

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Коваля Сергія Олександровича здобувача ступеня доктора філософії з галузі знань 13 Механічна інженерія за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування «Обґрунтування параметрів шнекових змішувачів з регульованою подачею»

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор, професор кафедри автотранспорту та логістики Гевко Іван Богданович.

Ким і коли затверджена тема дисертації.

Тема дисертації на здобуття ступеня доктора філософії «Обґрунтування параметрів шнекових змішувачів з регульованою подачею» затверджена на засіданні вченої ради Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя від 3 жовтня 2022 року (протокол № 4).

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

Тема дисертаційної роботи спрямована на вдосконалення роботи шнекових конвеєрів при одночасному транспортуванні та змішуванні сипких матеріалів, до основних вимог яких належать підвищення продуктивності, зниження енергоємності транспортування та підвищення однорідності змішування матеріалів, котрі традиційні шнекові конвеєри в повній мірі не забезпечують. Це пов'язано з тим, що при використанні традиційних конструкцій шнекових конвеєрів існують обмежені можливості впливу на співвідношення колової та осової швидкостей переміщення вантажу, а також на процеси тертя між сипким матеріалом та робочими елементами конвеєра при виконанні процесу транспортування.

Тому актуальним є завдання розроблення та вибору раціональних режимів роботи нової конструкції шнекового змішувача з регульованою подачею, яка забезпечить підвищення продуктивності, зниження питомих енерговитрат та підвищення однорідності змішування сипких матеріалів при їх одночасному транспортуванні та змішуванні.

Обраний напрям роботи пов'язаний із загальною тематикою наукових досліджень Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, зокрема з держбюджетною науково-дослідною прикладною темою ВК 72-24 «Розроблення енергоефективних конструкцій та ресурсозберігаючих технологій виробництва робочих органів гвинтових транспортно-технологічних машин» (№ державної реєстрації 0124U002485), де особистий внесок здобувача полягає у розробленні та дослідженні нових конструкцій шнекових змішувачів.

2. Формулювання наукового завдання, нове розв'язання якого отримано в дисертації. У дисертації вирішено завдання, яке полягає в досягненні вищих показників однорідності змішування сумішей горизонтальними і похилими шнековими змішувачами шляхом розроблення нової конструкції з обертовим кожухом та регульованою подачею із вибором її раціональних параметрів

3. Наукові положення, розроблені особисто дисертантом та їх новизна, особистий внесок здобувача в отриманні наукових результатів. Основні наукові результати та висновки дисертаційної роботи отримані автором самостійно. Зокрема, вперше побудована модель руху частинок суміші поверхнею обертового кожуха гвинтового конвеєра-змішувача залежно від кутового їх розміщення в потоці в умовах перехідного режиму транспортування; вперше розроблено модель руху динамічного тіла волочіння суміші у вигляді взаємодії двох його елементів, відповідно, із висхідним та нисхідним напрямками дії на них зовнішніх сил відносно обертового кожуха; уточнено залежності для визначення кінематичних та силових параметрів похилих конвеєрів-змішувачів з обертовим кожухом для випадку його роботи в перехідному режимі транспортування-змішування; уточнено поточно-коміркову модель змішування суміші для випадку гвинтових конвеєрів-змішувачів із обертовим кожухом із розбиттям комірок за кількістю циклів перелопачування та виведено відповідну функцію розподілу ключового компоненту по довжині конвеєра-змішувача.

Дисертаційна робота є результатом самостійного дослідження. Теоретичні обґрунтування, практичні розробки, висновки та рекомендації, що містяться в роботі, отримано автором самостійно на основі аналізу та узагальнення теоретичного та практичного матеріалу.

4. Обґрунтованість та достовірність наукових положень, отриманих результатів та запропонованих автором рішень, висновків, рекомендацій, сформульованих у дисертації. Наукові положення, висновки і рекомендації, наведені в дисертаційній роботі, є достовірними і підтверджуються коректно виконаними теоретичними дослідженнями з обґрунтованим рівнем допущень, результатами експериментальних досліджень проведених на розробленій установці, а також впровадженням даної установки у виробництво.

Прийняті в дисертації рішення мають наукову новизну і належним чином обґрунтовані та вирішують поставлені завдання досліджень, у ході вирішення яких забезпечено підвищення однорідності змішування сумішей при функціонуванні горизонтальних і похилих шнекових змішувачів.

Результати досліджень здобувача підтверджено їхньою апробацією та схваленням на міжнародних науково-технічних, науково-практичних конференціях. Враховуючи вищевказане, обґрунтованість викладених в роботі положень не викликає сумніву.

