

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ ТА БЕЗПЕКИ ВИРОБНИЦТВА

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**першого (бакалаврського) рівня вищої освіти**

на тему: *“Підвищення ефективності процесу внесення твердих мінеральних добрив в умовах малого приватного підприємства «Обрій» Стрийського району Львівської області із удосконаленням розсіювальних робочих органів розкидача мінеральних добрив UNIA RCW 12000”*

Виконав: студент групи *Aін-41*

Спеціальності 208 "Агроінженерія".

(шифр і назва)

*Тхір Руслан Андрійович*

---

(Прізвище та ініціали)

Керівник:

*Тимочко В. О.*

(Прізвище та ініціали)

Рецензент: \_\_\_\_\_

(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ ТА БЕЗПЕКИ ВИРОБНИЦТВА

Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти  
Спеціальність: 208 "Агроінженерія".

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри УПБВ

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**  
**СТУДЕНТА**

*Тхора Руслана Андрійовича*  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту “ Підвищення ефективності процесу внесення твердих мінеральних добрив в умовах малого приватного підприємства «Обрій» Стрийського району Львівської області із удосконаленням розсіювальних робочих органів розкидача мінеральних добрив UNIA RCW 12000”

керівник Тимочко Василь Олегович, к.т.н., доцент  
( прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом Львівського ЛНУП № 453/к-с від 30.12. 2022 р.

2. Термін подання студентом проекту \_\_\_\_\_  
3. Вихідні дані до проекту 1. Технології внесення мінеральних добрив; 2. Наявний склад машино-тракторного парку приватного підприємства «Обрій»; 3. Стан безпеки та охорони довкілля у господарстві.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ; 1. Характеристика господарства; 2. Механіко-технологічні передумови розробки пневмодієтивного розсіювального робочого органу машин для внесення твердих мінеральних добрив; 3. Розрахунок основних конструктивних параметрів пневмодієтивного розсіювального робочого органу; 4. Охорона праці; 5. Охорона довкілля. 6. Розрахунок економічної ефективності від удосконалення розкидача твердих мінеральних добрив. Висновки та пропозиції. Бібліографічний список.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) 1. Операційна карта (А1); 2. Загальний вигляд розкидача; 3. Складальне креслення вентилятора (А1); 4. Робочі креслення деталей (А1); 5. Економічна ефективність (А1)..

## 6. Консультанти розділів

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Городецький І.М. доцент		
5			

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Розробка розділу «Характеристика господарства»</i>	26.01.23 25.02.23	
2	<i>Розробка розділу «Структурно-функціональний аналіз процесу зварювання металопластикових виробів»</i>	26.02.23- 27.03.23	
3	<i>Розробка розділу «Механіко-технологічні передумови розробки пневмодіцентрального розсіювального робочого органу машин для внесення твердих мінеральних добрив»</i>	28.03.23- 29.04.23	
4	<i>Розробка розділу «Розрахунок основних конструктивних параметрів пневмодіцентрального розсіювального робочого органу»</i>	29.04.23- 10.05.23	
	<i>Розробка розділу «Охорона праці»</i>	15.05.23- 20.05.23	
	<i>Розробка розділу «Охорона довкілля»</i>	25.05.23- 30.05.23	
	<i>Розробка розділу «Розрахунок економічної ефективності від удосконалення розкидача твердих мінеральних добрив»</i>	1.06.23- 5.06.23	
5	<i>Розробка графічної частини</i>	7.06.23 15.06.23	
6	<i>Завершення проєкту</i>	15.06.23- 16.6.23	

Студент \_\_\_\_\_

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_

(підпис)

(прізвище та ініціали)

УДК 631.386.275

Кваліфікаційна робота. 51 с. текст. частини, 4 рис., 5 таблиць, 5 аркушів формату А1, 15 літературних джерел.

Підвищення ефективності процесу внесення твердих мінеральних добрив в умовах малого приватного підприємства «Обрій» Стрийського району Львівської області із удосконаленням розсіювальних робочих органів розкидача мінеральних добрив UNIA RCW 12000. Тхір Р. А. – Дипломний проєкт. Львівський НУП, 2023.

Виконано аналіз господарської діяльності малого приватного підприємства «Обрій» Стрийського району Львівської області. Охарактеризовано операційну систему процесу внесення твердих мінеральних добрив.

