готовності машин рослинництва
12. **Ю.В. Мачок**, доц., канд. техн. наук, **Д.В. Богатирьов**, доц., канд. техн. наук, **Р.В. Кісільов**, канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Технічне забезпечення контактного наварювання плоских ґрунторізальних лез зносостійкими покриттями
13. **О.Й. Мажейка**, проф., канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Підвищення надійності деталей сільськогосподарських машин лазерним наплавленням
14. **І.В. Шевчук**, студ., **В.О. Дубовик**, доц., канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Застосування полицевого робочого органу з від'ємним кутом атаки леміша в системі рекультивації ґрунту
15. **В.О. Дубовик**, доц., канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Зменшення поперечної складової тягового опору ґрунтообробних машин застосуванням полицевого робочого органу
16. **Й. Джанмурадов**, студ., **В.О. Дубовик**, доц., канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Аналіз можливості застосування альтернативних видів палив в ДВЗ мобільної сільськогосподарської техніки
17. **Р.М. Іванов**, студ., **В.О. Дубовик**, доц., канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Використання ріпакової олії в якості змащувальних матеріалів
18. **И.Г. Бойко**, проф., канд. техн. наук, **А.В. Войтов**, асп., *Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П.Василенко*  
Структурная идентификация гидропривода ГСТ-90,112 как объекта диагностирования

19. **О.Й. Мажейка**, проф., канд. техн. наук, **Мотаз Аль-Шаро**, асп.,  
*Кіровоградський національний технічний університет*  
Лазерна термомодеформаційна обробка деталей
20. **О.Й. Мажейка**, проф., канд. техн. наук, **С.І. Маркович**, доц., канд. техн. наук,  
*Кіровоградський національний технічний університет*  
Оцінка трибологічних властивостей електродугових покриттів
21. **О.Й. Мажейка**, проф., канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*,  
**А.М. Лутай**, ст. викл., *Національний технічний університет України «КПІ»*  
Особливості лазерного наплавлення композиційних матеріалів
22. **С.П. Романюк**, асп., **Т.С. Скобло**, проф., д-р. техн. наук, **А.И. Сидашенко**, проф., д-р. техн. наук,  
*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенко*  
Нанопокрывание – эффективный способ упрочнения режущего инструмента для переработки сельхозпродукции
23. **А.І. Mazheyka**, *Kirovohrad National Technical University*  
Modification of surfaces of metal alloys laser treatment
24. **О.Й. Мажейка**, проф., канд. техн. наук, **Р.В. Моргун**, маг., **В.С. Ворона**, маг.,  
*Кіровоградський національний технічний університет*  
Лазерна обробка порошкових матеріалів
25. **О.Й. Мажейка**, проф., канд. техн. наук, **Д.С. Шевела**, маг., **О.В. Вербицький**, маг.,  
*Кіровоградський національний технічний університет*  
Формування зносостійких покриттів при лазерному зміцненні
26. **О.О. Матвієнко**, доц., канд. техн. наук, **М.В. Красота**, доц., канд. техн. наук,  
**О.О. Майніч**, студ., *Кіровоградський національний технічний університет*  
Вплив параметрів циліндричних електродів на процес формування порошкового покриття при контактному наварюванні
27. **М.В. Красота**, доц., канд. техн. наук, **Ю.В. Кулешков**, проф., д-р. техн. наук,  
**Т.В. Руденко**, доц., канд. техн. наук, **О.О. Матвієнко**, доц., канд. техн. наук,  
*Кіровоградський національний технічний університет*  
Передумови нанесення захисних покриттів на деталі машин контактним наварюванням порошкових матеріалів
28. **М.В. Красота**, доц., канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Підвищення надійності машин та технічного сервісу в умовах реформування АПК
29. **Л.А. Лопата**, доц., канд. техн. наук, *Інститут проблем міцності ім. Г.С. Писаренка*  
Остаточные напряжения при упрочнении и восстановлении деталей с-х машин электроконтактным припеканием

- 30. В.Я. Николайчук, И.А. Бабин, В.Н. Яропуд.**  
Создание покрытий на основе самофлюсующихся сплавов электроконтактным припеканием для повышение износостойкости рабочих органов сельскохозяйственных машин
- 31. С.К. Фомичев,** д-р. техн. наук, *Национальный технический университет Украины «КПИ»*, **В.Н. Лопата,** канд. техн. наук, **С.Л. Чиграй,** *Киевский национальный университет технологий и дизайна*  
Восстановление валов двигателей комбинированным методом нанесения покрытий
- 32. Е.К. Соловых,** проф., д-р. техн. наук, **Ю.В. Волков, А.В. Ворона,** *Кіровоградський національний технічний університет*  
Повышение ресурса валов дизель-генераторов покрытиями дискретной структуры
- 33. С.О. Магопечь,** доц., канд. техн. наук, **О.В. Бевз,** доц., канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Забезпечення експлуатаційної надійності систем випуску відпрацьованих газів ДВЗ на основі аналізу параметрів зміни тиску в циліндрі
- 34. О.В. Бевз,** доц., канд. техн. наук, **С.О. Магопечь,** доц., канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Дослідження надійності гальмівного диска під час гальмування автомобіля
- 35. О.В. Бевз,** доц., канд. техн. наук, **О.О. Матвієнко,** доц., канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Дослідження впливу технічного стану дизельного ДВЗ на параметри відпрацьованих газів та навколишнє середовище
- 36. С.О. Магопечь,** доц., канд. техн. наук, **О.О. Матвієнко,** доц., канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Порівняльна оцінка експлуатаційної надійності атмосферних ДВЗ та двигунів з наддувом
- 37. В.В. Аулін,** проф., д-р. техн. наук, **В.В. Слонь,** асп., **С.В. Лисенко,** доц., канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Вплив модифікованої моторної оливи присадками на зміну концентрації механічних домішок в оливній системі дизелів АТТ у СГВ
- 38. В.В. Аулін,** проф., д-р. техн. наук, **С.В. Лисенко,** доц., канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Системно-спрямований підхід до використання технологій триботехнічного відновлення для підвищення надійності мобільної сільськогосподарської техніки на етапах її життєвого циклу
- 39. В.В. Аулін,** проф., д-р. техн. наук, **О.В. Кузик,** канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Особливості контактної взаємодії деталей, зміцнених композиційними матеріалами

