

ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук, професора, професора кафедри агроінженерії та автомобільного транспорту Полтавського державного аграрного університету Шейченка Віктора Олександровича на дисертаційну роботу Бредихіна Вадима Вікторовича на тему: «Наукові основи процесів вібропневматичного розділення насіннєвих матеріалів за густиною насіння», що представлена до спеціалізованої вченої ради Д23.073.01 при Центральноукраїнському національному технічному університеті на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва

Актуальність теми дисертації, її зв'язок з науковими програмами

Роботу присвячено вирішенню актуальної та важливої науково-практичної проблеми – підвищення ефективності процесів післязбирального обробітку зерна. В роботі доведено, що покращення якості насіннєвого матеріалу є перспективним напрямом підвищення ефективності і продуктивності технологічних процесів виробництва зернових культур. Зазначені результати досягнуто завдяки інтенсифікації процесів основних технологічних етапів підготовки насіннєвого матеріалу, розробленню нових та модернізації існуючих машин та обладнання, що реалізують процес з дотриманням вимог екологічної безпеки, ресурсо- та енергозбереження до обробітку врожаю. Використання високоякісного насіння з підвищеним біологічним потенціалом суттєво збільшує польову схожість, енергію проростання, та, відповідно, урожайність культури. Підготовку такого насіння здійснюють з використанням сепаруючих машин, які розділяють попередньо відкалібрований та очищений матеріал від легковідокремлюваних домішок за густиною насіння.

Аналізом досліджень з розділення насіннєвого матеріалу за густиною насіння, який проведено автором дисертаційної роботи, відзначено відсутність системних науково-технічних рішень з покращення якісних показників процесу. Зазначене призводить до похибок у розрахунках конструкційних елементів машин та обладнання, які реалізують процес. Подальший розвиток і вдосконалення існуючих сепаруючих машин та технологічних ліній певною мірою ускладнено розбіжностями їх налаштувань.

Автором переконливо доведено, що застосовуючи в якості показника розділення насіння його густину, насіннєвий матеріал ефективно очищають від важковідокремлюваних домішок. Серед відмічених домішок виділено: хворе, бите, уражене шкідниками насіння основної культури та насіння не основної культури, що за розмірними характеристиками максимально наближене до основної культури і яке неможливо виділити на решетах.

Інтенсифікацію процесів вібропневматичного розділення насіннєвих матеріалів за густиною насіння здійснено завдяки системним дослідженням фізичних процесів у насіннєвому матеріалі, розробленні теоретичних моделей розрахунку траєкторій руху шарів насіння відповідної густини в залежності від

раціональних кінематичних режимів сепаруючих машин і фізико-механічних властивостей матеріалу, що уможливило досягнути кращі значення показників чистоти основної фракції.

Актуальність теми дисертації підтверджується і тим, що дослідження за темою дисертаційної роботи є складовою частиною науково-дослідних робіт, що виконувалися співробітниками університету відповідно до НДР, що фінансуються за рахунок коштів державного бюджету України: «Підвищення продовольчої безпеки з розробкою конкурентоспроможних технологій одержання якісного насіння з поліпшеним біопотенціалом» (2021 – 2023 рр. № державної реєстрації 0122U000810, здобувач був керівником і виконавцем проекту); «Продовольчо-зернова безпека зі створенням екологічнобезпечних, ресурсозберігаючих, енергоощадних механізованих технологій збереження, обробки врожаю і одержання високоякісних насінневих матеріалів» (2016 – 2017 рр., № державної реєстрації 0116U004624, здобувач був співвиконавцем проекту); Державної цільової програми розвитку аграрного сектору економіки на період до 2020 року; комплексної державної цільової програми «Зерно України – 2008 – 2015 рр.»; Державної цільової програми «Розвиток Українського села до 2015 р.»; регіональних програм: «Стратегія сталого розвитку Харківської області на 2021 – 2027 рр.», «Найважливіші проблеми АПК на період до 2023 року»; комплексних тем наукових досліджень: НДР Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка, Державного біотехнологічного університету «Підвищення ефективності, продуктивності та надійності машин для розділення зернових матеріалів» на період 2018 – 2022 рр.» та спрямована на реалізацію Проекту ЄС «Підтримка впровадження сільськогосподарської та продовольчої політики в Україні».

Наукова новизна основних положень і одержаних результатів полягає у розв'язанні науково-технічної та практичної проблеми вібропневматичного розділення насінневих матеріалів за густиною насіння.

