

ВІДГУК

офіційного опонента

на дисертаційну роботу Бажана Ігоря Миколайовича

на тему: «Обґрунтування параметрів плоского коливального решета», поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 – Галузеве машинобудування

1. Актуальність теми дисертаційної роботи

Дисертаційна робота присвячена вирішенню науково-технічної задачі підвищення ефективності післязбирального очищення зернових культур шляхом удосконалення геометрії робочої поверхні плоских коливальних решіт зерноочисних машин загального призначення.

Виробництво зерна в Україні, навіть в умовах війни сягає понад 60 млн. т, при цьому зібране комбайнами збіжжя часто містить до 10–15% домішок різного походження, що робить його зберігання неможливим, а реалізацію без попередньої обробки не вигідною. В умовах ринкової конкуренції навіть перехід зерна пшениці з 2-го до 1-го класу забезпечує значну цінову надбавку, що підкреслює практичну значущість удосконалення зерноочисного обладнання.

Дисертантом аргументовано виявлено конструктивний недолік серійних пробивних решіт є паралельне розташування поздовжніх осей продовгуватих отворів відносно напрямку переміщення зернового матеріалу, внаслідок чого над поздовжніми перетинками формуються «мертві зони». При цьому теоретично досяжна ймовірність просіювання не перевищує 60% для підсівних решіт.

Запропонований автором підхід – зигзагоподібне розміщення продовгуватих отворів – є логічним, фізично обґрунтованим і конструктивно простим засобом усунення зазначеного недоліку без ускладнення кінематики приводу.

Таким чином вважаю, що тема дисертації є актуальною, перспективною і відповідає сучасним потребам агропромислового комплексу України.

2. Зв'язок роботи з науковими програми, темами, планами

Дисертація виконана на базі кафедри сільськогосподарського машинобудування Центральноукраїнського національного технічного університету в рамках реалізації науково-дослідних робіт за темою: 0110U002143 «Підвищення ефективності роботи завантажувально-сепаруючих органів зерноочисних машин». Тематика дослідження відповідає Цілям сталого розвитку України до 2030 року, Державній стратегії регіонального розвитку 19 України на 2021–2027 роки та Стратегії розвитку Кіровоградської області на 2021–2027 роки.

3. Наукова новизна отриманих результатів

Наукова новизна дисертаційної роботи сформульована чітко і є достатньою для закінченої дисертаційної роботи. До основних наукових результатів, що визначають новизну, належать:

- аналітична залежність ймовірності потрапляння прохідної зернової частки у площину дії отвору від кута його відхилення, що дозволяє повністю виключити «мертві зони» над поздовжніми перетинками запропонованого решета;
- регресійні статистичні моделі ефективності решітної сепарації залежно від питомої подачі, частоти коливань і кута відхилення отворів, що дозволяють встановити їх раціональні значення;
- розвинута теорія руху зернової частки по поверхні коливального решета із зигзагоподібно розміщеними отворами, що пов'язує швидкість переміщення зерна з переміщенням, створена на основі створення і розв'язку детермінованої математичної моделі і дозволяє розширити уявлення щодо поведінки часток на сепаруючих поверхнях.

Наукові положення, що виносяться на захист, чітко сформульовані, логічно взаємопов'язані і підтверджені як аналітичними розрахунками, так і результатами лабораторних та виробничих випробувань.

4. Наукове та практичне значення

Запропоноване конструктивне рішення відзначається ефективним поєднанням технологічної простоти і значного агроінженерного ефекту.

Реалізація рішення потребує лише модифікації штампувального оснащення без зміни матеріалу полотна, режимів термообробки або конструкції агрегату, що суттєво підвищує рівень зацікавленості підприємств-виробників для промислового впровадження, зокрема, підприємства ВК «Технополь», про що свідчить відповідний акт.

Практична цінність роботи підтверджена результатами порівняльних польових випробувань на зерноочисному агрегаті ЗВС-20А, актами виробничих випробувань. Прогнозований річний економічний ефект для господарства з площею 100 га пшениці складає близько 138 000 грн. лише за рахунок підвищення якості очищення – переходу зерна з 2-го до 1-го класу. При цьому строк окупності капіталовкладень становить 3–4 місяці повноцінної виробничої кампанії.