Проаналізовані способи внесення мінеральних добрив та обґрунтовано агротехнічні вимоги до процесу. Розроблено операційну карту внесення твердих мінеральних добрив.

Виконано аналіз конструктивних особливостей розсіювальних робочих органів розкидача мінеральних добрив та розроблено конструкцію вентилятора для рівномірного внесення твердих мінеральних добрив.

Розроблено заходи з охорони праці та охорони довкілля в господарстві. Обґрунтовано економічний ефект від впровадження конструктивної розробки.

## ЗМІСТ

	ВСТУП	8
1	ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА	9
1.1	Загальні відомості	9
1.2	Землекористування та структура посівних площ	9
1.3	Аналіз складу МТП	10
1.4	Класифікація машин для підготовки і внесення добрив	13
	Висновки	13
2	МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ РОЗРОБКИ ПНЕВМОВІДЦЕНТРОВОГО РОЗСІЮВАЛЬНОГО РОБОЧОГО ОРГАНА МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ	15
2.1	Аналіз технологій внесення твердих мінеральних добрив	15
2.2	Розрахунок операційної карти внесення твердих мінеральних добрив	16
	Висновки	25
3	РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПНЕВМОВІДЦЕНТРОВОГО РОЗСІЮВАЛЬНОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ	26
3.1	Агротехнічні і експлуатаційні вимоги до машин для внесення твердих мінеральних добрив	26
3.2	Обґрунтування конструкції та функціональної схеми пневмовідцентрового розсіювального робочого органу	27
3.3	Розрахунок та обґрунтування основних конструктивних параметрів	29
3.4	Розробка карти технологічної наладки розкидача мінеральних добрив <i>UNIA RCW 12000</i>	31

3.4.1	Перевірка комплектності і технічного стану <i>UNIA RCW 12000</i>	31
3.4.2	Підготовка трактора <i>CLAAS ARION 640C</i> до роботи	32
3.4.3	Підготовка розкидача <i>UNIA RCW 12000</i> до роботи	33
	Висновки	33
4	ОХОРОНА ПРАЦІ	35
4.1	Аналіз травмонебезпечних факторів у процесі розкидання мінеральних добрив	35
4.2	Розроблення моделей травмонебезпечних та аварійних ситуацій під час розкидання мінеральних добрив	36
4.3	Техніка безпеки при застосуванні різних видів мінеральних добрив	38
	Висновки	42
5.	ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ	40
5.1	Охорона та раціональне використання ґрунтів	40
5.2	Охорона та ефективне використання водних ресурсів	41
5.3	Охорона атмосферного повітря	41
5.4	Зберігання і використання паливно-мастильних матеріалів	42
6.	РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІД УДОСКОНАЛЕННЯ РОЗКИДАЧА ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ	44
	Висновки	47
	ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ	48
	БІБЛЮГРАФІЧНИЙ СПИСОК	50

## ВСТУП

Отримання високих врожаїв сільськогосподарських культур є неможливим без виконання якісного внесення мінеральних добрив. Якість внесення мінеральних добрив визначається рівномірністю їх внесення та ступенем дотримання заданих норм внесення на один гектар.

Добрива мають різне призначення, якому відповідає своя технологія внесення, певний комплекс машин. Виконання вимог і завдань якісного внесення мінеральних добрив можливе лише за умови правильного вибору технології та підбору машин, які забезпечують високу якість і найбільшу продуктивність.

З метою охорони біосфери від забруднення мінеральними добривами і збільшення ефективності їх використання спеціалістам сільського господарства потрібно: використовувати прогресивну систему удобрення; суворо дотримуватися норми внесення добрив; ширше використовувати дрібне, локальне їх внесення; нітратні форми добрив вносити в ґрунт навесні; не залишати на полях невикористані добрива; не вносити добрива в водоохоронних зонах; поєднувати використання добрив з прогресивними агротехнічними методами.

Серйозним недоліком всіх розкидачів відцентрового типу є надзвичайно висока нерівномірність розкидання добрив по площі поля, яка, навіть в ідеальних умовах машино дослідних станцій рідко вкладається в межі 20-25%. Розкидач мінеральних добрив – відносно дорога сільськогосподарська машина. Проте, вартість добрив, які він розкидає протягом багатьох років, в багато разів перевищує його ціну. Тому потрібно вдосконалювати розкидачі мінеральних добрив на рівномірність внесення добрив у ґрунт.

