

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи

освітнього ступеня «Магістр» на тему:

**Обґрунтування параметрів дисково-лопатевого
туковисівного апарату**

Виконав: студент 2 курсу, групи МГАІ-1-23 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Анцишкін Богдан Глібович

Керівник: _____ Пономаренко Наталія Олександрівна

Рецензент: _____

Дніпро – 2024

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Освітній ступінь: «Магістр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

ТСГМ

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Теслюк Г.В.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« ____ » _____ 2024 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Анцишкін Богдан Глібович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. **Тема роботи:** Обґрунтування параметрів дисково-лопатевого туковисівного апарату

Керівник роботи Пономаренко Наталія Олександрівна, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від

« ____ » _____ 2024 року № _____

2. **Строк подання студентом роботи** 02.12.2024 р.

3. **Вихідні дані до роботи** Огляд стану питання в галузі машинобудування та існуючих засобів внесення добрив. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

4. **Зміст розрахунково-пояснювальної записки** (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Сучасний стан механізації внесення твердих органо-мінеральних добрив. 2. Аналітичні дослідження. 3. Програма і методика експериментальних досліджень. 4. Результати та аналіз лабораторних і польових досліджень. 5.

Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6. Розрахунок економічної ефективності. Висновки. Бібліографічний список.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Мета і задачі досліджень. 2. Аналіз літературних джерел. 3,4. Теоретичні дослідження. 5. Програма експериментальних досліджень. 6. Результати експериментальних досліджень. 7. Результати польових досліджень. 8. Технологічна карта вирощування пшениці озимої. 9. Охорона праці. 10. Економічні показники. 11. Висновки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Пономаренко Н.О., доцент		
2	Пономаренко Н.О., доцент		
3	Пономаренко Н.О., доцент		
4	Пономаренко Н.О., доцент		
5	Пономаренко Н.О., доцент		
6	Пономаренко Н.О., доцент		
нормоконтроль			

7. Дата видачі завдання: 30.04.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного Проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 30.07. 2024 р.	
2	Теоретичний	до 10.09.2024 р.	
3	Експериментальний	до 29.10.2024 р.	
4	Охорона праці	до 15.11.2024 р.	
5	Економічний	до 22.11.2024р.	
6	Демонстраційна частина	до 29.11.2024 р.	

Студент

Шаповал В.В..

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

Пономаренко Н.О.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

№	Формат	Позначення	Найменування	К-ть аркушів	Номер аркуша	Приміт ка
1	A4	52 ДР.000.000.000.ПЗ	Пояснювальна записка			
2	A4	Microsoft PowerPoint	Презентаційні матеріали			

АНОТАЦІЯ

В процесі виконання кваліфікаційної роботи нами було проведено аналіз технологічних процесів внесення твердих мінеральних добрив та засобів реалізації механізованих способів використання. Виконано аналіз конструкційних особливостей дисково-лопатевих робочих органів машин для внесення меліорантів та добрив.

В процесі аналітичного дослідження та визначення параметрів дисково-лопаткового робочого органу встановлено основні показники ефективної їх роботи. Зокрема рівномірності та дальності розподілу туків за шириною захвату, в залежності від конструкційно-технологічних і кінематичних параметрів налаштування, з врахуванням механіко-технологічних властивостей застосованих технологічних матеріалів. Побудовано графічні закономірності їхнього впливу та взаємозв'язків.

Під час виконання теоретично симуляторних досліджень, встановлено та підтверджено значення досліджуваних факторів, які мають найбільшу значимість по впливу на критерії оптимізації дальність та рівномірність внесення твердих гранульованих мінеральних добрив.

Зроблено загальні висновки по роботі та виконанню досліджень. Дані рекомендації по встановленню оптимізованих значень ефективності застосування даного типу машин з відцентровими розкидальними пристроями туків.

Ключові слова: *дисково-відцентровий апарат, лопать, мінеральні добрива, оптимальні показники, процес внесення туків.*

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1. ОГЛЯД СТАНУ ПИТАННЯ ТА ЗАСОБІВ ВНЕСЕННЯ ТУКІВ.....	7
1.1. Аналіз відомих конструкцій та технологічних процесів внесення добрив	7
1.2. Аналіз конструкції закордонних виробників машин для внесення туків	13
Висновки до розділу	16
2. ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ВІДЦЕНТРОВО-ДИСКОВОГО РОЗКИДНОГО АПАРАТУ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ.....	20
2.1. Визначення основних параметрів дискового тукорозкидного апарату..	20
2.2. Теоретичне обґрунтування процесу роботи дисково-відцентрового розкидного апарата	20.....
Висновки до розділу	21
2.3. Рух гранули після сходу з поверхні диска з урахуванням дії вітру...	27
3. ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ....	30
3.1 Мета і програма експериментальних досліджень	30
3.2. Характеристика вихідного матеріалу.....	31
3.3. Лабораторні дослідження.....	35
4. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	39
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ ...	45
5.1 Організація охорони праці в господарстві ТОВ «Зоря».....	45
5.2 Аналіз виробничого травматизму	42
5.3 <i>Заходи з поліпшення вимог охорони праці на ТОВ «Зоря»</i>	51
6. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	54

Висновки до розділу 3.	60
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	62
ДОДАТКИ	64

ВСТУП

Актуальність теми. Збереження і підвищення родючості ґрунтів є однією з важливих умов стабільного розвитку сільського господарства України. Основним завданням сільськогосподарського виробництва є підвищення обсягів виробництва продуктів харчування за зниження витрат ресурсів на одиницю продукції, що тісно пов'язане із забезпеченням ґрунтів поживними елементами.

Одним з основних шляхів підвищення врожайності сільськогосподарських культур є застосування мінеральних добрив. Наукою і практикою доведено, що прибавки врожаю сільськогосподарських культур можна досягти за рахунок застосування мінеральних добрив.

За даними вітчизняних і зарубіжних фахівців на формування врожайності сільськогосподарських культур впливають три основні чинники: обробіток ґрунту, сортність культур і добрива. При цьому на частку кожного з перших двох чинників відносять по 25%, а на добрива - 50% .

Все це викликає необхідність розширення досліджень, спрямованих на підвищення ефективності мінеральних добрив, що застосовуються в сільському господарстві, шляхом вдосконалення засобів механізації їх внесення.

Практично весь парк машин для внесення мінеральних добрив обладнаний відцентровими розсівними робочими органами.

Однак через вплив на якість внесення добрив певних чинників, про які більш докладно буде сказано нижче, якість розподілу добрив не відповідає агротехнічним вимогам.

Відомо, що зниження дози внесення добрив на 1% призводить до зменшення урожаю на 1%. Тобто існує пряма залежність між мимовільним зменшенням дози внесення добрив та ефективністю їх застосування. Окрім того, технічні засоби для внесення добрив мають відносно мале річне завантаження. Тому, дослідження спрямовані на обґрунтування параметрів та режимів роботи транспортно-технологічної машини для внесення твердих мінеральних добрив є

актуальними.

Метою роботи є: обґрунтування ефективності роботи відцентрово-лопаткового апарату внесення туків, шляхом оптимізації їх конструкційно-кінематичних параметрів.

Досягнення зформульованої мети можливе за вирішення наступних задач:

1. Виконати аналізаційний огляд конструкторських відомих відцентрових апаратів відомих виробників та ефективність застосування машин для внесення туків;
2. Встановити оптимальні значення конструкційно-кінематичних параметрів роботи апарату;
3. Виконати перевірочні дослідження та підтвердити правильність прийнятих рішень в роботі та дати рекомендації по оптимізації роботи розкидального пристрою.

Об'єкт дослідження – технологічний процес розподілу відцентровим апаратом мінепальних гранульованих добрив.

Предмет дослідження – кінематично-конструкційні режими роботи розкидально-лопаткового пристрою і взаємодія між технологічними та конструкційними параметрами.

Методи дослідження. Дослідження проводились із використанням методів механіко-математичного моделювання, теорії руху матеріальної частинки, числові методи розв'язку задач механіки.

1. ОГЛЯД СТАНУ ПИТАННЯ ТА ЗАСОБІВ ВНЕСЕННЯ ТУКІВ

1.1. Аналіз відомих конструкцій та технологічних процесів внесення добрив

Ефективність машин для внесення мінеральних добрив у значній мірі залежить від того, наскільки повно враховані на етапі їх створення: умови експлуатації самих машин, режими роботи, фізико-механічні властивості добрив і агрономічні вимоги до операції внесення добрив по поверхні поля. Очевидним є те, що це можна зробити тільки шляхом вибору відповідних технологічних та конструкційних параметрів, режимів роботи машин і їх робочих органів з використанням залежностей, які адекватно описують роботу самої машини та її робочих органів.

Однак, як було наведено в першому розділі, існуючі залежності мають ряд недоліків, а методи імітаційного та фізичного моделювання роботи агрегатів за прямою та перевантажувальною технологічними схемами, забору добрив РО та їх розгону, розподілу добрив по поверхні поля неадекватні реальним процесам і неузгоджені з стандартною методикою [14].

В зв'язку з цим доцільним є проведення теоретичних досліджень з метою отримання залежностей, які б адекватно описували закономірності протікання процесів, що здійснюють технологічні засоби для внесення добрив і їх робочі органи з врахуванням умов експлуатації, режимів роботи, технологічних та конструкційних параметрів, фізико-механічних властивостей добрив та агрономічних вимог до операції внесення добрив.

Мінеральні добрива є одним із важливих засобів інтенсифікації виробництва сільськогосподарської продукції. Застосування добрив у поєднанні з іншими прийомами агротехніки (чергування культур у сівозміні, обробіток ґрунту, догляд за посівами та ін.) є важливим заходом підвищення врожайності сільськогосподарських культур, а також поліпшення родючості ґрунтів [31, 10].

Значний вклад у формування наукових основ і дослідження процесу внесення твердих мінеральних добрив зробили вчені: Адамчук В.В., Булгаков В.М.,

Василенко П.М., Вожик Ю.Г., Догановский М.Г., Мельник В.І., Назаров С.І., Онищенко В.Б. Пономаренко Н.О. та інші вчені. Їх дослідження переважно присвячені вивченню впливу конструктивних параметрів машин на робочу ширину їх захвату машини в умовах як безвітряної погоди, так і в умовах вітру.

Окрім того, встановлено, що машини для внесення твердих мінеральних добрив в умовах зменшення обсягів їх застосування мають відносно невелике сезонне завантаження.

Мінеральні добрива за фізичним станом поділяються на тверді й рідкі, за вмістом основних елементів живлення - на прості і складні [15, 16].

Вирощування сільськогосподарських культур супроводжується винесенням з ґрунту поживних речовин. Для відновлення родючості ґрунту поживні речовини повинні повертатись у ґрунт в більшій кількості ніж виносяться. Для ефективного використання мінеральних добрив необхідно знати обсяги винесення елементів живлення рослинами з ґрунту [1, 8, 9, 20, 27].

За планування вирощування сільськогосподарських культур важливо визначити оптимальну дозу внесення добрив, яка забезпечить отримання запланованого врожаю. Чим вище планується врожай, тим більша передбачається доза внесення добрив. Разом з тим, необхідно враховувати, що відсутня пряма залежність між збільшенням дози внесення добрив та підвищенням урожайності сільськогосподарських культур [10].

Розкидальні пристрої відцентрової дії були винайдені понад 80 років назад. Будова пристроїв, в загальному, має: диск з горизонтальним чи вертикальним обертанням, на фронтальній поверхні встановлені лопаті з регульованими чи не змінними параметрами встановлення, привод дискового робочого органу відбувається від ВВП трактора з частотою обертання від 10...20 об/с.

Цей тип туковисівних апаратів працює наступним чином, спрямовуючи добрива на певні ділянки площини відцентрового диска, де вони захоплюються лопатями та м надається обертовий рух. Під дією відцентрової сили частинки добрива розганяються вздовж лопатей від координати потрапляння робочо

площини до периферії диска. У момент зходу з розкидального диска їх абсолютна швидкість дорівнює сумі вектора переносної та відносної швидкості[6]. Гранули добрив розподіляються по полю, вільно розлітаючись за шириною захвату агрегату. У машинах провідних компаній частоту обертання кожного пристрою можна регулювати індивідуально, що дає можливість при необхідності отримати асиметричні параметри внесення на краях полів. Спроби створити розподільчі пристрої зі складними конфігураціями поверхні дисків та лопатей, що мало б підвищити якість внесення і розподіл добрив, не дали бажаних результатів, а натомість призвели до значних ускладнень при внесенні та складнощів при виготовленні конструкції розкидних апаратів. [5,7].

Що стосується розмірів діаметра дисків, встановлено, що в сучасних машинах він виготовляється в двапазоні розміру 220 ... 980 мм. Визначаючи даний конструкційний показник дискового робочого органу, потрібно враховувати, що його збільшення, призведе до наступних негативних наслідків, таких як погіршення динаміки навантаження на привод дискового апарату, за рахунок підвищенні сил інерції, та збільшення металоємкості і вартості машини. Основна частина машин для внесення туків має діаметр дискового розкидача 450-850 мм і виготовленого зі сталі товщиною до 2 мм, які мають антикорозійне покриття. Робоча ширина захвату машин, загалом, залежить від конфігурації поверхні диска, що визначає лінію дії напрямку вектору абсолютної швидкості та траєкторію руху гранул добрива з розкидального апарату до горизонту. Національний науковий центр ІМЕСГ, представив розробку розкидального апарату дископодібної конусно форми, що встановлений перевернутим вершиною донизу. Під час роботи цього типу тукорозкидного диска його абсолютна швидкість, з якою частинки добрива висипаються з їх поверхні, під час руху знаходиться під кутом до горизонту. Це дає можливість збільшити робочу ширину без коригування діаметра та частоти обертання диска. Варто зазначити, що кут нахилу між силовим конусом і його основою становив 5° , що не гарантує повного використання потенційної можливості запропонованого пристрою. Німецька компанія «Amazonen»

розробила аналогічний розкидний пристій, але з нахилом твірної перевернутого конуса під більшим кутом, який становив 12° [2,3].

У розкидачах мінеральних добрив МВУ-0,5 і МВУ-5 встановлювали розкидний диск, конусна перевернута поверхня, якого розташовувалась до твірної з кутом 10° . Прикладались зусилля створити плоскі диски з місцевим нахилом площини потрапляння гранул туків. Кут нахилу його твірної поверхні до горизонту становить до 20° градусів. Виробниками розкидальних машин, був створений диск з конічним наконечником (рис. 1.1), але це рішення не набуло подальшого розвитку, у зв'язку з низькою ефективністю його роботи у порівнянні з конічними дисками. [5,6]

Зрозуміло, що кожен виробник даних пристроїв і машин намагається створити оригінальну конструкцію, що переважала б конкурентів та відрізнялась від їхніх аналогів, але по великому рахунку всі дискові розкидальні апарати мають подібну компоновку.

Аналізуючи вітчизняні конструкції можна назвати сновним недолгом даних пристроїв це нерівномірний розподіл добрив за шириною захвату машини, що спричиняє неефективне використання технологічного матеріалу, що здорожчує виробництво та знижує продуктивність вирощування культур.

Одним із істотних недоліків роботи лопаток є налипання пилу добрив на них, а також подрібнення гранул при ударнодинамічному впливі, що негативно відображається на дальності розподілу і зменшує робочу ширину. Намагання уникнути цих проблем шляхом встановлення лопатей з еластичного полімерного

матеріалу, не мали успіху і призвели лише до здорожчання і ускладнення конструкції. Тому при виготовленні сучасних машин використовують лопаті з нержавіючої сталі. Перевагами сталі є низька кородуюча здатність та гладкість поверхні, що призводить до зниження адгезії добрив.

