ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ
«ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
Інженерно-технічний факультет
Кафедра агроінженерії та точного землеробства
імені Михайла САМОКИША

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

НА ТЕМУ:

«РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ МАШИНИ ДЛЯ ПІДЖИВЛЕННЯ ПОСІВІВ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР МІНЕРАЛЬНИМИ ДОБРИВАМИ»

Виконав:
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» освітньо-професійної програми «Агроінженерія» спеціальності 208 «Агроінженерія» денної форми навчання
Ярослав ФОРДЗЮН

Керівник:
професор ***Борис КОТОВ***

Оцінка захисту:
Національна шкала _____
Кількість балів _____
Шкала ECTS _____
«___» червня 2026 р.

Допускається до захисту:
«__» червня 2026 р.

Гарант освітньо-професійної програми
«Агроінженерія» спеціальності
208 «Агроінженерія», доцент ***Сергій ГРУШЕЦЬКИЙ***

м. Кам’янець-Подільський, 2026

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ НА ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ 4
РЕФЕРАТ……. 5
ВСТУП…….. 6
1. СТАН ПИТАННЯ З ПІДЖИВЛЕННЯ ПОСІВІВ МІНЕРАЛЬНИМИ ДОБРИВАМИ……. 7
1.1 Аналіз сучасних технологій внесення мінеральних добрив……. 7
1.2 Аналіз сучасних способів внесення мінеральних добрив……. 10
1.3 Аналіз конструкції машин та їх робочих органів……..… 13
2. МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ РОЗРОБКИ МАШИН…….. 17
2.1. Фізико-механічні властивості твердих мінеральних добрив, що визначають процес їх руху в робочих органах машин…….. 17
2.2. Агротехнічні і експлуатаційні вимоги до машини……. 19
2.3. Обґрунтування конструкції та функціонування схеми удосконаленої машини……... 20
3. ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧИХ ОРГАНІВ МАШИНИ……... 24
3.1. Дослідження процесу транспортування добрив живильником – конвеєром…… 24
3.1.1. Обґрунтування параметрів живильника – конвеєра……. 31
3.2. Обґрунтування параметрів розсіювачів і кроку їх установки. ……. 34
3.3. Розрахунок привода вентилятора та карданного вала ……... 36
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ …… 40
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ……. 44
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ…… 49

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ…….
ДОДАТКИ …… 50
53

ПЕРЕЛІК АРКУШІВ ІЛЮСТРАТИВНО-ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ:

1. Загальна класифікація машин для внесення мінеральних добрив

2. Схеми машин для підживлення посівів.

3. Загальний вид машини для підживлення посівів мінеральними добривами.

4. Складальне креслення.

5. Робочі креслення.

6. Техніко-економічна характеристика порівнюваних агрегатів.

ВСТУП

Одним із чинників, що суттєво обмежують агрономічну ефективність мінеральних добрив, є недосконаліть технологій і технічних засобів їх внесення. Широко розповсюджені відцентрові розкидачі не забезпечують рівномірного розподілу добрив по поверхні поля, що негативно позначається на продуктивності сільськогосподарських культур. Додатково їх практична придатність знижується в умовах вітряної погоди через нестабільність робочого процесу. Причина цих недоліків полягає у використанні кидального принципу дії, за якого неоднорідні за розміром і густиною частинки добрив рухаються у відкритому повітряному просторі, де їх траєкторія не контролюється.

Численні дослідницькі програми та конструкторські розробки, реалізовані як у вітчизняній практиці, так і в зарубіжному досвіді, підтверджують нагальну необхідність створення принципово нових розподільних апаратів. Ключовою вимогою до таких пристроїв є транспортування добрив до ґрунту через індивідуальні закриті канали із забезпеченням нерівномірності розподілу в межах ±10%, що відповідає сучасним агрономічним нормативам.