Цінним для науки є те, що вперше системно обґрунтовано теоретичні моделі руху псевдорозрідженого шару насінневого матеріалу, як багатофазного середовища, що складається з дискретної (насіння) та неперервної (повітря) компонентів, якими враховано взаємозв'язок з робочими поверхнями сепаруючих машин, що мають плоску або циліндричну форму; запропоновано нову концепцію теоретичного моделювання процесу пошарового руху та розділення шарів частинок насінневого матеріалу різної густини, швидкості повітряного потоку і характеристик робочої поверхні для ефективного розрахунку та керування технологічними показниками продуктивності і якості процесу.

Ґрунтуючись на теоретичних положеннях розробленої механіко-математичної моделі процесів гідродинаміки багатофазних середовищ, що моделюють шар насінневого матеріалу, розроблено метод та обґрунтовано раціональні режими роботи вібропневматичних та вібропневмовідцентрових

сепаруючих машин, що враховують особливості фізичних процесів переміщення та розділення на фракції насінневого матеріалу. Аналітично обґрунтовано та верифіковано експериментальними дослідженнями комплексний вплив визначальних параметрів процесу: конструкційних параметрів і кінематичних режимів сепаруючих машин та фізико-механічних властивостей матеріалу на чистоту основної фракції та продуктивність процесу.

В роботі удосконалено науково-методичні засади імітаційного моделювання процесу розділення насінневого матеріалу за густиною насіння з використанням ефективного коефіцієнту динамічної в'язкості, що враховує взаємодію дискретної і неперервної компонент насінневого матеріалу.

Удосконалено технологічний процес розшарування, пошарового руху та розділення на фракції, відповідної густини, на робочих поверхнях вібропневматичних та вібропневмовідцентрових сепаруючих машин, що ґрунтується на розроблених теоретичних положеннях руху багатофазного середовища, яким моделюється псевдорозріджений шар насіння.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що завдяки комплексним аналітичним і експериментальним дослідженням визначено та обґрунтовано раціональні конструкційні параметри і кінематичні режими сепаруючих машин, а також характеристики робочих поверхонь для розділення насінневих матеріалів за густиною насіння. Встановлено аналітичні залежності та рекомендації для обґрунтування нових конструкційно-технологічних схем сепараторів у вигляді науково-технічної документації для модернізації та удосконалення ПСС-3,5, розроблення ПСС-10, завдяки впровадженню інтенсифікаторів хвилеподібного типу («Хорольський механічний завод» м. Хорол). Результати досліджень використано підприємствами, що спеціалізуються на переробці зерна, науково-дослідними, проектними установами для розроблення нових і модернізації існуючих машин, обладнання, технологічних ліній з підготовки насіння: ПрАТ «Харківський комбікормовий завод» (м. Харків); ТОВ «Крок-Укрзалізбуд» (м. Київ); ТОВ «Ремавтокомплект-Сервіс» (м. Конотоп); ТОВ «Батьківщина» (Сумська обл., с. Карабутове); ФОП Знайдюк Василь Григорович (м. Чернігів); впроваджено у процес підготовки НМ для закладання в Національне сховище на довготривале зберігання «Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва» Національної академії аграрних наук України.

Основні результати досліджень наведено автором у таких монографіях: «Моделювання процесів зернових сепараторів», «Теорія сепарування зерна», «Теоретичні основи вібропневмовідцентрового розділення насінневих матеріалів за густиною насіння», «Динаміка імпульсно навантажених нелінійних осциляторів», «Наукові основи ощадливої підготовки насіння з поліпшеним біологічним потенціалом», які використовують у навчальному процесі здобувачів вищої освіти Державного біотехнологічного університету для підготовки фахівців за I, II та III РВО спеціальностей: «Прикладна механіка», «Галузеве машинобудування», «Агроінженерія».

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.

Наукові положення, висновки і рекомендації, сформульовані у дисертаційній роботі, є достовірними, обґрунтованими й підтверджено практичною реалізацією. Автором проведено необхідні теоретичні та експериментальні дослідження з використанням розроблених та відомих методик, використано літературні джерела та патентна інформація. Отримані дисертантом теоретичні дані науково обґрунтовані на підставі використання загальної методики досліджень, що передбачало теоретичне обґрунтування з використанням методів та положень теоретичної механіки, гідродинаміки багатофазних середовищ, теорії ймовірності випадкових процесів, математичної статистики та основних положень теорії коливань. У дисертації наведено теоретичне узагальнення та нове вирішення науково-технічної проблеми обґрунтування параметрів процесу вібропневматичного розділення насінневих матеріалів за густиною насіння, що уможливило підвищити ефективність процесів післязбирального обробітку зерна та якість насіння.

