ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації на тему «Обгрунтування параметрів шнекового транспортера зернових матеріалів» Карпа Івана Володимировича, здобувача ступеня доктора філософії з галузі знань 13 Механічна інженерія за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування

Науковий керівник: професор кафедри інжинірингу машинобудівних технологій, доктор технічних наук, професор Барановський Віктор Миколайович.

0. Ким і коли затверджена тема дисертації.

Тема дисертації на здобуття ступеня доктора філософії «Обгрунтування параметрів шнекового транспортера зернових матеріалів» затверджено «13» вересня 2022 р. на засіданні вченої ради Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, протокол № 8, (уточнено «19» лютого 2025 р. на засіданні вченої ради Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, протокол № 2).

1. Актуальність теми дисертації та її зв'язок з державними програмами, науковими напрямами університету та кафедри.

Актуальність теми обумовлена необхідністю підвищення ефективності виробництва стратегічної продукції рослинництва агропромислового сектору та забезпечення продовольчої безпеки України. Зважаючи на нестабільні природно-кліматичні умови, які складаються у більшості регіонів України в період механізованого збирання зернових культур, просушування зібраного вологого зерна, відсоток якого може становити від 20% до 50% потребує його післязбиральної доробки та доведення до необхідних кондицій для його подальшого зберігання.

Раціональна організація сушіння незначного обсягу зібраної зернової продукції в невеликих агропромислових фермерських господарствах дозволяє зменшити собівартість процесу досушування зерна, підвищити його фізико-механічні властивості, які запобігають псуванню зерна в процесі зберігання та значно підвищує його технологічні та продовольчі показники.

Це завдання є актуальним та таким, яке відображена у держаних наукових програмах і потребує наукового та практичного вирішення.

Дисертаційна робота виконана на кафедрі інжинірингу машинобудівних технологій відповідно до державної науково-дослідної роботи Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Розроблення енергоефективних конструкцій та ресурсозберігаючих технологій виробництва робочих органів гвинтових транспортно-технологічних машин» (№ 0124U002485).

2. Формулювання наукового завдання, нове розв'язання якого отримано в дисертації.

У роботі вирішено важливе науково-прикладне завдання зниження затрат та підвищення ефективності післязбиральної обробки зернових матеріалів на токах невеликих агропідприємств за рахунок застосування мобільного малогабаритного шнекового транспортера.

За результатами нових підходів теоретично-експериментального аналізу вперше розроблено аналітичні та емпіричні моделі, розв'язок яких дозволив обгрунтувати раціональні параметри робочих органів шнекового транспортера.

Розроблено та виготовлено дослідний зразок малогабаритного шнекового транспортера зернових матеріалів, який впроваджено у виробничий процес фермерського господарства «Княже поле» (Рівненська область, с. Межиріч) та застосовується у навчальному процесі Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Вирішення зазначеного завдання забезпечує подальший розвиток методології розробки та оптимізації параметрів технологічних процесів транспортування зернових матеріалів під час післязбиральної доробки вологого зерна, як у фундаментальному, так і практичному плані, що є новітнім кроком в розвитку аграрної науки, як на теоретичному, так і емпіричному рівні.

3. Наукові положення, розроблені особисто дисертантом та їх новизна, особистий внесок здобувача в отриманні наукових результатів

Запропоновані здобувачем методи теоретичного аналізу та розроблені й вирішені математичні моделі та залежності, які описують процеси транспортування зернового матеріалу гвинтовим конвеєром в робочому просторі шнекового транспортера на основі динамічного, кінематичного та технологічного аналізу, є значущими та новими, що дозволило:

- обґрунтувати межі зміни прискорення руху та кута відхилення зернових матеріалів в процесі його переміщення по поверхні спіральних витків змінного кроку залежно від конструктивно-кінематичних параметрів гвинтового конвеєра та робочого зазору між окрайкою витка і внутрішньою поверхнею кожуха, які регламентують основні показники пошкодження зерна;

- на теоретичному рівні визначити межі зміни числових значень сумарної кінетичної енергії процесу контактної взаємодії частинок зернового матеріалу в суцільному потоці, продуктивності та витрати потужності шнекового транспортера, що дозволяє під час проектування прогнозувати необхідні задані технологічні показники процесу роботи гвинтових транспортних механізмів.

