

ВІДГУК

офіційного опонента Алієва Ельчина Бахтияра огли
на дисертацію Никифорова Антона Олексійовича
**«ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-РЕЖИМНИХ
ПАРАМЕТРІВ ВІБРОФРИКЦІЙНОГО СЕПАРАТОРА
ДРІБНОНАСІННЄВИХ МАТЕРІАЛІВ»**,

що подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 05.05.11 – машини і засоби механізації
сільськогосподарського виробництва (133 – Галузеве машинобудування)

1. Актуальність теми

Актуальність теми полягає у забезпеченні агропромислового комплексу України високоякісним посівним матеріалом, що є важливою умовою для підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. Це завдання узгоджується з державними пріоритетами, зазначеними в нормативних актах, таких як закон України «Про стимулювання розвитку вітчизняного машинобудування для агропромислового комплексу», постанова Кабінету Міністрів України від 23.08.2016 № 556, стратегічні напрями Міністерства аграрної політики та продовольства України, проєкт ЄС та регіональні програми сталого розвитку. Усі ці документи спрямовані на розвиток сучасних технологій для підвищення врожайності та якості продукції.

Значний внесок у підвищення якості насіннєвого матеріалу здійснюється через процеси очистки та сепарації насіння. Перспективним для цього є використання віброфрикційних насіннєвих сепараторів (ВФНС), які дозволяють ефективно розділяти дрібнонасіннєві матеріали за сукупністю геометричних і фізико-механічних властивостей насінин різних фракцій. Однак вплив аеродинамічних ефектів на кінематичні параметри руху насіння в процесі сепарації вивчено недостатньо. Аеродинамічні сили, що виникають через знакозмінні потоки повітря, впливають на якість розділення та траєкторії руху насіння, що ускладнює фізико-математичний опис процесу сепарації.

Для підвищення ефективності ВФНС важливо мінімізувати вплив знакозмінного повітряного потоку, зокрема через застосування аеродинамічних екранів, які знижують перепади тиску та швидкості повітря між робочими поверхнями. Обґрунтування конструктивних і режимних параметрів ВФНС дозволить оптимізувати процес сепарації, що сприятиме підвищенню якості посівного матеріалу. Тобто науково-технічна задача, яка вирішується в

представленій дисертації є важливою і актуальною в галузі аграрного машинобудування.

2. Зв'язок дисертації з державними науковими програмами, планами, темами, пріоритетними напрямками розвитку науки і техніки

Автором зазначено, що роботу виконано в Державному біотехнологічному університеті Міністерства освіти і науки України, і вона пов'язана із науково-дослідною роботою «Розробка та удосконалення мехатронних машино-технологічних систем, що відповідають вимогам ергономіки, технічної естетики та охорони праці для механізованого виробництва сільськогосподарської продукції на основі енергозберігаючих та економічно безпечних технологій» (ДР № 0123U101678, 2023-2025 рр.).

Також науково-дослідна робота відповідає закону України «Про стимулювання розвитку вітчизняного машинобудування для агропромислового комплексу» N 5478-VI (5478-17) від 06.11.2012 р.; постанові Кабінету Міністрів України від 23.08.2016 № 556 «Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 2024 року»; плану дій затвердженого Міністерством аграрної політики та продовольства України «Стратегічні напрями розвитку сільського господарства України на період до 2024 року»; проекту ЄС «Підтримка впровадження сільськогосподарської та продовольчої політики в Україні»; регіональній програмі «Стратегія сталого розвитку Харківської області до 2024 року».

3. Наукова новизна одержаних результатів і їх значення для науки та виробництва

Встановлена залежність якості вібросепарації насінневих матеріалів від параметрів знакозмінного повітряного потоку, що є новим кроком у розумінні фізичних процесів, які відбуваються при сепарації насіння різних сільськогосподарських культур. Ці знання можуть бути застосовані у подальших дослідженнях, спрямованих на удосконалення технологій сепарації дрібнонасінневих матеріалів.

Розширені уявлення про кінематичні закономірності та фактори, які впливають на рух насіння на віброфрикційній поверхні. Врахування аеродинамічних сил та моментів дозволяє глибше розуміти взаємодію між насінням та робочими поверхнями, що сприяє розробці точніших моделей і

подальших чисельних експериментів у сфері механіки процесів агропромислового виробництва.