5. Ступінь новизни основних результатів дисертації порівняно з відомими дослідженнями аналогічного характеру. У дисертаційній роботі сформульовано та обґрунтовано ряд наукових положень, висновків і рекомендацій, які відзначаються новизною. Прийняті в дисертації рішення мають наукову новизну і належним чином обґрунтовані та вирішують поставлені завдання досліджень, зокрема набули подальшого розвитку теоретичні дослідження горизонтальних гвинтових конвеєрів-змішувачів з обертовим кожухом із виведенням теоретичних залежностей для визначення максимальної лінійної швидкості проходження частини суміші у конвеєрі-змішувачі та нерівномірності змішування залежно від кількості циклів

перелопачування; вперше розроблено модель функціонування похилих гвинтових конвеєрів-змішувачів з обертовим кожухом із виведенням теоретичних залежностей зі встановленням режиму переміщення та змішування суміші відносно кутових швидкостей обертового кожуха та кута його нахилу; одержали подальший розвиток теоретичні дослідження перемішування в гвинтовому конвеєрі-змішувачі сипкого матеріалу внаслідок його перелопачування та оцінено вплив конструктивних параметрів та режимів роботи на згладжувальну здатність змішувача та якість змішування; спроектувано та виготовлено новий дослідний зразок гвинтового конвеєра-змішувача з обертовим кожухом та проведено необхідні експериментальні дослідження із подальшою статистичною обробкою та виведенням рівнянь регресії залежності потужностей приводів обертання шнека та кожуха, продуктивності шнекового змішувача та коефіцієнта неоднорідності змішування сипких матеріалів від режимів роботи конвеєра-змішувача;

6. Використання результатів роботи. Розроблені конструкції гвинтових конвеєрів-змішувачів з обертовими кожухами, шнеків для змішування та способів їх виготовлення захищені дев'ятьма патентами України на корисні моделі. Ефективність виконання технологічного процесу змішування сумішей із застосуванням гвинтових конвеєрів-змішувачів з обертовими кожухами підтверджено актами впровадження у ТОВ «Сієфджі Трейдинг» Компанії «Контінентал Фармерз Груп» (м. Тернопіль), ФГ «КРОК ВПЕРЕД 2019», ФГ «ДАРИ ДОЛИНИ» (Тернопільська обл., смт. Гусятин) і ПП «Хлопівецьке» (Тернопільська обл., м. Копичинці).

Результати досліджень рекомендовано використовувати в науково-дослідних установах та дослідно-конструкторських відділах машинобудівних підприємств при розробці проектів, метою яких є створення та розробка шнекових конвеєрів з обертовими кожухами.

7. Повнота викладення матеріалів дисертації та особистий внесок здобувача до всіх наукових публікацій, опублікованих із співавторами та зарахованих за темою дисертації. Наукові результати дисертації висвітлені у наукових публікаціях:

1. Коваль С.О. Синтез гвинтових конвеєрів-змішувачів з обертовим кожухом. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. Кропивницький, 2023. Вип. №8(39), ч. I. С. 85-94.

2. Гевко І.Б., Лещук Р.Я., Брикса А.О., Стібайло О.Ю., Коваль С.О. Особливості конструкцій і технологічного проектування робочих органів лопатевих гвинтових змішувачів. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. Кропивницький, 2023. Вип. 8(39), ч. II. С. 24-34. (Автором запропоновано спосіб виготовлення гвинтового лопатевого робочого органу змішувача та окремі конструктивні і технологічні особливості його проектування).

3. Hevko I., Pik A., Komar R., Stibaylo O., Koval' S. Peculiarities of technological design of U-shaped screw transport and technological working bodies. *Scientific Journal of TNTU*. Ternopil, 2024. Vol. 113, No 1. P. 5–15. (Автором

запропоновано спосіб виготовлення U-подібного шнека та окремі конструктивні і технологічні особливості його проектування).

4. Дячун А.Є., Дмитрів О.Р., Гевко Б.Р., Коваль С.О., Цапик Р.П. Експериментальна установка гвинтового конвеєра з обертовим кожухом для змішування сипких матеріалів. *Перспективні технології та прилади*. Луцьк, 2024. Вип. 24. С. 38-44. (Автором запропоновані окремі конструктивні рішення при проектуванні експериментальної установки, зокрема використання двох частотних перетворювачів для регулювання різностороннього руху приводів установки).

