

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Механіко-технологічний факультет

ПОГОДЖЕНО

Декан механіко -
технологічного факультету

Професор, д.т.н.,

_____ **Братішко В.В.**

“ ____ ” _____ 2025 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри
сіськогосподарських машин
та системотехніки

ім. акад. П.М. Василенка, доцент к.т.н.

_____ **Гуменюк Ю.О.**

“ ____ ” _____ 2025 р.

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему “ Дослідження параметрів і режимів роботи розподільно-
дозуючого пристрою машин для локального внесення твердих мінеральних
добрив“

Спеціальність 208 "Агроінженерія"

Магістерська програма освітньо–професійної спеціалізації -
Оптимізація процесів параметрів і режимів роботи сільськогосподарської
техніки

Гарант освітньої програми:

Доктор технічних наук, професор _____ Вячеслав
Братішко

(підпис)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи:

к.т.н., доцент _____ Борис Онищенко

Виконав _____ Роман

Двораківський

Київ – 2025

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Механіко-технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
сіськогосподарських машин та
системотехніки ім. акад.

П.М.Василенка

_____ **Гуменюк Ю.О.**

“ _____ ” _____ 2025 р.

З А В Д А Н Н Я

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Двораківський Роман

Спеціальність 208 "Агроінженерія"

Магістерська програма освітньо–професійної спеціалізації -
Оптимізація процесів параметрів і режимів роботи сільськогосподарської
техніки

**Тема роботи «Дослідження параметрів і режимів роботи розподільно-
дозуючого пристрою машин для локального внесення твердих мінеральних
добрив »**

Наказ НУБіП України № 2038 “С” від 13 листопада 2025 р.

Термін подання студентом роботи 10. 11..2025 р.

1. Вихідні дані до роботи: Машина для внесення твердих мінеральних добрив

2. Зміст пояснювальної записки (перелік питань які необхідно розробити).

1. Огляд технологій та машин для внесення твердих мінеральних добрив.

2. Теоретичні дослідження процесу роботи відцентрових розподільчих транспортуючих робочих органів висівних систем туків.

3. Лабораторні дослідження процесу роботи відцентрових розподільчих транспортуючих робочих органів висівних систем машин для внесення мінеральних добрив.

4. Економічна ефективність застосування експериментальної машини.

Висновки, список використаної літератури, додатки.

4. Перелік листів графічного матеріалу:

Слайд 1. Титульна сторінка.

Слайд 2. Мета роботи та задачі .

Слайд 3. Класифікація машин.

Слайд 4. Класифікація робочих органів машин.

Слайд 5. Конструктивно-технологічна схема експериментального робочого органу.

Слайд 6,7,8,9. Результати екстериментальних досліджень.

Слайд 10. Економічні показники.

Слайд 11. Висновки.

4. Дата видачі завдання 9.09.2024р.

Керівник магістерської роботи _____ **Онищенко Б. В.**

Завдання прийняла до виконання _____ **Двораківський Р.**

РЕФЕРАТ

Основний зміст магістерської роботи викладено на 92 сторінках друкованого тексту, відображено в 4 таблицях і проілюстровано 26 рисунками. Ілюстративний матеріал містить 16 слайдів.

Метою роботи є підвищення показників якості роботи машин для внесення твердих мінеральних добрив шляхом удосконалення конструкції та вибору раціональних параметрів відцентрових розподільчих транспортуючих робочих органів багатоканальних висівних систем машин для внесення твердих мінеральних добрив.

Для досягнення мети поставлені такі **завдання**:

- провести аналіз технологічних процесів та робочих органів машин для внесення твердих мінеральних добрив та розробити конструктивно-технологічну схему відцентрових розподільчих транспортуючих робочих органів багатоканальних висівних систем машин для внесення твердих мінеральних добрив.;

- провести теоретичні дослідження процесу роботи відцентрових розподільчих транспортуючих робочих органів висівних систем.

- провести лабораторні дослідження процесу роботи відцентрових розподільчих транспортуючих робочих органів висівних систем.

- провести розрахунок економічної ефективності роботи машини схему

відцентрових розподільчих транспортуючих робочих органів багатоканальних висівних систем машин для внесення твердих мінеральних добрив.;

В роботі приведений огляд і аналіз технологій машин та робочих органів відцентрових розподільчих транспортуючих робочих органів багатоканальних висівних систем машин для внесення твердих мінеральних добрив. Обґрунтовано конструкцію відцентрових розподільчих транспортуючих робочих органів висівних систем машини для внесення твердих мінеральних добрив та обґрунтовано основні параметри машини.

Річний економічний ефект від застосування експериментального зразка машини складає 234906 грн.

Об'єкт дослідження - технологічний процес та технічні засоби відцентрових розподільчих транспортуючих робочих органів багатоканальних висівних систем машин для внесення твердих мінеральних добрив;

Предмет дослідження - закономірність руху потоку туків добрив у відцентрових розподільчих транспортуючих робочих органів багатоканальних висівних систем машин для внесення твердих мінеральних добрив;

Методи досліджень. Аналітичні методи досліджень, теоретичні дослідження проводились з застосуванням основних положень математики, теоретичної механіки та теорії землеробської механіки. Експериментальні дослідження виконувались у лабораторних і виробничих умовах з застосуванням методів планування експериментів і статистичної обробки експериментальних даних.

Наукова новизна роботи полягає в дослідженні впливу конструктивних параметрів відцентрових розподільчих транспортуючих робочих органів багатоканальних висівних систем на рівномірність внесення туків машин для внесення твердих мінеральних добрив;

Ключові слова: мінеральні добрива, відцентровий розподільчий транспортуючий робочий орган висівних систем.

ЗМІСТ

Реферат.....	4
Вступ.....	8
1. АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ.....	10
1.1. Аналіз конструкцій розподільчих робочих органів багатоканальних висівних систем.....	10
1.2. Основні вимоги до висіву мінеральних добрив машинами для основного внесення добрив, пояснення і вибір об'єкту досліджень.....	19
1.3 Висновки і задачі досліджень.....	24
2 .ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ РОБОТИ ВІДЦЕНТРОВИХ РОЗПОДІЛЬНИХ ТА ПНЕВМАТИЧНИХ ТРАНСПОРТУЮЧИХ РОБОЧИХ	

ОРГАНІВ	ВИСІВНИХ
СИСТЕМ.....	17

2.1 Дослідження процесу відцентрового розподілення добрив і обґрунтування параметрів і режимів роботи розподільних робочих органів.....	20
---	----

2.1.1. Подача добрив у розподільний робочий орган.....	20
--	----

2.1.2. Рух добрив у розподільному робочому органі.....	23
--	----

2.1.3. Вихід добрив із випускного вікна розподільного робочого органу.....	27
--	----

2.1.4 Висновки по результатам теоретичних досліджень.....	29
---	----

3. МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	31
---	----

3.1. Лабораторна уставка для дослідження процесу відцентрового розподілення добрив.....	..31
---	------

3.2 Визначення критичної кутової швидкості обертання розподільника.....	35
---	----

3.3. Дослідження впливу параметрів і режимів роботи розподільника на його пропускну здатність.....	36
--	----

3.4. Технічна характеристика експериментального зразка машини.....	39
--	----

4.РЕЗУЛЬТАТИ	ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ
ДОСЛІДЖЕНЬ.....	
...43	
4.1. Результати досліджень процесу відцентрового розподілення	
мінеральних	
добрив.....	
....43	
4.1.1. Залежність кутової швидкості обертання і висоти	
розподілення.....	
43	
4.2. Вплив параметрів і режимів роботи розподільника на його пропускну	
здатність.....	
.....44	
4.3. Висновки по результатам експериментальних	
досліджень.....	
48	
5.ОХОРОНА ПРАЦІ І НАВКОЛИШНЬОГО	
СЕРЕДОВИЩА.....	
49	
5.1.Вимоги до транспортування, зберігання і застосування пестицидів та	
агрохімікатів.....	
....50	
6. ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ	
ПНЕВМОВІДЦЕНТРОВОГО	
РРО.....	
57	
ЗАГАЛЬНІ	
ВИСНОВКИ.....	
63	
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ	
ЛІТЕРАТУРИ.....	
64	

ДОДАТКИ.....	
.....66	

Вступ

Один зі шляхів збільшення родючості ґрунту є застосування мінеральних добрив , ефективність яких у значній мірі залежить від умов зберігання , технології підготовки і способу внесення . Запровадження прогресивних способів внесення мінеральних добрив і оснащення сільськогосподарського виробництва необхідним комплексом високопродуктивних машин дозволяє збільшити окупність добрив .

Наразі основні дози добрив вносять , як правило , розкиданням по поверхні ґрунту машинами , які оснащені відцентровими розсіювальними пристроями . Нерівномірність внесення добрив у виробничих умовах часто перевищує агротехнічно допустиму у 2...3 рази ,що призводить до зниження їх ефективності на 15...50% . Маніпуляції ,які проводяться далі ґрунтооброблюючими механізмами не забезпечують оптимального їх розположення для ефективного використання корінної системи рослини .

З метою удосконалення способів внесення добрив агрохімічною наукою розроблені і поступово використовуються у вироробництві способи локального внесення мінеральних добрив . Локальне внесення добрив базується на використанні машин , обладнаних спеціальними пристроями для внесення добрив у ґрунт концентрованими дозами різноманітної форми на

задану глибину . Такий спосіб внесення добрив дозволяє підвищити коефіцієнт використання поживних речовин і зменшити дози , встановлення для розкидного внесення пвд різні сільськогосподарські культури на 25...30 %.

Проте , як показує практика ,широкого розповсюдження у нашій країні локальний спосіб внесення мінеральних добрив не отримав ,так як створення високопродуктивних технічних знарядь для виконання цієї операції із необхідною високою якістю є складною задачею , яка стоїть в ряді першочергових проблем науки по механізації сільськогосподарського виробництва . Для вирішення цієї задачі розробляються розподільно - висівні система машин із відцентрованою технологічною тарою . Перспективним напрямком у розвитку таких конструкцій є створення багатоканальних пневматичних висівних сичтем із загальним дозуванням . Аналіз результатів робіт , виконаних у зв'язку з дослідженням висівних систем , показує , що досягнуті показники їх роботи не повністю задовольняють агротехнічні і техніко – економічні вимоги до машин для основного внесення твердих мінеральних добрив , у тому числі , за показниками нерівномірності розподілення . Відмічене пояснюється недосконалістю використовуваних конструкцій розподільних робочих органів .

Вирішенню поставлених задач і присвячена магістерська робота . Її ціль – підвищення рівномірності і продуктивності внутрішньо ґрунтового внесення твердих мінеральних добрив багатоканальними пневматичними висівними системами.

У магістерській роботі обґрунтований тип , принципова схема і конструкція відцентрового розподільного робочого органу багатоканальної пневматичної висівної ситеми для внесення мінеральних добрив , отримані залежності для визначення конструктивних параметрів і режимів роботи , розроблена методика інженерного розрахунку відцентрового розподільного

робочого органу , а також обґрунтовані режими пневмотранспортування добрив .

1.АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

1.1. Аналіз конструкцій розподільчих робочих органів багатоканальних висівних систем

У конструкції багатоканальних висівних систем знайшли застосування розподільчі робочі органи з пасивними і активними розподільниками добрив. У розподільчих робочих органах з пасивними розподільниками добрив використовуються нерухомі поверхні, на які добрива подаються під дією повітряного потоку або гравітаційних сил, а в робочих органах з активними розподільниками -останні мають привід. Різноманітність застосовуваних розподільчих робочих органів з пасивними та активними розподільниками

потоків визначається відмінністю виконання конструктивних елементів останніх

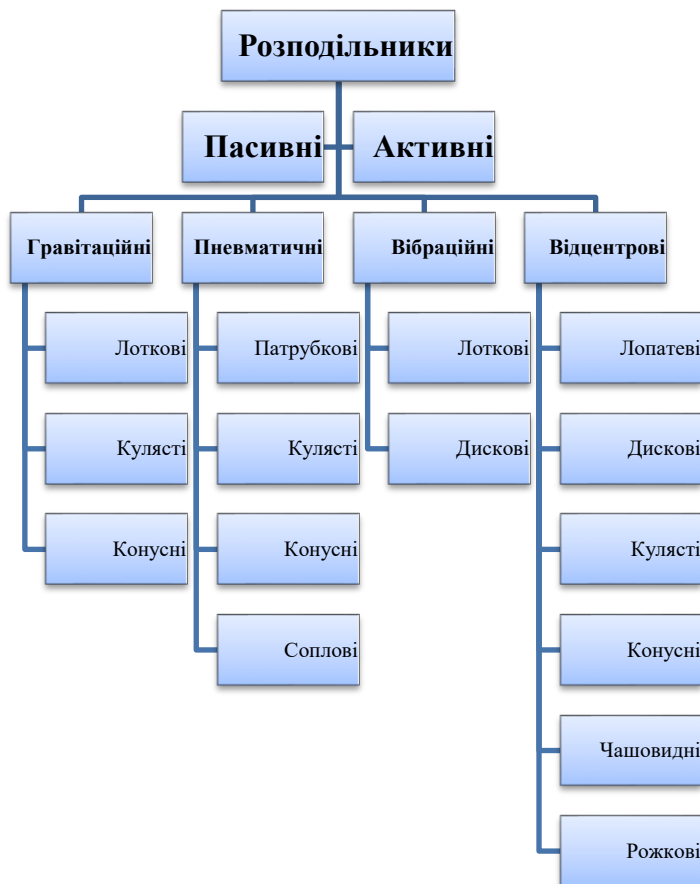


Рис. 1.1. Класифікація розподільників потоку багатоканальних висівних систем

Провівши аналіз багатоканальних пневматичних висівних систем можна зробити висновок, що більш якісні показники виконуваного процесу забезпечують конструктивно-технологічні схеми, засновані на незалежному розподілі матеріалу і повітря на задане число складових з подальшим введенням добрив в окремі канали пневматичних транспортуючих робочих органів. У таких конструктивно-технологічних схемах багатоканальних висівних систем із загальним дозуванням обрив для розподілу потоку по окремих каналах транспортуючих робочих органів доцільно застосовувати розподільчий робочий орган з відцентровим рожковим розподільником.

1.2. Основні вимоги до висіву мінеральних добрив машинами для основного внесення добрив, пояснення і вибір об'єкту досліджень.

Машини для внесення твердих мінеральних добрив повинні забезпечувати висів всіх видів гранульованих ,крупнокристалічних добрив та їх сумішей в межах 100...1000 кг/га при безступінчатому регулюванні [6 ,39].

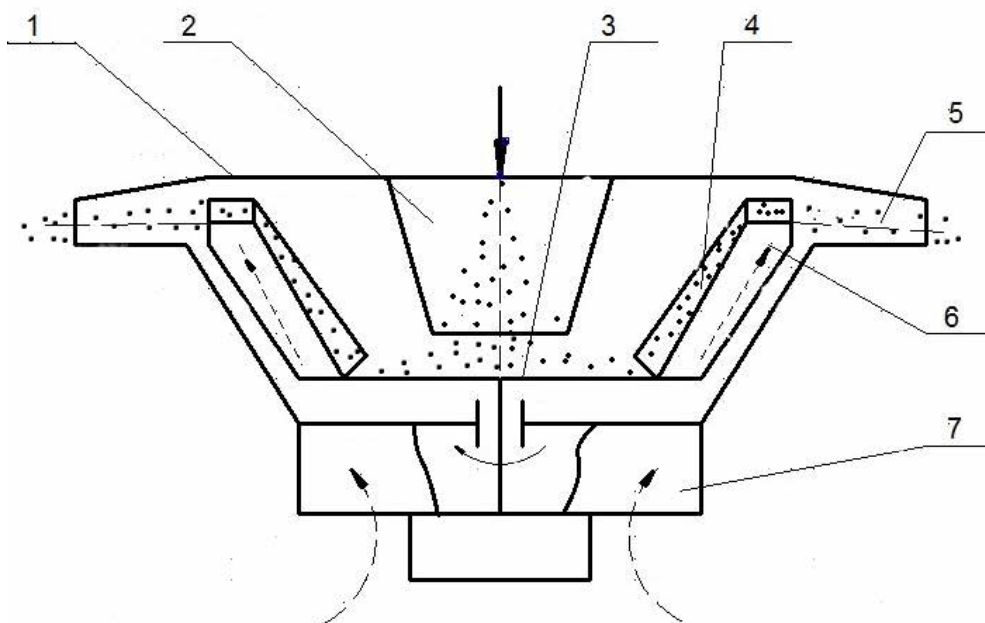
Нерівномірний розподіл добрив при локальному внесенні суттєво знижує урожай ,на відміну від поверхневого внесення. У зв'язку з цим до машин які на стадії розробки висуваються високі вимоги до якості висіву та контролювання дози внесеного добрива .Нерівномірність розподілу добрив по основним робочим органам має бути в межах 10 % при висіві добрив ,масова частка води в яких не перевищує стандартну на 25 % [39]. Відповідні показники якості внесення мають забезпечуватися на полях де є схили до 8° . Доза внесення добрив не повинна залежати від швидкості руху машинного агрегату .

Важливою умовою високої ефективності локального внесення добрив є забезпечення оптимальних параметрів розміщення гранул на ґрунті відповідно до вимог технологій вирощування сільськогосподарських культур. Інтервали між рядами добрив під зернові та інші культури суцільного посіву не повинні перевищувати 14...17см . Під посів просапних культур , які мають більшу площу живлення (кукурудза , цукровий буряк) , інтервали між рядами доцільно збільшити до 20...30 см . Ширина смуг повинна складати 2...6 см [34 ,39-41 ,46].

Проведений аналіз існуючих конструктивно – технологічних схем багатоканальних висівних систем дозволяє зробити висновки про те ,що відомі технології не в повній мірі задовольняють наведені агротехнічні вимоги .При цьому встановлено ,що на внесення різних по фізико – механічним властивостям добрив та їх сумішей більш перспективним є використання систем з незалежним розподіленням матеріалу ,що вносять та повітря на задану кількість потоків з наступним надходженням добрив в окремі канали транспортуючого робочого

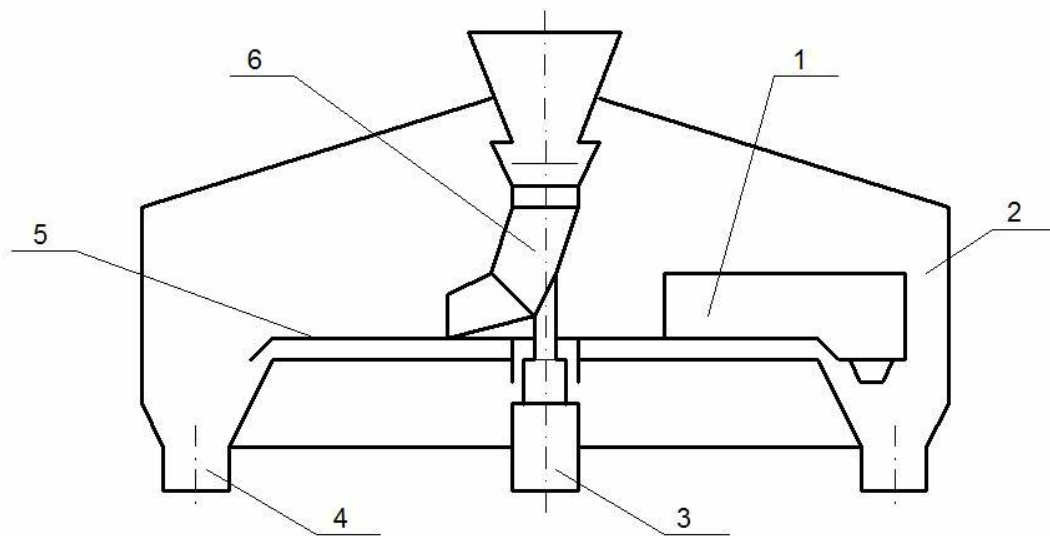
органу з подальшим рухом по каналам аеросуміші до місця висіву в ґрунт [35,47] . Така технологічна схема багатоканальної висівної системи забезпечує високі та якісні показники процесу.

Проте , в машинах з незалежним розподіленням добрив і транспортуючого органу, в яких використовується принцип індивідуального дозування добрив з бункера в кожний канал транспортуючого робочого органу ,застосовуються дозуючі прилади з конструктивно складними механізмами привода ,а бункер має порівняно невелику ємкість [20,48] . Дана особливість робить такі машина мало перспективними для основного внесення мінеральних добрив . Наведених недоліків не спостерігається в технологічних засобах з незалежним розподіленням добрив і транспортуючого повітря , в яких використовується принцип загального дозування добрив із бункера в канали транспортуючого робочого органу . В якості дозуючого пристрою використовуються конвеєрні робочі органи , які дозволяють використовувати бункери з більшою ємкістю . Недоліками цих висівних систем є відносно нерівномірне внесення добрив .



1.7. Схема відцентрового розподільника чашевидного типу

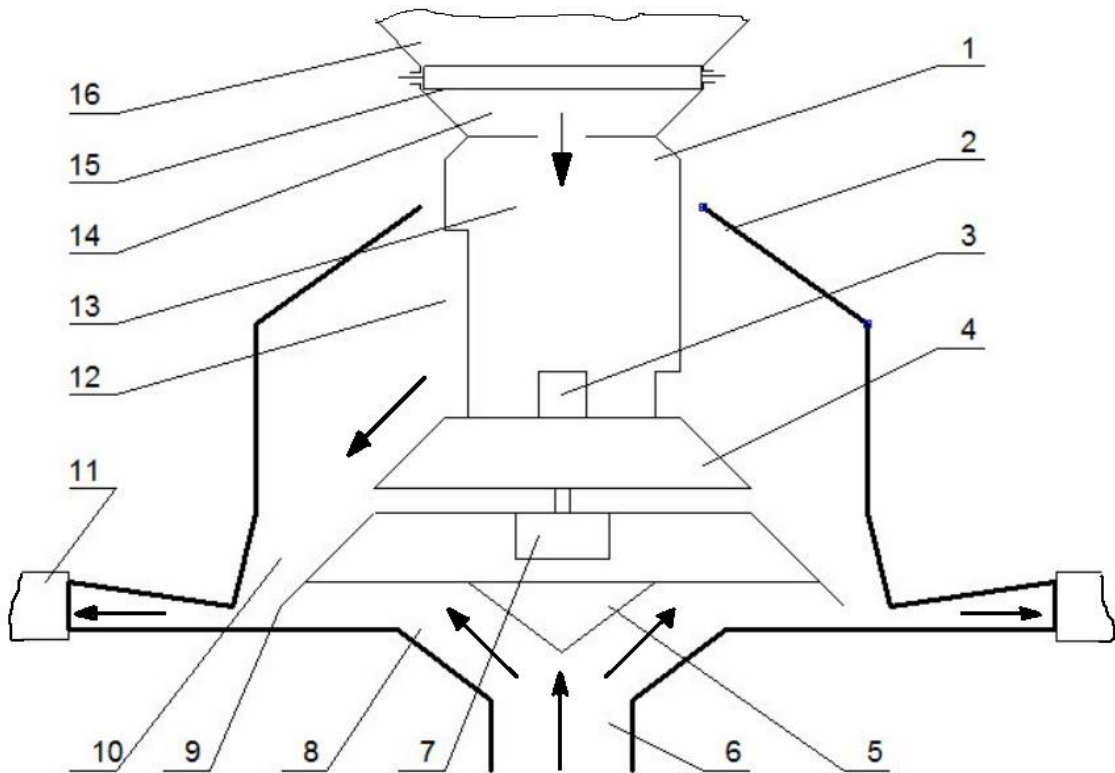
- 1 – корпус ; 2 – туконаправитель ; 3 – конусна чаша ; 4 – лопатка ;
5 – відвідний партубок ; 6 – лопатка вентилятора ; 7 – привод .



1.8. Схема відцентрового розподільника рожкового типу

1 – еластичний відбивач ; 2 – корпус ; 3 – привод; 4 –відвідний патрубок;
5 – диск ; 6 – розподільник .

При аналізі можливих варіантів конструктивного виконання розподільчих робочих органів виявлено ,що рівномірність розподілення добрив можна покращити за рахунок застосування розподільчих робочих органів відцентрового типу ,обертовий розподільник з виконаними в його бічній поверхні випускними отворами [1 ,42,43] .



1.9. Схема відцентрового розподільчого органу

1- впускне вікно ; 2 - корпус; 3 ,12 – випускні вікна ; 4- диск; 5 - розподільник повітряного потоку; 6 - пневматичний привод ; 7 – привод розподільника ; 8 – пневмоканали ; 9 – ежектори ; 10 – прийомні горловини відвідних патрубків ; 11 - канали транспортуючого робочого органу ; 13 – розподільник ; 14 – туконаправитель ; 15 – дозуючий пристрій ; 16 – бункер.

Запропонований робочий орган включає в себе корпус 2 , в основі якого знаходяться рівномірно по окружності прийомні горловини відвідних патрубків 10 . В корпусі 2 встановлений обертовий розподільник 13 , виконаний у виді стакана , дном якого являється центральна частина диска 4 , далі розміщений привод 7. Над впускним вікном 1 розподільника знаходяться туконаправитель 14 , з'єднаний з дозуючим пристроєм 15 бункера 16 . У точці з'єднання розподільника з диском по окружності розроблені випускні отвори 3 і 12 .

Прийомні горловини відвідних патрубків 10 являються одночасно завантажувальними горловинами ежекторів 9 , пов'язаними внутрішніми кінцями з пневмоканалами 8 , а зовнішніми – з каналами 11 транспортуючого

робочого органу . Пневмоканали з'єднані через розподільник повітря 5 з пневмоприводом 6 та з джерелом стиснутого повітря [5 ,36] .

Установка працює наступним чином . Добрива з бункера 16 подаються дозуючим пристроєм 15 через туконаправитель 14 до впускного вікна 1 розподільника 13 . Після чого гранули добрив під дією відцентрових сил розганяються та направляються до випускного вікна 3 і 12 , пройшовши які добрива переміщуються на периферію диска і направляються до прийомних горловин відвідних партубків [14]. В цей же час розділений розподільником 5 повітряний потік із пневмопривода 6 поступає по пневмоканалам 8 до ежекторів 9 , де захвачує опинившись в завантажувальних горловинах гранули добрив і переміщує їх по каналам 11 транспортуючого робочого органу до місця внесення .

Аналізуючи процес роботи запропонованої конструктивно – технологічної схеми розподільного робочого органу пристрою , можна зробити висновок про те ,що з метою забезпечення якісних показників даного процесу необхідно досліджувати його окремі елементи і обґрунтувати його конструктивні параметри і режими роботи [49] .

1.3. Висновки по розділу 1 та задачі досліджень .

1. На основі проведено огляду тенденцій розвитку технічних засобів для внесення мінеральних добрив ,аналізу конструкцій їх висівних систем ,а також результатів досліджень виявлено : внесення основної дози твердих мінеральних добрив найбільш якісно виконують агрегати з багатоканальними пневматичними висівними системами, які містять розподільні і транспортуючі робочі органи , які в значній мірі визначають агротехнічні показники машин. Технологічні схеми машин передбачають загальне дозування добрив , що вносяться та незалежне їх розподілення на складові з наступним пневматичним переміщенням останніх по окремим каналам до спеціальних робочих органів .

2. Вказані висівні системи при асиметричній подачі віддозованого потоку добрив здійснюють їх внесення з відносно високою не рівномірністю.

3. Найбільш перспективним для використання в багатоканальних пневматичних висівних системах із загальним дозуванням мінеральних добрив є розподільні робочі органи активного типу , які забезпечують незалежне розподілення добрив і повітря з подальшим їх переміщенням по горизонтальним каналам транспортуючих робочих органів до місць внесення в ґрунт .

4. На основі проведеного аналізу конструкцій розподільчих робочих органів висунута робоча гіпотеза : якість внесення мінеральних добрив може бути покращена за рахунок застосування в багатоканальних пневматичних висівних системах розподільчих робочих органів відцентрового типу.

Для вивчення процесу роботи та обґрунтування параметрів розподільних і транспортуючих робочих органів висівних систем для внесення твердих мінеральних добрив необхідно вирішити наступні **задачі** досліджень .

Провести теоретичний аналіз елементів процесу відцентрового розподілення і пневматичного транспортування добрив і обґрунтувати параметри і режими спрацювання робочих органів;

Провести експериментальне дослідження процесу відцентрового розподілення і пневматичного внесення з метою перевірки і уточнення основних теоретичних закономірностей , визначити основні техніко-економічні показники роботи і ефективність у застосуванні .

2.ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ РОБОТИ ВІДЦЕНТРОВИХ РОЗПОДІЛЬНИХ ТА ПНЕВМАТИЧНИХ ТРАНСПОРТУЮЧИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ВИСІВНИХ СИСТЕМ

2.1 Дослідження процесу відцентрового розподілення добрив і обґрунтування параметрів і режимів роботи розподільних робочих органів

Робочий процес розподільного робочого органа полягає у тому, що потік добрив, який надходить з туконаправляючого дозуючого пристрою 5 (рис. 2.1) через його впускний отвір 1, захоплюється в обертіві рухи внутрішніми стінками розподільника 3, після чого під впливом відцентрових сил потрапляє через випускне вікно 4 до відповідних патрубків 2.

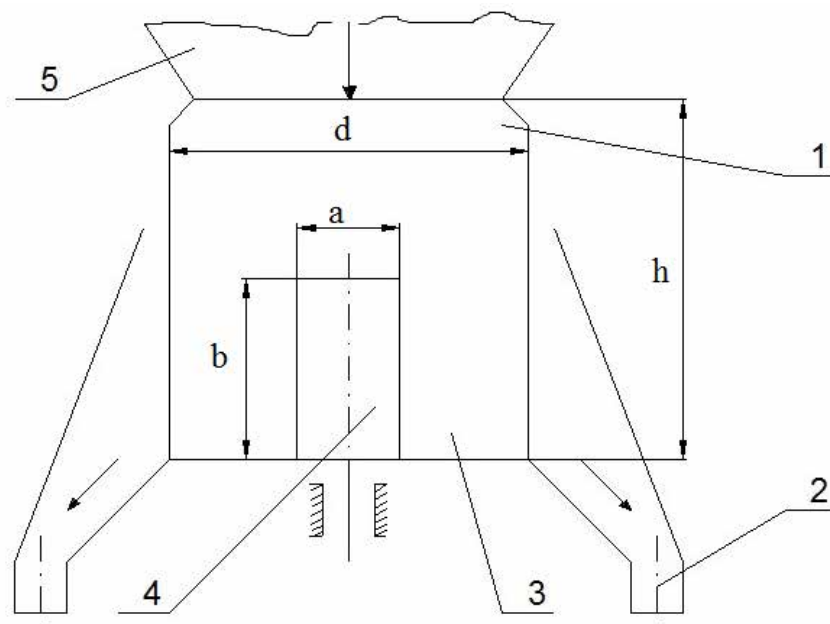


Рис . 2.1. Схема для визначення параметрів відцентрового розподільника :

1.– впускне вікно; 2.– відповідний патрубок; 3.– розподільник ; 4.– випускне вікно; 5.- туконаправитель.

Розглянемо теоретичні передумови, необхідні для безперервного і стійкого перебігу даного процесу.

2.1.1. Подача добрив у розподільний робочий орган .

Для проходження матеріалу через впускне вікно розподільного робочого органу необхідно, щоб пропускна здатність розподільника, була не менше максимальної продуктивності дозуючого пристрою :

$$q_p \geq q_{d \max} \quad (2.1)$$

де q_p - пропускна здатність впускного вікна розподільника, кг/с;

$q_{d \max}$ – максимальна продуктивність дозуючого пристрою, кг/с.

Пропускна здатність впускного вікна розподільника у загальному випадку розраховується за формулою :

$$q_p = k \gamma S_v \vartheta_1 \quad (2.2)$$

де $k = 0,8 \dots 1,0$ – коефіцієнт витрати добрив через вікно ;

γ – об'ємна маса добрив, кг/м³;

S_v – площа впускного вікна, м² ;

ϑ_1 - середня швидкість руху частинок добрива, м/с .

Швидкість руху гранул добрива через впускне вікно розподільника залежить від швидкості їх виходу із дозуючого пристрою і розмірів туконаправителя . Нижній рівень можливих значень швидкості ϑ_1 обмежується середньою швидкістю гравітаційного руху добрив . Використовуючи результати досліджень по визначенню середньої швидкості руху сипучих матеріалів [12,21,31] можна записати :

$$\vartheta_1 = 1,79 \lambda \sqrt{g R_r} \quad (2.3)$$

Значення λ для різноманітних видів мінеральних добрив визначені експериментально і коливаються в межах 0,48...0,65 [31].

Вимагається максимальна продуктивність дозуючого пристрою, зумовлена максимальною дозою внесення добрив при максимальній швидкості руху агрегату, визначається за формулою :

$$q_{\partial max} = D_{max} \vartheta_{max} B \quad (2.4)$$

де D_{max} – максимальна доза внесення добрив , кг/м²;

ϑ_{max} - максимальна швидкість руху агрегату , м/с ;

B – робоча ширина захвату машини , м .

Підставивши вирази (2.2) , (2.3) і (2.4) в умови виразу (2.1) ,після математичних перетворень отримуємо даний вираз :

$$d \geq 0,873 \sqrt[5]{\left[\frac{1}{g}\right] \left[\frac{D_{max} \vartheta_{max}}{k \lambda \gamma}\right]^2} \quad (2.5)$$

Таким чином , діаметр впускного вікна розподільника визначається фізико-механічними властивостями добрив ,що вносяться (λ) , конструктивно-технологічними параметрами машини (B , ϑ_{max}) , а також максимальною дозою внесення речовини (D_{max}) . У зв'язку з тим ,що мінеральні добрива суттєво відрізняються по фізико-механічним властивостям і повинні вноситися в різноманітних дозах , при визначенні розміру впускного вікна розподільника до уваги мають бути прийняті безпосередньо ті види мінеральних добрив ,для яких формулювання $\frac{D_{max}}{\lambda k}$ має найбільше значення .

На рис . 2.2 графічно представлена отримана залежність діаметра впускного вікна розподільника від проаналізованих факторів .

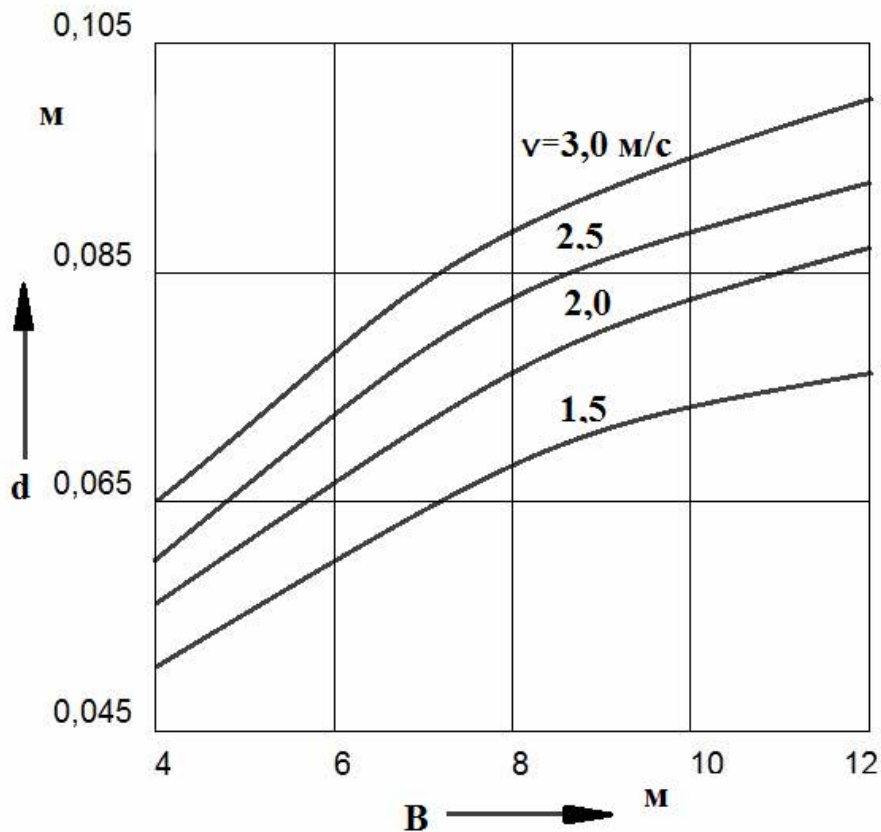


Рис. 2.2 Залежність діаметра розподільника d від ширини захвату машини B при $D_{max} = 0,1 \text{ кг/м}^2$; $\lambda = 0,48$; $\gamma = 1030 \text{ кг/м}^3$

Таким чином, для забезпечення необхідної мінімальної пропускної здатності впускного вікна розподільника діаметр його отвору повинен мати величину, яка визначена за формулою (2.5).

2.1.2. Рух добрив у розподільному робочому органі.

При потраплянні добрив із дозуючого пристрою через туконправитель до розподільника, що обертається, внутрішні стінки і дно останнього захоплюють їх у обертовий рух [9]. У залежності від місцеположення гранул добрив відносно впускного вікна та вісі обертання розподільника буде різним їх стан: від прискореного руху гранул зверху вниз поблизу вісі розподільника до нерухомого стану у протилежному впускному вікні стінки. Для визначення кордонів переходу цих станів виконаємо аналіз даного процесу.

На циліндричній ділянці розподільника (рис. 2.3.) супротивом руху потоку вниз можуть бути частинки , збільшення його зовнішньої стінки та наявну кутову швидкість обертання , близьку по значенню до кутової швидкості розподільника .

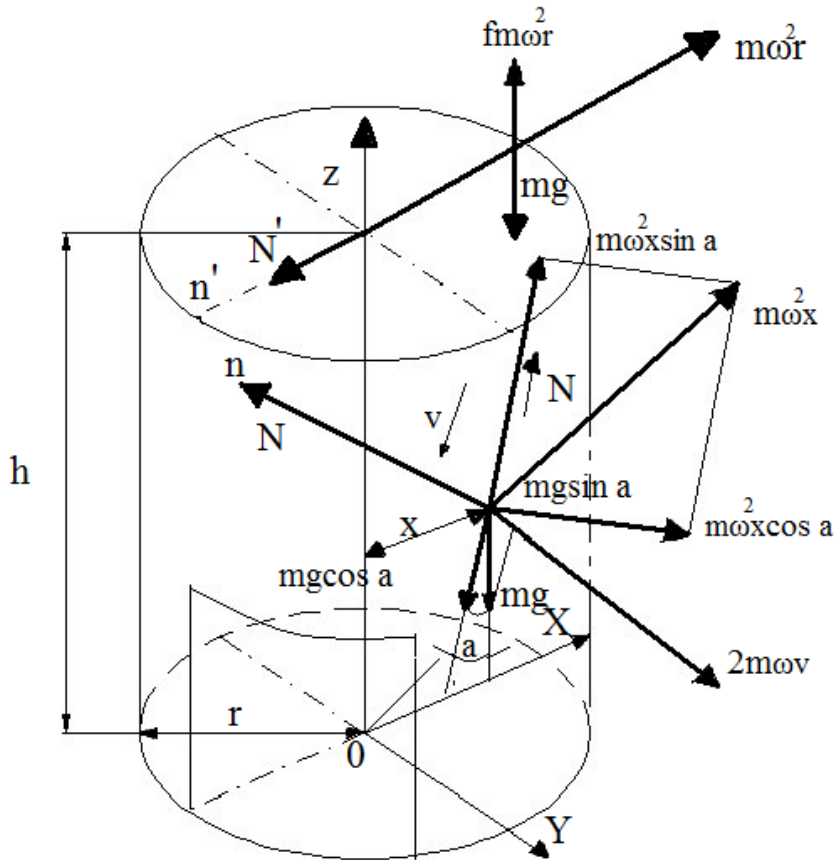


Рис. 2.3. Схема для вивчення руху частинок добрив у розподільному робочому органі

У такому випадку умовою початку ковзання частинок вздовж стінки розподільника до його випускного вікна є наступний вираз :

$$R_y = P - F_{mp} \geq 0$$

або
$$R_y = m_c g - f_n m_c \omega^2 r \geq 0$$

(2.6)

де R_y - результативна сила , яка рухає частинку вниз , Н ;

$P = m_c g$ – сила тяжіння для частинки , Н ;

m_c – маса частинки добрив , кг ;

$F_{mp} = f_H m_c \omega^2 r$ - сила тертя , Н ;

F_H – коефіцієнт зовнішнього тертя ;

r – радіус розподілення , м .

Із виразу (2.6) визначимо критичну кутову швидкість обертання розподільника :

$$\omega \leq \sqrt{\frac{g}{f_H r}} \quad (2.7)$$

При обґрунтуванні умов ,які б забезпечували безперервні і рівномірні рухи частинок до випускного вікна ,розглянемо динамічний стан частинок добрив ,які знаходяться в середині розподільника .

Частинка добрив ,проходячи через впускне вікно розподільника з початковою швидкістю ,ковзає по його внутрішній поверхні до того моменту ,поки не потрапить у випускне вікно ,або при умові дії значних відцентрових сил і не достатньої початкової швидкості , буде притискатися до стінок розподільника ,створюючи таким чином пошарову поверхню з добрив , по якій наступні частинки переміщуються до випускного вікна . Для аналітичного описання форми яка утворюється на цій поверхні складемо рівняння сил ,діючих на частинку добрив ,які рухаються до випускного вікна розподільника :

$$R = F - F_{mp} \quad (2.8)$$

де $R = m_c \frac{d\vartheta}{dt}$ - результуюча сила ,яка рухає частинку до випускного вікна ,Н ;

ϑ - швидкість руху частинки , м/с ;

t – час руху частинки , с ;

α – кут між дотичною до траєкторії руху частинки і вектором сили тяжіння, град ;

$$F_{mp} = f(P \sin \alpha - F_{ц} \cos \alpha) - \text{сила тертя, Н ;}$$

f – коефіцієнт внутрішнього тертя .

Проекція сил Коріоліса на площину XOY, у якій згідно умови поставленої задачі розглядається рух частинки, при граничних вимогах збереження її постійної сили, дорівнює нулю, так як вектор цієї сили являється перпендикулярним до вище згаданої площини [22]. Дія сили Коріоліса разом з відцентровою силою здатна захопити частинки у обертові рухи і набути, при певних умовах, швидкості, рівній лінійній швидкості точки внутрішньої поверхні розподільника, з якою контактує частинка у поточний момент часу. Як тільки частинка досягає вище згаданого процесу, вона починає обертатися разом із розподільником навколо вісі Z із кутовою швидкістю ω , що призводить до зникнення сили Коріоліса, так як зупиняється відносний рух частинки.

Звідси випливає :

$$m_q \frac{d\vartheta}{dt} = m_q g \cos \alpha - m_q \omega^2 x \sin \alpha - f(m_q g \sin \alpha + m_q \omega^2 x \cos \alpha) \quad (2.9)$$

Враховуючи, що при $\vartheta = \text{const}$ $\frac{d\vartheta}{dt} = 0$, а також беручи до уваги, що $\sin \alpha = \frac{dx}{ds}$ і $\cos \alpha = \frac{dz}{ds}$ вираз (2.9) можна записати як :

$$m_q g dz - m_q \omega^2 x dx - f m_q g dx - f m_q \omega^2 x dz = 0 \quad (2.10)$$

Після інтегрування отримуємо :

$$Z = \frac{g(f^2+1) \ln(g-f\omega^2 x)}{(f\omega)^2 - \frac{x}{f}} \quad (2.11)$$

Постійна довільна визначається з початкових умов : при $x = 0$ $z = 0$.

$$\text{Тоді} \quad C = \frac{g(f^2+1) \ln g}{(f\omega)^2} \quad (2.12)$$

Рівняння (2.11) після підстановки (2.12) з урахуванням позитивного напрямку вісі Z буде мати вигляд :

$$Z = \frac{(-x)/f - g(f^2 + 1) \ln \left[\frac{(1 - f\omega^2 x)/g}{(f\omega)^2} \right]}{(f\omega)^2} \quad (2.13)$$

Рівняння (2.13) відповідає кривій , визначаючій утворюючу , обертанню якої навколо осі Z створюється похила поверхня , по якій виконується рух частинок добрив зверху до низу з постійною швидкістю.

Для випадку руху частинок знизу до верху (тобто самовільний рух частинок через верхню кромку розподільника , залежність по Z отримаємо у наступному вигляді :

$$Z = \frac{x}{f} + g(f^2 + 1) \frac{\ln \frac{g}{(g + f\omega^2 x)}}{(f\omega)^2} \quad (2.14)$$

Таким чином рівняння (2.14) відображають утворюючу , яка шляхом свого обертання навколо своєї осі створює поверхню , яка зумовлює рух частинок добрива знизу до гори з постійною швидкістю .

Якщо по формулам (2.13) і (2.14) в координатній площині XOZ побудувати графіки залежностей $z = f(x)$ при заданих значеннях f і ω (рис 2.4) , то лінії графіків розділять площину XOZ на три сектори А , Б і В , у яких динамічний стан частинок матеріалу характеризується їх довільною поведінкою . В секторі А частинки туків при будь якому (серед допустимих) поєднань значень аргументу завжди будуть рухатись зверху до низу , у секторі Б рух частинок буде виконуватися зверху донизу із уповільненням і для того , щоб частинки могли досягнути випускного вікна розподільника , вони повинні мати необхідну початкову швидкість на вході у розподільник [27]. У секторі В будуть існувати пасивні зони , де відбувається накопичення добрив , які не можуть потрапити до випускного вікна . Добрива , які заповнили пасивні зони , утворюють похилі поверхні , по яким відбувається рух наступної маси частинок добрив до випускного вікна розподільника . Розміри пасивних зон залежать від

конструктивно - кінематичних параметрів розподільника . Для забезпечення стабільної роботи розподільного робочого органу пасивні зони повинні бути розміщені на рівень нижче ніж впускне вікно[29] .

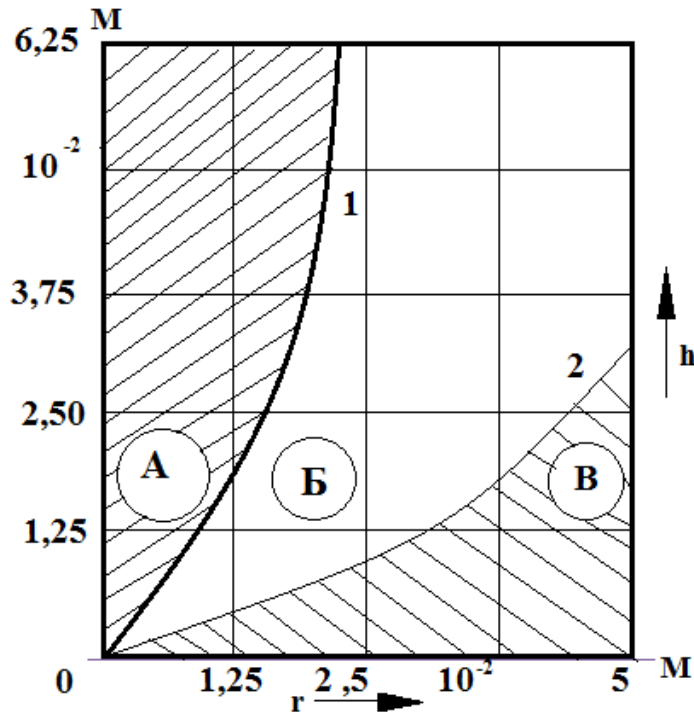


Рис. 2.4 Межі зон динамічних станів добрив у розподільнику :

1 – межа зони А ,у рамках якої добрива рухаються з прискоренням до низу ;

2 – межа зони В , у рамках якої добрива знаходяться у стані відносного спокою .

Якщо у формулах (2.13) і (2.14) замінити x на $\frac{d}{2}$, а відповідно z на h , отримуємо залежності ,які пов'язують конструктивні (діаметр d та висоту h) і кінематичні (кутова швидкість обертання ω) параметри розподільника [23].

Таким чином ,щоб усунути довільний рух частинок через верхню кромку розподільника повинна виконуватися наступна умова :

$$h \geq d \div 2f + g(f^2 + 1) \ln[g(g + 0.5 f \omega^2 d) \div (f\omega)^2] \quad (2.15)$$

Рис. 2.5 і 2.6 графічно інтерпретують отриману залежність (2.15).

2.1.3. Вихід добрив із випускного вікна розподільного робочого органу.

Витрати добрив через випускне вікно розподільника можна описати у вигляді формули :

$$q = k \gamma S \vartheta \quad (2.16)$$

де S – площа випускного вікна, m^2 ;

ϑ - швидкість виходу добрив, m/s .

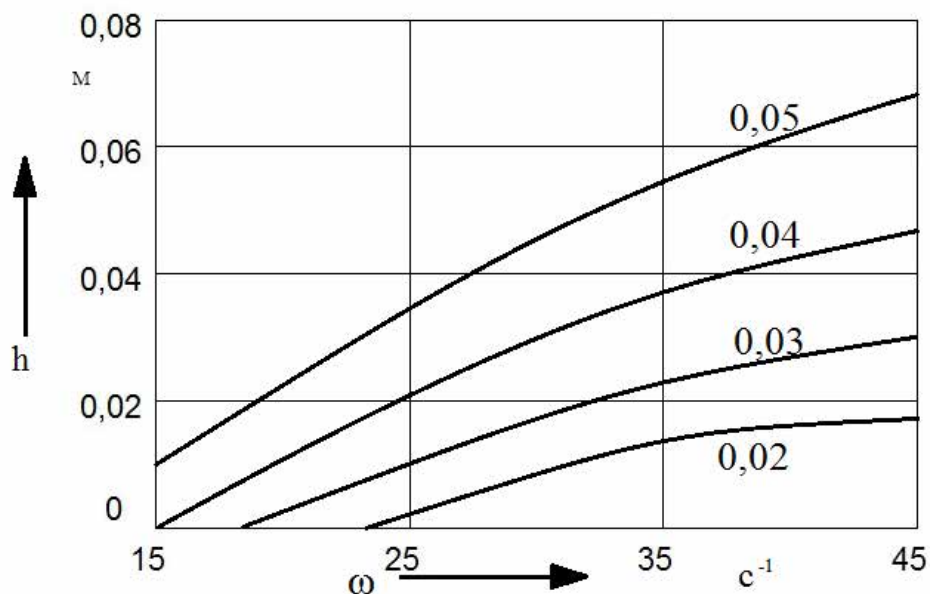


Рис. 2.5 Залежність висоти розподільника h від кутової швидкості його обертання ω

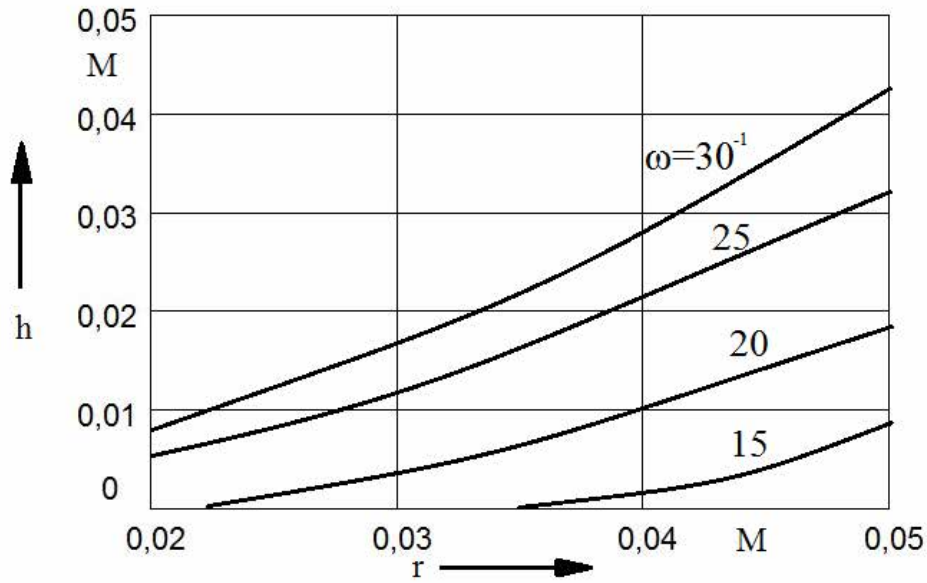


Рис. 2.6 Зв'язок висоти розподільника h від його радіуса r

Базуючись на теорія професора Р.Л. Зенкова [15] , швидкість виходу добрив можна записати наступним чином :

$$v = \lambda_y \sqrt{\frac{2 g a}{\lambda'}} \quad (2.17)$$

де a – загальний тиск добрив у зоні випускного вікна , Па ;

λ' - умовна динамічна об'ємна вага добрив , Н/м^3 ;

λ_y - коефіцієнт виходу добрив в умовах впливу відцентрових сил .

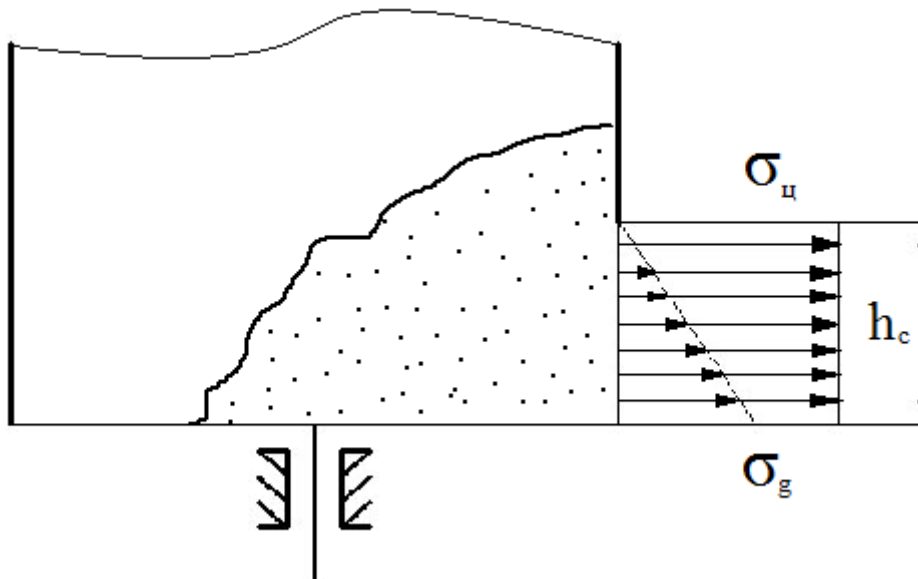


Рис. 2.7. Схема для визначенню швидкості виходу добрив із випускного вікна розподільника.

Аналізуючи складові загального тиску (рис.2.7) , значення σ запишемо як :

$$\sigma = \sigma_{\bar{o}} + \sigma_{\psi} \quad (2.18)$$

де $\sigma_{\bar{o}} = \frac{\gamma h_c m_n}{2}$ - середній боковий тиск добрив ,Па [31] ;

h_c - висота шару добрив ,м ;

$m_n = 1 + 2f^2 - 2f\sqrt{1 + f^2}$ – коефіцієнт рухливості матеріалів [15]

$\sigma_{\psi} = \frac{\gamma \omega^2 r^2}{2g}$ – динамічний тиск добрив ,Па .

Значення умовної динамічної об'ємної маси добрив визначимо через геометричну суму сили тяжіння і відцентрової сили [15] :

$$\gamma' = \gamma \sqrt{g^2 + \frac{(\omega^2 r^2)}{g}} \quad (2.19)$$

З урахуванням значень складових визначимо швидкість виходу добрив v по формулі :

$$\vartheta = \lambda_{\text{ц}} g \sqrt{\frac{h_{\text{с}} m_n + \frac{\omega^2 r^2}{g}}{[g^2 + (\omega^2 r)^2]}} \quad (2.20)$$

З цього випливає ,пропускну здатність випускного вікна розподільника можна виразити такою залежністю :

$$q = k \gamma S \lambda g \sqrt{\frac{[b m_n + \frac{\omega^2 r^2}{g}]}{[g^2 + (\omega^2 r)^2]}} \quad (2.21)$$

де b – висота випускного вікна ,м.

Коефіцієнт виходу $\lambda_{\text{ц}}$ підлягає експериментальному визначенню у зв'язку з тим , що вихід відбувається не тільки під впливом гравітаційних , а й відцентрових сил .

На рис. 2.8 - 2.10 представлені графічні залежності пропускну здатності випускного вікна розподільника від його конструктивно – кінематичних параметрів [18] . Їх аналіз показує , що пропускну здатність розподільника збільшується зі збільшенням кутової швидкості обертання до 25...30 рад/с , після чого значення пропускну здатності асимптотично наближається до постійної величини . Причому інтенсивність росту пропускну здатності розподільника пов'язана з його радіусом : при більших значеннях радіуса більш інтенсивно зростає пропускну здатність .

2.1.4 Висновки по результатам теоретичних досліджень

У результаті теоретичних досліджень процесу відцентрового розподілення і пневматичного транспортування добрив багатоканальною висівною системою встановлено наступне .

Для забезпечення необхідної пропускної здатності розподільника діаметр впускного отвору необхідно визначати по формулі (2.5) , а площу прохідного перерізу впускного вікна – по формулі (2.20) , яка отримана для виходу добрив із бокового отвору під впливом гравітаційних і відцентрових сил . Аналіз залежностей (2.5) і (2.20) дозволяє зробити висновки про те , що пропускна здатність розподільника залежить від фізико – механічних властивостей добрив , форми і площі випусного вікна , а також кінематичного режиму роботи розподільника . Пропускна здатність розподільника збільшується зі збільшенням кутової швидкості обертання до 20...25 рад/с , при наступному збільшенні кутової швидкості пропускна здатність суттєво не змінюється .

2. Для усунення самовільного руху частинок добрив через верхню кромку розподільника і забезпечення умов для стабільного протікання процесу їх відцентрового розподілення висоту розподільника необхідно визначати по формулі (2.15) .

3. МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Лабораторна уставка для дослідження процесу відцентрового розподілення добрив

Для виконання програми досліджень процесу відцентрового розподілення добрив була розроблена лабораторна установа , загальний вид якої наведений на рис. 3.1.

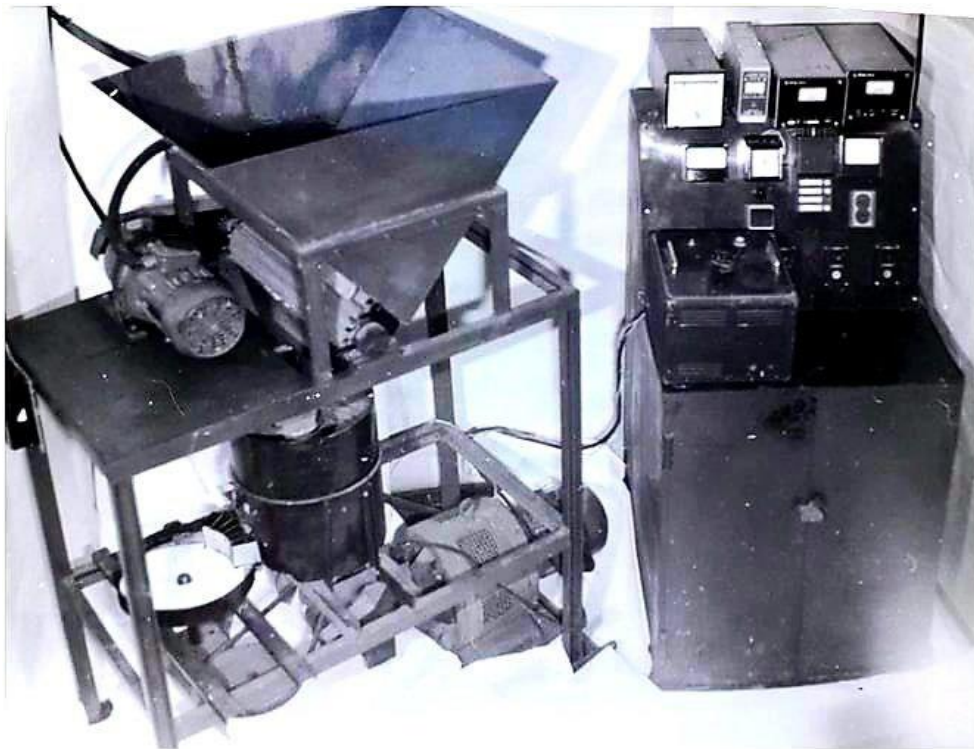


Рис 3.1 Загальний вигляд лабораторної установки для дослідження процесу розподілення мінеральних добрив

Установа складається із рами 1 (рис. 3.2), на якій змонтований бункер 4 для добрив із дозуючим пристроєм і відцентровий розподільний робочий орган з механізмами приводу , пристрої керування і контролю за досліджуваними процесами .

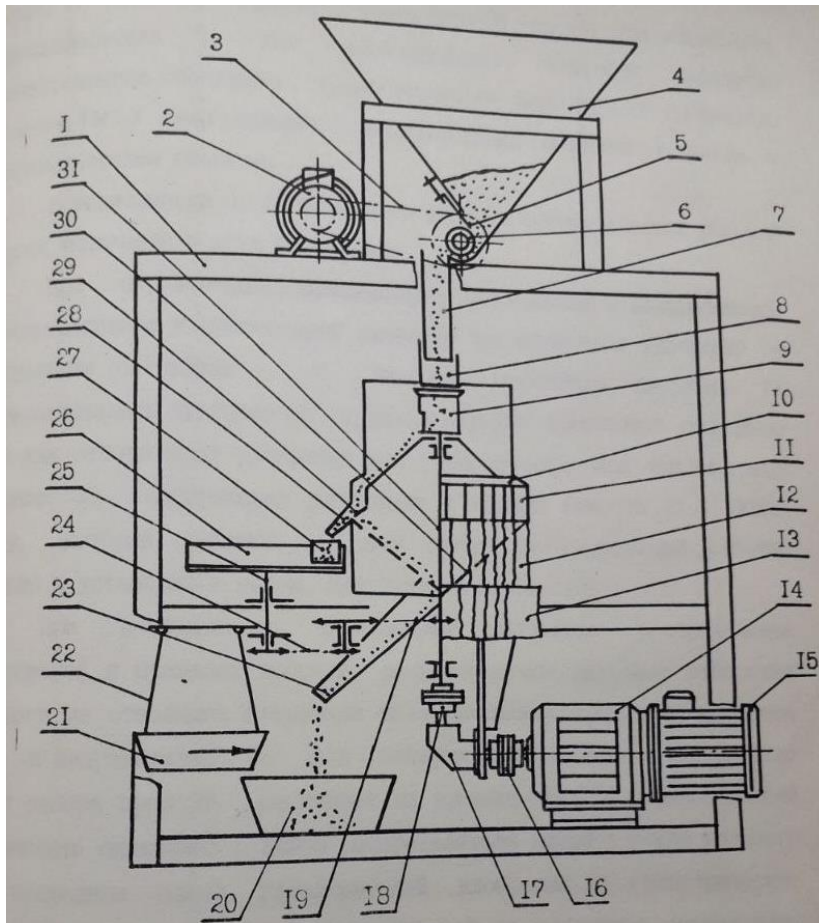


Рис. 3.2. Схема лабораторної установки для дослідження процесу норми внесення добрив :

1 – рама ; 2 – мотор – редуктор; 3, 19, 25, - ланцюгова передача; 4 – бункер; 5 – заслінка; 6 – котушка дозатора; 7 – вирва; 8 – насадка ; 9 – розподільник; 10 – корпус; 11 – відвідний патрубок; 12 – тукопровід; 13 – мішок; 14 – електромагнітна муфта кочення; 15 – електродвигун; 16 , 18 – муфта; 17 – конічний редуктор; 20 – допоміжна ємкість; 21 – мірна ємкість; 22 – гнучкий поєднував; 23 – вказівний лоток; 24 – вал пробовідбірника; 26 – пробовідбірник; 27 – блок вловлювач; 28 – координатор; 29 – перекидний клапан; 30 – туконаправитель; 31 – вал розподілення

Бункер установки являє собою ємкість , у боковій стінці якої розташований випускний отвір ,оснащений дозуючим пристроєм котушкового типу . Для без ступінчатої зміни робочої довжини котушки 6 вмонтована заслінка 5, яка регулює ширину випускного отвору .

Привід дозуючого пристрою складається із мотора – редуктора 2 і ланцюгової передачі 3, у якій можлива заміна зірочок.

Відцентровий розподільний орган обладнаний обертовим розподільником 9, який знаходиться в корпусі 10. Сам розподільник виконаний у вигляді стакану із випускними отворами і розміщені по окружності основи корпуса приймальні горловини відвідних патрубків 11.

Механізм приводу розподільного робочого органу оснащений електродвигуном 15 з електромагнітною муфтою ковзання 14 і конічним редуктором 17, зовнішній вертикальний вал якого через муфту 18 поєднаний із проміжним валом 31, на якому встановлений розподільник. Для регулювання швидкості руху обертання електропривод обладнаний тахогенератором типу ТМГ – ЗОП зі шківом, блоком ПМО – У безконтактного регулювання швидкості обертання із перемиканням швидкості.

У залежності від поставленого питання досліду розподільний робочий орган проектували в двох різних модифікаціях.

При визначення пропускної здатності відцентрового розподільника і показників якості розподільника добрив по відвідним патрубкам - до вихідних отворів патрубків 11 приєднувались тукопроводи 12, кінці яких оснащувались мішочками 13 для відбору зразків добрив або розміщувались над туконаправителями 30, які збирали добрива в мірну ємкість 21. Загальний вид, якої приймав у даному випадку розподільний робочий орган і установка загалом, представлені на рис. 3.3.



Рис.3.3 Загальний вигляд лабораторної установки для дослідження пропускної здатності розподільника і якості розподілу добрив по відвідних патрубках

При дослідженні показників якості розподілення добрив у межах обороту розподільника вихідний отвір одного з відвідних патрубків було оснащено перекидним клапаном 29 з напрямником 28 , під яким розташовувався пристрій для відбору проб 26 , який складається з диска , що обертається в горизонтальній площині синхронно з валом розподільника . На диску установлений блок вловлювач добрив 27 . Геометричні розміри напрямника 28 співвідносяться з розмірами блоку вловлювача добрив 27 . Для забезпечення кращих умов відбору зразків добрив кутова швидкість обертання диска пробовідбірника була меншою кутової швидкості валу розподільника у шість разів . Блок вловлювач розташований на одній шостій частині диска пробовідбірника 26 , що забезпечує його проходження над напрямником 28 відвідного патрубка рівно на один оберт розподільника .

Загальний вигляд лабораторної установки для дослідження показників якості внесення добрив у межах одного оберту розподільника наведений на рис. 3.4.

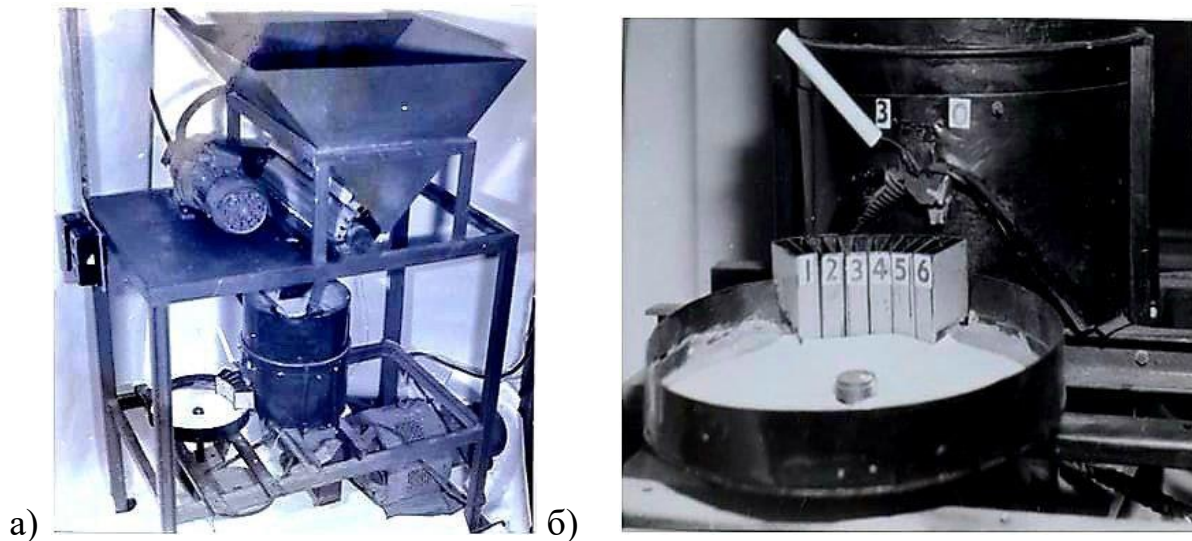


Рис. 3.4. Загальний вигляд лабораторної установки для дослідження процесу розподілення добрив у межах одного оберту розподільника (а) і пробовідбірника (б)

3.2. Визначення критичної кутової швидкості обертання розподільника.

З метою перевірки теоретичних положень по обґрунтуванню взаємозв'язку кутової швидкості обертання і висоти розподільника досліджували процес його роботи при внесенні карбаміду, як матеріалу з найменшим коефіцієнтом внутрішнього тертя ($f = 0.52$).

Кожен з використаних у дослідженні розподільник, діаметр яких складав 60, 75 і 90 мм, був оснащений додатковим вікном, яке розміщувалося діаметрально протилежно основному випускному вікну і вище відносно його верхньої кромки. Розміри випускного вікна були постійними і дорівнювали 20*20 мм. Додаткове вікно перекривалось заслінкою, в якій був квадратний отвір розміром 10*10 мм. Геометричні розміри додаткового вікна розподільника і заслінки з отвором були обрані таким чином, щоб при вертикальному переміщенні заслінки відносно додаткового вікна, положення отвору повільно

змінювалось по висоті від рівня верхньої кромки випускного вікна до рівня верхньої кромки розподільника .

Для збирання частинок добрив , які виходять із додаткового вікна , в корпусі розподільного пристрою над приймальними вікнами відвідних патрубків встановлювався вловлювач , який являє собою поверхню у вигляді усіченого конуса .

Досліди проводили в такій послідовності .

На вертикальному валу робочого органу встановлювали один із вибраних раніше різних розподільників . Забезпечували одне з крайніх (верхнє або нижнє) положень додаткового вікна і включали привід дозуючого пристрою , попередньо відрегульованого на мінімальну дозу висіву добрив [11]. Після чого поступово за допомогою перемикача швидкості електромагнітної муфти ковзання збільшували частоту обертання валу розподільника і спостерігали за появою частинок добрив у додатковому вікні . Як тільки явище відбувалось , дослід завершували , фіксуючи при цьому умови його поведінки . У наступних дослідах змінювали положення додаткового вікна , наближаючи його до наступного крайнього положення .

Результати дослідів , проведених не менше трьох разів [7, 37] , зображували у вигляді графічної залежності кутової швидкості обертання розподільника від висоти положення його додаткового вікна .

3.3. Дослідження впливу параметрів і режимів роботи розподільника на його пропускну здатність

Дослідження проводили на тій же експериментальній установці . Вплив параметрів розподільника на його пропускну здатність вивчали при висіві добрив з різноманітними фізико – механічними властивостями (аміачна селітка , гранульований суперфосфат , калійна сіль і нітрофоска). При цьому випускне вікно у кожному з досліджуваних розподільників (рис 3.5.) були оснащені

заслінками , які дозволяли змінити площу їх прохідного січення . Кутову швидкість обертання розподільника під час дослідів змінювали в межах від 15 до 35 рад/с . Її значення визначали імпульсним методом за допомогою лічильника типу СБ – 1М/100 .

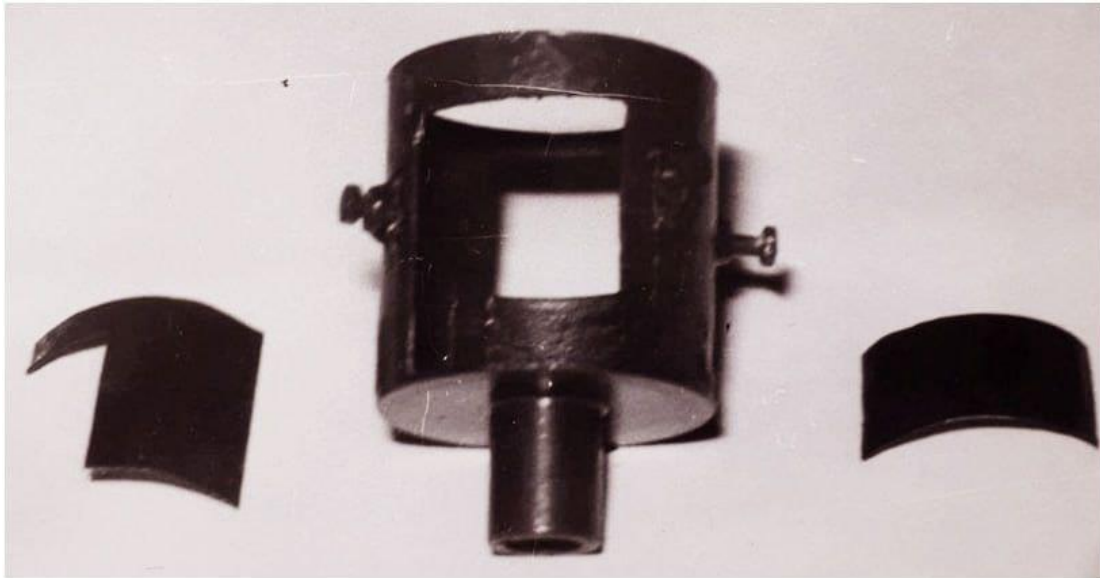


Рис. 3.5. Загальний вигляд розподільника та змінних заслінок

Досліди виконували в наступній послідовності . На вертикальному валу встановлювали один із досліджуваних розподільників . Вмикали привод і з допомогою електромагнітної муфти ковзання встановлювали необхідну кутову швидкість обертання [3]. Після цього вмикали дозуючий пристрій , який забезпечував заздалегідь більшу продуктивність , ніж пропускна здатність розподільника . Такий режим дозування забезпечив умови для максимальної пропускної здатності розподільника при заданих параметрах і режиму його роботи .

Після досягнення встановленого режиму роботи розподільного робочого органу із потоку добрив , які проходять через випускне вікно розподільника до напрямних лотків , відбирали в ємкості окремі проби за чітко фіксованими і однаковими проміжками часу . Далі відібрані проби зважували . Всі досліди повторювали не менше трьох разів .

Пропускна здатність розподільника визначали за формулою:

$$q = \sum_{i=1}^3 M_i / (3 t)$$

де M_i - маса добрив , внесених в одній повторності , кг ;

t - час відбору проби , с.

Результати дослідів зобразили у вигляді графіків залежності пропускної здатності розподільника від кутової швидкості його обертання і розмірів випускного вікна .

Окрім цього , паралельно із дослідями з метою експериментального визначення впливу відцентрових сил на коефіцієнт виходу λ_u при висіві добрив були проведені дослідження з використанням математичного планування дво факторного експерименту [3, 19, 31]. Вивчали вплив кутової швидкості обертання і радіусу розподільника на коефіцієнт виходу , рівні та інтервали вирівнювання вказаних факторів були прийняті на основі попередніх одно факторних експериментів (табл. 3.1).

Таблиця 3.1.

Фактори , їх основні рівні та інтервали вирівнювання

Фактори	Позначення	Розмірність	Основні рівні		Інтервал вирівнювання
			Нижній	Верхній	
Кутова швидкість обертання	ω	Рад/с	15	35	10
Радіус розподільника	r	М	0,03	0,045	0,0075

Значення λ_u вираховували для кожного повторення досліді за формулою (2.20) , а потім визначали середнє його значення по трьом повторам .

Однорідність середніх значень λ_u перевіряли по критерію Стюдента , а однорідність дисперсії – по критерію Корхана [13, 28, 32 ,33]. Про точність експериментів судили по значенню дисперсії відтворюваності [75]:

$$S_y^2 = \frac{1}{N - (m - 1)} \sum_{u=1}^N \sum_{i=1}^m (y_{ui} - \bar{y}_u)^2$$

де S_y^2 – дисперсія відтворюваності ;

N – число дослідів ;

m – число повторюваності дослідів ;

y_{ui} - значення відгуку в першій точці факторного простору ;

\bar{y}_u – середнє (по кількості повторів) значення у досліді

Для отримання математичної моделі досліджуваного процесу залежності коефіцієнту λ_u від факторів ,що варіюються записали у вигляді рівняння регресії другого ступеню [3, 75] :

$$y = \beta_0 + \sum_{j=1}^n \beta_1 x_j + \sum_{i < j}^n \beta_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^n \beta_{ii} x_i^2 \quad (3.1)$$

де $\beta_0, \beta_1, \beta_{ij}, \beta_{ii}$ - коефіцієнти регресії ;

n – число факторів

Коефіцієнти регресії рівняння (3.1) визначені методом найменших квадратів за допомогою персонального комп'ютера .

3.4. Технічна характеристика експериментального зразка машини

Експериментальний зразок машини з багатоканальною пневматичною висівною системою для внесення добрив внутрішньо ґрунтовим способом розроблений для трактора класу 1,4 кН на базі культиватора рослино –

підживлювача КНР-4,2А . Він представляє з себе (рис.3.13 , 3.14) навісну машину ,яка складається із рами ,на яку кріпиться бункер 10 із дозуючим пристроєм 13 , багатоканальна висівна система ,яка включає в себе розподільний робочий орган 15 і транспортуючі робочі органи з вентилятором 9 , два ходових колеса 1 , сім секцій 3 із заробляючими робочими органами 20 .

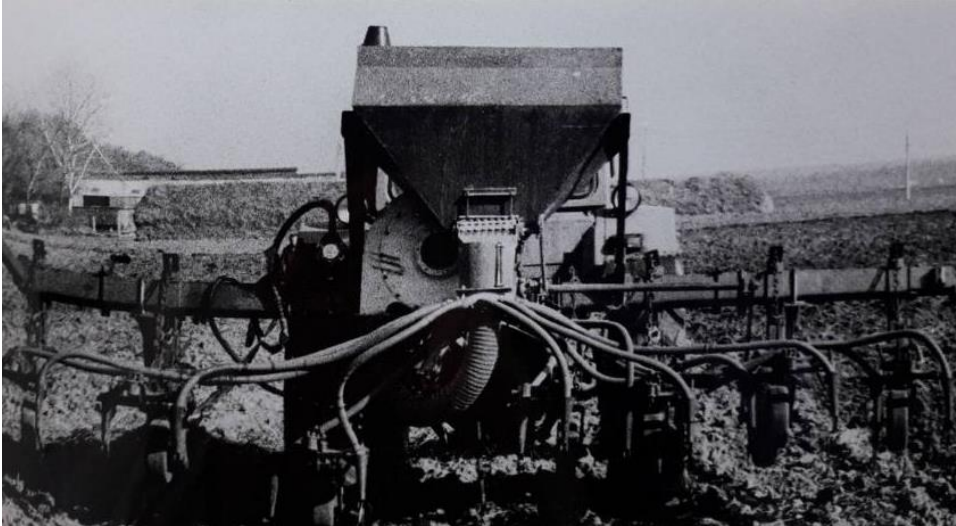


Рис.3.13 Загальний вигляд експериментального зразка машини з багатоканальною висівною системою

У нижній частині бункера 10 встановлений дозуючий пристрій 13 . Для зміни дози внесення добрив передбачений набір змінних зірочок 12 , які дозволяють змінити передаточне число ланцюгових передач ,які приводять катушку дозуючого пристрою від ходового колеса 1 ,а також змінні заслінки 11 випускної щілини , які дозволяють змінювати робочу частину катушки .

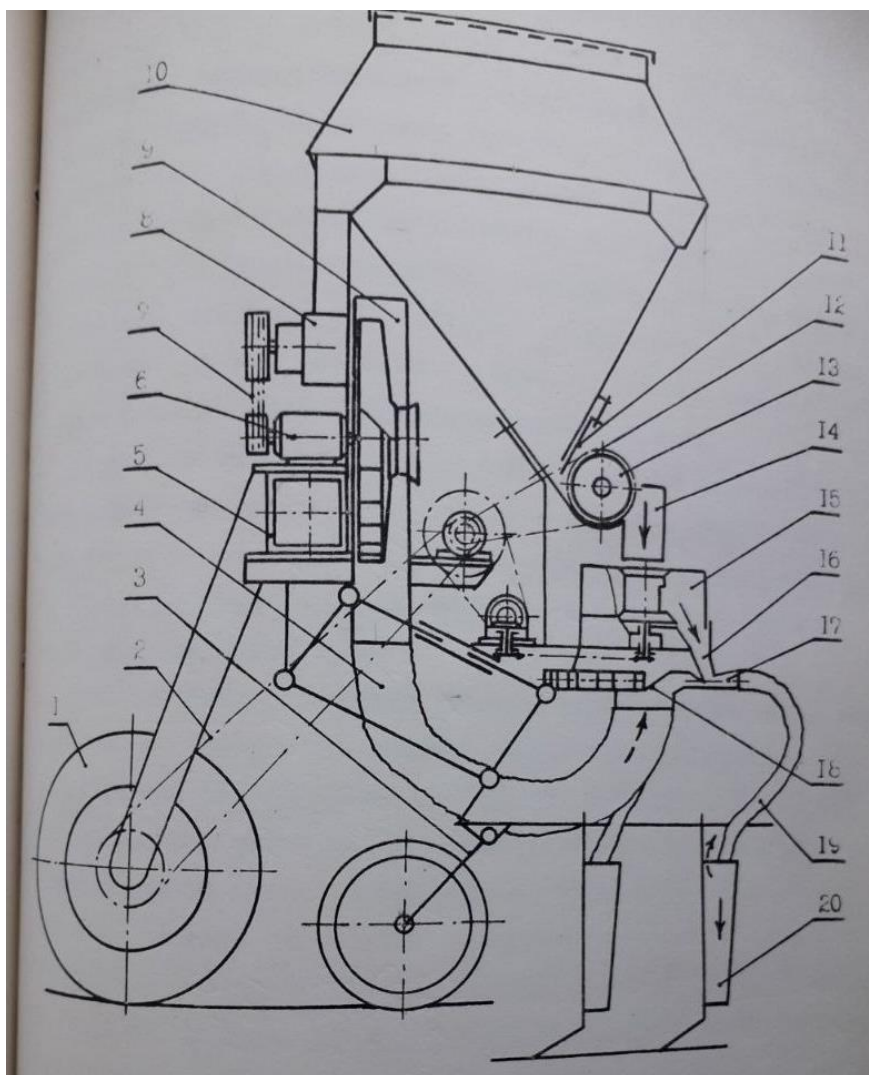


Рис. 3.14 Схема експериментального зразка машини з багатоканальною висівною системою

1 – ходове колесо ; 2 – ланцюгова передача ; 3 – секція заробляючих органів ; 4 – напірний рукав ; 5 – рама ; 6 – опора вентилятора ; 7 – клинопасова передача ; 8 – привод вентилятора ; 9 – вентилятор ; 10 - бункер ; 11- заслінка ; 12 – зірочка ; 13 - дозуючий пристрій ; 14 – туконепривителъ ; 15 – розподільний робочий орган ; 16 – відвідний патрубков ; 17 – ежектор ; 18 - дільник повітря ; 19 – канал ; 20 – заробляючий орган .

Розподільний робочий орган розташований під дозуючим пристроєм 13 і являє собою корпус із вмонтованим в ньому обертовим розподільником. По кругу в основі корпусу розташовані чотирнадцять приймальних горловин відвідних патрубків 16 , які з'єднані через канал 19 транспортуємого робочого

органу із заробляючими органами 20 . Приймальні горловини відвідних патрубків одночасно є завантажувальними горловинами ежекторів 17 . Канали транспортуючого робочого органу являють собою різноманітної довжини (від 1.0 до 3.0 м) поліхлорвінілові труби із внутрішнім діаметром 32 мм .

У якості джерела стиснутого повітря використаний високо напірний відцентровий вентилятор ВВД-5 , вивідні отвори якого через напірний рукав 4 діаметром 125 мм поєднані з дільником повітря 18 . Привод вентилятора 9 здійснюється від гідромотора ГМШ-32У через клино - пасову передачу 7.

Працює машина наступним чином . При русі агрегату добрива із бункера 10 подаються дозуючим пристроєм 13 в розподільний робочий орган 15 , де під впливом відцентрових сил вони розподіляються по відвідним патрубкам 16 . Одночасно з цим повітряний потік , який створює вентилятор 9 , потрапляє до дільника повітря 18 , а далі рухається до ежекторів 17 . Захоплені повітряним потоком частинки туків рухаються у вигляді аеросуміші по каналам 19 транспортуючого робочого органу і осідають в ямках , які утворює заробляючий робочий орган 20 .

4. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Результати досліджень процесу відцентрового розподілення мінеральних добрив.

4.1.1. Залежність кутової швидкості обертання і висоти розподілення.

На основі проведених лабораторних досліджень отримані залежності, які наведені на рис. 3.1. Критична кутова швидкість обертання розподільника зі збільшенням його висоти зростає, більш високу кутову швидкість обертання мають розподільники з меншим діаметром.

Наведені експериментальні дані цілком підтверджують теоретичні положення, отримані при ознайомленні з питанням обґрунтування залежності кутової швидкості обертання і висоти розподільника [16]. Але, на рис 3.1. чітко видно що у дослідах зафіксована більш низька критична кутова швидкість обертання розподільника порівняно з розрахунковою. Величина цього відхилення складає в середньому 5%. Очевидно, що відмічена різниця в експериментальних і розрахункових даних отримана за рахунок того, що у процесі обертання розподільника мають вплив його високочастотні коливання, які сприяють руху частинок матеріалу під дією відцентрових сил через верхню кромку. Теоретична залежність (2.16) цього не враховує.

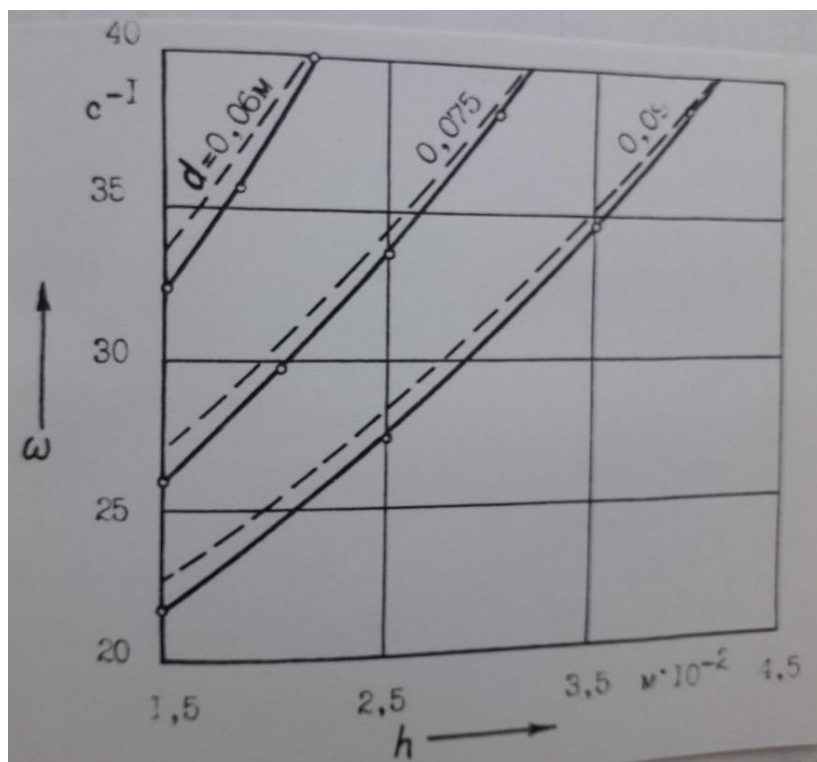
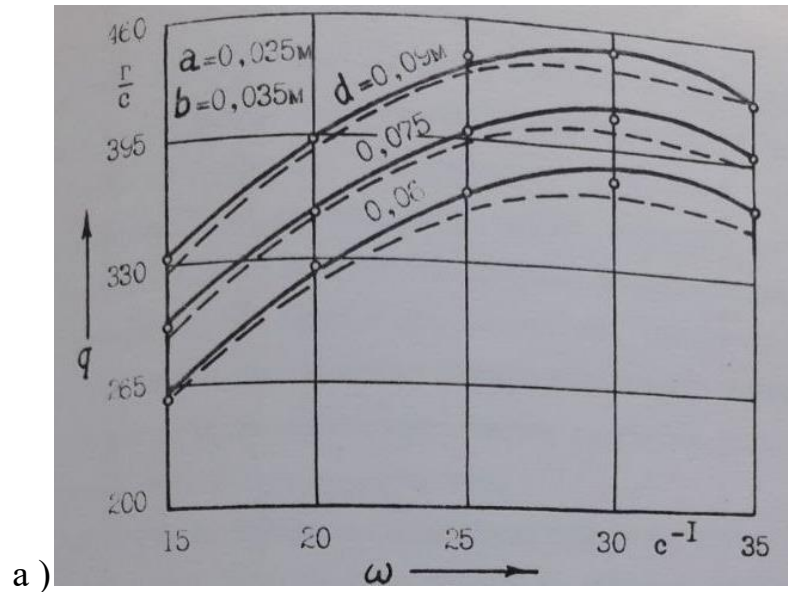


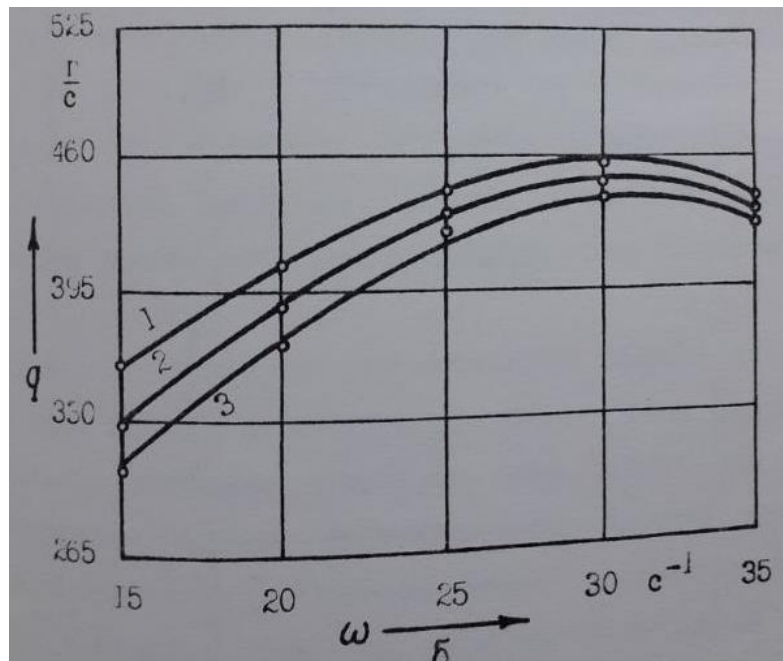
Рис. 4.1. Залежність критичної кутової швидкості обертання ω від висоти розподілення h

4.2. Вплив параметрів і режимів роботи розподільника на його пропускну здатність

На рис. 4.2. представлені у графічній формі залежності пропускну здатності розподільника при висіві гранульованого суперфосфату від кутової швидкості обертання і розмірів випускного вікна .



а)



б)

Рис.4.2. Залежність пропускної здатності розподільника q від кутової швидкості його обертання ω :

а) – при площі випускного вікна $S = 0,001225 \text{ м}^2$

б) – при $d = 0,09 \text{ м}$ і розмірах випускного вікна $a \cdot b$ (м) відповідно :

1 – $0,02 \cdot 0,06$; 2 – $0,035 \cdot 0,035$; 3 – $0,06 \cdot 0,02$;

— — — — — - теоретична ; _____ - експериментальна

Зі збільшенням кутової швидкості обертання розподільника до 30 рад/с , його пропускна здатність збільшується , наступне збільшення швидкості

призводить до зниження пропускної здатності розподільника . Цю обставину можна пояснити тим , що за мірою збільшення кутової швидкості обертання зростають відцентрові сили , які після деякого перевищення критичної кутової швидкості обертання сприяють утворенню всередині розподільника біля його стінок шару і нерухомих часточок добрив , які перешкоджають проходженню основної маси до випускного вікна .

Як видно із графіків , кінематичний режим роботи розподільника надає суттєвий вплив на характер залежності його пропускної здатності . Порівняльний аналіз графіків , наведених на рис. 4.3.і рис. 4.4. показує , що залежність пропускної здатності розподільника від висоти і ширини випускного вікна має однаковий характер , проте пропускна здатність зі збільшенням висоти вікна росте швидше , ніж зі збільшенням його ширини [10] .

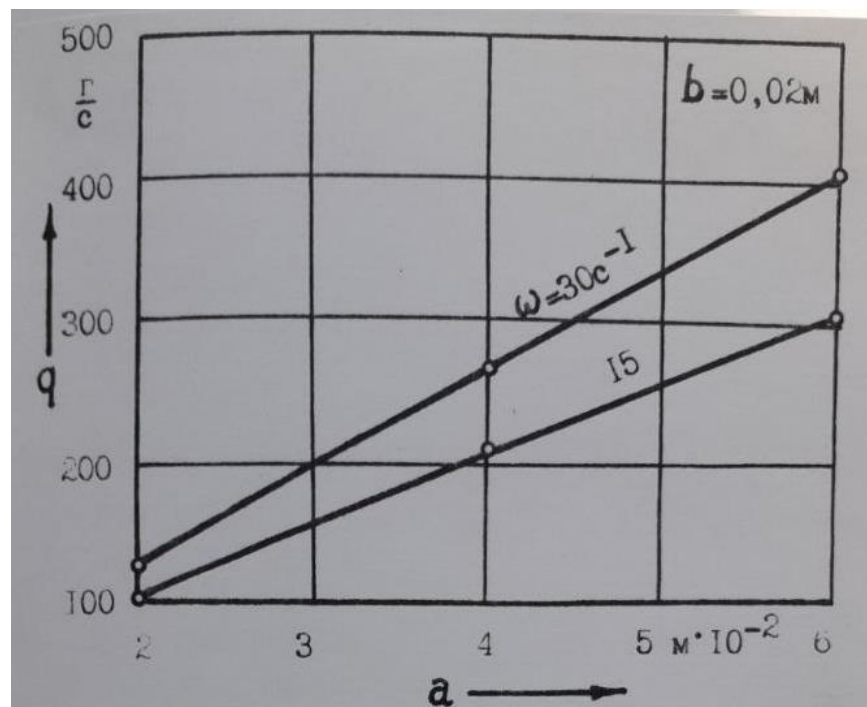


Рис. 4.3. Залежність пропускної здатності розподільника q від ширини випускного вікна a

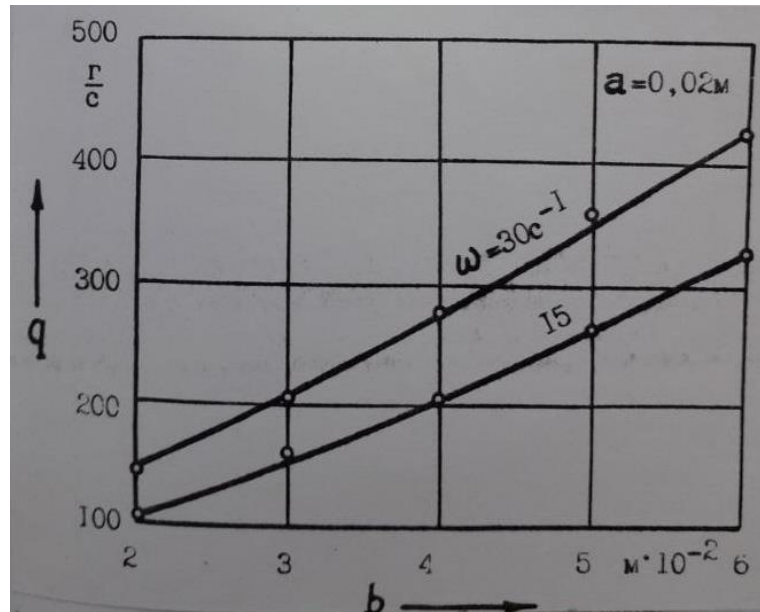


Рис. 4.4. Залежність пропускної здатності розподільника від висоти випускного вікна b

Окрім того, виявлено, що при однаковій площі випускного вікна трохи більшу пропускну здатність мають високі вікна порівняно з широкими. Пояснити це можна тим, що при використанні широких випускних вікон частинки добрив не встигають набути у розподільнику відповідну кутову швидкість обертання, до того як опиняться на виході із випускного вікна.

Враховуючи викладене нескладно прийти до висновку що з точки зору забезпечення максимальної пропускної здатності розподільника необхідно використовувати високі пропускні вікна із прямокутною формою виконання, Проте необхідно мати на увазі, що занадто збільшена висота вікна призводить до збільшення габаритних розмірів. Аналізуючи результати дослідів, можна констатувати, що шляхом вибору необхідних розмірів випускного вікна і кутової швидкості обертання розподільника досягається забезпечення максимальної дози внесення добрив у співвідношенні з агротехнічними вимогами.

Шляхом обробки експериментальних даних були визначені коефіцієнти для рівняння регресії (3.1), які після виключення статично неважливих коефіцієнтів при рівні значення 0,05 має вигляд:

$$\lambda_{ц} = 0,1173 + 0,0246 \omega - 0,0004\omega^2 \quad (4.1)$$

При даному розрахунку значення критерію Фішера становило $F_T = 6,86$, яке менше табличного значення $F_T = 8,7$, що дозволяє прийняти гіпотезу про адекватність даного рівняння досліджуваному процесу.

Підставивши у формулу (2.20) отримане значення $\lambda_{ц}$, побудували графіки теоретичної залежності пропускної здатності розподільника при тих же параметрах і режимах його роботи, для яких отримана експериментальна крива (рис. 4.2.) . Величина розбіжності розрахункових і експериментальних даних складає у середньому 6 % .

4.3. Висновки по результатам експериментальних досліджень

1. Пропускна здатність розподільника залежить від його діаметру, площі і форми випускного вікна, а також кутової швидкості обертання. Отримане рівняння регресії (4.1) для визначення коефіцієнта виходу $\lambda_{ц}$ із випускного вікна під дією гравітаційних і відцентрових сил, яке використовується при визначення пропускної здатності.

2. Нерівномірність розподілення добрив в умовах одного оберту розподільного робочого органу адекватно описується рівнянням регресії (4.2.), яке отримано на основі багатofакторного експерименту. Шляхом аналізу його поверхні відклику методом двовимірних розрізів визначені раціональні конструктивно – кінематичні параметри розподільника, які забезпечують при заданій дозі внесення добрив мінімальну нерівномірність розподілення у межах одного обороту робочого органу кутова швидкість обертання повинна складати 30 рад/с, а висота випускного вікна – 60 мм.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ І НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Завантаження та вивантаження, внесення добрив і пестицидів механізовані. Машина обслуговує один тракторист.

Найбільший контакт працюючих з мінеральними добривами спостерігається під час виконання навантажувально-розвантажувальних операцій. На робочих операціях по внесенню мінеральних добрив пил у робочу зону трактористів практично не потрапляє, за винятком робіт з вапнування ґрунту. Застосовувані для цього порошкоподібні препарати при внесенні утворюють потужну хмару пилу, яка при неправильно обраному напрямку руху огортає трактор [17].

Механізм навіски і зчіпка більшості машин зручні і безпечні. Переведення машини з транспортного положення у робоче, і навпаки, не викликає ускладнень. До експлуатації допускаються абсолютно справні, відрегульовані і перевірені машини, що пройшли відповідну обкатку, у тому числі і нові машини. Причіпні і начіпні машини заздалегідь перевіряють і агрегатують лише з тим трактором, що зазначений в заводській інструкції машини.

До роботи на агрегатах допускаються фізично здорові, навчені за спеціальною програмою (наявність посвідчення про кваліфікацію) і проінструктовані механізатори. Залежно від виду роботи, механізатори мають бути забезпечені відповідними засобами захисту і спецодягом. На місці роботи агрегатів не допускають сторонніх осіб, які не мають відношення до технологічного процесу. Механізовані роботи і рух агрегатів мають відповідати розробленим і затвердженим головним агрономом або керівником господарства технологіям та маршрутам руху агрегатів. Під час руху агрегату забороняється виконувати будь-які регулювання, усувати несправності, очищати робочі органи. Розрівнювати мінеральні добрива у ящиках можна спеціальними дерев'яними лопатками, очищати - чистиками.

5.1.Вимоги до транспортування, зберігання і застосування

пестицидів та агрохімікатів

Транспортування

Транспортування агрохімікатів повинно здійснюватися відповідно до підрозділу 4.5 ДНАОП 0.03-1.12-2008 і ДСТУ19433-2008

Не допускається перевозити одночасно з агрохімікатами людей, харчові продукти, питну воду, предмети домашнього вжитку.

Трактори і самохідні машини, які задіяні на транспортуванні і внесенні мінеральних добрив у ґрунт, повинні мати справні кабіни, які відповідають вимогам ДСТУ 12.2.120-2008.

Кузов транспортного засобу для перевезення твердих мінеральних добрив повинен бути чистим і без щілин. Кожній транспортній одиниці виділяється брезент для накривання вантажу. При перевезенні аміачної селітри транспортний, засіб повинен бути укомплектований двома порошковими (ВП-5) та одним вуглекислотним (ВВК-7) вогнегасниками.

Доставка пилсподібних мінеральних добрив безпосередньо на поля з наступним їх внесенням у ґрунт проводиться транспортом, обладнаним устаткуванням для розвантаження. Кузов транспортного засобу повинен бути без щілин і покритий брезентом. Сумісне перевезення аміачної селітри з іншими мінеральними добривами не допускається.

Водій та інші особи під час навантаження мінеральних добрив не повинні знаходитися у кабіні і на підніжках, проводити техогляд і ремонт транспортного засобу.

Після закінчення робіт по перевезенню та внесенню твердих мінеральних добрив усі робочі органи і ємкості розкидачів та кузовав автомашин повинні бути очищені від залишків добрив і промиті водою.

Чищення і миття машин та інвентарю необхідно проводити- на спеціально відведених майданчиках.

Зберігання

Склади для зберігання мінеральних добрив повинні відповідати типовим проектам, розробленим відповідно до ДБН 13.2.2-7-2008, ВНТП 12/-1-89, ВНТП 2/2-2009 та ВНТП 12/3-2009.

Розміщення виробничих приміщень необхідно погоджувати з органами санітарно-епідеміологічної служби.

Приміщення для зберігання мінеральних добрив повинні бути обладнані механізмами для вантажно-розвантажувальних і транспортних робіт, а також засобами пожежогасіння.

Біля складів та інших місць, де проводяться роботи з мінеральними добривами, необхідно передбачати місця для відпочинку працівників.

Під час зберігання аміачної і натрієвої селітри необхідно додержуватися протипожежних вимог ДНАОП 0.01-1.01-2009. Не дозволяється сумісне зберігання їх з іншими добривами.

Не дозволяється приймати на склади, зберігати й відпускати зі складу мінеральні добрива в тарі або агрегатному стані, які не відповідають вимогам державних стандартів і технічним умовам.

Не дозволяється використовувати для зберігання продуктів, фуражу, води тощо тару від мінеральних добрив навіть після знешкодження.

Вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони не повинен перевищувати граничнодопустимої концентрації, встановленої

ДСТУ12.1.005-2008, санітарно-гігієнічних норм "Допустимі рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водойм, ґрунті та доповнень до них.

Добові запаси мінеральних добрив допускається зберігати на тимчасових майданчиках за умови додержання вимог охорони навколишнього середовища й збереження ними фізико-хімічних властивостей.

Тимчасові майданчики для зберігання добових запасів мінеральних добрив повинні бути розміщені на рівних і утрамбованих ділянках.

Тимчасове зберігання мінеральних добрив на період внесення їх у ґрунт допускається у пристосованих приміщеннях при додержанні вимог зберігання різних видів добрив і при погодженні із санітарно-епідеміологічною службою . пожежним наглядом.

Технологія зберігання мінеральних добрив на складах повинні відповідати вимогам ДНАОП 0.03-1.08-2008.

Надходження та видачу мінеральних добрив із складу необхідно реєструвати у прибутково-видатковому журналі.

Добрива які надходять на склад у незатареному вигляді (калійні, суперфосфат тощо), зберігаються насипом в окремих засіках. Висота насипу для добрив які злежуються - не вище 2 м, які не злежуються, - не вище 3 м.

Затарені добрива повинні зберігатися у штабелях на піддонах, які запобігають доступу вологи знизу.

Роботи під час підготовки мінеральних добрив до внесення у ґрунт необхідно проводити за допомогою механізмів, оснащених пристосуванням для зниження пилоутворення.

Перебування працівників на складі допускається тільки на час приймання й видачі препаратів, а також для виконання спеціальних робіт.

Під час перебування на складі мінеральних добрив не дозволяється:

- приймання їжі, пиття, паління;
- робота без спецодягу та інших ЗІЗ;

- присутність сторонніх осіб, не зайнятих безпосередньо роботою на складі.

Застосування

Застосування агрохімікатів повинно регламентуватися статтями Закону України "Про пестициди і агрохімікати" та проводитися під наглядом керівника робіт із додержанням вимог державних і галузевих стандартів, ДНАОП 0.03-1.08-2008 та ДНАОП 0.03-1.12-2008.

Можливі небезпеки та вимоги безпеки під час роботи з пестицидами й агрохімікатами

Отруєння розпорошуваними речовинами агрохімікатів під час роботи з машинами, й апаратурою для захисту рослин і внесення агрохімікатів.

Вимоги безпеки перед початком роботи:

Перевірте наявність, справність і комплектність засобів індивідуального захисту, для виконання технологічних робіт, визначених нарядом-допуском:

- костюм бавовняний з пілонепроникної тканини;
- рукавиці гумові;
- окуляри захисні;
- чоботи гумові;
- фартух гумовий.

Упевніться в герметичності кабіни:

- скло не має тріщин та затемнень і забезпечує повний огляд робочих органів агрегату;

- склоочисники легко переміщаються, забезпечуючи повне очищення скла;
- чохли в місцях проходження важелів та педалей не пошкоджені, на підлозі кабіни постелено гумовий килим;
- сидіння, замки дверей справні, надійно фіксуються у відкритому й закритому положеннях.

Огляньте агрегат, звернувши увагу , на справність і герметичність посудини, контрольно-вимірювальних приладів, роботу запобіжного клапана та кріплення насоса-дозатора, розподільників, причіпного пристрою, розпилювачів, при необхідності почистіть їх. У штуцерах і ніпелях шлангових, трубопровідних та інших з'єднаннях не повинно бути підтікання робочих розчинів.

На машинах повинні бути написи, які попереджують про небезпечність роботи без засобів індивідуального захисту.

Вимоги безпеки під час виконання робіт

Не допускайте знаходження на агрегаті, а також на полі, де проводиться внесення мінеральних добрив, людей, які не беруть участі у виконанні технологічного процесує.

При засипанні сипучих мінеральних добрив у бункери надіньте рукавички, захисні окуляри і протипиловий респіратор та станьте з навітряного боку. Для запобігання потреби ручної очистки туковисівних апаратів, не допускайте заправку бункерів туковисівних апаратів не просіяними й вологими добривами.

При незначних поломках під , час роботи машини й апаратури зупиніться й проведіть ремонтні роботи в засобах індивідуального захисту; при значних поломках машини й апарати звільніть віддобрив, знешкодьте й доставте на пункт ремонту. Після ремонту перевірку проведіть в робочому режимі.

Нормативні акти України по охороні праці

1. ДНАОП 0.03-1.08-2008: Санітарні правила зберігання, транспортування та застосування мінеральних добрив у сільському господарстві №1049-73 .

2. ДНАОП 0.03-1.41-2008: Санітарні правила обладнання тракторів та сільськогосподарських машин № 4282-87

3. ДНАОП 0.05-3.03-2008 Типові галузеві норми безкоштовної видачі спецодягу та інших засобів індивідуального захисту робітникам і службовцям скрізних професій та посад усіх галузей народного господарства і окремих виробництв

4. ДНАОП 0.05-5.01-2008: Інструкція про порядок забезпечення робітників і службовців спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту.

5. НАОП 2.2.00-2.02-2005 ДСТУ 46.3.1.169-2008: Застосування твердих та рідких мінеральних добрив. Вимоги безпеки.

6. НАОП 2.2.00-2.03-2008 ДСТУ 46.3.1.182-2008 Знезараження та зберігання техніки , яка використовується для робіт з пестицидами і мінеральними добривами. Вимоги безпеки.

Таблиця 5.1

Небезпечні умови та ситуації і заходи з охорони праці

Назва виробничого процесу	Небезпечна умова	Небезпечна дія	Небезпечна ситуація	Можливі наслідки	Заходи по не допуску нещасного випадку
Внесення твердих мінеральних	1.Наявність у повітрі шкідливих речовин	1.Робота без засобів індивідуального захисту .	1.Потрапляння отруйних речовин в	1.Отруєння працівників	1.Провести позаплановий інструктаж 2.Провести

<p>добрив . Агрегат: МТЗ-82 +МВУ-5 із пневмові дцентров им РРО</p>	<p>2.Неполадки регулювання в“включення - виключення” валу відбору потужності . 3.Відсутність необхідного контролю за станом с/г машини. 4. Наявність сторонніх осіб у зоні обробітку</p>	<p>2.При наладці працівник знаходився у зоні дій робочих органів. 3.Непроведений контроль за станом с/г машин перед посатком роботи. 4.Рух агрегату при наявності сторонніх осіб у небезпечній зоні</p>	<p>організм людини 2.Самовключення ВВП 3.Послаблене кріплення робочого органу 4.Наїзд агрегату на людину</p>	<p>2.Травмування працівника 3.Травмування сторонніх осіб</p>	<p>відповідне регулювання ВВП 3. Щоденний контроль за тех. Станом с/г техніки інженером 4.Обладнати агрегат попереджувальними табличками</p>
--	--	---	--	--	--

6. ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ПНЕВМОВІДЦЕНТРОВОГО РРО.

В умовах сільськогосподарського виробництва машини для внесення твердих мінеральних добрив на протязі всього сезону використовуються на внесенні гранульованих і дрібнокристалічних добрив, а також вапна. В залежності від виду добрив, що вносяться, робоча ширина захвату машини може змінюватися в межах двох раз.

Ми будемо визначати економічну ефективність експериментальної машини обладнаної пневмовідцентровий РРО на внесенні гранульованих добрив порівняно з серійною машиною.

Базовий агрегат: трактор МТЗ-82 + культиватор-рослинопідживлювач.

Новий агрегат: трактор МТЗ-82 + експериментальний культиватор з пневмовідцентровим РРО.

Продуктивність агрегату за годину змінного часу визначаємо за формулою:

$$W=0.1B*V_a*T_3; \quad (6,1)$$

де $B=8\text{м}$ та 12м – робоча ширина захвату відповідно, базового і нового агрегату;

$V_a=10\text{км/год}$ – робоча швидкість агрегату;

$T_3=0.7$ – коефіцієнт використання часу зміни.

Базовий агрегат:

$$W_{\text{баз}}=0.1*8*10*0.7= 5,6 \text{ га/год};$$

Новий агрегат:

$$W_{\text{нов}}=0.1*12*10*0.7= 8,4 \text{ га/год};$$

Прямі експлуатаційні затрати в гривнях на одиницю обробленої площі визначаємо за формулою:

$$U_{\text{нит}}=З+А+R_p+П \quad (6.2)$$

де $З$ - заробітна плата обслуговуючого персоналу, грн/га;

$А$ - затрати на реновацію, грн/га;

R_p - затрати на ремонт і планово технічне обслуговування, грн/га;

$П$ - затрати на паливно-мастильні матеріали, грн/га.

Заробітна плата обслуговуючого персоналу:

$$З = \frac{r_1}{W} \quad (6.3)$$

де – r_1 - тарифна ставка тракториста.

Заробітна плата обслуговуючого персоналу:

Базовий агрегат:

$$З_{\text{баз}}=215/5,6 =38,4 \text{ грн/га};$$

Новий агрегат:

$$З_{\text{нов}}=215/8,4= 25,6 \text{ грн/га};$$

Затрати на реновацію рівні:

$$A = \frac{B_T \cdot \frac{a_T}{T_m} \cdot T_M + B_M \cdot a_M}{T_M \cdot W}, \quad (6.4)$$

де $B_m=567400$ грн, $B_M=228900$ грн і 229200 грн - вартість відповідно трактора та машини серійного та нового варіанту;

$a_m=0,11$, $a_M=0,142$ - відрахування на реновацію відповідно трактора та машини;

$T_m=1350$ год, $T_M=850$ год - річне навантаження відповідно трактора та машини.

$$A = \frac{567400 \cdot \frac{0,11}{1350} \cdot 850 + 228900 \cdot 0,142}{850 \cdot 5,6} = 15,084 \text{ грн/га};$$

$$A = \frac{567400 \cdot \frac{0,11}{1350} \cdot 850 + 229200 \cdot 0,142}{850 \cdot 8,4} = 10,062 \text{ грн/га}$$

Затрати на капітальний, поточний ремонт і планово-технічне обслуговування агрегату:

$$R_P = \frac{B_T \cdot \frac{P_T}{T_E} \cdot T_M + B_M \cdot P_M}{T_M \cdot W}, \quad (6.5)$$

де $P_T=0,16$, $P_M=0,12$ - відрахування на ремонт і планово-технічне

обслуговування відповідно трактора та машини.

$$R_{\text{рб}} = \frac{567400 \cdot \frac{0,16}{1350} \cdot 850 + 228900 \cdot 0,12}{850 \cdot 5,6} = 17,779 \text{ грн/га};$$

$$R_{\text{рн}} = \frac{567400 \cdot \frac{0,16}{1350} \cdot 580 + 229200 \cdot 0,12}{850 \cdot 8,4} = 9,314 \text{ грн/га}.$$

Прямі капіталовкладення по машині визначаємо за формулою:

$$K_{\text{шт}} = \frac{B_{\text{т}} \cdot \frac{T_{\text{м}}}{T_{\text{т}}} + B_{\text{м}}}{T_{\text{м}} \cdot W}; \quad (6.7)$$

$$K_{\text{шт.б}} = \frac{567400 \cdot \frac{850}{1350} + 228900}{850 \cdot 5,6} = 123,141 \text{ грн/га};$$

$$K_{\text{шт.н}} = \frac{567400 \cdot \frac{850}{1350} + 229200}{850 \cdot 8,4} = 82,136 \text{ грн/га}.$$

Затрати на паливо-мастильні матеріали:

$$\Pi = \frac{N_{\text{дв}} g_{\text{м}} g_{\text{т}} U_{\text{т}}}{W} \quad (5.8)$$

Базовий агрегат:

$$\Pi_{\text{баз}} = \frac{82 \cdot 37 \cdot 0,092 \cdot 0,8}{5,6} = 39,87 \text{ грн/га};$$

Новий агрегат

$$\Pi_{\text{н}} = \frac{82 \cdot 37 \cdot 0,092 \cdot 0,8}{8,4} = 26,58 \text{ грн/га}$$

Прямі питомі експлуатаційні витрати:

$$U_{\text{пит } \delta} = 15,084 + 17,779 + 39,87 = 72,733 \text{ грн/га}$$

$$U_{\text{пит н}} = 10,062 + 9,314 + 26,58 = 45,96 \text{ грн/га}$$

Приведені питомі витрати:

$$P_{\text{пит}} = E * K_{\text{пит}} + U_{\text{пит}} \quad (6,9)$$

де

$E = 0,15$ – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень

$$P_{\text{пит } \delta} = (0,15 * 123,141) + 72,733 = 91,2 \text{ грн/га}$$

$$P_{\text{пит н}} = (0,15 * 82,136) + 45,96 = 58,3 \text{ грн/га}$$

Річний економічний ефект від застосування машини МВУ-5, оснащеної пневмівідцентровим РРО визначається за формулою:

$$E'_p = (P_{\text{пит.баз}} - P_{\text{пит.нов}}) W_n * T_m; \quad (6,10)$$

$$E'_p = (91,2 - 58,3) * 8,4 * 850 = 234906,00 \text{ грн};$$

Результати розрахунків зводимо в таблицю (див. таб. 5.1). З них видно, що машина МВУ-5 з пневмівідцентровим РРО має менші прямі експлуатаційні затрати на 20%, приведені експлуатаційні затрати на 19.9%.

Річний економічний ефект від застосування машини складає 243906,00 грн.

Таблиця 6.1.

Техніко-економічні показники експериментальної машини з пневмовідцентровим РРО на внесенні гранульованих добрив.

Показники	Базовий	Новий РРО
Ширина захвату, м	8	12
Швидкість руху агрегату, км/год	10	10
Середня продуктивність, га/год.зм.часу	5,6	8,4
Прямі питомі економічні затрати	72,733	45,96
Прямі капіталовкладення, грн./га	123,141	82,136
Приведені питомі затрати, грн./га	91,2	58,3
Річний економічний ефект, грн	-	234906

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. На основі проведено огляду тенденцій розвитку технічних засобів для внесення мінеральних добрив ,аналізу конструкцій їх висівних систем ,а також результатів досліджень виявлено : внесення основної дози твердих мінеральних добрив найбільш якісно виконують агрегати з багатоканальними пневматичними висівними системами, які містять розподільні і транспортуючі робочі органи , які в значній мірі визначають агротехнічні показники машин. Технологічні схеми машин передбачають загальне дозування добрив , що вносяться та незалежне їх розподілення на складові з наступним пневматичним переміщенням останніх по окремим каналам до спеціальних робочих органів .

2. Вказані висівні системи при асиметричній подачі віддозованого потоку добрив здійснюють їх внесення з відносно високою не рівномірністю.

3. Найбільш перспективним для використання в багатоканальних пневматичних висівних системах із загальним дозуванням мінеральних добрив є розподільні робочі органи активного типу , які забезпечують незалежне розподілення добрив і повітря з подальшим їх переміщенням по горизонтальним каналам транспортуючих робочих органів до місць внесення в ґрунт .

4. Нерівномірність розподілення добрив в умовах одного оберту розподільного робочого органу адекватно описується рівнянням регресії (3.2.) , яке отримано на основі багатофакторного експерименту . Шляхом аналізу його поверхні відклику методом двовимірних розрізів визначені раціональні конструктивно – кінематичні параметри розподільника , які забезпечують при заданій дозі внесення добрив мінімальну нерівномірність розподілення у межах одного обороту робочого органу кутова швидкість обертання повинна складати 30 рад/с , а висота випускного вікна – 60 мм.

5. Річний економічний ефект від застосування машини складає 243906,00 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аббасов З.М. , Касаманский А.Ш. , Алекпертов З.И. , Нуриев М.Ю. Машина для внесения гранулированных удобрений // Техника в сельском хозяйстве . – 1981 . - № 2 . – с. 33.
2. Адамчук В.В. Обґрунтування процесу роботи і параметрів шнекових розподільно – висівних систем машин для внесення твердих мінеральних добрив : Дис. ... канд. техн. наук . – Глеваха , 1985. – 284 с.
3. Заика П.М. Избранные задачи земледельческой механики : Практик. пособие. – К. : Изд-во УСХА , 1992 .512 с.
4. Ковшов В.І. Постановка інженерного експерименту . – Київ : Донецьк : Вища школа , 1982 . – 120 с.
5. Лесничий Л.К. Дослідження робочого процесу багатострунного пневматичного розкидача мінеральних добрив : Автореф. дис. ... канд. техн. наук . – Харків , 1971 – 22 с.
6. Ликкей А.В. , Сысолин П.В. Анализ показателя неравномерности высева семян // Тракторы и сельхозмашины . – 1980. - № 2 – с. 15 – 17.
7. Насонов В.А. Обґрунтування процесу висіву і параметрів дозуючих робочих органів широкозахватної зернової сіялки з централізованою висівною системою : Дис. ... канд. техн. наук . – Глеваха , 1984. – 281 с.
8. Рубашова В.А. Обґрунтування технологічного процесу і параметрів пневматичних багатоканальних робочих органів для поверхневого внесення мінеральних добрив : Автореф. дис. ... канд. техн. наук .- Глеваха , 1985. – 20с.
9. Иордан Вакарелски .Съчетаване на центробежния и пневматичния принцип за равномерно разпръскване на минерпльни торове // Селскостопанска техника . – 1987 . - 24 , № 4. – с. 39 – 43.

10. Domier K.W. , Mayko J.J. , Robertson J.A. Equipment requirements for fertilizer placement in cereals and small grains .// Winter Meet . Amer. Soc. Agr. Eng. – 1985. – N 1502. – p. 1- 8.

11. Howard Peter , Wyles Barry . Cultivator drills have royal air // Power Farming . – 1988. – 68 , # 3. – p. 25 – 27.

12. Pat. 1581529 (GB). Improvements in or relating to granular distribution apparatus / Cyril Copperwheat . – 17.12.1980.

13. Pat. 4462550 (US). Apparatus for distributing a substance / Loren E. Tyler . – 31.07.1984.

14. Schunke Uirich .Randozonprobleme bei der Dungung // Landtechnik . – 1980. – 35 , # 2. – p.66 – 68.