

## ВІДГУК

офіційного опонента д.т.н., доц. Цуркана Олега Васильовича на дисертаційну роботу **Богомолова Олексія Олексійовича** на тему: «Обґрунтування параметрів багатоярусного ударного сепаратора для сепарації насіння ріпаку» поданої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.11 - машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва

**Актуальність роботи.** Як цінна олійна і кормова культура ріпак набуває все більшого поширення як в світі так і в Україні. Будучи джерелом олії та одночасно кормового білка, ріпак займає важливе місце у вирішенні проблем харчування тварин та птиці. Вивченість питань очищення та сушіння насіння ріпаку в Україні є недостатньою, що стримує його розповсюдження в Україні. Однією з основних проблем підготовки насіннєвого матеріалу ріпаку є очищення його від важковідокремлюваного насіння бур'янів. Не вирішеними є також питання доочищення фракцій насіння ріпаку після очищення на пневморешітних сепараторах, в яких залишається до 20% засмічувачів та відходів з засміченістю більше 50%, які проблемно використовувати навіть для переробки на корм тваринам та птиці. Перспективним способом очищення насіння ріпаку від важковідокремлюваного насіння бур'янів є сепарація за пружними властивостями. Цей спосіб здійснюється шляхом удару насіння по відбивній поверхні й поділу на фракції насіння, що рухається після відбиття за різними траєкторіями. Недостатнє вивчення закономірностей сепарації насіння за пружними властивостями стримує можливості удосконалення робочих органів пристрою, який дозволив би підвищити якість виконання процесу. Удосконалення та підвищення ефективності способу очищення насіння ріпаку за пружними властивостями, є безперечно актуальним завданням.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертація виконана у відповідності до науково-дослідної роботи кафедри механізації виробничих процесів в АПК Луганського національного аграрного університету відповідно до програм науково-дослідних робіт на 2017-2021 рр. «Розробка перспективних технологій, технологічних процесів і засобів механізації в агропромислових комплексах держави» (державний реєстраційний номер № 0117U005023). Експериментальні дослідження проводились на кафедрі «Обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв» Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка.

**Наукове і практичне значення отриманих результатів.** Дисертація Богомолова О.О. є завершеною науковою роботою, яка характеризується високим рівнем актуальності, логічністю змісту та свідчить про особистий внесок здобувача в науку, містить наукову новизну і має теоретичне та

практичне значення. На основі результатів теоретичних та експериментальних досліджень автором:

*Вперше:*

– розроблено аналітично-експериментальний метод визначення ефективного модулю пружності зернівок кулястої форми, який ґрунтується на розв'язанні контактної задачі теорії пружності;

– отримані залежності для обчислення основних характеристик удару при вертикальному падінні тіла на пружний півпростір з урахуванням дії сил гравітації при невеликих швидкостях удару, за допомогою яких встановлено, що для таких малих тіл до яких відноситься насіння ріпаку, урахуванням сил тяжіння під час удару можна знехтувати.

– розроблено математичну модель взаємодії параболоїдних деформівних тіл, до яких можна віднести насіння ріпаку, при їх падінні на ударну сепаруючу поверхню та можливість їх переходу в осцилятор. Встановлено, що при реальних масах тіл під час удару в процесі сепарації, та відносно невеликих швидкостях удару задемпфована неколивна система, якою є сепаруюча поверхня, залишається неколивною.

– встановлені закономірності руху частки ідеалізованої у вигляді матеріальної точки між похилими в поздовжньопоперечному напрямку деками багатоярусного ударного сепаратора від кутів нахилу дек.

– теоретично встановлена залежність продуктивності багатоярусного ударного сепаратора від маси насіння ріпаку та кутів нахилу дек.

Автором дисертації розроблені та виготовлені високопродуктивні прилади для визначення коефіцієнтів тертя та граничних кутів підйому по вібраційній поверхні насіння ріпаку та насіння бур'янів.

