

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу Левицького Богдана Богдановича
на тему: «Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів
малогабаритного самохідного обприскувача»
подану до захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії
з галузі знань 13 Механічна інженерія
за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування

Актуальність теми.

Сучасне сільське господарство потребує широкого впровадження ресурсозберігаючих технологій, у тому числі й у сфері хімічного захисту рослин. В сучасних умовах аграрного виробництва, коли суттєвою є роль малих фермерських та підсобних господарств, особливої актуальності набуває створення енергоефективної малогабаритної мобільної техніки, здатної забезпечити якісне виконання агротехнічних операцій на невеликих площах. Однією з найбільш енерго- та працемістких операцій у таких умовах залишається обприскування, ефективність якого значною мірою залежить від конструкції та функціональних характеристик обприскувачів.

Наявні на ринку малогабаритні технічні засоби для хімічного захисту рослин, як правило, не враховують особливості мікрорельєфу оброблюваних площ, не забезпечують достатньої рівномірності обробки та необхідного рівня механізації операцій. Більшість таких обприскувачів мають обмеження щодо регулювання робочих параметрів, не забезпечують достатню стабілізацію штанги, що призводить до нерівномірного внесення робочого препарату та перевитрати пестицидів. Це, у свою чергу, знижує ефективність хімічного захисту рослин та погіршує екологічні показники.

У цьому контексті дисертаційна робота Левицького Б.Б., присвячена обґрунтуванню конструктивно-технологічних параметрів малогабаритного самохідного обприскувача, є своєчасною, актуальною та важливою для розвитку вітчизняного сільськогосподарського машинобудування.

У роботі досліджено актуальні проблеми вдосконалення конструкцій обприскувачів з урахуванням агротехнічних вимог. Застосування нових підходів до вибору основних параметрів і режимів роботи малогабаритної техніки забезпечує підвищення рівня адаптивності, точності та ефективності обробки посівів, що відповідає загальнодержавним пріоритетам сталого розвитку сільського господарства.

Крім того, актуальність теми зумовлюється також обмеженими можливостями дрібних агровиробників придбати високовартісну імпорتنу сільськогосподарську техніку. Розробка ефективних зразків обприскувачів українського виробництва дозволяє знизити залежність від імпорту, підтримати вітчизняного виробника та сприяти економічному зростанню агропромислового комплексу.

Дисертаційне дослідження Левицького Б.Б. має вагоме прикладне значення, оскільки містить експериментальні підтвердження ефективності

запропонованої конструкції та її відповідності сучасним вимогам агротехнологій.

Таким чином, тема дослідження відповідає потребам галузі, має наукову новизну, практичну цінність і спрямована на вирішення важливого науково-технічного завдання – підвищення ефективності малогабаритних самохідних обприскувачів на основі науково обґрунтованого підходу до визначення їх конструктивно-технологічних параметрів.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

У дисертаційній роботі розв’язано важливе науково-прикладне завдання, що полягає в підвищенні ефективності виконання технологічної операції хімічного захисту рослин шляхом удосконалення конструкції малогабаритного самохідного обприскувача. Проведені дослідження є результатом глибокого аналізу сучасного стану проблеми, що знайшло відображення в обґрунтуванні наукової концепції, постановці задач і формуванні методичних підходів до їх розв’язання.

Наукові результати, викладені у роботі, отримані з урахуванням чинних положень механіки деформівного твердого тіла, динаміки механічних систем, теорії коливань і принципів моделювання. У дисертації запропоновано нову конструктивну схему самохідного штангового обприскувача з маятниковою підвіскою штанги, яка включає штучно збільшену масу. На базі цієї конструкції розроблено математичні моделі, які описують напружено-деформований стан циліндричного бака обприскувача з урахуванням впливу надлишкового тиску та гідростатичного навантаження. Додатково розглянуто вплив краєвого ефекту у півеліптичних днищах на загальну міцність оболонки бака.

Особливої уваги заслуговують розроблені дисертантом динамічні моделі коливань штанги у системі маяткової підвіски. У моделі враховано зміну положення штанги, ступінь заповненості бака, а також кінематичні збурення, що виникають під час руху машини по рельєфній поверхні. Це дозволило дослідити вплив доданої маси на зменшення амплітуд коливань, зниження прискорень та покращення рівномірності внесення препарату. Отримані залежності мають прикладне значення і можуть бути використані як при проєктуванні нових конструкцій, так і для вдосконалення існуючих технічних засобів захисту рослин.