40. **В.О. Дубовик**, доц., канд. техн. наук, **Й. Джанмуратов**, студ., *Кіровоградський національний технічний університет*  
Вибір методу дослідження напруженого стану при зміцненні деталей машин
41. **О.В. Бевз**, доц., канд. техн. наук, **С.О. Магопець**, доц., канд. техн. наук, **О.О. Матвієнко**, доц., канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Вплив на навколишнє середовище автобусів БАЗ-22154 під час експлуатації на різних видах палива
42. **Л.В. Рыбакова**, доц., *Кіровоградський національний технічний університет*  
Проблемы, связанные с идентификацией состояния биообъектов диагностическими методами
43. **С.О. Магопець**, доц., канд. техн. наук, **О.В. Бевз**, доц., канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Дослідження можливості оцінки технічного стану системи випуску відпрацьованих газів на основі аналізу зміни параметрів тиску в циліндрі двигуна

#### Секція 4

##### *Тертя і зношування в сільськогосподарській техніці. (ауд.№27 каф. ЕРМ)*

Голова секції – Аулін В.В., д.т.н., проф. (КНТУ).  
Секретар – Магопець С.О., к.т.н., доц. (КНТУ).

1. **М.И. Черновол**, д-р техн. наук, чл.-кор. НААН України, **Т.В. Ворона**, м.н.с., **В.В. Аулін**, проф., д-р. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Способ изготовления деталей сельскохозяйственной техники с покрытиями из сталей ферритного и мартенситного классов повышенной износостойкости
2. **В.В. Аулін**, проф., д-р. техн. наук, **О.П. Бруцький**, м.н.с., *Кіровоградський національний технічний університет*  
Про доцільність використання полімерних композицій з нанонаповнювачів при відновлюванні та виготовленні ресурсовизначальних деталей СГТ
3. **О.В. Козаченко**, проф., д-р. техн. наук, **О.М. Шкрегаль**, доц., канд. техн. наук, **В.С. Каденко**, асп., *Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка*  
Зміна форми леза ґрунтообробних знарядь при зношуванні



4. **А.Д. Деркач**, канд. техн. наук, **В.В. Карась**, ст. препод., *Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет*  
Применение полимерных композитов в узлах трения машин масложировой отрасли
5. **К.В. Борак**, канд. техн. наук, *Житомирський агротехнічний коледж*  
Вплив попередньої корозії в процесі зберігання на інтенсивність зношування робочих органів
6. **С.Ф. Посонський**, доц., канд. техн. наук, **О.П. Бабак**, доц., канд. техн. наук, *Хмельницький національний університет*  
Створення дискретних зносостійких структур як прогресивний спосіб підвищення зносостійкості трибосистем
7. **В.С. Каденко**, асп., *Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка*  
Зміна форми леза ґрунтообробних знарядь при зношуванні
8. **С.О. Магопєць**, доц., канд. техн. наук, **О.В. Крилов**, ас., *Кіровоградський національний технічний університет*  
Оцінка сумісності компонентів кераміко-металевих зносостійких покриттів отриманих дуговим наплавленням
9. **І.В. Шепеленко**, доц., канд. техн. наук, **Будар Мохамед Р.Ф.** *Кіровоградський національний технічний університет*  
Підвищення довговічності деталей мобільних сільськогосподарських машин фінішною антифрикційною безабразивною обробкою
10. **D.D. Marchenko**, канд. техн. наук, *Миколаївський національний аграрний університет*  
Tribological research on the process of wear of a friction pair «cable block – rope» considering rolling slippage
11. **В.В. Аулін**, проф., д-р. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*, **К.В. Борак**, канд. техн. наук, *Житомирський агротехнічний коледж*  
Определение степени закрепленности абразивных частичек и его влияние на механизм абразивного изнашивания
12. **В.В. Аулін**, проф., д-р. техн. наук, **О.В. Крилов**, ас., **О.О. Матвієнко**, доц., канд. техн. наук, *Кіровоградський національний технічний університет*  
Підвищення триботехнічних характеристик вузлів тертя сільськогосподарської техніки шляхом застосування полімерних матеріалів

## СКОРОЧЕННЯ

<b>НААН України</b>	– Національна академія аграрних наук України
<b>КНТУ</b>	– Кіровоградський національний технічний університет
<b>ННЦ "ІМЕСГ"</b>	– Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»
<b>НУБіП України</b>	– Національний університет біоресурсів і природокористування України
<b>ХНТУСГ ім. П. Василенка</b>	– Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка
<b>Укр.НДІПВТ ім. Л.Погорілого</b>	– Український науково-дослідний інститут прогнозування та випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва імені Леоніда Погорілого
<b>ТДАТУ</b>	– Таврійський державний агротехнологічний університет
<b>ТНТУ ім.І.Пулюя</b>	– Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
<b>НТУ України «КП»</b>	– Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»
<b>ВНАУ</b>	– Вінницький національний аграрний університет
<b>ВНТУ</b>	– Вінницький національний технічний університет
<b>ЛНАУ</b>	– Львівський національний аграрний університет
<b>ХНУ</b>	– Хмельницький національний університет