

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

**П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а**

до дипломного проекту  
ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

**УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ УДОБРЕННЯ ҐРУНТУ З  
РОЗРОБКОЮ КОНСТРУКЦІЇ РОЗКИДАЮЧОГО РОБОЧОГО  
ОРґАНУ МАШИНИ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ**

**Виконав:** студент 3 скороченого курсу, групи АІС-1-21  
за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_ Віталій РЕВА

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Наталія ПОНОМАРЕНКО

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

Дніпро 2024

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

ТСГМ

(назва кафедри)

ДОЦЕНТ

(вчене звання)

Теслюк Г.В.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

**З А В Д А Н Н Я  
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**

Реві Віталію Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

**1. Тема роботи:** Удосконалення процесу удобрення ґрунту з розробкою конструкції розкидаючого робочого органу машини для внесення мінеральних добрив

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

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«06» травня 2024 року № 984

**2. Строк подання студентом роботи** 29.05.2023 р.

**3. Вихідні дані до проєкту** Огляд стану питання в галузі рослинництва та існуючих засобів для внесення мінеральних гранульованих добрив. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

**4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки** (перелік питань, які потрібно розробити). 1. Характеристика виробничої діяльності господарства. 2. Огляд конструкції машин для суцільного внесення мінеральних добрив. 3. Теоретична

частина. 4. Охорона праці. 5. Техніко-економічна оцінка розробки. Висновки та пропозиції. Бібліографічний список.

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

**1. Огляд конструкцій машин для внесення мінеральних добрив. 2. Машина для внесення добрив (МВУ-8) 3. Орган робочий відцентровий 4. Креслення деталей (диск, ступиця, косинка, лопать). 5. Техніко-економічні показники.**

**6. Консультанти розділів проекту**

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

**7. Дата видачі завдання: 22.02.2024 р.**

### **КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 22.03.2024 р.	<b>Виконав</b>
2	Технологічний	до 12.04.2024 р.	<b>Виконав</b>
3	Конструкційний	до 29.04.2024 р.	<b>Виконав</b>
4	Охорона праці	до 10.05.2024 р.	<b>Виконав</b>
5	Економічний	до 17.05.2024 р.	<b>Виконав</b>
6	Графічна частина	до 29.05.2024 р.	<b>Виконав</b>

**Студент**

\_\_\_\_\_ ( підпис )

**Рева В.М.**

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_ ( підпис )

**Пономаренко Н.О.**

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

№ з/п	Формат	Позн.	Найменування	Кіл-ть арк.	№ арк.	Прим.
1			Текстові документи			
2						
3	A4	52ДП.033 000 000 ПЗ	Пояснювальна записка	56		
4						
5			Графічні матеріали			
6						
7			Огляд конструкцій	1	1	
8	A1	52ДП.033000.000.ВЗ	Машина для внесення мінеральних добрив. Вид загальний	1	2	
9	A1	52ДП.033006.000.СК	Орган робочий відцентровий. Складальне креслення	1	3	
10	A2	52ДП.033009.000	Диск	1	4	
11	A3	52ДП.033010.000	Лопать	1	4	
12	A4	52 ДП.033011.000	Ступиця	1	4	
13	A4	52 ДП.033012.000	Косинка	1	4	
14			Техніко-економічні показники впровадження	1	5	
15						
16						
Ізм.	Лист	.№ докум.	Підп.			
Розроб.	Рева В.М.			Літ	Лист	Листів
Перев.	Пономаренко			У	1	
Т. контр.						
Н. контр.						
Затв.	Теслюк Г.В.					

## АНОТАЦІЯ

Рева В.М. Удосконалення процесу удобрення ґрунту з розробкою конструкції розкидаючого робочого органу машини для внесення мінеральних добрив / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро 2024.

У першій частині розглянута виробничо-господарська характеристика ТОВ «Осіріс», його основні техніко-економічні показники та обґрунтовано тему проекту.

В другому розділі досліджено особливості конструкції машин для внесення мінеральних добрив та їх робочі органи.

В теоретичній частині описано теорію руху частки вздовж диска та розраховано технологічні параметри відцентрового робочого органу.

В четвертому розділі наведений стан охорони праці на підприємстві та заходи з його покращення.

В останньому розділі надана економічна ефективність від впровадження удосконаленої машини порівняно з базовою

**ВІДЦЕНТРОВИЙ РОБОЧИЙ ОРГАН, ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ, МВУ, ТОВ**

**«ОСІРІС»**

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. ВИРОБНИЧО-ГОСПОДАРСЬКА ХАРАКТЕРИСТИКА ТОВ «ОСІРІС».....	8
1.1. Загальна характеристика господарства.....	8
1.2. Техніко-економічні показники господарства .....	9
1.3. Обґрунтування теми дипломного проекту .....	11
2. ЗАСОБИ ДЛЯ СУЦІЛЬНОГО ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ.....	14
2.1. Машини для суцільного внесення твердих мінеральних добрив.....	14
2.2. Робочі органи машин для суцільного внесення мінеральних добрив. ....	20
2.3. Обґрунтування технологічної схеми модернізованого відцентрового робочого органу .....	26
3. ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВІДЦЕНТРОВОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ .....	28
3.1. Теорія руху частки вздовж лопаті відцентрового диску.....	28
3.2. Розрахунок технологічних параметрів відцентрового робочого органу ...	29
4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	37
4.1. Аналіз стану охорони праці .....	37
4.2. Загальні вимоги безпеки при використанні мінеральних добрив .....	38
4.3. Виявлення й ідентифікація потенційних небезпек операції.....	39
4.4. Вимоги безпеки при виконанні операції.....	42
4.5. Технологія контролю по карті.....	43
4.6. Збереження екологічності виробництва .....	44
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА .....	47
ВИСНОВКИ .....	54
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	55
ДОДАТКИ .....	57

## ВСТУП

Сучасне сільське господарство стикається з низкою викликів, серед яких важливе місце займає підвищення ефективності використання добрив. Забезпечення рослин необхідними поживними речовинами є ключовим фактором для отримання високих врожаїв та збереження родючості ґрунтів. Проте, неефективне внесення добрив може призвести до значних втрат, забруднення навколишнього середовища та зниження економічної доцільності аграрного виробництва.

Існуючі технології та машини для внесення мінеральних добрив не завжди забезпечують рівномірний розподіл добрив по полю, що призводить до нерівномірного росту рослин і зниження врожайності. Недосконалість конструкцій розкидаючих робочих органів машин для внесення добрив обумовлює необхідність їх модернізації та розробки нових, більш ефективних рішень.

Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є удосконалення технологій та технічних засобів для внесення мінеральних добрив. В цьому контексті розробка нових конструкцій розкидаючих робочих органів машин для внесення добрив набуває особливої актуальності. Ефективна конструкція розкидача здатна забезпечити рівномірний розподіл добрив по полю, знизити витрати на внесення та мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище.

Основною метою цієї роботи є удосконалення процесу удобрення ґрунту шляхом розробки нової конструкції розкидаючого робочого органу машини для внесення мінеральних добрив. Це сприятиме підвищенню ефективності використання добрив, забезпеченню рівномірного їх розподілу по поверхні поля та зниженню негативного впливу на навколишнє середовище.

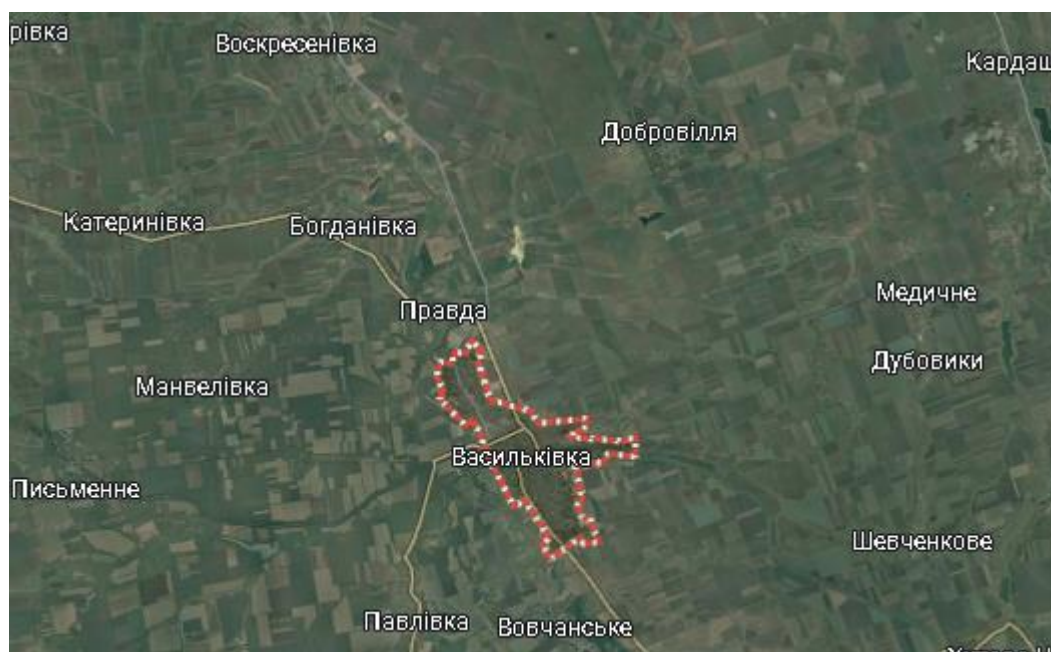
# 1. ВИРОБНИЧО-ГОСПОДАРСЬКА ХАРАКТЕРИСТИКА ТОВ «ОСІРІС»

## 1.1. Загальна характеристика господарства

Товариство з обмеженою відповідальністю «Осіріс» проводить свою господарську діяльність на території Дніпропетровської області. Господарство створене в 2011 році. Господарство зареєстровано в Дніпропетровська обл., Васильківський р-н, селище міського типу Васильківка (рис. 1).

Керівник господарства – Курочка Микола Миколайович.

З економічної точки зору господарство має дуже вигідне географічне положення, невелика відстань до автошляху, залізничної колії та пунктів реалізації продукції, що дозволяють зменшити витрати на транспортування продукції, цим самим зменшити собівартість одиниці продукції.



**Рис. 1. Місце знаходження господарства на карті**

ТОВ «Осіріс» має в своєму розпорядженні 2000 га земель сільськогосподарського призначення. В господарстві займаються вирощування озимих та ярих культур – пшениці, кукурудзи, сої, ріпаку, соняшнику та інших. Головний напрямок діяльності господарства – це вирощування зернових культур (крім рису), бобових культур і насіння олійних культур.



## 1.2. Техніко-економічні показники господарства

ТОВ «Осіріс» знаходиться в лісостеповій природно-кліматичній зоні. Клімат в цій зоні помірний, теплий, добре зволожений і характеризується сумами активних температур більше  $+ 10^{\circ}\text{C}$ . Літо тепле, не дощове, з найбільш теплим місяцем червнем, коли максимальна температура сягає  $+ 35^{\circ}\text{C}$  і липнем з середньодобовою температурою  $+ 18...+ 26^{\circ}\text{C}$ . Тривалість періоду без значних заморозків становить 128 ... 190 днів.

У лісостеповій зоні перемежуються лісові ландшафти на опідзолених ґрунтах з лучно-степовими на типових чорноземах. Поширеними ґрунтами в цій зоні є мало і середньо гумусні типові чорноземи, опідзолені чорноземи, темно-сірі ґрунти, сірі та ясно-сірі лісові ґрунти.

Лісостепова зона – це регіон інтенсивного сільськогосподарського та промислового виробництва, великих територіально виробничих комплексів, переважно літніх видів оздоровчих і пізнавальних рекреацій.

Опади в окресленому регіоні припадають на весняно-літній період. В умовах останніх років, коли відбувається потепління кліматичних умов, дефіцит осадків в окремі роки сягає до 40 – 50 % від норми, що потрібно враховувати при виборі культур для ведення сільськогосподарської діяльності.

Рельєф переважно рівнинний, значну частину угідь займають орні поля, луки та змішані ліси.

Територія господарства розміщена в достатньо оптимальних природно-кліматичних умовах для вирощування сільськогосподарських культур.

Взагалі на території господарства склалися достатньо сприятливі природо-кліматичні умови для вирощування сільськогосподарських культур, зокрема і ріпаку озимого. Але іноді, в окремих випадках, при великій кількості опадів або недостатніх складаються несприятливі умови для вирощування та збирання врожаю сільськогосподарських культур.

Структура земельних угідь приведена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1.

### Структура земельних угідь господарства

Назва угідь	Площа, га	Структура, %
Загальна площа	2000	100
Орні землі	1990	99,5
Загального призначення	10	0,5

Структура посівних площ приведена в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2.

### Основні культури, що вирощуються в господарстві

Культура	Врожайність, ц/га	Собівартість, грн./т
Озима пшениця	53,2	1620,0
Ріпак	19,1	2450,0
Кукурудза	48,5	1200,0
Соняшник	17,2	1650,0

Важливим елементом виробничої діяльності господарства є наявність якісної сільськогосподарської техніки (табл. 1.3.). Від наявності технічних засобів залежить не тільки вибір технологічних комплексів для обробки вирощуємої культури, а і її ефективність.

Таблиця 1.3.

### Наявність МТА в господарстві

Марка	Кількість
1	2
<b><u>Трактори:</u></b>	
T-150K	4
MT3-1523	6
MT3-82	4
ЮМЗ-6Л	4
T-150	3
<b><u>Комбайни:</u></b>	
Claas Lexion 580	2
John Deere S690	2
<b><u>Оприскувачі:</u></b>	
ОПШ-2000-18	3
<b><u>Розкидачі мінеральних добрив</u></b>	
МБУ-8	3
РМГ-4	2

1	2
<b><u>Луцильники:</u></b>	
ЛДГ-15	2
АКМ-4	1
<b><u>Сівалки:</u></b>	
VESTA-8	2
Vanderstand	1
ASTRA-3,6	2
СЗ-5,4	2
<b><u>Культиватори:</u></b>	
КПС-4	2
КРН-5,6	3
<b><u>Плуги:</u></b>	
ПН-4-35	2
ПЛН-5-35	3
<b><u>Ґрунтообробні агрегати:</u></b>	
БДВГ-4,2	1
АКШ-3,6	1
АГРО-3	1

Ремонтно-обслуговуюча база господарства призначена для запобігання відмов, усунення несправностей та підтримання техніки в робочому стані. Ремонтно-обслуговуюча база в основному складається з центральної ремонтної майстерні.

ТОВ «Осіріс» порівняно з іншими господарствами заборгованостей відносно держави не має. Відрегульований механізм продажу продукції, як рослинницького, також налагоджено постачання ПММ і деталей.

ТОВ «Осіріс» є нормально функціонуючим господарством, яке збільшує земельні ресурси, а також поліпшує економічні показники, незважаючи на складну економічну ситуацію в Україні.

### **1.3. Обґрунтування теми дипломного проекту**

Сільське господарство є однією з найважливіших галузей економіки, що забезпечує населення продовольчими товарами та сировиною для різних галузей промисловості. Однією з головних умов підвищення врожайності

сіськогосподарських культур є ефективно удобрєння ґрунту, яке забезпечує рослини необхідними елементами живлення. Внесення мінеральних добрив дозволяє значно підвищити продуктивність культур та поліпшити якість врожаю.

Однак, сучасні технології та обладнання для внесення мінеральних добрив не завжди відповідають вимогам ефективності та екологічності. Основними проблемами є нерівномірний розподіл добрив по поверхні поля, що призводить до нерівномірного росту рослин, зниження врожайності та надмірних витрат добрив. Крім того, недосконалість конструкцій розкидаючих робочих органів машин для внесення добрив може спричинити механічні пошкодження рослин та погіршення фізико-хімічних властивостей ґрунту.

Удосконалення процесу удобрєння ґрунту є актуальним завданням, що вимагає розробки нових, більш ефективних конструкцій розкидаючих робочих органів. Це дозволить не лише підвищити ефективність використання мінеральних добрив, але й зменшити їх негативний вплив на довкілля, зокрема, на ґрунтові та водні ресурси.

Розробка нової конструкції розкидаючого робочого органу машини для внесення мінеральних добрив, яка забезпечувала б рівномірний розподіл добрив по поверхні поля, є надзвичайно важливою. Це сприятиме підвищенню врожайності сіськогосподарських культур, зниженню витрат на добрива та покращенню економічної ефективності виробництва.

Наукова новизна та практична значимість дослідження полягає в розробці нових конструкційних рішень для розкидаючого робочого органу машини для внесення мінеральних добрив. Це дозволить забезпечити більш точне та рівномірне дозування добрив, зменшити втрати під час внесення та знизити негативний вплив на довкілля. Впровадження таких рішень сприятиме підвищенню загальної ефективності аграрного виробництва та стійкому розвитку сіського господарства.

Крім того, удосконалення процесу удобрєння ґрунту має важливе значення для збереження родючості ґрунтів та їхньої довготривалості

продуктивності. Розробка нових методів та обладнання для внесення мінеральних добрив сприятиме зменшенню деградації ґрунтів, поліпшенню їхньої структури та підвищенню біологічної активності.

Таким чином, тема дипломного проекту «Удосконалення процесу удобрення ґрунту з розробкою конструкції розкидаючого робочого органу машини для внесення мінеральних добрив» є актуальною та має велике практичне значення для аграрної науки і практики. Вона спрямована на вирішення важливих проблем сучасного сільського господарства та сприяє підвищенню ефективності виробництва, збереженню природних ресурсів та екологічній безпеці.

## 2. ЗАСОБИ ДЛЯ СУЦІЛЬНОГО ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

### 2.1 Машина для суцільного внесення твердих мінеральних добрив

Тверді мінеральні добрива вносять за прямоочною та перевантажувальною технологіями відцентровими розкидачами: 1РМГ-4, МВУ-5, МВУ-8, МВУ-16, ССТ-10, МХА-7, МВУ-ОМ, МВУ-30, АМП-5, пневматичними розкидачами, РУМ-5-03, ААП-5 та туковими сівалками-розкидачами тощо [3].

**Машина для внесення мінеральних добрив і вапна 1РМГ-4** (Рис. 2.1) призначена для поверхневого внесення всіх видів і форм мінеральних добрив, вапнякових матеріалів та гіпсу. Це одновісний причіп, який складається з рами, кузова, транспортера, приводного пристрою транспортера, відцентрових розсіювальних дисків, ходової системи.



**Рисунок 2.1** Машина для внесення добрив 1РМГ-4

Привод дисків, що розкидають, здійснюється від гідросистеми трактора мотор-насосом МНШ-46 і клиноремінною передачею.

Транспортер приводиться в рух від ходового колеса через притискний ролик і три щаблі ланцюгових передач, які дозволяють одержувати дві

швидкості транспортера ( $V=1.3\text{ м/хв.}$  й  $V = 6.616 \text{ м/хв}$ ) шляхом перестановки ланцюга на першому шаблі (від ролика до контрприводу).

Таке конструктивне виконання привода транспортера дозволяє одержувати норми внесення добрив, що не залежать від швидкості руху розкидача.

Для установки необхідної норми внесення добрив на задньому борті розкидача є дозуючий пристрій шибєрного типу.

Принцип роботи розкидача полягає в наступному: через дозуючий пристрій і туконаправник добрива подаються транспортером на диски, які розсіюють їх віялоподібним потоком на поверхню ґрунту.

Для більш рівномірної подачі добрив на диски, що розкидають, перед туконаправником установлена пружинна гребінка, що розпушує масу.

При роботі на максимальних нормах внесення добрив рекомендується гребінку підняти нагору й зафіксувати пружинним шплінтом.

В умовах підвищеної вологості (дощ, роса, сніг) на приводний ролик, щоб уникнути його пробуксовування встановлюється ланцюг протиковзання. При цьому тиск у шині ролика необхідно знизити до  $0,25 \text{ мПа}$ .

У вітряну й непогожу погоду на кузов розкидача встановлюється тент і вітрозахисний пристрій.

Кузов розкидача металевий зварений, виконаний разом з рамою.

Рама складається із двох балок, зв'язаних поперечками. На рамі й кузові приварені кронштейни, а також є ряд отворів для кріплення робочих органів і допоміжних вузлів.

Ходова система розкидача являє собою уніфікований ресорний одноосьовий міст із колісьми.

Для гальмування розкидача застосовані передні гальма автомобіля ГАЗ-52.

Транспортер на розкидачі являє собою замкнутий нескінченний ланцюг, що складається з окремих ланок, які з'єднуються між собою кінцевими зачепами (гачками).

Інтенсивна витяжка транспортера і його приробляння відбувається в

перші 30-50 годин роботи. Тому в цей період необхідно регулярно перевіряти його натяг.

Правий пристрій, що розкидає, приводиться в обертання двигун-насосом МНШ-46, що з'єднаний з гідросистемою трактора нагнітальним, зливальним і дренажним трубопроводами.

Лівий пристрій, що розкидає, приводиться в обертання від правого за допомогою перехресної клиноремінної передачі, шківів якої складаються із двох напівшківів: верхнього, приклепаного до диска, що розкидає, і нижнього, що має можливість переміщатися відносно, верхнього але похилих пазів (хід 12 мм).

**Машина для внесення добрив МВУ-8** (Рис. 2.2) призначена для поверхневого (суцільного) внесення мінеральних добрив, їх сумішей, вапна та гіпсу [5].

Являє собою напівпричіп, що складається з кузова, ходової системи, транспортера, привода робочих органів, дозувальної заслінки, напрямника, розсіювальних дисків, пневмогальмівної системи і електрообладнання.



**Рис. 2.2** Машина для внесення добрив МВУ-8

Кузов машини є основою для кріплення робочих органів та допоміжних складальних одиниць. Задній борт має вікно для виходу добрив і напрямні для



встановлення дозувальної заслін У передньому борту кузова передбачене вікно для контролю за розвантаженням кузова. Днище кузова перед туконапрямником виконане у вигляді лотка, що запобігає пульсаціям при подачі транспортером малих доз добрив.

Транспортер машини являє собою замкнутий ланцюг, що складається з окремих прутків і лапок, з'єднаних між собою. Нижні грані лапок скошені для утворення гострих кутів з днищем кузова і спрямовані за рухом транспортера, що сприяє активній обчистці напрямних жолобків у днищі кузова. Транспортер виносить добрива з кузова до дозувальної заслінки і далі на розсіювальні диски.

Для розкидання туків призначені два горизонтальні диски з лопатями.

Процес роботи машини відбувається так. Під час руху по полю машини з завантаженими добривами і включеним ВВП трактора розсіювальні диски обертаються, а на них транспортером, що приводиться в дію від правого заднього ходового колеса машини, через дозувальну заслінку і туконапрямник подаються добрива.

При невеликій дозі внесення добрив привод на транспортер подається від правого заднього колеса (секторний привод). При цьому доза внесення добрив не залежить від швидкості руху агрегату.

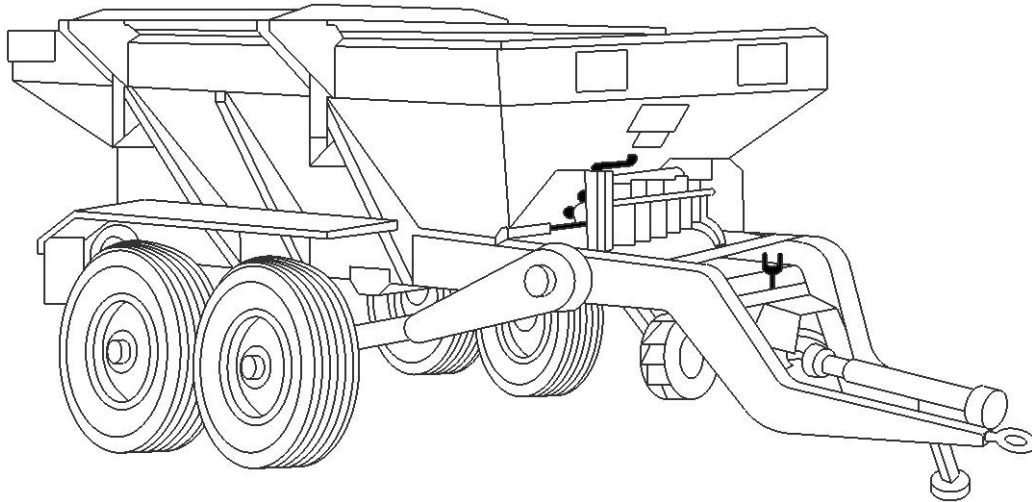
При великих дозах внесення добрив (1-10 кг/га) привод транспортера працює від ВВП трактора.

Агрегують машину з тракторами класу 1,4, обладнаними гідрогаком і приводом гальмівної системи. Обслуговує машину тракторист.

**Машина для внесення мінеральних добрив СТТ-10** (рис. 2.3) призначена для внесення мінеральних добрив і їх сумішей з підвищеною рівномірністю розподілу туків по площі [6]. Показник нерівномірності не повинен перевищувати  $\pm 15\%$ . Застосовують машину СТТ-10 для підживлення зернових культур, вирощуваних за інтенсивною технологією, а також для транспортування добрив, зерна та інших сипких матеріалів з розвантаженням їх через вікно у задній стінці кузова.

Машина являє собою напівпричіп, що складається з кузова,

транспортера, дозувальної заслінки, розподільного пристрою , встановленого на рамі спереду кузова, двох механізмів привода транспортера. Кузов зверху закривається відкидною сіткою, яка запобігає потраплянню в нього великих предметів при завантаженні добрив.



**Рис. 2.3** Машина СТТ-10

Розподільний пристрій має два ротори і , які обертаються навколо горизонтальної осі, і два туконепрямники . У роторах є внутрішні та зовнішні лопаті. При внесенні добрив транспортер приводиться в дію від переднього колеса через карданний вал і двоступінчасту ланцюгову передачу .

Під час руху машини транспортер переміщує добрива вперед і через дозувальний отвір у передній стінці кузова подає їх на туконепрямники. З останніх добрива надходять на лопаті роторів, які обертаються в протилежних напрямках з частотою  $810 \text{ хв.}^{-1}$ . За рахунок різного нахилу лопатей ротори розкидають добрива в чотири робочі зони і розподіляють їх по поверхні поля. Дозу внесення добрив у межах 100-2000 кг/га регулюють зміною положення заслінки.

Залишок добрив та матеріалів вивантажують приведенням від ВВП в рух заднього вала транспортера. Після вивантаження матеріалу через вікно в задній стінці закривають заслінку.

Агрегатують машину з тракторами МТЗ-80/82, МТЗ-100/102. Ширина захвату машини 10-15 м, робоча швидкість 10-15 км/год, продуктивність до 18

га/год. Обслуговує машину тракторист.

**Машина РСТД-4** (рис. 2.4) призначена для транспортування та суцільного поверхневого внесення (розсіювання) твердих сипучих, гранульованих та кристалічних мінеральних добрив. Ширина внесення добрив – від 4 до 8 метрів. Тип розкидальних органів дводисковий. Машина агрегується із колісними тракторами класу 1,4.



**Рис. 2.4. Розкидач твердих сипучих добрив РСТД-4**

Розкидач дає можливість вносити добрива з шириною до 8 м. Частота обертання дисків змінна і може встановлюватись: 300,400,500 об/хв.

**Машина МРД-4** (рис. 2.5) призначена для транспортування та суцільного поверхневого внесення (розсіювання) гранульованих та кристалічних мінеральних добрив для посіву різних сільськогосподарських культур розкидальним способом. Ширина внесення добрив від 6 до 32 метрів.

Тип органів, що розкидають, однодисковий, відцентровий від гідромотора.

Машина агрегується з колісними тракторами класу 1,4.



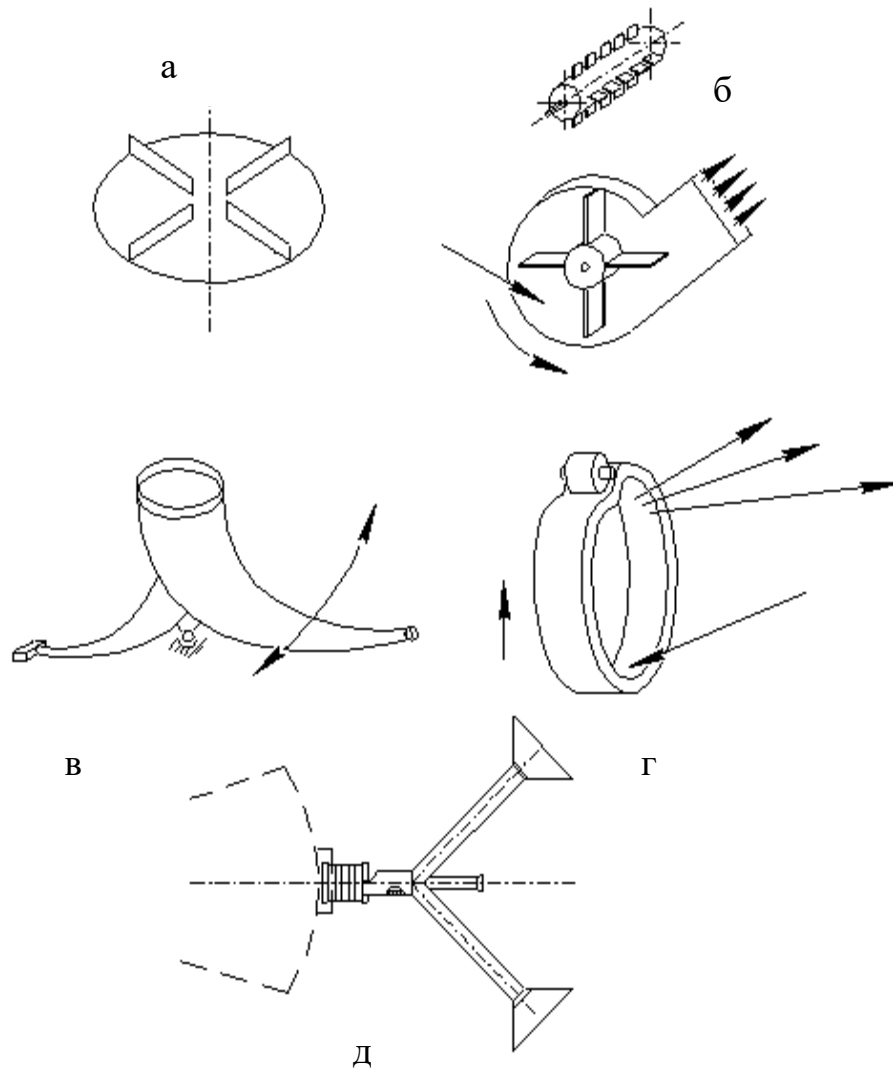
**Рис. 2.5. Машина для внесення добрив МРД-4**

## **2.2. Робочі органи машин для суцільного внесення мінеральних добрив.**

Розсіювальні або розкидуючі органи машин призначені для прийняття добрив з подавальних механізмів та розподілу їх по робочій ширині захвату машини з заданою рівномірністю.

Більшість робочих органів для суцільного розсіву добрив (рис. 2.6) представляє собою механізм кидального типу [3]. Найбільш розповсюджені серед них – відцентровий диск з вертикальною віссю обігу, маятниковий металник, металник з гумовою стрічкою. Кожний з цих органів може мати різноманітну конструкцію. Так, наприклад, відцентровий диск з вертикальною віссю обігу може бути плоским та конусним, одно- та двохярусним, з різноманітною формою та числом лопаток, може значно перевищувати розмір диску та розсіювачів.

Найбільш простий та розповсюджений апарат кидального типу – відцентровий диск з вертикальною віссю обертання. Процес внесення добрив відцентровим дисковим робочим органом, що розкидає, являє собою складний багатofазний процес.



**Рис. 2.6. Робочі органи для розсіву мінеральних добрив**

*а – відцентровий диск з вертикальною віссю обертання; б – ротори з горизонтальною віссю обертання; в – маятниковий металник; г – гумовий кільцевий металник; д – трьохріжковий пристрій, що розпилює.*

Питанням вивчення й удосконалювання відцентрових робочих органів для внесення добрив присвячені дослідження багатьох вчених: Василенко П. М., Догановського М. Г., Кегелес Є. С., Козловського Є. В., Круглякова М. Л., Кушилкіна Б. А., Назарова С. І., Черноволова В. О., Якімова Ю. І. та ін. Вирішено багато важливих питань теорії кидальних апаратів. Встановлено, що відцентровий диск з вертикальною віссю обертання має властивість природної нерівномірності розподілу добрив по ширині смуги внесення. Для більш

рівномірного розподілу добрив по полю було запропоновано цілий ряд конструкцій відцентрових робочих органів, а також рекомендується розкидати їх компактними пульсуючими струменями зі змінним параметром траєкторії польоту. Найбільш зручно це можна здійснити шляхом регулювання кута розкидання і розподілу добрив по ньому.

Існує багато типів відцентрових робочих органів з вертикальною віссю обертання. Розглянемо їх особливості, зупинившись на деяких ознаках.

### **Кількість дисків на одній осі**

У залежності від кількості дисків, які обертаються навколо однієї осі, відцентрові робочі органи можуть бути одноярусними і багатоярусними. Одноярусний диск, як основа усіх відцентрових робочих органів, не забезпечує високої якості розподілу мінеральних добрив по поверхні поля. З метою поліпшення якості розсіву добрив на одній осі встановлюють не один, а декілька дисків, кожний з яких спрямовує визначену кількість добрив у задану зону на поверхні поля. Багатоярусний варіант дає можливість використовувати на одній осі диски, які по конструкції відрізняються один від іншого.

Прикладами багатоярусних дискових робочих органів є такі:

1) двоярусний диск з трьома точками подачі добрив на нього (одна точка подачі добрив на нижній диск і дві – на верхній) [7];

2) двоярусний робочий орган з дисками різних діаметрів, на яких можуть бути закріплені лопаті різної довжини [8];

3) троярусний робочий орган з дисками різних діаметрів, причому диски з меншим діаметром можуть бути встановлені як знизу, так і зверху.

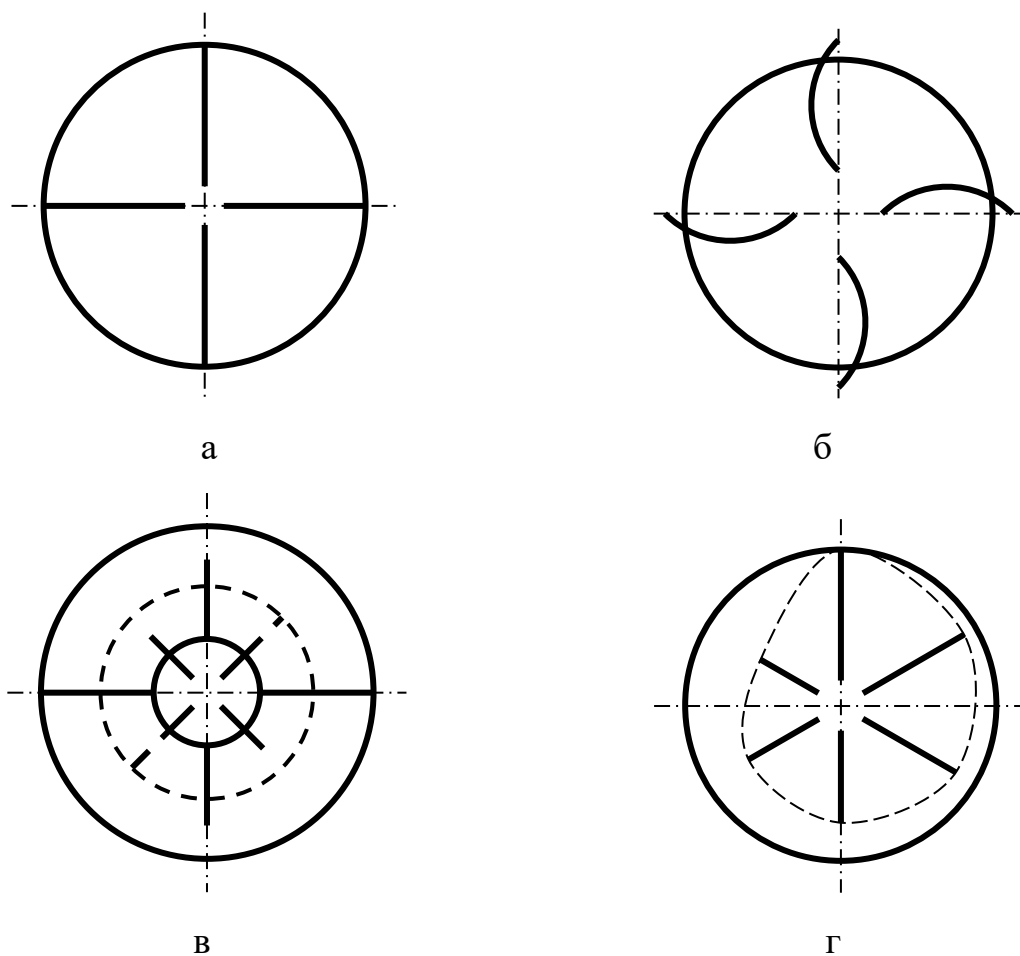
### **Кількість лопатей на диску**

Кількість лопатей на диску може бути різноманітною, але не менше двох, бо одна лопать на диску створює дисбаланс останнього. На практиці велике розповсюдження отримали відцентрові диски, на яких закріплено від 2 до 6 лопатей. Однак треба відмітити, що диск, на якому закріплена менша кількість лопатей, більш рівномірно розподіляє добрива по поверхні поля. Погіршення рівномірності розподілу при збільшенні кількості лопатей відбувається

внаслідок збільшення подрібнення гранул.

### Довжина лопатей

Велике розповсюдження отримали відцентрові робочі органи з лопатями однакової довжини. Зазвичай їх довжина обмежується радіусом диска (рис. 2.7,а). Однак можна зустріти відцентрові робочі органи, довжина лопатей яких не обмежується обрізом диска. Зовнішній кінець лопаті може виходити за обріз диска (рис. 2.7,б) [9], або не доходити до нього. Крім того на одному диску можуть встановлюватися лопаті різної довжини (рис. 2.7,в).



**Рис. 2.7. Типи робочих органів по довжині лопатей:**

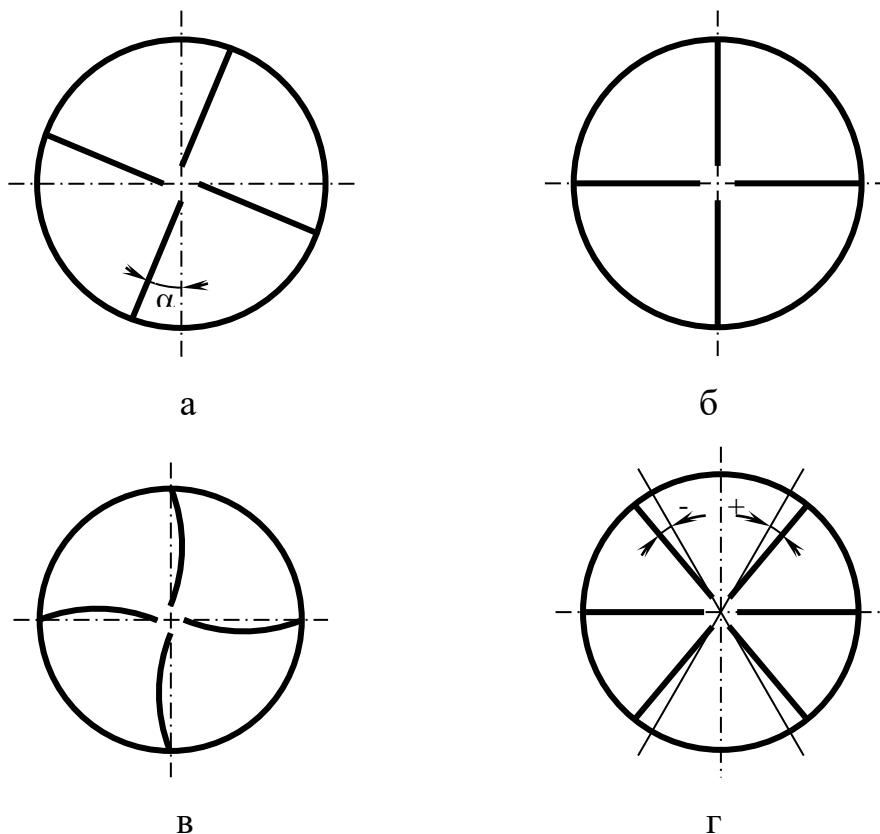
*а – обмежені радіусом диска; б – вихідні за обріз диска; в – різної довжини;  
г – обмежені спіраллю.*

Різновидом диска з лопатями неоднакової довжини є робочий орган, зовнішні кінцівки лопатей якого розташовані по кривій, яка має форму спіралі (рис. 2.7,г).

Застосування робочих органів з лопатями різної довжини призводить до підвищення рівномірності розподілу по поверхні поля, бо добрива злітаючи з лопатей різної довжини, отримують різну швидкість сходу з відцентрового апарата і летять на різні відстані від диска. Окрім різної швидкості зльоту частки отримують різний напрямок польоту, бо частки які попали на більш довгу лопать, покинуть диск пізніше, ніж ті частки, які попали на більш коротку. А за цей час диск повернеться на визначений кут і напрямок скидання часток добрив зміниться.

### Форма і розташування лопатей у горизонтальній площині

У горизонтальній площині лопаті можуть бути прямолінійними і криволінійними. Прямі лопаті на диску можуть бути закріплені радіально, з відхиленням від радіального напрямку по ходу обертання диска або проти нього, а також комбінації тих і інших (рис. 2.8, а, б, в).



**Рис. 2.8. Типи робочих органів за формою і розташуванням лопатей у горизонтальній площині:**

*а – з радіальними лопатями; б – з лопатями, відхиленими в одну сторону; в – з лопатями, відхиленими в різні сторони; г – із криволінійними лопатями.*

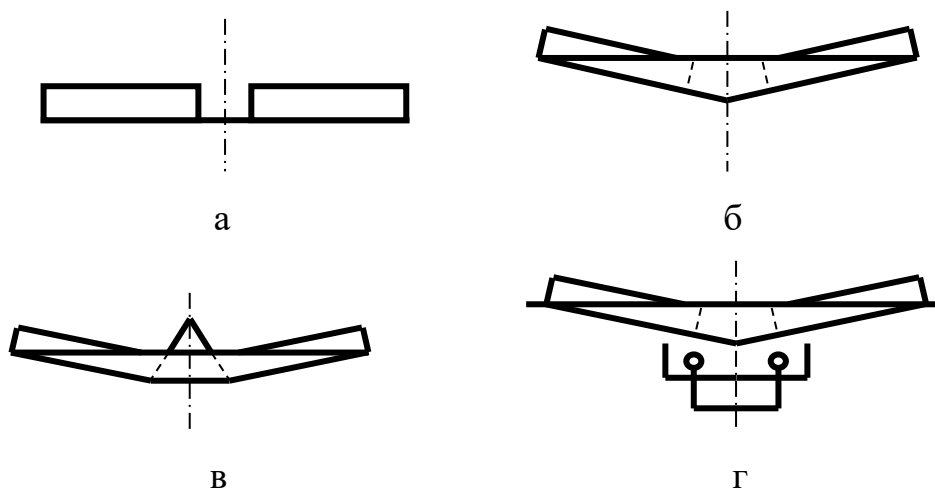


Застосування диска з лопатями, встановленими під різними кутами відносно його радіуса, дозволяє збільшити рівномірність розподілу добрив по поверхні поля, бо ті частки добрив, які сходять з лопатей, встановлених під кутом відносно радіуса диска вперед по ходу обертання і навпаки, будуть мати різну швидкість зльоту з поверхні диска і величину сектора розсіву.

Крім того, ще можна зустріти відцентрові диски з криволінійними лопатями (рисунок 2.8, г) [10]. Застосування криволінійних лопатей забезпечує зменшення руйнування матеріалів, що висіваються при їх подачі на диск, який швидко обертається.

### Форма поверхні диска

Поряд із плоскими дисками (рис. 2.9, а) зустрічаються розкидуючі робочі органи, виконані у формі конуса (рис. 2.9, б). Конусні диски можуть бути виконані в вигляді конуса, кут конусності якого може регулюватися (рис. 2.9, г) Конусні диски з вершиною вниз, можуть бути з додатковим конусом, що виконує функції розподільника струменя добрив, що поступають на диск (рис. 2.9, в) [11]. При роботі двохконусного робочого органу добрива, що поступають на розподільний конус, отримують додаткову швидкість, що призводить до підвищення швидкості сходу частинок добрива з поверхні робочого органу та збільшення ширини захвату агрегату.



**Рис. 2.9. Типи робочих органів за формою поверхні:**

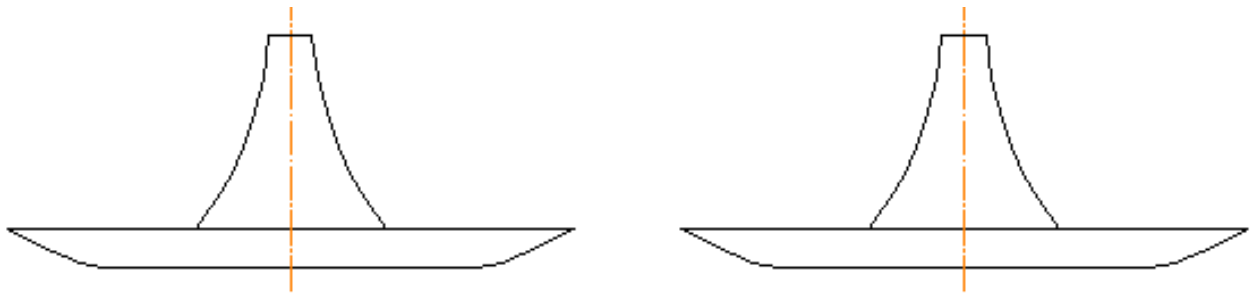
*а – плоский; б – конусний; в – двохконусний;*

*г – з регульованим кутом конусності.*

## **2.3 Обґрунтування технологічної схеми модернізованого відцентрового робочого органу**

З аналізу засобів для внесення мінеральних добрив видно, що найбільш раціональним є використання кузовної машини з відцентровими робочими органами, які розкидають добрива по полю. Переваги цих машин полягають у тому, що при невеликій конструктивній ширині машини, вони мають достатньо велику робочу ширину захвата агрегату. А це значить, що ці машини мають велику продуктивність. Але, як показала практика, ці машини недостатньо якісно розподіляють добрива по поверхні поля, тобто, вони мають великий показник нерівномірності розподілу добрив по ширині захвату агрегату. З цією метою пропонується на машині МВУ-8, як найбільш розповсюдженій у даній час, удосконалити відцентровий робочий орган, який розкидає добрива по поверхні поля.

Суть пропозиції полягає у тому, що робочий орган повинен мати лопаті, з яких добрива летять на різну відстань від диску. Для цього замість конусного диска, який встановлений на серійній машині, ставиться диск у формі псевдосфери з чотирма радіальними лопатями (рис. 2.10). Кут сходу часток з диска дорівнює  $25^\circ$ , що забезпечує більш віддалене стикання часток добрива з ґрунтом. З конструкції диска бачимо, що частки можуть залишати диск навіть без досягнення максимального радіусу. До того ж, більш плавний перехід добрива по робочій поверхні диску (це забезпечує форма поверхні), оберігає диск від залипання добривами, що характерно для дисків найбільш близької форми – двохконусних. Таким чином, очікується більш рівномірний розподіл добрив по поверхні поля і збільшується робоча ширина захвата агрегату, тобто продуктивність агрегату за рахунок того, що збільшився кут сходу часток з диску відносно горизонту.



**Рис. 2.10. Експериментальний відцентровий робочий орган  
у вигляді псевдосфери**

### 3. ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВІДЦЕНТРОВОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ

#### 3.1. Теорія руху частки вздовж лопаті відцентрового диску

Робочий процес відцентрового диску характеризується двома фазами. До першої фази віднесемо ту частину процесу, у межах якої частинки знаходяться на робочій поверхні диску.

До другої частини віднесемо ту частину процесу роботи розкидувача, коли частки матеріалу, отримавши необхідну швидкість, покидають диски та здійснюють вільний політ до стикання з поверхнею ґрунту.

Характер руху матеріалу по диску залежить не тільки від обраного режиму роботи диску, а й від його форми та форми лопатей. Ми будемо обчислювати параметри диску псевдосферичної форми з лопатями С-образного перетину. Для порівняння проведемо ті ж розрахунки для стандартного диску машини МВУ-8 конусної форми з лопатями тої ж форми.

Роздивимось робочий процес наших дисків, лопаті яких розташовані радіально. У цьому випадку частинка матеріалу подається на диск у будь-яку точку з малою швидкістю та спочатку у відносному русі буде рухатися по поверхні диску по спіралевидній кривій, до зустрічі з лопаттю. Після цього можливі або рух частинки впродовж лопаті, як по напрямній, або по пружний удар. Конкретний характер руху залежить від розміру кутової швидкості диску та від фізико-механічних властивостей матеріалу.

Слідуючи методиці П. М. Василенко, роздивимось умови відносного руху частинки по лопаті, що розташована радіально, тобто під кутом  $0^\circ$  до радіусу диску.

З схеми на рис. 3.1 бачимо, що на частинку, що рухається одночасно по поверхні диска та по лопаті, діють такі сили [12]:

1. Сила ваги  $mg$ . Проекції цієї сили у площині горизонтального диска та вертикального ребра лопаті рівні нулю та у рівняння не ввійдуть.

2. Відцентрова сила  $m\omega^2 r$ , що діє по радіусу.

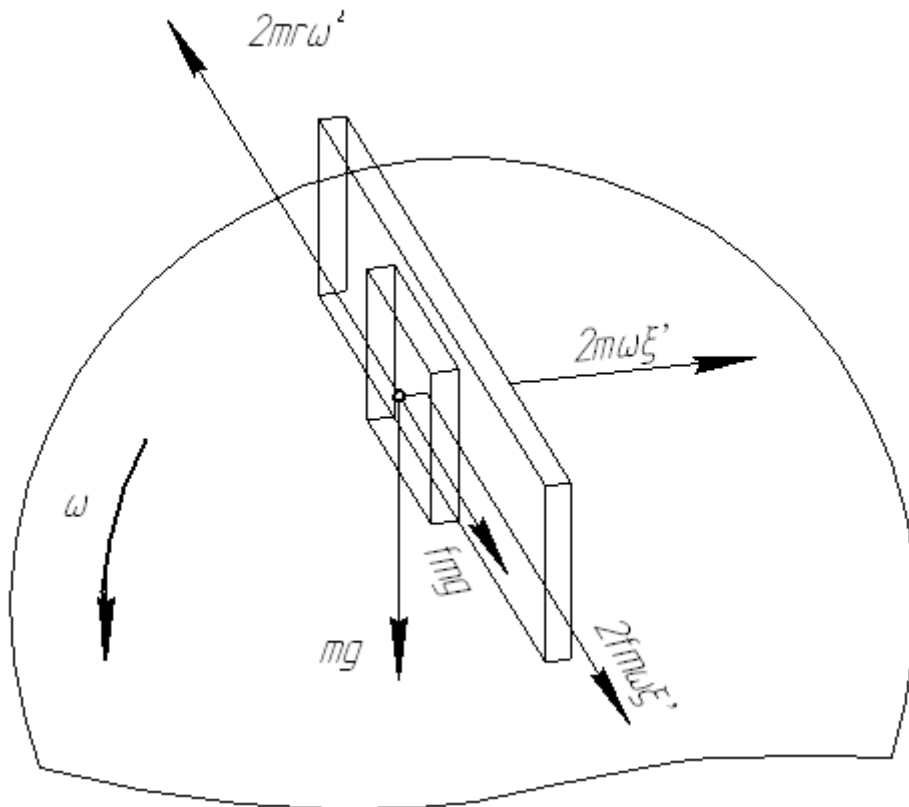
3. Сила тертя  $fmg$  частки о диск, що діє в площині диска паралельно лопаті.

4. Сила Коріоліса -  $2m\omega\xi'$  ( $\xi'$  - швидкість частки у відносному русі). Ця сила направлена перпендикулярно до вектору швидкості та діє у сторону, що протилежна до напрямку руху диску.

5. Сила тертя  $2fm\omega\xi$ , що обумовлена дією сили Коріоліса та направлена впродовж по лопаті.

Диференціальне рівняння руху частинки у напрямку лопаті буде мати вигляд

$$m\xi'' = mr\omega^2 - fmg - 2fm\omega\xi \quad (3.1)$$

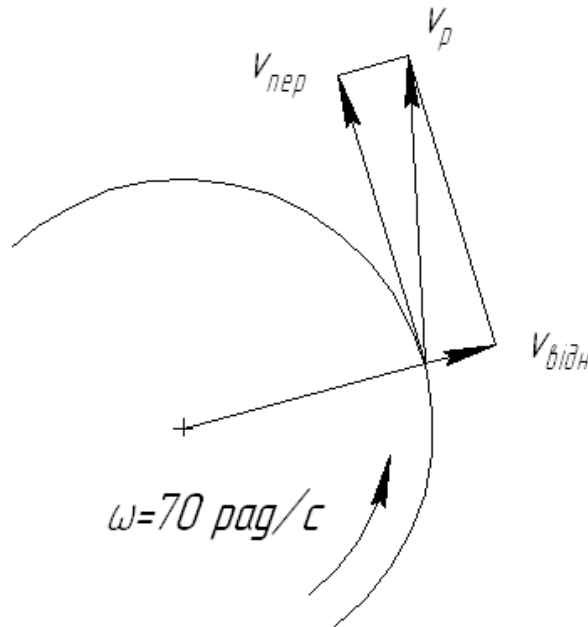


**Рисунок 3.1. Схема сил, що діють на частку, що рухається по обертаючому диску з прямолінійними лопатями**

### **3.2 Розрахунок технологічних параметрів відцентрового робочого органу**

Отже, візьмемо два диска: стандартний конусний з кутом сходу частинки  $7^\circ$  з робочої поверхні, та експериментальний псевдосферичний з кутом сходу  $25^\circ$  (по дотичній), та розрахуємо для них деякі основні параметри:

1. Швидкість сходу частинки (розсіву);
2. Дальність польоту;
3. Ширину захвату агрегату;
4. Продуктивність агрегату.



**Рис. 3.2. Схема для визначення абсолютної швидкості частки**

Швидкість розсіву  $v_p$  (рис. 3.2), з якою частка залишає диск, представляє собою абсолютну швидкість на краю диску, тобто

$$v_p = v_a = \sqrt{v_{пер}^2 + v_{відн}^2}, \quad (3.2)$$

де  $v_p$  – швидкість розсіву частки;

$v_a$  – абсолютна швидкість частки;

$v_{пер}, v_{відн}$  – складові абсолютної швидкості (переносна, відносна)

Враховуючи, що відносна швидкість значно менша за переносну, то для практичних розрахунків можна приймати швидкість розсіву, яка дорівнює окружній швидкості диску, тобто

$$v_p \approx v_{пер} = R\omega. \quad (3.3)$$

Час знаходження частки в польоті можна знайти, якщо ми знаємо висоту кромки диску над рівнем поля  $H$  [13]

$$H = \frac{gt^2}{2}; \quad (3.4)$$

звідки

$$t = \sqrt{\frac{2H}{g}}, \quad (3.5)$$

де  $t$  – час польоту частки з висоти  $H$ .

Якщо вирішити диференціальне рівняння руху частки у повітряному просторі, то рівняння дальності польоту в кінцевому вигляді буде [12]:

$$x = \frac{\ln\left(k_n v_p \sqrt{\frac{2H}{g}} + 1\right)}{k_n}, \quad (3.6)$$

де  $k_n$  – коефіцієнт парусності,  $\text{м}^{-1}$ ;

$v_p$  – швидкість розсіву,  $\text{м/с}$ .

Ця формула дійсна для плоского диску. Щоб визначити дальність польоту частки при роботі псевдосферичного диску, або конусного диску, представимо цей процес на рисунку 3.3. З рисунку 3.3 видно, що весь політ можна поділити на 2 частини: 1- період часу від залишення часткою диску і до досягнення нею максимальної висоти польоту ( $t_1$ ); 2 – час від досягнення часткою максимальної висоти і до стикання її з поверхнею поля ( $t_2$ ).

Тому вираз часу буде мати вигляд

$$t = t_1 + t_2 \quad (3.7)$$

де  $t$  – загальний час польоту частинки, с;

$t_1$  – час підйому частинки до максимальної висоти, с;

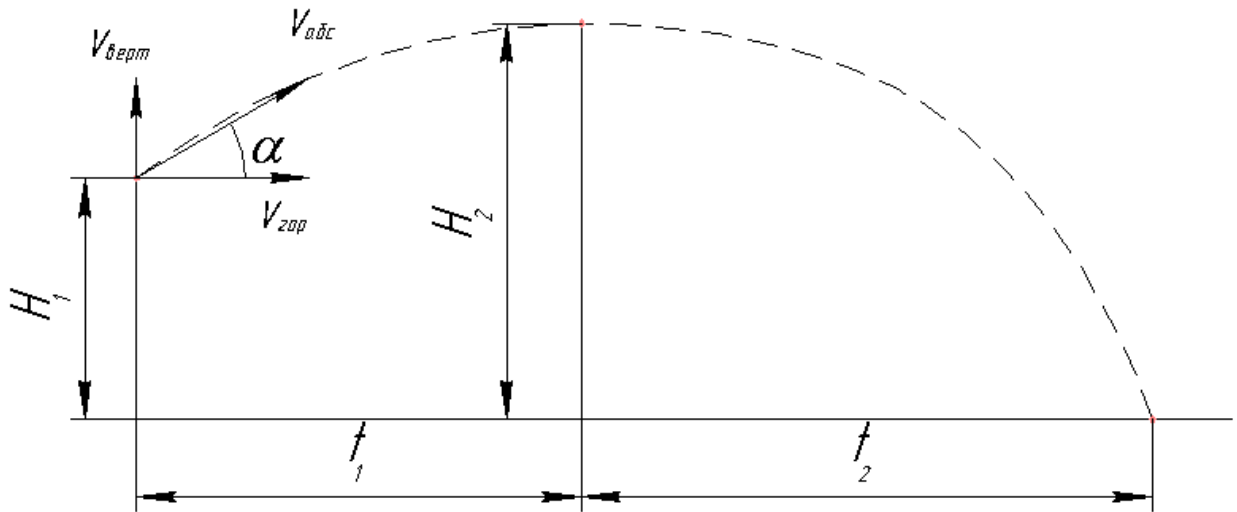
$t_2$  - час падіння частинки до стикання з ґрунтом, с

Згідно рис. 3.3, абсолютна швидкість  $v_{абс}$ , складається з двох складових:  $v_{верт}$  та  $v_{гор}$  – то б то, вертикальної та горизонтальної.

$$v_{верт} = v_{абс} \cdot \sin\alpha, \quad (3.8)$$

$$v_{гориз} = v_{абс} \cdot \cos\alpha \quad (3.9)$$

Для визначення часу польоту враховуємо вертикальну складову абсолютної швидкості сходу частки з диску.



**Рисунок 3.3. Схема польоту частки при роботі диску псевдосферичної форми**

Знайдемо  $t_1$ . Так як частинка рухається вгору, закон вільного падіння буде мати вигляд

$$v = v_0 - gt_1, \quad (3.10)$$

однак  $v_0 = v_{\text{верт}}$ , а  $t_1$  визначається при досягненні швидкості частки  $v = 0$ , отже

$$t_1 = \frac{v_{\text{верт}}}{g} \quad (3.11)$$

Зазначимо висоту кромки диску над полем як  $H_1$ , загальну (максимальну) висоту підйому як  $H_2$ , а висоту, на яку підіймається частка від поверхні диска як  $\Delta H$ .

Тому вираз визначення висоти підйому частки буде мати вигляд

$$H_2 = H_1 + \Delta H \quad (3.12)$$

де  $\Delta H$  - висота, на яку підіймається частинка від  $H_1$  до  $H_2$ , м;

Згідно закону вільного падіння



$$\Delta H = v_0 t_1 - \frac{gt_1^2}{2} \quad (3.13)$$

де  $v_0 = v_{\text{верт}}$  – вертикальна складова швидкості, м/с;

Після досягнення максимальної висоти підйому  $H_2$  частка придбає  $v_{\text{верт}} = 0$ , та почне падати. Як було вище зазначено (3.4),

$$H = \frac{gt^2}{2},$$

тому

$$H_2 = \frac{gt_2^2}{2} \quad (3.14)$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2H_2}{g}}. \quad (3.15)$$

Підставивши вищезазначені вирази у формулу (3.6), отримаємо вираз у загальному вигляді:

$$x = \frac{\ln(k_n v_p t + 1)}{k_n}, \quad (3.16)$$

який буде відповідати властивостям наших дисків.

При визначенні дальності польоту часток, які сходять з серійного і експериментального робочого органів, приймаємо діаметр диску  $d = 0,65$  м, частоту обертання диску  $n = 675$  хв<sup>-1</sup>, кут конусності серійного диску  $\alpha = 7^\circ$ , кут сходу часток з експериментального диску  $\alpha = 25^\circ$ , коефіцієнт парусності часток  $k_n = 0,41$  м<sup>-1</sup>, висота кромки серійного диску над полем  $H_1 = 0,72$  м, експериментального  $H_1 = 0,46$  м.

Визначимо деякі параметри процесу роботи серійного диску (3.3).

$$v_p \approx v_{\text{пер}} = 0,325 \cdot 70 = 23 \text{ м/с}$$

де  $v_p$  – швидкість розсіву, м/с;

$v_{\text{пер}}$  – переносна швидкість, м/с;

$R$  – радіус диску, м;

$\omega$  – кутова швидкість диску с<sup>-1</sup>.

Визначимо час знаходження частинки у польоті. Для цього скористаємося формулою (3.8) та (3.11):

$$v_{\text{верт}} = 23 \cdot \sin 7^\circ = 23 \cdot 0,121 = 2,8 \text{ м/с}$$

$$t_1 = \frac{v_{\text{верт}}}{g} = \frac{2,8}{9,8} = 0,29 \text{ с.}$$

Знайдемо висоту підйому частки від поверхні диску  $\Delta H$  і загальну висоту підйому частки над поверхнею поля  $H_2$  за формулами (3.13), (3.12)

$$\Delta H = 2,8 \cdot 0,29 - \frac{9,8 \cdot 0,29^2}{2} = 0,40 \text{ м};$$

$$H_2 = H_1 + \Delta H = 0,72 + 0,40 = 1,12 \text{ м}$$

Визначаємо час падіння частки з максимальної висоти (3.15):

$$t_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,12}{9,8}} = 0,48 \text{ с}$$

Отже, загальний час (3.7):

$$t = 0,29 + 0,48 = 0,77 \text{ с}$$

Визначимо максимальну дальність польоту часток (3.16):

$$x = \frac{\ln(k_n v_p t + 1)}{k_n};$$

У цій формулі швидкість розсіву  $v_p$  приймає значення  $v_{\text{гориз}}$ . Визначаємо  $v_{\text{гориз}}$  (3.9):

$$v_{\text{гориз}} = v_p = v_{\text{абс}} \cdot \cos \alpha$$

$$v_{\text{гориз}} = v_{\text{абс}} \cdot \cos \alpha = 23 \cdot 0,99 = 22,8 \text{ м/с}$$

$$x = \frac{\ln(0,41 \cdot 23 \cdot 0,77 + 1)}{0,41} = 5,12 \text{ м}$$

Визначимо ті ж самі параметри процесу роботи експериментального диску псевдосферичної форми.

$$v_p \approx v_{\text{пер}} = 0,325 \cdot 70 = 23 \text{ м/с}$$

Визначимо час знаходження частинки у польоті.

$$v_{\text{верт}} = 23 \cdot \sin 25^\circ = 23 \cdot 0,426 = 9,7 \text{ м/с}$$

$$t_1 = \frac{v_{\text{верт}}}{g} = \frac{9,7}{9,8} = 0,99 \text{ с.}$$

Знайдемо  $H_2$  за допомогою  $\Delta H$

$$\Delta H = 9,7 \cdot 0,99 - \frac{9,7 \cdot 0,99^2}{2} = 4,82 \text{ м};$$

$$H_2 = H_1 + \Delta H = 0,46 + 4,82 = 5,28 \text{ м}$$

Визначаємо час падіння частки:

$$t_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot 5,28}{9,8}} = 1,04 \text{ с}$$

Отже, загальний час

$$t = 0,99 + 1,04 = 2,03 \text{ с}$$

Визначимо максимальну дальність польоту часток:

$$v_{\text{гориз}} = v_{\text{абс}} \cdot \cos \alpha = 23 \cdot 0,423 = 20,8 \text{ м/с}$$

$$x = \frac{\ln(0,41 \cdot 23 \cdot 2,03 + 1)}{0,41} = 7,09 \text{ м}$$

Визначимо ширину захвату агрегату:

-з серійними дисками

$$B = 2 \cdot x + b - \Delta x \tag{3.17}$$

де  $B$  – ширина захвату агрегату, м;

$b$  – відстань між вісями дисків, м,  $b = 0,75$  м;

$\Delta x$  – ширина перекриття суміжних проходів агрегату, м,  $\Delta x = 1,5$  м.

$$B = 2 \cdot 5,12 + 0,75 - 1,5 = 9,48 \text{ м};$$

-з експериментальними дисками

$$B = 2 \cdot 7,09 + 0,75 - 1,5 = 13,43 \text{ м.}$$

Визначаємо продуктивність агрегату. Продуктивність можна визначити за формулою [14]

$$W = 0,1 \cdot B \cdot v_{\text{роб}} \cdot \tau \tag{3.18}$$

де  $W$  – продуктивність агрегату, га/год;

$v_{\text{роб}}$  – робоча швидкість агрегату, м/с;

$\tau$  - коефіцієнт використання робочого часу.

Для агрегату з серійними дисками

$$W_c = 0,1 \cdot 9,48 \cdot 12 \cdot 0,65 = 7,4 \text{ га/год}$$

Для агрегату з експериментальними дисками

$$W_e = 0,1 \cdot 13,43 \cdot 12 \cdot 0,65 = 10,5 \text{ га/год}$$

Визначимо збільшення продуктивності агрегату з експериментальними дисками у порівнянні з серійним агрегатом.

$$\Delta W = \frac{W_e - W_c}{W_c} \cdot 100, \% \quad (3.19)$$

де  $\Delta W$  – збільшення продуктивності, %.

$$\Delta W = \frac{10,5 - 7,4}{7,4} \cdot 100 = 42\%$$

Бачимо, що продуктивність агрегату з експериментальним робочим органом у вигляді псевдосфери перевищує продуктивність агрегату з серійним робочим органом на 42%.

## 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1 Аналіз стану охорони праці

Для сучасного сільськогосподарського виробництва є вплив на організм людини різних технічних, хімічних, біологічних і інших факторів. До цього приводить застосування машин і механізмів, енергетики, матеріалів і речовин (пестицидів, мінеральних добрив, лаків, фарб і ін.), значні рівні вібрації, шуму, електромеханічних, інфрачервоних, ультрафіолетових, іонізуючих випромінювань, а також забруднення повітря робочої зони.

Конституційне право громадян нашої країни на охорону їхнього життя і здоров'я в процесі трудової діяльності відображено в Законі України «Про охорону праці» прийнятого Верховною Радою України 14 жовтня 2002 року. Цей закон відбиває державну політику в області охорони праці і базується на наступних основних принципах:

- пріоритет життя і здоров'я працівників перед результатами виробничої діяльності, повна відповідальність власника за створення безпечних і нешкідливих умов праці;
- комплексне рішення завдань охорони праці з урахуванням напрямків економічної і соціальної політики, досягнень в галузі науки і техніки а також охорони навколишнього середовища;
- соціальний захист працівників, повна компенсація збитків особам, що потерпіли від нещасливих випадків на виробництві і професійних захворюваннях;
- установлення єдиних нормативів по охороні праці для усіх видів підприємств незалежно від форми власності і видів їхньої діяльності;
- використання економічних методів охорони праці;
- проведення навчання населення, професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників в галузі охорони праці;
- міжнародне співробітництво в галузі охорони праці, використання

світового досвіду в організації роботи з поліпшення умов і безпеки праці.

Використання цих принципів на практиці вимагає знання багатьох галузей науки і техніки, однак, тільки такий усебічний підхід до питань охорони праці, може забезпечити необхідний захист здоров'я і життя працівників.

#### **4.2 Загальні вимоги безпеки при використанні мінеральних добрив**

Розміщення виробничих приміщень необхідно погоджувати з органами санітарно-епідеміологічної служби; експертиза проектів щодо пожежної безпеки здійснюється органами державного пожежного нагляду.

У виробничих приміщеннях повинні бути передбачені природні, примусові або змішані системи вентиляції згідно з ГОСТ 12.4.021.

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

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

Транспортування пестицидів та агрохімікатів повинно здійснюватися відповідно до підрозділу 4.5 ДНАОП 0.03-1.12-98 і ГОСТ 19433.

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

Виробничі приміщення й майданчики для зберігання аміаку і рідких комплексних добрив повинні бути забезпечені чистою водою й аптечками першої допомоги, аварійним запасом фільтруючих протигазів для усіх працівників, блискавкозахистом і відповідати вимогам СНиП 2.09.02-85.

Рідкі мінеральні добрива потрібно зберігати у спеціальних ємкостях (сталі зварні резервуари, зовнішня поверхня яких пофарбована у світлий колір).

Під час зберігання аміачної і натрієвої селітри необхідно додержуватися

протипожежних вимог ДНАОП 0.01-1.01-95, 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 з-під мінеральних добрив навіть після знешкодження.

Вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони не повинен перевищувати гранично допустимої концентрації, встановленої ГОСТ 12.1.005, 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.

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

#### **4.3 Виявлення й ідентифікація потенційних небезпек операції**

Мета даного підрозділу полягає у виявленні, ідентифікації і ранжируванні по ступені небезпеки потенційних небезпечних і шкідливих факторів при внесенні мінеральних добрив [15]. Підсумком є загальна оцінка рівнів небезпеки дій людини й операції в цілому, що є об'єктивною основою для розробки методів і засобів захисту здоров'я і життя виконавця від небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Об'єктами дослідження є процеси, що відбуваються при виконанні робіт по підготовці і здійсненню технологічної операції підготовки, зокрема дії механізатора по огляду регулюванню агрегату і його водінню.

Метод дослідження - моделювання умов виконання різних стадій операції, прогнозування негативних результатів взаємодій небезпечних для здоров'я виконавця.

Підсумком аналізу небезпечних факторів є таблиця 4.1, де зазначені основні небезпеки і їхні ранги.

Таблиця 4.1

**Основні фактори небезпеки при роботі на агрегаті МВУ-8.**

Назва фактора небезпеки	Властивості і допустимі значення факторів	Реакція організму на фактор небезпеки	Передбачає мий вид збитку				Ранг небезпеки факторів		
			Група інвалідності				I	У	
			1	2	3				Д
Підвищена температура повітря	17-23°C	тепловий удар					+		
Підвищена температура устаткування	+40°C	опік					+		+
Токсичність парів палива	0,25 мг/м	отруєння				+	+	+	
Недостатня освітленість	300 лк	втрата гостроти зору	+	+	+	+	+	+	
Підвищений рівень шуму	85Дб	захворювання				+		+	
Підвищений рівень вібрації	25 Дб	захворювання				+		+	
Несправності ходової частини, двигуна, систем керування	-	аварія		+	+	+	+	+	
Несправності систем агрегату	-	аварія, опіки				+			+
Ланцюгові передачі й інші механізми агрегату	-	травма			+	+		+	

Для повного аналізу шкідливих і небезпечних факторів, що виникають при внесенні мінеральних добрив, складаємо перелік основних факторів, що



впливають на роботу тракториста, визначаємо ступінь небезпеки кожного фактора і заносимо в таблицю 4.2.

Таблиця 4.2

### Ранжирування небезпечних факторів

№ п/п фактора	Можливий небезпечний фактор	ПДК, ПДУ	Фактичне	Небезпечна дія	Рівень значимості
X <sub>1</sub>	Обертів, незахищені кожухом частини			Захват, удар	1
X <sub>2</sub>	Підвищений вміст пилу ГОСТ 12.1.005-88, мг/м <sup>3</sup>	10	60	Погіршення зору і дихання	0,86
X <sub>3</sub>	Підвищений шум ГОСТ 12.1.003.-83, Дб	85	88	Впливає на органи слуху	0,75
X <sub>4</sub>	Монотонність праці	-	-	Збільшує стомлюваність	0,70
X <sub>5</sub>	Нагріті поверхні	-	-	Опіки	0,64
X <sub>6</sub>	Гострі краї СН 245-71	-	-	Порізи	0,51
X <sub>7</sub>	Температура вище норми ГОСТ 12.1.005-88, °С	30	50	Збільшення стомлюваності	0,44
X <sub>8</sub>	Вібрація вище норми ГОСТ 12.1.012-82	94	98	Вібраційна хвороба	0,37
X <sub>9</sub>	Штучне освітлення нижче норми СНІП II-4-79, Лк	150	110	Небезпечно для руху	0,30

В таблиці 4.2 представлені дев'ять найбільш значимих шкідливих факторів, що впливають на тракториста. Для кращого розуміння впливу цих факторів, за даними таблиці, будемо діаграму, представлену на рис. 4.1.

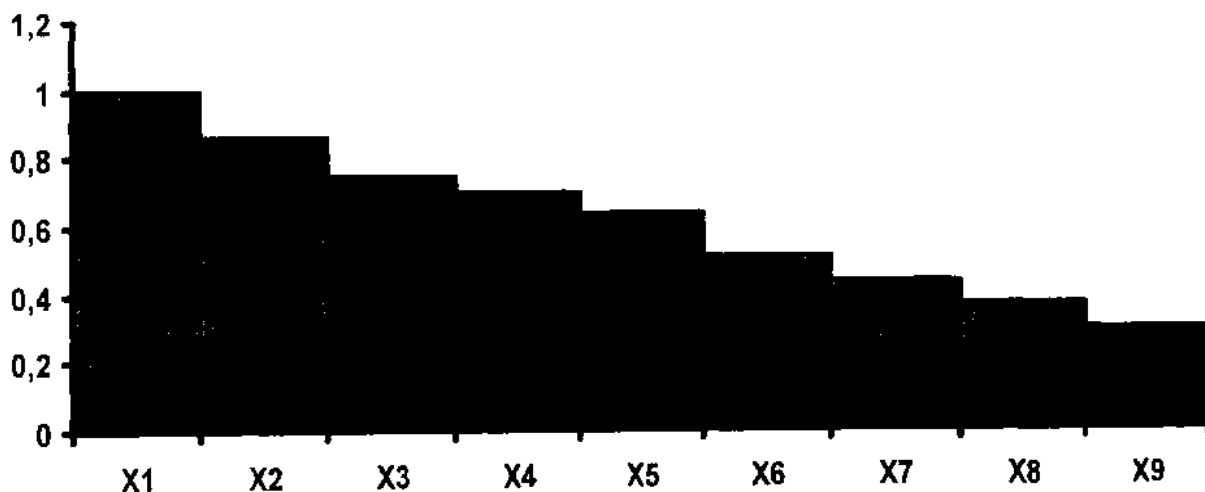


Рис. 4.1 Діаграма залежності факторів від рівня їхньої значимості

#### 4.4. Вимоги безпеки при виконанні операції

Асортимент, засоби, сфера застосування пестицидів, норми, кратність оброблень повинні відповідати «Переліку пестицидів й агрохімікатів, дозволених до використання в Україні», Доповненням до Переліку та додаткам до нього, інструкціям з безпечного застосування пестицидів, що розроблені установами Міністерства охорони здоров'я, погоджені з Міністерством екобезпеки та іншими зацікавленими організаціями.

Під час роботи на спеціальних машинах банки, ящики та інші ємкості для туків повинні бути щільно закриті на заціпку.

Не допускається висипання чи підтікання пестицидів й агрохімікатів у місцях з'єднання фланців, штуцерів, ніпелів, люків.

Під час приготування сумішей і заправки машин мінеральними добривами й пестицидами у полі потрібно:

- пункти для заправки розміщувати з навітряного боку по відношенню до поля, що обробляється;
- заправні пункти укомплектовувати пересувними піддонами, для змішування сухих мінеральних добрив;
- посівні агрегати повинні під'їжджати до заправних пунктів із навітряного боку;

- залежно від виду пестицидів та мінеральних добрив забезпечувати працівників, що обслуговують пункти заправки, засобами індивідуального захисту відповідно до пп. 9.12-9.13 розділу «Забезпечення працівників засобами колективного та індивідуального захисту» частини I Правил.

Завантаження мінеральних добрив у транспортні засоби, машини і літаки повинно проводитись відповідно до вимог ДНАОП 0.03-1.08-73.

Строки проведення робіт на полях після оброблення встановлюють з урахуванням виду пестициду, норми витрати і гранично допустимої концентрації їх у повітрі робочої зони згідно з Переліком пестицидів і агрохімікатів, дозволених для використання в Україні, та доповненнями до нього.

Поновлення робіт для інших пестицидів, які рекомендовані для дослідно-виробничого застосування, необхідно здійснювати не раніше ніж через 48 год.

#### **4.5 Технологія контролю по карті**

Відповідно до вимог Карт техника, що представляється на контроль, повинна бути комплектною, агрегатуватися з і знаходитись в працездатному стані.

Робоче місце повинне бути оснащено й обладнано відповідно до обліку виявлених відхилень по показниках безпеки.

При складанні карти робоче місце умовне підрозділяють на вісім технічних систем [16]:

1 - технологічна; 2 - механічних зв'язків; 3 - ходова; 4 - кермова; 5 - гальмова; 6 - енергетична; 7 - операторського освітлення; 8 - захисту. Кожна з них у свою чергу може бути розбита на підсистеми. На практиці при проведенні контролю елементи цих систем поєднують по місцеві їхнього розташування в групи, що полегшує проведення контролю і дозволяє проводити його швидше. Для даного випадку в процесі контролю агрегату по параметрах безпеки досить виділення 8 таких локалізованих груп. На листі

01СМД.093 410. 000 (Карта контролю машини для внесення добрив по показникам безпеки) приведено назви контрольованих елементів, основні несправності і можливі їх наслідки.

При контролі техніки по показниках безпеки перевіряють стан, монтаж, працездатність і ефективність усіх технічних систем.

Інвентаризація машин являє собою перевірку комплектності всіх систем відповідно до Карт чи посібником з експлуатації. У ході інвентаризації встановлюють правильність застосування вузлів і деталей усіх технічних систем (особливо гальмової системи і ходової частини), їхній стан (відсутність тріщин, погнутостей, ум'ятин, іржі і т.п.) і правильність монтажу. Фаза інвентаризації здійснюється на першій посаді контролю на стоянці, лінійці готовності, у боксі, на ямі чи естакаді.

#### **4.6 Збереження екологічності виробництва**

Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва має великий вплив на природу, зокрема на повітря, ґрунт, ґрунтові води тощо, починаючи з передсадивного обробітку ґрунту і закінчуючи щорічним збиранням урожаю. Внесення великих доз мінеральних і малих доз органічних добрив, зрошення, застосування гербіцидів для знищення бур'янів і пестицидів проти фіто- і ентомофауни спричинили ряд негативних наслідків у навколишньому середовищі. Вони проявляються, перш за все, в інтенсивній деградації ґрунтів погіршенні водно-фізичних властивостей, дегуміфікації, накопиченні нітратів, важких металів, гербіцидів, пестицидів та їх похідних.

Боротьба із забрудненням ґрунтів, як дуже важлива проблема сьогодення, вирішується в Україні двома шляхами. Перший з них - попереджувальні (профілактичні) заходи, які не допускають надходження токсикантів у ґрунт, другий - очищення ґрунту від тих токсичних речовин, які вже потрапили до нього.

Реальні можливості вирішення проблеми охорони ґрунтів полягають у комплексному підході до охорони навколишнього середовища в цілому. Такий

підхід передбачає, насамперед, реконструкцію старих підприємств, перехід на маловідходні або безвідходні технології, створення систем очисних споруд і скидання вод та продуктів згорання, суворе дотримання норм використання пестицидів, добрив, меліорантів, повсюдний еколого-токсикологічний контроль тощо. Слід не забувати, що заходи, спрямовані на обмеження забрудненості ґрунтів, сприяють зменшенню забрудненості всієї біосфери. Інтенсифікація садівництва збільшує можливості забруднення ґрунтів залишками добрив, отрутохімікатів, гербіцидів та іншими токсикантами. Наявність токсичних речовин у ґрунті супроводжується їх накопиченням у продукції рослинництва, поверхневих і підґрунтових водах. Тому необхідний суворий контроль за правильним використанням добрив, пестицидів, хімічних меліорантів.

Слід дотримуватись принципу збалансованого живлення між макро- і мікроелементами. В умовах підвищеної небезпеки накопичення нітратів у продукції рослинництва слід збільшити дози фосфору та калію і вносити мікроелементи - молібден, мідь, манган, які активізують ферменти, що беруть участь у відновленні нітратів до аміаку. Необхідно ширше застосовувати внесення азотних добрив частинами, у відповідності до потреб сільськогосподарських культур по основних етапах органогенезу, використовуючи дані ґрунтово-рослинної діагностики. Забороняється застосування азотних мінеральних добрив на дуже кислих ґрунтах ( $pH_{KCl} < 4.0$ ), а також на ґрунтах з підвищеним вмістом мінерального азоту.

Дуже важливим є поєднання внесення органічних і мінеральних добрив. Використання 20-30 т/га гною забезпечує рослини азотом, не спричиняє появи надлишків нітратів у ґрунті та рослинах. Внесення у ґрунт соломи також запобігає надмірному накопиченню нітратів. Через те що співвідношення C: N у солومی становить 60-80, у ґрунті відбувається посилене зв'язування рухомих сполук азоту у мікробній плазмі, що призводить до зменшення концентрації і витрат нітратів. Враховуючи активне вбирання нітратів рослинами, слід ширше застосовувати дерново-перегнійну систему утримання ґрунту, посів сидератів.

Заслужують на увагу шляхи вдосконалення форм і розширення

асортименту мінеральних добрив, насамперед виробництва безбаластних, високоефективних концентрованих, простих і складних добрив, таких як поліфосфат калію, амонію, кальцію та ін., із вмістом поживних речовин 70-98%.

З обережністю слід ставитись до хімічних меліорантів, що являють собою побічні продукти промислових підприємств. Відходи металургійних і цементних заводів, а також підприємств шкіряної та хімічної промисловості, які застосовуються для вапнування ґрунтів, містять велику кількість баластних речовин, у тому числі токсичних. Фосфогіпс, як відхід хімічної промисловості, містить велику кількість фтору і ряд інших токсичних елементів, тому його застосування для меліорації солонців повинно бути строго контрольованим. Використовувати відходи промислових підприємств для хімічної меліорації можна лише після їх всебічного аналізу, звернувши увагу на вміст у них важких металів, радіонуклідів. При застосуванні цих відходів потрібно проводити польові випробування з аналізом якості продукції.

Основними запобіжними заходами проти забруднення навколишнього середовища мінеральними добривами є усунення втрат їх при транспортуванні, зберіганні, завантаженні висівних знарядь, але основне це вдосконалення системи удобрення (види, форми добрив, дози, строки та періодичність застосування) ґрунту та технології внесення добрив.

## 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА

Аналізуючи показники використання тягово-привідного агрегату у складі трактора Т-150К та машини для внесення мінеральних добрив МВУ-8 можна пересвідчитися, що найважливішими з них є робоча ширина захвата і, як наслідок цього, годинна продуктивність агрегату. При зміні цих показників виникає потреба проаналізувати економічну ефективність використання агрегату. В порівнянні наводяться показники базової моделі та моделі з робочими органами, які проектуються [17].

Таблиця 5.1

### Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності використання тягово-привідного агрегату

Найменування показників	Ум. позн.	Тягово-привідний агрегат		
		Т-150К	МВУ-8	МВУ-8М
1	2	3	4	5
Балансова вартість, грн	$B$	210000	80000	87600
Годинна продуктивність, га/год	$W$	7,4/10,5	7,4	10,5
Річне нормативне завантаження, год	$T$	1350	450	
Годинна тарифна ставка для механізатора, грн./год.	$Y$	48,0		
Кількість обслуговуючого персоналу на агрегаті, люд.	$m$	1	1	
Відсоток відрахувань від балансової вартості на реновацію, %.	$a_p$	12,5	20,0	
Відсоток відрахувань від балансової вартості на капітальний ремонт, %.	$a_{кр}$	7	–	
Відсоток відрахувань від балансової вартості на поточний ремонт, ТО й зберігання, %.	$a_{то зб}$	22	18	
Питома витрата палива, кг/га	$g_w$	2,95/2,08	–	
Комплексна ціна ПММ, грн./кг	$C_{ПММ}$	45,0	–	

Витрати праці

$$B_n = \frac{m}{W}; \quad (5.1)$$

Серійний варіант:

$$B_{n1} = \frac{1}{7,4} = 0,135 \text{ люд}\cdot\text{год/га};$$

Експериментальний варіант:

$$B_{n2} = \frac{1}{10,5} = 0,095 \text{ люд}\cdot\text{год/га}.$$

Витрати на заробітну платню

$$З = \frac{Y \cdot m}{W}; \quad (5.2)$$

Серійний варіант:

$$З_1 = \frac{48 \cdot 1}{7,4} = 6,48 \text{ грн/га};$$

Експериментальний варіант:

$$З_2 = \frac{48 \cdot 1}{10,5} = 4,57 \text{ грн/га}.$$

Відрахування на реновацію

$$P = \frac{B \cdot a_p}{100 \cdot W \cdot T}; \quad (5.3)$$

Серійний варіант:

для трактора

$$P_{1T} = \frac{210000 \cdot 12,5}{100 \cdot 7,4 \cdot 1350} = 2,62 \text{ грн/га};$$

для розкидача

$$P_{1P} = \frac{80000 \cdot 20}{100 \cdot 7,4 \cdot 450} = 4,8 \text{ грн/га};$$

по МТА

$$P_1 = 2,62 + 4,8 = 7,42 \text{ грн/га}.$$



Експериментальний варіант:

для трактора

$$P_{2T} = \frac{210000 \cdot 12,5}{100 \cdot 10,5 \cdot 1350} = 1,85 \text{ грн/га};$$

для розкидача

$$P_{2P} = \frac{87600 \cdot 20}{100 \cdot 10,5 \cdot 450} = 3,7 \text{ грн/га};$$

по МТА

$$P_2 = 1,85 + 3,7 = 5,55 \text{ грн/га.}$$

Відрахування на капітальний ремонт трактора

$$K = \frac{B \cdot a_{кр}}{100 \cdot W \cdot T}; \quad (5.4)$$

Серійний варіант:

$$K_1 = \frac{210000 \cdot 7}{100 \cdot 7,4 \cdot 1350} = 1,47 \text{ грн/га};$$

Експериментальний варіант:

$$K_2 = \frac{210000 \cdot 7}{100 \cdot 10,5 \cdot 1350} = 1,03 \text{ грн/га.}$$

Відрахування на поточний ремонт, ТО та зберігання

$$B_{ТО} = \frac{B \cdot a_{то зб}}{100 \cdot W \cdot T}; \quad (5.5)$$

Серійний варіант:

для трактора

$$B_{ТО1mp} = \frac{210000 \cdot 22}{100 \cdot 7,4 \cdot 1350} = 4,62 \text{ грн/га};$$

для розкидача

$$B_{ТО1p} = \frac{80000 \cdot 18}{100 \cdot 7,4 \cdot 450} = 4,32 \text{ грн/га};$$

по МТА

$$B_{ТО1} = 4,62 + 4,32 = 8,94 \text{ грн/га.}$$

Експериментальний варіант:

для трактора

$$B_{TO2mp} = \frac{210000 \cdot 22}{100 \cdot 10,5 \cdot 1350} = 3,25 \text{ грн/га ;}$$

для розкидача

$$B_{TO2p} = \frac{87600 \cdot 18}{100 \cdot 10,5 \cdot 450} = 3,33 \text{ грн/га ;}$$

по МТА

$$B_{TO2} = 3,25 + 3,33 = 6,58 \text{ грн/га.}$$

Питомі витрати на паливно-мастильні матеріали

$$S_{ПММ} = g_w \cdot Ц_{ПММ} ; \quad (5.6)$$

Серійний варіант:

$$S_{ПММ1} = 2,95 \cdot 45 = 132,7 \text{ грн/га;}$$

Експериментальний варіант:

$$S_{ПММ2} = 2,08 \cdot 45 = 93,6 \text{ грн/га.}$$

Прямі експлуатаційні витрати

$$П_B = P + K + B_{TO} + З + S_{ПММ} ; \quad (5.7)$$

Серійний варіант:

$$П_{B1} = 7,42 + 1,47 + 8,94 + 6,48 + 132,7 = 157 \text{ грн/га.}$$

Експериментальний варіант:

$$П_{B2} = 4,57 + 5,55 + 1,03 + 6,58 + 93,6 = 111,3 \text{ грн/га.}$$

Питомі капіталовкладення

$$K_n = \frac{B}{W \cdot T} ; \quad (5.8)$$

Базовий варіант:

для трактора

$$K_{n1T} = \frac{210000}{7,4 \cdot 1350} = 21 \text{ грн/га ;}$$

для розкидача

$$K_{n1P} = \frac{80000}{7,4 \cdot 450} = 24 \text{ грн/га ;}$$

по МТА

$$K_{n1} = 21 + 24 = 45 \text{ грн/га.}$$

Експериментальний варіант:

для трактора

$$K_{n2T} = \frac{210000}{10,5 \cdot 1350} = 14,8 \text{ грн/га ;}$$

для розкидача

$$K_{n2P} = \frac{87600}{10,5 \cdot 450} = 18,53 \text{ грн/га ;}$$

по МТА

$$K_{n2} = 14,8 + 18,53 = 33,3 \text{ грн/га.}$$

Приведені питомі витрати

$$\Pi_{ПВ} = \Pi_B + K_n \cdot E_n ; \quad (5.9)$$

Серійний варіант:

$$\Pi_{ПВ1} = 157 + 45 \cdot 0,15 = 163,7 \text{ грн/га.}$$

Експериментальний варіант:

$$\Pi_{ПВ2} = 111,3 + 33,3 \cdot 0,15 = 116,2 \text{ грн/га.}$$

Зниження витрат праці

$$\Delta B_n = \frac{B_{n1} - B_{n2}}{B_{n1}} \cdot 100 \% ; \quad (5.10)$$

$$\Delta B_n = \frac{0,135 - 0,095}{0,135} \cdot 100 = 29,52 \% .$$

Зниження експлуатаційних витрат

$$\Delta \Pi_B = \frac{\Pi_{B1} - \Pi_{B2}}{\Pi_{B1}} \cdot 100 \% ; \quad (5.11)$$

$$\Delta \Pi_B = \frac{157 - 111,3}{157} \cdot 100 = 29,1 \% .$$

Економія експлуатаційних витрат

$$E_{EB} = (\Pi_{B1} - \Pi_{B2}) \cdot W \cdot T ; \quad (5.12)$$

$$E_{EB} = (157 - 111,3) \cdot 10,5 \cdot 450 = 215932 \text{ грн/рік.}$$

Додаткові капітальні вкладення

$$K_{\delta} = (K_{n1} - K_{n2}) \cdot W \cdot T ; \quad (5.13)$$

$$K_{\delta} = (45 - 33,3) \cdot 10,5 \cdot 450 = 55282 \text{ грн/рік.}$$

Річний економічний ефект

$$E_p = (\Pi_{PB1} - \Pi_{PB2}) \cdot W \cdot T ; \quad (5.14)$$

$$E_p = (163,7 - 116,2) \cdot 10,5 \cdot 450 = 224437 \text{ грн/рік.}$$

Строк окупності додаткових вкладень

$$C_{ок} = \frac{K_{\delta}}{E_{EB}} ; \quad (5.15)$$

$$C_{ок} = \frac{55282}{215932} = 0,25 \text{ року.}$$

Результати проведеного аналізу наведені у таблиці 5.2 та винесені на лист графічної частини дипломного проекту.

**Показники економічної ефективності від використання  
тягово-привідного агрегату**

Показники	Базова модель	Експериментальна
Витрати праці, люд.·год/га	0,135	0,095
Прямі експлуатаційні витрати, грн/га	157	111,3
в т.ч.		
відрахування на реновацію, грн/га	7,42	5,55
відрахування на капітальний ремонт, грн/га	1,47	1,03
відрахування на поточний ремонт, ТО та зберігання, грн/га	8,94	6,58
витрати на заробітну платню, грн/га	6,48	4,57
питомі витрати на паливно-мастильні матеріали, грн/га	132,7	93,6
Питомі капіталовкладення, грн/га	45	33,3
Приведені питомі витрати, грн/га	163,7	116,2
Зниження витрат праці, %	29,52	
Зниження експлуатаційних витрат, %	29,1	
Додаткові капітальні вкладення, грн	55282	
Економія експлуатаційних витрат, грн	215932	
Річний економічний ефект, грн	224437	
Строк окупності додаткових вкладень, років	0,25	

## ВИСНОВКИ

У роботі запропонована конструкція розкидуючого робочого органа дсевдосферичної форми, отримані значення швидкості сходу частки добрива з диска і дальності польоту частки. Проведене компонування нового розкидуючого робочого органу з існуючою машиною МВУ-8.

Аналіз результатів при виконанні дипломного проекту дозволяє зробити такі висновки:

1. Добрива мають велике значення при вирощуванні сільськогосподарських культур. Найбільш розповсюдженими машинами для внесення мінеральних добрив при їх основному внесенні є кузовні машини. Аналіз машин показує, що більш ніж 70% з них мають в якості розкидуючого робочого органу – відцентровий диск, що доказує доцільність модернізації саме відцентрового розкидуючого робочого органу.

2. З аналізу конструкцій відцентрових робочих органів видно, що вони мають властивість природної нерівномірності розподілу добрив по ширині смуги внесення. Допустима нерівномірність повинна бути обґрунтована спеціальними агротехнічними дослідженнями. Тому шляхи до зниження нерівномірності розподілу добрив знаходяться в області удосконалення конструкції апарату.

3. Проектуємий робочий орган, що виконаний у вигляді псевдосфери, забезпечить зменшення нерівномірності розподілу добрив і збільшення робочої ширини захвата і продуктивності агрегату на 42 % . Крім того, при роботі машини з новим робочим органом, можна збільшити врожайність с. г. культур за рахунок більш рівномірного внесення добрив.

4. Розрахунки показників економічної ефективності застосування нового робочого органу показали, що експлуатаційні витрати на роботу нового варіанта машини на 29,5 % менше в порівнянні з базовою машиною. Річний економічний ефект від упровадження нової машини складає 224437грн., експлуатація машини для внесення мінеральних добрив з новим робочим органом економічно доцільна.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Войтюк Д. Г., Яцун С. С., Довжик М. Я. Довжик Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку: Навчальний посібник / За ред. Д.Г. Войтюка. Суми: ВТД «Університетська книга», 2008. 543 с.
2. Адамчук В. В., Гуков Я. С., Грицишин М. І. Проблеми і перспективи вітчизняного сільськогосподарського машинобудування. Вісн. аграр. науки. 2010. № 10. С. 42-45.
3. Гевко Р. Б., Ткаченко І. Г., Павх І. І. Машини сільськогосподарського виробництва. Тернопіль: 2005. 228 с.
4. Кравчук В. І., Грицигінна М. І., Ковалю С.М. Сучасні тенденції розвитку конструкції с.–г. техніки. К.: Аграрна наука, 2004. 396 с.
5. Інтернет джерела. Технічні характеристики машин для внесення мінеральних добрив. <https://lib.chmnu.edu.ua/pdf/posibnuku/229/100.pdf>
6. Машина для внесення мінеральних добрив з нерівномірністю до  $\pm 15$  проц. СТТ-10. Технічне описання і інструкція по експлуатації. – Тернополь Облполиграфиздат, 1986. – 136 с.
7. Попович П. Методика визначення ресурсу елементів металоконструкцій рам розкидачів добрив з врахуванням умов їх експлуатації. Вісник ЛНТУ. Луцьк, 2014. Вип. № 28. С. 47-60.
8. Класифікація машин для підготовки і внесення добрив // Сільськогосподарські та меліоративні машини : підручник / Д. Г. Войтюк, В. О. Дубровін, Т. Д. Іщенко та ін. ; за ред. Д. Г. Войтюка. — Київ. Вища освіта, 2004. — С. 84–85.
9. Мойсеєнко В. Ефективність машин для розсівання міндобрив: науковий підхід / В. Мойсеєнко // Агробізнес Сьогодні. — 2020. — № 18. — С. 66–69.
10. Робочий орган для локального внесення добрив №148043 30.06.2021, заявл. 07.12.2021; опубл. 30.06.2021, Бюл.№ 26.

11. Робочий орган для розсіювання мінеральних добрив № u2022 152980; заявл. 07.11.2022; опубл. 03.05.2023, бюл.№18.

12. Багатопотоковий відцентровий робочий орган для внесення мінеральних добрив №88781 25.03.2014, заявл. 02.12.2013; опубл. 25.03.2014, Бюл.№ 6.

13. Посібник. Машини і обладнання для приготування та внесення добрив /За редакцією В. І. Кравчука. – Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого – 2011. – 152 с.

14. 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.

15. Ріпка І. І., Семен Я. В., Крупич О. М., Бандера І. М. Основи механізації сільськогосподарського виробництва: Навч. посібник. Львів: ЛНАУ, 2013. 224 с.

16. Збірник наукових праць. Випуск 28 (42). Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільськогосподарського господарства України. Дослідницьке 2021.

17. Стиценко Т.Є. «Безпека життєдіяльності»: навч. посібник / Т.Є. Стиценко, Г.В. Пронюк, Н.М. Сердюк, І.І. Хондак. – Харків: ХНУРЕ, 2018. – 336 с.

18. Техніка безпеки під час роботи на машинах для внесення добрив // Сільськогосподарські та меліоративні машини : підручник / Д. Г. Войтюк, В. О. Дубровін, Т. Д. Іщенко та ін. ; за ред. Д. Г. Войтюка. — Київ : Вища школа, 2004. — С. 134–135.

19. Городецький І. М. Використання методик аналізу небезпек процесів для удосконалення управління охороною праці // Вісник Львівського НАУ: Агроінженерні дослідження. 2014. № 18. С. 5-8.

20. Методичні рекомендації «Техніко-економічна оцінка проектних рішень» для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 208 «Агроінженерія». – Мелітополь, ТДАТУ, 2018. – 15 с.



# ДОДАТКИ



Міністерство освіти і науки України  
Дніпровський державний аграрно-економічний університет  
Інженерно-технологічний факультет  
Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

**Ілюстративний матеріал**  
до захисту дипломного проєкту на здобуття освітнього ступеня  
«Бакалавр» за освітньо-професійною програмою 208 «Агроінженерія» зі  
спеціальності  
208 «Агроінженерія»  
на тему: «Удосконалення процесу удобрення ґрунту з розробкою  
конструкції розкидаючого робочого органу машини для внесення  
мінеральних добрив»

Здобувач

Рева В.М.

Науковий керівник,  
доцент

Пономаренко Н.О.

Дніпро-2024



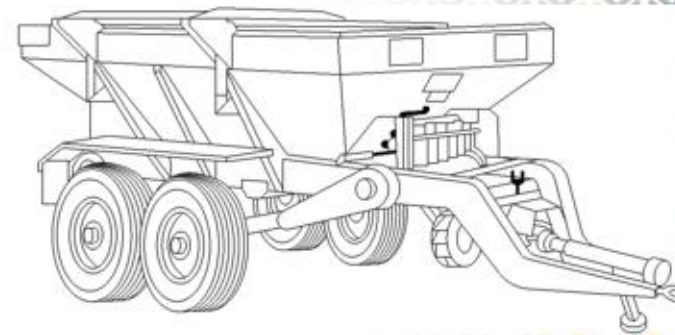
## ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ



1PMГ-4



МВУ-8



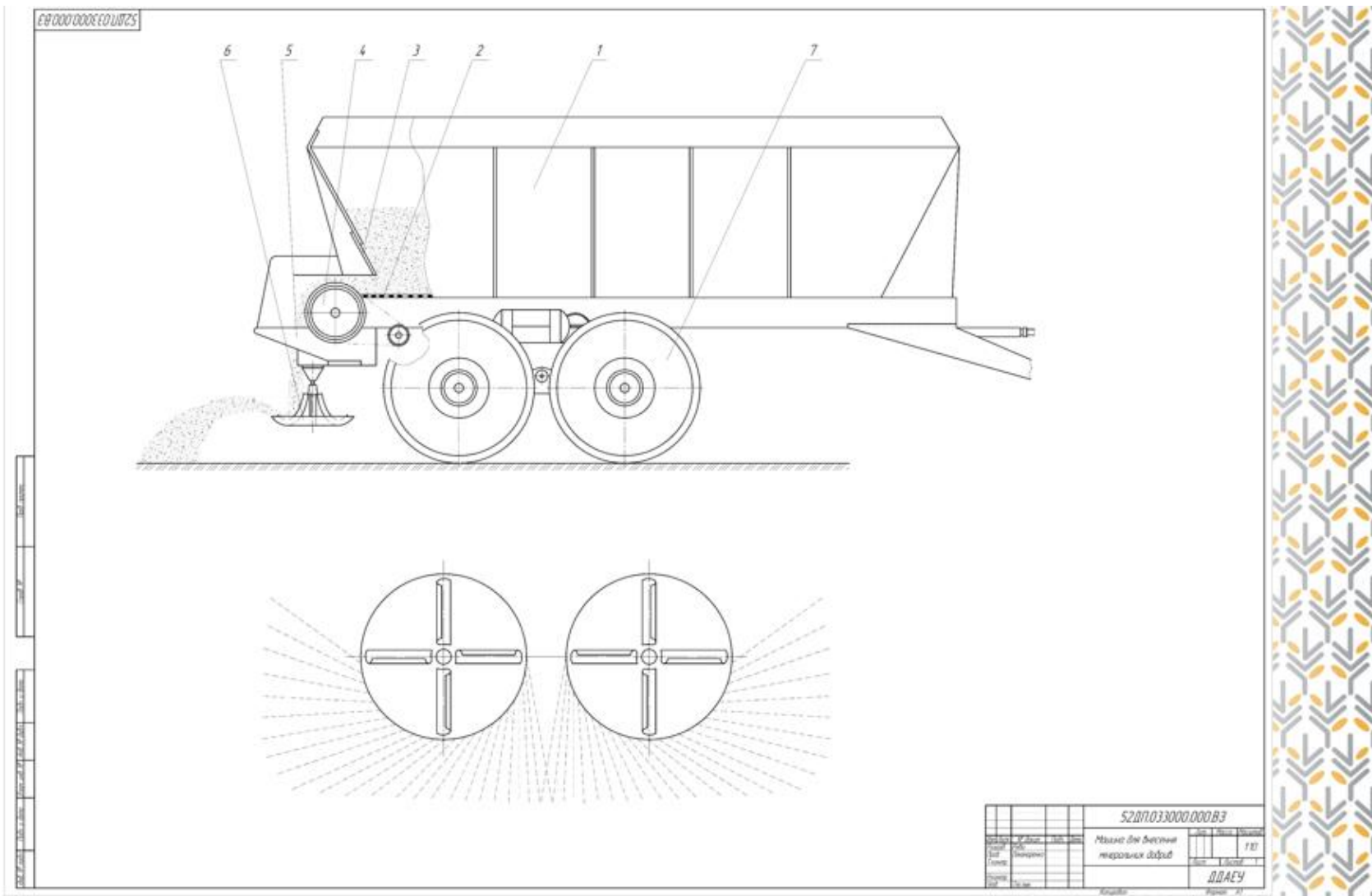
СТТ-10

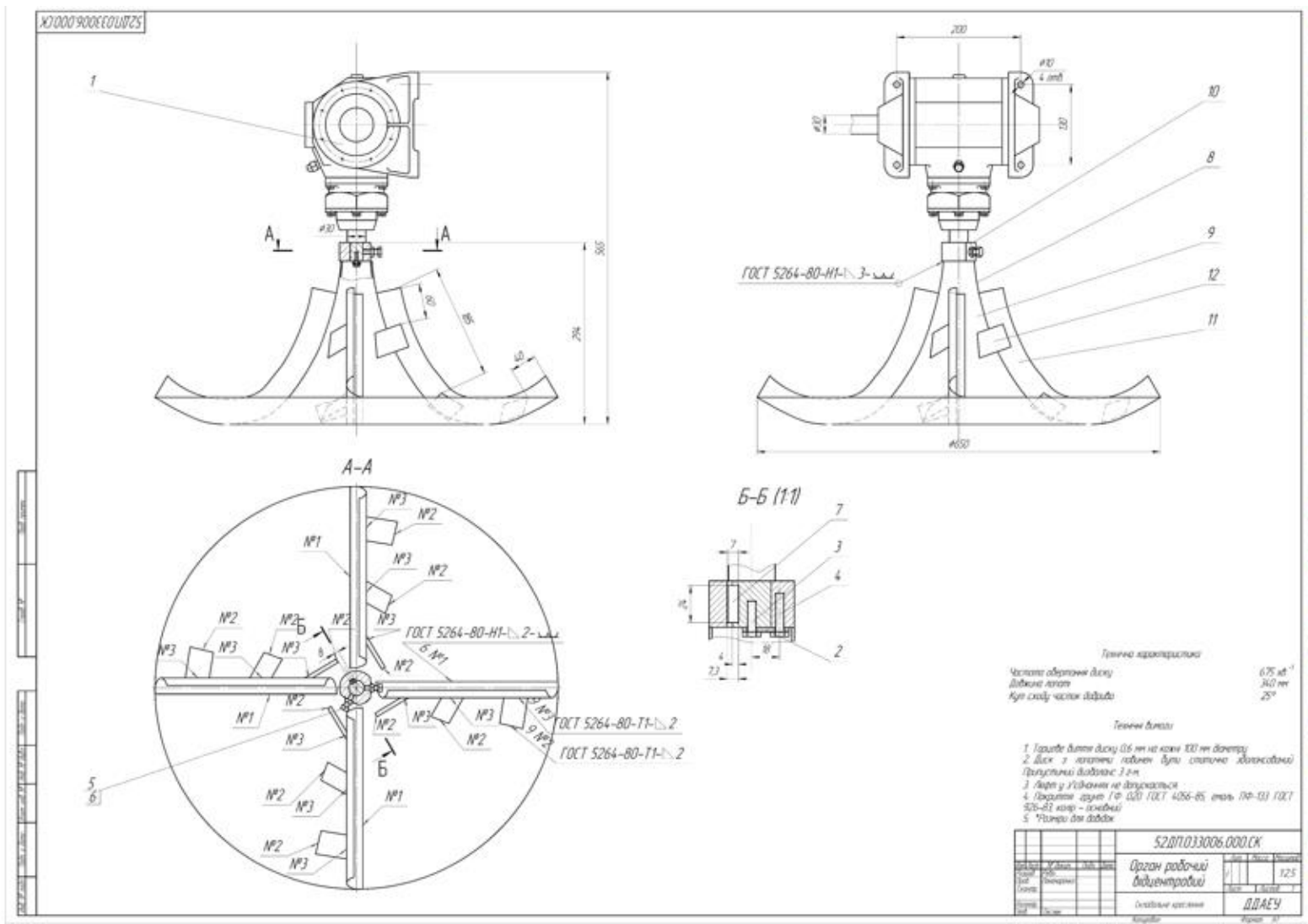


PCTD-4



MPD-4







52.01.033009.000

1. Присудвати прасэн у разарэтань стані 870, 950°  
 2. НТ, НТ2, вІТН/2  
 3. Матэрыял-злучэньні Сталь Сп 5 Г0СТ 380-94  
 4. Радыусы округленьня – не больш 0,5 мм

52.01.033009.000			
Назва	Диск	Лічбавы нумар	125
Аварыя	2 Г0СТ 1280-85	ДДАЕУ	
Класіфікацыйны код	1 Г0СТ 380-94		

52.01.033010.000

1. Гітэ по шліфаваньню  
 2. Матэрыял-злучэньні Сталь 40 Г0СТ 1050-78  
 3. \*Памеры для дадавак

52.01.033010.000			
Назва	Лопать	Лічбавы нумар	18 12
Аварыя	45/25 Г0СТ 8734-87	ДДАЕУ	
Класіфікацыйны код	1 Г0СТ 1050-78		

52.01.033011.000

1. Не допускатца павод літарным даданым або дэталі  
 2. НТ, НТ2, вІТН/2  
 3. \* Памеры для дадавак

52.01.033011.000			
Назва	Ступіца	Лічбавы нумар	05 11
Аварыя	Літва 30Л Г0СТ	ДДАЕУ	
Класіфікацыйны код			

52.01.033012.000

1. Задыркі зачышчаць  
 2. Матэрыял-злучэньні Сталь 45 Г0СТ 1050-78  
 3. \*Памеры для дадавак

52.01.033012.000			
Назва	Косінка	Лічбавы нумар	012 21
Аварыя	45 Г0СТ 1050-78	ДДАЕУ	
Класіфікацыйны код	40 Г0СТ 1050-78		



**Показники економічної ефективності від використання  
тягово-привідного агрегату**

Показники	Базова модель	Експериментальна
Витрати праці, люд. год/га	0,135	0,095
Прямі експлуатаційні витрати, грн/га	157	111,3
в т.ч.		
відрахування на реновацію, грн/га	7,42	5,55
відрахування на капітальний ремонт, грн/га	1,47	1,03
відрахування на поточний ремонт, ТО та зберігання, грн/га	8,94	6,58
витрати на заробітну платню, грн/га	6,48	4,57
питомі витрати на паливно-мастильні матеріали, грн/га	132,7	93,6
Питомі капіталовкладення, грн/га	45	33,3
Приведені питомі витрати, грн/га	163,7	116,2
Зниження витрат праці, %	29,52	
Зниження експлуатаційних витрат, %	29,1	
Додаткові капітальні вкладення, грн	55282	
Економія експлуатаційних витрат, грн	215932	
Річний економічний ефект, грн	224437	
Строк окупності додаткових вкладень, років	0,25	

