

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Левицького Богдана Богдановича «Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів малогабаритного самохідного обприскувача» здобувача ступеня доктора філософії з галузі знань 13 Механічна інженерія за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування

Науковий керівник: д.т.н., професор, завідувач кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин Бабій Андрій Васильович.

1. Ким і коли затверджена тема дисертації

Тему дисертації затверджено 19 жовтня 2021 р. на засідання вченої ради Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, протокол № 11.

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

У сучасних умовах інтенсифікації сільськогосподарського виробництва хімічний захист рослин залишається одним із найефективніших способів забезпечення стабільних урожаїв. Попри те, що цей метод не позбавлений ризиків для довкілля та здоров'я людини, він є незамінною технологічною операцією у процесі вирощування польових культур. Водночас ефективність і безпечність хімічного захисту значною мірою залежать від точності та рівномірності внесення робочих препаратів. Найчастіше проблеми виникають через недосконалість технічних засобів, особливо в сегменті малогабаритних машин, які використовуються в умовах малих фермерських господарств.

На сьогодні переважна більшість площ обробляються штанговими обприскувачами. Якщо конструктивні та технологічні рішення для тракторних агрегатів забезпечують дотримання агротехнічних вимог на належному рівні, то для малогабаритної техніки, особливо для штангових обприскувачів, все ще залишаються нерозв'язаними низка проблем: відсутність ефективної системи стабілізації штанги, малий кліренс агрегату, відсутність регулювання ширини колії, залежність від енергетичних засобів для агрегування тощо. Це, у свою чергу, знижує якість обробітку, спричиняє перевитрату препаратів та погіршує загальну ефективність захисту рослин. Особливо гостро ця проблема постає для господарств з обмеженим ресурсним забезпеченням, де використання великогабаритної техніки є економічно недоцільним або неможливим.

У зв'язку з цим у роботі **розвинута актуальна тема**, що стосується розроблення і впровадження нових технічних рішень – зокрема, створення малогабаритного самохідного штангового обприскувача з маятниковою підвіскою штанги, що забезпечує підвищену стабільність роботи за рахунок додаткових мас. На основі обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів такої машини підвищується ефективність хімічного захисту рослин на невеликих площах, сприяє дотриманню технологій захисту рослин при агровиробництві та зменшенню негативного впливу хімічних препаратів на людину та довкілля.

Дослідження за темою дисертаційної роботи виконано на базі кафедри

технічної механіки та сільськогосподарських машин Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя та згідно науково-дослідної роботи кафедри на тему: «Розроблення технічних засобів агровиробництва з покращеними техніко-експлуатаційними параметрами» (№ державної реєстрації 0124U003479).

3. Особистий внесок здобувача в отриманні наукових результатів

У дисертаційній роботі основні теоретичні положення, експериментальні дослідження та їх результати були отримані здобувачем самостійно. Постановка наукової задачі, обґрунтування методологічного підходу до її вирішення, а також аналіз та інтерпретація отриманих результатів виконувалися спільно з науковим керівником.

Здобувачем, на основі аналізу відомих конструкцій малогабаритних обприскувачів, запропоновано удосконалену конструктивну схему самохідного штангового обприскувача з маятниковою підвіскою штанги, яка має штучно збільшену масу з метою покращення стабільності її роботи під час руху агрегату.

Розроблено теоретичні моделі, що описують напружено-деформований стан бака обприскувача, з урахуванням внутрішнього надлишкового тиску та режимів транспортування робочої рідини. Побудовано динамічні моделі, які описують вертикальні та кутові коливання штанги у системі маяткової підвіски з доданою масою, що дало змогу виявити закономірності її руху та обґрунтувати конструктивні параметри.

На етапі практичних досліджень здобувачем виготовлено дослідний зразок малогабаритного самохідного штангового обприскувача та проведено польові випробування в реальних експлуатаційних умовах. Проведено експериментальні дослідження міцності бака та кінематичних характеристик роботи штанги, зокрема, із застосуванням сучасних засобів вимірювання та реєстрації даних.