5. Nevko I., Diachun A., Dmytriv O., Koval S., Leskiv P., Okhnivskyi R. Research of horizontal screw conveyors-mixers with rotating casing. *Scientific Journal of TNTU*. Ternopil, 2024. Vol. 115. No 3. P. 130–141. (Автором виведені окремі аналітичні залежності з визначення конструктивних, кінематичних і силових параметрів горизонтальних гвинтових конвеєрів-змішувачів з обертовими кожухами).

6. Дячун А.Є., Гевко І.Б., Золотий Р.З., Коваль С.О., Дериш О.Б., Брикса А.О. Результати експериментальних досліджень якості змішування сипких матеріалів автоматизованою установкою гвинтового конвеєра з обертовим кожухом. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. Кропивницький, 2024. Вип. №10(41), ч. I. С. 133-143. (Автором проведено експериментальні дослідження та виконано оброблення окремих статистичних даних експерименту).

7. Гевко І.Б., Гупка А.Б., Коваль С.О., Брикса А.О., Бучинський В.М. Техніко-економічне обґрунтування ефективності використання гвинтових змішувачів. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. Кропивницький, 2025. Вип. 11(42). ч. 1. С. 129-138. (Автором запропоновано спосіб визначення очікуваного економічного ефекту та формулу вибору гвинтових змішувачів).

8. Відомості про апробацію результатів дисертації. Основні положення та результати кваліфікаційної роботи доповідались й обговорювались на: Міжнародній науково-практичній конференції «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва: проблеми теорії та практики», присвяченої 90-річчю від дня народження професора Рибак Тимофія Івановича та 60-річчю кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин (м. Тернопіль, 2022); V Міжнародній науково-практичній конференції «Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем» (м. Кропивницький, 2023); IX Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні технології в АПК» (м. Луцьк, 2023); XII Міжнародній науково-практичній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (м. Тернопіль, 2023); XI Всеукраїнській науково-технічній конференції «Сучасні технології у промисловому виробництві» (м. Суми, 2024); XXV Міжнародній науковій конференції «Сучасні проблеми землеробської механіки» присвяченій 124-й річниці з дня народження академіка Петра Мефодійовича Василенка, 95-й річниці з дня заснування механіко-технологічного факультету НУБіП України (м. Київ, 2024); XIII Міжнародній науково-технічній конференції молодих

учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (м. Тернопіль, 2024); Міжнародній науково-технічній конференції «Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій», присвяченої 180-річчю з дня народження Івана Пулюя та 65-річчю з дня заснування Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя (м. Тернопіль, 2025).

9. Відповідність дисертації вимогам, що передбачені пунктом 6 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти». Дисертація відповідає вимогам, передбачених пунктом 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:

Публікації у фахових виданнях

1. Коваль С.О. Синтез гвинтових конвеєрів-змішувачів з обертовим кожухом. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. Кропивницький, 2023. Вип. №8(39), ч. I. С. 85-94.

2. Гевко І.Б., Лещук Р.Я., Брикса А.О., Стібайло О.Ю., Коваль С.О. Особливості конструкцій і технологічного проектування робочих органів лопатевих гвинтових змішувачів. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. Кропивницький, 2023. Вип. 8(39), ч. II. С. 24-34. (Автором запропоновано спосіб виготовлення гвинтового лопатевого робочого органу змішувача та окремі конструктивні і технологічні особливості його проектування).

3. Nevko I., Pik A., Komar R., Stibaylo O., Koval' S. Peculiarities of technological design of U-shaped screw transport and technological working bodies. *Scientific Journal of TNTU*. Ternopil, 2024. Vol. 113, No 1. P. 5–15. (Автором запропоновано спосіб виготовлення U-подібного шнека та окремі конструктивні і технологічні особливості його проектування).

4. Дячун А.Є., Дмитрів О.Р., Гевко Б.Р., Коваль С.О., Цапик Р.П. Експериментальна установка гвинтового конвеєра з обертовим кожухом для змішування сипких матеріалів. *Перспективні технології та прилади*. Луцьк, 2024. Вип. 24. С. 38-44. (Автором запропоновані окремі конструктивні рішення при проектуванні експериментальної установки, зокрема використання двох частотних перетворювачів для регулювання різностороннього руху приводів установки).

5. Nevko I., Diachun A., Dmytriv O., Koval S., Leskiv P., Okhnyvskyi R. Research of horizontal screw conveyors-mixers with rotating casing. *Scientific Journal of TNTU*. Ternopil, 2024. Vol. 115. No 3. P. 130–141. (Автором виведені окремі аналітичні залежності з визначення конструктивних, кінематичних і силових параметрів горизонтальних гвинтових конвеєрів-змішувачів з обертовими кожухами).