Дисертаційне дослідження побудовано за логічною схемою: аналіз стану проблеми, формулювання мети і завдань досліджень, загальні методики та основні методи досліджень, механіко-математична модель процесу розділення насінневих матеріалів за густиною насіння плоскими повітропроникними вібраційними поверхнями, механіко-математична модель процесу вібропневмовідцентрового розділення насінневих матеріалів за густиною насіння, методика та обладнання для проведення експериментальних досліджень процесу вібропневматичного розділення насінневих матеріалів за густиною насіння, верифікація результатів теоретичних та експериментальних досліджень процесу розділення насінневих матеріалів за густиною насіння.

Кожен етап досліджень ґрунтується на об'єктивних даних та закономірностях, які достатньо повно висвітлено у роботі.

Висновки дисертаційної роботи є достатньо обґрунтованими, їх підтверджено необхідною кількістю експериментальних досліджень, котрі проведено як у лабораторних, так і в умовах тривалої виробничої експлуатації.

Перший пункт загальних висновків характеризує низьку ефективність реалізації основних принципів техніко-технологічне забезпечення виробництва зернових, в тому числі й технологічних процесів розділення НМ. Автор відмічає, що стратегічним завданням є глибока модернізація галузі як складової частини агропромислового комплексу на базі високорентабельних сучасних технологій і техніки нового покоління, системного обґрунтування параметрів множини робочих органів машин для вібропневматичного та вібропневмовідцентрового розділення НМ, якими враховано відміни механізованих процесів, зумовлених зміною фізико-механічних властивостей матеріалу.

Висновок достовірний, про що свідчить проведений дисертантом аналіз.

Другий висновок сформульовано на підставі аналізу отриманих дво- та тривимірних механіко-математичних моделей гідродинаміки багатофазних

систем рівнянь, які описують процес розділення псевдорозрідженого шару НМ на фракції на робочих поверхнях вібропневматичних та вібропневмовідцентрових сепаруючих машинах. Автором обґрунтовано принципи інтенсифікації процесу розділення НМ за густиною насіння.

Висновок підтверджується проведенням математичним моделюванням.

У висновку третьому за результатами теоретичних досліджень на основі розробленої механіко-математичної моделі автором отримано аналітичні залежності, які моделюють процес розділення НМ на робочих поверхнях вібропневматичних сепаруючих машинах та узагальнюють взаємозв'язок кінематичних режимів та конструкційних параметрів з фізико-механічними властивостями матеріалу. Автором визначено, що відносна швидкість шарів частинок дискретної фази змінюється гармонічно за часом з частотою коливань робочої поверхні, а її амплітуда залежить від фізико-механічних властивостей НМ, швидкості повітряного потоку на вільній поверхні псевдорозрідженого шару і ефективного коефіцієнту динамічної в'язкості.

Висновок підтверджується проведенням математичним моделюванням.

Четвертий висновок сформульовано на підставі чисельного розв'язку автором механіко-математичних моделей та встановлених траєкторій та швидкостей руху шарів насінневого матеріалу, які утворено частинками різної густини. Автором відзначено, що компонента швидкості V_{13} частинок дискретної фази менше середнього значення швидкості повітряного потоку, залежить від об'ємної концентрації частинок дискретної фази, швидкості повітряного потоку, кінематичного режиму вібраційних коливань робочої поверхні, що обумовлюється ефективним коефіцієнтом кінематичної в'язкості неперервної фази. За коефіцієнтом тертя, який наближається до нуля, домінуючим доданком у залежності з визначення швидкості V_{13} буде доданок з квадратичною залежністю від координати x_3 .

Висновок достовірний, що підтверджують результати досліджень, проведені дисертантом.

У висновку п'ятому наведено аналіз результатів імітаційного моделювання, щодо обґрунтування та експериментального підтвердження комплексного впливу на показник чистоти основної фракції швидкості повітряного потоку, частоти і амплітуди коливань деки пневмосортувального столу, повздовжнього й поперечного кутів її нахилу. Автором для пшениці, кукурудзи та соняшнику встановлено діапазони раціональних значень відмічених параметрів.