Тому метою дипломного проекту є розробка операційної системи внесення твердих мінеральних добрив в малому приватному підприємству «Обрій» та обґрунтування удосконалення конструкції розсіювальних робочих органів розкидача мінеральних добрив.

## РОЗДІЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА

### 1.1 Загальні відомості

Мале приватне підприємство «Обрій» розташована у селі Подорожне Стрийського району Львівської області. Відстань від центру садиби підприємства до районного центру м. Стрий - 18 км, а до обласного центру м. Львів - 93 км.

Підприємство займається виробництвом зерно-бобових та технічних культур. Пункти реалізації продукції знаходяться в м. Львів та м. Стрий. Дороги, які з'єднують підприємство з базами постачання матеріально-технічних ресурсів та пунктами реалізації мають асфальтне покриття. Таким чином, підприємство має вигідне географічне місце розташування.

Середня кількість працюючих підприємства становить 58 чоловік. До складу підприємства входить механізований загін, пункт первинної переробки продукції, ремонтна майстерня та автопарк.

### 1.2. Землекористування та структура посівних площ

Загальна площа сільськогосподарських угідь підприємства у 2022 році становила 3275 га, з них рілля займає 3275 га. Рівень розораності становить 100%. Структура посівних площ підприємства подана у (табл. 1.1).

Таблиця 1.1.- Структура посівних площ

Культура	Площа	В % до площі ріллі
Кукурудза на зерно	1828	55,8
Соя	800	24,4
Соняшник	647	19,8
Всього	3275	100

Проаналізуємо структуру посівних площ за (таблицею 1.1.) . Найбільша площа ріллі господарства відведена під вирощування



кукурудзи на зерно - 1828 га, що становить 55,8 % у структурі посівних площ. Окрім кукурудзи на зерно підприємство вирощує сою на площі 800 га та соняшник на площі 647 га, що становить відповідно 24,4 та 19,8 % у структурі посівних площ..

Впродовж останніх років врожайність культур знаходиться на високому рівні табл.1.2.

Таблиця 1.2.- Виробництво та врожайність сільськогосподарських культур

Культура	Виробництво, т.	Врожайність, т/га
Кукурудза на зерно	16450	8,9
Соя	3018	3,8
Соняшник	1810	2,8
Всього	21278	6,5

Як бачимо, найбільшу врожайність має кукурудза на зерно – 8,9 т/га. Соя має врожайність 3,8 т/га, а соняшник 2,8 т/га.

### 1.3 Аналіз складу МТП

Важливу роль у веденні сільськогосподарського виробництва відіграє машинно-тракторний парк. Машинно-тракторний парк малого приватного підприємства «Обрій» складається із потужних сучасних тракторів та іншою сучасної сільськогосподарської техніки, що дозволяє виконувати сільськогосподарські операції в задані агротехнічні строки, зменшити ручну працю, підвищувати врожайність сільськогосподарських культур.

Дані щодо забезпечення господарства тракторами показано в табл. 1.3.

Таблиця 1.3. - Склад тракторного та автомобільного парку господарства

№ п/п	Назва	Марка	Кількість
1	Трактор	FEND 936	2
2	Трактор	JohnDeere 9510R	2
3	Трактор	CLAAS ARION 640C	1
4	Трактор	MT3-892	2
5	Автомобіль	Renaut DUSTER	2
6	Автомобіль	ГАЗ 5312	2
	Всього		11

Як бачимо, у господарстві використовуються 7 одиниць тракторів. З них 2 трактори *FEND 936*, 2 трактори *JohnDeere 9510R*, 1 трактор *CLAAS ARION 640C* та 2 трактори *MT3-892*. Хоча парк тракторів є не багато чисельним, однак більшість тракторів є новими та сучасними.

Наявний склад сільськогосподарських машин наведено у (табл.1.4).