6. Дячун А.Є., Гевко І.Б., Золотий Р.З., Коваль С.О., Дериш О.Б., Брикса А.О. Результати експериментальних досліджень якості змішування сипких матеріалів автоматизованою установкою гвинтового конвеєра з обертовим

кожухом. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. Кропивницький, 2024. Вип. №10(41), ч. I. С. 133-143. (Автором проведено експериментальні дослідження та виконано оброблення окремих статистичних даних експерименту).

7. Гевко І.Б., Гупка А.Б., Коваль С.О., Брикса А.О., Бучинський В.М. Техніко-економічне обґрунтування ефективності використання гвинтових змішувачів. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. Кропивницький, 2025. Вип. 11(42). ч. 1. С. 129-138. (Автором запропоновано спосіб визначення очікуваного економічного ефекту та формулу вибору гвинтових змішувачів).

Тези конференцій та семінари

8. Гевко Ів.Б., Гудь В.З., Гурик О.Я., Коваль С.О. Шнековий змішувач з регульованими отворами просипання. *Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва: проблеми теорії та практики* : зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. присвячена 90-річчю Рибак Тимотія Івановича та 60-річчю кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин, м. Тернопіль, 29–30 вересня 2022. Тернопіль, 2022. С. 48. (Автором запропоновано окремі конструктивні рішення при проектуванні нових конструкцій шнекових змішувачів).

9. Гевко І.Б., Коваль С.О., Стібайло О.Ю., Брикса А.О., Бучинський В.М. Гвинтовий конвеєр-змішувач з обертовим кожухом. *Матеріали V Міжнародної наук.-прат. конф. «Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем»*, м. Кропивницький, 19-21 квітня 2023. Кропивницький, 2023. С. 124-125. (Автором запропоновано окремі конструктивні рішення при проектуванні нових конструкцій шнекових змішувачів).

10. Гевко І.Б., Дячун А.Є., Гевко Б.Р., Довбуш Т.А., Коваль С.О., Стібайло О.Ю., Брикса А.О. Стенд для дослідження характеристик гвинтових конвеєрів-змішувачів з обертовими кожухами. *Збірник тез IX Міжнародної наук.-прат. конф. «Інноваційні технології в АПК»*, м. Луцьк, 7-8 червня 2023. Луцьк, 2023. С. 27-29. (Автором запропоновані окремі конструктивні рішення при проектуванні експериментальної установки, зокрема використання двох частотних перетворювачів для регулювання різностороннього руху приводів установки).

11. Коваль С.О. Синтез гвинтових конвеєрів-змішувачів з обертовим кожухом. *Збірник тез XII Міжнародної наук.-прат. конф. молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій»*, м. Тернопіль, 6-7 грудня 2023. Тернопіль, 2023. С. 51-52.

12. Коваль С.О., Стібало О.Ю. Особливості виготовлення лопатевих спіралей змішувачів. *Матеріали та програма XI Всеукраїнської наук.-техн. конф. «Сучасні технології у промисловому виробництві»*, м. Суми, 23-26 квітня 2024. Суми, 2024. С. 40-41. (Автором запропоновано окремі конструктивні і технологічні особливості виготовлення лопатевих спіралей змішувачів).

13. Гевко І., Дячун А., Дмитрів О., Коваль С. Моделювання роботи похилих гвинтових конвеєрів-змішувачів з обертовим кожухом. *Збірник тез доповідей XXV міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" присвяченій 124-й річниці з дня народження академіка Петра Мефодійовича Василенка, 95-й річниці з дня заснування механіко-*

технологічного факультету НУБіП України, м. Київ, 17–19 жовтня, 2024. Київ, 2024. С. 130-133. (Автором виведені окремі аналітичні залежності з визначення конструктивних, кінематичних і силових параметрів похилих гвинтових конвеєрів-змішувачів з обертовими кожухами).

14. Гевко І., Коваль С., Брикса А. Результати експериментальних досліджень якості змішування сипких матеріалів гвинтовим конвеєром з обертовим кожухом. *Матеріали XIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій»*, м. Тернопіль, 11-12 грудня 2024. Тернопіль, 2024. С. 137-138. (Автором проведено експериментальні дослідження та виконано оброблення окремих статистичних даних експерименту).

15. Гевко І., Коваль С. Моделювання процесу змішування похилими гвинтовими конвеєрами-змішувачами з обертовим кожухом. *Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій», присвяченої 180-річчю з дня народження Івана Пулюя та 65-річчю з дня заснування Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя*, м. Тернопіль, 28-29 травня 2025. Тернопіль, 2025. С. 127. (Автором виведені окремі аналітичні залежності з моделювання процесу змішування похилими гвинтовими конвеєрами-змішувачами з обертовим кожухом).

Патенти України

16. Шнек для змішування з механічним кріпленням елементів: пат. 153687 Україна: МПК 65G 33/16, 65G 33/26. № u202301003; заявл. 13.03.2023; опубл. 10.08.2023, Бюл. №32. 3 с. (Частка всіх авторів однакова).

17. Гвинтовий робочий орган змішувача: пат. 153774 Україна: МПК 65G 33/16. № u 202301002; заявл. 13.13.2023; опубл. 24.08.2023, Бюл. №34. 3 с. (Частка всіх авторів однакова).

18. Гвинтовий конвеєр-змішувач з обертовим кожухом: пат. 154380 Україна: МПК 65G 33/08 (2006.01). № u202302288; заявл. 15.05.2023; опубл. 09.11.2023, Бюл. №45. 4 с. (Частка всіх авторів однакова).

19. Стенд для дослідження характеристик гвинтового конвеєра-змішувача з обертовим кожухом: пат. 154996 Україна: МПК 65G 33/08 (2006.01). № u202302289; заявл. 15.05.2023; опубл. 10.01.2024, Бюл. №2. 5 с. (Частка всіх авторів однакова).

20. Спосіб виготовлення гвинтових заготовок: пат. 157048 Україна: МПК B21H 3/12, B21D 11/06. № u202400164; заявл. 11.01.2024; опубл. 05.09.2024, Бюл. №36. 4 с. (Частка всіх авторів однакова).

21. Шнек для змішування з еластичною щіткоподібною поверхнею: пат. 157049 Україна: МПК B65G 33/16. № u202400169; заявл. 11.01.2024; опубл. 05.09.2024, Бюл. №36. 3 с. (Частка всіх авторів однакова).

22. Шнек із змінним еластичним елементом: пат. 157149 Україна: МПК B65G 33/16. № u202400165; заявл. 11.01.2024; опубл. 05.09.2024, Бюл. №36. 4 с. (Частка всіх авторів однакова).

23. Шнек з механічним кріпленням спіралей: пат. 157050 Україна: МПК B65G 33/26, B65G 33/16. № u2024 00170; заявл. 11.01.2024; опубл. 05.09.2024, Бюл. №36. 3 с. (Частка всіх авторів однакова).

24. Спосіб виготовлення гвинтових заготовок: пат. 157208 Україна: МПК B21H 3/12, B21D 11/06. № u202400167; заявл. 11.01.2024; опубл. 19.09.2024, Бюл. №38. 4 с. (Частка всіх авторів однакова).

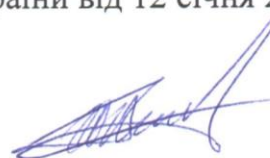
Заслухавши та обговоривши доповідь Ковалю Сергія Олександровича, а також за результатами попередньої експертизи представленої дисертації на засіданні кафедри автотранспорту та логістики, прийнято висновок щодо дисертації «Обґрунтування параметрів шнекових змішувачів з регульованою подачею»:

1. Дисертація Ковалю Сергія Олександровича «Обґрунтування параметрів шнекових змішувачів з регульованою подачею» є завершеною науковою працею, у якій розв'язано конкретне наукове завдання підвищення однорідності змішування сумішей при функціонуванні горизонтальних і похилих шнекових змішувачів шляхом розроблення нової конструкції і вибору раціональних параметрів гвинтових конвеєрів-змішувачів з обертним кожухом з регульованою подачею, що має важливе значення для механічної інженерії та галузевого машинобудування.

2. У 24 наукових публікаціях повністю відображені основні результати дисертації, з них 7 статей у наукових фахових виданнях України.

3. Дисертація Ковалю Сергія Олександровича на тему: «Обґрунтування параметрів шнекових змішувачів з регульованою подачею» 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, завідувач
кафедри автотранспорту та
логістики, кандидат технічних
наук, доцент



Олег ЦЬОНЬ

Рецензенти:

перший проректор, професор
кафедри автотранспорту та
логістики, доктор технічних
наук, професор



Олег ЛЯШУК

професор кафедри обладнання
харчових технологій,
доктор технічних наук, професор



Ігор СТАДНИК

Підписи голови засідання к.т.н., доцента Олега Цьоня, рецензентів д.т.н., професора Олега Ляшука, д.т.н., професора Ігора Стадника засвідчую:

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



Павло МАРУЩАК