Висновок достовірний, що підтверджують результати досліджень, проведені дисертантом.

У шостому висновку за результатами чисельного моделювання процесу розділення НМ на робочій поверхні вібропневмовідцентрових сепаруючих машинах автором визначено поля швидкостей руху компонентів. Здобувачем встановлено, що найбільший вплив на параметри процесу розділення НМ має частота коливань робочої поверхні та швидкість повітряного потоку. Збільшення частоти коливань робочої поверхні призводить до відповідного зростання абсолютної швидкості руху шарів НМ вздовж робочої поверхні в напрямку вивантаження, що уможливорює майже втричі скоротити час протікання процесу. Встановлено, що за умов наближення значення швидкості повітря на вході в шар

НМ до позначки $V = 1,6$ м/с чистота основної фракції зменшується, оскільки збільшується швидкість переміщення шарів НМ в напрямку вивантаження.

Висновок достовірний, що підтверджують результати досліджень, проведені дисертантом.

У сьомому висновку відзначено, що імітаційним моделюванням обґрунтовано та експериментально підтверджено залежність чистоти основної фракції НМ від параметрів процесу. Автором встановлено раціональні значення швидкості повітряного потоку та частоти коливань робочої поверхні вібропневмовідцентрових сепаруючих машин для пшениці, соняшнику та сої.

Висновок достовірний, що підтверджують результати досліджень, проведені дисертантом.

У восьмому висновку розкрито механіко-технологічні підстави збільшення інтенсивності технологічних процесів розділення НМ за густиною насіння вібропневматичними та вібропневмовідцентровими сепаруючими машинами. Автором розроблено нову сепаруючу машину та удосконалено технологічну лінію підготовки високоякісного НМ. Для пшениці, кукурудзи, соняшнику та сої автором обґрунтовано раціональні значення інтенсифікаторів хвилеподібного типу, що уможливило збільшити продуктивність машин та довести чистоту основної фракції до 96 %.

Висновок достовірний, що підтверджують результати досліджень, проведені дисертантом.

У дев'ятому висновку відзначено, що результати дослідження з виробництва інтенсифікаторів хвилеподібного типу впроваджено на ПрАТ ХМЗ (Хорольський механічний завод, м. Хорол) для модернізації, удосконалення ПСС-3,5, а також розроблення ПСС-10.

Автором відзначено, що річний економічний ефект від впровадження рекомендацій щодо раціональних режимів експлуатації сепаруючих машин становить 1,585 млн. грн, а очікуваний річний економічний ефект від впровадження результатів дисертаційних досліджень у підприємствах переробної галузі України становить з розрахунку на 1 т НМ 98 грн/т.

Усі пункти висновків логічно впливають із результатів досліджень, проведених автором у дисертаційній роботі.

Наукові положення, висновки та рекомендації, які отримані в результаті досліджень, є достовірними. Це досягається коректним застосуванням положень вищої математики, механіки, гідродинаміки багатофазних середовищ, теорії ймовірності випадкових процесів, математичної статистики та основних положень теорії коливань. Підтвердженням цьому є також узгодженість результатів теоретичних та експериментальних досліджень, використання стандартизованих та розроблених самостійно методик досліджень, що адекватно відтворюють умови процесу, який вивчається. Експериментальні дослідження проводились на засадах системного підходу, статистичного опрацювання інформації. Тому висновки у дисертації за № 5, 7,8 слід визнати достовірними, оскільки вони ґрунтуються на використанні апробованих методів із застосуванням сучасних приладів та обладнання.

У період 2005-2023 рр. результати наукової роботи доповідалися і отримали позитивну оцінку на наукових конференціях міжнародного і всеукраїнського

значення.

Повнота викладення результатів дисертації в опублікованих працях.

Основний зміст, результати теоретичних та експериментальних досліджень опубліковано у 40 наукових працях, в тому числі: 7 монографіях (з них – 1 одноосібна; 3 – одноосібні розділи у колективній монографії); 11 статтях у наукових періодичних виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України (з них 5 – без співавторів); 6 – у наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Scopus; 3 статті у наукових періодичних виданнях інших країн; 9 тез у збірниках доповідей наукових конференцій; отримано 4 патенти на корисну модель.

Результати кандидатської дисертації в матеріалах докторської та публікаціях не використано.