Таблиця 1.4 - Склад парку сільськогосподарських машин

N n/n	Назва сільськогосподарської машини	Марка	Кількість
1	2	3	4
1	Бочка	РЖТ-10	1
2	Важка дискова борона	Amazone Certos 6001-2TX	2
3	Візок жнивний універсальний	ТЖУ 10.000	3
4	Дискова борона	Amazone Catros 12003-2TS	1
5	Жатка	V750 VARIO	1

Продовження табл.1.4

1	2	3	4
6	Жатка	V900 VARIO	1
7	Жатка кукурудзяна	MS-SC 1600B	1
8	Жниварка для збирання соняшнику	Sunspeed 16-70	2
9	Зерновий причеп	J&M GC31t	1
10	Зерновий причеп	J&M моделі GC24t-1	1
11	Лісовий тиллер (фреза)		1
129	Напівпричіп-самоскид 3-х осьовий	BODEX KIS 3W-S	1
10	Напівпричіп-цистерна	KassbohrerKotte STN30/1	1
11	Розкидач мінеральних добрив	UNIA RCW 12000	8
12	Сівалка	Horch Pronto 8SW	2
13	Сівалка точного висіву з центральним приводом	JohnDeere DB55	1
14	Комбайн зернозбиральний	CLAAS LEXION 660	1
15	Комбайн зернозбиральний в к-ті з жаткою та ріпаковим столом	CLAAS LEXION 760	1
16	Автонавантажувач телескопічний	JCB 531-70	1
17	Обприскувач	John Deere 4730	2

Аналізуючи склад МТП в малому приватному підприємстві «Обрій» можна зробити висновок, що він укомплектований необхідною кількістю тракторів і сільськогосподарських машин для виконання усього комплексу

робіт у рослинництві для вирощування зернових та зернобобових сільськогосподарських культур, на яких спеціалізується господарство.

#### **1.4 Класифікація машин для підготовки і внесення добрив**

Машини для внесення добрив класифікують за видом добрив, які вносять, способом внесення добрив, призначенням, способом агрегування та кількістю виконуваних операцій.

За видом добрив, які вносять, розрізняють машини для внесення органічних і мінеральних добрив. Відповідно до способів внесення добрив машини поділяють на три групи:

- розкидні машини для поверхневого внесення (розкидання) добрив — тукові сівалки і розкидачі;
- комбіновані сівалки і садильні машини для внесення добрив під час сівби;
- машини для сухого і рідкого підживлення рослин — культиватори рослинопідживлювачі тощо.

За призначенням машини бувають для:

- підготовки і внесення мінеральних добрив;
- внесення порошкоподібних добрив;
- приготування органічних добрив;
- внесення у ґрунт органічних добрив;
- транспортування і внесення рідких комплексних добрив (РКД) і рідкого аміаку.

За способом агрегування машини поділяють на : самохідні, причіпні, начіпні та напівначіпні.

За кількістю виконуваних операцій бувають машини для внесення добрив і комбіновані агрегати.

#### **Висновки**

1. Мале приватне підприємство «Обрій» розташоване у вигідній економічній зоні. Близькість обласного та районного центрів дає змогу

розвивати як рослинницьку, так і тваринницьку галузі виробництва. Природно-економічні умови господарства сприяють для вирощування і отримання високих врожаїв зернобобових та олійних культур. У структурі посівних площ кукурудза на зерно становлять понад 55%, соя 24%, а соняшник понад 19%.

2. Машинно-тракторний парк господарства складається із потужних сучасних тракторів та іншою сучасної сільськогосподарської техніки, що дозволяє виконувати сільськогосподарські операції в задані агротехнічні строки, зменшити ручну працю, підвищувати врожайність сільськогосподарських культур.

3. Значні втрати врожайності сільськогосподарських культур відбуваються через нерівномірне внесення мінеральних добрив. Підвищити ефективність процесу можна за рахунок удосконалення його організації та конструкції розкидача мінеральних добрив.

## **РОЗДІЛ 2. МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ РОЗРОБКИ ПНЕВМОВІДЦЕНТРОВОГО РОЗСІЮВАЛЬНОГО РОБОЧОГО ОРГАНА МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ**

### **2.1 Аналіз технологій внесення твердих мінеральних добрив**

Способи внесення мінеральних добрив визначаються агротехнікою вирощування сільськогосподарських культур. Залежно від періоду вегетації сільськогосподарських культур розрізняють передпосівний, припосівний і післяпосівний (підживлення) способи внесення мінеральних добрив.

Передпосівний спосіб внесення мінеральних добрив застосовують для внесення основної маси добрив. Його ще називають основним, суцільним або розкидним способом внесення мінеральних добрив. Рівномірно розкидані по полю мінеральні добрива загортають у ґрунт на глибину до 10...20 см за допомогою оранки або культивації [2].