Достовірність наукових результатів підтверджується поєднанням теоретичних досліджень із експериментальними випробуваннями. У роботі подано результати польових і лабораторних досліджень, які проведено згідно з методикою планованого багатофакторного експерименту. Встановлено високу збіжність розрахункових і натурних даних: відносна похибка визначення колових і меридіональних напружень у баку становить у межах кількох відсотків, а різниця між теоретично та експериментально визначеними прискореннями штанги – не перевищує 8,8%. Крім того,

результати чисельного моделювання, виконаного в середовищі SolidWorks Simulation, також підтверджують точність аналітичних розрахунків.

Наукова новизна дисертації визначається такими основними положеннями:

- **розроблено** конструктивно-функціональну схему штангового малогабаритного обприскувача з маятниковою підвіскою з штучно збільшеною масою;
- **отримано** математичну модель напружено-деформованого стану вертикального циліндричного бака з півеліптичними днищами з врахуванням краєвого ефекту;
- **запропоновано** динамічну модель вертикальних та кутових коливань штанги з урахуванням змінної доданої маси та положення штанги;
- **удосконалено** аналітичні залежності, що описують рівномірність внесення робочої рідини залежно від висоти штанги, параметрів підвіски та динамічного навантаження.

Усі результати, представлені у дисертації, логічно обґрунтовані, узгоджені між собою та відповідають меті і завданням дослідження. Їх достовірність підтверджується використанням сучасного інструментарію теоретичного моделювання, чисельного аналізу, натурних випробувань, а також публікацією результатів у фахових і міжнародних наукових виданнях, зокрема у виданні, що індексується у наукометричній базі даних Scopus.

Таким чином, наукові результати дисертаційної роботи Левицького Б.Б. є обґрунтованими, достовірними, новими та мають вагомe значення для розвитку сільськогосподарського машинобудування.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання академічної доброчесності.

Дисертаційна робота присвячена вирішенню актуального науково-технічного завдання – удосконаленню конструкції малогабаритного самохідного обприскувача шляхом обґрунтування його конструктивно-технологічних параметрів. Зміст дисертації свідчить про її завершеність, логічну послідовність і відповідність вимогам, що ставляться до наукових досліджень на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування.

Робота побудована чітко та логічно: від аналізу існуючого стану техніки й формулювання задачі – до отримання теоретичних залежностей, моделювання, експериментальних підтверджень і практичного впровадження. Структура дослідження відповідає класичній формі наукової роботи та містить п'ять основних розділів, у кожному з яких описано певний етап наукових досліджень.

Дисертація належно оформлена, містить достатню кількість ілюстрацій, таблиць та посилань. Усі частини роботи логічно пов'язані. Матеріал викладено послідовно, грамотно, у науковому стилі. Загальний

обсяг дисертації – 199 сторінок, вона містить 76 рисунків, 14 таблиць і 139 бібліографічних джерел, серед яких наявні як класичні праці, так і сучасні публікації, включно з англomовними.

Академічна доброчесність у роботі дотримана. Автором наведено коректні посилання на всі використані літературні джерела, у тому числі на матеріали співавторських публікацій, із зазначенням власного внеску. Виявлених фактів некоректного запозичення, дублювання або плагіату не зафіксовано. Окремі розділи роботи базуються на матеріалах наукових статей, опублікованих у фахових українських і міжнародних виданнях, що також свідчить про публічну апробацію результатів дослідження.

Вважаю, що, дисертаційна робота Левицького Б.Б. є завершеним науковим дослідженням, що має чітку внутрішню логіку, належне теоретичне і практичне обґрунтування, відповідну структуру й високий рівень академічної культури. Робота відповідає вимогам академічної доброчесності та заслуговує позитивної оцінки.

Мова та стиль викладання результатів.

Дисертаційна робота містить грамотний і послідовний виклад наукового матеріалу. Мова дисертації відповідає загальноприйнятим нормам української наукової технічної термінології та стандартам академічного письма. Текст викладено у строгому науковому стилі, що робить матеріал доступним для сприйняття фахівцями відповідної галузі.

Усі теоретичні побудови, розрахункові моделі, аналітичні залежності та результати експериментів подані з дотриманням необхідної точності та формальної послідовності. Вживані технічні терміни є усталеними в галузі механіки, машинознавства, динаміки машин і сільськогосподарського машинобудування. У разі використання нових понять чи позначень автор надає їм належне пояснення, що виключає двозначність тлумачення.

Особливістю роботи є лаконічність викладу при збереженні повноти наукової інформації. Автор уникає зайвих повторів, громіздких конструкцій і надмірної деталізації, не знижуючи при цьому глибини аналізу. Усі формули, рисунки, таблиці та графіки мають логічну прив'язку до основного тексту, супроводжуються поясненнями та посиланнями на них у тексті.