Порушень академічної доброчесності мною не встановлено.

Відповідність автореферату основним положенням дисертації.

Автореферат дисертації відображає основний зміст роботи, її наукові Положення та результати. Висновки автореферату і дисертації повністю ідентичні.

Мова та стиль дисертації.

Дисертація та автореферат написано державною мовою. Стиль та виклад роботи логічний, послідовний і відповідає вимогам до наукових праць. Зміст роботи повністю висвітлює наукові результати і їх впровадження у виробництво. За умов викладення тексту застосовується наукова лексика і термінологія.

Аналіз змісту дисертації.

Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, 6 розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації складає 451 сторінки, у тому числі додатки на 110 сторінках. Анотацію викладено на 19 сторінках, обсяг основного тексту дисертації становить 282 сторінки (11,75 друкованих аркушів), містить 102 рисунки, 19 таблиць. Список використаних джерел нараховує 300 найменувань на 32 сторінках

Текст дисертаційної роботи викладений чітко та в логічній послідовності. Матеріал дисертації достатньо проілюстрований схемами, рисунками, графіками і таблицями. Загальні висновки і рекомендації у дисертації впливають з проведених здобувачем досліджень та відображають основні результати роботи. Мова і стиль викладення змісту, оформлення дисертації та автореферату відповідають вимогам, які ставляться до кваліфікаційних наукових праць.

У вступі, відповідно до вимог, обґрунтовано актуальність теми дисертації, розкрита сутність і стан наукової проблеми, її значущість, викладено зв'язок роботи з науковими програмами, встановлено об'єкт та предмет дослідження, відображено методи дослідження, сформульовані мета, наукова гіпотеза й основні завдання дослідження, визначено наукову і практичну цінність

одержаних результатів. Наведено інформацію щодо особистого внеску здобувача в опублікованих працях, а також апробації результатів досліджень.

У **першому розділі** (стор. 39-100) проведено аналіз стану проблеми, огляд і аналіз досліджень вітчизняних і іноземних авторів. Визначено основні напрямки досліджень, проведено детальний аналіз досліджень, що мають найбільше поширення у виробництві зернових культур в Україні та світі.

Проведено структурний аналіз робіт направлених на удосконалення процесу післязбиральної обробки зерна, який показав, що більшість робіт за обраним напрямком мають за мету більш якісне виконання процесу і зменшення енерговитрат. Визначено, що сепаруючі машини, які реалізують процес розділення насінневого матеріалу у псевдорозрідженому шарі, мають високу надійність та відрізняються простотою конструкції, мають значно нижчу собівартість, ніж розділення матеріалу за густиною, шляхом занурення у розчини рідин.

У **другому розділі** (стор. 102-166) наведено результати теоретичних досліджень з моделювання процесу розділення насінневого матеріалу у псевдорозрідженому шарі за густиною насіння на робочій поверхні вібропневматичного сепаратора – пневмосортувального столу (ПСС), якими враховано взаємодію шарів частинок матеріалу, повітряного потоку і робочої поверхні. Використано метод гідродинаміки багатофазних середовищ, за якого псевдорозріджений шар насіння моделюється багатофазною структурою, що складаються з двох компонент: дискретної (насіння) та неперервної (повітря), за яких компоненти розглядаються як суцільні середовища, що взаємодіють між собою.

Розроблена модель уможливила визначити швидкості та отримати траєкторії руху шарів матеріалу, що складаються з частинок відповідної густини. Досліджено ймовірність потрапляння частинок насінневого матеріалу до «важкої» – частинки з найбільшою густиною, «легкої» – частинки з найменшою густиною та «середньої» фракцій, згідно технологічної схеми розділення ПСС.

Теоретичний розв'язок моделі уможливив одержати залежності: змінення чистоти основної фракції НМ в залежності від частоти, амплітуди коливань ПСС, від величини поздовжнього та поперечного кутів нахилу деки ПСС у відповідності до матеріалу, що обробляється.

