

РЕЦЕНЗІЯ
СОЛОНОЇ Олени Василівни,
к.т.н., доцента, декана факультету технології
виробництва, переробки та робототехніки у тваринництві
на дисертаційну роботу **ВОЛИНЦЯ Євгенія Олександровича**
«Обґрунтування конструктивно-режимних параметрів вібраційного
змішувача», подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування

1. Актуальність теми і зв'язок з науковими планами і програмами

В сучасних умовах агропромислового виробництва важливим напрямком стає виготовлення комбікормів безпосередньо на малих підприємствах із застосуванням компактного обладнання. Це економічно вигідно, оскільки дозволяє суттєво знизити витрати на перевезення і зберігання сировини, а також забезпечує раціональне використання наявних ресурсів.

Втім, виробництво комбікормів є комплексним і багатокомпонентним процесом, у якому важливу роль відіграє операція змішування. В умовах малих виробництв існуюче обладнання часто не забезпечує належного рівня однорідності сумішей у мікрооб'ємах. Виробничі вимоги зазвичай допускають однорідність понад 90%.

Застосування вібраційних технологій як одного з методів механічного впливу на дисперсні системи дозволяє ефективно регулювати динамічні характеристики комбікормових сумішей. Параметри вібрації дають змогу контролювати процес змішування як для великих обсягів сипких матеріалів, так і для їх тонких шарів. При цьому вібраційні змішувачі характеризуються зниженою енергоємністю та металомісткістю. Проте процес змішування у таких пристроях, зокрема щодо комбікормових сумішей, потребує подальших досліджень.

Підвищений науковий інтерес до технологій змішування комбікормів спричинив появу різноманітних конструкцій змішувальних апаратів, серед яких особливе місце займають пристрої вібровідцентрового типу. Найчастіше використовуються барабанні змішувачі, що мають просту конструкцію і низьке енергоспоживання. Проте невирішеною залишається проблема сегрегації компонентів унаслідок їх різних фізико-механічних властивостей.

Таким чином, створення нових технологій та пристроїв для приготування комбікормів залишається актуальною проблемою, вирішення якої сприятиме підвищенню якості готової продукції та оптимізації виробничих процесів.

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

Дисертаційну роботу виконано у Вінницькому національному аграрному університеті. Основні результати було отримано в межах реалізації ініціативних науково-дослідних проєктів, зокрема: «Інтенсифікація процесів механічної обробки сільськогосподарської сировини за умов вібраційного впливу» (реєстраційний номер 0117U004700, термін виконання: 2017-2022 рр.), «Розробка високоефективного обладнання для масо- та теплообмінних процесів у харчовій і переробній промисловості» (реєстраційний номер 0122U002098, термін виконання: 2022-2026 рр.) та «Розробка науково-технологічного забезпечення підвищення родючості ґрунтів та раціонального використання потенціалу біоресурсів» (номер державної реєстрації 0124U000444, термін виконання 2024-2026 рр.) що виконується за рахунок коштів державного бюджету.

3. Аналіз змісту дисертації. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації

Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків. У роботі наведено 48 рисунків і 17 таблиць, що забезпечують наочність представлених матеріалів та результатів досліджень.

Аналіз змісту дисертації показує, що наукові положення, висновки та рекомендації, представлені автором, є належним чином обґрунтованими та логічно випливають із проведених теоретичних і експериментальних досліджень.

Автором достатньо детально проведено аналіз існуючих конструкцій змішувачів, чітко визначено їх переваги та недоліки, що стало підставою для розробки нової конструкції вібраційного змішувача з оптимізованими конструктивно-режимними параметрами. Ретельно описано вплив різних конструктивних рішень на ефективність процесу змішування, що дозволило обґрунтувати оптимальну конфігурацію пристрою.

Теоретична частина роботи містить обґрунтовану математичну модель, яка підтверджена результатами чисельного моделювання та експериментальних досліджень. Автором запропоновано квадратичні регресійні залежності для визначення часу досягнення необхідної однорідності сумішей. Використання сучасного програмного забезпечення для моделювання (SolidWorks Simulation, Simcenter STAR-CCM+) забезпечило високу ступінь адекватності теоретичних прогнозів до експериментальних даних, про що свідчить наведений автором високий коефіцієнт кореляції (до 0,87).