В результаті теоретичних та експериментальних досліджень розроблено конструкцію багатоярусного ударного сепаратора, в якому, шляхом збільшення кількості ударних випробувань часток суміші з робочими поверхнями сепаратора ефективність процесу сепарації значно збільшується.

Результати наукових досліджень впроваджені у виробництво в фермерських господарствах Харківської області та навчальний процес ХНТУСГ ім. П. Василенка.

**Ступінь обґрунтованості наукових положень та висновків, сформульованих у дисертації, їх достовірність і новизна**

Базуючись на сучасному стані вирішення задачі підвищення ефективності процесу сепарації насіння ріпаку автором дисертації Богомолівим О.О. проаналізовано існуючі наукові досягнення.

Виходячи з цього аналізу, автором була поставлена мета і сформульовані задачі досліджень, вирішення яких дозволило обґрунтувати

раціональну конструктивно-технологічну схему і визначити конструктивні параметри багатоярусного ударного сепаратора для сепарації насіння ріпаку.

Наукові положення та висновки, викладені в дисертаційній роботі, є достовірними, новими і науково обґрунтованими, про що свідчать результати теоретичних та експериментальних досліджень, які проведені дисертантом.

Теоретичні дослідження виконані із використанням положень вищої математики та теоретичної механіки. Експериментальні дослідження проводилися на розробленій експериментальній установці на основі прийнятої та розробленої методик із застосуванням математичного планування багатфакторного експерименту.

Основні наукові положення, які одержані автором самостійно за результатами проведених теоретичних і експериментальних досліджень, відображені у восьми пунктах загальних висновків.

**У першому висновку** проведено аналіз сучасного стану способів та засобів сепарації насіння ріпаку від важковідокремлюваних домішок та вказується, що способи очищення насіння ріпаку від важковідокремлюваних домішок, які використовуються у виробництві на даний час не забезпечують достатньої якості сепарації.

**Другий висновок** відзначає, що найбільші відмінності фізико-механічних властивостей насіння ріпаку та домішок спостерігаються в пружності, тому сепарацію насінневих сумішей насіння ріпаку та домішок рекомендується здійснювати на ударних поверхнях. При цьому найбільша ефективність може бути досягнута шляхом збільшення кількості ударних випробувань часток суміші між цими поверхнями.

**У третьому висновку** автором висвітлені інноваційні методи та обладнання для визначення фізико-механічних властивостей насіння ріпаку та важковідокремлюваних домішок, а також відмічаються переваги запропонованого автором способу визначення ефективного модуля пружності матеріалів кулястої форми, до яких можна віднести насіння ріпаку.

**У четвертому висновку** наведені результати теоретичних досліджень та розрахунку основних характеристик удару при вертикальному падінні тіла на пружний півпростір з урахуванням сил гравітації при невеликих швидкостях удару та факти того, що урахуванням сили тяжіння під час удару таких малих тіл, до яких відноситься насіння ріпаку, можна знехтувати.

**У п'ятому висновку** приводяться результати теоретичних досліджень впливу маси тіла, що вдаряє по задемпфованій неколивній системі на можливість її переходу в осцилятор, та доводиться, що тіла малої маси, якими є зерно ріпаку, не можуть перетворити її в осцилятор і система залишається неколивною.

**Шостий висновок** стосується встановлених закономірностей руху частки, ідеалізованої у вигляді матеріальної точки, між похилими в

подовжньо поперечному напрямку деками багатоярусного ударного сепаратора, а саме: імпульсу удару, кута нахилу вектора та модуля швидкості і тривалості руху насіння між деками від кута нахилу дек. Встановлено, що раціональними кутами нахилу для продуктивності є кути, що знаходяться в межах  $30^{\circ}$ ... $50^{\circ}$ .

**Сьомий висновок** містить результати теоретично встановленої залежності продуктивності багатоярусного ударного сепаратора від маси насіння ріпаку та кутів нахилу дек в межах 8-30 кг/год. і відрізняється від експериментальної в межах 15%, що є достатньо адекватним і достовірним.