У **третьому розділі** (стор. 167-227) наведено результати теоретичних досліджень з моделювання процесу розділення насінневого матеріалу у псевдорозрідженому шарі за густиною насіння на робочій поверхні вібропневмовідцентрового сепаратора, якими враховано взаємодію шарів частинок матеріалу, повітряного потоку і робочої поверхні циліндричної форми. Розглянуто циліндричну робочу поверхню радіусом R , що виконує рівномірний обертальний рух навколо вертикальної осі z з кутовою швидкістю ω_1 , коливальний гармонічний рух вздовж цієї ж осі з круговою частотою ω_2 та амплітудою A . За одночасного впливу повітряного потоку, поля відцентрових та гравітаційних сил і коливань робочої поверхні утворюється N - кільцевих шарів

часток, які відрізняються за власною густиною. Рух шарів частинок відповідної густини розглядається як багатофазне середовище, що складається з дискретної (частинки насіння) та неперервної (повітря) фаз.

Розв'язок розробленої механіко-математичної моделі уможливив визначити швидкості та отримати траєкторії руху шарів матеріалу, що складаються з частинок відповідної густини. Досліджено ймовірність потрапляння частинок насінневого матеріалу до «важкої» – частинки з найбільшою густиною, «легкої» – частинки з найменшою густиною фракцій, згідно технологічної схеми розділення ПСС.

Критерієм ефективності процесу розділення обрано чистоту «важкої» (основної) фракції.

За результатами розв'язку механіко-математичної моделі побудовано залежності чистоти «важкої» фракції насінневого матеріалу від частоти коливань ротора та швидкості повітряного потоку.

У **четвертому розділі** (стор. 228-261) наведено методики та програму лабораторних досліджень. Описано конструкції та принципи роботи пневмосортувального столу та вібропневмовідцентрового сепаратора, завдяки яким проведено експериментальні дослідження. Наведено перелік приладів та обладнання, які було використано під час проведення досліджень.

У **п'ятому розділі** (стор. 262-287) наведено результати верифікації механіко-математичної моделі та експериментальних досліджень процесу розділення насінневого матеріалу за густиною насіння. Обґрунтовано комплекс технологічних властивостей насінневих матеріалів, які використано під час проведення експериментальних досліджень. Для верифікації розроблених механіко-математичних моделей розділення НМ і ефективності щодо їх практичного застосування проведено дослідження, що складаються із двох етапів – теоретичного та практичного. На першому етапі проведено теоретичне моделювання, на другому експериментальні дослідження процесу розділення насінневих матеріалів за густиною насіння на робочих поверхнях плоскої/циліндричної форм. Описано конструкції та принцип роботи розроблених інтенсифікаторів хвилеподібного типу.

Визначено та запропоновано діапазони раціональних значень визначальних параметрів процесу розділення насінневих матеріалів на робочих поверхнях вібропневматичних та вібропневмовідцентрових сепаруючих машин.

У **шостому розділі** (стор. 288-303) наведено розрахунок рівня потенційної економічної ефективності від впровадження результатів досліджень, що становить 40 – 60 млрд грн. в річному обчисленні в загальнодержавному масштабі.

Сумарний річний економічний ефект від впровадження рекомендацій щодо раціональних режимів експлуатації сепаруючих машин становить 1,585 млн. грн.

Прогнозований річний економічний ефект від впровадження результатів дисертаційних досліджень у підприємствах переробної галузі України становить з розрахунку на 1т НМ 98грн/т.

У **висновках** стисло сформульовано основні наукові та практичні результати дисертації. Висновки дисертаційного дослідження відображають сутність роботи, мають належний рівень наукової обґрунтованості та підтверджують суттєвий внесок автора у розвиток наукових основ процесів вібропневматичного розділення насінневих матеріалів за густиною насіння.

У **додатках** наведено опис пневмосепарувального столу ПСС (згідно паспорту Хорольського механічного заводу), матеріали до розрахунку траєкторій руху НМ, результати оптимізації результатів експериментальних досліджень, перелік виконаних НДР, протоколи випробувань, перелік патентів на корисну модель, акти впровадження результатів роботи у виробничий процес, перелік монографій.

Відповідність дисертації встановленим вимогам.

Дисертаційна робота виконана у відповідності до вимог оформлення наукових праць. Достовірність отриманих результатів підтверджується логічним аналізом стану питання, теоретичними розрахунками, системно спланованими та проведеними дослідженнями та комп'ютерною обробкою результатів досліджень.

Протягом викладення теоретичних та експериментальних досліджень автор творчо підходить до побудови схем і графічних зображень, що відображають повну інформативність і легкість сприйняття викладеного матеріалу. Дисертація є завершеною науковою працею з достатньо обґрунтованими результатами, оформлена акуратно, написана логічно науковою мовою. Автореферат повною мірою відображає зміст і основні положення дисертації.