Стиль викладу можна охарактеризувати як аргументовано-раціональний та логічно-послідовний.

Загалом, мова і стиль викладу дисертації відповідають академічним стандартам, забезпечують повне й точне розкриття результатів дослідження та сприяють об'єктивному сприйняттю наукового змісту. Робота справляє враження технічно грамотно підготовленої та зрілої у викладі наукової праці.

Короткий аналіз основного змісту дисертаційної роботи.

У дисертаційній роботі Левицького Б. Б. «Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів малогабаритного самохідного обприскувача» розглядається актуальна науково-прикладна задача забезпечення ефективного хімічного захисту рослин на малих площах шляхом створення конструкції обприскувача, що поєднує підвищену функціональність та надійність і є доступною для малих фермерських господарств.

Дисертаційна робота складається з п'яти основних розділів, кожен з яких послідовно розкриває теоретичні, експериментальні та прикладні аспекти вирішення поставленої наукової задачі.

У вступі автором аргументовано доведено актуальність теми дослідження, сформульовано мету та завдання, чітко окреслено об'єкт і предмет дослідження, а також наведено наукову новизну та практичну цінність результатів.

Перший розділ дисертації присвячено аналізу сучасного стану технічного забезпечення хімічного захисту рослин на малих площах. Проведено огляд та класифікацію існуючих типів обприскувачів, їх технічних рішень та обмежень у застосуванні. Зокрема, визначено основні недоліки ранцевих та тачкових моделей, а також навісних агрегатів для малогабаритної техніки. Виявлено необхідність у створенні спеціалізованої конструкції самохідного обприскувача з маятниковою підвіскою штанги, що враховує специфіку хімічної обробки рослин на невеликих площах.

Другий розділ зосереджено на розробці математичних моделей, які описують напружено-деформований стан бака обприскувача при дії надлишкового тиску, включно з урахуванням впливу краєвого ефекту днищ. Окрему увагу приділено побудові динамічної моделі коливань штанги обприскувача з маятниковою підвіскою, що містить додану масу від робочої рідини. Встановлено аналітичні залежності, які дозволяють визначити оптимальні параметри штанги та підвіски для зниження амплітуд кутових і вертикальних коливань.

У третьому розділі автор описує конструктивні особливості дослідного зразка самохідного малогабаритного обприскувача. Подано його технічні характеристики, наведено принцип дії, способи зміни колії та висоти встановлення штанги. Описано програму та методику проведення експериментальних досліджень, включаючи реалізацію факторного експерименту та використання стандартних методів планування.

Четвертий розділ містить результати польових та лабораторних випробувань. Проведено вимірювання напруженого стану бака при різних навантаженнях та кінематичних параметрах роботи обприскувача. Результати експерименту добре узгоджуються з теоретичними розрахунками: розбіжність не перевищує 8,8 %, що свідчить про коректність застосованих моделей. Доведено ефективність маяткової підвіски – при роботі в складних умовах вертикальні прискорення

зменшено у 1,7 рази, що позитивно впливає на рівномірність нанесення препарату.

У п'ятому розділі здійснено поглиблений аналіз напружено-деформованого стану бака на основі графічних залежностей та моделювання у програмному середовищі SolidWorks. Встановлено, що питома частка гідростатичного тиску в загальному напруженні не перевищує 1,51 %, отже ключовим фактором є внутрішній надлишковий тиск. Проведено розрахунки власних і вимушених коливань штанги, які засвідчили відсутність умов для виникнення резонансних явищ. Підраховано економічну ефективність – очікуваний річний прибуток становить понад 15 тис. грн з терміном окупності менше трьох років.

Загалом, дисертація є завершеною комплексною науковою роботою у якій вміло поєднані аналітичні, чисельні та експериментальні методи досліджень. Виконана робота свідчить про високий рівень наукової підготовки здобувача, його здатність до самостійного вирішення складних технічних задач, розробки прикладних рішень та втілення їх у дослідну техніку. Основні положення роботи підтверджено патентом та апробовано у профільних фахових виданнях і наукових конференціях, а результати досліджень впроваджено у виробництво та навчальний процес.

Зміст дисертації повністю відповідає спеціальності 133 Галузеве машинобудування, вимогам до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії, а отримані результати є вагомим внеском у розвиток сільськогосподарського машинобудування.

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Результати дисертаційного дослідження отримали належне висвітлення в наукових публікаціях, що засвідчує як завершеність, так і академічну обґрунтованість виконаної роботи. Здобувач своєчасно забезпечив публічність основних наукових положень дисертації, що повністю відповідає вимогам до присудження ступеня доктора філософії.

