

Голові спеціалізованої разової
вченої ради № 12142
Тернопільського національного
технічного університету ім. І. Пулюя
доктору технічних наук, професору,
заслуженому діячу науки і техніки
України Рогатинському Роману
Михайловичу

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію
СТІБАЙЛА Олега Юрійовича на тему:
**«Технологічне забезпечення виготовлення гвинтових елементів
сільськогосподарської техніки»**,
подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 131 Прикладна механіка
з галузі знань 13 «Механічна інженерія»

Актуальність теми дослідження. Модернізація конструктивно-технологічних параметрів робочих органів шнекових механізмів сприяє інтенсифікації їх впровадження у стратегічних галузях економіки. Зокрема, гвинтові робочі органи, інтегровані з подрібнювальними елементами та лопатями, знаходять широке застосування у капітальному будівництві, харчовій, переробній та гірничодобувній промисловості. Особливу значущість такі конструкції мають для агропромислового комплексу, де реалізація багатофункціональних гвинтових елементів дозволяє суміщати процеси транспортування, диспергування та гомогенізації компонентів кормосумішей у межах одного технологічного циклу.

Попри значний доробок науковців у сфері дослідження методів виготовлення шнекових спіралей (зокрема шляхом навивання, штампування, розгинання-зварювання секцій та прокатування), специфіка геометрії комбінованих гвинтових елементів вимагає пошуку альтернативних виробничих рішень. У зв'язку з цим, актуальним науково-прикладним завданням є розроблення прогресивних технологічних процесів та проектування

спеціалізованого оснащення, що забезпечать високу продуктивність і якість виготовлення складних робочих органів сільськогосподарської техніки за оптимальних техніко-економічних показників.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у виведенні теоретичних залежностей для визначення миттєвої площі, кута загострення та складових сили різання стружки в процесі загострення зовнішньої крайки гвинтового елемента різцем з круглими ріжучими пластинами залежно від їх конструктивних параметрів та відхилень поверхонь гвинтових елементів від ідеальних; дослідженні динамічних параметрів процесу заточування зовнішньої крайки гвинтового елемента різцем із круглими ріжучими пластинами з врахуванням відхилень поверхонь гвинтових елементів від ідеальних в процесі формоутворення. Це дало змогу прогнозувати характер зміни наступних характеристик: динамічних навантажень та величин деформацій складових технологічної системи; виведенні теоретичних залежностей для розрахунку сили подачі ролика при гнутті ножів-подрібнювачів на гвинтовому елементі залежно від конструктивних та технологічних параметрів процесу, що, в свою чергу, дозволяє визначити мінімальне значення технологічного кута гнуття ножів-подрібнювачів роликом; встановленню емпіричних закономірностей впливу конструктивних і технологічних параметрів на силові параметри процесів загострення зовнішньої крайки гвинтового елемента спеціальним різцем та формування ножів-подрібнювачів на гвинтовому елементі роликом.

Обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій, їх достовірність. Сформульовані в дисертації наукові положення, висновки та практичні рекомендації характеризуються високим ступенем обґрунтованості та повнотою викладу. Основні результати дослідження отримані автором самостійно. Для забезпечення достовірності наукових положень реалізовано комплексний підхід, що включав проведення поглиблених теоретичних та експериментальних досліджень із розробленням авторських методик, апробацією результатів у фахових виданнях та захистом об'єктів інтелектуальної власності патентами України.

Теоретичні дослідження здійснювались з використанням базових

положень вищої математики, теоретичної механіки, теорії машин і механізмів, основ конструювання деталей машин, а також сучасних методів математичного моделювання. Експериментальні дослідження проводились із застосуванням методів математичного планування експерименту із залученням комп'ютерної техніки і прикладного програмного забезпечення та стандартних методик, а також із використанням спеціально спроектованого та виготовленого технологічного устаткування.