Зміст дисертаційної роботи логічно викладений з послідовно ув'язаною структурою. Результати роботи в повній мірі висвітлюють рішення сформульованих завдань у визначеній області досліджень.

Результати досліджень представлені на конференціях та обговорені на семінарах, повністю висвітлено в опублікованих працях.

Висновки узагальнюють отримані результати по суті наукових положень та практичних рекомендацій впровадження.

Зауваження щодо змісту роботи.

1. Обсяг першого розділу невиправдано збільшено внаслідок використання загальновідомих результатів досліджень, які не потребували детального опису.
2. Розділи 2 та 3 доцільно доповнити розрахунковими схемами, які б підвищили сприйняття розроблених механіко-математичних моделей.
3. Доцільно навести більш детальний опис багатофазного (двофазного) руху насінневого матеріалу.
4. Наскільки коректним є вислів: «рух неперервної фази за законом, який задано і визначається вібраційними коливаннями робочої поверхні» (с. 111)? Чи робоча поверхня деки пневмосортувального столу генерує рух неперервної фази (повітря)?

5. Потребують більш чіткого визначення терміни – «сферичні включення однакового радіусу», «порозність псевдорозрідженого шару насінневого матеріалу».

6. Твердження автора відносно існування чітко визначених n дискретних фаз має певні умовності. Особливо це стосується граничних областей, де однозначно встановити приналежність відповідної фази насінневого матеріалу до тієї або іншої зони, складно.

7. У роботі зустрічаються неточності, які ускладнюють її сприйняття, наприклад, позначення кутів нахилу деки:– α_1 та α_2 , а далі по тексту α та β .

8. Доцільно уточнити, за яким критеріальним показником класифікують x_{\max} – вага зернівки, її розміри (об'єм), густина, коефіцієнт динамічної в'язкості?

9. На скільки коректним є вираз (с.109): «при гідродинамічному моделюванні руху псевдорозрідженого НМ необхідно вводити такі важливі характеристики НМ, як коефіцієнт динамічної в'язкості дискретної і неперервної фаз». Чи є коефіцієнт динамічної в'язкості неперервної фази характеристикою НМ?

10. У рівняннях 2.74- 2.77, системі 2.106 доцільно уточнити розмірність доданків.

11. По робочій поверхні ковзає тільки нижній шар, а вся інша маса НМ переміщається із сформованими шарами, тобто швидкість для усіх шарів дискретної фази однакова. Якщо це не так, то має бути присутнє переміщення одного шару відносно іншого (швидкості шарів різняться і, відповідно, виникають сили тертя із відповідними коефіцієнтами тертя).

12. У залежностях, які характеризують рух у багатомірних гідродинамічних моделях, відсутні ознаки вібро (вібропневмо)переміщення. Є показник швидкість руху, ϵ , із певною натяжкою, амплітуда коливань. Проте частота коливань у залежностях відсутня

Відмічені недоліки не знижують наукової та практичної цінності дисертації і не впливають на позитивну оцінку роботи в цілому. За обсягом і змістом дисертація відповідає вимогам МОН України.

Висновок про відповідність дисертації вимогам МОН України.

Дисертаційна робота **Бредихіна Вадима Вікторовича** на тему «Наукові основи процесів вібропневматичного розділення насінневих матеріалів за густиною насіння» є завершеною кваліфікаційною науковою працею. Досягнуті дисертантом результати уможливають підвищити ефективність процесів післязбирального обробітку насінневого матеріалу завдяки розробленню і впровадженню наукових основ вібропневматичного розділення його за густиною. Системність досліджень засвідчує високий науковий рівень автора за умов розв'язання поставлених задач в межах науково-технічної проблеми. Основні результати досліджень у повній мірі опубліковано автором у фахових виданнях

України та інших держав, пройшли належну апробацію та схвально оцінено науковцями.

Дисертаційна робота за науковим рівнем та практичною цінністю, змістом і оформленням повністю відповідає вимогам пп. 6, 7, 8 та 9 «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 року № 1197, щодо дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук, пп. 1, 2, 3, та 5 Паспорту спеціальності 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва, а її автор **Бредихін Вадим Вікторович** заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор,
Полтавський державний
аграрний університет,
професор кафедри агроінженерії
та автомобільного транспорту

Шейченко Віктор Олександрович

Підпис засвідчую.