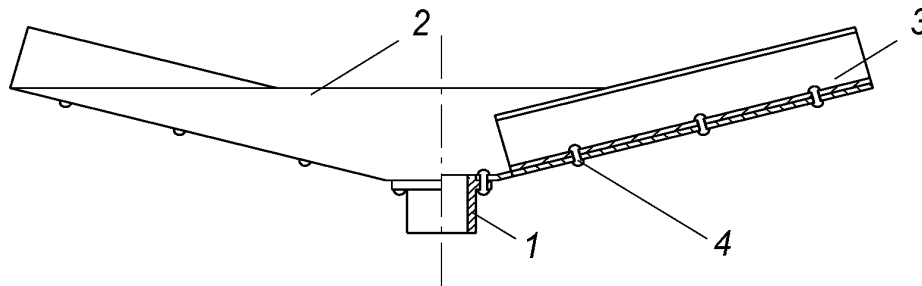


Рис.1.1. Конструкція дисково-рокидного апарата конічної форми:

1- маточина; 2- конічний диск; 3- лопать; 4- кріплення

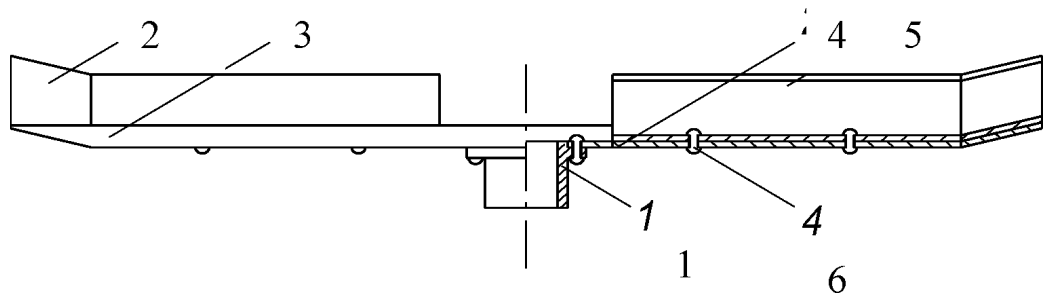


Рис.1.2. Конструкція відцентрового плоского дисково-розкидального пристрою з конічною оправою:

1- маточина; 2- подовжувач лопаті; 3- конічна оправа; 4- диск;

5- лопать; 6- кріплення лопатки

Для підвищення якості розподілу гранульованих добрив спроектовано робочі органи, які мають наступні особливості (рис.1.3.а,б):

- кінці лопаті мають виступи за периферію диска;
- відстань кріплення лопатей внутрішніх і зовнішніх кінців неоднакова;

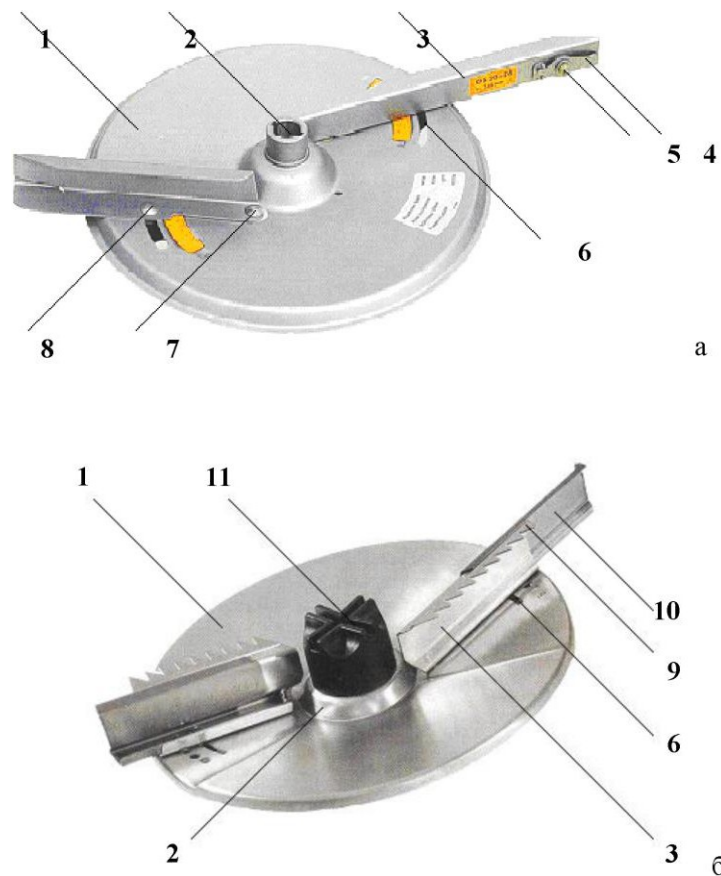


Рис.1.3. Конструкція зарубіжних виробників диково-відцентрових пристроїв:

а, б – диски компаній “Amazonе” і “Rauch”(Німеччина):

1- диск; 2- маточина; 3- лопать; 4- козирок-направляч; 5- ось регулювання козирка; 6- зазор; 7- гвинт повороту лопаті; 8- фіксатор лопаті; 9- зубчаста крайка лопаті; 10- подовжувач; 11- гайка кріплення диска.

В Українському науково-дослідному інституті механізації та електрифікації сільського господарства було розроблено РО, в якому диск мав форму конуса, спрямованого вершиною вниз [2]. При роботі такого РО абсолютна швидкість частинок добрив, які сходять з його поверхні, спрямована під кутом уверх до горизонту. Це дало можливість підвищити робочу ширину захвату без збільшення діаметра і частоти обертання РО. Однак слід зауважити: кут нахилу твірної конуса до його основи складав лише 3° , що не забезпечувало повної реалізації потенційних можливостей такого РО. Аналогічний РО, але із збільшеним кутом нахилу твірної конуса, німецька фірма “Amazonen-Werke” розробила лише через 13 років.

У вітчизняних машинах МВУ-5 і МВУ-8 застосовували РО, твірна конусної поверхні яких була розташована під кутом 10^0 до горизонту.

Конусні диски складніші у виготовленні у порівнянні з плоскими. В зв'язку з цим була зроблена спроба створити диск плоским з локальним нахилом його поверхні до горизонту під кутом до 20^0 . Крім того, було розроблено плоский диск з конусною обичайкою. Однак ці рішення не забезпечили суттєвого ефекту у порівнянні з конусним диском і тому вони не мають практичного застосування.

1.2. Аналіз конструкції закордонних виробників машин для внесення туків

Французький виробник техніки для внесення добрив, створив моделі MDS 8.2 і 14.2 спеціально розроблені для виноградників і фруктових садів, де вони можуть плавно переплітатися всередину та назовні рядкових насаджень. Моделі MDS 18.2 і 20.2 (рис. 1.3.) мають широкий спектр розширень, які дають їм більше автономії та дозволяють їм адаптуватися до різних типів тракторів. Існує так багато можливостей щодо розміру, пропускну здатність, відкривання і закривання вихідного отвору і навіть регулювання. [2].

Японськими розробниками машин був створений РО, в якому лопатки з метою зменшення руйнування гранул були виготовлені з гуми, а у польських машин для внесення добрив моделі “Titan” металеві лопатки покривали гумою [182]. В зв'язку з інтенсивним зношуванням гуми такі РО мали дуже обмежений строк використання.

Одним з суттєвих недоліків лопаток в процесі роботи РО є налипання на них добрив. Спроби усунути цей недолік шляхом виготовлення лопаток з еластичного матеріалу, у вигляді безкінечної стрічки, що установлена на роликах з приводом або з пневмоочисткою, не дали бажаного результату, а тільки призвели до ускладнення конструкції. Тому в РО сучасних машин застосовують лопатки, що виготовлені з нержавіючої сталі. Поверхня таких лопаток не кородує та має низьку шорсткість і завдяки цьому зменшується налипання добрив на неї.



Рис. 1.4. Машина для внесення добрив MDS 18.2 і 20.2

Вузькими машинами легше керуватися між рядами габаритна ширина розкидача добрив MDS 8.2 становить 1,08 м. бункер має «ламани» кути, які сприяють переходу з ряду в ряд без пошкодження посівів. розкривальні диски або обмежувач щоб відрегулювати лопатки для розкидання, потрібно лише кілька секунд до використовуваного продукту та робочої ширини вимагається. наставляє обмежувач розкидання на 2 ряди добрива в основу насадження. видимо з сидення водія 2 градуйовані шкали ідеально розташовані спереду бункера, щоб забезпечити водієві ідеальну видимість налаштувань з сидіння трактора. вихідні елементи управління доступні в одному або гідравлічній версії подвійної дії, електричній чи

електронні з блоком керування QUANTRON A. [2]

Розкидні диски MDS (Multi-Disc-System) (рис. 1.5.) призначені, для так званого, нормального або пізнього внесення добрив по високих культурах. Легке використання, вони забезпечують високу точність для гранульованих добрив, органічних добрива (гранули), насіння для рослинного покриву або гранули від шкідників. Вони можуть регулюватися відповідно до типу добрива, робочої ширини, довжина, кут і орієнтація розкидних лопаток, які можуть швидко налаштувати відповідно до рекомендацій у налаштуваннях таблиці. Для легкого спорожнення та очищення диски можна швидко очистити знімається без інструментів



Рис. 1.5. Розкидні диски MDS (Multi-Disc-System)

. Це забезпечує точні схеми розкидання з високою точністю з усіма видами добрив (включаючи органічні добрива), дрібне насіння та гранули відшкідників. [2]

Диски M1 постачаються стандартно для робочої ширини між 10 і 18 м. Використання дисків M2 допускає ширину від 18 до 24 м залежно від продуктів, які будуть намазуватися, не змінюючи якість розкидання при оптимізації врожайності на краю поля. Пристрій з одним бункером MDS .2 має компактну конструкцію з ідеальним центром ваги. Цей пристрій дозволяє використовувати невеликі трактора, не порушуючи якості роботи, сприяє збереженню ґрунту структуру та підвищить вашу стійкість під час руху дорогами. [2]

Дворядне розкидання для розкидання в садах і виноградниках дворядний

розкидний пристрій виготовлений з нержавіючої сталі. Цінні добрива зберігаються як поживні речовини доставляється в кореневу зону просапних культур і в неї не потрапляє гранулят машинної колії. Це специфічне пристосування можна легко налаштувати на відстані від 2 до 5 м без інструментів (рис. 1.6.). [2]



Рис. 1.6. Пристосування MDS .2

Усі MDS .2 придатні для розкидання в органічному землеробстві. Скористайтесь діаграмами розкидання для певних схвалених органічних добрив, таких як пелети або гранули. Також забезпечений легкий процес обслуговування та чищення бункера. Крім того, висока частка нержавіючої сталі матеріали та продумане порошкове покриття зберігають цінність і термін служби моделей MDS протягом багатьох років. Як варіант, ви можете оснастити розкидувач MDS .2 пристрій, спеціально розроблений для просапних культур, таких як кукурудза, полуниця, овочами та ін. Дозволяє забезпечити точно до семи рядів с потрібного добрива одночасно. Цей пристрій можна налаштувати різні кількості дозування та міжряддя всього за кілька простих кроків. З одного боку, це економить добриво, а з іншого – економить навколишнє середовище. Його можна комбінувати з MDS 14.2, 18.2 і 20.2. моделями. [2]

AMAZONE при розробці техніки для внесення покращених орієнтується на

оптимізацію живлення рослин. Для практичного внесення добрив інтерес представляє в першу чергу прецизійність розміщення поживних речовин. AMAZONE пропонує лінійку розкидачів гранульовани добрив, яка відповідає всім європейським стандартам точності розподілу та граничного розподілу. [3]



Рис. 1.7. Розкидач гранульованих добрив AMAZONE ZA-X

Перевагами на перший погляд даної машини є, подвіна конструкція бункера для добрив з оптимізованою формою, для постійного контролю функцій та більшої прецизійності. Дрібно-пористі сітчасті фільтри запобігають несправності при розподілі і легко складаються і закріплюються для очищення агрегату. Виготовлена повністю з нержавіючої сталі система розподілу Комфорт і надійність завдяки простому та легко доступному налаштуванню норми внесення та ширини захвату. Система подвійних заслінок для оптимального регулювання норми внесення та швидкого відкривання та закривання бункера. Пристрій для розподілу по рядах для оптимального внесення добрива під час обробітку технічних культур. [3]

Навісний розкидач добрив ZA-M (рис. 1.8.), з об'ємом бункера до 3.000 л та шириною захвату 36 м, є ідеальною машиною для сільськогосподарських підприємств та підрядних організацій, для яких точність та надійність мають велике

значення. Високопродуктивні мішалки, що повільно обертаються, і низька кількість обертів дисків сприяють рівномірному, ощадному потоку добрив. [3]



Рис. 1.8. Навісний розкидач добрив ZA-M

Навісний розкидач ZA-V (рис.1.9.) з об'ємом бункера від 1400 до 4200 л переконає своєю високою робочою швидкістю до 30 км/год. Завдяки високій пропускній здатності до 390 кг/хв та ширині захвату до 36 м досягається особливо висока продуктивність. ISOBUS-комунікація, техніка, що зважає, гідравлічний або електричний пристрій для прикордонного розподілу Limiter V або V+ і безліч опцій роблять розподільник ZA-V дуже сучасною машиною.

Встановлено основні недоліки існуючих туко-розкидних апаратів машин з відцентрово-дисковими робочими органами і прийнято рішення, виконати дослідження якісних показників роботи відцентрово-лопатевого диска розкидача мінеральних добрив аналітичним та дослідницькими методами.



Рис. 1.9. Навісний розкидач ZA-V

Висновки до розділу. Проаналізовано конструктивнотехнологічні параметри відомих вітчизняних та зарубіжних машини та їх робочих органів для внесення мінеральних добрив суцільним способом. Встановлено, що не всі пристрої забезпечуть процес якісного та ефективного розподілу туків в оптимальних параметрах під час роботи. Оптимальна продуктивність та рівномірність розподілу гранульованих мінеральних добрив суттєво залежить від ширини захвату та конструкційних параметрів дисково-розкидного апарату туків.

Огляд конструкцій машин для внесення добрив відцентро-водискового типу довів, що основні зусилля та напрямки удосконалення дисково-розкидних робочих органів машин направлені на підвищення ефективності роботи розкидачів.

Встановлено основні недоліки існуючих туко-розкидних апаратів машин з відцентрово-дисковими робочими органами і прийнято рішення, виконати дослідження якісних показників роботи відцентрово-лопатевого диска розкидача мінеральних добрив аналітичним та дослідницькими методами.

2. ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ВІДЦЕНТРОВО-ДИСКОВОГО РОЗКИДНОГО АПАРАТУ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ

2.1. Визначення основних параметрів дискового тукорозкидного апарату

Теоретичне ґрунтування технологічного процесу розкидного дискового тукорозкидного апарату має два основні етапи:

- подача добрив крізь вихідний отвір;
- сходження гранул туків з поверхні диска.

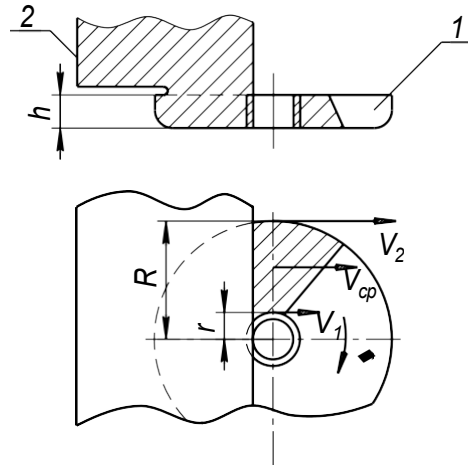


Рис. 2.1. Схема виведення добрив тарілкою тукорозкидного апарату:

1-диск; 2-бункер.

Подача туків за одну секунду диском Q_c з бункера залежить від площі поперечного перерізу вихідного перетину S та колової швидкості диска V_{cp} (рис. 2.1.)[5]

$$Q_c = S \cdot V_{cp} \cdot \rho, \quad (2.1)$$

де ρ - об'ємна маса туків, кг/м^3 ;

якщо

$$S \approx h(R - r),$$

Тоді середня колова швидкість буде визначатись

$$v_{cp} \approx (V_1 + V_2)/2 = \omega \cdot (R + r)/2 ;$$

де h - висота вихідного петину, м.

Тоді секундна подача туків становить

$$Q_c = \rho \cdot \omega \cdot h \cdot (R^2 - r^2) / 2 . \quad (2.2)$$

З врахуванням дози внесення добрив заленість запишеться у вигляді:

$$Q_c = \frac{10^{-4} \cdot Q \cdot b_p \cdot V_m}{z}, \quad (2.3)$$

де Q - доза внесення добрив, кг/га;

b_p - робоча ширина захвату розкидного апарату, м;

V_m - лінійна швидкість агрегату, м/с;

z - кількість розкидних апаратів., шт.

Співвідношення правих частин виразів (2.2., 2.3) дасть формулу визначення висоти прохідного вікна:

$$h = \frac{2 \cdot 10^{-4} \cdot Q \cdot b_p \cdot V_m}{\rho \cdot \omega \cdot z \cdot (R^2 - r^2)} .$$

2.2. Теоретичне обґрунтування процесу роботи дисково-відцентрового розкидного апарата

Технологічний процес виконання внесення гранульованих туків дисково-відцентровим апаратом складається з наступних етапів:

- рух гранул туків відносно поверхні диска;
- розподіл гранул добрив кинутих у площині обертання диска.

Моделювання процесу розподілу, важливо розпочати з визначення мінімальної частоти обертання розкидного диска, необхідній для початку руху гранул по поверхні диска в координаті потрапляння. Щоб математично описати процес початку розподілу добрив, розглянемо площину робочої поверхні диска, в точці потрапляння частинки туків (рис. 2.2.).