Припосівний спосіб внесення мінеральних добрив полягає у внесенні їх одночасно з посівом. Вносять мінеральні добрива у ґрунт разом із насінням або поблизу нього. Найчастіше застосовують припосівне внутрішньо-ґрунтове внесення стрічками, рядками і гніздами у ґрунт мінеральних добрив. Це дає змогу ефективніше використовувати мінеральні добрива при менших нормах внесення, запобігти змивання мінеральних добрив водами, покращити керування розвитком рослин [2].

Післяпосівний спосіб внесення мінеральних добрив виконують з метою підживлення сільськогосподарських культур під час вегетації. Вносять мінеральні добрива одночасно з культивацією міжрядь або для сільськогосподарських культур суцільного висіву наземними висівними агрегатами. Для пересування наземних висівних агрегатів під час сівби утворюють технологічну колію, яку використовують для внесення добрив.

При підвищеній вологості ґрунту за несприятливих умов прохідності для внесення мінеральних добрив застосовують авіацію.

Для виконання всіх операцій технологічного процесу внесення мінеральних добрив використовують технологічні комплекси машин. Залежно від виду мінеральних добрив, відстані від складу, де зберігаються мінеральні добрива, до поля і наявного набору машин застосовують прямо-струминну, перевантажувальну і перевалочну технології внесення добрив [2].

За прямо-струминної технології мінеральні добрива завантажують на складі у розкидач. Розкидач транспортує мінеральні добрива до поля і вносить у ґрунт.

Перевантажувальна технологія полягає у тому, що мінеральні добрива із складу завантажують у транспортні засоби та вивозять у поле. Там їх перевантажують у розкидач мінеральних добрив і ним вносять у ґрунт.

За перевалочної технології добрива із складу вивозять у поле і там вивантажують у насипом у купи або в пересувні місткості. У задані агротехнікою терміни добрива з куп або пересувних місткостей завантажують у розкидачі, які вносять їх у ґрунт.

## **2.2. Розрахунок операційної карти внесення твердих мінеральних добрив**

Вихідні дані для розрахунку:

Сільськогосподарська операція: внесення твердих мінеральних добрив.

1. Марка трактора: *CLAAS ARION 640C*;
2. Марка сільськогосподарської машини: *UNIA RCW 12000*;
3. Кількість машини в агрегаті: 1шт;
4. Довжина до поля:  $L=1000\text{м}$ ;
5. Ширина поля:  $C=400\text{м}$ ;
6. Робоча швидкість агрегату:  $V_p=9\text{ км/год}$ ;

### 7. Характеристики трактора: *CLAAS ARION 640C*:

Об'єм двигуна/потужність	л/к.с.	6,7/155
Інтервал заміни мастила	мото/ГОД	500
Кількість передач	шт.	24 п.х/24 з.х
Максимальна швидкість	км/ГОД	40
Частота обертання ВОМ	об/хв	540/1000
Фронтальний ВОМ (опція)	об/хв	1000
Продуктивність гідронасоса	л/хв	110
Робочий тиск	бар	200
Максимальна кількість керованих агрегатів	шт.	5
Макс. підйомне зусилля навіски	кг	8000
Вага	т	6,3

### 8. Характеристики розкидача *UNIA RCW 12000*

Місткість кузова: 12000 л

Робочая ширина розкидання для гранульованих добрив: 15-48 м

Загальна ширина: 2850 мм

Загальна висота: 2900 мм

Загальна довжина: 7100 мм

Шини: 650 / 73R32

Потреба потужності: 130-170 к.с.

#### 9. Агронормативи і допуски при внесенні мінеральних добрив:

9.1 Допустиме відхилення від заданої норми внесення:  $\pm 10\%$ .

9.2 Нерівномірність розподілу добрив:  $\pm 15\%$ .

9.3 Відхилення від заданої ширини розкидання добрив:  $\pm 10\%$ .

9.4 Зона перекриття між суміжними проходами:  $\pm 0,5$  м.

9.5 Розрив між внесенням і зароблянням, не більше: 2 год.



9.6 Допустимий діапазон робочих швидкостей: 7-12 км/год.

Для даної операції вибираємо човниковий з петльовим способом руху агрегату в загоні.

Визначаємо кінематичні показники агрегату [2].

а) мінімальний радіус повороту агрегату

$$R = R_o * K_R, \quad (2.1)$$

Де  $R_o$  – радіус повороту при швидкості руху агрегату 5 км/год,  $R_o = 6$  м;

$K_R$  – коефіцієнт пропорційності,  $K_R = 1,42$ ;

Підставивши дані у формулу (2.1) отримаємо

$$R = 6 * 1,42 = 8,52 \text{ м}$$

б) кінематичну довжину агрегату визначаємо за формулою:

$$L_K = L_M + L_{Tp}, \quad (2.2)$$

де  $L_M$  - кінематична довжина машини,  $L_M = 5,35$  м;

$L_{Tp}$  - кінематична довжина трактора,  $L_{Tp} = 2,45$  м.

Підставивши дані у формулу (2.2) одержимо:

$$L_K = 2,45 + 5,35 = 7,8 \text{ м}$$

в) кінематична ширина агрегату визначається за формулою:

$$d_K = \frac{B_K}{2} \quad (2.3)$$

де  $B_K$  – конструктивна ширина розкидача,  $B_K = 2,15$  м.

Підставивши дані у формулу (2.3) отримаємо:

$$d_K = \frac{2,15}{2} = 1,07 \text{ м} .$$

г) довжину виїзду розкидача визначаємо із формули:

$$e = (0,4 \dots 0,7) l_K, \quad (2.4)$$

де  $l_K$  - кінематична довжина розкидача

Підставивши дані у формулу (2.4) отримаємо:

$$e = 0,4 * 7,8 = 3,1 \text{ м}$$

Приймаємо 4 м.

д) мінімальну ширину поворотної смуги:

$$E_{min}=1.1R+e+d_K, \quad (2.5)$$

де  $R$  – радіус повороту агрегату,  $м$

$e$  – довжина виїзду агрегату,  $м$

$d_K$  - кінематична ширина агрегату,  $м$

Підставивши дані у формулу (2.5) отримаємо:

$$E_{min}=1.1*8.52+4+1.07=14.44м.$$

Прийmemo кратне 20  $м$ .

е) фактична ширина поворотної смуги:

$$E=z*B_K, \quad (2.6)$$

де  $z$  – найменше з можливих ціле число, яке визначається шляхом ділення  $E_{min}$  на  $B_K$  із заокругленням значення в більшу сторону.

$B_K$  - конструктивна ширина агрегату,  $м$ :

$$z = \frac{E_{min}}{B_K} \quad (2.7)$$

Підставивши дані у формулу (2.7) отримаємо:

$$z = \frac{20}{1.07} = 18.7,$$

Прийmemo  $z=19$ .

Підставивши дані у формулу (2.6) отримаємо:

$$E=19*1.07=20,3 м$$

Прийmemo 20  $м$ .

є) довжина робочого ходу:

$$L_p=L-2E \quad (2.8)$$

де  $L$  – довжина поля,  $м$ ;

$E$  – фактична ширина поворотної смуги,  $м$ .

Підставивши дані у формулу (2.8) отримаємо:

$$L_p=1000-2*20=960м$$

ж) довжина холостого повороту:

$$l_x=(3.2...4.0)R+2e \quad (2.9)$$

де  $R$  – мінімальний радіус повороту агрегату,  $м$ ;

$e$  – довжина виїзду агрегату.

Підставивши дані у формулу (2.10) отримаємо:

$$l_x = 4 * 8.52 + 2 * 4 = 42,08 \text{ м}$$

Прийmemo  $l_x = 43 \text{ м}$ .

з) кількість холостих і робочих ходів визначаємо за формулами:

$$n_x = \frac{C}{B_K} - 1 \quad , \quad (2.10)$$

$$n_p = \frac{C}{B_K} \quad , \quad (2.11)$$

де  $c$  – ширина поля, м;

$B_p$  – робоча ширина агрегату,  $B_p = 20 \text{ м}$ .

Підставивши дані у формули (2.10) і (2.11) отримаємо:

$$n_x = \frac{400}{20} - 1 = 19,$$

$$n_p = \frac{400}{20} = 20.$$

3. Визначаємо показники роботи агрегатів на полі:

а) коефіцієнт робочих ходів розкидача

$$\gamma = \frac{L_p * n_p}{L_p * n_p + l_x * n_x} \quad , \quad (2.12)$$

де  $L_p$  – довжина робочого ходу, м;

$n_p$  – кількість робочих ходів;

$l_x$  – довжина холостого повороту, м;

$n_x$  – кількість холостих ходів.

Підставивши дані у формулу (2.13) отримаємо:

$$\gamma = \frac{960 * 20}{960 * 20 + 43 * 19} = 0.96.$$

б) тривалість циклу роботи агрегату на загоні:

$$t_{ц} = t_{pu} + t_{xu} + t_{ou} = \frac{2L_p}{V_p 60} + \frac{2L_x}{V_x 60} + \frac{2L_p}{L_{ТТХ}} t_{oc} \quad (2.13)$$

де  $t_{pu}, t_{xu}, t_{ou}$  – затрати часу за цикл відповідно на робочий цикл, повороти і технологічні зупинки;

$L_p$  – довжина робочого ходу, м;

$l_x$  – довжина холостого повороту, м;

$V_p$  – робоча швидкість агрегату,  $V_p=9 \text{ км/год}=2,5 \text{ м/с}$ ;

$V_x$  – швидкість руху агрегату на поворотах,  $V_x=5 \text{ км/год}=1,38 \text{ м/с}$ ;

$L_{tex}$  – довжина шляху агрегату в робочому положенні між двома послідовними заправками технологічної ємкості.

в) затрати праці за цикл на робочий хід:

$$t_{pu} = \frac{2L_p}{V_p \cdot 60} \quad (2.14)$$

Підставивши дані у формулу (2.14) отримаємо:

$$t_{pu} = \frac{2 \cdot 960}{2,5 \cdot 60} = 12,8 \text{ хв}$$

Г) затрати часу за цикл на повороти

$$t_{xu} = \frac{2L_x}{V_x \cdot 60} \quad (2.15)$$

Підставивши дані у формулу (2.15) отримаємо:

$$t_{xu} = \frac{2 \cdot 43}{1,38 \cdot 60} = 1,04 \text{ хв}$$

Отримані результати із формул (2.14, 2.15.) запишемо у формулу (2.13) отримаємо:

$$t_u = 12,8 + 1,04 = 13,8 \text{ хв}$$

є) кількість циклів роботи агрегату за зміну:

$$n_u = \frac{T_{cm} - T_{nz} - T_{отл}}{t_{ц}} \quad (2.16)$$

де  $T_{cm}$  – тривалість часу зміни,  $T_{cm}=420 \text{ хв}$ ;

$T_{nz}$  – підготовчо заключний час, хв.

$$T_{nz} = T_{ЕТО} + T_{ПП} + T_{ПНК} + T_{ПН} \quad , \quad (2.17)$$

де  $T_{ЕТО}$  – час на технічне обслуговування трактора і с-г машини,  
 $T_{ЕТО}=45xв$ ;

$T_{ПШ}$  – час на підготовку агрегату до переїзду,  $xв$ .;

$T_{ПНК}$  – час на переїзди на початку і в кінці зміни,  $xв$ .;

$T_{ПН}$  – час на одержання наряду і здача роботи,  $xв$ .;

$T_{ОП}$  – час регламентованих внутрішніх перерв на відпочинок,  $xв$ .

Нормативні станції використовують такі значення елементів підготовчо-заключного часу [12] :

$$T_{ПШ}=5xв; T_{ПНК}=30xв; T_{ПН}=5xв; T_{ОП}=25...40xв$$

Підставивши дані у формулу (2.17) отримаємо:

$$T_{нз}=45+5+40+5=95xв$$

Підставивши дані у формулу (2.16) отримаємо:

$$n_{\delta} = \frac{420 - 95 - 32}{13.8} = 21.2.$$

Приймаємо 22.

Ж) чистий робочий час за зміну:

$$T_p = t_{pc} * n_{ц} \quad (2.18)$$

де  $t_{pc}$  – затрати часу за цикл на робочий хід,  $xв$ .;

$n_{ц}$  - кількість циклів роботи агрегату за зміну.

Підставивши дані у формулу (2.18) отримаємо:

$$T_p = 13.8 * 22 = 281xв = 4.6 год.$$

З) дійсний час зміни

$$T_{ед} = t_{ц} n_{ц} + T_{ПЗ} + T_{ОП} \quad (2.19)$$

де  $t_{ц}$  – тривалість циклу роботи агрегату на загоні,  $xв$ .;

$n_{ц}$  – кількість циклів агрегату за зміну;

$T_{ПЗ}$  - підготовчо-заключний час,  $xв$

$T_{ОП}$  - час регламентованих внутрішніх перерв на відпочинок,  $xв$ .

