

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Інженерно-технічний факультет
Кафедра агроінженерії і системотехніки імені Михайла САМОКИША

ДИПЛОМНА РОБОТА
НА ТЕМУ:
**«ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ
РОБОЧОГО ОРГАНУ МАШИНИ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ
МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ»**

Виконав:

здобувач вищої освіти освітнього ступеня
«Магістр» освітньо-професійної програми
«Агроінженерія» спеціальності 208
«Агроінженерія» денної форми навчання
Дмитро НАКОНЕЧНИЙ

Керівник:

доцент

Сергій ГРУШЕЦЬКИЙ

Оцінка захисту:

Національна шкала _____

Кількість балів _____

Шкала ECTS _____

«___» грудня 2024 р.

Допускається до захисту:

«___» грудня 2024 р.

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

Василь ДУГАНЕЦЬ

м. Кам'янець-Подільський, 2024

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ	4
АНОТАЦІЯ	5
РЕФЕРАТ	6
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ, СИМВОЛІВ, ПОЗНАЧЕНЬ	7
ВСТУП.....	8
1. СУЧАСНИЙ СТАН МЕХАНІЗАЦІЇ ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ ОРГАНО- МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ.....	10
1.1. Аналіз існуючих технологій, агрозаходів, процесів	10
1.2. Агротехнічні вимоги для виконання процесу.....	17
1.3. Фізичні, біологічні і механіко-технологічні властивості матеріалу запропонованих конструкцій для механізації внесення добрив	19
1.4. Літературний і патентний огляд джерел існуючих і запропонованих конструкцій для механізації внесення мінеральних добрив	21
Висновки до першого розділу	30
2. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ.....	32
2.1. Формування концепції робочого органа	32
2.2. Рух гранули після сходу з поверхні диска з урахуванням дії вітру..	39
Висновки до другого розділу	44
3. ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	46
3.1. Програма експериментальних досліджень.....	47
3.2. Характеристика вихідного матеріалу.	47
3.2.1. Параметри розподілу гранулометричного складу.....	47
3.2.2. Механіко-технологічні властивості добрив	47
3.3. Лабораторні дослідження.....	51
3.3.1. Конструкція лабораторної установки	51
3.3.2. Порядок виконання досліджень	54
3.3.3. Методика статистичної обробки результатів досліджень	55
3.4. Польові випробування.....	56

	3
Висновки до третього розділу	59
4. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ ЛАБОРАТОРНИХ І ПОЛЬОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	60
4.1. Механіко-технологічні властивості використаних в експерименті добрих.....	60
4.2. Лабораторні дослідження впливу конструктивних параметрів диску та повітряного потоку на якість розподілу добрив по поверхні	61
4.2.1. Кути постановки напрямних ребер на лопатях приймаємо однаковими	62
4.2.2. Вплив кутів постановки ребер, що направляють потік	62
4.2.3. Вплив повітряного потоку на розподіл гранул	
4.3. Результати польових випробувань	63
4.4. Порівняння результатів, отриманих аналітичним і дослідним шляхом	68
Висновки до четвертого розділу	70
5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	72
Висновки до п'ятого розділу	78
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	79
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	81
ДОДАТОК А Матеріали комп'ютерної презентації.....	85
ДОДАТОК Б Копії друкованих тез доповідей	92
ДОДАТОК В Копії сертифікатів учасника конференції.....	95

ВСТУП

Актуальність роботи. Розкидачі мінеральних добрив відцентрового типу, в яких використовуються диски з можливістю внесення робочої суміші на поверхню під кутом до горизонту отримали широке розповсюдження. Пояснюється це перш за все універсальністю агрегату, в якому за рахунок переорієнтації диска можна отримати високу якість внесення мінеральних добрив та досягти високих показників по ширині розкидання. Проте, відсутність чіткого трактування ряду конструктивних особливостей як робочого органу, так і машини в цілому створюють проблеми по виконанню агротехнічних вимог та збільшення екологічного навантаження. Тому, тематика досліджень є актуальною.

Мета і завдання досліджень. Метою роботи підвищення рівномірності поверхневого внесення мінеральних добрив шляхом вдосконалення функціональної структури, оптимізації конструктивних параметрів і режимів роботи дискового апарату.