Достовірність отриманих у дисертації результатів підтверджується вмілим використанням математичного апарату, обґрунтованістю прийнятих припущень, кореляцію теоретичних і експериментальних досліджень, впровадженням одержаних результатів в інженерну практику проектування гвинтових робочих органів з еластичними змінними поверхнями, отриманням 9 патентів України на корисні моделі, публікацією 7 статей у фахових виданнях, а також апробацією результатів досліджень на 6 наукових конференціях. Висновки дисертаційної роботи є цілком достовірними, логічними та повністю підтвердженими результатами проведених наукових досліджень.

Дисертація складається із вступу, 4 розділів, загальних висновків, списку використаних літературних джерел із 148 найменувань та 4 додатків. Загальний обсяг дисертації 231 сторінок, в тому числі 173 сторінки основного тексту, 98 рисунків, 16 таблиць.

У **першому розділі** здобувачем проведено аналіз конструктивних і технологічних особливостей гвинтових елементів сільськогосподарської техніки, та області їх використання. У розділі представлено характеристику способів формоутворення й аналізу технологічного спорядження для виготовлення гвинтових елементів, а також проведено аналіз результатів теоретичних та експериментальних досліджень проточування гвинтових елементів. Сформульовано висновки та завдання дослідження.

Другий розділ присвячено технологічним особливостям виготовлення ножів-подрібнювачів на гвинтових елементах. В розділі проведено дослідження взаємозв'язку параметрів точності з динамічними параметрами токарного оброблення зовнішньої крайки гвинтового елемента. Також у ньому виконано

дослідження параметрів процесу формування ножів-подрібнювачів на гвинтовому елементі.

У третьому розділі викладено розроблену програму і методику експериментальних досліджень, здійснене дослідження операцій технологічного процесу виготовлення ножів-подрібнювачів на спіралях гвинтових елементів. У цьому розділі представлено методику проведення експериментальних досліджень для визначення сили подачі ролика при гнутті ножів-подрібнювачів та тангенціальної і осьової складових сили різання при заточуванні гвинтових елементів, а також результати експериментальних досліджень для визначення сили подачі ролика при гнутті ножів-подрібнювачів та тангенціальної та осьової складових сили різання при заточуванні гвинтових елементів.

Четвертий розділ включає аналіз технологічних та конструктивних особливостей виготовлення гвинтових елементів сільськогосподарської техніки. У цьому розділі представлено конструкції і технологічне проектування робочих органів лопатевих гвинтових змішувачів-подрібнювачів і обґрунтування технологічного проектування гвинтових U-подібних транспортно-технологічних робочих органів сільськогосподарської техніки. Також четвертий розділ містить ґрунтовне техніко-економічне обґрунтування способів виготовлення шнекових спіралей оснащених лопатевими, різальними та подрібнювальними елементами.

Загальні висновки повністю відповідають отриманим у дисертації результатам, є достовірними, обґрунтованими і мають наукову та практичну цінність.

Практичне значення результатів дослідження. У межах дисертаційного дослідження розроблено та експериментально апробовано комплексний технологічний процес виготовлення ножів-подрібнювачів для гвинтових робочих органів. Технологічна схема передбачає послідовну реалізацію операцій калібрування, проточування, заточування та прецизійного розрізання зовнішньої крайки спіралі шнека для формування заготовок із подальшим їхнім загинанням. Для забезпечення запропонованої технології

спроектовано та виготовлено спеціалізоване технологічне оснащення та інструментарій, що дозволяють реалізувати специфічні геометричні параметри гвинтових елементів сільськогосподарської техніки.

Конструктивні рішення спіралей шнеків, оснащених лопатевими, різальними та подрібнювальними модулями, а також способи їхнього виробництва захищено дев'ятьма патентами України на корисні моделі. Результати роботи пройшли успішну перевірку та підтверджені актами впровадження на низці підприємств, зокрема: ПП «Хлопівецьке» (Тернопільська обл., м. Копичинці); ТОВ «УНІВЕРСТ ЛТД»; ФГ «КРОК ВПЕРЕД 2019» та ФГ «ДАРИ ДОЛИНИ».