Експериментальна частина роботи виконана методологічно коректно, із застосуванням відповідного лабораторного обладнання (цифровий осцилограф Owon SDS7102, портативний віброметр UT312) та сучасних методик дослідження. У роботі

детально описані умови проведення експериментів, зазначені параметри вихідної сировини (кукурудзяна та горохова дерть), їх вплив на якість змішування та продуктивність обладнання. Отримані результати експериментів є переконливими і підтверджують заявлені теоретичні положення щодо оптимальних режимних параметрів процесу змішування (частота обертання валу $23,3 \text{ хв}^{-1}$, контейнера – $10,1 \text{ хв}^{-1}$, коефіцієнт режиму вібрації – 2,69), що забезпечує максимальну ефективність процесу з мінімальними питомими витратами енергії.

Рекомендації щодо впровадження результатів дослідження на підприємствах аграрного сектору є логічними та практично обґрунтованими. Проведений техніко-економічний аналіз демонструє значні переваги запропонованого обладнання у порівнянні з аналогами, зокрема, суттєве зниження енергоспоживання, скорочення загальних експлуатаційних витрат майже втричі та швидкий термін окупності (0,4 року). Вказано конкретні підприємства («Агромаш-Калина», ФГ «Літагор»), на базі яких проводилась апробація, що додатково підтверджує практичну цінність отриманих результатів.

Таким чином, ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертації, є високим і відповідає вимогам до наукових праць такого рівня.

4. Наукова новизна одержаних результатів

До найбільш суттєвих і науково нових результатів дисертаційної роботи, можна віднести розроблену комп'ютерну симуляційну модель напружено-деформованого стану лопаті вібраційного змішувача залежно від конструктивних параметрів, що дозволяє обґрунтувати оптимальні значення для забезпечення необхідної міцності та жорсткості конструкції за умови мінімізації її маси та розроблену комп'ютерну модель процесу змішування компонентів у запропонованій конструкції вібраційного обладнання та встановлені рівняння регресії для часу досягнення заданої однорідності від частоти обертання лопатевого валу, частоти обертання контейнера, частоти коливання вібробуджувача та амплітуди коливань контейнера. Набула подальшого розвитку динамічна модель вібраційного змішувача з лопатевим валом, яка дозволяє встановити залежності амплітуди коливань контейнера і потужності, що витрачається змішувачем від частоти коливання вібробуджувача та методологічні підходи до чисельного моделювання процесу функціонування вібраційного змішувача.

5. Достовірність отриманих результатів і висновків

Обґрунтованість і достовірність отриманих результатів та сформульованих висновків забезпечується комплексним підходом до вирішення наукового завдання, що поєднує теоретичні дослідження, чисельне моделювання й

експериментальну перевірку. Узгодженість результатів моделювання з даними лабораторних досліджень, застосування сучасних програмних засобів (SolidWorks Simulation, STAR-CCM+) і точних вимірювальних приладів, а також використання методів математичної статистики для обробки результатів забезпечують високу надійність та валідність отриманих даних. Високий ступінь кореляції між розрахунковими й експериментальними результатами (коефіцієнт кореляції 0,87) підтверджує адекватність побудованих моделей і правильність зроблених висновків.

6. Практична цінність одержаних результатів та рекомендації щодо їх подальшого використання

Отримані результати теоретичних і експериментальних досліджень, пов'язаних з обґрунтуванням конструктивно-режимних параметрів вібраційного змішувача, впроваджені в навчальний процес освітньо-професійної програми «Агроінженерія» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти інженерно-технологічного факультету Вінницького національного аграрного університету при викладанні дисципліни «Машини, обладнання та їх використання для переробки сільськогосподарської продукції». Розроблений вібраційний змішувач проходив виробничу перевірку на базі ФГ «Літагор» (Вінницька обл., Хмільницький р-н., село Миколаївка). Найвищих показників ефективності змішування було досягнуто за оптимального поєднання частоти обертання лопатевого валу та контейнера, а також відповідного значення коефіцієнта режиму вібрації. У таких умовах забезпечувалася помірна енергоспоживаність, висока продуктивність, достатня швидкість досягнення однорідності суміші та раціональна питома витрата енергії. Підприємство ТОВ «Агромаш-Калина» (м. Калинівка, Вінницька область) отримало конструкторську й технічну документацію для виготовлення дослідного зразка вібраційного змішувача для виробничих випробувань і серійного виробництва.