Удосконалений метод оцінки аеродинамічних сил та параметрів повітряного потоку має значення для подальших фундаментальних досліджень у сфері сепараційних процесів, оскільки дозволяє аналізувати аеродинамічні ефекти на мікрорівні, підвищуючи точність прогнозів щодо поведінки часток.

Практичне застосування знань про вплив параметрів повітряного потоку та конструкційних елементів ВФНС дозволяє оптимізувати процеси очищення та сепарації насінневого матеріалу, що сприяє підвищенню якості посівного матеріалу.

Удосконалений метод оцінки аеродинамічних характеристик віброфрикційних сепараторів забезпечує можливість створення більш ефективних технологічних рішень для агропромислового комплексу. Це сприяє підвищенню економічної ефективності процесів та дозволяє зменшити витрати на виробництво.

Розроблені рекомендації щодо параметрів робочих поверхонь та аеродинамічних екранів ВФНС забезпечують можливість підвищити якість та стабільність процесу сепарації, що позитивно впливає на кінцевий результат переробних підприємств.

На основі виконаних теоретичних та експериментальних досліджень Никифоровим А. О. вирішено науково-технічне завдання підвищення ефективності процесу вібросепарації насінневих матеріалів дрібнонасінневих культур шляхом обґрунтування раціональних параметрів та режимів роботи ВФНС з аеродинамічним екраном (патенти України на корисні моделі № 88048, 149837, 151223).

4. Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій роботи полягає в тому, що вони базуються на коректному застосуванні методів класичної механіки, механіки суцільного середовища, аналізу та синтезу, математичного моделювання, математичної статистики, розв'язку систем нелінійних диференційних рівнянь. Для розв'язання математичної моделі динаміки віброфрикційного руху насінини використано чисельні методи. Експериментальні дослідження проводилися з використанням чисельного та фізичного моделювання, а також випробувань у лабораторних умовах. Математичне моделювання, теоретичний аналіз та обробка результатів наукових досліджень виконані із застосуванням програм GNU Octave, PAST, Matlab.

Всі наукові положення, які наведені в дисертації, підтверджені даними теоретичних і експериментальних досліджень, а також результатами виробничих випробувань.

Результати дисертації викладені у висновках після кожного розділу, а також у 7 пунктах загальних висновків.

Перший пункт загальних висновків стосується аналізу існуючих методів і моделей, однак при цьому не зазначена відповідна задача досліджень. Наукове положення ґрунтується на аналізі відомих досліджень щодо віброфрикційної сепарації дрібнонасіневих матеріалів. Ретельне вивчення літератури підтверджує потребу в подальших дослідженнях щодо впливу знакозмінного повітряного потоку та його взаємодії з робочими поверхнями ВФНС, що підвищує достовірність висновків про необхідність проведення додаткових експериментів та моделювання.

Другий пункт базується на розробці комплексної математичної моделі. Обґрунтованість математичної моделі підтверджується використанням чисельних методів для розрахунку траєкторії руху насіння та встановленням функціонального зв'язку між конструкційними параметрами ВФНС і якістю сепарації. Адекватність моделі забезпечується проведенням досліджень при різних умовах і забезпечує високу достовірність висновків щодо впливу повітряного потоку на якість сепарації.

У **третьому пункті** наведено результати чисельного моделювання та проведено побудову регресійних рівнянь. Достовірність висновків підкріплена розрахованими коефіцієнтами детермінації регресійних рівнянь (0,96, 0,967, 0,956), що вказують на високий рівень відповідності моделі експериментальним даним.

У **четвертому пункті** наведено отримані значення раціональних конструктивно-режимних параметрів ВФНС для мінімізації впливу повітряного потоку. Висновок базується на результатах чисельного моделювання. Вибір конкретних значень для відстані, амплітуди коливань та висоти екрану обґрунтовано експериментальними даними, що забезпечує наукову достовірність рекомендацій.

П'ятий висновок стосується порівняння регресійних рівнянь для підтвердження адекватності моделі. Адекватність математичної моделі підтверджується порівнянням результатів чисельного та натурного експериментів, де розбіжність результатів становить 5-11 %, що є прийнятним для інженерних задач. Це свідчить про високу достовірність висновків щодо використання моделі в практичних умовах.