Одержані наукові результати рекомендовано до впровадження у діяльність науково-дослідних установ та конструкторських бюро машинобудівного профілю. Запропоновані методики доцільно використовувати при проектуванні високопродуктивних технологічних процесів виготовлення багатофункціональних гвинтових робочих органів.

Повнота відображення наукових положень, висновків і рекомендацій, в опублікованих працях. Основні положення та результати дисертаційної роботи достатньо повно висвітлені у 22 наукових працях, із них: 7 статей у фахових виданнях України, 9 патентів України на корисні моделі, 6 тез науково-технічних та науково-практичних конференцій. Рівень і кількість публікацій та апробації матеріалів дисертації на конференціях повністю відповідають вимогам МОН України.

Відповідність академічній доброчесності. Аналіз звіту про подібність за результатами перевірки дисертації на наявність текстових збігів дозволяє зробити висновок, що дисертаційне дослідження Стібайла Олега Юрійовича 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.

Дискусійні положення та зауваження щодо роботи. Високо оцінюючи науковий рівень дисертації, доцільно акцентувати увагу на окремих

положеннях роботи, які, на мою думку, заслуговують на подальше обговорення в рамках наукової дискусії.

1. У першому розділі недостатньо повно висвітлено переваги та обмеження комбінованих гвинтових елементів з точки зору розширення їх технологічних можливостей. Наведене устаткування для формоутворення гвинтових елементів подано переважно в описовому вигляді без належного критичного аналізу та узагальнення.

2. У динамічній моделі (2.51) не повною мірою враховано сукупність параметрів, що визначають її адекватність, зокрема сили тертя, затухаючі коливальні процеси, зношування інструменту тощо.

3. Доцільно було б вказати як вибирались числові значення жорсткості з'єднань і коефіцієнти демпфування для розв'язку системи диференціальних рівнянь (2.51) чисельним методом з розрахункової схеми рис. 2.26.

4. У дисертаційній роботі не вказані похибки приладів, контрольних і вимірювальних інструментів, що використовувались для проведення експериментальних досліджень.

5. У дисертаційній роботі наявні окремі стилістично невдалі формулювання, висновки, а також відхилення від усталеної науково-технічної термінології та поодинокі описки. Наприклад, у підрозділі «Методи дослідження» замість фрази «дослідження виконано, використовуючи фундаментальні засади» на нашу думку було б краще написати «дослідження виконано із використанням фундаментальних засад» і далі по тексту. Замість терміну «січення» в підрозділі 4.3 слід застосовувати усталений термін «переріз».

Наведені зауваження не носять принципового характеру і не знижують рівня виконаних досліджень.

Висновок про відповідність дисертації встановленим вимогам. Аналіз дисертації та опублікованих праць свідчить про те, що дисертація Стібайла Олега Юрійовича на тему «Технологічне забезпечення виготовлення гвинтових елементів сільськогосподарської техніки» є завершеною науковою працею, що має наукову новизну, теоретичне та практичне значення.

За актуальністю, ступенем новизни представлених результатів, їх наукової обґрунтованості, повноти викладення в опублікованих наукових працях, рівнем виконання поставленого наукового завдання та володінням методологією наукової діяльності відповідає вимогам, які ставляться до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії.

Дисертація відповідає спеціальності 131 «Прикладна механіка» галузі знань 13 «Механічна інженерія», 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 Стібайло Олег Юрійович, заслуговує присудження ступеня доктора філософії зі спеціальності 131 «Прикладна механіка» галузі знань 13 «Механічна інженерія».

Офіційний опонент,
доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри нарисної геометрії,
комп'ютерної графіки та дизайну
Національного університету
біоресурсів і
природокористування
України Міністерства
освіти і науки України

Пилипака Сергій Федорович