На матеріальну точку діє: сила тертя $F_{mp} = m \cdot g \cdot f$ і зусилля відцентрового переносного руху $F_e = m \cdot \omega^2 \cdot r_a$ (рис. 2.2., а), тоді рівняння рівноваги частинки запишемо наступним чином:[5]

$$F_e = F_{mp} \cdot \quad (2.5)$$

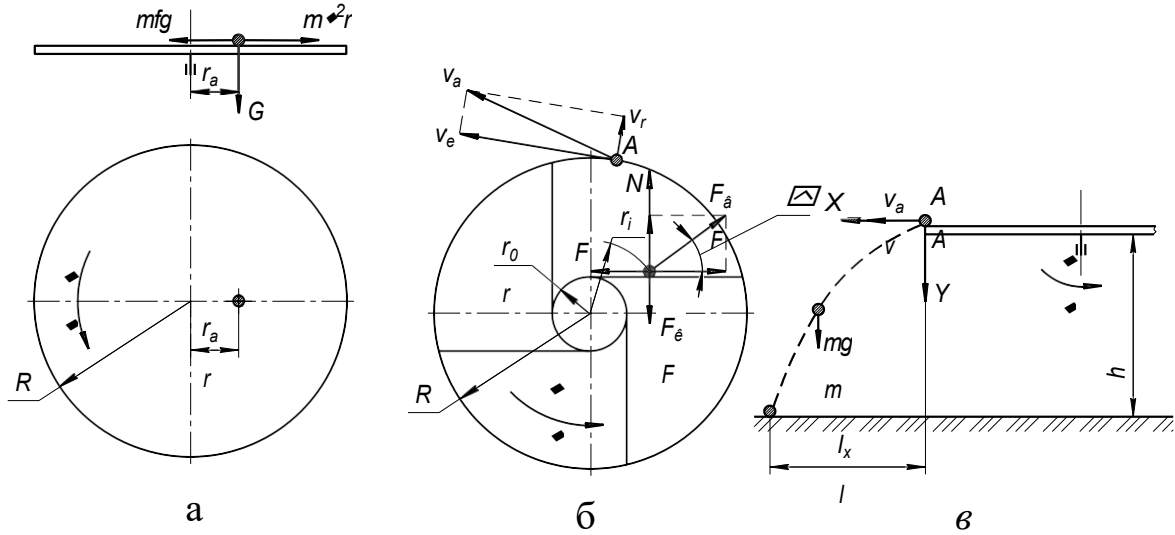


Рис. 2.2. Розрахункова схема відцентрового дисково-розкидного апарата

Підставимо складові виразу та отримаємо:

$$m \cdot \omega^2 \cdot r_a = m \cdot g \cdot f \cdot \quad (2.6)$$

Враховує, що $r_a = r_0$ - радіус переносного руху рівний мінімальному значенню радіуса потрапляння добрив із бункера, і $\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}$, тоді, підставимо параметри та отримаємо вираз мінімальної частоти обертання диска:

$$n_{min} = \frac{30}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{g \cdot f}{r_0}} \cdot \quad (2.7)$$

Отримали значення теоретичної частоти обертання розкидного диска n_{min} розрахованою за формулою (2.7), при якій відбувається початок руху частинки добрив по його поверхні.

Матеріальна частинка добрив, що потрапила на поверхню диска, через якийсь час потрапить до лопатки, тобто подальший рух буде відбуватись вздовж радіуса лопаті. Під час ковання гранули добрив на неї відбувається дія: сили відцентрової інерції $F_e = m \cdot \omega^2 \cdot r_i$, яка розкладається на дві складові по напрямку вздовж лопаті $m \cdot \omega^2 \cdot r_i \cdot \cos \psi$ та її тангенціальна складова $m \cdot \omega^2 \cdot r_i \cdot \sin \psi$; а також коріолісова сила інерції $F_k = 2 \cdot m \cdot \omega \cdot r_i$, що направлена в протилежну сторону відносно вектора коріолісового прискорення; сили тертя частинки по поверхні диска $F_l = m \cdot g \cdot f_l$ та відповідно по лопаті, буде становити $F_2 = m \cdot f_2 \left(2 \cdot \omega \cdot r_i - \omega^2 \cdot r_i \cdot \sin \psi \right)$. Враховучи всі складові, умова рівноваги запишеться наступним чином:

$$F_l + F_2 + F_e \cdot \cos \psi = 0. \quad (2.8)$$

звідки

$$m \cdot \left(g \cdot f_l + f_2 \left(2 \cdot \omega \cdot r_i - \omega^2 \cdot r_i \cdot \sin \psi \right) \right) - m \cdot \omega^2 \cdot r_i \cdot \cos \psi = 0. \quad (2.9)$$

Враховуючи граничні умови $r_i = r_0$ і $f_l = f_2$, отримаємо рівняння

$$g \cdot f + 2 \cdot \omega \cdot r_0 \cdot f - \omega^2 \cdot r_0 \cdot f \cdot \sin \psi - \omega^2 \cdot r_0 \cdot \cos \psi = 0. \quad (2.10)$$

тоді

$$r_0 = \frac{g \cdot f}{\omega^2 \cdot f \cdot \sin \psi + \omega^2 \cdot \cos \psi - 2 \cdot \omega \cdot f}. \quad (2.11)$$

Встановимо значення мінімального радіуса потрапляння частинки добрив, що створить умову руху туків вздовж лопатки диска.

Добрива досягнувши кінця лопатки, сходять та відбувається її політ. Тоді абсолютна швидкість руху частинки добрив буде визначатись

$$\vec{V}_a = \vec{V}_r + \vec{V}_e. \quad (2.12)$$

Прийнявши, що $\vec{V}_r \perp \vec{V}_e$, можна записати, як $\vec{V}_a \approx \vec{V}_e$, тобто швидкість переносного руху добрив з диском.

Враховучи невеликий розмір гранул туків, опір повітря під час польоту частинки виначимо а допомогою системи рівнянь:

$$\begin{cases} x = V_a \cdot t; \\ y = \frac{g \cdot t^2}{2}, \end{cases} \quad (2.13)$$

де t - тривалість польоту добрив.

З іншого рівняння системи за умови $y = h$ визначимо час польоту

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}}, \quad (2.14)$$

де h - висота встановлення дискового апарату відносно поверхні поля, м
враховуючи час t з першого рівняння системи (2.13) можна встановити координату потрапляння частинки туків

$$x = l_x = V_a \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}}, \quad (2.15)$$

де l_x - шлях, який пододала частинка добрив, м.

Отриманий математичний вираз можна застосувати для розрахунку ширини захвату машин для внесення та рокидання туків

$$b = 2 \cdot V_a \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}} + l_a, \quad (2.16)$$

де l_a - міжосьова відстань дисків, $l_a = (2,4 \dots 2,6) \cdot R$.

За допомогою отриманих рівнянь встановлено значення параметрів вдцентрово-дискового апарату $h = 0,45 \dots 0,65$ м; $\psi = 0 \dots \pm 15^\circ$; $V_a = V_e = V = 6 \dots 14$ м/с;

$V_m = \frac{V}{3 \dots 4}$, де V_m - лінійна швидкість агрегату.

Отримали значення теоретичної частоти обертання розкидного диска, диска розкидного диска, що становить $n_{mi} = 686 \text{ хв}^{-1}$ розрахованою за отриманою моделлю (2.7), при якій відбувається початок руху частинки добрив по його поверхні. Матеріальна частинка добрив, що потрапила на поверхню диска, через якийсь час потрапить до лопатки, тобто подальший рух буде відбуватись вздовж радіуса лопаті.

2.3. Рух гранули після сходу з поверхні диска з урахуванням дії вітру

Розглядається математична модель руху частинки з врахуванням опору (напору) навколишнього середовища. Загальний випадок, коли частинка рухається в повітрі після сходження з робочого органу.

На матеріальну точку діють сили (рис.2.3).

Вага $m\vec{g}$, де $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ прискорення вільного падіння.

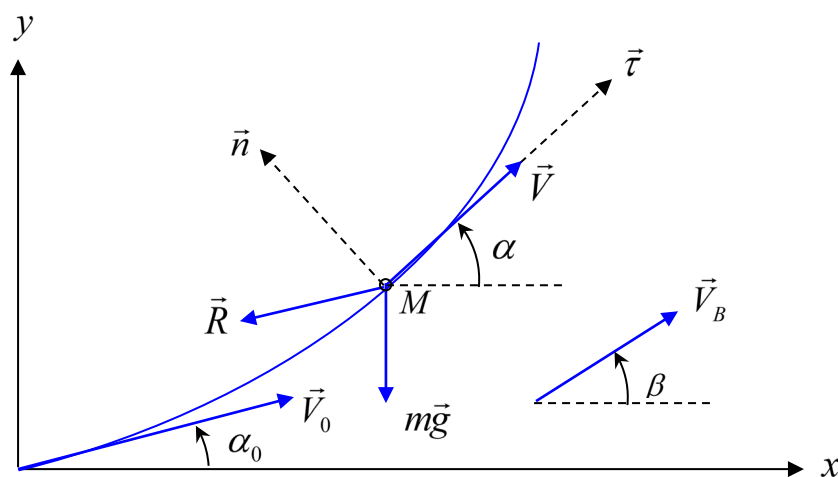


Рисунок 2.3. Схема сил, які діють на матеріальну точку
Сумарна сила опору (напору) навколишнього середовища:

$$\vec{R} = k \cdot m \cdot g (\vec{V} - \vec{V}_B),$$

де k , с/м - коефіцієнт опору;

V , м/с - швидкість частинки в довільний момент часу t (утворює кут α з горизонтом);

V_B , м/с - постійна швидкість вітру, направлена під кутом β до горизонту;

V_0 , м/с - початкова швидкість матеріальної частинки M (утворює кут α_0 з горизонтом).

В натуральній системі координат (Mtn) система диференціальних рівнянь руху частинки записується згідно:

$$m \frac{dV}{dt} = F_{\tau}, \quad m \frac{V^2}{\rho} = F_n,$$

яка в розгорнутому вигляді пропонується має вигляд:

$$\begin{cases} m \frac{dV}{dt} = -m \cdot g \cdot \sin \alpha - k \cdot m \cdot g \cdot [V - V_B \cdot \cos(\beta - \alpha)]; \\ m \frac{V^2}{\rho} = -m \cdot g \cdot \cos \alpha + k \cdot m \cdot g \cdot V \cdot \sin(\beta - \alpha), \end{cases} \quad (2.1.)$$

де $\frac{1}{\rho} = \frac{d\alpha}{ds}$ - кривизна траєкторії;

s – дугова координата траєкторії.

Враховуючи, що

$$V = \frac{ds}{dt}; \quad \frac{dV}{dt} = \frac{dV}{ds} \cdot \frac{ds}{dt} = V \frac{dV}{ds}; \quad \frac{dV}{ds} = \frac{dV}{d\alpha} \cdot \frac{d\alpha}{ds} = \frac{1}{\rho} \cdot \frac{dV}{d\alpha},$$

отримуємо:

$$\frac{dV}{dt} = \rho \cdot \frac{dV}{d\alpha}.$$

З врахуванням останнього, перетворюємо систему диференціальних рівнянь (2.1) до вигляду

$$\left. \begin{aligned} \frac{V}{g \cdot \rho} \cdot \frac{dV}{d\alpha} &= -k \cdot V + A \cdot \cos(\alpha + \varphi) \\ \frac{V^2}{g \cdot \rho} &= -A \cdot \sin(\alpha + \varphi) \end{aligned} \right\} \quad (2.1')$$

$$\begin{aligned} \text{де } \sin \varphi &= \frac{1 - k \cdot V_B \cdot \sin \beta}{A}; & \cos \varphi &= \frac{k \cdot V_B \cdot \cos \beta}{A}; \\ A &= \sqrt{(1 - k \cdot V_B \cdot \sin \beta)^2 + (k \cdot V_B \cdot \cos \beta)^2}. \end{aligned}$$

З другого рівняння (2.1') отримуємо

$$\frac{1}{g \cdot \rho} = - \frac{A \cdot \sin(\alpha + \varphi)}{V^2} \quad (2.2)$$

Перше рівняння системи (2.1') з врахуванням (2.2) перетворюється до вигляду:

$$\frac{1}{V} \cdot \frac{dV}{d\alpha} = \frac{\left(\frac{k}{A}\right) \cdot V - \cos(\alpha + \varphi)}{\sin(\alpha + \varphi)} \quad (2.3)$$

Після інтегрування отримуємо:

$$V(\alpha) = \frac{1}{C_0 \cdot \sin(\alpha + \varphi) + \frac{k}{A} \cdot \cos(\alpha + \varphi)} = \frac{1}{A_1 \cdot \sin(\alpha + \varphi + \Omega)}, \quad (2.4)$$

$$\text{де } \cos \Omega = \frac{C_0}{A_1}; \quad \sin \Omega = \frac{\left(\frac{k}{A}\right)}{A_1}; \quad A_1 = \sqrt{C_0^2 + \left(\frac{k}{A}\right)^2}.$$

$$C_0 = \frac{\left[\frac{1}{V_0} - \frac{k}{A} \cdot \cos(\alpha_0 + \varphi) \right]}{\sin(\alpha_0 + \varphi)} - \text{постійна інтегрування [знаходиться з початкової умови: } V(\alpha_0) = V_0].$$

Використовуються відомі залежності

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha &= \frac{dx}{ds} = \frac{dx}{d\alpha} \cdot \frac{d\alpha}{ds} = \frac{1}{\rho} \cdot \frac{dx}{d\alpha} \\ \sin \alpha &= \frac{dy}{dS} = \frac{dy}{d\alpha} \cdot \frac{d\alpha}{ds} = \frac{1}{\rho} \cdot \frac{dy}{d\alpha} \end{aligned} \right\}$$

Отримаємо:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dx}{d\alpha} &= \rho \cdot \cos \alpha \\ \frac{dy}{d\alpha} &= \rho \cdot \sin \alpha \end{aligned} \right\}$$

З врахуванням (2.2) та (2.4) після перетворення та інтегрування останніх залежностей маємо:

$$x(\alpha) = \frac{1}{k \cdot g} \cdot \frac{A}{k} \left[\cos \varphi \cdot \ln \frac{\sin(\alpha + \varphi + \Omega)}{\sin(\alpha + \varphi)} - \sin \Omega \cdot \cos(\varphi + \Omega) \cdot \operatorname{ctg}(\alpha + \varphi + \Omega) \right] + C_1, \quad (2.5)$$

$$y(\alpha) = \frac{1}{k \cdot g} \cdot \frac{A}{k} \left[-\sin \varphi \cdot \ln \frac{\sin(\alpha + \varphi + \Omega)}{\sin(\alpha + \varphi)} + \sin \Omega \cdot \sin(\varphi + \Omega) \cdot \operatorname{ctg}(\alpha + \varphi + \Omega) \right] + C_2,$$

де постійні інтегрування C_1 та C_2 отримуємо з початкових умов: $x(\alpha_0) = 0$, $y(\alpha_0) = 0$.

З рівняння (2.2) отримуємо:

$$\frac{d\alpha}{ds} = -A \cdot g \cdot A_1^2 \sin(\alpha + \varphi) \sin^2(\alpha + \varphi + \Omega) \quad (2.6)$$

Проінтегрувавши, знаходимо

$$s(\alpha) = \frac{A}{k^2 \cdot g} \left[-\frac{\sin \Omega}{\sin(\alpha + \varphi + \Omega)} + \cos \Omega \cdot \ln \left(\operatorname{tg} \frac{\alpha + \varphi + \Omega}{2} \right) - \ln \left(\operatorname{tg} \frac{\alpha + \varphi}{2} \right) \right] + C_3 \quad (2.7)$$

Постійна інтегрування C_3 знаходиться з умов $S(\alpha_0) = 0$.

Оскільки

$$\frac{1}{A_1 \sin(\alpha + \varphi + \Omega)} = V = \frac{ds}{dt} = \frac{ds}{d\alpha} \cdot \frac{d\alpha}{dt},$$

то з урахуванням формули (2.6) останній вираз можна перетворити до вигляду:

$$dt = \frac{1}{A \cdot g \cdot A_1} \cdot \frac{d\alpha}{\sin(\alpha + \varphi) \cdot \sin(\alpha + \varphi + \Omega)}.$$

Після інтегрування маємо

$$t = \frac{1}{A \cdot g \cdot A_1 \cdot \sin \Omega} \cdot \ln \left[C_4 \frac{\sin(\alpha + \varphi + \Omega)}{\sin(\alpha + \varphi)} \right] \quad (2.8)$$

де $C_4 = \frac{\sin(\alpha_0 + \varphi)}{\sin(\alpha_0 + \varphi + \Omega)}$ - постійна інтегрування, яка знаходиться з початкової умови:
 $\alpha(t = 0) = \alpha_0$.

На основі рівняння (2.8), отримуємо:

$$\alpha(t) = \arctg \left(\frac{\sin \Omega}{\frac{e^{k \cdot g \cdot t}}{C_4} - \cos \Omega} \right) - \varphi.$$

Система рівнянь (2.5) з врахуванням останнього виразу визначає рівняння траєкторії руху частинки в параметричній формі

Процес розподілу гранул по поверхні поля носить багатofакторний імовірнісний характер. На нього впливають: нормальний закон розподілу коефіцієнта вітрильності, логарифмічний закон залежності дальності польоту від коефіцієнта вітрильності, закон поступового руху агрегату в цілому. Суперпозиція цих законів дає остаточну картину розподілу добрива по поверхні. В загальному випадку цей закон не може бути рівномірним. Але, якщо забезпечити достатньо велику кількість варіантів початкового сходу гранул з поверхні то з точки зору теорії імовірності цей закон стане наближатись до рівномірного.

3. ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Мета і програма експериментальних досліджень

Відповідно до поставленої мети окреслено коло задач, вирішення яких є необхідною і достатньою умовою.

1. Розробити методики визначення:

- параметрів розподілу гранул по поверхні ґрунту в лабораторних умовах;
- допустимої швидкості удару гранул по поверхні диска з урахуванням вологості гранул;
- впливу вітру на параметри розподілу гранул по поверхні;
- впливу коливань висоти розташування диска та кута нахилу лопаток на розподіл гранул по поверхні поля.

2. Розробити конструкційну схему дослідної установки та виготовити стенд.

3. Виготовити модель диска, в якій передбачити можливість зміни основних конструкційних параметрів.

4. Провести лабораторні експерименти відповідно до програми досліджень.

Програма експериментальних досліджень

Розробленою програмою експериментальних досліджень передбачено проведення лабораторних і польових випробувань.

Лабораторними дослідженнями передбачалось:

- визначення основних механіко-технологічних властивостей добрив, що використовуються в дослідках;
- встановлення розподілу гранул за кінематичними та геометричними параметрами: частота обертання n диска, рад/с; кути $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ постановки напрямних потоку, град; кути $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$, – кути нахилу лопатей до площини обертання диска, град;
- розрахунок параметрів розподілу по поверхні окремо від кожного потоку

та одночасно від усіх потоків для різного фракційного складу добрива;

- визначення конструкційних параметрів диска, за яких розподіл є найбільш наближеним до рівномірного;

- дослідження впливу вітру різної направленості і швидкості на кінцевий розподіл добрив;

- встановлення впливу на кінцевий розподіл добрив коливань висоти розташування диска та кута нахилу відносно поверхні ґрунту.

Прийнята програма досліджень дозволяє в повному обсязі визначити параметри, необхідні для оцінки адекватності запропонованої математичної моделі.

3.2. Характеристика вихідного матеріалу

Параметри розподілу гранулометричного складу

Як відомо, [33, 42, 68], показник фракційного складу гранул не є сталою величиною, хоча багато в чому і визначає їх розподіл по поверхні ґрунту. Задачею досліджень було створення робочого органа, у якому вплив цього параметра був би зведений до мінімуму.

Враховуючи те, що розроблена математична модель передбачає використання не загального закону розподілу, а відсоткового вмісту фракцій, нами був використаний метод просіювання крізь решета з визначенням саме вагового співвідношення фракцій.

Відомо [42], що виробники мінеральних добрив орієнтуються на розмір гранул 1,0–5 мм. Менші за розміром гранули суттєво відрізняються за аеродинамічними властивостями, більші – схильні до руйнування. Тому для решітного класифікатора нами обраний такий крок діаметрів отворів:

5 – 4 – 3 – 2 – 1,0 мм.

Добрива висипали у верхнє решето класифікатора і по чергово

просіювали на решетах (рис. 3.1).



Рис.3.1. Решітний класифікатор фракційного складу.

Окремі фракції зважували і підраховували їх відсотковий вміст. Додатково обчислювали коефіцієнт структурності

$$K_{CT} = \frac{A}{B - A},$$

де A – маса гранул у діапазоні 1,0–5 мм;

B – загальна маса взятої проби.

Розроблені методики мають відмінності від загальновідомих. Використання їх, як показали проведені експерименти, є виправданим. Методики забезпечують отримання дослідних параметрів з обумовленою точністю $\pm 10\%$.

Механіко-технологічні властивості добрив

У ході експерименту встановлювали основні механіко-технологічні властивості добрив, що використовувалися для досліджень.

Для визначення вологості, питомої ваги, коефіцієнтів внутрішнього та зовнішнього тертя, коефіцієнта відновлення при ударі застосовували стандартні

методики [68, 76, 82]. Оригінальними можна вважати методики визначення допустимої швидкості удару гранул добрива об металеву поверхню та встановлення їх аеродинамічних властивостей.

Допустиму швидкість удару розраховували за наступною схемою – рис. 3.2.

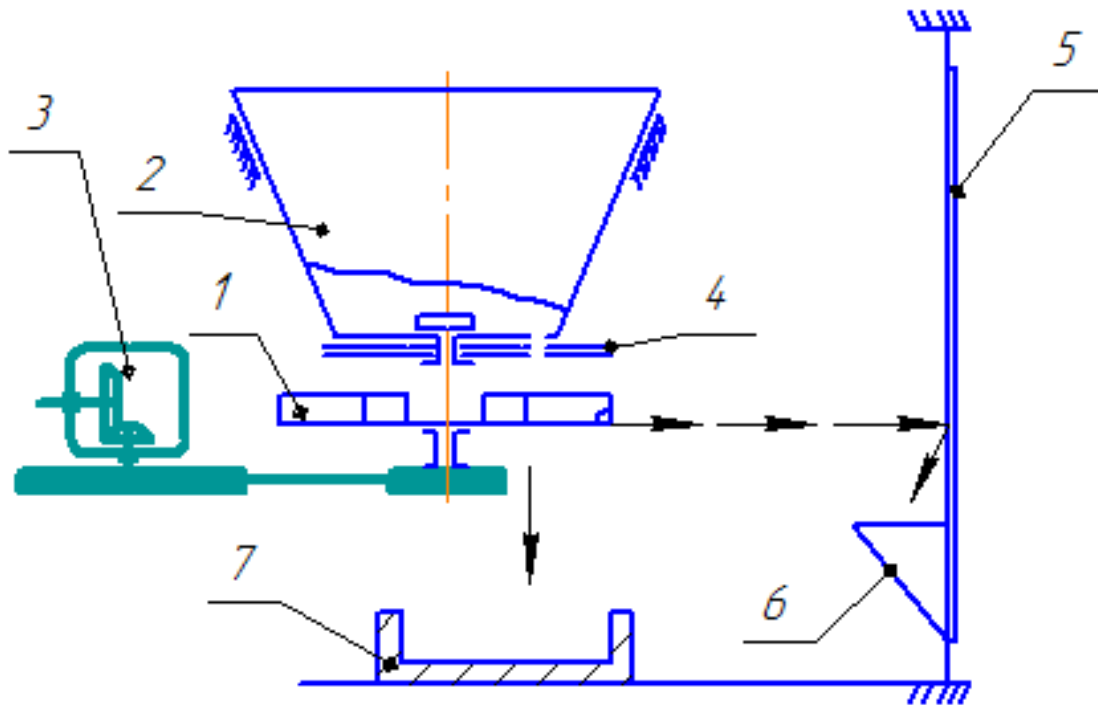


Рис. 3.2. Схема до визначення допустимої швидкості удару гранули добрива по металевій поверхні: 1 – лопатевий диск; 2 – бункер; 3 – механізм приводу; 4 – дозатор; 5 – світлопоглинаючий екран; 6 – карман; 7 – лоток.

Лабораторна установка складається з лопатевого вала 1 з вертикальною віссю обертання, бункера 2, механізму приводу з встановленим тахометром 3, дозатора 4, світлопоглинального екрана 5, збірника відпрацьованого матеріалу – кармана 6 та лотка 7.

Перед початком роботи відбирали 1,0–2 кг досліджуваного добрива і визначали його гранулометричний склад. Фракції, менші за 1,0 мм та більші за 5,0 мм відкидали. Добрива завантажували в бункер, включали електродвигун і тиристорним регулятором встановлювали початкову швидкість обертання ротора. Відкривали заслінку бункера і спрямовували потік у зону дії лопатей. При

потраплянні на лопать добрива відбиваються в напрямку збірника 6. Не відбиті гранули потрапляють у лоток 7. Гранули зі збірника 6 і лотка 7 змішували і визначали фракційний склад. Результат порівнювали з вихідним. Експеримент проводять поступово збільшуючи швидкість обертання до фіксування різниці за масою дрібних фракцій, що свідчить про наявність травмування. Швидкість удару визначали як $V = \omega \cdot R$, де ω – кутова швидкість, с^{-1} ; R – відстань від центра обертання до точки контакту, м ($R = 0,3\text{м}$).

Щодо вологості гранул, то вона надзвичайно впливає на допустиму швидкість удару.

Коефіцієнт парусності розраховували за формулою:

$$K_{\Pi} = g/V^2,$$

де g – прискорення вільного падіння; V – критична швидкість.

Критичну швидкість встановлювали на парусному класифікаторі дещо зміненої конструкції (рис. 3.3), у якому швидкість потоку заміряли безпосередньо анемометром 3.

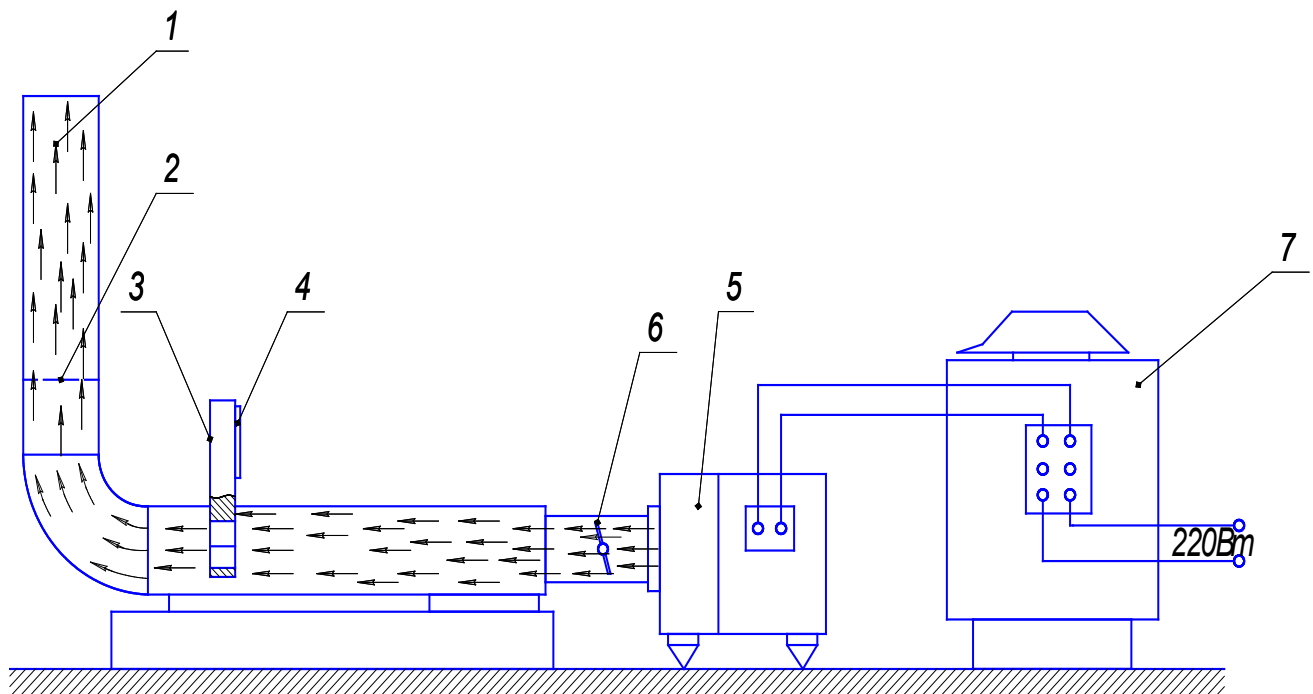


Рис.3.3. Схема модифікованого парусного класифікатора:

1 – труба; 2 – сітка; 3 – анемометр; 4 – екран анемометра;
5 – дросель; 6 – вентилятор; 7 – трансформатор.



Рис. 3.4. Використаний в дослідках
анемометр DT-318.

У пристрої повітряний потік утворюється вентилятором 5, який живиться від трансформатора 7. Швидкість потоку регулюється заслінкою 6. Застосування анемометра 3, на відміну від трубки Піто, дозволяє безпосередньо заміряти швидкість без виконання допоміжних розрахунків. До того ж конструкція анемометра (рис. 3.4) сприяє вирівнюванню потоку, тобто робить його ламінарним.

Запропонована методика визначення допустимої швидкості удару гранули по металевій поверхні, у тому числі і з урахуванням вологості гранул. Проведені дослідження показали доцільність використання такої методики.

3.3. Лабораторні дослідження

Лабораторні дослідження виконували у два етапи: без впливу та з впливом вітру на результати розподілу. На першому етапі (без впливу вітру) визначали оптимальні параметри розкидача, на другому – перевіряли адекватність розробленої математичної моделі.

Це потребувало постійного контролю механіко-технологічних властивостей добрива і особливо гранулометричного складу. У разі відхилень – параметри вихідного матеріалу корегували додаванням гранул певного гранулометричного діапазону.

У всіх експериментах використовували однакову масу технологічного

матеріалу – 5 кг.



Рис.3.8. Зовнішній вид механізму приводу диска.

Перед початком експерименту лотки, з встановленими пробовідбірниками, розміщали на поверхні в такий спосіб, щоб максимально перекрити ширину захвату. Бункер 1 заповнювали технологічним матеріалом (рис.3.5). За допомогою попередньо відградуйованого тиристорного регулятора встановлювали необхідну частоту обертання і лабораторну установку приводили в дію до повної витрати технологічного матеріалу (рис.3.8). По закінченні експерименту пробовідбірники 9 виймали з лотка, фіксували координати їх положення відносно осі диска і зважували.

Дію вітру моделювали шляхом встановлення лопатевого вентилятора. Оскільки параметри розподілу без дії вітру нами були попередньо покоординатно встановлені, у дослідях використовували тільки один лоток. Розмір лотка взятий 1500×1500 , а пробовідбірників 50×50 з метою точності проведення дослідження.

Швидкість і напрямок повітряного потоку регулювали зміною положення вентилятора 3 відносно лотка 2 (рис.3.9). Швидкість потоку заміряли анемометром 4.

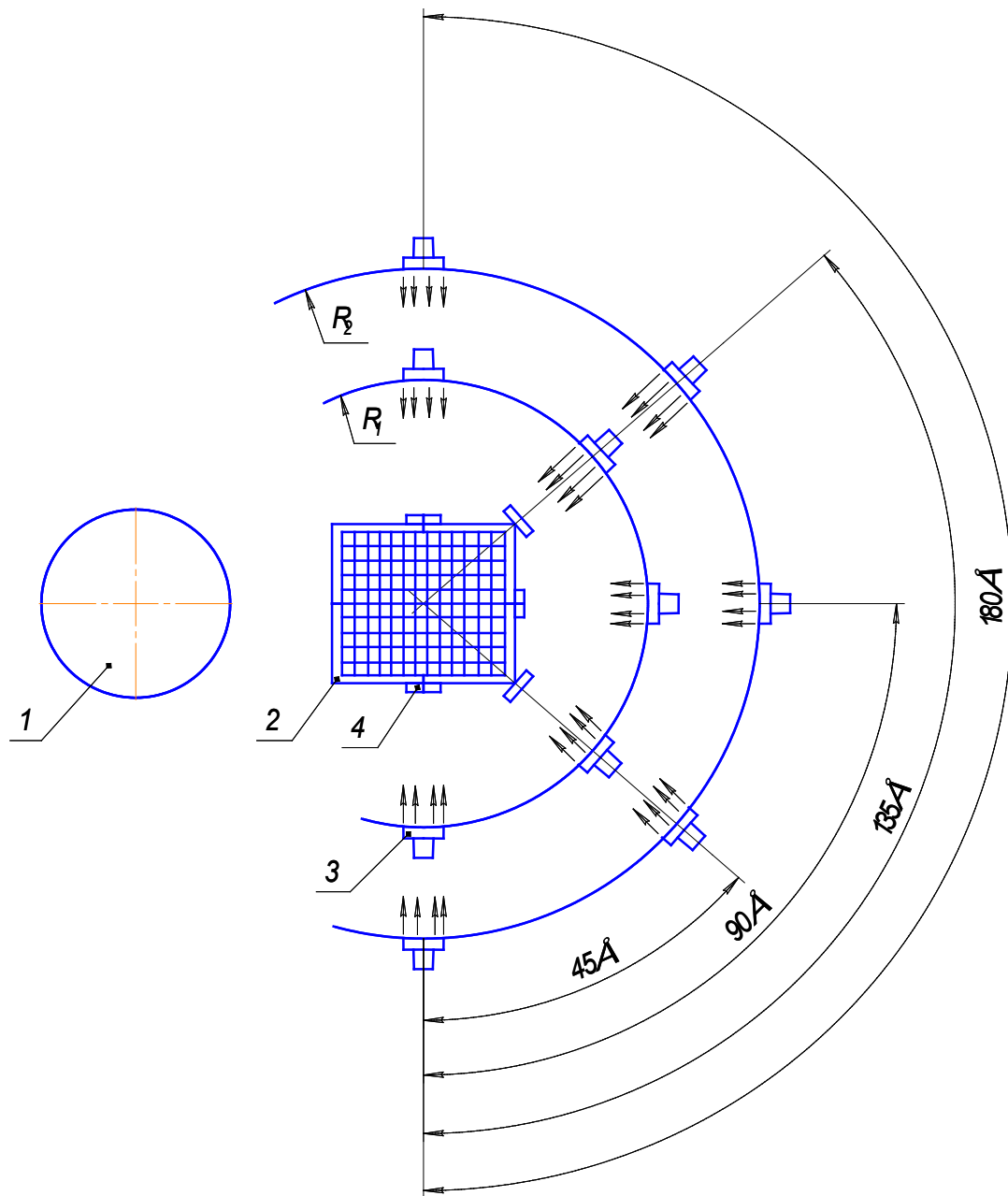


Рис. 3.9. Схема досліджень дії повітряного потоку:
1 – диск розкидача; 2 – лоток з пробовідбірниками; 3 – вентилятор;
4 – анемометр.

Методика досліджень впливу повітряного потоку дозволяє визначити вплив швидкості вітру в ламінарному режимі, максимально наближеному до реальних

умов роботи машини для внесення мінеральних добрив.

Експериментально встановлювали вплив напрямку вітру на рівномірність внесення мінеральних добрив та на дальність польоту гранул, де повітряний потік спрямовували під кутом до напрямку руху на 45 та 135° і відповідно 90 та 180°. Швидкість вітру, вибирали в межах 3 м/с.

На рис.3.9. зображено схему досліджень дії повітряного потоку на рівномірність внесення мінеральних добрив.

Методика статистичної обробки результатів досліджень

Після проведення кожного етапу експерименту гранули в кожному пробовідбірнику зважували і знаходили середнє значення:

$$X_{CP} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{l=1}^n X_l,$$

де X_l – маса гранул, взятих в окремому пробовідбірнику;

n – кількість пробовідбірників.

Знаходили середнє квадратичне відхилення:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{l=1}^n (X_l - X_{CP})^2}.$$

Розраховували коефіцієнт варіації v , який тотожно дорівнює нерівномірності внесення P у відсотковому представленні:

$$v = \frac{\sigma}{X_{CP}};$$

$$P = 100 \cdot v,$$

де P – нерівномірність внесення, %.

Застосована схема покоординатного збору розсіяних добрив дозволяє підвищити точність проведення експериментів порівняно з відомими.

4. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Основну масу мінеральних добрив та хіммеліорантів (МДХ), що застосовуються в нашій країні і передових країнах світу, вносять за технологією основного удобрення ґрунту суцільним способом по його поверхні. Аналогічно проводять і підживлення окремих сільськогосподарських культур [1].

За останні 15 років ситуація з використанням мінеральних добрив в сільськогосподарському виробництві країн СНГ дуже змінилася. Одним з визначних факторів є висока вартість мінеральних добрив та машин для їх внесення. Не меншу роль відіграє і дороговизна паливо-мастильних матеріалів, оскільки питомі витрати пального і матеріальних ресурсів дуже високі.

За спостереженнями вчених, рівень впливу на врожайність вирощуваних культур агротехнічних заходів та інших чинників при сумісному їх застосуванні становить: удобрення ґрунту – 50%, обробіток ґрунту – 20%, вибір сорту – 10%, захист від шкідників – 20% [2].

Вітчизняні виробники випускають машини для внесення мінеральних добрив МВД-900 (0,9м³) та МВД-0,5 (0,5м³), а також МВД-5СПРО і МД-4. За технічними характеристиками вищезгадані машини поступаються аналогам ведучих західних фірм (Amazone, Accord, Sulky, Diadem і ін.). Останні забезпечують високу рівномірність внесення мінеральних добрив, продуктивність але відрізняються високою вартістю.

Існуючі конструкції розкидачів мінеральних добрив відцентрового типу не забезпечують рівномірного внесення мінеральних добрив по поверхні поля. З метою підвищення цього показника було спроектовано та виготовлено чотири дослідних зразки роторних робочих органів діаметром 120 мм. [3] та один еталонний горизонтальний диск з чотирма лопатями. Висота лопатей дорівнювала

0,2 радіуса диска.

Досліди проводились на експериментальній установці ДДАУ у навчально-виробничій лабораторії.



Рис. 4.1. Експериментально-дослідна установка

Дослідження були проведені на різних конструкціях робочих органів і робочим матеріалом був пісок та гранульовані мінеральні добрива (розмір гранул 1 мм).

На рис. 4.2 показано розроблені робочі. Диск №1 [7] із закріпленими на ньому ребрами, розташованими симетрично відносно осі обертання, а в утворених лопатями секторах встановлені напрямні ребра, кут нахилу яких та висота становить відповідно 15, 14 та 12 градусів та 0,12, 0,1 та 0,08 довжини радіуса у міру віддалення від осі обертання.

№2 – робочий орган для розсіювання мінеральних добрив з міжреберними прорізами, що включає диск із закріпленими на ньому ребрами,

розташованими симетрично відносно осі обертання, кут нахилу яких та висота становить 15, 14 та 12 градусів та 0,12, 0,1 та 0,08 довжини радіуса у міру віддалення від осі обертання і в них зроблено вирізи в чотирьох місцях по радіусу кожного з ребер, з перекриттям цих вирізів. Такий кут нахилу ребер та величина

радіуса проводилось з метою забезпечення найбільшої дальності польоту робочої маси та рівномірності розташування її по поверхні ґрунту[8].



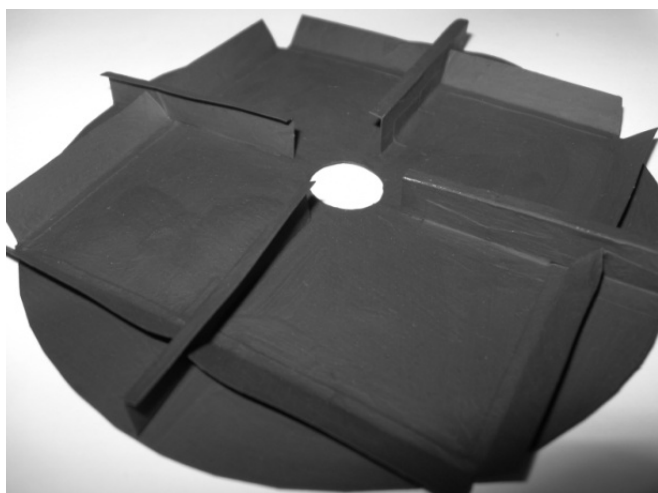
№1



№2



№3



№4

Рис.4.2. Експериментальні робочі органи.

Під № 3 зображено робочий орган для розсіювання мінеральних добрив, ребра якого при піднятті над робочою поверхнею диску та розташовані під кутом до розкидаючого диску, відповідно з кутами раніше визначеними (згідно першого

варіанту). Останні знаходяться над робочою поверхнею диска на деякій висоті і закріплені на ньому в двох місцях кожне[9].

Диск із закріпленими на ньому ребрами, розташованими симетрично відносно осі обертання, в утворених лопатями секторах встановлені напрямні ребра, з кутом нахилу 12 градусів та висотою, що дорівнює 0,08 радіуса диску, які беруть початок і кінець у точках зовнішнього радіуса вищезгаданих перпендикулярних лопатей - №4[10].

№5 - серійний, горизонтальний робочий орган з чотирма радіально розташованими прямокутними лопатями.

Дослідження впливу різних експериментальних конструкцій роторних робочих органів на рівномірність внесення робочої суміші та продуктивності, проводились згідно розробленої методики [3] в десятикратній повторюваності. В порівнянні з серійним робочим органом відцентрового типу наші зразки були зменшені в 5 разів. Використовувались коефіцієнти подібності при перерахуванні рівномірності розташування робочої суміші по поверхні та при визначенні ширини захвату робочого органу[3].

Таблиця 4.1

Результати досліджень п'яти робочих органів відцентрового типу

Показники	Зразки робочих органів				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Пісок					
Коефіцієнт варіації, %	43	43	35	26	95
Похибка досліду, %	3,5	4,3	4,3	4,0	4,0
Робоча ширина захвату, м	0,9	0,9	0,9	0,9	0,85
Карбонід					
Коефіцієнт варіації,%	35	25	23	10	89
Похибка досліду,%	4,0	4,5	4,0	3,9	4,0
Робоча ширина захвату, м	1,3	2,3	0,57	2,5	2,3

Аналіз експериментальних досліджень, представлених в таблиці, дозволяє зробити наступні висновки стосовно типу робочого органу розкидача мінеральних добрив відцентрового типу. Така робоча суміш, як пісок, яку ми вносили відповідними робочими органами, має нерівномірність розташування по поверхні установки 26% - орган для розсіювання мінеральних добрив, з встановленими напрямними ребрами, які беруть початок і кінець у точках зовнішнього радіусу лопатей. У інших випадках нерівномірність зростає, зокрема у серійного - до 95%. При використанні відповідних відцентрових дисків робоча ширина захвату становить 0,9 м та 0,85м.

При внесенні – карбаміду, коефіцієнт варіації нерівномірного внесення коливається від 10% до 89%, або нерівномірність розташування робочої суміші по поверхні установки у зразку №4 порівняно з №5 менша на 88%. При порівнянні робочої ширини захвату ми бачимо, що найбільшого значення вона досягає у цього самого зразку. У дослідному елементі № 3 ширина захвату зменшується порівняно з еталонним на 75%. Це свідчить про те, що робочий орган під номером 4 має самі високі результати, порівняно з досліджувальним

Отже найкращим варіантом для створення нового удосконаленого робочого органу є зразок №4. Його ми і створимо в натуральному виді.

Висновки до розділу.

1. Експериментальний роторний робочий орган №4 забезпечив коефіцієнт варіації 10% при проведенні досліду на експериментальній установці. Ширина розкидання становила 2,5 м. При внесенні піску цим робочим органом відповідні показники становили 26% та 0,9м. При порівнянні даних з зразками №1-3, №5, ми бачимо, що вони суттєво (на 40%, 25% та 75%) втрачають переваги у нерівномірності внесення, але конструктивні параметри, практично, не впливають на ширину захвату агрегату. Що ж стосується внесення карбаміду, то на 35%, в

середньому по всіх дослідних зразках, №4 перевищує ширину розкидання робочої суміші, а нерівномірність внесення підвищується у №1 - на 71%, №2 – 60%, №3 – 57% та у співвідношенні з №5 – 95%.

2. Рекомендуємо виготовлення та впровадження в роботу роторного робочого органу №4. Вбачається подальший напрямок роботи з аналітичного обґрунтування поверхні диска, визначенні кута нахилу лопатей та обґрунтуванні їх кутів відносно горизонту.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.4 Організація охорони праці в господарстві ТОВ «Зоря»

У господарстві за стан охорони праці відповідає директор господарства. За охорону праці у підрозділі господарства відповідає уповноважена особа – керівник виробничої ділянки, на якій він закріплений наказом. В галузі рослинництва відповідальність за охорону праці несе - головний агроном, в механізації та на транспорті – інженер механік, на машинному дворі - завідувач машинного двору, на пункті ТО тракторів та майстерні - бригадир механізованого загону та майстерні, за електробезпеку – головний енергетик, за організацію охорони праці в господарстві – інженер з охорони праці. Відповідальний за пожежну безпеку та охоронну службу - начальник охоронної служби та за сумісництвом інструктор з пожежної безпеки.

З працівниками, які поступають на роботу інженер з охорони праці проводить вступний інструктаж.

Вимоги безпеки праці – це сукупність правил і прийомів, спрямованих на створення безпечної праці, збереження здоров'я людей і підвищення продуктивності праці. Виконання правил безпеки праці дає змогу запобігти виробничим травмам і усунути причини, які можуть породжувати шкідливі впливи на організм робітників. Директор господарства:

- забезпечує виконання першочергових заходів галузевої програми поліпшення стану охорони праці і безпеки праці, гігієни праці та виробничого середовища;

- впроваджує «Положення про систему управління охороною праці на підприємстві»;

згідно з чинним законодавством забезпечує ефективну діяльність служби охорони праці та пожежної безпеки;

- забезпечує функціональне та раціональне використання коштів фонду охорони праці;

- створює ефективну роботу кабінету з охорони праці;

- створює постійно діючу комісію по перевірці знань працівників підприємства з питань охорони праці та пожежної безпеки;
- забезпечує працівників відповідно з типовими, галузевими нормами засобами індивідуального захисту, в першу чергу спецодягом, милом, обеззаражуючими миючими засобами.
- при необхідності створює комісію з розслідування нещасних випадків професійних захворювань та аварій на підприємстві.

Інженер з охорони праці:

- проводить навчання та перевірку знань законодавчих актів з охорони праці працівників та керівників виробничих ділянок;
- забезпечує працюючих правилами, стандартами, нормами, положеннями, інструкціями та іншими нормативними актами з охорони праці;
- розробляє правила, вимоги, положення, інструкції з охорони праці;
- аналізує причини нещасних випадків та професійних захворювань, для розробки рекомендацій і заходів щодо їх зниження;
- забезпечує кабінет з охорони праці необхідною документацією, плакатами, навчальними посібниками та іншим.

Головні спеціалісти господарства:

- забезпечують безпечне проведення робіт і культуру виробництва на кожних робочих місцях ввіреному об'єкті;
 - оформляють перед початком виконання робіт акти - допуски про виконання заходів з безпеки праці, та після закінчення робіт акти про виконання заходів з безпеки праці;
- беруть участь у розробці нових і перегляд діючих інструкцій з охорони праці для працівників ввіреному об'єкті;
- беруть безпосередню участь у проведенні атестації робочих місць за умовами безпеки праці у ввірених їм об'єктах;

- систематично інформують на оперативних виробничих нарадах посадових осіб, про стан техніки безпеки на робочих місцях, виявлені порушення та контролюють усунення виявлених порушень;

- беруть участь у нарадах з охорони праці.

Керівники виробничих ділянок:

- забезпечують проведення навчання, інструктажу, перевірки знань, стажування працівників свого підрозділу згідно з порядком навчання з охорони праці та перевірку знань вимог охорони праці працівників організацій, а саме: проводить вступні, первинні, повторні, позапланові інструктажі на робочому місці з усіма працівниками, в встановлені терміни з оформленням інструктажів у відповідних журналах, не допускає працівників до виконання робіт без інструктажу, стажування, навчання безпечних методів і прийомів ведення робіт;

- здійснюють періодичний оперативний контроль за станом техніки безпеки на ділянці;

- забезпечують безпечне проведення робіт на кожному робочому місці ввіреної йому ділянки;

- здійснюють щоденний, особистий, періодичний протягом дня контроль за станом умов праці;

- забезпечують дотримання робітниками трудової і виробничої дисципліни, правил та інструкцій з охорони праці;

- своєчасно оформляють оперативну, поточну документацію з охорони праці, а саме: акти - допуски, наряди - допуски, акти приймання в експлуатацію, журнали інструктажу на робочому місці, вступного інструктажу, з пожежної безпеки, журнал видачі нарядів - допусків, журнал суміщених робіт і т. д.

- забезпечують ділянку робіт заборонними, попереджувальними знаками і плакатами;

- не допускають працівників до виконання ними трудових обов'язків без проходження обов'язкових медичних оглядів, а також у випадку медичних протипоказань;

- беруть участь у розробці нових і перегляд діючих інструкцій з охорони праці для працівників ввіреної йому ділянки.

5.5 Аналіз виробничого травматизму

Охорона праці крім соціального, має важливе економічне значення - це і висока продуктивність праці, зниження витрат на оплату лікарняних, компенсацій за важкі та шкідливі умови праці тощо. За розрахунками вчених наслідки нещасних випадків коштують у 10 разів більше, ніж витрати на заходи та засоби щодо їх попередження. В цьому розділі пропоную розглянути виробничі травми працівників, провести необхідні розрахунки виробничого травматизму, скласти таблицю з отриманих розрахунках та зробити висновок.

Коефіцієнт частоти травматизму визначаємо за формулою:

$$K_{\text{ч}} = \frac{T}{P} \cdot 1000, \quad (5.1)$$

де: Т - кількість нещасних випадків (травм) за досліджуваний період;

Р - кількість працівників, чол.

$$K_{\text{ч}} = \frac{2}{128} \cdot 1000 = 15,63$$

Коефіцієнт важкості травматизму визначаємо так:

$$K_{\text{в}} = \frac{D}{T}, \quad (5.2)$$

де: Д - сумарна втрата днів працездатності в результаті нещасного випадку, днів.

$$K_{\text{в}} = \frac{105}{2} = 52,5$$

Коефіцієнт втрати робочого часу:

$$K_{\text{в.т.}} = K_{\text{ч}} \cdot K_{\text{в}} = \frac{D}{P} \cdot 1000, \quad (5.3)$$

$$K_{\text{в.т.}} = 15,63 \cdot 52,5 = 820,6$$

Втрата робочого часу визначаємо за такими показниками:

$$B_{p.ч.} = \frac{D}{8} \cdot 40, \quad (5.4)$$

де: Д - сумарна втрата днів працездатності в результаті нещасного випадку, днів;

8 – 8-ми годинний робочий день, год;

40 – 40-ка годинна робоча неділя, год.

$$B_{p.ч.} = \frac{105}{8} \cdot 40 = 525 \text{ год}$$

Втрата коштів на оплату лікарняних:

$$B_{грн.} = B_{p.ч.} \cdot 12,5, \quad (5.5)$$

де: 12,5 – погодинна оплата працівника, грн.

$$B_{грн.} = 525 \cdot 12,5 = 6562,5 \text{ грн}$$

Аналогічно проводимо розрахунки виробничого травматизму за іншими роками. Всі отримані данні отримані під час розрахунку за 2020 - 2024 роки заносимо до таблиці 5.1.

Таблиця 5.1. - Характеристичні показники травматизму на господарстві ТОВ «Зоря» за 2020-2024 роки

Показники	Роки				
	2020	2021	2022	2023	2024
1	2	3	4	5	6
Кількість працюючих (в сезон с.-г. робіт), чол.	128	127	125	121	117
Кількість нещасних випадків, од.	2	2	1	1	1
Втрати днів працездатності від виробничого травматизму: перший випадок;	81	38	43	33	50
другий випадок.	24	55			
Всього:	105	93			
Втрати днів працездатності від виробничого	-	-	-	-	-

захворювання					
Коефіцієнт частоти травматизму	15,63	15,75	8,00	8,26	8,55
Коефіцієнт важкості травматизму	52,50	46,50	43,00	33,00	50,00
Коефіцієнт втрат робочого часу за рік	820,31	732,28	344,00	272,73	427,35
Втрата робочого часу, год	525	465	215	165	250
Втрата коштів на оплату лікарняних, тис. грн.:	6562,5	5812,5	2687,5	2062,5	3125

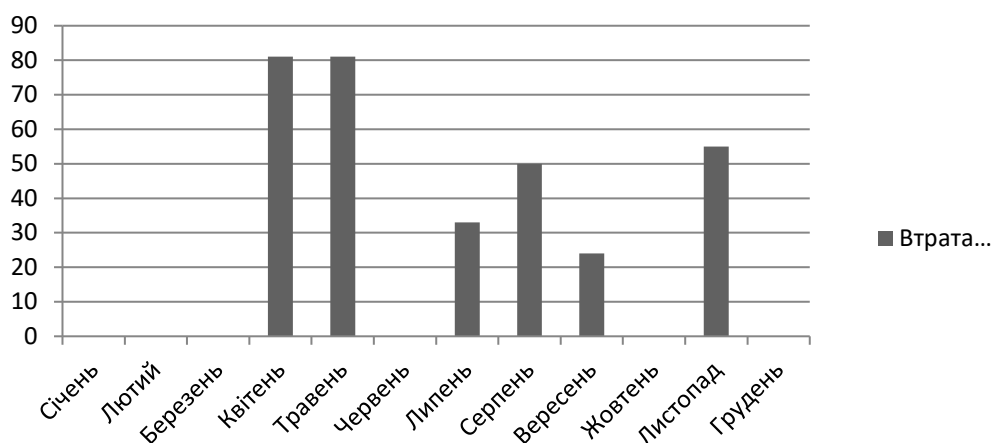


Рис.5.1 Рівень виробничого травматизму та втрати працездатності по місяцям за 5 років

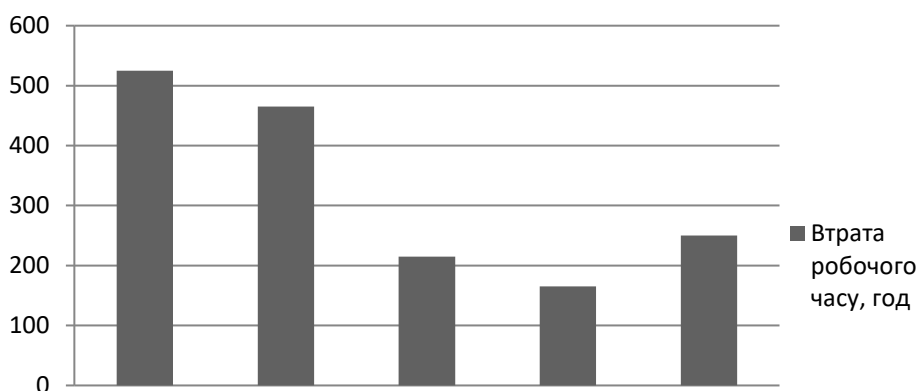


Рис.5.2 Втрата робочого часу внаслідок виробничого травматизму за 5 років

Підсумовуючи, можна сказати, що за період з 2020 – 2024 року в господарстві зменшилось кількість виробничого травматизму, але причини залишилися. З рис.5.1

ми бачимо, що найбільш травматичними місяцями є квітень та травень – весняні місяці. Майже всі виробничі травми трапилися за таких причин:

- невиконання керівником посадової інструкції, в частині забезпечення дотримання підлеглим персоналом трудової та виробничої дисципліни, безпечного виконання робіт, дотримання встановлених норм технологічного процесу, експлуатації обладнання;

- невиконання підлеглих інструкцій з охорони праці, інструкцій з безпеки праці на відповідну роботу або операцію;

невиконання керівником підрозділу належного інструктування підлеглих при виконанні робіт на установках, тракторах, с/г агрегатах, тощо.

- порушення вимог безпеки праці при виконанні роботи без проходження навчання на установці, без нагляду вище кваліфікованого працівника;

- порушення вимог безпеки праці при знаходженні в заборонених місцях при роботі, та русі машин.

Внаслідок виробничого травматизму за 5 років господарство втратило на оплату лікарняних приблизно 20250 грн. не враховуючи відшкодування кожному працівнику. Всі ці кошти краще було вкласти на покращення вимог охорони праці. В наступному розділі пропонуємо скласти перелік необхідних заходів, які поліпшать охорону праці в господарстві, та провести розрахунки.

5.6 Заходи з поліпшення вимог охорони праці на ТОВ «Зоря»

Заходи з поліпшення вимог охорони праці передбачають систему організаційних і технічних заходів і засобів по запобіганню негативного впливу на робітників небезпечних виробничих факторів. До технічних заходів відносяться:

- розробка та впровадження безпечного обладнання;
- механізація і автоматизація технологічних процесів;
- використання запобіжних пристроїв, автоматичних блокуючих засобів;
- правильне і зручне розташування органів управління обладнанням;

- розробка та впровадження систем автоматичного регулювання, контролю та управління технологічними процесами, принципово нових нешкідливих та безпечних технологічних процесів.

До організаційних заходів належать:

- правильна організація роботи, навчання, контролю та нагляду за охороною праці;
- дотримання трудового законодавства, міжгалузевих та галузевих нормативних актів про охорону праці впровадження безпечних методів та наукової організації праці;
- проведення агітації та пропаганди охорони праці;

організація планово - попереджувального ремонту обладнання, технічних оглядів та випробувань транспортних і вантажопідіймальних засобів.

Таблиця 5.2 - Заходи з поліпшення вимог охорони праці

№ п/п	Зміст заходів	Потрібно коштів, грн.	Періодичність виконання	Відповідальний за виконання
1	Розробити інструкції з безпечним прийомом праці на всі види робіт	700	Одноразово	Інженер з охорони праці
2	Провести атестацію робочих місць з підвищеною небезпекою	2000	Одноразово	Головний інженер; інженер з охорони праці
3	Проводити заняття з ОП з усіма працівниками з програми, згідно закону України про ОП	150	Щоквартально	Директор; інженер з охорони праці
4	Проводити навчання і атестацію спеціалістів середньої ланки в присутності інспектора держнагляду	180	Щорічно	Директор
5	Провести "день охорони праці" на рівні директора правління (провести певні навчальні заходи ліквідації персоналу з будівлі)	-	Щорічно	Директор
6	На кожній виробничій ділянці устаткувати куточок з ОП	1000	Одноразово	Інженер з охорони праці

Продовження таблиці 5.2

1	2	3	4	5
7	Організувати навчання та атестацію на групу допуску для роботи в електроприладах: осіб відповідальних за електробезпеку, газоелектрозварювальників	180	Щорічно	Інженер з електробезпеки
8	Розробити на кожного керівника, головного спеціаліста, керівників діляниць посадові інструкції	60	Одноразово	Головний економіст; інженер з охорони праці
9	Провести лабораторні випробування захисного заземлення в електроприладах	-	Одноразово	Відповідальний за електробезпеку; головний енергетик
10	Дообладнати всі виробничі ділянки засобами пожежогасіння	1060	Одноразово	Інструктор з пожежної безпеки
11	Доповнити медикаментами аптечки на всіх виробничих ділянках	500	Щомісячно	Головний інженер; інженер з охорони праці
12	Оборудувати світловою сигналізацією тракторні причепа	3000	Одноразово	Головний інженер
13	Провести навчання і атестацію осіб відповідальних за вантажопідйомні засоби	150	Одноразово	Головний інженер
14	Замінити застарілий інструмент	1800	Одноразово	Головний економіст
15	Замінити, встановити світильники для всіх виробничих приміщень	6000	Одноразово	Відповідальний за електробезпеку; головний енергетик
Всього затрат, грн:		17780	Одноразово	Директор

При проведенні робіт по утепленню будівель, деякі вікна були закладені з метою економії тепла. Будівлі, такі як, ремонтна майстерня, були позбавлені частини природного світла. Для більш ефективної та безпечної роботи працівників необхідно встановити додаткові світильники.

Висновок: Запропонований зміст заходів для поліпшення вимог охорони праці на які треба затратити приблизно 17780 грн.

6. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Економічна ефективність вирощування сільськогосподарської продукції залежить від двох основних чинників – її собівартості та доходу від реалізації продукції, безпосередньо пов'язаної з урожайністю.

На величину врожаю сільськогосподарських культур впливають безліч різних чинників, основними з яких є добрива.

Розрахунок економічної ефективності сільськогосподарської техніки проводиться на основі порівняльної оцінки різних конструкцій, які здійснюють однотипні операції, мають подібну схему агрегування з енергетичним засобом і несуттєво відрізняються за продуктивністю, енерговитратами та іншими техніко-економічними показниками.

За базу при проведенні порівняння приймають показники існуючих високопродуктивних машин; машини-аналога, яка підлягає заміні новою машиною; показники технічного засобу та технологічного процесу до модернізації [91].

Удосконалення робочого органа розкидача відцентрового типу дозволяє збільшити швидкість агрегату, зменшити витрату технологічного матеріалу та зменшити екологічне навантаження на навколишнє середовище. Як показує досвід застосування цієї машини, якісне проведення операції можливе лише при швидкості руху агрегату не більш 10 км/год і при умові відсутності мікрорельєфу, рослинних решток. Робоча швидкість вдосконаленої машини може бути підвищена до 12 км/год без зниження якісних показників процесу внесення добрив, проте ми будемо рухатися зі швидкістю 10,5–11 км/год для забезпечення найнижчого стабільного значення нерівномірності внесення добрив. Саме виконання агротехнічних умов внесення мінеральних добрив буде визначальним параметром швидкості машинно-тракторного агрегату.

Проведемо розрахунок основних техніко-економічних показників, аналіз яких дозволить зробити висновки про доцільність і економічну ефективність від запровадження удосконалення.

Розрахунок галузевої собівартості та оптової ціни машини для внесення мінеральних добрив проводили за типовими методиками [28].

Коефіцієнт конструктивної складності нової машини у порівнянні з аналогічними машинами приймаємо $\lambda = 1,1$ [28].

Вихідні дані для розрахунку основних техніко-економічних показників наведені в табл.1.

Таблиця 1

Вихідні дані для розрахунку

Найменування	Умовне позначення	Од. вимірювання	Машина	
			Базова	Експерим.
1	2	3	4	5
1. Агрегатується з трактором	-	-	МТЗ-82.1	МТЗ-82.1
2. Наробіток за годину основного експлуатаційного часу	W_z	га/год	12,2	15,96
3. Кількість обслуговуючого персоналу - тракторист	L_m	чол.	1	1
4. Розряд робітника - тракторист	-	-	5	5
5. Змінна норма виробітку	W_{zm}	га	85,4	111,2
6. Тарифна ставка на одиницю наробітку - тракторист	τ_m	грн/га	11,18	11,18

7. Кількість годин роботи	t_m	ч	7	7
8. Сезонне навантаження				
- трактора	T_m	год	1100	1100
- розкидача	T_m	год	140	140
9. Термін служби				
- трактора	t_m	років	8	8
- розкидача	t_m	років	7	7
10. Витрати палива	q	кг/га	0,7	0,5
11. Вартість палива	C_n	грн/кг	50	50
12. Балансова ціна				
- трактора	$C_{\delta m}$	грн	466992	466992
- розкидача	$C_{\delta \delta}, C_{\delta n}$	грн	57800	68520
13. Відрахування на амортизацію				
- трактора	a_m	%	12,5	12,5
- розкидача	a_m	%	14,3	14,3
14. Відрахування на ремонт				
- трактора	R_m	%	13,7	13,7
- розкидача	R_m	%	14,2	14,2
15. Ціна 1 тони мінеральних добрив в середньому	C_c	грн	40000	40000

Галузева собівартість нового знаряддя визначається за формулою:

$$C_T = \lambda \cdot \frac{100 \cdot M_o}{g \cdot k_y} + d,$$

де C_z – галузева собівартість, грн.;

M_0 – загальна вартість сировини і матеріалів, що входять до складу розкидача;

λ – коефіцієнт конструкторської складності нової машини в порівнянні з аналогічними за технологією серійними машинами;

g – питома вага витрат на матеріали в собівартості машини без купувальних виробів даної групи %;

k_y – коефіцієнт зміни питомої ваги матеріалів залежно від масштабів виробництва;

$k_y = 0,659$;

d – вартість купованих вузлів і деталей в оптових цінах з додаванням витрат на транспортно-заготовчі витрати, $d = 720$ грн:

$$M_0 = C \cdot (1 + O + T) \cdot \Pi$$

де C – чиста маса розкидача без покупних виробів, $C = 0,65$ т;

O – відсоток відходів металу при обробці, $O = 10\%$;

T – відсоток транспортно-заготовчих витрат, $T = 7\%$;

Π – вартість однієї тони прокату металу, $\Pi = 70000$ грн.

$$M_0 = 0,65 \cdot (1 + 0,1 + 0,07) \cdot 70000 = 5324 \text{ грн.}$$

$$C_r = 1,1 \cdot \frac{100 \cdot 5324}{36 \cdot 0,659} + 720 = 25405 \text{ грн.}$$

Відпускна (оптова) ціна машини:

$$\Pi_{o.ц.} = C_z + \Pi_n,$$

де Π_n – нормативний прибуток, грн.

$$\Pi_n = \frac{P_c \cdot C_z}{100},$$

де P_c – диференційний галузевий норматив рентабельності (встановлений для галузі 20%);

$$\Pi_n = \frac{20 \cdot 25405}{100} = 5081 \text{ грн.}$$

$$\Pi_{o.ц.} = 25405 + 5081 = 30486 \text{ грн.}$$

Балансова ціна машини

$$Ц_{\text{бн}} = 1,1 \cdot Ц_o = 1,1 \cdot 7800 = 8520 \text{ грн.}$$

Сезонне завантаження розкидача:

$$T_{\text{м}} = \frac{O_p}{W_z \cdot K_p},$$

де W_z – продуктивність за годину роботи, $W_{zn} = 15,56$ га/год,

$$W_{zб} = 12,2 \text{ га/год};$$

O_p – річний обсяг виконуваних робіт, $O_p = 600$ га;

K_p – коефіцієнт використання робочого часу, $K_p = 0,94$.

$$T_{\text{мн}} = \frac{600}{15,56 \cdot 0,94} = 41 \text{ год};$$

$$T_{\text{мб}} = \frac{600}{12,2 \cdot 0,94} = 52,3 \text{ год.}$$

Витрати праці на операцію внесення мінеральних добрив:

$$B_{\text{нн}} = \frac{Л_m + Л_{\text{мн}}}{W_z} = \frac{1 + 1}{15,56} = 0,12 \text{ люд.год./га}$$

$$B_{\text{нб}} = \frac{Л_m + Л_{\text{мб}}}{W_z} = \frac{1 + 1}{12,2} = 0,16 \text{ люд.год./га}$$

Економія витрат праці:

$$E_n = (B_{\text{нб}} - B_{\text{нн}}) \cdot O_p$$

$$E_n = (0,16 - 0,12) \cdot 600 = 24 \text{ люд.-год.}$$

Ступінь зниження питомих витрат праці:

$$E_n = \frac{(B_{\text{нб}} - B_{\text{нн}})}{B_{\text{нб}}} \cdot 100 = \frac{0,16 - 0,12}{0,16} \cdot 100 = 25 \%$$

Річний прибуток (економія) від експлуатації нової машини:

$$P_e = (I_{\delta} - I_n) \cdot O_p = (115 - 111) \cdot 600 = 24000$$

Розмір капітальних вкладень, приймаємо на рівні галузевої собівартості. Тоді, термін окупності додаткових інвестиційних вкладень визначиться

$$T_{ок} = \frac{(C_2 - C_{\delta\delta})}{P_e} = \frac{19520 - 17800}{24000} = 0,3$$

Таблиця 2

**Основні техніко-економічні показники машини для внесення
мінеральних добрив**

№ п/п	Показники	Розмірність	Значення	
			Базова	Експериментальна
1	Балансова вартість машини	грн	17800	19520
2	Річне завантаження машини	год	52,3	41
3	Витрати на заробітну плату робочих	грн/га	12,9	12,1
4	Витрати на ПММ	грн/га	35	25
5	Амортизаційні відрахування	грн/га	12,1	11,7
6	Відрахування на ремонт і технічне обслуговування	грн/га	12,4	11,8
7	Експлуатаційні витрати	грн/га	115,1	111,1
8	Питомі капіталовкладення	грн/га	171	131,3
9	Приведені витрати	грн/га	117,6	113,1
10	Витрати праці	люд.-год.	0,16	0,12
11	Економія витрат праці	люд.-год.	-	24
12	Ступінь зниження витрат праці	%	-	25
13	Річна економія коштів	грн	-	24000
14	Термін окупності	років	-	0,3

Висновки по розділу

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 24000 грн.

Економічний ефект отримується за рахунок зменшення витрати пального при роботі на машині з модернізованим робочим органом. Продуктивність роботи машинно-тракторного агрегату за зміну буде зростати. Це забезпечуватиметься передусім за рахунок збільшення коефіцієнта використання робочого часу зміни.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Огляд конструкцій машин для внесення добрив відцентро-водискового типу довів, що основні зусилля та напрямки удосконалення дисково-розкидних робочих органів машин направлені на підвищення ефективності роботи розкидачів. Встановлено основні недоліки існуючих туко-розкидних апаратів машин з відцентрово-дисковими робочими органами і прийнято рішення, виконати дослідження якісних показників роботи відцентрово-лопатевого диска розкидача мінеральних добрив аналітичним та дослідницькими методами.
2. Отримали значення теоретичної частоти обертання розкидного диска, що становить $n = 686 \text{ хв}^{-1}$. Встановлено значення мінімального радіуса, координати потрапляння добрив, що забезпечує рух гранул вздовж лопаті дискового розкидального апарату та створюються умови польоту частин туків. Визначено абсолютну швидкість руху частинок добрив.
3. На основі виконаних аналітичних досліджень запропонована нова конструкція відцентрового дискового розкидача, яка забезпечує лінеаризацію розподілу добрива по поверхні. Проведеними модельними дослідженнями встановлені оптимальні параметри дискового відцентрового розкидача, а саме:
 - частота обертання диска – 686 об/хв.;
 - кути постановки направляючих до потоку: 4
4. Експериментальний роторний робочий орган забезпечив коефіцієнт варіації 10% при проведенні дослідів на експериментальній установці. Ширина розкидання становила 2,5 м. При внесенні піску цим робочим органом відповідні показники становили 26% та 0,9м.
5. Порівняльними випробуваннями доведено, що запропонована конструкція відцентрового розкидача забезпечує виконання агротехнічних вимог по рівномірності розкидання, тобто не перевищує 25%.

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 24000 грн. Економічний ефект отримується за рахунок зменшення витрати пального при роботі на машині з модернізованим робочим органом. Продуктивність роботи машинно-тракторного агрегату за зміну буде зростати. Це забезпечуватиметься передусім за рахунок збільшення коефіцієнта використання робочого часу зміни.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. <https://www.deere.ua/uk/>
2. <https://www.kuhn.ua>
3. <https://amazone.com.ua>
4. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / Д. Г. Войтюк, В.О. Дубровін, та ін.; За ред. Д. Г. Войтюка. К.: Вища освіта, 2004. 544 с.
5. Заїка П. М. Теорія сільськогосподарських машин: навч. посібник // Т. 1 : Машини для захисту рослин від шкідників і хвороб, ч. 4. Х. : ОКО, 2002. 272 с.
6. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін. – К.: Вища освіта, 2005. 464 с.
7. Адамчук В.В. Механіко-технологічні і технічні основи підвищення ефективності внесення твердих мінеральних добрив та хімміліорантів: дис. доктора техн. наук / В.В. Адамчук. К., 2006. С. 441.
8. Бабарика С.Ф. Обґрунтування параметрів робочих органів машин для поверхневого внесення сапропелів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. тех. наук / С.Ф. Бабарика. – Тернопіль, 2010. С. 20. 89
9. Волик Б.А. Модельні дослідження відцентрового робочого органа для внесення мінеральних добрив / Б.А.Волик, А.П.Рибкін. // Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. – Луганськ: Видавництво ЛНАУ. 2006. – №68(91). – С.58-61.
10. Ловейкін В.С. Математичне моделювання руху частинки мінеральних добрив після сходження з диска відцентрового розкидача за наявності змінного аеродинамічного опору середовища (повітря) / В.С. Ловейкін, Ю.В. Човнюк, А.І. Дитюк.
11. Оптимізація механізованих технологій змінних норм внесення технологічних матеріалів [рекомендації] / [Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, Г.Р. Гаврилюк та ін.]; за заг. ред. Д.Г. Войтюка. – К. : Аграрна освіта, 2003. – С. 55.

- 12.Бойко А.І., Свірень М.О., Шмат С.І., Ножнов М.М. Нові конструкції ґрунтообробних та посівних машин. К., 2003. 203 с.
- 13.Сисолін П.В., Рибак Т.І., Сало В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Книга 2. К.: Урожай, 2002. 364 с.
- 14.Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. К.: Урожай, 2001. 384 с.
- 15.Заєць М. Л. Система точного припосівного дозування рідких добрив / М. Л. Заєць, // Матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки». Кропивницький: ЦНТУ. 2021. С. 13-16.
- 16.Горбатенко І. Ю. Основи наукових досліджень / І. Ю. Горбатенко. К. : Вища школа, 2001. 92 с.
- 17.Лісовал А. П. Методи агрохімічних досліджень. К. : НАУ, 2001. 247 с.
- 18.Василенко П. М. Теорія руху частинки по шорстких поверхнях сільськогосподарських машин / П. М. Василенко. К.: УАХСН, 1960. 283 с.
19. Заїка П. М. Вибрані завдання землеробської механіки / П. М. Заїка. К.: УСХА, 1992. 510 с.
19. Заїка П. М. Теорія сільськогосподарських машин. Машини для приготування і внесення добрив / П. М. Заїка. Харків: Око, 2002. Т. 1, ч. 3. 352 с.
- 20.Войновський В. Порівняння механізмів та принципу роботи розкидачів мінеральних добрив / В. Войновський, А. Войновська, І. Коломієць, О. Сліпченко // Техніка і технології АПК. Вересень 2014. – № 9(60). С. 18–20.
21. Кочемасов, А. В. Удосконалення процесу висіву насіння сорго пневмовакуумний порційним апаратом просапної селекційної сівалки: дис.... канд. тех. наук [Текст] / Кочемасов А. В. - Зерноград, 2005. 150 с.
22. Марчук І.У., Макаренко В.М., Розстальний В.Є., Савчук А.В. Добрива та їх використання. - Київ: ТОВ "Компанія"Юні вест Маркетинг". 2002.- С.246.
23. Сучасні тенденції розвитку конструкцій сільськогосподарської техніки/ За ред. В.І.Кравчука, М.І. Грицишина, С.М. Ковалю.// К.: Аграрна наука. 2004. - С.396.

24. Isensee E. So sollen Dungerstreuer sien // Der Landmaschinen – Fachbetrieb. – 2009. – Bd. 31, H. 2. – S. 38-39.
25. 8. Лінник М.К. Наукове забезпечення створення та використання сільськогосподарської техніки // Збірник наукових праць НАУ. Механізація сільськогосподарського виробництва. – К.: Видавничий центр НАУ. – 2009. – Т.V. – С. 8-11.
26. 9. Лінник М.К., Войтюк Д.Г., Булгаков В.М., Гуков Я.С. Пріоритетні напрями наукових досліджень з механізації сільського господарства // Збірник наукових праць НАУ. Механізація сільськогосподарського виробництва. – К.: Видавничий центр НАУ. – 2001. – Т.Х. – С. 8-14.
27. Адамчук В.В., Кравчук В.І., Войтюк Д.Г., Мойсеєнко В.К. Техніка для землеробства майбутнього// Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Механізація та електрифікація сільського господарства.- Глеваха: ННЦ„ІМЕСГ”, 2002.- Випуск 86.- С. 20-32.
28. Войтюк Д.Г., Аніскевич Л.В., Волянський М.С. Перспективи впровадження в Україні системи точного землеробства// Збірник наукових праць Національного аграрного університету. Механізація сільськогосподарського виробництва.- К.: Видавництво Науково-методичного центру аграрної освіти, 2002.- Том XIII. - С. 93-97.
29. Дядя В.М. Обґрунтування параметрів відцентрового робочого органа з активними лопатями машин для внесення мінеральних добрив. Автореф. ... канд. техн. наук.- Мелітополь: Таврійська ДАТА, 2003.- 19 с.
30. Корчинська О.А. Методичні аспекти оцінки ефективності застосування мінеральних добрив в умовах ринку// Економіка АПК.- 2002.- № 10.- С. 71-76.
31. Заявка 19843746 ФРГ, МКИ A01C 17/00.Zentrifugaldüngerstreuer/Dreyer, Heinz (ФРГ);Amazonen-Werke H.Dreyer (ФРГ).- № 19843746. Заявл. 24.09.98; Опубл. 30.08.2000.

ДОДАТКИ

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО - ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Обґрунтування параметрів дисково- лопатевого туковисівного апарату

Демонстраційний матеріал до дипломної роботи освітнього ступеня «Магістр»

**Виконав: студент 2го курсу, групи МГАН1-23
Богдан АНЦІШКІН**

**Керівник: к.т.н, доцент
Наталя ПОНОМАРЕНКО**

Дніпро 2024

Метою роботи є: обґрунтування ефективності роботи відцентрово-лопаткового апарату внесення туків, шляхом оптимізації їх конструкційно-кінематичних параметрів.

Досягнення даної мети можливе за вирішення наступних задач:

1. Виконати аналізаційний огляд конструцій відомих відцентрових апаратів відомих виробників та ефективність застосування машин для внесення туків;
2. Встановити оптимальні значення конструкційно-кінематичних параметрів роботи апарату;
3. Виконати перевірочні дослідження та підтвердити правильність прийнятих рішень в роботі та дати рекомендації по оптимізації роботи розкидального пристрою.
4. Обґрунтувати оптимальні параметри робочого органу розкидача органо-мінеральних добрив.
5. Уточнити заходи по охороні праці при внесенні добрив
6. Провести техніко-економічні обґрунтування доцільності практичного використання запропонованого пристрою

Об’єкт дослідження – технологічний процес розподілу відцентровим апаратом мінеральних гранульованих добрив.

Методи дослідження. Дослідження проводились із використанням методів механіко-математичного моделювання, теорії руху матеріальної частинки, числові методи розв’язку задач механіки.



Машина для внесення добрив MDS 18.2



Розкидач гранульованих добрив
AMAZONE ZA-X



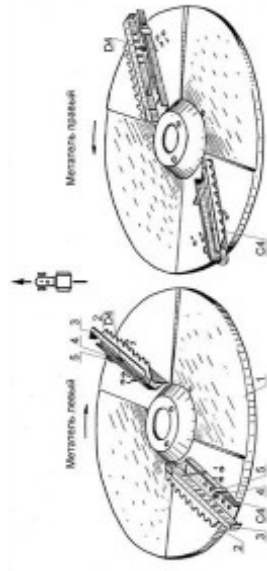
Розкидач гранульованих добрив Gar-Met 500 Розкидач мінеральних добрив Vogele серії M



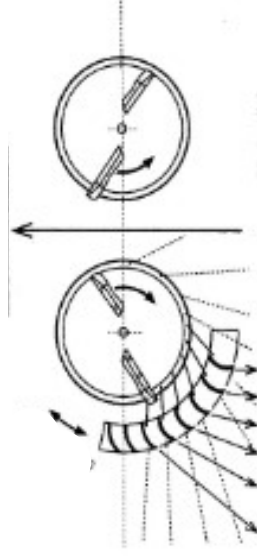
ОГЛЯД КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ

Світові лідери у розробці та виготовленні розкидачів :

KUHN, AMAZONE, RAUCH (Німеччина), Sulku Burel S.A (Франція),
AGROMET (Польща), KVERNELAND (Норвегія).

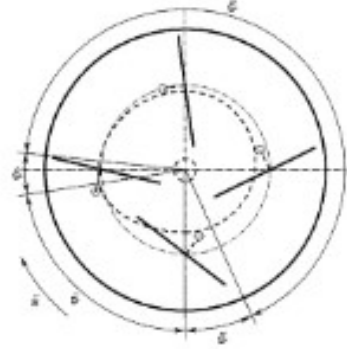
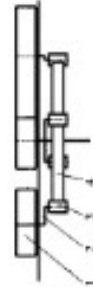


Лопаті з можливістю регулювання кута Система постановки і довжини

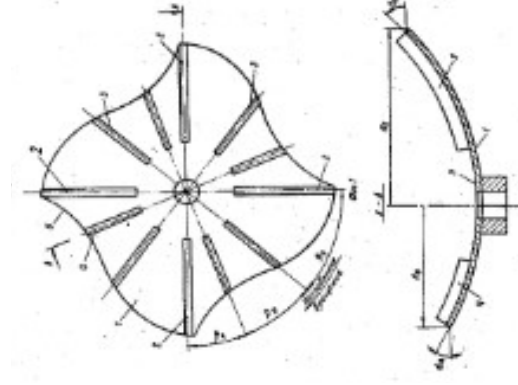


Rota Flow

Обмежувач системи TELIMAT



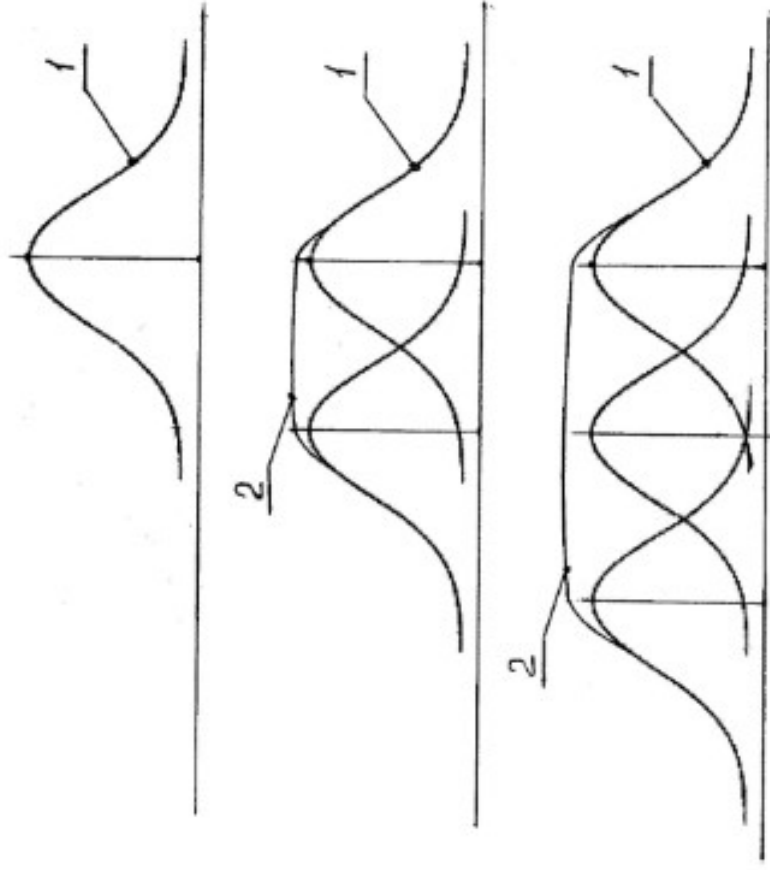
Відцентровий робочий орган з активнимиопатями



Диск висівного апарату машини MBSU06A:

АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Графічна інтерпретація
суперпозиції законів розподілу
добрих по поверхні поля при
наявності одної (а), двох (б) та
трьох (в) точок сходження з поверхні
диска



Принцип суперпозиції

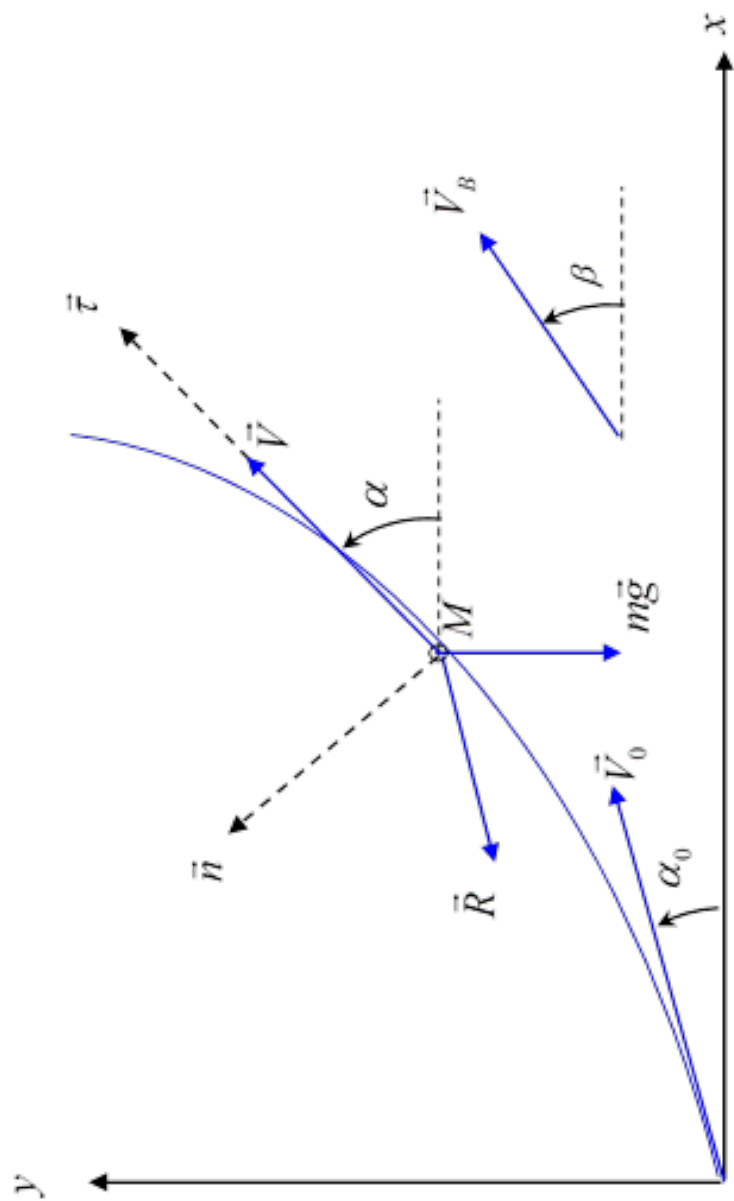


Схема сил, які діють на матеріальну точку

$$x(\alpha) = \frac{1}{k \cdot g} \cdot \frac{A}{k} \cdot \ln \left[\cos \varphi \cdot \ln \frac{\sin(\alpha + \varphi + \Omega)}{\sin(\alpha + \varphi)} - \sin \Omega \cdot \cos(\varphi + \Omega) \cdot \operatorname{ctg}(\alpha + \varphi + \Omega) \right] + C_1,$$

$$y(\alpha) = \frac{1}{k \cdot g} \cdot \frac{A}{k} \cdot \ln \left[-\sin \varphi \cdot \ln \frac{\sin(\alpha + \varphi + \Omega)}{\sin(\alpha + \varphi)} + \sin \Omega \cdot \sin(\varphi + \Omega) \cdot \operatorname{ctg}(\alpha + \varphi + \Omega) \right] + C_2,$$

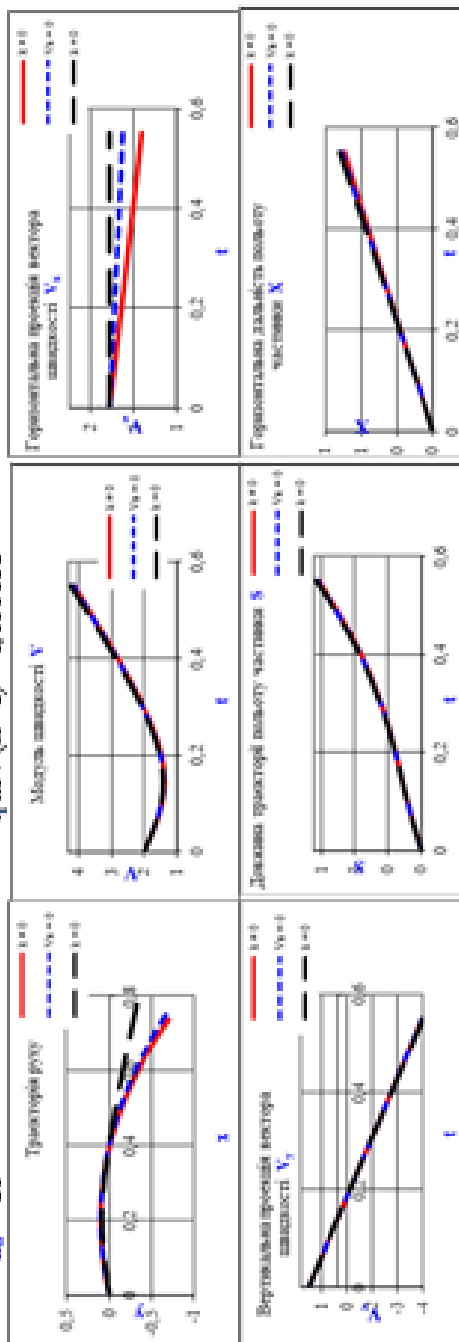
де постійні інтегрування C_1 та C_2 отримуємо з початкових умов

$$x(\alpha_0) = 0, \quad y(\alpha_0) = 0.$$

АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

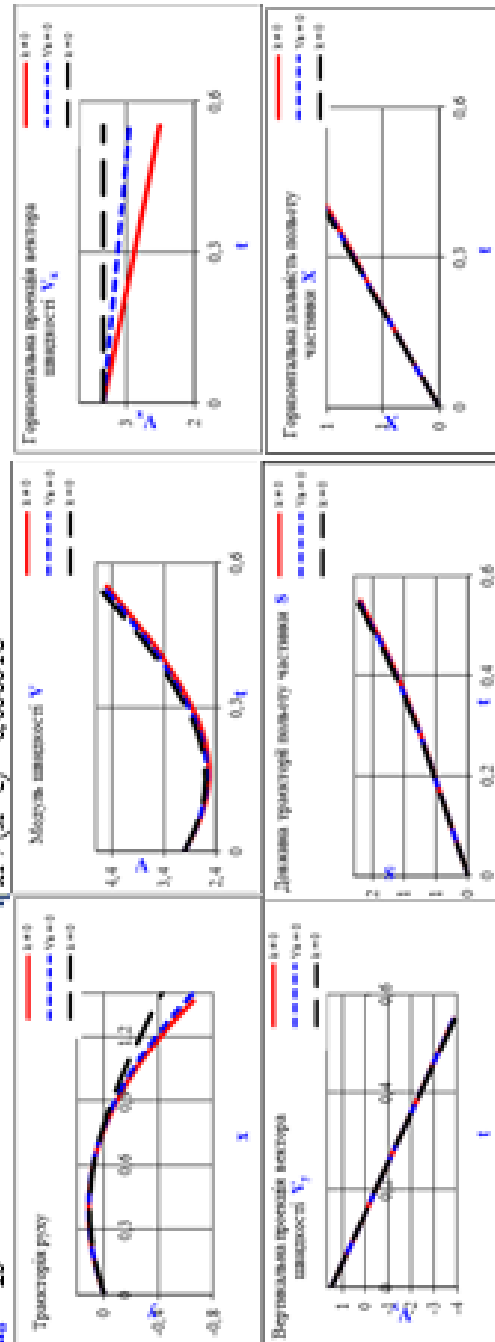
$$\begin{aligned} V_0 &= 1 \text{ м/с} \\ R &= 0,001-0,005 \\ a_0 &= 30 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= 1000 \text{ кг/м}^3 \\ V_0 &= 1 \text{ м/с} \\ \eta &= 0,000018 \text{ кг/(м} \cdot \text{с)} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} V_0 &= 1 \text{ м/с} \\ R &= 0,001-0,005 \\ a_0 &= 20 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= 1000 \text{ кг/м}^3 \\ V_0 &= 1 \text{ м/с} \\ \eta &= 0,000018 \text{ кг/(м} \cdot \text{с)} \end{aligned}$$



ЛАБОРАТОРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ДОБРІВ

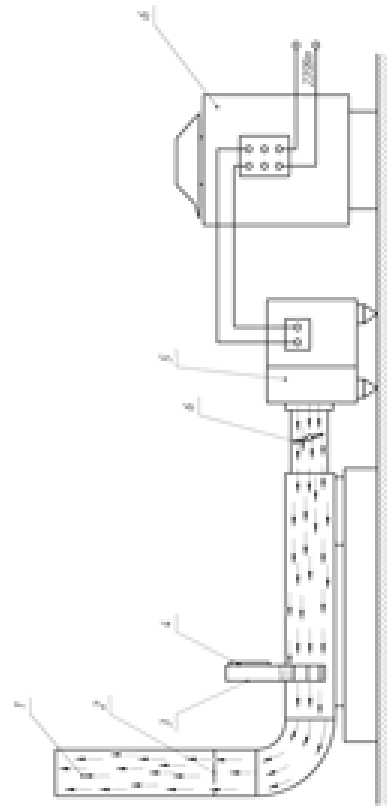


Схема лабораторної установки по визначенню аеродинамічних властивостей гранул:

1 – труба;

2 – сітка;

3 – анемометр;

4 – екран анемометра;

5 – дросель;

$$K_{01} = \frac{g}{V^2}$$

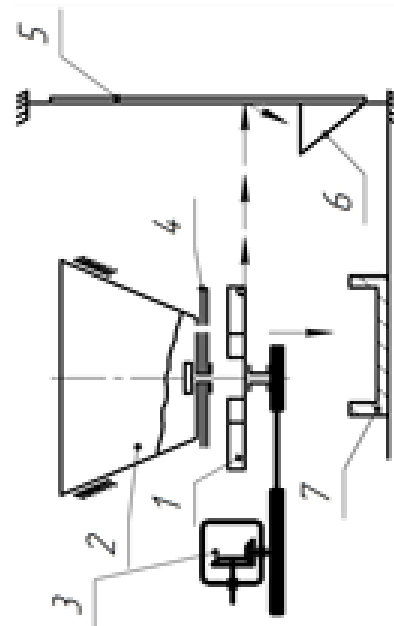


Схема установки для визначення припустимої швидкості удару

$$V = \omega \cdot R$$

1 – ротор з лопатками;

2 – вентилятор;

3 – механізм приводу;

4 – дозатор;

5 – метр частий екран;

6 – карман;

7 – лоток;

ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ



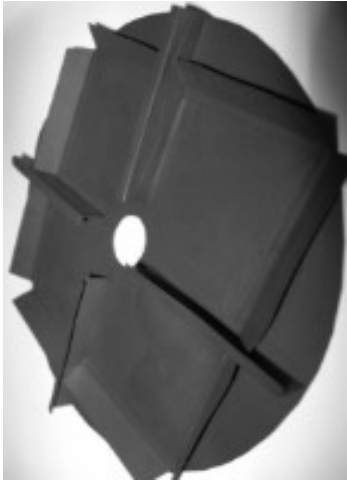
Механізм приводу диска



Загальний вид лотка

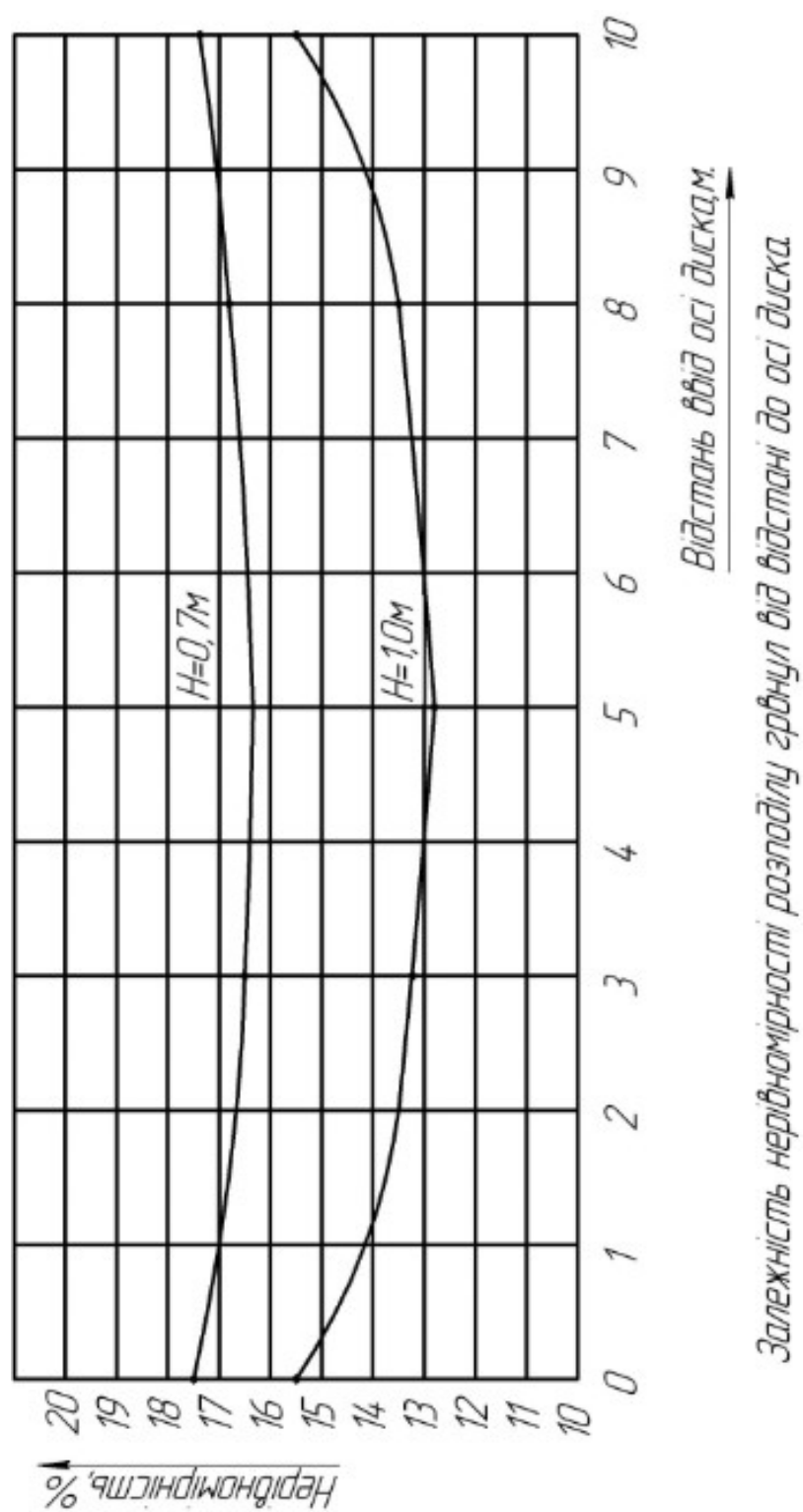
Результати досліджень п'яти робочих органів відцентрового типу

Показники	Зразки робочих органів				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Пісок					
Коефіцієнт варіації, %	43	43	35	26	95
Похибка досліду, %	3,5	4,3	4,3	4,0	4,0
Робоча ширина захвату, м	0,9	0,9	0,9	0,9	0,85
Карбонілд					
Коефіцієнт варіації, %	35	25	23	10	89
Похибка досліду, %	4,0	4,5	4,0	3,9	4,0
Робоча ширина захвату, м	1,3	2,3	0,57	2,5	2,3



Запропонований робочий орган відцентрового типу

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ



**Основні техніко-економічні показники машини для внесення
мінеральних добрив**

№ п/п	Показники	Розмірність	Значення	
			Базова	Експериментальна
1	Балансова вартість машини	грн	17800	19520
2	Річне завантаження машини	год	52,3	41
3	Витрати на заробітну плату робочих	грн/га	12,9	12,1
4	Витрати на ПММ	грн/га	35	25
5	Амортизаційні відрахування	грн/га	12,1	11,7
6	Відрахування на ремонт і технічне обслуговування	грн/га	12,4	11,8
7	Експлуатаційні витрати	грн/га	115,1	111,1
8	Питомі капіталовкладення	грн/га	171	131,3
9	Приведені витрати	грн/га	117,6	113,1
10	Витрати праці	люд.-год.	0,16	0,12
11	Економія витрат праці	люд.-год.	-	24
12	Ступінь зниження витрат праці	%	-	25
13	Річна економія коштів	грн	-	24000
14	Термін окупності	років	-	0,3

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Огляд конструкцій машин для внесення добрив відцентро-водискового типу довів, що основні зусилля та напрямки удосконалення дисково-розкидних робочих органів машин направленні на підвищення ефективності роботи розкидачів. Встановлено основні недоліки існуючих тупо-розкидних апаратів машин з відцентро-водисковими робочими органами і прийнято рішення, виконати дослідження якісних показників роботи відцентро-водискового диска розкидача мінеральних добрив аналітичним та дослідницькими методами.
2. Отримали значення теоретичної частоти обертання розкидного диска, що становить $n = 686 \text{ об/хв}$. Встановлено значення мінімального радіуса координати потрапляння добрив, що забезпечує рух гранул вздовж лопаті дискового розкидачного апарату та створюються умови польоту частин туків. Визначено абсолютну швидкість руху частинок добрив
3. На основі виконаних аналітичних досліджень запропонована нова конструкція відцентрового дискового розкидача, яка забезпечує лінеаризацію розподілу добрива по поверхні. Проведеними модельними дослідженнями встановлені оптимальні параметри дискового відцентрового розкидача, а саме:
 - частота обертання диска – 686 об/хв ;
 - кути постановки направляючих до потоку: 4°
4. Експериментальний роторний робочий орган забезпечив коефіцієнт варіації 10% при проведенні дослідів на експериментальній установці. Ширина розкидання становила $2,5 \text{ м}$. При внесенні піску цим робочим органом відповідні показники становили 26% та $0,9 \text{ м}$.
5. Порівняльними випробуваннями доведено, що запропонована конструкція відцентрового розкидача забезпечує виконання агротехнічних вимог по рівномірності розкидання, тобто не перевищує 25% .
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 24000 грн . Економічний ефект отримується за рахунок зменшення витрати пального при роботі на машині з модернізованим робочим органом. Продуктивність роботи машинно-тракторного агрегату за зміню буде зростати. Це забезпечуватиметься передусім за рахунок збільшення коефіцієнта використання робочого часу змін.