На основі побудованих графічних інтерпретацій і проведеного теоретичного аналізу дисертантом на аналітичному рівні обґрунтовано основні оптимальні параметри робочих органів шнекового транспортера.

Основні теоретичні та експериментальні дослідження за темою дисертаційної роботи виконано здобувачем самостійно. Результати роботи викладено одноосібно автором у 4 друкованих працях, де на основі аналізу відомих результатів сформульовано нове наукове завдання та запропоновано удосконалену конструкцію малогабаритного шнекового транспортера зернових матеріалів.

Автором для розв'язання наукового завдання особисто: запропоновано класичні методи аналітичного дослідження динаміки транспортування та кінематики переміщення тіла елементарної маси зернового матеріалу в просторі гвинтового конвеєра та в просторі кожуха з урахуванням змінного кроку витків гвинтового конвеєра; запропоновано методику проведення експериментальних досліджень та визначення пошкодження зернового матеріалу; проведено реалізацію та обробку результатів експериментів; розроблено аналітичні та емпіричні моделі досліджувальних процесів і побудовано графічне відтворення результатів теоретичних і експериментальних досліджень; проведено інтерпретацію отриманих результатів.

4. Обґрунтованість та достовірність наукових положень, отриманих результатів та запропонованих автором рішень, висновків, рекомендацій, сформульованих у дисертації

Достовірність та обґрунтованість отриманих результатів та запропонованих автором рішень, забезпечується та підтверджується аналітичним моделюванням процесу транспортування зернових матеріалів та ґрунтується на основних законах механіки, методах математичного моделювання та оптимізації, синтезу технічних систем, математичних методах планування та реалізації експериментів, задовільним узгодженням результатів аналізу із експериментальними даними та відомими результатами інших авторів і спрямовані на подальший розвиток теоретичних основ післязбиральної доробки вологого зерна та вибору оптимальних параметрів шнекових транспортерів..

Загальні висновки дисертації з її науковими положеннями є достатньо та якісно і кількісно обґрунтованими, а її результати – достовірними.

Обґрунтованість та вірогідність загальних висновків забезпечується коректним використанням аналітичного і емпіричного апарату проведених досліджень, адекватністю одержаних розрахункових результатів експериментальним даним і результатами виробничої перевірки, відповідністю висновків і отриманих результатів фізичній суті досліджуваних явищ, а також на основі даних і висновків відомих у літературі, які отримані іншими методами та іншими авторами.

5. Ступінь новизни основних результатів дисертації порівняно з відомими дослідженнями аналогічного характеру

За результатами виконаного теоретичного аналізу процесу транспортування вологих зернових матеріалів запропоновано нові теоретичні підходи, які описують відмінність одночасного переміщення зерна в просторі кожуха шнекового транспортера (по поверхні спіральних витків і зовнішній поверхні кожуха) з урахуванням змінного кроку спіральних витків гвинтового конвеєра для двох випадків прикладення діючих на елементарну масу зерна зовнішніх сил.

При цьому вперше досліджено:

- динаміку процесу для двох випадків роботи шнекового транспортера – коли на вантаж діють в'язі зі сторони гвинта та кожуха, та коли на вантаж діють тільки в'язі зі сторони гвинта, що дозволило розробити динамічні моделі процесу переміщення зернового матеріалу в просторі кожуха шнекового транспортера;
- кінетику процесу переміщення зернового матеріалу гвинтовим конвеєром на основі дослідження інтенсивності зіткнення, або контактної взаємодії тіла зернового матеріалу в потоці, чим раніше для тихохідних гвинтів нехтували.