Шостий пункт надає інформацію щодо оцінки ефективності застосування ВФНС з аеродинамічним екраном. Результати експериментів показують значне

підвищення показників чистоти та відсортованої насінневої фракції при використанні аеродинамічного екрану, що обґрунтовує рекомендацію для застосування такого ВФНС. Статистично значущі зміни показників (збільшення частки чистого насіння до 98,5%) підтверджують достовірність висновків.

У восьмому пункті приведено результати розрахунку економічної ефективності від впровадження результатів. Обґрунтованість економічної оцінки базується на підвищенні товарної вартості та зменшенні втрат за рахунок покращення якості посівного матеріалу. Розрахунки економічної вигоди для господарств (додатковий прибуток у 1,335 мільйона грн на рік з річним обсягом врожаю насіння пастернаку у 500 кг) підтверджують достовірність прогнозу щодо економічної ефективності впровадження розробленої технології.

Всі пункти висновків ґрунтуються на результатах досліджень приведених автором в матеріалах дисертації.

4. Повнота відображення результатів дисертації в опублікованих працях

Основні результати дисертації висвітлено в 32 наукових публікаціях, серед яких: 14 статей у фахових наукових виданнях України; 2 публікації у зарубіжних виданнях; 15 тез доповідей наукових конференцій, а також отримано 3 патенти. Окремо можна виділити 4 статті у виданнях, які входять до міжнародної наукометричної бази Scopus.

5. Відповідність дисертації встановленим вимогам

Дисертація Никифорова А. О. представляє собою завершену наукову роботу і складається з вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел із 148 найменувань та 10 додатків.

Повний обсяг роботи викладено на 268 сторінках комп'ютерного тексту (основна частина 170 сторінок), містить 78 рисунків, 20 таблиць.

У вступі, відповідно до вимог, обґрунтовано актуальність теми та необхідність проведення досліджень, викладений зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами, сформульовано мету і основні завдання дослідження, наведено наукову новизну та практичну цінність одержаних результатів.

У першому розділі аналізуються існуючі методи очищення і сортування насіння, включаючи використання віброфрикційних насінневих сепараторів. Обговорюються аеродинамічні властивості насіння, а також теоретичні дослідження вібросепарації, що враховують ці властивості. В результаті

проведеного аналізу визначено коло питань, які потребують вивчення та сформульовано задачі досліджень.

Другий розділ присвячено розробці методики розрахунку аеродинамічних характеристик насіння, що має задану форму. Розглядається модель руху повітря між паралельними пластинами, що коливаються, а також вплив конструктивних характеристик робочих блоків на динаміку повітря. Досліджується безвідривний рух насіння по нахиленій шорсткій поверхні з урахуванням аеродинамічних сил і моментів. Результати досліджень, які викладені в даному розділі проведено на основі аналітичних досліджень.

У **третьому розділі** обґрунтовуються конструкційно-режимні параметри вібраційно-фрикційного насінневого сепаратора з аеродинамічним екраном. Пропонується методика обґрунтування цих параметрів на основі чисельного моделювання та формування регресійних моделей.

Четвертий розділ містить програму лабораторних випробувань, методику варіювання конструкційних параметрів аеродинамічного екрану, а також оцінку впливу цих параметрів на віброфрикційний рух насіння. Результати експериментів демонструють приріст показника сортової чистоти насіння.

П'ятий розділ присвячено впровадженню отриманих результатів досліджень у практику. Обговорюється техніко-економічна ефективність застосування вібраційно-фрикційного насінневого сепаратора з аеродинамічним екраном.

Дисертація і автореферат написані діловою українською мовою з дотриманням наукового стилю. Матеріали всіх розділів дисертації пов'язані логічно і разом складають закінчену наукову роботу, яка вирішує наукову задачу. Зміст, форма подачі матеріалу відповідають вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата наук. Основні положення, що наведені у авторефераті, співпадають з дисертацією.