У процесі пошуку оптимальних технологічних рішень, здатних відповідати зазначеним вимогам, інженери та конструктори дедалі частіше звертаються до апаратів із пневматичним принципом переміщення висівного матеріалу до висівних органів. Такі системи вирізняються простотою конструктивного виконання, відносно невисокою металомісткістю та стабільно високою якістю дозування і розподілу добрив незалежно від зовнішніх умов.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Найбільш доцільними для поверхневого внесення мінеральних добрив є машини кузовного типу, оснащені штанговими робочими органами, у яких конструктивна ширина захвату збігається з робочою. Такі агрегати ефективно використовувати для внесення гранульованих добрив основною нормою та для підживлення культур як за прямоточною, так і за перевантажувальною технологічними схемами.
2. Серед різновидів штангових робочих органів найбільше поширення отримали пневматичні системи у вигляді окремих каналів, вихідні кінці яких обладнані пасивними розсіювачами. Найбільшу дальність розсіювання забезпечують розсіювачі з конусоподібною робочою поверхнею.
3. Високу надійність і стабільність подачі добрив із кузова в пневматичні канали забезпечують пластинчасто-пруткові живильники.
4. Для усунення пульсацій подачі добрив нижньою гілкою живильника-конвеєра до пневматичних каналів крок розміщення прутків слід призначати за розрахунковою залежністю, а висоту жолоба за співвідношенням.
5. З урахуванням фізико-механічних властивостей вітчизняних добрив найбільш доцільні значення основних параметрів робочих органів машини такі: крок установлення прутків живильника-конвеєра — 0,05 м; кут при вершині конуса розсіювача — 130°; крок установлення розсіювачів — 0,9 м за висоти їх установлення над поверхнею поля 0,6 м.
6. Розрахунковий економічний ефект від застосування розробленої машини для внесення добрив дозволить заощаджувати близько 83,3 тис. грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агрегати для підживлення рідкими добривами: [електронний ресурс]. Режим доступу: https://agroexpert.ua/19860-2/ (дата звернення: 07.06.2026).
2. Безпека життєдіяльності: навч. посіб. (навчально-методичний комплекс) / К. В. Замойська та ін. Кам'янець-Подільський: ПП «Медобори-2006», 2013. 504 с.
3. Дипломне проєктування у вищих навчальних закладах Мінагрополітики України: навч.-метод. посіб. / за ред. Т. Д. Іщенко, І. М. Бендери. Київ: Аграрна освіта, 2006. 256 с.
4. ДСТУ ГОСТ 2.051:2006. Єдина система конструкторської документації. Електронні документи. Загальні положення (ГОСТ 2.051-2006, IDT). Режим доступу: https://surl.li/wemlji (дата звернення: 07.06.2026).
5. ДСТУ 4397:2005. Техніка сільськогосподарська. Машини для внесення мінеральних добрив. Загальні технічні вимоги. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 24 с.
6. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. Чинний від 2016-07-01. Київ: Мінекономрозвитку України, 2016. 16 с.
7. Експлуатація машин і обладнання: підручник / В. В. Іванишин, П. П. Лабазюк, А. В. Рудь, С. М. Грушецький. Кам'янець-Подільський: ТОВ «Друкарня "Рута"», 2024. 600 с.
8. Іваненко О. М. Аналіз сучасних конструкцій розкидачів мінеральних добрив для зернових культур / О. М. Іваненко // Вісник аграрної науки. 2019. № 6. С. 45–51.
9. Іванишин В. В., Рудь А. В., Грушецький С. М. Машини та обладнання в тваринництві : підручник. Кам'янець-Подільський: ЗВО «ПДУ»; ТОВ «Друкарня "Рута"», 2022. 468 с.
10. Іванишин В. В., Рудь А. В., Грушецький С. М. Технічне обслуговування машин і обладнання : підручник. Кам'янець-Подільський: ЗВО «ПДУ»; ТОВ «Друкарня "Рута"», 2023. 360 с.
11. Кравчук В. І. Обґрунтування параметрів дискових апаратів розкидачів мінеральних добрив / В. І. Кравчук, Ю. Ф. Мельник // Збірник наукових праць НУБіП України. 2017. Вип. 210. С. 75–82.
12. MACHINERY AND EQUIPMENT FOR THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX: product catalogue. Kyiv: UkrAgroMash, 2025. 64 p. Режим доступу: https://ukragromash.com.ua/images/doc/2025/Catalog Ukragromash EN.pdf (дата звернення: 07.06.2026).