Здобувачем виконано моделювання напруженого стану бака з метою перевірки теоретичних розрахунків та співставлення їх з результатами експериментальних досліджень. Отримані результати лягли в основу рекомендацій щодо удосконалення конструкції обприскувача та підвищення ефективності його роботи в умовах невеликих господарств.

Результати основних теоретичних досліджень, методики та результати експериментів впроваджено у ТОВ «Плотича Агро», вони використовуються при проєктуванні та вдосконаленні сільськогосподарських машин такого типу, а також розроблені методики впроваджені в освітній процес ТНТУ.

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

Обґрунтованість наукових положень, отриманих результатів, а також

запропонованих у дисертаційній роботі рішень, висновків і рекомендацій забезпечується системним і комплексним підходом до вирішення поставлених науково-прикладних завдань, логічною послідовністю етапів дослідження, а також використанням сучасних теоретичних, аналітичних, експериментальних і статистичних методів.

Наукові положення та рекомендації здобувача ґрунтуються на глибокому аналізі результатів чисельного моделювання та експериментальних досліджень. Зокрема, під час вивчення напружено-деформованого стану бака обприскувача використано положення безмоментної теорії оболонок, що дозволило забезпечити високу точність і достовірність розрахунків. Аналіз коливних процесів штанги, встановленої на маятниковій підвісці, проведено із застосуванням класичних теорій механічних коливань, що відповідає сучасному рівню наукових досліджень у галузі динаміки машин.

Експериментальна перевірка достовірності теоретичних висновків здійснювалася шляхом проведення польових досліджень згідно з попередньо розробленою програмою випробувань. Під час експериментів використовувалися стандартні методики планування і реалізації багатфакторного експерименту, а також методи математичної статистики для обробки отриманих даних, що забезпечило достовірність і відтворюваність результатів.

Усі наукові результати, положення та практичні рекомендації здобувача пройшли апробацію на міжнародних наукових, науково-практичних та науково-технічних конференціях, а також обговорювалися на наукових семінарах кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Отримані позитивні відгуки наукової спільноти свідчать про актуальність, наукову новизну і практичну цінність результатів.

Узагальнюючи наведене, слід підкреслити, що наукові положення, результати, висновки та рекомендації, викладені в дисертаційній роботі, є науково обґрунтованими, методично достовірними та практично значущими.

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

Основні результати дисертаційної роботи вирішують нову наукову задачу, що полягає у підвищенні ефективності хімічного захисту рослин шляхом удосконалення конструкції малогабаритного обприскувача з обґрунтуванням конструктивно-технологічних параметрів пневмогідравлічної системи живлення розпилюючих пристроїв та стабілізації штанги.

Отримані результати мають наукову новизну, оскільки базуються на запропонованих автором нових підходах до моделювання механічних і гідромеханічних процесів у конструктивних елементах обприскувача, а також на виявленні закономірностей, які раніше не були повною мірою досліджені в аналогічних роботах.

Наукова новизна полягає у тому, що вперше розроблено динамічну модель коливального руху штанги малогабаритного самохідного обприскувача, змонтованої на маятниковій підвісці із штучно збільшеною масою. Така модель дозволяє аналітично оцінити вплив інерційних і демпфувальних характеристик

на стабільність штанги під час роботи, що має вирішальне значення для забезпечення рівномірності обприскування; реалізовано математичну модель напружено-деформованого стану вертикального циліндричного бака, що входить до складу пневмогідравлічної системи живлення розпилюючих пристроїв. У моделі враховано краєвий ефект, який виникає в області з'єднання оболонки бака з півеліптичними днищами під час навантаження тиском. Це дало змогу кількісно оцінити вплив геометричних та фізико-механічних параметрів бака на його міцність.

Подальшого розвитку набули теоретичні положення щодо впливу просторового положення штанги обприскувача на рівномірність і ефективність нанесення робочої рідини. Здійснено обґрунтування взаємозв'язку між положенням штанги відносно оброблюваної поверхні та якістю обприскування з урахуванням динаміки машини й характеристик робочого середовища.

Результати дисертаційної роботи мають достатній ступінь наукової новизни, оскільки одержано ряд принципово нових наукових результатів, які значною мірою поглиблюють і розширюють існуючі уявлення про динамічну поведінку і конструкційно-технологічні особливості систем обприскувачів. Ці результати створюють наукове підґрунтя для подальших досліджень і можуть бути використані при розробленні нових або вдосконаленні існуючих зразків малогабаритної сільськогосподарської техніки для хімічного захисту рослин.

6. Використання результатів роботи

На основі розроблених у дисертаційній роботі аналітичних моделей створено методики для обґрунтування раціональних конструктивних параметрів малогабаритного самохідного штангового обприскувача з маятниковою підвіскою штанги. Відповідно до запропонованих методик виготовлено дослідний зразок обприскувача.

Польові випробування та експериментальні дослідження підтвердили ефективність використання маяткової підвіски штанги із штучно збільшеною масою за рахунок додавання маси бака з робочою рідиною та його кріпильних елементів у загальну інерційну систему. Встановлено закономірності впливу розташування штанги по висоті відносно оброблюваної поверхні та ступеня заповненості бака на характер виникнення і затухання кутових та вертикальних коливань штанги. Проведено аналіз умов виникнення резонансних режимів роботи підвіски штанги.

Отримані результати досліджень впроваджено у виробничу діяльність ТОВ «Плотича Агро» під час проєктування та вдосконалення конструкцій сільськогосподарських машин.

Теоретичні методики та дослідний зразок обприскувача використовуються у науково-дослідній роботі кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Матеріали дисертаційної роботи також застосовуються у навчальному процесі при підготовці бакалаврів та магістрів за спеціальністю «Агроінженерія» в межах вивчення дисциплін «Сільськогосподарські машини: конструкції та розрахунок» і «Методологія та організація науково-прикладних досліджень».

7. Перелік наукових праць, які відображають основні результати дисертації:

1. Babii A., Levytskyi B., Dovbush T., Babii M., Khomuk N., Dovbush A., Valiashek V. Mathematical model of sprayer tank loading. Procedia Structural Integrity, 2024. No 59, 609-616. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2024.04.086>. (Scopus).

2. Babii A.; Aulin V.; Babii M.; Levytskyi B. (2022) Investigation of the working capacity of the operating body suspension functional-transporting machine. Scientific Journal of TNTU (Tern.), vol 105, no 1, pp. 5–12. https://doi.org/10.33108/visnyk_tntu2022.01.005.

3. Левицький Б.Б., Бабій А.В. Аналіз конструктивних особливостей мініобприскувачів для невеликих фермерських господарств. Центральнотернопільський науковий вісник. Технічні науки. 2023. Вип. 8(39), ч.ІІ. С. 116-125. [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.8\(39\).2.116-125](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.8(39).2.116-125).

4. Babii A., Levytskyi B. (2024) Research of stress-strain state of tank of small-size self-propelled sprayer. Scientific Journal of TNTU (Tern.), vol 115, no 3, pp. 91–99. https://doi.org/10.33108/visnyk_tntu2024.03.091.

8. Праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

1. Левицький Б. Причини зниження ефективності обприскування. Матеріали III Міжнародної студентської науково-технічної конференції / Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулюя (м. Тернопіль, 23-24 квітня 2020 р.), 2020. С.33.

2. Бабій А.В., Левицький Б.Б. Аналітична модель збурення вертикальних коливань штанги сільськогосподарського обприскувача. Збірник тез доповідей Міжнародної науково-технічної конференції присвяченої пам'яті професора Гевка Богдана Матвійовича „Проблеми теорії проектування та виготовлення транспортно-технологічних машин“. ФОП Паляниця ВА. 23-24 вересня 2021. С. 57-58.

3. Левицький Б., Вовк І. Виокремлення задач, вирішення яких підвищує якість хімічного захисту рослин обприскувачами. V Міжнародна студентська науково-технічна конференція «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання». ТНТУ. 2022. С.10-11.

4. Левицький Б.Б., Бабій А.В. Концептуальні рішення для проектування малогабаритного обприскувача. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва: проблеми теорії та практики». Тернопіль 29-30 вересня 2022. С.51-52.

5. Левицький Б.Б., Бабій А.В. Дослідження опору переміщенню обприскувача. Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems", 13-15 квітня 2022 р. Кропивницький : ЦНТУ, 2022. С.106-107.

6. Бабій А.В., Левицький Б.Б. Підвищення ефективності хімічного захисту рослин при використанні мініобприскувачів. Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Improving the reliability and efficiency of machines,

processes and systems", 19-21 квітня 2023 р. Кропивницький : ЦНТУ, 2023. С.158-159.

7. Бабій А.В., Левицький Б.Б., Гамрач В.О. Норма внесення робочого препарату як чинник ефективності хімічного захисту рослин. Інноваційні технології в АПК: збірник тез доповідей IX Міжнародної науково-практичної конференції, 7-8 червня 2023 р., м. Луцьк [Електронний ресурс] – Луцьк: ЛНТУ, 2023. С.5-6.

8. Левицький Б.Б., Бабій В.А. Система стабілізації штанги малогабаритного обприскувача. Актуальні задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей XII міжнар. наук.-практ. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 6-7 грудня 2023) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін.]. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2023. С. 98-99.

9. Праці, які додатково відображають результати дисертації

1. Бабій А.В., Левицький Б.Б., Гладь Ю.Б., Андрейків О.Є. Підвіска штанги обприскувача. Деклараційний патент на корисну модель ua 157047 U A01M 7/00. Заявлено 09.01.2024, у 2024 00132, опубліковано 04.09.2024, Бюл. № 36.

10. Оцінка структури дисертації, її мови та стилю викладання

Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, п'яти розділів, розділів, загальних висновків, списку використаних джерел із 139 найменувань і 5 додатків.

Основні результати роботи викладено на 145 сторінках, де містяться 76 рисунків і 14 таблиць. Загальний обсяг дисертації складає 199 сторінок.

Мова і стиль дисертації відзначаються логічною послідовністю, чіткістю висловлювань і завершеністю змісту.

11. Відповідність дисертації вимогам, що передбачені пунктом 6

Дисертація відповідає вимогам, передбаченими 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.

12. Висновок

Дисертація Левицького Богдана Богдановича, здобувача ступеня доктора філософії з галузі знань 13 Механічна інженерія за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування, на тему «Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів малогабаритного самохідного обприскувача» є завершеною науковою працею, у якій вирішено нову наукову задачу, що полягає у підвищенні ефективності хімічного захисту рослин шляхом удосконалення конструкції малогабаритного обприскувача з обґрунтуванням конструктивно-технологічних параметрів пневмогідравлічної системи живлення розпилюючих пристроїв та стабілізації штанги, що має важливе значення для галузевого машинобудування, зокрема у сегменті машин для хімічного захисту рослин.

Результати дисертації відображено у 13 наукових публікаціях, з них 4 статті у наукових фахових виданнях, в тому числі одна індексується у

наукометричній базі Scopus.

Дисертаційна робота Левицького Богдана Богдановича «Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів малогабаритного самохідного обприскувача» має наукову новизну, теоретичне та практичне значення і повністю відповідає 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.

З урахуванням вищевикладеного і наукової зрілості та професійних якостей Левицького Богдана Богдановича, дисертація «Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів малогабаритного самохідного обприскувача» рекомендується для подання до розгляду та захисту у разовій спеціалізованій разовій вченій раді за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування.

Головуючий на засіданні:

к.т.н., доцент, доцент кафедри
технічної механіки та
сільськогосподарських машин

Василь ОЛЕКСЮК

Рецензенти:

к.т.н., доцент, доцент кафедри
технічної механіки та
сільськогосподарських машин

Микола СТАШКІВ

к.т.н., доцент, доцент кафедри
будівельної механіки

Михайло ГУДЬ

Підписи головуєчого к.т.н., доцента Василя ОЛЕКСЮКА засвідчую:

Підписи рецензентів к.т.н., доцентів Миколи Сташківа та Михайла Гудя засвідчую:

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



Павло МАРУЩАК