

ВІДГУК

офіційного опонента професора кафедри інжинірингу машинобудівних технологій Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, доктора технічних наук, професора Барановського Віктора Миколайовича на дисертаційну роботу Замрія Михайла Анатолійовича «Обґрунтування параметрів та режимів роботи обладнання для сушіння насінневої маси люцерни», яку подано до спеціалізованої вченої ради у Вінницькому національному аграрному університеті на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 13 Механічна інженерія за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування

Актуальність теми дисертації, її зв'язок з науковими програмами.

Одним із головних завдань державних програм післявоєнного розвитку українського агропромислового комплексу є забезпечення продовольчої безпеки країни шляхом збільшення виробництва продукції тваринництва та птахівництва, зокрема м'яса, молока та яєць, до досягнення науково обґрунтованих норм споживання харчових продуктів та підтримки експортного потенціалу країни.

Ефективне ведення галузі тваринництва неможливе без забезпечення тварин якісними збалансованими кормами за конкурентною ціною та у потрібній кількості.

З огляду на це, основним шляхом збільшення виробництва продукції тваринництва має стати, поряд зі збільшенням чисельності тварин та птиці, забезпечення реалізації генетичного потенціалу наявного поголів'я на основі підвищення ефективності приготування та використання кормів, значну частку яких в раціонах годівлі тварин становлять багаторічні трави насамперед такі як конюшина, тимофіївка та люцерна.

З цією метою необхідно розширити посіви багаторічних трав, збільшення площ яких можливе за достатньої кількості підготовленого якісного насіння.

При цьому, одним із шляхів підвищення ефективності підготовки якісного насіння люцерни є подальший розвиток конструкційно-технологічних схем машин та обладнання для виконання основних технологічних операцій процесів сушіння насінневої маси люцерни, зокрема, в напрямку створення удосконалених сушильних установок, які забезпечують додатковий вихід насіння люцерни за зниження питомих енерговитрат і втрат насіння в процесі досушування насінневої маси люцерни.

У зв'язку з цим, удосконалення технологічних процесів сушіння та конструкцій сушильних установок і їх обладнання, спрямованих на підвищення показників їх технологічної ефективності є актуальним завданням.

Дисертаційна робота Замрія М.А. присвячена вирішенню однієї з таких актуальних задач сільськогосподарського виробництва – підвищенню ефективності виробництва кормів, як основної складової продовольчої безпеки України у післявоєнний період шляхом забезпечення якісного та ефективного сушіння насінневої маси люцерни на основі обґрунтування раціональних параметрів і режимів роботи удосконаленої сушильної установки.

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

Дисертація виконувалась відповідно до державної наукової тематики науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт ВНАУ «Дослідження конструктивно-режимних параметрів енергоефективного обладнання для сушіння сільськогосподарських матеріалів» (№ РК 0122U201558, період виконання 15.11.2022-15.11.2023 рр.) та «Високоєфективне обладнання для здійснення масо- та теплообмінних процесів у харчовій та переробній галузі» (№ РК 0122U002098, період виконання 2022-2026 рр.).

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

Наукові положення дисертаційної роботи є достатньо обґрунтованими та забезпечують істотний внесок у розвиток та вдосконалення методів моделювання процесів сушіння насінневої маси люцерни з метою підвищення ефективності їх виконання.

Автором на основі теоретичного узагальнення та експериментального підтвердження вирішено задачу підвищення ефективності досушування на стаціонарі зібраної бункерної насінневої маси люцерни та обґрунтовано основні конструкційно-технологічні параметри робочих органів та режими сушіння сушильної установки.

Обґрунтованість та достовірність результатів наукових досліджень, викладених у дисертаційній роботі, підтверджується правильним застосуванням математичних положень методів аналітичного й фізичного моделювання та планованого багатofакторного експерименту, достатньою відповідністю результатів теоретичних і експериментальних досліджень, а також використанням сучасних вимірювальних комплексів та стандартних методик досліджень. Висновки дисертаційної роботи в достатній мірі відображають основні отримані результати.

У першому пункті висновків сформульовано основні положення, які характеризують запропоновану технологію сушіння насінневої маси люцерни та забезпечують підвищення ефективності процесу сушіння.

У другому пункті висновків йдеться про обґрунтовану за результатами теоретично-експериментальних досліджень швидкість сушіння насінневої маси люцерни, яка знаходиться у діапазоні, відповідно, від 0,06 до 1,05 кг вол./кг абс. сух. реч./год) та від від 0,1 до 1,3 кг вол./кг абс. сух. реч./год) залежно від параметрів процесу. Констатовано, що розбіжність теоретичних і експериментальних значень швидкості сушіння становить 5...15%.

Третій пункт висновків містить дані про характер та діапазон зміни швидкості сушіння насінневої маси люцерни залежно від зміни її висоти шару та швидкості руху повітря. Зазначається, що збільшення висоти шару від 0,3 до 1,5 м швидкість сушіння зменшується приблизно в 7 раз, а за збільшення швидкості руху повітря від 0,2 до 1,3 м/с – зростає приблизно в 4 рази.

У четвертому пункті висновків зазначається, що середні втрати тиску повітря, яке проходить через шар насінневої маси люцерни становлять від 0,1 до 11,0 Па залежно від параметрів процесу та властивості шару.

Встановлено, що розбіжність теоретичних і експериментальних значень втрат тиску повітря становить 12...18%.

Перший, другий, третій та четвертий пункти висновків сформовані за результатами другого та четвертого розділів дисертаційної роботи.

П'ятий пункт висновків містить обґрунтовані за результатами досліджень основні фізико-механічні характеристики насінневої маси люцерни (гранично допустиму температуру нагрівання бобів люцерни, коефіцієнт пористості насінневої маси люцерни, температура нагрівання насіння люцерни) та констатовано їх діапазони зміни числових значень залежно від зміни параметрів процесу та властивостей шару.

Шостий пункт висновків містить дані про значення вологовмісту в шарі насінневої маси люцерни, який знаходяться в діапазоні від 0,15 до 2,39 кг вол./кг абс. сух. реч. зміни висоти шару від 0,3 до 1,5 м та зміни часу сушіння шару насінневої маси люцерни від 2 до 12 год.

У сьомому пункті висновків подано інформацію про результати, які отримано в процесі проведення порівняльних досліджень, де зазначено що в процесі підготовки насіння до зберігання можливо додатково зібрати насіння люцерни в кількості 0,48 кг/ц.

П'ятий, шостий і сьомий пункти висновків сформовані за результатами четвертого розділу дисертаційної роботи.

Восьмий пункт висновків містить дані про розрахунковий річний економічний ефект від впровадження удосконаленої сушильної установки.

Восьмий пункт висновків сформовано за результатами п'ятого розділу дисертаційної роботи.

Наукові положення, висновки та рекомендації, які отримані в результаті досліджень, є достовірними, що обумовлюється застосуванням статистичного оброблення інформації, системного та емпіричного аналізу, математичного моделювання, узагальнення, а також на відомих положень теорії тепло- і масопереносу, теоретичної пневматики та вищої математики.

Експериментальні дослідження проведені на розробленій лабораторній установці із застосуванням методів математичного планування багатофакторних експериментів та статистичної обробки результатів за допомогою відповідних комп'ютерних програм.

Наукова новизна одержаних результатів і їх значення для науки та виробництва, а також рекомендації щодо їхнього використання.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у тому, що автором в результаті дисертаційних досліджень було обґрунтовано технологічний процес, основні раціональні параметри та режими роботи обладнання для сушіння насінневої маси люцерни, зокрема, було уперше розроблено: детерміновані математичні моделі, які характеризують функціональну зміну постійної та спадаючої швидкості сушіння насінневої маси люцерни залежно від параметрів процесу сушіння; емпіричну модель функціональної зміни вологовмісту в шарі насінневої маси люцерни залежно від зміни висоти шару та часу сушіння.

В роботі також було уточнено емпіричні моделі, які отримано за результатами експериментальних досліджень і які описують:

- функціональну зміну втрати тиску повітря в шарі насінневої маси люцерни залежно від зміни висоти шару, швидкості руху повітряного потоку, коефіцієнт пористості шару;

- швидкості сушіння насінневої маси люцерни залежно від зміни висоти шару, швидкості руху повітряного потоку.

Також зазначається, що за результатами досліджень набули подальшого розвитку:

- залежність, яка описує функціональну зміну втрати тиску повітря в шарі насінневої маси люцерни залежно від параметрів процесу сушіння;

- залежності для визначення часу та питомої витрати повітря в процесі сушіння насінневої маси люцерни залежно від параметрів теплоносія.

Значущість результатів досліджень для науки полягає в тому, що проведені аналітично-експериментальні дослідження та характер отриманих результатів є подальшим кроком з розвитку теоретичних положень і уточнень методології аналітично-емпіричного обґрунтування раціональних параметрів робочих органів і режимів роботи сушильних установок та є вхідними аспектами, які є базисними положеннями для розрахунку та оптимізації технологічних процесів сушіння насінневої маси люцерни та багаторічних трав загалом.

Значущість результатів досліджень для виробництва.

За результатами теоретичних та експериментальних досліджень автором було визначено раціональні конструкційно-технологічні параметри та розроблено нову конструкцію сушильної установки.

На основі узагальнення результатів досліджень автором було запропоновано рекомендації виробництву для проектування та вибору раціональних параметрів робочих органів і обладнання удосконаленої сушильної установки.

Результати порівняльних досліджень удосконаленої та базової сушильної установки підтвердили технологічну ефективність її застосування у виробничих умовах.

Конструкційна новизна розробленого технічного рішення захищена авторським правом на твір. Ескізне креслення «Принципова схема пристрою для сушіння поживної суміші люцерни». Свідоцтво № 141367.

Результати досліджень впроваджено у підприємстві ТОВ «Агромаш-Калина» (м. Калинівка, Вінницька область) та також використовуються в навчальному процесі Вінницького національного аграрного університету при викладанні навчальної дисципліни «Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів».

Розрахунковий річний економічний ефект від впровадження сушильної установки у виробництво на 1 кг висушеної насінневої маси становить 2,46 грн/кг.

Отримані результати досліджень можуть бути використані як у практичній стороні з питань сільськогосподарського виробництва продукції рослинництва та машинобудування, так і при виконанні наукових досліджень відповідної тематики.

Апробація і повнота викладу результатів досліджень в опублікованих працях.

Результати досліджень за темою дисертації обговорювалися і були схвалені на Всеукраїнській науково-практичній конференції «Інноваційні процеси агропромислової інженерії в умовах сталого розвитку: проблеми та перспективи» (20-21 жовтня 2022 р., ВНАУ, м. Вінниця, Україна), Міжнародній науково-практичній конференції «Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення» (6-7 лютого 2023 р., м. Тернопіль, Україна), Всеукраїнській науково-практичній конференції «Інноваційні підходи агропромислової інженерії в контексті євроінтеграції» (19-20 жовтня 2023 р., ВНАУ, м. Вінниця, Україна), Всеукраїнській науково-практичній конференції «Інноваційні підходи агропромислової інженерії в контексті глобальних викликів» (17-18 жовтня 2024 р., ВНАУ, м. Вінниця, Україна), Всеукраїнській науково-практичній конференції «Сталий розвиток України в умовах європейської інтеграції: сучасний стан, шлях відновлення та перспективи» (15-16 травня 2025 р., ВНАУ, м. Вінниця, Україна), XXVI Міжнародній науковій конференції «Сучасні проблеми землеробської механіки» (17-18 жовтня 2025 р., НУБіП України, м. Київ, Україна), Всеукраїнській науково-практичній конференції «Інноваційні підходи агропромислової інженерії: проблеми та перспективи» (30-31 жовтня 2025 р., ВНАУ, м. Вінниця, Україна), IV Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених «Інжиніринг технічних систем агропромислового виробництва» (21 листопада 2025 р., ДДАЕУ, м. Дніпро, Україна).

Основні результати досліджень за темою дисертації опубліковано в 8 наукових працях, у тому числі 2 статті, які опубліковані у Scopus, 2 статті наукових фахових виданнях України (категорії Б); 1 свідоцтво про реєстрацію авторських прав на твір, 3 тези у збірнику доповідей наукових конференцій.

Зміст наведених наукових публікацій в достатній мірі відображають основні наукові результати досліджень, які наведено в дисертаційній роботі здобувача та ідентичний ним.

Наведені дані апробації та опублікування результатів наукових досліджень в періодичних рецензованих виданнях відповідають вимогам пунктів 8, 9 Порядку присудження ступеня доктора філософії..., затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 р. за № 44 та подальшими доповненнями

Загальна оцінка змісту дисертації.

Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаної літератури із 122 найменувань і 23 додатків. Основні результати роботи викладено на 154 сторінках, де містяться 54 рисунки і 14 таблиць.

Загальний обсяг дисертації складає 197 сторінок.

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, викладено її зв'язок з науковими програмами та планами, сформульовано мету й основні завдання досліджень, наведено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів наукових досліджень.

У першому розділі «Стан питання та завдання дослідження» наведено аналіз існуючих технологічних процесів, конструкцій робочих органів сушильних установок, їх класифікацію та результати теоретично-експериментальних досліджень процесів сушіння насінневої маси люцерни.

У другому розділі «Теоретичні дослідження процесів сушіння насінневої маси люцерни» здобувачем наведено будову та процес сушильної установки, теоретичний аналіз робочого процесу сушильної установки на основі розробки математичних моделей і залежностей, які описують характер зміни швидкості, часу, витрати повітря та втрат тиску повітря процесу сушіння насінневої маси люцерни.

У третьому розділі «Програма та методика проведення експериментальних досліджень» наведено програму експериментальних досліджень, опис лабораторної установки та розроблені часткові методики проведення, оброблення та аналізу експериментальних даних.

У четвертому розділі «Результати експериментальних досліджень» наведено результати експериментальних досліджень з визначення фізико-механічних характеристик насінневої маси насіння люцерни та процесу роботи сушильної установки згідно з прийнятою програмою. Зокрема, встановлено залежність вологовмісту, втрати тиску повітря в шарі насінневої маси люцерни та швидкості сушіння. Також наведено результати порівняльних досліджень базової та удосконаленої сушильної установки.

У п'ятому розділі «Узагальнені результати ефективності процесу роботи сушильної установки» наведено перспективні напрями вдосконалення процесу сушіння та робочих органів сушильної установки, впровадження результатів дослідження, а також визначено економічну ефективність її застосування.

У висновках наведено найбільш важливі наукові та практичні результати, які були отримані автором за результатами досліджень.

Зміст наведеної анотації у повній мірі відображає основні положення дисертаційної роботи та її висновки.

Матеріали дисертації достатньо проілюстровані схемами, рисунками, графіками і таблицями. Загальні висновки і рекомендації у дисертації випливають з проведених здобувачем досліджень та відображають основні результати роботи.

Текст дисертаційної роботи викладений чітко та в логічній послідовності.

Мова і стиль викладення змісту, оформлення дисертації відповідають вимогам, що ставляться до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії.

Використання чужих наукових результатів без посилань на авторів у дисертаційній роботі не виявлено, тобто автором дотримані вимоги академічної доброчесності.

В цілому, дисертаційна робота Замрія М.А. відповідає вимогам пунктів 5-9 Постанови Кабінету Міністрів України «Порядок присудження ступеня доктора філософії...», від 12.01.2022 р. за № 44 та містить науково обґрунтовані результати досліджень, що спрямовані на підвищення ефективності процесів сушіння насінневої маси люцерни, шляхом розробки та обґрунтування раціональних параметрів і режимів роботи сушильної установки..

Загальні зауваження та дискусійні положення щодо матеріалів дисертації.

До дисертаційної роботи є такі зауваження та побажання.

1. На нашу думку, в першому розділі роботи необхідно було б більш повно навести аналіз відомих положень, які описують фізико-механічні характеристики та теплофізичні властивості бункерної насінневої маси люцерни, виділити ті, які потребують подальших досліджень, а в пункті 1.4 навести більш розширену та конкретизовану аргументацію за якими критеріями є доцільність подальшого проведення таких досліджень в аспекті їх впливу на процес сушіння.

2. Бажано було б більш розширено обґрунтувати накладене обмеження (припущення), чому саме було прийнято модель насінневої маси люцерни у вигляді тісного пучка еквівалентних тонких трубок середнього діаметра, тому що не зрозуміло: наскільки «тісного», чого «еквівалентного» та якого «середнього діаметра» по відношенню до чого? Тобто повинен бути той об'єкт або параметр, по відношенню до якого формалізується об'єкт дослідження.

3. У цьому аспекті не досить повно обґрунтовано положення, чому саме ці трубки розташували горизонтально у просторі вертикальної сушильної камери. На нашу думку проходження нагрітого повітря через вертикальні проходи трубок може мати більший сушильний ефект, ніж обдування повітрям поверхні горизонтально-розташованих трубок.

4. У підрозділі 2.3 не повно розкрито фізичну або іншу сутність величини, яку позначено індексом n та положення, які характеризують записи умов $n = 1$, або $n \neq 1$. Бажано було б на більш достатньому рівні обґрунтувати вплив цих умов на час сушіння насінневої маси люцерни та витрати повітря цього процесу.

5. На 74 с наведено припущення, що за «базовий шар насінневої маси люцерни доцільно вибирати матеріал, коефіцієнт несферичності зерен якого дорівнює одиниці, а коефіцієнт пористості...» є постійною величиною. Знову ж таки, доцільність або аргументацію такого припущення необхідно було б обґрунтувати більш повно та акцентовано в розрізі його впливу на зміну втрат тиску повітря, яке продувається через шар.

6. У процесі проведення експериментальних досліджень з визначення втрати тиску повітря в шарі насінневої маси люцерни в процесі її сушіння одним із вхідних регульованих факторів приймали коефіцієнт пористості шару. Проте, яким чином змінювали рівні варіювання цього фактора та як контролювали цей рівень в процесі проведення експериментів в підрозділі 3.3 описано в загальному вигляді. Необхідно було б більш повно конкретизувати ці положення.

7. На сторінка 111-112 наведені викладення загального трактування теплофізичних характеристик насінневої маси люцерни. Вони аж ніяк не відносяться до результатів експериментальних досліджень. Ці викладення необхідно перенести в перший розділ роботи.

8. В тексті дисертації зустрічаються поодинокі описки, відхилення від загальноприйнятих виразів, наприклад, «конструктивні та режимні параметри» замість «конструктивні параметри та режими роботи» тощо.

ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Замрія Михайла Анатолійовича «Обґрунтування параметрів та режимів роботи обладнання для сушіння насінневої маси люцерни», яку подано до спеціалізованої вченої ради на здобуття ступеня доктора філософії галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування», є завершеним науковим дослідженням, результати якого дозволяють підвищити ефективність показників процесу сушіння насінневої маси люцерни шляхом обґрунтування раціональних конструктивно-технологічних параметрів і режимів роботи сушильної установки.

Опубліковані праці автора за змістом відповідають основним положенням дисертації, які в достатній мірі оприлюднені у наукових фахових виданнях України, де дотримані вимоги академічної доброчесності.

Відмічені недоліки до дисертаційної роботи не знижують її наукового та практичного рівня і не впливають на позитивну оцінку дисертації в цілому.

Теоретичні положення дисертації та їх практичне застосування вносять істотний вклад в наукові знання та можуть бути основою для розроблення нових конструкцій машин для сушіння бункерної насінневої маси люцерни. Проведені автором дослідження дозволити обґрунтувати раціональні параметри та режими роботи технічної системи «насіннева маса – сушильна камера – теплоносій» на основі забезпечення заданих значень технологічних показників процесу сушіння, що в підсумку сприяє істотному підвищенню ефективності виробництва насіння люцерни, а в кінцевому – забезпечити вирішення продовольчої безпеки сектору тваринництва України.

Зміст дисертаційної роботи свідчить про достатній рівень кваліфікації автора, який здатен самостійно формулювати та розв'язувати складні науково-прикладні задачі. Представлена дисертаційна робота «Обґрунтування параметрів та режимів роботи обладнання для сушіння насінневої маси люцерни» за актуальністю теми, науковою новизною та практичною цінністю отриманих результатів досліджень відповідає вимогам пунктів 5-9 Постанови Кабінету Міністрів України «Порядок присудження ступеня доктора філософії...», від 12.01.2022 р. за № 44, а її автор Замрій Михайло Анатолійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування».

Офіційний опонент,
професор кафедри інжинірингу машинобудівних
технологій Тернопільського національного
технічного університету імені Івана Пулюя,
доктор технічних наук, професор  В.М. Барановський

Підпис Барановського В.М. засвідчую:
проректор з наукової роботи Тернопільського національного
технічного університету імені Івана Пулюя,
доктор технічних наук, професор  П.О. Марущак