13. Машина для розсівання твердих мінеральних добрив МРД-4: технічний опис та інструкція з експлуатації. Київ: ВАТ «УкрАгроМаш», 2012. 48 с.
14. Машини для внесення добрив / у: Навч. посіб. з с.-г. техніки. Київ: НУБіП України, 2016. Режим доступу: https://studfile.net/preview/1863006/ (дата звернення: 07.06.2026).
15. Машини для внесення добрив: [електронний ресурс]. Режим доступу: https://sllan.com.ua/ua/vneseniya-udobrenij (дата звернення: 07.06.2026).
16. Машини для внесення мінеральних добрив / Сільськогосподарські машини: електронний навч. посіб. Миколаїв: ЧНУ ім. П. Могили, 2015. Розд. 7.3. Режим доступу: https://lib.chmnu.edu.ua/pdf/posibnuku/229/100.pdf (дата звернення: 07.06.2026).
17. Машини для внесення мінеральних добрив: навч. посіб. / О. В. Турута, П. І. Слинько. Харків: ХНАУ, 2014. 220 с.
18. Машини для сівби та внесення добрив : навч. посіб. / В. І. Кравчук, Ю. Ф. Мельник. Київ: НУБіП України, 2013. 312 с.
19. Машини і обладнання для приготування та внесення добрив: навч. посіб. / за ред. В. І. Кравчука, Ю. Ф. Мельника. Київ: Дослідницьке, 2011. 152 с.
20. Melnyk Y.F. Optimization of fertilizer spreaders for grain crops / Y.F. Melnyk, V. I. Kravchuk // Engineering for Rural Development: proceedings of the 18th Int. scientific conf. Jelgava, 2019. P. 450–455.
21. Методичні рекомендації до виконання та оформлення кваліфікаційної роботи здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 208 «Агроінженерія» / Ю. І. Панцир та ін.; за ред. А. В. Рудь. Кам'янець-Подільський: ЗВО «ПДУ», 2026. 64 с.
22. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського вирощування: підручник: у 2 т. Т. 1 / А. В. Рудь та ін. Київ: Агроосвіта, 2012. 584 с.
23. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського вирощування: підручник: у 2 т. Т. 2 / А. В. Рудь та ін. Київ: Агроосвіта, 2012. 432 с.
24. Офіційний сайт фірми Grimme: [електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.erfoig-ernten.de (дата звернення: 26.06.2025).
25. Петренко В.П. Удосконалення робочих органів машин для поверхневого внесення твердих мінеральних добрив / В.П. Петренко // Наукові праці НУБіП України. 2020. Вип. 22. С. 112–118.
26. Практикум з дисциплін «Основи охорони праці», «Охорона праці в галузі» : навч. посіб. / В. В. Іванишин та ін. Кам'янець-Подільський: ТзОВ «Друк-сервіс», 2016. 305 с.
27. Розкидач мінеральних добрив: характеристики та принципи роботи: [електронний ресурс]. Режим доступу: https://mechanikus.com.ua/ua/a475397-razbrasyvatel-mineralnyh-udobrenij.html (дата звернення: 07.06.2026).

28. Саблук П.Т. Технологічні карти та витрати на вирощування сільськогосподарських культур. Київ: ННЦ «Інститут аграрної економіки», 2005. 292 с.
29. Сидоренко Л. І. Вплив рівномірності розподілу мінеральних добрив розкидачами на врожайність озимої пшениці / Л.І. Сидоренко, М.О. Коваленко // Техніка і технології АПК. 2018. № 4. С. 29–35.
30. Сільськогосподарські машини : підручник / за ред. І. М. Грицюка. Київ: Урожай, 2015. 640 с.
31. Стукалець І. Г. Правила оформлення графічної частини кваліфікаційної роботи: метод. рекомендації для виконання кваліфікаційної роботи здобувачами вищої освіти за спеціальністю 208 «Агроінженерія». Львів: ЛНАУ, 2014. 60 с. Режим доступу: https://surl.li/bdpwdi (дата звернення: 07.06.2026).
32. Теорія і розрахунок машин для внесення добрив: монографія / М. П. Романенко. Київ: Аграрна наука, 2010. 268 с.