7. Оформлення дисертації, дотримання вимог академічної доброчесності та повнота викладу наукових положень та результатів в опублікованих працях

Проведена перевірка дотримання академічної доброчесності підтвердила відсутність ознак недоброчесного запозичення. Результати аналізу засвідчують високий рівень самостійності виконаного дослідження. Упродовж усього тексту дисертації простежується цілісність викладення, що підкріплює авторський стиль і глибоке розуміння досліджуваної проблематики.

Усі ключові наукові положення та результати, які винесено на захист, оприлюднені у відповідному обсязі у фахових наукових виданнях. Здобувачем

опубліковано 10 наукових праць, серед яких: 4 статті у фахових виданнях України (категорії «Б»), 1 авторське свідоцтво на ескізне креслення та 5 тез у збірниках матеріалів науково-практичних конференцій.

8. Недоліки та зауваження щодо змісту дисертаційної роботи

8.1. У роботі (стор. 5) некоректно вказано, що чисельне моделювання у середовищі SolidWorks Simulation дозволяє встановити оптимальні значення товщини елементів. Доцільніше вживати термін «раціональні параметри», оскільки без проведення оптимізаційних розрахунків поняття оптимальності є не обґрунтованим.

8.2. У підрозділі «Методи дослідження» (стор. 21) вжито конструкцію «планується використати», що є формою майбутнього часу. В академічному викладі доцільно застосовувати доконаний вид або пасивні конструкції, які констатують факт проведення досліджень.

8.3. На сторінці 60, у рівнянні (2.6), не відповідає повному запису так як не врахована маса та прискорення частинки. Величина, яка моделює динаміку частинки, не може бути описана коректно без цих параметрів.

8.4. У рівнянні (2.7) на тій самій сторінці використано термін «сила градієнта тиску», однак відсутнє його пояснення.

8.5. На сторінці 98, у таблиці 3.1, зазначено ступінь завантаження контейнера як 75%. У роботі не подано пояснень щодо можливості змін цього параметра, що створює враження обмеження лише одним фіксованим значенням.

8.6. У підрозділі 3.3.2 (рис. 3.9) незрозумілою залишається кількість вибраних проб (19) для оцінювання однорідності змішування. Необхідно пояснити, чому саме така кількість є репрезентативною з точки зору статистичної достовірності.

8.7. У підрозділах 5.1 і 5.2 текст закінчується таблицями без аналітичного або узагальнюючого коментаря. Було б доцільно після кожної таблиці наводити короткі висновки чи пояснення для кращого сприйняття результатів.

9. Висновки до дисертаційної роботи

Представлена дисертація є самостійним завершеним науковим дослідженням, у якому отримано теоретично й експериментально обґрунтовані результати. Робота присвячена вирішенню важливого науково-прикладного завдання – зниженню енергетичних витрат при забезпеченні заданих показників якості змішування сипких сумішей шляхом оптимізації конструктивно-режимних параметрів вібраційного змішувача, що має суттєве значення для

галузі знань 13 Механічна інженерія. Тематика і зміст дослідження відповідають спеціальності 133 Галузеве машинобудування.

Зауваження, висловлені в процесі рецензування, носять несуттєвий характер і не знижують наукової новизни, практичного значення та достовірності отриманих результатів.

Усе викладене вище дозволяє стверджувати, що з огляду на актуальність теми дисертації, обґрунтованість наукових положень, висновків, рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх новизну та практичну цінність, повноту викладу в наукових публікаціях, відсутність порушень академічної доброчесності, обґрунтовані результати проведених здобувачем досліджень, має теоретичне та практичне значення і повністю відповідає усім вимогам. Представлена робота повністю відповідає вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 р. № 44 (зі змінами) та наказу МОН України від 12.01.2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», і може бути представлена для офіційного захисту в разовій спеціалізованій вченій раді, а її автор – Волинець Євгеній Олександрович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії зі спеціальності 133 Галузеве машинобудування.

Рецензент, к.т.н., доцент, декан
факультету технології виробництва,
переробки та робототехніки у
тваринництві

Олена СОЛОНА

Підпис Солоної О.В. засвідчую:
Вчений секретар



Тетяна КОРПАНЮК