На цій підставі:

- вперше отримано:
- аналітичну математичну модель, яка функціонально описує перехідний процес динамічного переміщення зернового матеріалу по робочих поверхнях гвинтового конвеєра шнекового транспортера, яку записано в параметричній формі;
- математичну модель, яка описує функціональний характер кінетики руху елементарної маси зернового матеріалу в міжвитковому просторі гвинтового конвеєра та кожуха;
- рівняння регресії, які характеризують пошкодження зерна пшениці робочими органами шнекового транспортера залежно від технологічних і конструктивних параметрів процесу;
- уточнено емпіричні моделі продуктивності та витрат потужності процесу транспортування зерна пшениці шнековим транспортером з врахуванням змінного кроку спіральних витків гвинтового конвеєра.

6. Використання результатів роботи

Отримані дисертантом результати можуть бути застосовані для подальшого удосконалення методології розрахунку та оптимізації раціональних параметрів і режимів роботи робочих органів шнекових транспортно-технологічних систем, призначених для переміщення вологих матеріалів.

Аналітичні моделі, які описують процес транспортування вологого зернового матеріалу та емпіричні рівняння регресії продуктивності та витрат потужності шнекового транспортера можуть бути використані інженерно-науковими співробітниками та науково-педагогічними працівниками наукових установ і освітніх закладів під час розробки та проектування подібних транспортерів.

Отримані результати впроваджено у виробничий процес фермерського господарства «Княже поле» (Рівненська область, с. Межиріч) та застосовуються у навчальному процесі кафедри конструювання верстатів, інструментів та машин ТНТУ ім. І. Пулюя під час вивчення дисципліни «Обладнання та транспортні засоби машинобудівних виробництв» для підготовки фахівців освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування.

7. Повнота викладення матеріалів дисертації та особистий внесок здобувача до всіх наукових публікацій, опублікованих із співавторами та зарахованих за темою дисертації

За результатами досліджень опубліковано 7 наукових праць, з яких 4 статей у фахових виданнях України, із них 3 статті – одноосібні, 3 тези наукових конференцій.

Опубліковані наукові праці відповідають п. 8 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

8. Відомості про апробацію результатів дисертації

Основні положення та результати роботи доповідались і обговорювались на:

- XIV Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя (Тернопіль, 2024, 2025 рр.), наукова доповідь;
- XXVI Міжнародній науковій конференції «Сучасні проблеми землеробської механіки» (17-18 жовтня 2025 р.) присвяченій 125-й річниці з дня народження академіка Петра Мефодійовича Василенка (НУБіП України, 2025 р), наукова доповідь;
- XIII Міжнародній науково-технічній конференції «Крамаровські читання» з нагоди 119-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, члена-кореспондента ВАСГНІЛ, віцепрезидента УАСГН Крамарова Володимира Савовича (1906-1987) (НУБіП України, 2026 р), наукова доповідь, офлайн.

9. Відповідність дисертації вимогам, що передбачені пунктом 6

Дисертація складається з анотації, вступу, 5-ти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел. Мова та стиль дисертації характеризуються цілеспрямованістю та прагматизмом, ясністю і смисловою завершеністю. Дисертація за структурою, мовою та стилем викладення відповідає вимогам, передбаченим 6 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

10. Список публікацій за темою дисертації:

1. Карп І.В. Процеси роботи шнекових транспортерів зернових матеріалів. Вібрації в техніці та технологіях. 2025. № 3(118). С. 154–161. **(Фахове видання України)**. doi: 10.37128/2306-8744-2025-3-18

2. Viktor Baranovsky, **Ivan Karp,** Yaroslav Salo, Bohdan Berezhenko, Petro Marushchak. Analysis of the process of material movement in a screw conveyor. Scientific Journal of the Ternopil National Technical University. 2025. Vol. 1 (117). P. 5–17. *Здобувачем розроблено математичні моделі динаміки транспортування тіла елементарної маси в просторі гвинтового конвеєра для двох випадків його переміщення та сформульовано висновки. В. Барановський запропонував методи аналітичного дослідження процесу транспортування зернового матеріалу. Я. Сало розробив структурні моделі застосування шнекових транспортерів, рис. 1, 2. Б. Береженко проаналізував відомі результати процесів транспортування зернових матеріалів шнековими транспортними механізмами. П. Марущак виконав комп'ютерне оформлення результатів дослідження.* **(Фахове видання України)**. doi.org/10.33108/visnyk_tntu2025.01

3. Ivan Karp. The process of moving grain material in the pneumatic line of a pneumatic screw conveyor. Scientific Journal of the Ternopil National Technical University. 2025. Vol. 2 (118). P. 79–90. **(Фахове видання України)**. doi.org/10.33108/visnyk_tntu2025.02

4. Карп І.В. Математична модель процесу переміщення зернового матеріалу в пневмошнековому транспортері. Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». 2025. № 82. С. 112–120. **(Фахове видання України)**. doi: 10.36910/775.24153966.2025.82.18

5. Карп І.В. Аналітична модель процесу роботи шнекового транспортера зернових матеріалів. Актуальні задачі сучасних технологій : тез доп. XIV Міжн. наук.-техн. конф. молодих учених та студентів, (Тернопіль, 11-12 грудня 2025). Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. Тернопіль : ФОП Паляниця В.А., 2025. С. 86–88.

6. **Ivan Karp**, Viktor Baranovsky. Analysis of the process of destruction of grain materials : тези доп. XXVI Міжн. наук. конф. «Сучасні проблеми землеробської механіки» (17-18 жовтня 2025 року) присвяченій 125-й річниці з дня народження академіка Петра Мефодійовича Василенка. НУБіП України. Київ, 2025. С. 320 – 324. *Здобувачем запропоновано методику визначення пошкодження зернового матеріалу.*

7. Карп І.В. Продуктивність та витрати потужності шнекового транспортера зернових матеріалів. Зб. мат. XIII Міжн. наук.-техн. конф. «Крамаровські читання» з нагоди 119-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, члена-кореспондента ВАСГНІЛ, віцепрезидента УАСГН Крамарова Володимира Савовича (1906-1987) 19-20 лют. 2026 р., м. Київ. К.: Видавничий центр НУБіП України, 2026. С. 245–247.

11. Заслухавши та обговоривши доповідь Карпа Івана Володимировича, а також за результатами попередньої експертизи представленої дисертації на засіданні кафедри інжинірингу машинобудівних технологій, прийнято висновок щодо дисертації «Обгрунтування параметрів шнекового транспортера зернових матеріалів»:

1. Дисертація Карпа Івана Володимировича «Обгрунтування параметрів шнекового транспортера зернових матеріалів» є завершеною науковою працею, у якій розв'язано конкретне наукове завдання підвищення технологічної ефективності післязбиральної доробки вологих зернових матеріалів, що має важливе значення для галузі знань 13 Механічна інженерія.

2. У 7 наукових публікаціях повністю відображені основні результати дисертації, з них: 4 статі у наукових фахових виданнях України; 3 тези наукових конференцій.

3. Дисертація Карпа Івана Володимировича на тему: «Обгрунтування параметрів шнекового транспортера зернових матеріалів) має наукову новизну, теоретичне та практичне значення і повністю відповідає вимогам п. 6 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Голова засідання,
професор кафедри автотранспорту
та логістики,
доктор технічних наук, професор — Роман РОГАТИНСЬКИЙ

Рецензент,
професор кафедри автотранспорту
та логістики,
доктор технічних наук, професор — Іван ГЕВКО

Рецензент,
доцент кафедри інжинірингу
машинобудівних технологій,
кандидат технічних наук, доцент — Андрій ДЯЧУН

Проректор з наукової роботи
Тернопільського національного технічного
університету імені Івана Пулюя,
д.т.н., професор — Павло МАРУЩАК