Відповідно до поставленої мети в роботі виконанні наступні задачі досліджень:

- проаналізовано основні фізико-механічні властивості добрив, які впливають на дальність польоту і рівномірність їх розподілу по поверхні поля;
- досліджено процес і встановлено якісні показники розсіювання органо-мінеральних добрив відцентровим робочим органом;
- обґрунтовано раціональні параметри робочого органу розкидача органо-мінеральних добрив;
- встановлено на основі порівняльних досліджень агротехнічні і техніко-економічні показники експериментального і серійного розсіювальних робочих органів розкидача мінеральних добрив;
- розроблено рекомендації по застосуванню відцентрового розкидача на серійних машинах для внесення органо-мінеральних добрив;
- запропоновано заходи по охороні праці під час внесенні органо-мінеральних добрив;
- проведено техніко-економічне обґрунтування доцільності практичного використання запропонованого пристрою.

Об'єкт дослідження – є технологічний процес внесення мінеральних добрив, дисковий апарат, властивості добрив.

Предмет дослідження – є закономірності процесу розподілу мінеральних добрив дисковим апаратом.

Методи дослідження. Теоретичні дослідження проводились з використанням основних положень диференційного та інтегрального обчислень, теоретичної механіки. Експериментальні дослідження проводились в лабораторних і польових умовах на розробленій експериментальній установці з використання положень планування багатofакторних експериментів. Обробка результатів здійснювалась на ПЕОМ за допомогою прикладних програм.

Наукова новизна одержаних результатів:

Обґрунтовано технологічний процес внесення мінеральних добрив і оптимальні значення конструктивних і кінематичних параметрів розкидача мінеральних добрив. На цій підставі запропоновані науково-методичні підходи до вирішення важливої проблеми – підвищення якості виконання технологічного процесу внесення мінеральних добрив. В основу досліджень покладено математичну модель внесення гранульованих добрив відцентровим дисковим апаратом і запропонована конструктивна схема розкидача власної конструкції.

Вперше запропоновано інший підхід до проблеми внесення. Якість виготовлених гранул покращити досить складно, тому треба виходити з того, що розподіл їх діаметрів непередбачуваний. Ми пропонуємо використати принцип суперпозиції закону розподілу декількох потоків. Пропонується конструкція диска, в якій утворюється 4 потоки один всередині і три по поверхні.

Практичне значення одержаних результатів. Запропоновано і теоретично обґрунтовано удосконалену конструкцію відцентрового розкидача та визначено його основні раціональні конструктивно-кінематичні параметри. Результати агротехнічної оцінки модернізованого розкидача МВУ-0,5 та МВД-900 та базових підтвердили технологічну ефективність роботи розкидача у виробничих умовах.

Апробація результатів роботи. Основні положення виконаних теоретичних і експериментальних досліджень роботи доповідались на: щорічних конференціях професорсько-викладацького складу та аспірантів Закладу вищої освіти «Подільський державний університету» (2023-2024 рр.).

Публікації. Основні результати дослідження відображені у 3 публікаціях, з них 3 статті у науково-фахових виданнях.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ

Результати теоретичних і експериментальних досліджень дозволяють зробити наступні висновки.

Було прийнято та обґрунтовано схему удосконалення. Виведено та підраховано рівняння руху матеріальної частинки при сході з диску. Це рівняння дає можливість прогнозувати розташування частинок по поверхні поля.

1. Вивчили основні фізико-механічні властивості органо-мінеральних добрив, які впливають на дальність польоту і рівномірність їх розподілу по поверхні поля. Так, оптимальні параметри гранул мінеральних добрив повинні бути в межах 1-4 мм, але не перевищувати 5 мм, оскільки на 55% зменшуватиметься рівномірність внесення робочої суміші. Вологість гранул органо-мінеральних добрив повинна бути в межах 2-6%.

2. Дослідили процес і встановили якісні показники розсівання органо-мінеральних добрив відцентровим робочим органом. Так, прогнозована розрахункова нерівномірність внесення добрив - 10,02% для наведених конструктивних та кінематичних показників за прийнятого в роботі гранулометричного складу добрив.