6. Дискусійні питання та зауваження щодо дисертації

1. В дисертації слід було навести гіпотезу досліджень, яка представлена в авторефераті.
2. Автору слід пояснити поняття «формалізоване уявлення», яке використане в науковій новизні.
3. В розділі «1.2 Використання віброфрикційних насінневих сепараторів» наведено багато схем віброфрикційних сепараторів, однак при цьому практично не згадуються виробничі зразки такого обладнання.
4. Яким чином в моделі руху повітря відносно паралельних пластин, що синхронно коливаються, врахована турбулентність? Чи можна доповнити

розроблену модель відомою моделлю турбулентності, наприклад, Spalart-Allmaras, K-Epsilon чи K-Omega?

5. Яким чином в граничних умовах розробленої моделі руху повітря врахована шорсткість поверхонь ВФНС?

6. Рисунок 2.2 відображає результати моделювання віброфрикційного руху насінини пастернаку без урахування та з урахуванням аеродинамічних сил та моментів. Нажаль, в роботі наведено лише один результат, при чому не вказані початкові і граничні умови. Тому виникає наступне питання: чи можна підібрати певні початкові і граничні умови, так щоб траєкторії руху насінин пастернаку без урахування та з урахуванням аеродинамічних сил та моментів співпадали або були достатньо близькі?

7. В розділі 3.2 наведено багато загальновідомої інформації щодо методики розрахунку і статистичного аналізу рівнянь регресії. Достатньо було вказати відповідні посилання.

8. На рисунку 4.2 (розділ 4.3.1) наведено «механізм» регулювання відстані вертикальної стінки екрану від торцю робочого блоку. Виникає питання щодо точності такого регулювання.

9. Результати чисельного моделювання і експериментальних досліджень направлені лише на визначення рівнянь регресії якості розділення насіння від конструктивно-режимних параметрів ВФНС. Однак, зовсім не приділено увагу продуктивності і енерговитратам сепаратора. При підвищенні якості сепарації зменшується продуктивність і збільшуються енерговитрати. Тому необхідно вирішувати відповідний компроміс.

10. В дисертації вказано, що ПрАТ «Карлівський машинобудівний завод» прийняв конструкторську та технічну документацію ВФНС для виготовлення відповідного дослідного зразка (акт впровадження від 17.01.2022). Чи був виготовлений даний дослідний зразок?

11. Для порівняння результатів теоретичних й експериментальних досліджень не достатньо наочного аналізу і коефіцієнту детермінації, необхідно використовувати більш вагомі статистичні коефіцієнти.

12. Перший пункт загальних висновків стосується аналізу існуючих методів і моделей, однак при цьому не зазначена відповідна задача досліджень.

13. В роботі є стилістичні і друкарські помилки.

14. Список використаних джерел оформлений не в єдиному стилі.

Загальний висновок

Дисертація **Никифорова Антона Олексійовича** за формою і змістом є завершеною самостійною науковою роботою, містить обґрунтовані наукові

результати, які дозволяють вирішити актуальну наукову задачу – підвищення ефективності процесу вібросепарації насінневих матеріалів дрібнонасінневих культур шляхом обґрунтування раціональних параметрів та режимів роботи ВФНС з аеродинамічним екраном. Завдання, що вирішені у дисертації, є актуальними для галузевого машинобудування.

Зміст дисертації, її структура відповідають паспорту наукової спеціальності 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва.

За актуальністю розглянутої задачі, науковим рівнем її вирішення, загальним обсягом досліджень, теоретичною і практичною цінністю отриманих результатів, дисертація **«Обґрунтування конструктивно-режимних параметрів віброфрикційного сепаратора дрібнонасінневих матеріалів»** повністю відповідає пунктам 9, 11, 12, 13 «Порядку присудження наукових ступенів» (постанова КМУ від 24.07.2013 р. № 567), пунктам 1, 2, 3 та 5 Паспорту спеціальності 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва (постанова ВАК України від 11.05.2005 № 22-08/4), а її автор, **Никифоров Антон Олексійович**, заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва.

Офіційний опонент: доктор технічних наук, старший дослідник, професор кафедри інжинірингу технічних систем Дніпровського державного аграрно-економічного університету

Ельчин АЛЕЄВ

Особу та підпис Алієва Е.Б. засвідчую.



Проректор з наукової та інноваційної діяльності ДДАЕУ

Юрій ТКАЛІЧ