

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційне дослідження **СЕРДЮКА Андрія Миколайовича**
на тему: «**Розробка електротехнічного комплексу для приготування рідких зернових кормів на базі роторно-пульсаційних технологій**»,
подане на здобуття ступеня доктора філософії
за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Актуальність обраної теми. Нині встановлено, що значний вплив на якість процесу переробки та ступінь засвоєння корму організмом тварин має подрібнення вихідної продукції. Існуючі пристрої, призначені для виробництва кормів, в переважній більшості використовують технологію приготування твердих кормових сумішей. Приготування сухих кормів не є оптимальним для певних видів сільськогосподарських тварин.

При приготуванні рідких кормів традиційними методами в зимовий період року необхідно використовувати додаткове обладнання та витратити електроенергію для підігрівання такого корму. Основною метою в процесі виготовлення якісних кормів є отримання оптимальних розмірів кормових частинок для засвоєння в процесі годівлі великої рогатої худоби при мінімальних енергетичних витратах на одиницю кормової маси. Тому актуальною темою є розробка нових конструкцій апаратів для приготування рідких кормів на основі зернових сумішей, принцип роботи яких заснований на використанні технологій з меншими енерговитратами для отримання одиниці кормового продукту.

До таких апаратів можна віднести роторно-пульсаційні, принцип роботи яких заснований на методі дискретно-імпульсного введення енергії. Використання таких технологій дає можливість здійснювати процеси змішування, подрібнення, розчинення компонентів корму з одночасним нагріванням рідкої маси та ряді інших технологічних процесів. При приготуванні рідких кормів за допомогою цих агрегатів реалізуються основні механізми дискретно-імпульсного введення енергії, а саме: вплив турбулентності, пульсації тиску, кавітації, зміна швидкості потоку рідини та б інших гідродинамічних та термічних ефекти. За рахунок таких впливів досягаються більші значення щільності гідродинамічної та гідроакустичної енергії, а також локалізується значна частка потужності в потоці оброблюваної суміші. Актуальною задачею є дослідження впливу механізмів дискретно-імпульсного введення енергії, що використовується в роторно-пульсаційних апаратах, а також розробка та удосконалення конструктивних елементів даного апарату для приготування кормів більш високої якості. Отримані дані дозволять в майбутньому використовувати їх для інтенсифікації технологічного процесу приготування рідких зернових кормів для згодовування сільськогосподарським тваринам.

Тому актуальним завданням є дослідження впливу механізмів дискретно-імпульсного введення енергії, що використовується в роторно-пульсаційних апаратах, а також розробка

та удосконалення конструктивних елементів даного апарату для приготування кормів більш високої якості. Саме в цьому напрямі виконано дослідження здобувачем А. М. Сердюком.

Актуальність виконання такої наукової роботи підтверджено дослідженнями, які проводилися в рамках державної науково-дослідної роботи «Розробка нового способу приготування кормів з використанням роторно-пульсаційних апаратів для підвищення якості кормової продукції» (2019–2020 рр., НДР № 110/10).

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації. Дисертація характеризується системним підходом до предмету дослідження. Робота складається з анотації, вступу, п'яти розділів, які об'єднують шістнадцять підрозділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Структура повністю відповідає цілям і завданням дослідження, дозволяє послідовно розглянути всі проблеми, визначені автором. Обґрунтованість положень, сформульованих у дисертації, підтверджується критичним аналізом наявних вітчизняних та міжнародних джерел, підходами та методами використаними для досягнення поставленої мети дисертаційного дослідження.

Доведеність сформульованих здобувачем висновків належним чином обґрунтовано. У програмних середовищах Solidworks та Ansys Fluent виконано модулювання робочої камери апарата. У програмному середовищі Matlab Simulink встановлено закономірності перехідних процесів електропривода роторно-пульсаційної установки. Експериментально встановлено енергетичні витрати на виготовлення кормів, температуру та в'язкість суміші, динаміку зміни гранулометричного складу суміші в різні моменти часу, режими роботи роторно-пульсаційної установки тощо.