3. Обґрунтували раціональні параметри робочого органу розкидача добрив. Розраховані основні характеристики розкидача, здатного забезпечити внесення добрив при швидкості руху вітру до $V = 3$ м/с на ділянці, шириною 18 м:

- діапазон діаметра диска - 600-650 мм;
- діапазон частоти обертання диска - 520-560 об/хв;
- висота встановлення диска над рівнем ґрунту - 0,7-1,0 м;
- кількість лопатей (секторів) - 4;
- кількість напрямних ребер на лопаті (секторі) - 3;
- кількість дисків - 2 (нижній та верхній з різними діаметрами);
- кути нахилу напрямних для трьох потоків до площини обертання диска:
 $\alpha_1 - 13^\circ$, $\alpha_2 - 8^\circ$, $\alpha_3 - 0^\circ$;
- кути нахилу ребер до площини обертання дисків - 90° ;

- відстань між верхнім та нижнім диском - 60-65 мм;
- діаметр нижнього диска - 110-140 мм;
- висота лопатей, які закріплені на нижньому диску - 40-45 мм;
- висота живильника - 60 мм;
- діаметр живильника біля основи - 240 мм, на вершині - 196 мм.

4. Встановили на основі порівняльних досліджень агротехнічні і техніко-економічні показники експериментального і серійного розсіювальних робочих органів розкидача добрив. Згідно запропонованої методики, було проведено стендові та польові дослідження розкидача добрив відцентрового типу. Запропоновано удосконалений робочий орган, який забезпечить коефіцієнт варіації внесення робочої суміші 17% - польові дослідження. Згідно стендових досліджень - 10%. Отже основні агротехнічні вимоги по якості внесення добрив виконані.

5. Розробили рекомендації по застосуванню відцентрового розкидача на серійних машинах для внесення органо-мінеральних добрив.

6. Впровадження розкидача, який пропонується, дозволяє підвищити продуктивність агрегату та оптимізувати норми внесення добрив. Удосконалений розкидач добрив економічно доцільніший при терміні окупності додаткових капітальних вкладень 0,3 року використання машини. Річний економічний ефект від запровадження становить 60600 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Плоскі вертикальні криві, що забезпечують постійні тиск і швидкість руху матеріальної точки. / Булгаков В.М., Пилипака С.Ф., Яропуд В.М., Захарова Т.Н, Калетнік Г.М. Всеукраїнський науково-технічний журнал «Вібрації в техніці та технологіях». ВНАУ. 2014 р. Вип. 1 (73).
2. Теоретична механіка. Посібник для практичних занять. / В.М. Булгаков та ін. Вінниця : Нова книга, 2010. 667 с.
3. Теоретичне дослідження збурених гармонійних коливань у вібраційних приводах машин / В.В. Адамчук, Г.М. Калетнік, В.М. Булгаков, О.М. Черниш. Всеукраїнський науково-технічний журнал «Вібрації в техніці та технологіях» №2 (82) 2016. С. 5-9.
4. Дослідження та розробка методів діагностування гідравлічних приводів зернозбиральних комбайнів / Г.М. Калетнік, В.В. Адамчук, В.М. Булгаков В.В. Яременко. Всеукраїнський науково-технічний журнал «Техніка, енергетика, транспорт АПК». №2(94). 2016. С. 12-19.
5. Агропромисловий ринок України: стан, тенденції та перспективи розвитку : інформаційно-аналітичний зб. : за ред. П.Т. Саблука. Київ : ІАЕ, 2000. Вип. 4. 601 с.
6. Кравчук В.І., Грицишин М.І., Коваль С.М. Сучасні тенденції розвитку сільськогосподарської техніки. Київ : Аграрна наука, 2004. 353 с.
7. Baranovsky V.M., Skalsky O.Ju. The analysis of constructive technological aspects the function of root crops diggers. Scientific journal. Innovative solutions in modern science. Dubai, 2016. № 1(1). С. 146–154.
8. ДСТУ 4981:2008. Цикорій коренеплідний. Збирання. Показники якості та методи їх визначання. Київ, 2008. 8 с.
9. Вальяні, Д. Г. Теоретичні основи роботи вакуумних висівних апаратів / Д.Г. Вальяні. Удосконалення конструкцій, поліпшення ремонту і експлуатації сільськогосподарської техніки. Харків, 2010. Т. 174. С. 3-10.
10. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку : підручник / Д.Г. Войтюк та ін. / за ред. Д.Г. Войтюк. Київ: Вища освіта, 2005. 464 с.
11. Сільськогосподарські та меліоративні машини : підручник / Д.Г. Войтюк та ін. / за ред. Д.Г. Войтюка. Київ: Вища освіта, 2004.
12. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини. 2-е вид. Київ : Каравела, 2008. С. 13-22.