Крім того, результати дисертації впроваджено у навчальний процес Центральноукраїнського національного технічного університету, що підтверджує їх освітню цінність.

5. Повнота викладення матеріалу дисертації у наукових публікаціях

Результати дисертаційної роботи опубліковано у 10 наукових працях: 4 статтях у фахових виданнях, 5 тезах доповідей на міжнародних і всеукраїнських науково-практичних конференціях та 1 патенті України на корисну модель.

Апробація результатів здійснена на 8 конференціях різного рівня, у тому числі на міжнародних форумах у Великобританії та Польщі.

Кількість і якість публікацій відповідає встановленим.

6. Ступінь обґрунтованості наукових положень

Для досягнення поставленої мети дисертантом застосовано різносторонній підхід, що поєднує методи теорії ймовірності, теоретичної механіки, аналітичної геометрії, диференціального числення та математичної статистики.

Теоретична частина роботи виконана на належному науковому рівні: геометрична ймовірнісна модель потрапляння прохідної частки у площину отвору побудована коректно, аналітичний вираз для критичного кута відхилення отворів

підтвердив висловлену гіпотезу щодо розкриття потенціалу можливостей звичайних перфорованих решіт.

Детермінована модель руху зернової частки по поверхні решета враховує основні кінематичні і конструктивні параметри, є достатньо обґрунтованою, а припущення, висловлені при створенні – загальноприйнятими, ще не суттєво впливають на точність опису її динаміки.

Методологія планування факторного експерименту відповідає сучасним вимогам. Відтворюваність, значущість коефіцієнтів та адекватність регресійних моделей підтверджено за критеріями Кохрена, Стюдента і Фішера. Збіжність теоретично спрогнозованих і експериментально встановлених оптимальних значень свідчить про адекватність розробленої аналітичної моделі.

7. Структура та зміст дисертації, її завершеність та відповідність встановленим вимогам щодо оформлення

Дисертація складається зі вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел (135 найменувань, з них 25 іноземною мовою) та додатків. Загальний обсяг роботи – 249 сторінок, основний зміст викладено на 192 сторінках. Робота містить 37 рисунків і 20 таблиць. Структура роботи є логічною, зміст розділів відповідає поставленим завданням, матеріал викладено послідовно та аргументовано.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, висвітлено зв'язок із сучасними потребами виробництва і переробки сільськогосподарської продукції та визначено напрям дослідження. Сформульовано основні елементи роботи: мету, завдання, об'єкт, предмет і застосовані методи, висвітлено новизну, практичне значення, апробацію результатів дисертаційних досліджень.

Перший розділ присвячено критичному аналізу сучасних способів і засобів сепарування зернових матеріалів, висвітлено основні результати робіт українських і світових науковців в напрямку підвищення ефективності решітного розділення. На основі проведеного аналізу автором обґрунтовано наукову гіпотезу щодо можливості розкриття технологічного потенціалу класичних пробивних решітних

полотен і окреслено задачі, що потребують теоретичного та експериментального розв'язання.

У другому розділі наведено теоретичні дослідження, у яких автором на початковому етапі вирішено ймовірнісну задачу, чим підтверджено висунуту гіпотезу щодо можливості підвищення ефективності роботи плоских коливальних решіт шляхом зигзагоподібного розташування отворів. У подальшому, використавши детермінований математичний апарат, автором розроблено і вирішено задачі руху частки по нерухомому та коливальному решету з продовгуватими отворами, які відхилені відносно поздовжньої вісі.

Третій розділ – програма та методика експериментальних досліджень висвітлює основні етапи, елементи і складові проведення емпіричного визначення конструктивних та технологічних параметрів запропонованого решета. Наведено детальний опис лабораторного обладнання та методик проведення експериментів, що дозволяє забезпечити достовірність одержаних результатів.

У четвертому розділі узагальнено результати лабораторних досліджень визначення конструктивних та технологічних параметрів, виявлено збіжність експериментальних даних з теоретичними. Отримано статистичну математичну модель процесу сепарації на оригінальному решеті та доведено її відтворюваність і адекватність, встановлено вплив питомої подачі, частоти коливань, кута відхилення отворів на ефективність розділення зернового вороху зернових культур. Встановлено вплив засміченості і вологості вороху на ефект очистки.