Мета дисертаційного дослідження полягає у розробці нового електротехнологічного комплексу на базі роторно-пульсаційних технологій для приготування високоякісних рідких зернових кормів, які мають покращені споживчі характеристики при менших енергетичних затратах на їх приготування в порівнянні з існуючою технологією.

Структура дисертації повною мірою охоплює предмет дисертаційного дослідження. Представлені автором джерела дослідження свідчать про системне й ґрунтовне опрацювання проблем та технічних завдань, які вирішуються у дисертаційному дослідженні, та високий рівень наукової підготовки здобувача, його наукову зрілість.

У **вступі** здійснюється обґрунтування вибору теми дослідження, зазначено зв'язок роботи з науковими програмами; визначено мету, завдання, об'єкт, предмет і методи дослідження; розкрито наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, надано відомості щодо їх упровадження та апробації, а також щодо кількості публікацій, у яких відображено основні положення дисертаційного дослідження.

У **першому розділі** проведено аналіз сучасних технологій і обладнання для подрібнення кормів, проведено класифікацію дробарок та визначено їх конструктивні

особливості, проаналізовано методи дискретно-імпульсного введення енергії в рідких гетерогенних системах.

У **другому розділі** проведені дослідження дали змогу розробити роторно-пульсаційний апарат, було проведено чисельне моделювання процесів у ньому.

Третій розділ присвячено розробці електротехнічного комплексу для роторно-пульсаційного апарату та дослідженню перехідних процесів при пуску асинхронного двигуна роторно-пульсаційного апарата в програмному пакеті Matlab.

У **четвертому розділі** проведено експериментальні дослідження виготовлення рідких зернових кормів в роторно-пульсаційному апараті.

У **п'ятому розділі** проведено аналіз приготування рідких кормів із застосуванням роторно-пульсаційного апарата.

Завершується дисертація розгорнутими **висновками**, у яких здійснено комплексний аналіз наукових напрацювань автора. За результатами дисертаційного дослідження вирішено задачу підвищення енергетичної ефективності роторно-пульсаційної установки у складі електротехнічного комплексу для приготування високоякісних рідких кормів при застосуванні методу дискретно-імпульсного введення енергії. Технічну новизну розробленого електротехнологічного комплексу для приготування рідких кормів підтверджено патентом на корисну модель.

Значення одержаних результатів для науки й практики та рекомендації щодо їх можливого використання. Наукова новизна дисертації полягає в такому:

- Розроблено нову технологію та устаткування для приготування високоякісних рідких зернових кормів, яка базується на використанні електротехнічного комплексу та методу дискретно-імпульсного введення енергії при обробці гетерогенного середовища з метою зменшення енергетичних витрат на виготовлення одиниці кормової продукції.

- Вперше розроблено 3D модель переробної камери та здійснено чисельне моделювання процесів гідродинаміки і тепломасопереносу, що відбуваються в ній, на основі методу кінцевих елементів з використанням рівнянь Нав'є-Стокса та моделі турбулентності в таких програмних забезпеченнях як ANSYS Fluent та Solidworks. На основі отриманих результатів було визначено оптимальні геометричні розміри основних вузлів роторно-пульсаційного апарату.

- Вперше на основі розробленої імітаційної моделі встановлено закономірності перехідних процесів електропривода роторно-пульсаційної установки у складі електротехнічного комплексу для приготування рідких зернових кормів, що дозволяють формувати умови запобігання виникненню можливих аварійних режимів роботи та зупинки технологічного процесу.

- Вперше було досліджено режими роботи двигуна роторно-пульсаційної установки для приготування рідких зернових кормів. Науково доведено, що використання частотного

перетворювача дозволяє знизити споживання електричної енергії за рахунок зміни швидкості обертання ротора РПА в процесі обробки гетерогенного середовища.

Основні наукові положення за результатами досліджень в повному обсязі відображено у загальних висновках.