**Восьмий висновок** містить результати експериментальних досліджень, результати обґрунтування та визначення за допомогою планування багатофакторного експерименту конструктивних параметрів багатоярусного ударного сепаратора, які дозволили отримати вихід очищеної фракції насіння ріпаку до 68% при початковій засміченості 15%, а також результати економічної ефективності впровадження багатоярусного ударного сепаратора у виробництво.

Достовірність отриманих результатів підтверджується обґрунтованістю прийнятих припущень, коректним використанням математичного апарату, даними експериментальних досліджень.

**Повнота викладу наукових положень дисертації в опублікованих роботах.**

Основні результати дисертаційної роботи опубліковано в 20 наукових працях, у тому числі: 12 статтях у спеціалізованих наукових виданнях України і 1 статті у закордонному виданні (з них 1 у виданнях, що індексуються міжнародними наукометричними базами), 5 тез у збірниках доповідей наукових конференцій.

Теоретичні та експериментальні результати досліджень, що виносяться на захист, отримані автором самостійно та викладені у наукових роботах. У наукових роботах, які опубліковано у співавторстві, здобувачу належать: результати огляду і аналіз досліджень та визначення напряму підвищення ефективності процесу сепарації насіння ріпаку; результати математичного моделювання визначення ефективного модуля пружності та процесу сепарації насіння ріпаку на багатоярусному ударному сепараторі; обґрунтування граничних умов та проведення аналізу результатів моделювання; методика і результати проведених експериментів.

**Мова і стиль викладу матеріалу дисертації.** Представлена дисертаційна робота Богомолова Олексія Олексійовича написана українською мовою, розділи взаємопов'язані, логічно і послідовно розкривають поставлену мету. Дисертація є цілісною і завершеною роботою, яка містить нові наукові результати.

**Структура і зміст дисертації.** Дисертація складається із вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків на

20 сторінках. Обсяг основного тексту дисертації становить 161 сторінка друкованого тексту, містить 56 рисунків та 15 таблиць. Список використаних джерел нараховує 228 найменувань на 23 сторінках.

У вступі відображено актуальність роботи та удосконалення техніко-технологічного забезпечення процесу сепарації насіння ріпаку від важковідокремлюваних домішок, а також визначені об'єкт та предмет досліджень, сформульовані мета та завдання, наведено основні напрями вирішення завдань, викладені положення, що визначають наукову новизну і практичну значущість роботи та особистий внесок здобувача, містяться відомості щодо публікацій та апробації результатів роботи.

У першому розділі «Аналіз сучасного стану технологічного процесу та обладнання для сепарації насіння ріпаку» виконано огляд і аналіз сучасного стану процесів та обладнання для очищення насіння ріпаку від важковідокремлюваних домішок та використання ріпаку на корм тваринам і птиці.

У другому розділі «Теоретичні передумови сепарації насіннєвих сумішей за пружними властивостями» запропоновано новий інструментальний аналітично-експериментальний метод визначення ефективного модуля пружності матеріалу зернівок кулястої форми малих розмірів до яких відноситься насіння ріпаку. Виведено формулу для визначення ефективного модуля пружності при статичному стисканні тіл. Встановлені закономірності руху частки, ідеалізованої у вигляді матеріальної точки, між деками багатоярусного ударного сепаратора від кутів їх нахилу. Теоретично встановлена залежність продуктивності багатоярусного ударного сепаратора від маси насіння ріпаку та кутів нахилу дек.

У третьому розділі «Програма й методика експериментальних досліджень» приведена програма експериментальних досліджень, методика досліджень фізико-механічних властивостей насіння ріпаку, супутніх бур'янів та домішок. Запропоновано стандартні та розроблено нові методики визначення їх фізико-механічних властивостей. Розроблено нові прилади для коефіцієнтів тертя та граничних кутів підйому траєкторій руху по вібраційній поверхні, що значно зменшують трудомісткість їх визначення.