13. Гунько І.В., Коваль Л.Г. Енергоощадні безконтактні методи діагностування показників технічного стану мобільної сільськогосподарської техніки. Техніка, енергетика, транспорт АПК. №3 (95). Вінниця. 2016. С. 89-93.
14. Дипломне проектування у вищих навчальних закладах Мінагрополітики України : навчально-методичний посібник / за ред. Т.Д. Іщенко, І.М. Бендери. Київ : Аграрна освіта, 2006. 256 с.
15. Ільченко В.Ю. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві. Київ : Урожай, 2003.
16. Дослідження впливу пневматичного / В. Є. Комариста М.М. Косінов, Г.І. Маломуж. Підвищення технічного рівня і якості с.-г. машин : тез. доп. наук.-тех. конф. Кіровоград, 2005. С. 8-9.
17. Лаврухин П.В., Іванов П.А. Рух насіння в насіннепровід при пневмотранспортуванні. Механізація та електрифікація сільського господарства. 2008. № 8. С. 15-16.
18. Павленко В.С., Цуркан О.В., Кравченко І.Є., Любін М.В. Пасові передачі. Теорія, розрахунки, конструювання: Навчальний посібник / за ред. В.С. Павленка. Київ : «Хай-Тек Прес», 2011. 140 с.
19. Петренко А.Є. Теоретичні та експериментальні основи удосконалення пневмомеханічного способу посіву насіння овочевих культур: автореф канд. тех. наук. Київ, 2000. 26 с.
20. Сивак Р.І., Деревенько І.А. Короткий курс теоретичної механіки. Вінниця : ТОВ «Вінницька міська друкарня», 2016. 200 с.
21. Солоня О.В., Купчук І.М. Прикладна механіка. Методичні рекомендації для виконання практичних робіт. Вінниця: ВНАУ, 2017. 116 с.
22. Прикладна механіка. Методичні рекомендації для виконання курсового проекту / О.В. Солоня, І.М. Купчук, В.І. Паламарчук. Вінниця: ВНАУ, 2017. 84 с.
23. Солоня О.В., Купчук І.М. Технічна механіка. Методичні рекомендації для виконання практичних робіт. Вінниця: ВНАУ, 2017. 84 с.
24. Солоня О.В., Купчук І.М. Теорія механізмів і машин. Курсове проектування. Навчальний посібник. Вінниця, 2019. 254 с.
25. Шмат К.І., Сисолін П.В. Робочі процеси і розрахунок сільськогосподарських машин. Херсон, ОЛДІ-плюс, 2004. 308 с.
26. Техніко-економічне обґрунтування застосування машин, обладнання і технологій / Гевко Р.Б., Гладич Б.Б., Павх І.І., Кириленко Т.П. Тернопіль, 2003. С. 138–144.