Практична цінність результатів роботи полягає у тому, що:

- Розроблено та сконструйовано новий електротехнічний комплекс для виготовлення високоякісних рідких зернових кормів для сільськогосподарських тварин, який базується на використанні методу дискретно-імпульсного введення енергії в роторно-пульсаційних апаратах.

- Розроблено та проведено методику чисельного моделювання процесів гідравліки та тепломасопереносу в робочих каналах роторно-пульсаційної установки в процесі виготовлення високодисперсних зернових кормів для згодовування свійським тваринам з використанням рівнянь Нав'є-Стокса, рівняння енергії та рівнянь турбулентного переносу.

Повнота викладення наукових положень, висновків і рекомендацій в наукових публікаціях, зарахованих за темою дисертації. Основні положення та результати дисертаційних досліджень опубліковано у 12 наукових працях, з яких монографія, 5 статей у наукових фахових виданнях України, стаття у науковому виданні іншої держави, включеному до міжнародних наукометричних баз даних Scopus та/або Web of Science Core Collection, патент України на корисну модель, 4 тези наукових доповідей.

Це дає змогу зробити висновок про те, що у науково-технічних виданнях є повна інформація про результати досліджень.

Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності. Дисертація є самостійно написаною кваліфікаційною науковою працею із науково-обґрунтованими висновками та рекомендаціями, які виставлені автором для публічного захисту. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідні джерела. У роботі відсутнє привласнення чужих ідей, результатів або слів без оформлення належного цитування. Таким чином, у дисертаційному дослідженні А. М. Сердюка відсутні порушення академічної доброчесності.

Питання для дискусійного обговорення та недоліки дисертації щодо її змісту та оформлення:

1. Огляд використаних літературних джерел займає занадто великий обсяг (37 с.). Підрозділ 2.1 є також літературним оглядом (8 с.).

2. У формулі (3.5) для визначення потужності електродвигуна для привода насоса не повинно бути ККД насоса (його враховано в потужності насоса) та ККД електродвигуна (це буде енергія, спожита електродвигуном з мережі).

3. Необхідно поставити посилання на формули для визначення критичного ковзання (3.18), параметра q (3.19) у рівнянні Клосса, активного опору та індуктивності обмотки двигуна, оскільки вони відрізняються від загально прийнятих формул.

4. Дослідження перехідних процесів проводилися з електродвигуном при постійному навантаженні. При цьому параметри механічної системи не враховувалися (вентиляторну механічну характеристику насоса, електромеханічну сталу часу).

5. При експериментальних дослідженнях необхідно було вказати кількість повторностей та визначити коефіцієнт Кохрена для визначення відтворюваностей дослідів.

6. Потребує обґрунтування закон зміни напруги при зміні частоти струму.

Зазначені зауваження не є принциповими і такими, що піддають сумніву вагомим результати досліджень. Вони не впливають на загальну позитивну оцінку дисертації А. М. Сердюка.


Висновок. Дисертація є завершеною, самостійно виконаною працею, в якій отримано нові теоретичні та практичні результати, що слугують основою для забезпечення високих техніко-економічних показників приготування рідких зернових кормів.

За актуальністю обраної теми, обсягом та рівнем виконаних досліджень, повнотою вирішення наукових і практичних задач, новизною і ступенем обґрунтованості отриманих результатів та практичних висновків дисертація на тему: «Розробка електротехнічного комплексу для приготування рідких зернових кормів на базі роторно-пульсаційних технологій» відповідає галузі знань 14 «Електрична інженерія» та спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», вимогам Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у закладах вищої освіти (наукових установах), затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 23 березня 2016 року № 261, наказу МОН України № 40 від 12 січня 2017 року «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» і 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 січня 2022 року № 44, а її автор Сердюк Андрій Миколайович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Рецензент

доцент кафедри електротехніки,
електромеханіки та електротехнологій
Національного університету біоресурсів
і природокористування України,
кандидат технічних наук

 Олександр СИНЯВСЬКИЙ


Лілія Снігурська
Чесний секретар НУБіП України
Снігурська Л. С. / Барановська О.Ф./