

Голові спеціалізованої разової вченої
ради PhD15042 Тернопільського
національного технічного університету
ім. І. Пулюя
доктору технічних наук, професору,
заслуженому діячу науки і техніки
України Роману РОГАТИНСЬКОМУ

ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук, професора, професора кафедри аграрної інженерії імені професора Г.А. Хайліса Луцького національного технічного університету **Дідуха Володимира Федоровича** на дисертаційну роботу **Коваля Сергія Олександровича «Обґрунтування параметрів шнекових змішувачів з регульованою подачею»** подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю **133 Галузеве машинобудування**

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

Подані до захисту результати дисертаційного дослідження спрямовані на вдосконалення робочих процесів шнекових конвеєрів за умови суміщення функцій транспортування та змішування сипких матеріалів. Традиційні конструкції таких агрегатів не забезпечують повної міри виконання сучасних вимог щодо підвищення продуктивності, зниження енергоємності та досягнення високої однорідності суміші. Це зумовлено обмеженими можливостями регулювання співвідношення колової й осьової швидкостей переміщення вантажу, а також мінімізації сил тертя між сипким матеріалом і робочими елементами конвеєра.

Відповідно, актуальним науково-практичним завданням є розроблення нової конструкції шнекового змішувача з регульованою подачею та обґрунтування його раціональних режимів роботи. Реалізація цього підходу дозволить інтенсифікувати процес транспортування, мінімізувати питомі енерговитрати, а також досягти високої однорідності змішування сипких компонентів під час їх суміщеного переміщення.

Дисертаційне дослідження виконано відповідно до наукових напрямів Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, зокрема узгоджується з держбюджетною науково-дослідною прикладною темою ВК 72-24 «Розроблення енергоефективних конструкцій та ресурсозберігаючих технологій виробництва робочих органів гвинтових транспортно-технологічних машин» (номер державної реєстрації 0124U002485). Особистий внесок здобувача у виконання цієї НДР полягає в обґрунтуванні, розробленні та комплексному дослідженні нових конструктивних рішень шнекових змішувачів.

2. Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій та повнота викладу в опублікованих працях

Наукові положення, висновки та практичні рекомендації, сформульовані в дисертації, є достовірними та належним чином обґрунтованими. Усі основні наукові результати отримані автором самостійно. Достовірність винесених на захист положень забезпечено коректним поєднанням теоретичних методів та експериментальних досліджень, розробленням та апробацією авторських методик, а також підтверджено публікацією матеріалів у провідних наукових виданнях та отриманням патентів України на корисні моделі. У межах роботи розв'язано актуальну науково-технічну задачу та визначено раціональні шляхи її практичної реалізації.

Наукові положення та технічні рішення, прийняті в дисертації, мають суттєву новизну, є теоретично обґрунтованими та забезпечують повне розв'язання визначених завдань дослідження. Реалізація запропонованих підходів дозволила суттєво підвищити якість (однорідність) готового продукту під час функціонування горизонтальних і похилих шнекових змішувачів. Зокрема теоретичні дослідження виконано з використанням основних положень вищої математики, теоретичної механіки, теорії машин і механізмів, основ конструювання деталей машин, а також сучасних методів математичного моделювання. Експериментальні дослідження здійснено на основі методів математичного планування експерименту із застосуванням сучасних засобів обчислювальної техніки, прикладного програмного забезпечення та стандартних методик на спеціально спроектованому та виготовленому стендовому устаткуванні. Достовірність отриманих результатів підтверджується коректністю застосування математичного апарату, обґрунтованістю прийнятих припущень, високим ступенем збігу (кореляції) теоретичних даних із результатами експериментів, а також позитивними наслідками впровадження розробок в інженерну практику проектування гвинтових транспортно-технологічних систем.

Результати досліджень здобувача підтверджено їхньою апробацією та схваленням на міжнародних науково-технічних, науково-практичних конференціях. Автором одержано 9 патентів України на корисні моделі і опубліковано 7 статей у фахових виданнях, а також апробація результатів досліджень здійснювалась на 8 міжнародних науково-технічних, науково-практичних конференціях.

Висновки по дисертаційній роботі є достовірними і підтверджуються результатами досліджень. Враховуючи вищевказане, обґрунтованість викладених в роботі положень не викликає сумніву.

3. Наукова новизна отриманих результатів

Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному:

- вперше побудована модель руху частинок суміші по поверхні 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

напрямами 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.