П'ятий розділ містить результати виробничої перевірки і порівняння оригінальних решіт з серійними у реальних фермерських господарствах на свіжозібраному зерновому матеріалі. У розділі також наведено результати техніко-економічної оцінки впровадження, а також підтвердження підвищення якості очищення основних зернових культур.

У висновках сформульовані обґрунтовані результати досліджень у відповідності до поставлених завдань, спрямованих на досягнення мети роботи. Висновки мають завершений характер. Вони відображають наукові і практичні рекомендації щодо використання результатів дисертаційних досліджень.

8. Дискусійні положення та зауваження до дисертації

Визнаючи загальну наукову цінність дисертаційної роботи, вважаю за необхідне висловити низку зауважень і дискусійних питань, які не знижують загальної позитивної оцінки, однак потребують роз'яснення або врахування у подальших дослідженнях:

1. Перший розділ дисертаційної роботи надто переобтяжений оглядом різних способів розділення зернових матеріалів. На мою думку, доцільно було б зосередитись лише на решітному розділенні, як такому, що повністю відповідає вашому напрямку досліджень.

2. Під час теоретичного аналізу динаміки частки було недостатньо обґрунтоване припущення щодо напрямку дії сили опору шару. Прийняте припущення непевно відбиває реальність тільки для одношарового руху і за певних обмежень. При збільшенні товщини шару до реальної величини, вектор сили опору буде лежати у іншій площині і чинитиме опір ще й сегрегації часток.

3. В результаті вирішення першої теоретичної задачі вами зроблено висновок де, застосовано твердження, що при використанні відхилених отворів ймовірність потрапляння прохідної частки у площину отвору зростає до 100%. Однак загальновідома практика і проведені експериментальні дослідження не демонструють такого ефекту. Отримані максимальні показники повноти розділення для оригінального решета складають близько 80%. Бажано було б у роботі роз'яснити суть твердження і причини такої значної розбіжності результатів.

4. Відомо, що амплітуда коливань решітних станів впливає на якість очищення. В роботі зустрічаються два значення амплітуд коливань решета під час проведення лабораторних дослідів – 8 мм і 16 мм, однак залежностей повноти розділення для різних амплітуд не представлено, що напевно говорить про відсутність різниці і потребує пояснення.

5. Під час проведення повного факторного експерименту, значення параметру «кут відхилення отворів β » в зіркових точках має від'ємне значення. З

матеріалів дисертаційної роботи незрозуміло як практично це значення було забезпечено вами в досліджах?

6. У роботі автором обґрунтовано раціональний кут відхилення отворів решета, однак недостатньо розглянуто питання впливу цього параметра на сам процес транспортування зернового шару вздовж поверхні решета. Зі збільшенням кута відхилення може виникати додаткове поперечне переміщення матеріалу, що потенційно здатне впливати на рівномірність завантаження решітного стану.

7. Дискусійним залишається питання універсальності запропонованої конструкції решета для різних режимів роботи зерноочисних машин. У роботі дослідження проведено переважно в межах конкретного діапазону частот і питомих подач, тоді як при переході до високопродуктивних режимів характер взаємодії часток із поверхнею може змінюватися.

8. Під час теоретичного моделювання руху зернової частки не враховано можливість її обертального руху та випадкової орієнтації у просторі. Відомо, що для продовгуватих зернівок орієнтація відносно щілиноподібного отвору істотно впливає на ймовірність проходження.

9. У роботі встановлено позитивний вплив зигзагоподібного розташування отворів на повноту розділення, однак недостатньо висвітлено питання можливого підвищення інтенсивності забивання отворів вологими або засміченими домішками, особливо при роботі зі свіжозібраним зерновим ворохом.

10. Автором наведено результати виробничих випробувань, однак дискусійним залишається питання масштабованості отриманих результатів для зерноочисних машин іншої продуктивності та конструкційного виконання. Не виключено, що при зміні геометричних розмірів решітних станів або кінематичних параметрів ефективність запропонованого технічного рішення може змінюватися.

9. Загальний висновок

Дисертаційна робота **Бажана Ігоря Миколайовича** «Обґрунтування параметрів плоского коливального решета», яка подана до захисту у спеціалізовану вчену раду на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 13