27. Довідник з механізації виробництва цукрових буряків / Проценко О.О., та ін. / за ред. О.О. Проценка : 2-е вид., перероб. і доп. Київ : Урожай, 2001. 264 с.
28. Погорілий Л.В. Сучасні проблеми землеробської механіки і машинознавства при створенні сільськогосподарської техніки нового покоління. Механізація сільськогосподарського виробництва. Харків, 2003. Вип. 20. С. 10–26.
29. Гевко Р.Б., Ткаченко І.Г., Павх І.І. Система машин і механізмів АПК. Тернопіль, 2002. 264 с.
30. Експертно-аналітична оцінка технологічних і економічних показників сільськогосподарської техніки : навч.-метод. посібник для студентів економічних спеціальностей / М.Г. Данильченко, Б.Б. Гладич, Р.Б. Гевко, І.Г. Ткаченко. Тернопіль : Економічна думка, 2001. 267 с.
31. Гаркавий А., Івашків Т., Гевко Р. Оцінка техніки і технологій на конкурентоспроможність. Вісник Тернопільської академії народного господарства. 2002. № 6. С. 23–30.
32. Оцінка ринкової вартості та конкурентоспроможності машин і технологій / Р.Б. Гевко, А.Д. Гаркавий, Б.Б. Гладич, І.І. Павх, О.Б. Павелчак. Тернопіль: ТДПУ, 2004. 199с.
33. Грушецький С.М., Стефанко Є.Г. Дослідження механіко-технологічних властивостей добрив : *матеріали VII всеукр. наук.-практ. конф., «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь»* : зб. наук. праць / за заг. ред. С.С. Добранський. Житомир : АТК, 2021. С. 37-38.
34. Грушецький С.М., Стефанко Є.Г. Конструктивна схема диска розкидача добрив *Перші наукові кроки – 2021 : збірник наукових праць II міжнар. наук.-практ. конф. студ. та молод. наук. 15 квітн. 2021 р. (ПДАТУ, м. Кам'янець-Подільський)*. Кам'янець-Подільський, 2021. С. 78.
35. Наконечний Д. О. Схема конструкції диска розкидача добрив. *Перші наукові кроки – 2024: збірник наукових праць XVIII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів та молодих науковців (18 квітня 2024 р., м. Кам'янець-Подільський)*. Кам'янець-Подільський, 2024. С. 95.
36. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського вирощування : підручник. В 2 т. Т. 1 / А. В. Рудь та ін. Київ : Агроосвіта, 2012. 584 с.
37. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського вирощування : підручник. В 2 т. Т. 2 / А. В. Рудь та ін. Київ : Агроосвіта, 2012. 432 с.

38. Типові норми продуктивності і витрати палива на передпосівному обробітку. Київ : НДІ Укراгропромпродуктивність, 2005. 672 с.
39. Типові норми продуктивності і витрати палива на сівбі, садінні і догляді за посівами. Київ : НДІ Украгропромпродуктивність, 2005. 424 с.
40. Пастухов В. І Довідник з машиновикористання в землеробстві : навч. посіб. Харків : Веста, 2001. 344 с.
41. Саблук П. Т. Технологічні карти та витрати на вирощування сільськогосподарських культур. ННЦ Інститут аграрної економіки, 2005. 292 с.
42. 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.
43. Машини і обладнання для тваринництва. / І. І. Ревенко та ін. Ніжин : видавець ПП Лисенко М. М., 2016. 584 с.
44. Машини та обладнання для тваринництва : посібник-практикум / І. І. Ревенко та ін. Київ : Кондор, 2011. 396 с.
45. Проектування сільськогосподарських машин : навч. посіб. для виконання курсових проектів з розробки сільськогосподарської техніки при підготовці фахівців напряму 6.100202 «Процеси, машини та обладнання агропромислового вирощування». 2-ге видання доп. і перероб. І. М. Бендера, та ін. Кам'янець-Подільський : ФОП Сисин О. В., 2011. 640 с.
46. Експлуатація машин і обладнання : підручник / Іванишин В. В., Лабазюк П. П., Рудь А. В., Грушецький С. М. Заклад вищої освіти «Подільський державний університет». Кам'янець-Подільський : ТОВ «Друкарня «Рута», 2024. 576 с.
47. Методичні рекомендації до виконання та оформлення дипломної роботи для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 208 «Агроінженерія» / Ю. І. Панцир, А. В. Рудь, В. І. Дуганець, В. І. Дуганець, С. П. Комарніцький / за ред. В.І. Дуганця. Кам'янець-Подільський: ЗВО «ПДУ», 2023. 51 с.