4. Практичне значення одержаних результатів

На основі морфологічного аналізу виконано структурний синтез гвинтових конвеєрів-змішувачів з обертовими кожухами, що дозволило отримати нові конструктивні рішення робочих органів зазначеного типу обладнання. Базуючись на синтезованих технічних рішеннях, розроблено, виготовлено та експериментально апробовано конструкцію гвинтового конвеєра-змішувача з обертовим кожухом, у результаті чого визначено його раціональні конструктивно-технологічні параметри. Результати порівняльної оцінки створеного агрегату з жорстким гвинтовим транспортером-змішувачем та гвинтовим змішувачем з пересипом підтвердили його високу техніко-економічну ефективність.

Технічні рішення, що стосуються конструкцій гвинтових конвеєрів-змішувачів з обертовими кожухами, шнекових робочих органів та способів їхнього виробництва, захищено дев'ятьма патентами України на корисні моделі. Ефективність функціонування розроблених на основі патентів № 154380 і № 154547 транспортувально-змішувальних агрегатів доведена під час їхньої експлуатації в ТОВ «Сієфджі Трейдинг» Компанії «Контінентал Фармерз Груп» (м. Тернопіль) та ФГ «КРОК ВПЕРЕД 2019» (Тернопільська обл.). Результати досліджень конструкцій шнеків із механічним кріпленням елементів (патенти № 153687 і № 153774) знайшли практичне застосування при виробництві змішувального обладнання у ФГ «ДАРИ ДОЛИНИ» та ПП «Хлопівецьке». Загальний підтверджений економічний ефект від реалізації результатів роботи склав 534 000 грн.

5. Оцінка змісту роботи в цілому

Дисертаційна робота складається зі вступу, 5 розділів, загальних висновків списку використаних літературних джерел із 173 найменувань та 7 додатків. Роботу викладено на 245 сторінках, в тому числі 187 сторінках основного тексту. Вона містить 71 рисунок та 12 таблиць.

У вступі обґрунтовано актуальність роботи, сформульовано мету та завдання досліджень, представлено наукову новизну та практичне значення роботи, подано її загальну характеристику і наведено дані щодо її апробації та публікацій.

Перший розділ «Аналіз конструкцій і результатів теоретичних та експериментальних напрацювань у сфері функціонування шнекових змішувачів та визначення завдання дослідження» присвячений аналізу конструктивних і технологічних особливостей шнекових змішувачів та їх робочих органів, а також

області їх використання. У ньому представлено та проаналізовано результати досліджень гвинтових транспортно-технологічних механізмів з функцією змішування. Опрацьовано особливості проектування шнекових змішувачів та їх робочих органів з використанням сучасних методів моделювання та синтезу. Сформульовано висновки та завдання дослідження.

У другому розділі «Теоретичне обґрунтування процесів транспортування і змішування сипких матеріалів гвинтовими конвеєрами-змішувачами з регульованою подачею» виконано дослідження горизонтальних гвинтових конвеєрів-змішувачів з обертовим кожухом. Розроблено модель функціонування похилих гвинтових конвеєрів-змішувачів з обертовим кожухом. Проведено моделювання процесу змішування похилими гвинтовими конвеєрами-змішувачами з обертовим кожухом.

Третій розділ «Програма і методика експериментальних досліджень шнекового змішувача з регульованою подачею» містить розроблену програму і методику експериментальних досліджень. У ньому представлено параметри лабораторної установки шнекового змішувача з регульованою подачею для проведення експериментальних досліджень. Також у розділі представлено методику проведення експериментальних досліджень для визначення потужностей приводів обертання шнека та кожуха, продуктивності шнекового змішувача та коефіцієнта неоднорідності змішування сипких матеріалів.

Четвертий розділ «Результати експериментальних досліджень» присвячено опрацюванню та представленню результатів експериментальних досліджень: коефіцієнта неоднорідності змішування зернових матеріалів шнековим змішувачем з регульованою подачею; потужності приводу обертання шнека при транспортуванні та змішуванні зернових матеріалів шнековим змішувачем з регульованою подачею; потужності приводу обертання кожуха при транспортуванні та змішуванні зернових матеріалів шнековим змішувачем з регульованою подачею; продуктивності транспортування та змішування зернових матеріалів шнековим змішувачем з регульованою подачею.

У п'ятому розділі «Проектування гвинтових конвеєрів-змішувачів з обертовим кожухом і техніко-економічне обґрунтування їх використання» виконано синтез конструкцій гвинтових конвеєрів-змішувачів з обертовим кожухом та їх робочих органів. Розроблено методику проектування гвинтових конвеєрів-змішувачів з обертовим кожухом та їх робочих органів. Також у розділі представлено проведене техніко-економічне обґрунтування доцільності використання гвинтових змішувачів.