У четвертому розділі «Експериментальні дослідження» виконані дослідження фізико-механічних властивостей насіння ріпаку та важкороздільних домішок. Встановлені можливі відсотки виділення домішок за тими чи іншими властивостями. Вперше розроблена матриця ознак подільності та способів і обладнання для сепарації насіння ріпаку від домішок. Обґрунтовані конструктивні параметри розробленого багатоярусного ударного сепаратора, визначені за допомогою методів планування багатофакторного експерименту раціональні параметри процесу сепарації насіння ріпаку від важковідокремлюваного насіння бур'янів та домішок.

У п'ятому розділі «Техніко-економічна ефективність впровадження багатоярусного ударного сепаратора для очищення насіння ріпаку». Для оцінки ефективності гравітаційного багатоярусного ударного сепаратора були проведені виробничі порівняльні випробування по очищенню насіння ріпаку. У якості машини аналога прийнято сепаратор серії «САД», на якому у багатьох господарствах на даний час здійснюють доочищення насіння ріпаку. Відповідно до мети досліджень і призначення розробленого багатоярусного ударного сепаратора, основна увага була приділена порівнянню відділення насіння важковідокремлюваного насіння бур'янів від насіння ріпаку.

#### **Недоліки та зауваження до роботи**

1. У дисертаційній роботі та авторефераті зустрічаються орфографічні помилки.

2. Перший розділ перенасичений результатами аналізу технологічних процесів сепарації насіння з використанням питомої ваги, аеродинамічних властивостей, розмірів, коефіцієнтів тертя.

3. У першому розділі зайва увага приділена питанню використання ріпаку на корм в тваринництві, хоча в подальшому в дисертації це питання не розглядалось.

4. У другому розділі, при визначенні ефективного модуля пружності, насіння ріпаку розглядається у вигляді кулі, а при моделюванні процесу сепарації насіння ріпаку на багатоярусному ударному сепараторі розглядається переміщення формалізованої частки у вигляді матеріальної точки. Чому не кулі чи ще краще реальної форми частки?

5. Не приведені дані стосовно травмування насіння ріпаку під час удару.

6. Не зрозуміло чому при розрахунках економічної ефективності в якості аналога прийнята зерноочисна машина «САД», процес сепарації в якій здійснюється за аеродинамічними властивостями?

7. Бажано було б провести дослідження по визначенню впливу вологості на продуктивність процесу сепарації.

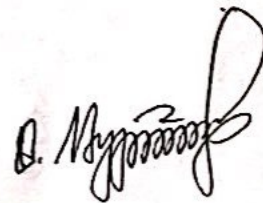
8. У роботі не приділено уваги вибору матеріалу дек.

Вказані недоліки і зауваження не знижують наукової і практичної цінності дисертації і не впливають на позитивну оцінку роботи в цілому.

**Висновок по дисертації.** Дисертація Богомолова Олексія Олексійовича на тему «Обґрунтування параметрів багатоярусного ударного сепаратора для сепарації насіння ріпаку» є завершеним актуальним науковим дослідженням, в якому здійснено істотний внесок в розв'язання науково-прикладної задачі розробки й удосконалення техніко-технологічного забезпечення процесів сепарації насіння ріпаку. Тема, зміст дисертації і автореферату відповідають паспорту спеціальності

05.05.11 - машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. За актуальністю і новизною, обґрунтованістю наукових положень та практичних результатів, ступенем апробації результатів дослідження на конференціях і в фахових наукових працях представлена дисертація повністю відповідає існуючим вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук і п.п. 9, 10, 13 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 року № 567 (зі змінами) та всім вимогам МОН України до кандидатських дисертацій, а її автор Богомолів Олексій 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,  
доцент, директор  
Ладижинського коледжу  
Вінницького національного  
аграрного університету



О.В. Цуркан

Особистий підпис  
засвідчую

Начальник відділу  
кадрів ВНАУ