Загалом за темою дисертаційної роботи опубліковано **13 праць**, серед яких:

- **4 наукові статті у фахових виданнях**, включаючи одну публікацію в журналі, що входить до наукометричної бази даних Scopus, **8 тез доповідей**, оприлюднених на міжнародних конференціях в Україні, зокрема у Тернополі, Кропивницькому та Луцьку;
- **1 деклараційний патент на корисну модель** (UA №157047 U), яким захищено технічне рішення підвіски штанги малогабаритного обприскувача.

Представлені публікації охоплюють повний обсяг дисертаційних досліджень: теоретичні розробки моделей напружено-деформованого стану та динаміки коливань, результати польових досліджень, обґрунтування конструктивних рішень, а також оцінку ефективності впровадження технічних інновацій.

Усі опубліковані результати відповідають тематиці дисертації, містять прізвище автора, відображають його особистий внесок, що зазначено й у тексті роботи. Таким чином, забезпечено як фахову апробацію результатів, так і їх публічну доступність у науковому середовищі.

Враховуючи вищезазначене, оприлюднення результатів дослідження відповідає всім формальним та змістовим вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 133 Галузеве машинобудування.

Зауваження до дисертаційної роботи:

1. У деяких фрагментах тексту дисертації застосовується описовий стиль викладення, що ускладнює сприйняття суті окремих технічних рішень. Це стосується, зокрема, першого розділу, де огляд літератури місцями набуває характеру опису без достатньої критичної оцінки.

2. У дослідженнях динаміки штанги вказано, що вона стабілізується завдяки маятниковій підвісці, однак не наведено, як змінюються параметри коливань у залежності від умов руху обприскувача.

3. В описі експериментальних методик недостатньо деталізовано процедуру оцінки похибок вимірювань. Хоча загальна достовірність результатів підтверджується порівнянням з теоретичними розрахунками, проте варто було б навести точні межі похибки вимірювального обладнання та обґрунтувати кількість повторювань у дослідах.

4. Польові дослідження проведено в різних умовах, однак у тексті бракує характеристик поверхні ґрунту, погодних умов та типів культур, що могло би вплинути на якість розпилення та на достовірність узагальнень.

5. У описі моделювання напружено-деформованого стану бака не вказано конкретні граничні умови моделі. Параметри заданих геометричних і силових граничних умов суттєво впливають на точність отриманих результатів, тому їх відсутність у тексті знижує прозорість методики дослідження.

6. Хоча в роботі наведено економічну ефективність застосування обприскувача, однак розрахунок базується на спрощених припущеннях і не враховує можливих витрат на технічне обслуговування, амортизацію чи зміну вартості ресурсів. Це обмежує повноцінність економічної оцінки.

При цьому зроблені зауваження на зміст та якість проведеного дисертаційного дослідження впливають несуттєво і можуть бути розвинені та реалізовані у подальших дослідженнях

Загальний висновок.

Дисертаційна робота Левицького Богдана Богдановича присвячена вирішенню актуальної наукової задачі створення технічних засобів для ефективного хімічного захисту рослин у невеликих фермерських господарствах. У роботі запропоновано нові ефективні конструктивно-технологічні рішення для малогабаритного самохідного штангового

обприскувача, що базуються на теоретичних розрахунках і результатах експериментальних досліджень.

Наукова новизна роботи полягає у розробці математичних моделей, які описують напружено-деформований стан елементів обприскувача та коливні процеси в системі маятникової підвіски штанги з доданою масою. Практична цінність дисертації підтверджується створенням і випробуванням дослідного зразка обприскувача, а також впровадженням результатів у виробництво та навчальний процес. Методологія дослідження ґрунтується на поєднанні аналітичного моделювання, комп'ютерного моделювання на основі створених CAD-моделі елементів обприскувача та польових випробувань.

Результати роботи достатньо апробовані на наукових конференціях і відображені у фахових публікаціях, включаючи статтю у виданні, що індексується у Scopus, а також патент України на корисну модель. Структура дисертації логічна, а викладення матеріалу, в цілому, відповідає вимогам до науково-кваліфікаційних робіт.

З урахуванням викладеного вважаю, що дисертаційна робота Левицького Богдана Богдановича **відповідає вимогам** п. 6, 7, 8 та 9 «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, а її автор заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування.

Рецензент:

доцент кафедри технічної механіки та
сільськогосподарських машин
Тернопільського національного технічного
університету імені Івана Пулюя,
кандидат технічних наук, доцент



Микола СТАШКІВ



Підпис
Засвідчую:

