

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Технічної механіки та сільськогосподарських машин

(повна назва кафедри)

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Удосконалення технології вирощування озимої пшениці  
з модернізацією механізмів внесення добрив розкидача МВУ-6

Виконав: студент 4 курсу, групи МГ-41  
спеціальності 208

Агроінженерія

(шифр і назва спеціальності)

Квасневський В.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Довбуш Т.А.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Сташків М.Я.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Бабій А.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Факультет

Інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра

Технічної механіки та сільськогосподарських машин

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Бабій А.В

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

2024 р.

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю

208 Агроінженерії

(шифр і назва спеціальності)

студенту

Квасневському Віталію Вадимовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технології вирощування озимої пшениці з модернізацією механізмів внесення добрив розкидача МВУ-6

Керівник роботи Довбуш Тарас Анатолійович, к.т.н, доцент

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

Затверджені наказом ректора від «24»01/2024 року № 4/7-62

2. Термін подання студентом завершеної роботи \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи кутова швидкість диска – 55 рад/с; максимальне відхилення лопатки від радіального положення – 90°; кут підкидання гранули добрива – 45°.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Огляд та аналіз конструкцій розкидних пристроїв для внесення добрив;

2. Удосконалення відцентрового розкидного механізму для мінеральних добрив;

3. Розрахунок норми внесення добрив відцентрово-розкидним апаратом на заплановану врожайність озимої пшениці; 4. Безпека життєдіяльності, основних охорони праці

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1-2. Мета роботи, об'єкт удосконалення, предмет аналізу. 3. Зміст роботи

4. Технологічна схема розкидального апарату МВУ - 6 (1А4). 5. Графічна схема визначення основних конструктивних параметрів покращеного диска (1А4). 6. Схематичний вигляд

функціонування пристрою МВУ-6 (1А4). 7. Схематичне зображення для розрахунку

пройденої відстані частинкою (1А4). 8. Графічна ілюстрація для розрахунків (1А4).

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Окіпний І.Б., к.т.н., зав. каф		

7. Дата видачі завдання 23.01.2024

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд та аналіз конструкцій розкидних пристроїв для внесення мінеральних гранульованих добрив	15.03.2024	
2	Вдосконалення відцентрового розкидного механізму для мінеральних добрив	05.05.2024	
3	Розрахунок норми внесення добрив відцентрово-розкидним апаратом на заплановану врожайність озимої пшениці	25.05.2024	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	01.06.2024	
5	Загальні висновки	19.06.2024	
6	Графічна робота		

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Квасневський В.В.**

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Довбуш Т.А.**

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

**Автор роботи** – Квасневський Віталій Вадимович

**Тема роботи** – «Удосконалення технології вирощування озимої пшениці з модернізацією механізмів внесення добрив розкидача МВУ-6»

**Керівник роботи** – Довбуш Тарас Анатолійович

**Структура роботи.** Робота складається зі вступу, 4 розділів загальних висновків переліку посилань (11 найменувань). Загальний обсяг текстової частини – 44 сторінок, на яких є 15 рисунків. Ілюстративний матеріал розміщений на 10 аркушах формату А4.

**Актуальність теми:** Робота зосереджена на проектуванні та вдосконаленні робочих органів розкидача гранул мінеральних добрив. Цей напрямок визначається зміною геометрії лопаті для дисково-відцентрового пристрою.

Мета дослідження була поставлена та вирішила такі завдання:

- Виконано аналіз конструкцій розкидних пристроїв для внесення мінеральних гранульованих добрив
- Обґрунтовано потреба модернізації відцентрового розкидного механізму гранульованих мінеральних добрив
- Обґрунтовано важливість розрахунків норми внесення мінеральних або органічних добрив

**Об'єкт дослідження** — процес технологічного впровадження мінеральних гранульованих добрив у поверхневому шарі ґрунту.

**Предметом дослідження** – вплив модернізації на технічні та експлуатаційні характеристики роботи машин для внесення добрив.

**Практичне значення:** Запропоновані технічні рішення можуть бути застосовані у виробництві, що дозволить підвищити врожайність озимої пшениці і знизити витрати на добрива, підвищуючи економічну ефективність аграрного виробництва.

**Ключові слова:** розкидач мінеральних добрив, розрахунок норми внесення, догляд за посівами.

## ЗМІСТ

<b>Вступ</b>	6
<b>1 Огляд та аналіз конструкцій розкидних пристроїв для внесення мінеральних гранульованих добрив</b>	7
1.1. Фізико-механічні властивості мінеральних добрив	7
1.2. Загальний огляд існуючих дискових апаратів для внесення добрив	8
1.3. Аналіз аналогів відцентрово-розкидних дискових апаратів	10
<b>2 Вдосконалення відцентрового розкидного механізму для мінеральних добрив</b>	16
2.1. Запропонована іновація та її вплив на ефективність	16
2.2. Обґрунтування потреби у модернізації відцентрового розкидного механізму гранульованих мінеральних добрив	17
2.3. Розрахунки та аналіз параметрів модернізованого механізму	17
2.3.1. Визначення ключових конструктивних і кінематичних параметрів	18
2.3.2. Прогнозування дальності руху частинок	21
2.3.3. Оцінка міцності кріплення диска	24
<b>3 Розрахунок норми внесення добрив відцентрово-розкидним апаратом на заплановану врожайність озимої пшениці</b>	27
3.1. Обґрунтування важливості розрахунків норми внесення мінеральних або органічних добрив для досягнення запланованої врожайності	27
3.2. Математичний розрахунок норми внесення мінеральних добрив	29
<b>4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</b>	37
4.1. Загальні принципи охорони праці	37
4.2. Засоби з попередження травматизму	38
4.3. Заходи безпеки під час роботи з розкидачем добрив	40
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ</b>	42
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b>	43
<b>ДОДАТКИ</b>	44

## ВСТУП

На даному етапі особливо актуальною стає проблема вдосконалення ефективності процесу внесення мінеральних добрив. Це необхідно для досягнення більш рівномірного розподілу добрив по оброблюваній площі, що, у свою чергу, сприятиме підвищенню засвоєння рослинами необхідних мікроелементів та ефективному росту сільськогосподарських культур.

Ключовою метою сучасного агропромислового комплексу є підвищення врожайності культур, що досягається шляхом використання енергоефективних технологічних процесів, які передбачають застосування стандартних методів обробітку ґрунту традиційними технологічними засобами з чіткою взаємодією та послідовністю їх виконання. Кінцева мета цих процесів – досягнення високої продуктивності виробництва для забезпечення потреб населення.

Важливим етапом досягнення цієї мети є внесення мінеральних добрив. Робота зосереджена на проектуванні та вдосконаленні робочих органів розкидача гранул мінеральних добрив. Цей напрямок визначається зміною геометрії лопаті для дисково-відцентрового пристрою. Мета роботи полягає в підвищенні ефективності використання мінеральних добрив та оптимізації експлуатаційних показників машин для внесення добрив. Це важливий крок у напрямку створення технологій, які забезпечать стислі агротехнічні терміни та високу якість виконання операційних процесів виробництва агропродукції.

Даний підхід не лише враховує поточні проблеми сільського господарства, а й спрямований на підвищення стійкості та продуктивності агропромислового сектору.

# 1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ РОЗКИДНИХ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ГРАНУЛЬОВАНИХ ДОБРИВ

## 1.1 Фізико-механічні властивості мінеральних добрив

Мінерали відокремлюються на складові живлення – азот, фосфор, калій та препарати, що покращують дію засвоєння добрив, введення яких активізує елементи, які містяться в ґрунті, і покращують її структуру: фізичні, хімічні, біологічні та інші

Характеристики мінеральних добрив можна розділити на декілька ключових параметрів, які визначають їхню якість та технологічні властивості. Один із найважливіших аспектів - це гранулометричний склад, який вказує на розподіл різних фракцій у добриві. Вимірювання проводять за допомогою просіювання на ситах з різним діаметром, що відображається на агрономічній ефективності та рівномірності внесення. Іншим важливим показником є об'ємна маса, яка вказує на масу одиниці об'єму добрива і використовується для визначення ємності для зберігання та перевезення.

Додатково, враховується густина, що визначається як густину рідких і суспендованих добрив у  $\text{кг/м}^3$ , і динамічна в'язкість, яка описує протидію руху рідких і суспендованих добрив. Крім того, важливо враховувати технологічні властивості, такі як колір, густина, розміри гранул, їхня сипкість та здатність до розсіювання через апарати для висівання.

Додатково, розподіленість є важливою характеристикою, оскільки вона вказує на здатність добрив утворювати грудки та суцільні маси, що може впливати на їхню ефективність та розподіл при внесенні. Нарешті, гігроскопічність вказує на здатність добрив поглинати вологу з повітря, що також важливо враховувати під час їх використання та зберігання.

## 1.2. Загальний огляд існуючих дискових апаратів для внесення добрив

Дискові механізми для внесення добрив (рис.1.1) є однією з найрозповсюдженіших категорій машин для внесення добрив. Їх функціональність полягає в розкиданні добрив на поверхню ґрунту за допомогою спеціальних дисків. Мінеральні гранули засипають у бункер з нього через шнековий змішувач подає на диск, який приводиться в рух через вал приводу. Форма та діаметр цих дисків варіюються відповідно до виду добрива, яке використовується.

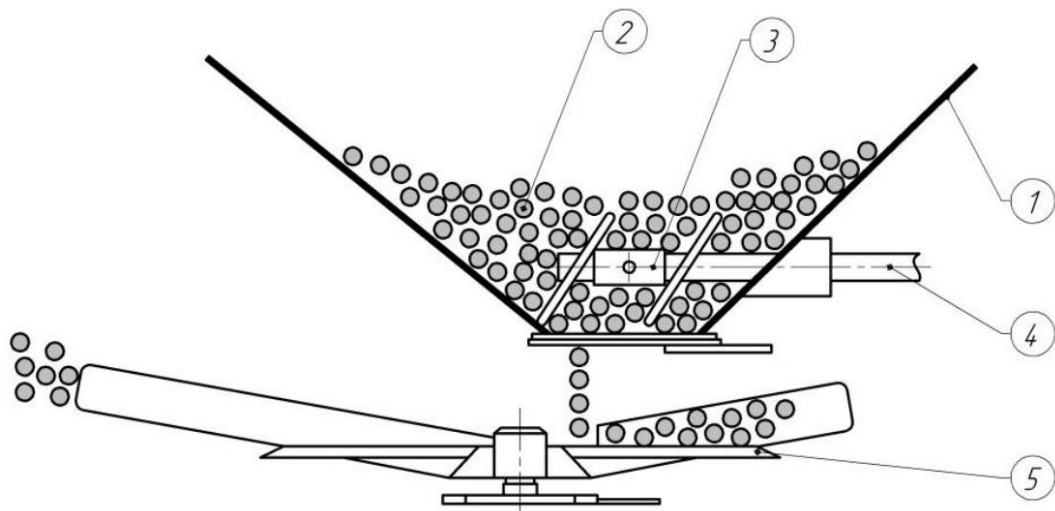


Рисунок 1.1 – Схема дискового механізму розкидача мінеральних добрив  
1 – бункер; 2 – мінеральне добриво; 3 – шнеко подібний змішувач; 4 – вал приводу змішувача; 5 – розподільчий диск



Основні категорії дискових механізмів для внесення добрив:

- вбудований дисковий механізм (рис.1.2) розташований на рамі трактора та мають один або два ряди дисків для розкидання добрив на 10 тон з шириною до 32 метрів. Місткість бункера для продукту 5663 літрів.



Рисунок 1.2 – Самохідний дисковий розкидач мінерального добрива

- Підвісний дисковий механізм (рис.1.3) кріпиться до задньої частини трактора а також мають один або два ряди дисків для розкидання добрив на ширину до 6 метрів. Сучасний розкидач компанії Amazone розкидає на ширину до 54 м з нормою внесення 650 кг/хв., з новим бункером об'ємом до 5000 л



Рисунок 1.3 – Підвісний дисковий розкидальний механізм

- причіпні дискові механізми (рис.1.4) перевозяться за трактором та володіють одним чи двома рядами дисків для розкидання добрив, робоча ширина 12-18 метрів. Ємність для гранульованих добрив близько 7200 літрів і загальна ширина: 2,5 – 3,0 метри.



Рисунок 1.4 – Причіпний агрегат для розкидання мінеральних гранул

### **1.3. Аналіз аналогів відцентрово-розкидних дискових апаратів**

Відцентрово-розкидні дискові апарати представляють собою один із найбільш загальноживаних типів сільськогосподарських машин, призначених для розподілу добрив, насіння, сіяльного матеріалу та інших речовин. Розсіювачі мінеральних добрив (НРУ-5) з висіваючим апаратом відцентрового типу призначені для рівномірного розподілу туків по поверхні полів і в садах мінеральних добрив і їх сумішей.

Можливість зміни ширини захвату агрегату від 6 до 12 метрів залежно від виду добрив забезпечується робочими органами цієї машини. Проте це регулювання не пов'язане із конструкцією самостійних робочих органів, але представляє собою результат направлення їх у відповідну зону диска. Машини модельного ряду, такі як РУМ-5, МВУ-5, 1-РМГ-4, обладнані дисково-відцентровим розкидачем, який складається з пари горизонтально

розташованих дисків з лопатками, розташованих радіально на верхній поверхні диска (рис.1.5).



Рисунок 1.5 – Однодисковий розкидач за принципом відцентрової дії НРУ-6

Діючи під впливом відцентрової сили, добрива, які поступають на поверхню диска, розкидаються в сторони на ширину приблизно 6 метрів.

Недоліком таких механізмів є обмежена можливість налаштування ширини захвату та нерівномірність розподілу добрив.

Galileo (рис.1.6) – нова передова модель розсіювача мінеральних речовин, яка відповідає всім сучасним стандартам у сфері сільського господарства. Це обладнання середнього розміру, оснащене двома круглими пристроями, і призначене для виконання широкого спектру завдань, таких як внесення вапна та добрив у ґрунт, а також посів насіння.



Рисунок 1.6 – Розкидальний агрегат для мінеральних добрив машини Galileo

Технічні параметри дискового розкидного агрегату Galileo:

- ширина розподілу до 18 метрів;
- міцний, комфортний, легко очищуваний контейнер об'ємом від 600 до 1600 літрів, з корисним навантаженням до 1900 кілограм;
- автоматичне коригування кута подачі добрива на диски;
- подача зі змінною геометрією для точного і стійкого розподілу продуктів від 3 до 500 кілограм на хвилину.

Інноваційна конструкція вібраційної системи на піддоні бункера дозволяє рівномірно розподілювати різні матеріали, такі як: вапнякове борошно, сульфати, гранульовані добрива, органіка, насіння та інше. Без перевантаження та надмірного навантаження на систему розсіювання. Це дозволяє уникнути

пошкоджень, утворення грудок або надмірного тиску на робочу поверхню через тертя або нагрівання робочого матеріалу.

В цій моделі автоматичне регулювання необхідної дози відбувається залежно від швидкості руху за допомогою двох лінійних приводів (рис.1.7). Також передбачена можливість миттєвого змінювання дозування, зупинки розсіювання добрив з одного боку та ведення моніторингу виконаних обсягів роботи (гектарів) з кабіни трактора.

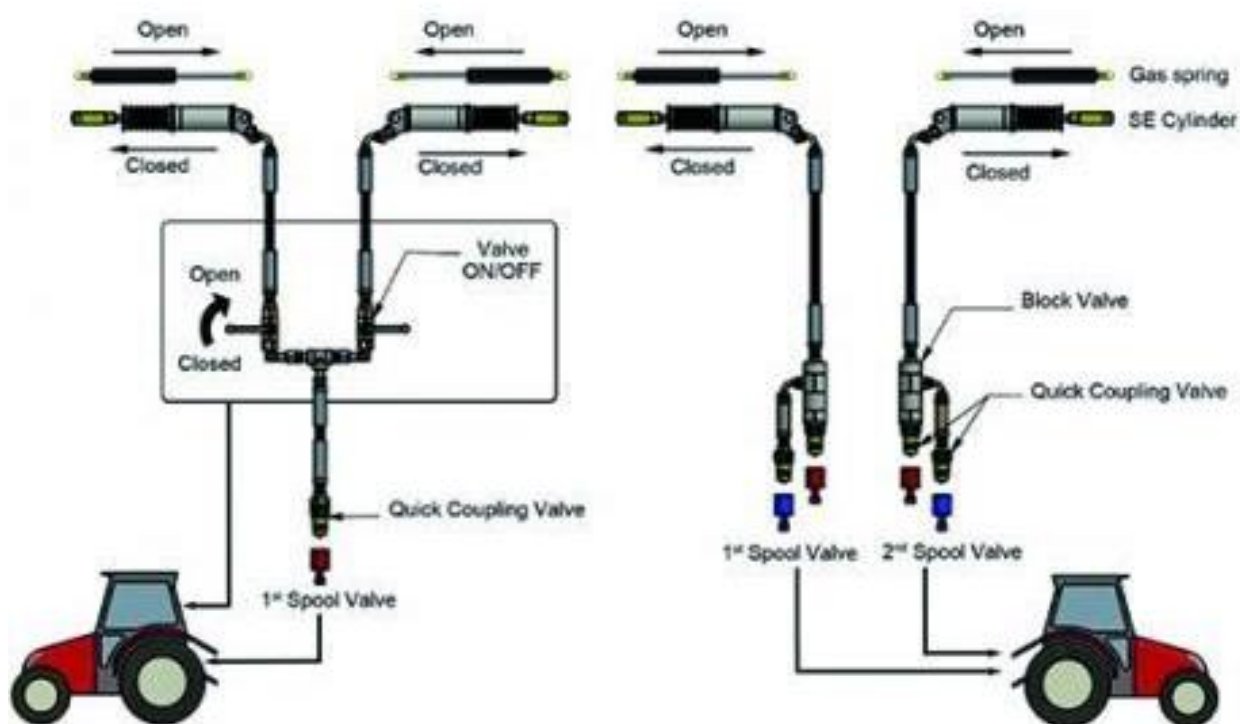


Рисунок 1.7 – Схема підключення гідравлічної системи розкидального апарату Galileo

Два магнітні соленоїда точно контролюють відкриття кожного затвору та безпосередньо керують лінійними приводами, що уникне будь-яких помилок у положенні.

Простий та зручний багатомовний пульт управління, із вбудованими налаштуваннями для кількох видів добрив і насіння. Можливість збереження та передачі інформації про виконану роботу, а також її подальша обробка на комп'ютері.

РНД-1000 (рис.1.8) – призначений для нанесення поверхневого шару мінеральних добрив у формі гранул та кристалів, а також для догляду за рослинами на полях, луках і пасовищах. Може встановлюватися на навіску трактора або застосовуватися на транспортному візку для розподілу добрив



Рисунок 1.8 – Пристрій для розкидання мінеральних добрив РНД-1000

Також може бути використаний для розсіювання насіння різноманітних зернових культур (пшениця, жито, ячмінь, соняшник, люпин, боби, рапс, гірчиця, люцерна) технічних та бобових рослин. Застосовується на рівнинах з невеликими відхиленнями, не перевищуючи 8,5 градусів. Робочі елементи розсіювача активуються за допомогою сил, що діють від валу трактора, з яким він використовується.

Характеристика розкидального механізму РНД-1000:

- кількість лопатей на розподільному диску: 2;
- кількість розсіювальних дисків: 2;
- маса: 360 кілограмів;
- ємність бака: 1000 літрів;
- споживана потужність: 80 кінських сил;
- робоча ширина розкидання: 24 метри.

Окрім відсутності можливості регулювання ширини захвату, у вказаних машинах діаметри дисків коливаються від 0,30 до 0,70 метра. Обертання дисків здійснюється із частотою від 450 до 650 обертів за хвилину. Лопатки, як правило, нахилені в напрямку обертання на кут 11-17°, проте жорстко закріплені на диску, унеможливаючи їх регулювання під різними кутами під час технологічного процесу.

Важливими параметрами робочих органів, які впливають на ширину захвату та рівномірність розподілу добрив, є частота обертання та діаметр дисків. Хоча можливо регулювати частоту обертання, діаметр диска залишається незмінним.

## 2. ВДОСКОНАЛЕННЯ ВІДЦЕНТРОВОГО РОЗКИДНОГО МЕХАНІЗМУ ДЛЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

### 2.1. Запропонована інновація та їх вплив на ефективність

Вдосконаленню підлягає утворення відцентрово-дисковий робочий пристрій (рис.2.1), який забезпечить можливість налаштування ширини розкидання мінеральних добрив під час агрегування з машиною при різних швидкостях та внесення різних за об'ємом мас мінеральних добрив. Для цього на існуючій машині МВУ-6 (додаток А) встановлюємо робочі органи з рухливими лопатками, які можуть повертатись на кут 90 градусів.



Рисунок 2.1 – Відцентровий розкидач МВУ-6

Запропонований механізм включає в себе диск, який закріплений на валу, та дві лопатки, прикріплені до верхньої поверхні диска за допомогою болтового кріплення. На лопатках розташовані подовжувачі, які дозволитимуть збільшити робочу ширину розподілу добрив, забезпечуючи захоплення машини до 30 метрів. Захоплення машини на відстань до 30 метрів забезпечується за допомогою подовжувачів, які розміщені на лопатках робочого пристрою. Ці подовжувачі розширюють робочу ширину розподілу добрив. Таким чином, завдяки цьому механізму з рухливими лопатками та подовжувачами можливе



регулювання ширини розкидання мінеральних добрив під час агрегативання з машиною при різних швидкостях та внесення добрив різної маси.

## **2.2. Обґрунтування потреби у модернізації відцентрового розкидного механізму гранульованих мінеральних добрив**

### **2.2.1. Розрахунки та аналіз параметрів модернізованого механізму**

У даному розділі проведено детальні розрахунки та аналіз ключових параметрів модернізованого відцентрового розкидного механізму, розробленого для покращення ефективності та гнучкості сільськогосподарських операцій. Здійснено оцінку впливу різних факторів на технічні та експлуатаційні характеристики механізму.

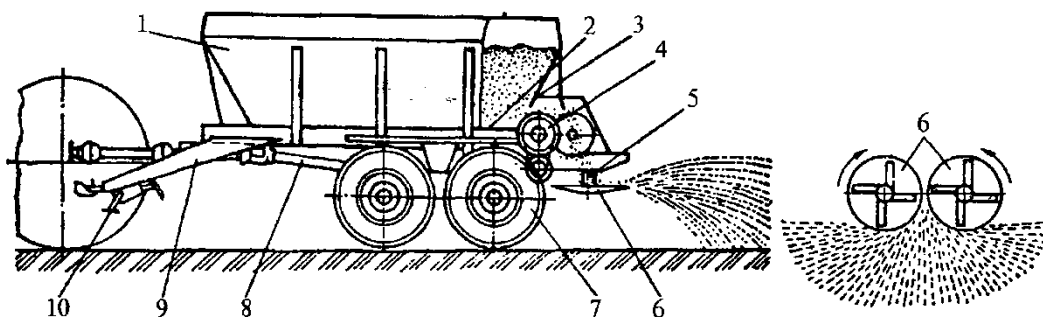
Розрахунковий процес включає в себе визначення оптимальних параметрів, таких як швидкість обертання дисків, відстань між робочими органами та кут нахилу дисків, з метою досягнення максимальної продуктивності та рівномірності розкидання добрив.

Аналіз результатів дозволяє визначити переваги та особливості удосконаленого механізму порівняно із традиційними конструкціями. Також обговорюється вплив проведених змін на техніко-експлуатаційні показники та ефективність внесення мінеральних добрив.

Отримані результати є ключовими для обґрунтування вибору конкретних параметрів та визначення оптимальних умов експлуатації модернізованого відцентрового розкидного механізму в агропромислових умовах.

### 2.3.1. Визначення ключових конструктивних і кінематичних параметрів

Основними параметрами конструкції відцентрово-розкидного пристрою МВУ-6 (рис.2.2), які необхідно встановити, входять максимальний і мінімальний радіуси обертання крайової точки лопаті та екстремальні швидкості руху частинок мінеральних добрив. Максимальна і мінімальна швидкості вильоту частинок добрива від якого залежить регулювання довжини лопатки і кута нахилу лопатки відносно радіального положення.



1 – корпус; 2 – переміщувач; 3 – дозуюча запірна пристрій; 4 – механізм приводу; 5 – направляючий тук; 6 – розсіювальні пластини; 7 - шасі; 8 – кардан;  
9 – з'єднувальний пристрій; 10 – стійка.

Рисунок 2.2 – Схематичний вигляд функціонування пристрою МВУ-6

Це залежить від регулювання довжини лопаті та кута її встановлення відносно радіального положення, що в свою чергу залежить від частоти обертання дисків та координати точного потрапляння частинок гранул добрив на площину диска. Це досить непроста технічна задача, яку потрібно вирішити з певною точністю.

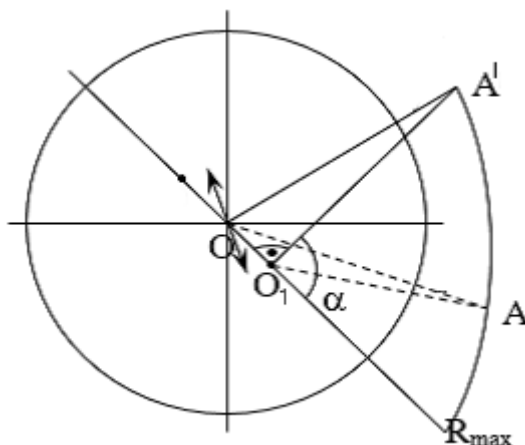
Найбільший радіус повороту кінцевих точок диска (рис. 2.3) рівні, коли диск знаходиться в радіальному положенні.

$$R_{max} = |OO_1| + |O_1A| + \Delta O_1A \quad (2.1)$$

де  $|OO_1|$  – розмір від центральної точки  $O$  обертання диска до кутового відхилення  $O_1$  лопатки від радіального положення, яке визначається певним кутом,  $\alpha$  метри;

$|OA_1|$  – довжина лопатки від точки  $O_1$  до крайньої точки лопатки  $A$ ;

$\Delta O_1A$  – видовження лопатки за рахунок кривої пластинки, м.



$O$  – центрова точка обертання диску кута відхилення  $O_1$  – радіальне положення лопатки;  $R_{max}$  – радіус який є максимальним обертанням крайньої точки;  $\alpha$  – кут максимального відхилення лопатки від радіального положення;

$A$  – точка видовження лопатки;  $A'$  – найбільший радіус від центру диска

Рисунок 2.3 – Графічна схема визначення основних конструктивних параметрів покращеного диска.

Загалом цей радіус є змінюваним параметром, і його можна обчислити на основі  $\Delta OO_1A$  за допомогою теореми косинуса.

$$R_{max} = \sqrt{|OO_1|^2 + (|O_1A| + \Delta O_1A)^2 - 2|OO_1| \cdot (|O_1A| + \Delta O_1A) \cdot \cos(180 - \alpha)}. \quad (2.2)$$

$R_{max}$  буде отриманий, коли  $\alpha = 0$  і  $\Delta O_1A$  досягне максимального значення.

$$R = \sqrt{(|O_1O| + (|O_1A| + \Delta O_1A))^2} = |O_1O| + |O_1A| + \Delta O_1A. \quad (2.3)$$

Зміна максимального радіуса крайньої точки оберту лопаті залежить від зміни кутів  $\alpha$  і  $\Delta O_1A$ . Припустимо, що кут  $\alpha$  дорівнює 0, а зміщення точки  $\Delta O_1A$  має максимальне значення,

$$R_{max} = 85 + 210 + 25 = 320 \text{ мм} = 0,320 \text{ м.}$$

Коли  $\alpha=90$  – максимальна відстань лопатки від центрального положення і  $\Delta O_1A=0$

$$R_{min} = \sqrt{|O_1O|^2 + |O_1A|^2}, \quad (2.4)$$

$$R_{min} = \sqrt{85^2 + 210^2} = 220,5 \text{ мм} = 0,220 \text{ м.}$$

Враховуючи постійну кутову швидкість диска  $\omega$ , яка складає 55 рад/с, можна визначити максимальну та мінімальну швидкість розсіювання частинок мінеральних добрив за допомогою відомих формул.

$$V_{max} = \omega \cdot R_{max}; \quad (2.5)$$

$$V_{max} = 55 \cdot 0,320 = 17,6 \text{ м/с};$$

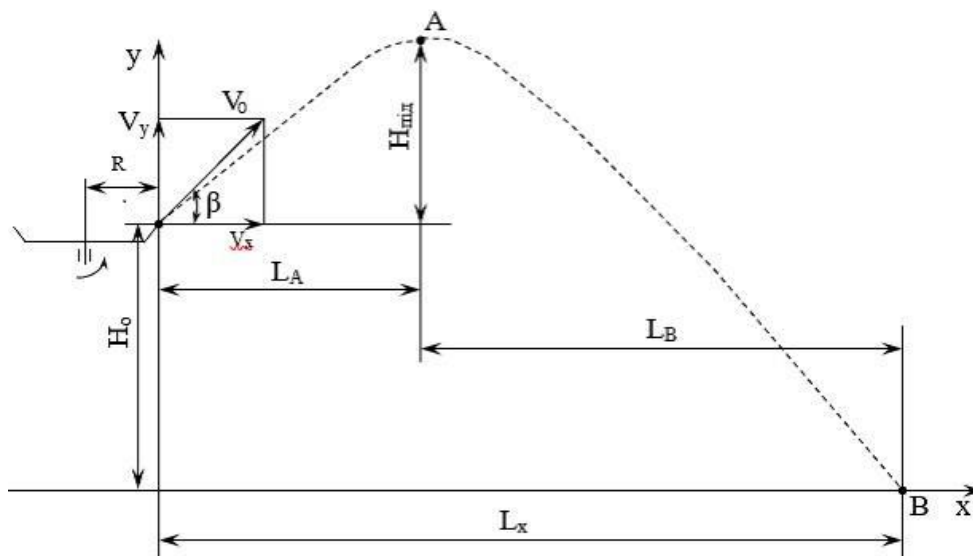
$$V_{min} = \omega \cdot R_{min}; \quad (2.6)$$

$$V_{min} = 55 \cdot 0,220 = 12,1 \text{ м/с.}$$

Таким чином, найвища швидкість розкидання буде досягнута, коли дискові лопатки розташовані у радіальному положенні з максимальним видовженням, тоді як найнижча швидкість відзначиться, коли лопатка відхилена на 90 градусів, а видовження лопатки дорівнює нулю.

### 2.3.2. Прогнозування дальності руху частинок

Мінеральні добрива просуваються вздовж лопатки, кінець якої обладнане зігнутою пластиною. Таким чином, необхідно враховувати сценарій руху гранули, яка викинута під кутом до горизонту (рис. 2.4).



$L_A$  – відстань частинки пройдена на максимальній висоті;  $L_B$  – відстань пройдена частинкою до кінця падіння;  $L_x$  – повна відстань;  $V$  – початкова швидкість;  $V_y$  – швидкість вільного падіння  $\beta$  – кут висоти;  $A$  – найвища точка підняття гранули;  $H_{під}$  – висота підйому гранули;  $H_0$  – висота розташування розкидних дисків.

Рисунок 2.4 – Схематичне зображення для розрахунку пройденої відстані частинкою

Характерними моментами польоту є точка  $A$ , де частинка досягає максимальної висоти викиду гранули. У цій точці характерним є те, що вертикальна швидкість  $V_y = 0$  стає рівною нулю, і після цього частинка починає вільне падіння, при цьому:

$$L_A = V_x \cdot t_A; \quad (2.7)$$

$$L_B = V_x \cdot t_B, \quad (2.8)$$

де  $t_A$  – час викиду частинки на максимальну висоту, визначаємо за відповідною умовою,

$$V_y = V_0 \cdot \sin\beta - gt_A; \quad (2.9)$$

Якщо  $V_y = 0$ , то

$$V_0 \cdot \sin\beta - gt_A = 0 \rightarrow t_A = \frac{V_0 \sin\beta}{g}. \quad (2.10)$$

де  $\beta$  – кут напрямку підкидання відносно горизонту,  $\beta = 30^\circ$ .

$$t_{Amax} = \frac{V_{max} \cdot \sin\beta}{g} = \frac{17,6 \cdot \sin 30^\circ}{9,8} = 0,89 \text{ с}; \quad (2.11)$$

$$t_{Amin} = \frac{V_{min} \cdot \sin\beta}{g} = \frac{12,1 \cdot \sin 30^\circ}{9,8} = 0,62 \text{ с}. \quad (2.12)$$

Таким чином, шлях, який пролетить частинка вздовж вісі  $X$  досягне максимальної висоти, буде визначено:

$$L_{Amax} = t_{Amax} \cdot V_{max} \cdot \cos\beta = 0,89 \cdot 17,6 \cdot \cos 30^\circ = 13,56 \text{ м}; \quad (2.13)$$

$$L_{Amin} = t_{Amin} \cdot V_{min} \cdot \cos\beta = 0,62 \cdot 12,1 \cdot \cos 30^\circ = 6,49 \text{ м.} \quad (2.14)$$

У такому разі висота підйому частинки гранули

$$H_{max} = \frac{\vartheta_{max}^2 \cdot \sin^2\beta}{2g} = \frac{17,6^2 \cdot \sin^2 30^\circ}{2 \cdot 9,8} = 3,95 \text{ м;} \quad (2.15)$$

$$H_{min} = \frac{\vartheta_{min}^2 \cdot \sin^2\beta}{2g} = \frac{12,1^2 \cdot \sin^2 30^\circ}{2 \cdot 9,8} = 1,86 \text{ м.} \quad (2.16)$$

В такому разі, інтервал часу, протягом якого частинка падає, визначається відповідно до умов.

$$t_{max} = \sqrt{\frac{2(H + H_{max})}{g}}, \quad (2.17)$$

де  $H$  – висота розташування розкидних дисків,  $H = 0,8$  метрів.

$$t_{max} = \sqrt{\frac{2(0,8 + 3,95)}{9,8}} = 0,98 \text{ с;}$$

$$t_{min} = \sqrt{\frac{2(H + H_{min})}{g}} = \sqrt{\frac{2(0,8 + 1,86)}{9,8}} = 0,73 \text{ с.} \quad (2.18)$$

Отже, узагальнюючи, максимальний радіус польоту частинки можна визначити так.

$$L_{max} = L_{Amax} + V_{max} \cdot \cos\beta \cdot t_{max} = 13,56 + 17,6 \cdot \cos 30^\circ \cdot 0,98 = 28,49 \text{ м;} \quad (2.19)$$

$$L_{min} = L_{Amin} + V_{min} \cdot \cos\beta \cdot t_{min} = 6,49 + 12,1 \cdot \cos 30^\circ \cdot 0,73 = 14,13 \text{ м.} \quad (2.20)$$

Беручи до уваги, що під час переміщення гранул у вільному падінні діє опір повітря, а також існує подвійне перекриття, припустимо, що активна ширина розсіювача буде змінюватись в межах від 28 до 14 метрів, коли кут  $\alpha$  нахилу лопатки змінюється від 0 до 90°.

### 2.3.3. Оцінка міцності кріплення диска

Початкові умови для виконання розрахунків:

- найбільший припустимий кратний обертовий момент,  $M_{кр\ max} \text{ Н} \cdot \text{ м}$
- ефективна довжина шпонки,  $l = 32 \text{ мм}$
- діаметр вала,  $d = 19 \text{ мм}$
- габарити та товщина шпонки,  $b = 7 \text{ мм}$ ,  $h = 9 \text{ мм}$
- висунутість шпонки від краю очного пазу,  $K = 2 \text{ мм}$
- максимальне допустиме напруження на згин,  $[\sigma_{зм}] = 2,2 \cdot 10^8$
- допустиме напруження на зсув,  $[\tau_{зм}] 1,2 \cdot 10^8$
- поверхня з урахуванням твердості  $\leq \text{HB240}$

Для проведення розрахунків приймаємо, що навантаження на шпонку розподілене рівномірно по її всій довжині. Робочі площини перевіряються на змінні напруження, а поперечний переріз С – С , на зріз (рис.2.5).

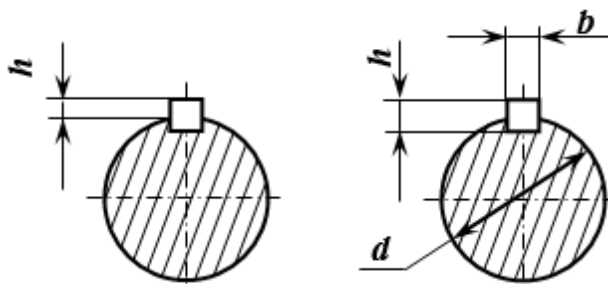


Рисунок 2.5 – Графічна ілюстрація для розрахунків



Допустимий обертовий момент з умови міцності на зминання.

$$[M_{кр\ max}] = 0,5d \cdot K \cdot l \cdot [\sigma_{зм}], \quad (2.21)$$

$$[M_{кр\ max}] = 0,5 \cdot 0,019 \cdot 0,002 \cdot 0,032 \cdot 2,2 \cdot 10^8 = 133\text{Н} \cdot \text{м}.$$

Вимога міцності поперечного перерізу С-С на зрізі

$$[M_{кр\ max}] = 0,5(d + K) \cdot b \cdot l \cdot [\sigma_{зм}], \quad (2.22)$$

$$[M_{кр\ max}] = 0,5 \cdot (0,019 + 0,002) \cdot 0,007 \cdot 0,032 \cdot 2,2 \cdot 10^8 = 577\text{Н} \cdot \text{м}.$$

Найбільший обертовий момент на валу лопаток розкидача добрив:

$$N = M \cdot \omega; \quad (2.23)$$

$$M = \frac{4500}{55} = 81,8\text{Н} \cdot \text{м}.$$

При розкиданні добрив максимальний момент на валу лопаток розкидача є меншим за допустимий момент визначенні з умов міцності на зминання і зріз шпонки:

$$M = 81,8\text{Нм} < [M_{кр.max}]_1 = 133\text{Нм}$$

$$M = 81,8\text{Нм} < [M_{кр.max}]_2 = 577\text{Нм}$$

Для покращення однорідності та покриття при розкиданні мінеральних добрив, пропонується встановити на розкидач мінеральних добрив МВУ-6 вдосконалений відцентровий-дисковий елемент. За допомогою впровадження дисків із регульованою геометрією лопатей спрощує процедуру регулювання об'єму розкидання, збільшує перекриття між сусідніми проходами агрегату та покращує рівномірність розкидання.

Отримали основні параметри модернізованого розкидного апарату: максимальний радіус оберту лопаті можна регулювати від 0,220 м до 0,320 м, а кут відхилення лопаті може змінюватися від 0 до 90 градусів. Дальність розкидання частинок добрива можна коригувати у діапазоні від 15 до 30 метрів залежно від радіуса розкидного диска.

### **3. РОЗРАХУНОК НОРМИ ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ ВІДЦЕНТРОВО-РОЗКИДНИМ АПАРАТОМ НА ЗАПЛАНОВАНУ ВРОЖАЙНІСТЬ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ**

#### **3.1. Обґрунтування важливості розрахунків норми внесення мінеральних або органічних добрив для досягнення запланованої врожайності**

Сьогодні аграрне господарство не може існувати без використання добривних мінеральних засобів. Застосування цих речовин забезпечує можливість підвищити урожайність та покращити якість сільськогосподарської продукції. Після нанесення добрив стійкість рослин до хвороб збільшується, рослини швидше дозрівають і краще використовують вологу.

Для досягнення максимальної ефективності мінеральних добавок необхідно враховувати такі вимоги до методів їх внесення:

- однакове розподілення добрив по всій площі поля;
- скорочення періоду часу від внесення добрив до початку їх засвоєння рослинами;
- обмеження переміщення водорозчинних форм добрив у ґрунт;
- оптимальна глибина закладання добрив у ґрунт;
- належне просторове розташування добрив відносно рядків посіву і кореневої системи рослин. Нерівномірне розподілення добрив на поверхні поля може спричинити нерівномірність в урожайності, різноманітні терміни дозрівання культур, лежкість рослин та погіршення якості продукції;

розумно визначити оптимальну порцію добрив, яка гарантуватиме досягнення запланованого урожаю. Чим вищий врожай планується, тим більше добрив потрібно внести;

проте важливо зазначити, що збільшення дози добрив не завжди прямо пропорційно збільшує врожай. На графіку (рис.3.1) можна побачити, як залежить врожайність від кількості добрив, внесених на 1 гектар;

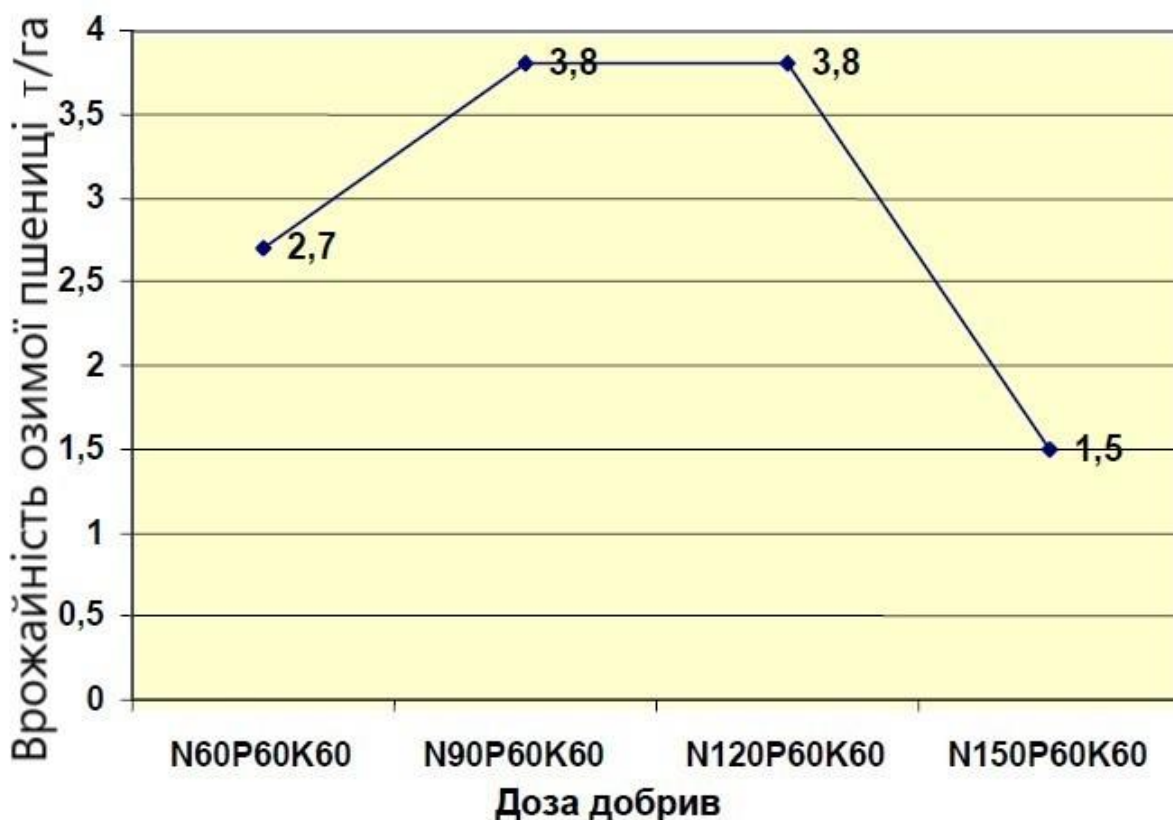


Рисунок 3.1 – Збільшення валового врожаю озимої пшениці залежно від кількості азотних добрив, які вносяться

Правильне і ефективне використання мінеральних добрив сприяє не лише отриманню великого врожаю, а й покращенню його якості.

У сучасному інтенсивному сільському господарстві високі урожаї часто супроводжуються виносом поживних речовин з ґрунту. Згідно з законами збереження маси, для відновлення родючості ґрунту поживні речовини повинні повертатись до ґрунту у більшій кількості, ніж було вилучено. Для правильного використання мінеральних добрив необхідно знати винос елементів харчування зерновими культурами з ґрунту.

Добрива поділяються на прямі, які вносяться в ґрунт для поліпшення живлення рослин (такі як аміачна селітра, суперфосфат і інші), і непрямі, які вносяться для поліпшення властивостей ґрунту та нагромадження в ньому речовин, необхідних для живлення рослин (такі як органічні добрива).

За способом виробництва та джерелом походження виділяють: місцеві добрива, що виробляються на місцях (наприклад, гній), та промислові добрива.

Основними видами добрив є:

- мінеральні (азотні, фосфорні, калійні) ;
- складні та змішані;
- органічні (гній, пташиний послід, торф, зелені добрива, компости);
- бактеріальні;

Різні види сільськогосподарських культур реагують по-різному на органічні, мінеральні добрива та їх комбінації. Азот, який міститься в азотних добривах, є важливим компонентом рослинних організмів. Він міститься в білках, нуклеїнових кислотах, фосфоліпідах, пептидах, поліпептидах, амінокислотах, хлорофілі, ферментах, вітамінах та інших.

Нестача азоту може призвести до зниження вмісту важливих сполук у рослині, що порушує нормальний розвиток життєвих процесів. Підсилення азотного живлення рослин може призвести до збільшення вегетативної маси рослин, збільшення вмісту білка та загального зростання врожаю. Правильне азотне живлення рослин може позитивно впливати не лише на кількість врожаю, а й на його якість та структуру.

### **3.2. Математичний розрахунок норми внесення мінеральних добрив**

Стандарти добрив, рекомендовані для кожного типу рослини та землі, зазвичай виражені у кількості активних компонентів на 1 гектар: для азотних добрив - азоту (N), фосфорних - фосфорного пентоксиду ( $P_2O_5$ ), калійних - оксиду калію ( $K_2O$ ). Кожен тип мінерального добрива, що виготовляється в промисловості, містить визначену кількість активних компонентів, виражених у відсотках.

Таблиця 3.1 Складові речовини в добривах

Назва добрива		Діюча речовина, %			
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
Органічні добрива					
Гній		0,5	0,2	0,6	
Торф низинний		0,9	0,1	0,6	
Мінеральні добрива					
тні	Азо	Аміачна селітра NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	33...34		
		Сульфат амонію (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	20...21		
		Сечовина CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	46		
		Аміачна вода	16...24		
форні	Фос	Суперфосфат Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>		14...20	
		Сульфат амонію Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>		45...50	
		Сечовина Ca(HPO <sub>4</sub> )		25...35	
		Аміачна вода Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>		14...23	

Продовження таблиці 3.1

Калійна	Хлористий калій <i>KCl</i>			56...60
	Калійна сіль <i>KCl + NCl</i>			30...40
	Сірчаноокислий калій <i>K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></i>			45...52
Складні мінеральні добрива				
Амофос <i>NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub></i>		11	40...60	
Нітрофоска		14	18	17
Амонізований суперфосфат		2...3	14	
Нітроаммофоска		17,5	17,5	17,5

Якщо відомо, яка кількість поживних елементів (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O) потрібна для певної культури та вміст активних речовин у добривах, тоді норму внесення мінеральних добрив можна розрахувати за наступною формулою.

$$H_{\text{МД}} = \frac{100 \cdot n_{\text{др}}}{d_{\text{д}}}, \quad (3.1)$$

де  $H_{\text{МД}}$  – норма мінеральних добрив, кг/га;

$n_{\text{др}}$  – норма діючої речовини, кг/га;

$d_{\text{д}}$  – вміст діючої речовини в даному добриві, %.

З метою забезпечення необхідного рівня азоту на гектар ґрунту, рекомендується ввести 70 кілограмів азоту у формі сульфату амонію. Згідно середніх даних, сульфат амонію містить близько 20% активної складової. Розрахунок кількості добрив проводиться за такою формулою:

$$\frac{100 \cdot 70}{20} = 350 \text{ кг NH}_4\text{NO}_3 \text{ на 1 га.}$$

Мінеральні препарати, які вводяться у ґрунт, повинні компенсувати втрату поживних речовин через урожай та їх нестачу у ґрунті. Рослини не всебічно використовують поживні речовини, які вони одержують із добрив, які вносяться у ґрунт. Тому в розрахунках враховують коефіцієнти використання поживних речовин у ґрунті та добрив (див. Таблицю 3.1).

Для визначення оптимальної норми внесення мінеральних добрив під певну культуру проводимо наступні кроки: потрібно визначити дози мінеральних добрив для досягнення врожаю пшениці у 3 тонни з 1 гектара, за умови внесення гною у нормі 20 тонн на 1 гектар. Вміст поживних речовин у ґрунті: азоту - 7 мг, фосфору - 6 мг, калію - 5 мг на 100 грамів ґрунту.

Виведення живильних речовин з ґрунту через урожай з 1 гектара обчислюють, враховуючи використання їх в продукції та розмір планованого врожаю.

$$A_{\text{ПР}} = d_1 \cdot e_y, \quad (3.2)$$

$A_{\text{ПР}}$  – розрахунок загальної кількості поживних речовин, потрібної для досягнення запланованого врожаю, проводиться в кілограмах на гектар

$d_1$  – винос поживних речовин за одиницю врожаю вимірюється в кілограмах на одну тонну врожаю.

$e_y$  – Планований врожай оцінюється у тоннах на гектар.

$$N = 114 \cdot 3 = 342 \text{ кг};$$

$$P_2O_5 = 39 \cdot 3 = 117 \text{ кг};$$

$$K_2O = 75 \cdot 3 = 225 \text{ кг}.$$



Таблиця 3.2 Споживання поживних речовин (кг) загальною масою врожаю на 1 т товарної продукції

Культура	Вид продукції	N	$P_2O_5$	$K_2O$
Озимі зернові	Зерно	38	13	25

Величину поживних речовин, яку рослини можуть абсорбувати з ґрунту, визначають на основі концентрації цих елементів у ґрунті та коефіцієнта їх використання.

$$A_n = 0,3 \cdot d_n \cdot C_n, \quad (3.3)$$

$A_n$  – Кількість харчових компонентів, яку рослини забирають з ґрунту для розвитку урожаю, вимірюється у кілограмах;

$d_n$  – кількість поживних елементів у ґрунті у легкодоступній формі визначається у міліграмах на 100 грамів ґрунту;

$C_n$  – коефіцієнт використання рослинами поживних елементів з ґрунту виражається у відсотках (див. Таблицю 3.2).

$$N = 0,3 \cdot 7 \cdot 20 = 42 \text{ кг};$$

$$P_2O_5 = 0,3 \cdot 6 \cdot 10 = 18 \text{ кг};$$

$$K_2O = 0,3 \cdot 5 \cdot 10 = 15 \text{ кг}.$$

Таблиця 3.3 Використання поживних компонентів (%) із добрив (за рік додавання) та землі

Джерело елементів живлення	Коефіцієнти використання, %		
	N	$P_2O_5$	$K_2O$
Компост та перегною	25...30	30...50	50...75
Хімічні добавки	50...70	15...25	50...70
Ґрунт поверхня	10...20	5...10	10...12

Оцінка поживності гною здійснюється шляхом визначення кількості корисних елементів, які рослини можуть засвоїти з нього. Це розраховується на основі вмісту поживних речовин у гної та ефективності їх використання в перший рік після внесення.

$$A_H = 0,1 \cdot H_H \cdot d_H \cdot C_H, \quad (3.4)$$

$$N = 0,1 \cdot 20 \cdot 0,5 \cdot 30 = 30 \text{ кг};$$

$$P_2O_5 = 0,1 \cdot 20 \cdot 0,2 \cdot 45 = 18 \text{ кг};$$

$$K_2O = 0,1 \cdot 20 \cdot 0,6 \cdot 50 = 60 \text{ кг}.$$

$A_H$  – Кількість харчових компонентів, яку рослини забирають із гною, кг;

$H_H$  – норма внесення добривного матеріалу, т/га;

$d_H$  – вміст харчових компонентів у добривному матеріалі;

$C_H$  – показник використання рослиною харчових компонентів у перший рік після їх внесення, % (табл. 3.3).

Недостатню кількість поживних елементів рослини поглинають із мінеральних добавок, що визначається відмінністю між видаленням їх разом із урожаєм та наявністю за рахунок ґрунту та добрив:

$$n_m = A_{\text{ПР}} - A_n - A_H, \quad (3.5)$$

$$N = 342 - 42 - 30 = 270 \text{ кг};$$

$$P_2O_5 = 117 - 18 - 18 = 81 \text{ кг};$$

$$K_2O = 75 - 18 - 50 = 10 \text{ кг}.$$

$n_m$  – кількість активних компонентів, що рослини поглинають із мінеральних добавок, кг;

$A_{\text{ПР}}$  – необхідна кількість живильних елементів для досягнення запланованого врожаю, у кілограмах

$A_n$  – об'єм живильних речовин, які рослина отримує з ґрунту, вимірюється у кілограмах

$A_H$  – обсяг живильних елементів, що рослини забирають із компосту, кілограм.

Розрахунок необхідної кількості поживних речовин, які введені в ґрунт разом з мінеральними добривами, повинен враховувати той факт, що рослини використовують їх лише частково. Тому потрібно використовувати коефіцієнт використання для правильного розрахунку.

$$n_d = (n_m \cdot 100) / C_m, \quad (3.6)$$

$$N = (270 \cdot 100) / 50 = 540 \text{ кг};$$

$$P_2O_5 = (81 \cdot 100)/15 = 540 \text{ кг};$$

$$K_2O = (10 \cdot 100)/50 = 20 \text{ кг}.$$

$n_d$  – кількість активних компонентів, що рослини поглинають із мінеральних добавок, кг;

$n_m$  – необхідна кількість живильних елементів для досягнення запланованого врожаю, у кілограмах

$C_m$  – об'єм живильних речовин, які рослина отримує з ґрунту, вимірюється у кілограмах

Кількість туків, що вносяться, визначають на основі вмісту активних компонентів у них:

$$N = (540 \cdot 100)/34 = 540 \text{ кг};$$

$$P_2O_5 = (540 \cdot 100)/20 = 540 \text{ кг};$$

$$K_2O = (20 \cdot 100)/45 = 47,6 \text{ кг}.$$

Розглянуто важливість проведення розрахунків щодо норм внесення добрив відцентрово-розкидним апаратом для досягнення запланованої врожайності озимої пшениці. Враховуючи, що правильне добривне забезпечення є ключовим фактором у досягненні високих врожаїв, математично обчислюються необхідні кількості мінеральних добрив, що вносяться в ґрунт через відцентрово-розкидний апарат.

Це допомагає забезпечити оптимальний рівень поживних речовин для рослинного життя та зростання, що в свою чергу сприяє збільшенню врожаю. Такий підхід до розрахунків є важливим етапом в сільському господарстві, оскільки дозволяє ефективно використовувати ресурси та максимізувати виробничий результат.

## **4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ**

### **4.1. Загальні принципи охорони праці**

Охорона праці - це система правил, заходів та обов'язків, що допомагають захистити людей під час роботи, щоб вони залишалися здоровими і могли продовжувати працювати безпечно.

Принципи охорони праці включають в себе низку основних правил та рекомендацій, які спрямовані на запобігання травм та нещасних випадків під час виконання роботи. Правильне використання розкидного апарату МВУ-6 вимагає строгого дотримання цих принципів для забезпечення безпеки працівників.

Один із основних принципів охорони праці - це забезпечення безпечних умов праці. Робота з розкидним апаратом МВУ-6 може бути пов'язана з ризиком травматизму через можливість контакту з рухомими частинами механізму.

Тому важливо, щоб працівники, які працюють з цим обладнанням, були належно навчені та отримали вичерпні інструкції щодо безпечного його використання.

Ще одним принципом є обов'язкове використання засобів індивідуального захисту. Працівники, які займаються роботою з розкидним апаратом МВУ-6, повинні мати на собі захисний одяг, включаючи робочий одяг, захисні окуляри та рукавички. Це допомагає запобігти можливим травмам та забезпечити безпеку під час роботи.

Дотримання інструкцій з безпеки - ще один важливий принцип. Працівники повинні чітко розуміти, як правильно використовувати розкидний апарат МВУ-6, а також як уникати потенційно небезпечних ситуацій. Допомагає знизити ризик травм та нещасних випадків на робочому місці і забезпечує безпеку для всіх працівників.

Крім того, важливо регулярно перевіряти та обслуговувати обладнання, в тому числі розкидний апарат МВУ-6, щоб впевнитися в його правильному функціонуванні та уникнути можливих аварійних ситуацій. Тільки з відповідною підготовкою, дотриманням правил безпеки і належним обслуговуванням можна забезпечити безпеку працівників та уникнути нещасних випадків на робочому місці.

#### **4.2. Заходи з попередження травматизму**

Ці правила для людей, що працюють на тракторі з розкидачем добрив. Ті, хто працюють з даним агрегатом, повинні бути чоловіки віком від 18 років. Вони мають бути здоровими і пройти медогляд. Повинні знати, як працювати з цією технікою і пройти всі уроки безпеки.



Рисунок 4.1 Небезпечна зона механізму розкидання добрив

Під час роботи на розкидачі важливо бути обачними. Треба звертати увагу на наступні частини машини і ситуації:

- Вісь карданного вала;
- Обертові диски розкидача (рис.4.1);
- Частини, які крутяться;
- Небезпека втрати стійкості;
- Ризики від контакту з добривами;

- Небезпека від неправильного використання захисного спорядження

Небезпечні і погіршувальні умови роботи можуть призвести до травм або хвороб, коли машини, обладнання, інструменти, а також самі працівники виконують небезпечні дії. Ось кілька ризиків, які виникають при неправильному користуванні розкидачем:

- Травмування внаслідок контакту з виступаючими частинами розкидача під час завантаження або роботи;
- Пошкодження під час піднімання або опускання розкидача;
- Потрібно бути особливо обережним при виконанні цих дій, якщо поруч з агрегатом є люди.
- Ризик утягнення чи зачеплення обертовими частинами приводу;
- Травмування внаслідок контакту з розкиданими добривами під час роботи;
- Ризик втрати стійкості.

У випадку нещасного випадку надавайте постраждалому першу допомогу і повідомляйте керівнику робіт. Також повідомляйте керівнику про будь-які несправності машин, що виникли під час роботи, і не намагайтеся виправляти їх самостійно. Залучіть до цього керівника із залученням допоміжних працівників та використанням безпечного обладнання. Особи, які порушують правила, несуть відповідальність згідно з правилами організації, крім випадків, коли порушення є серйозним і може призвести до кримінальної відповідальності.

### **4.3. Заходи безпеки під час роботи з розкидачем добрив**

Підготовка до роботи:

- Одягнутися належним чином (застебнути рукави, прибрати волосся під капелюх, і не носити відкритого взуття);
- Працювати з розкидачем може лише кваліфікована особа, знайома з інструкцією по експлуатації;
- Перед використанням розкидача перевірте його технічний стан і правильність кріплення частин;
- Не працювати з машинами, які не є справними;
- Перевірити кріплення та замінити пошкоджені деталі;
- Переконайтеся, що всі елементи працюють правильно перед початком роботи;
- Перед першим запуском перевірте машину та зробіть необхідні налаштування.

Інструкції під час роботи:

- Виконувати лише ту роботу, яку доручив керівник;
- Не використовуйте розкидник для інших матеріалів, крім призначених;
- Уникати роботи з пошкодженим карданним валом;
- Не переміщувати агрегат задньою передачею з включеним приводом;
- Під час транспортування вимкнути привід робочих органів розкидача;
- При ремонті вимикати двигун, переконайтеся, що елементи не рухаються, і відключити привід;
- Зберігати цілісність кожуха карданного валу під час роботи;
- Не залишати агрегат без нагляду з включеним приводом.



Після закінчення роботи:

- Очистити агрегат від бруду;
- Помити руки;
- Зняти спецодяг і висушити його;
- Покласти спецодяг в спеціальну шафу;
- Повідомити керівника про виконану роботу та будь-які проблеми;
- Передати зміннику інформацію про технічний стан агрегату.

Розглянуті основні аспекти безпеки під час виконання операцій з внесення органічних і мінеральних добрив. Встановлено, що перед початком роботи необхідно правильно підготуватися, уважно оглянути та перевірити технічний стан обладнання, а також дотримуватися встановлених правил безпеки під час роботи з розкидачем добрив.

Особлива увага приділяється виключно кваліфікованим працівникам, які мають відповідну кваліфікацію та досвід роботи з сільськогосподарським обладнанням. Наголошується на важливості регулярної перевірки та обслуговування розкидача для запобігання аваріям та травмам.

Підсумовуючи, ефективна система безпеки під час виконання робіт з внесення добрив є важливою складовою процесу сільськогосподарського виробництва, яка сприяє забезпеченню безпеки та здоров'я працівників під час їхньої професійної діяльності.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Після вивчення будови розкидних пристроїв було виявлено, що у деяких машинах неможливо налаштувати ширину розкидання добрив. Діаметри дисків зазвичай коливаються від 0,30 до 0,70 метра, і вони обертаються зі швидкістю від 450 до 650 обертів на хвилину. Лопатки, які зазвичай нахилені на кут від 11 до 17 градусів у напрямку обертання, фіксуються жорстко на диску, тому їхнє налаштування під різними кутами під час роботи неможливе. Важливими параметрами для розкидного обладнання є швидкість обертання та діаметр дисків, оскільки вони впливають на ширину розкиду та рівномірність розподілу добрив. Хоча можна регулювати швидкість обертання, діаметр диска залишається незмінним.

2. Отримали дані про головні параметри модернізованого розкидного апарату: можна налаштувати максимальний радіус обертання лопаті від 0,220 м до 0,320 м, і кут відхилення лопаті може змінюватися від 0 до 90 градусів. Дальність польоту частинок добрив може коригуватися у діапазоні від 28 до 14 метрів залежно від радіуса розкидного диска. Проведено аналіз міцності з'єднання для кріплення диска розкидного апарату. Визначено розміри та форму шпонки для з'єднання.

3. Після проведення розрахунків норми внесення добрив відцентрово-розкидним апаратом на заплановану врожайність озимої пшениці можна зробити такі висновки. Для забезпечення необхідного рівня азоту на гектар ґрунту рекомендується ввести 70 кілограмів азоту у формі сульфату амонію. Згідно середніх даних, сульфат амонію містить близько 20% активної складової. Після обчислень, встановлено, що кількість добрив складає 350 кілограмів  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  на 1 гектар. Основні компоненти добрив, які вносяться, включають 540 кілограмів азоту (N), 540 кілограмів фосфору ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) та 47,6 кілограмів калію ( $\text{K}_2\text{O}$ ). Такий розрахунок дозволяє ефективно врахувати потреби ґрунту та забезпечити оптимальні умови для росту та розвитку озимої пшениці.

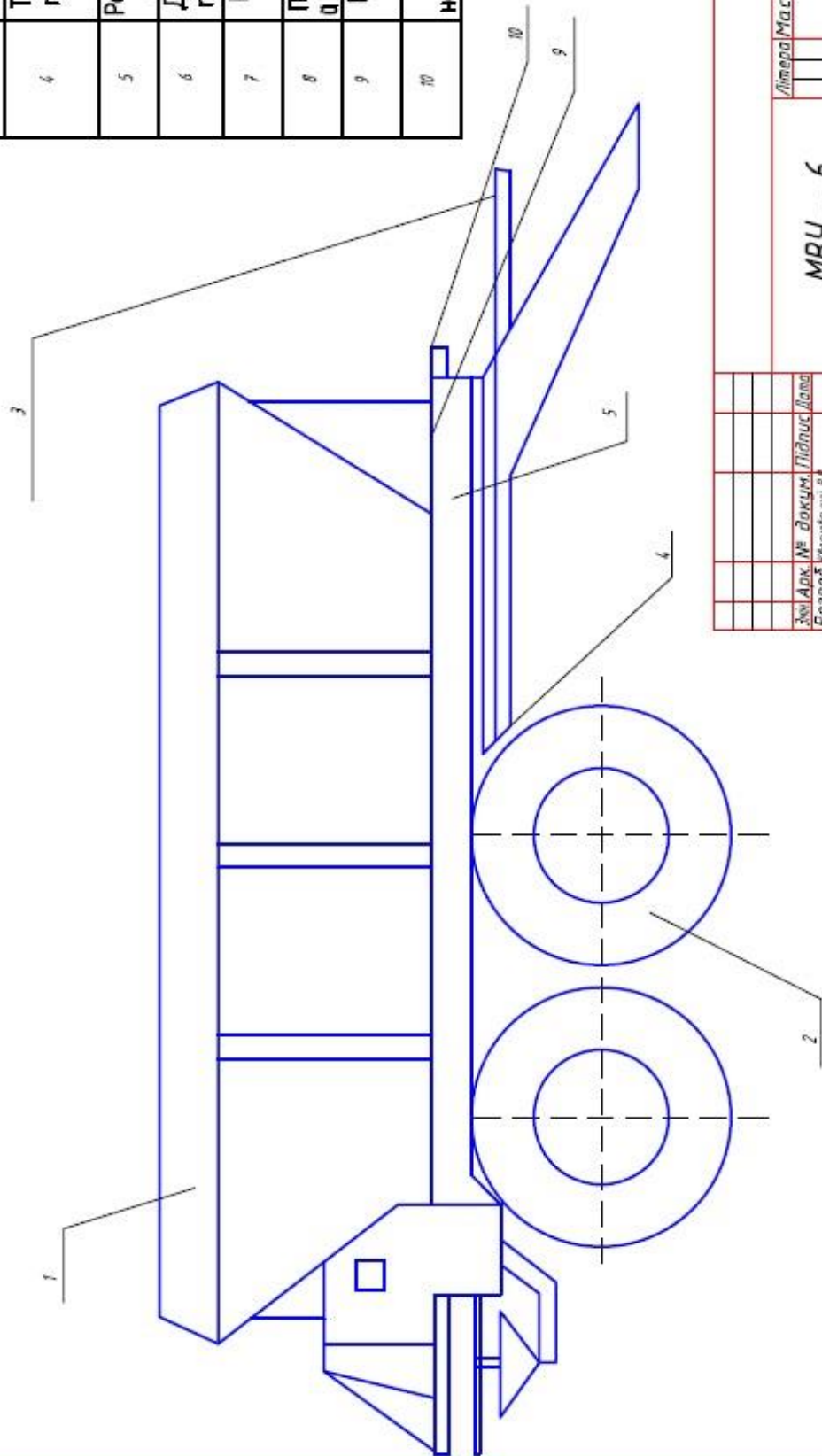
## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Алімов Д.М., Шелестов Ю.В. Технологія виробництва продукції рослинництва: Підручник. – К.: Вища шк., 1995. – 271 с.
2. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків : навчальний посібник для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання / А. В. Гайдамака. – Харків : НТУ «ХП», 2020. – 275 с.
3. Деталі машин. (КП по ДМ, лабораторні роботи, завдання до виконання СРС і МКР). Навчальний посібник з кредитного модуля для студентів технічних спеціальностей / Укладач Горбатенко Ю.П. – К.: НТУУ «КП ім. І.Сікорського», 2019. - 97 с.
4. Диденко Н.К. Эксплуатация машинно-тракторного парка. – К.: Высшая шк., 1977. – 344 с.
5. Землеробство / В.П. Гудзь, І.Д. Приймак, Ю.В. Будьонний; За ред. В.П. Гудзя. – К.: Урожай, 1996. – 384 с.
6. Землеробство з основами ґрунтознавства і агрохімії: Підр. / В.П. Гудзь, А.П. Лісовал, В.О. Андрієнко; За ред. В.П. Гудзя. – К.: Вища шк., 1995. – 310 с.
7. Гречкосій В.Д. і ін. Довідник сільського інженера. – К.: Урожай, 1988. – 360 с.
8. Ковалев Н.Д. и др. Основы агрономии. – М.: Колос, 1968.
9. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.
10. Сільськогосподарські машини: Практикум з розрахунку і досліджень робочих процесів / В.Я. Рибарук, І.І. Ріпка. – Львів: ЛДАУ, 1998. – 264 с.
11. Щур М.І. та ін. Підвищення ефективності зернового господарства. – К.: Урожай, 1986. – 152 с.
12. Бабій А.В., Бабій М.В. Організація і технологія механізованих робіт: навчальний посібник до курсового проектування для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 208 «Агроінженерія» для здобуття освітнього ступеня «Бакалавр». Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя. 2023.
13. Бабій А.В., Головецький І.В., Герасимович П.В. Проблеми та перспективи розвитку картоплярства в Україні. Збірник тез доповідей X Міжнародної науковопрактичної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій». Тернопіль 24-25 листопада 2021 року. ФОП Паляниця ВА. Т.1.
14. Гевко Р.Б., Хомик Н.І., Жаровський О.С., Довбуш Т.А. Деталі машин та основи автоматизованого конструювання: навчальний посібник до лабораторних робіт Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 256 с.
15. Довбуш А.Д. Прикладна механіка і основи конструювання: навчально-методичний посібник до розрахунково-графічної роботи / А.Д. Довбуш, Н.І. Хомик, Т.А. Довбуш, Н.А. Рубінець. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2015. 116 с.
16. Довбуш Т.А. Опір матеріалів: навчальний посібник до виконання розрахунково-графічних робіт і самостійної роботи / Т.А. Довбуш, Н.І. Хомик, А.В. Бабій, Г.Б. Цьонь, А.Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 220с
17. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія» / Олексюк В.П., Сташків М.Я. – Тернопіль: ТНТУ ім. І Пулюя, 2022.
18. Хомик Н.І. Основи агрономії: навчальний посібник (курс лекцій) /Н.І. Хомик, Г.Б. Цьонь, Т.А. Довбуш, В.П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2021. 232 с.
19. Хомик Н.І. Основи агрономії: навчальний посібник до практичних занять та самостійної роботи /Н.І. Хомик, Г.Б. Цьонь, Т.А. Довбуш, Н.А. Антончак. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2021. 320 с.

20. Хомик Н.І. Основи агрономії: навчальний посібник (курс лекцій) / Н. І. Хомик, Г. Б. Цьонь, Т. А. Довбуш, В. П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2021.
21. Andrii Babii, Taras Dovbush, Nadiia Khomuk, Anatolii Dovbush, Anna Tson, Vasyl Oleksyuk, 2022. Mathematical model of a loaded supporting frame of a solid fertilizers distributor. *Procedia Structural Integrity* No 36. 203-210.
22. Dovbush Taras, Khomyk Nadia, Dovbush Anatolii, Palyukh A. Estimation of the load capacity and the strain-stress state of rod transporters. *Scientific Journal of the Ternopil national technical university*. Tern.: TNTU, 2022. Vol 108. No 4. P. 5-15.
23. Dovbush Taras, Khomyk Nadia, Dovbush Anatolii, Dunets Bogdan. Evaluation technique of frame residual operational life. *Scientific Journal of the Ternopil national technical university*. Tern.: TNTU, 2019. Vol. 93. No. 1. P. 61-69.

## **ДОДАТКИ**

Кодифікатор	Найменування
1	Кузов
2	Ходова частина
3	Карданний вал
4	Транспортер для подачі
5	Розподільні системи
6	Дозуюча пристрій
7	Вказівна шкала
8	Пружини а механізм
9	Ведучий вал
10	Гвинт натяжний



№ Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.	Коректор	В.В.	
Перевір.			
Т. констр.			
Н. констр.			
Затв.			

Літера	Маса	Масштаб
<b>МВУ - 6</b>		
Аркуш	Арків	

Додаток А