Результати виконаного дослідження викладені у висновках до кожного розділу та у загальних висновках до дисертаційного дослідження. Висновки є достовірними і мають наукову та практичну спрямованість.

Список використаних джерел охоплює вітчизняні та закордонні публікації із 173 найменувань.

Зміст розширеної анотації у повній мірі висвітлює основні положення і результати дисертаційної роботи.

7. Відповідність академічній доброчесності.

Аналіз звіту про подібність за результатами перевірки дисертації на наявність текстових збігів дає підстави стверджувати, що дисертація Коваля Сергія Олександровича на тему «Обґрунтування параметрів шнекових змішувачів з регульованою подачею» не містить ознак фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату чи неправомірних запозичень і є результатом самостійного наукового дослідження автора. Ідеї, результати та тексти інших авторів, використані в роботі, супроводжуються належними посиланнями на відповідні джерела.

8. Основні зауваження по роботі:

1. В аналізі результатів досліджень гвинтових транспортно-технологічних механізмів з функцією змішування (п. 1.2) відсутній детальний аналіз зарубіжних теоретичних досліджень по даній тематиці.

2. В розділі 2 для одних і тих же елементів використовується термінологія «рух частинки» та «виділеного об'єму ΔV_p ». Оскільки в роботі розглядається і взаємодія частинки і взаємодія елементів потоку із робочими органами змішувача, то ті поняття доцільно було розділити.

3. В роботі використовується поняття «зв'язна суміш» (стор. 61 і далі), проте не вказано, що під цим розуміється і які її властивості.

4. Доцільно конкретизувати, який саме показник характеризує розбіжність між теоретично визначеними та експериментально отриманими значеннями потужності приводу обертання шнека і кожуха під час функціонування шнекового конвеєра (с. 141, с. 148). Автор зазначає, що величина цієї розбіжності не перевищує 15 %, однак не уточнює, чи йдеться про максимальне відносне відхилення, середню відносну похибку, коефіцієнт варіації або інший статистичний критерій оцінювання адекватності результатів.

5. Бажано було б обґрунтувати передумови вибору регресійних моделей (4.1), (4.3), (4.5), (4.7), (4.8), (4.9), (4.13), (4.14), (4.15), (4.22), (4.23), (4.24), а також навести статистичні характеристики, що підтверджують їх адекватність та інформативність, зокрема критерії Фішера, Стюдента або інші показники статистичної достовірності.

6. Запропоновану у п'ятому розділі дисертаційного дослідження методику проєктування гвинтових конвеєрів-змішувачів з обертовим кожухом та їх робочих органів доцільно було б розширити і на інші конструкції машин та механізмів оснащених шнеками.

7. У дисертаційній роботі наявні окремі стилістично невдалі формулювання, висновки, а також відхилення від усталеної науково-технічної термінології та поодинокі описки.

9. Висновки про відповідність дисертації встановленим вимогам.

Дисертаційна робота Коваля Сергія Олександровича на тему «Обґрунтування параметрів шнекових змішувачів з регульованою подачею» є завершеною науково-дослідною роботою, яка містить наукову новизну, теоретичне і практичне значення, і за своїм змістом у повній мірі відповідає паспорту спеціальності 133 - Галузеве машинобудування. У роботі розв'язано

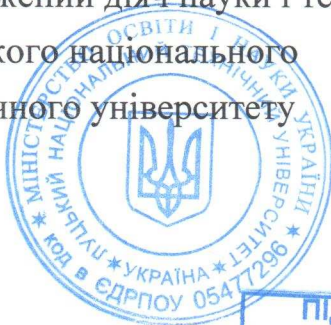
актуальне науково-прикладне завдання, суть якого полягає у підвищенні однорідності змішування сумішей при функціонуванні горизонтальних і похилих шнекових змішувачів шляхом розроблення та дослідження нової конструкції і вибору раціональних параметрів гвинтового конвеєра-змішувача з обертовим кожухом з регульованою подачею.

Виконані наукові дослідження за ступенем актуальності теми, обґрунтованості та новизни наукових положень, повноти викладення результатів дослідження в наукових публікаціях, достатнього рівня апробації результатів дослідження на конференціях, відсутності порушень академічної доброчесності, науковим рівнем та практичним значенням відповідають 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 (зі змінами), наказу МОН України від 12 січня 2017 року № 40 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» (зі змінами) 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, Коваль Сергій Олександрович, заслуговує присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 - Галузеве машинобудування.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор,
професор кафедри аграрної інженерії
імені професора Г.А. Хайліса,
заслужений діяч науки і техніки України

Луцького національного
технічного університету



Володимир Дідух