Підставивши дані у формулу (2.19) отримаємо:

$$T_{ед} = 13.8 * 22 + 95 + 40 = 416xв$$

коефіцієнт використання часу зміни

$$\tau = \frac{T_p}{T_{\text{ед}}} \quad (2.20)$$

де  $T_p$  – чистий робочий час за зміну, *хв.*;

$T_{\text{ед}}$  – дійсний час зміни, *хв.*

Підставивши дані у формулу (2.20) отримаємо:

$$\tau = \frac{281}{416} = 0,68$$

продуктивність агрегату за зміну

$$W_{3M} = 0,1 * B_p * V_p * T_p \quad , \quad (2.21)$$

де  $B_p$  – робоча ширина агрегату, *м*;

$V_p$  – робоча швидкість;

$T_p$  – чистий робочий час за зміну, *год.*

Підставивши дані у формулу (2.21) отримаємо:

$$W_{3M} = 0,1 * 20 * 9 * 4,6 = 82,8 \text{ га/зМ}$$

Визначаємо експлуатаційні затрати при роботі агрегату:

Погектарна витрата палива:

$$Q = \frac{G_{TP} T_p + G_{TX} T_x + G_{TO} T_o}{W_{3M}} \quad (2.22)$$

де  $G_{TP}$ ,  $G_{TX}$ ,  $G_{TO}$  – середня годинна витрата палива, *кг/год*, відповідно при робочому ході, при холостому русі і при зупинках трактора з працюючим двигуном;

$T_x$  – загальний час на повороти і переїзди, *год*:

$$T_x = t_{xu} * n_u + T_{omn} \quad (2.23)$$

Підставивши дані у формулу (2.23) отримаємо:

$$T_x = 1,04 * 22 + 40 = 63 \text{ хв} = 1,05 \text{ год}$$

$T_o$  – час на зупинки з працюючим двигуном за зміну, *год*.

$$T_o = t_{ou} n_u + T_{omn} + 0,5 * T_{Emo} + T_{nn} + T_{nn} \quad (2.24)$$

де  $t_{ou}$  – затрати часу за цикл на технологічні зупинки;

$n_u$  – кількість циклів роботи агрегату за зміну;

$T_{omn}$  – час регламентованих внутрішніх перерв на відпочинок, *хв.*;

$T_{Emo}$  – час на технічне обслуговування трактора і с-г машини, хв;

$T_{nn}$  – час на підготовку агрегату до переїду, хв.;

$T_{nn}$  – час на одержання наряду і здача роботи, хв.

Підставивши дані у формулу (2.24) отримаємо:

$$T_o = 22 * 3 + 40 + 0,5 * 45 + 5 + 5 = 138,5 \text{ хв} = 2,3 \text{ год}$$

Підставивши дані у формулу (2.22) отримаємо: 79,6 10,5 17,3

$$Q = \frac{17,3 * 4,6 + 10 * 1,05 + 7,5 * 2,3}{82,8} = 1,29 \text{ кг / га}$$

Затрати праці на одиницю виконаної роботи

$$H = \frac{m * T_{cg}}{W_{3M}} \quad (2.25)$$

Де  $m$  – загальна кількість робітників, що обслуговують агрегат;

$T_{cd}$  – дійсний час зміни, хв.

Підставивши дані у формулу (2.25) отримаємо:

$$H = \frac{1 * 7,2}{82,8} = 0,09 \frac{\text{люд.год}}{\text{га}}$$

Затрати праці на одиницю роботи:

$$A = \frac{R_{ar} V_P T_P}{W_{3M}} \quad (2.26)$$

$R_{ar}$  – тяговий опір розкидача, кН.;

$V_P$  – робоча швидкість агрегату, км/год;

$T_P$  – чистий робочий час за зміну, хв.;

$W_{3M}$  – продуктивність агрегату за зміну.

Підставивши дані у формулу (2.26) отримаємо:

$$A = \frac{115,87 * 9 * 4,6}{82,8} = 57,5 \frac{\text{кВт.год}}{\text{га}}$$

На підставі виконаних розрахунків розроблено операційну карту на внесення твердих мінеральних добрив агрегатом в складі трактора *CLAAS ARION 640C* і розкидача *UNIA RCW 12000* (аркуш 2 ).

На карті наведено: вихідні дані, кінематичну схему машинно-тракторного агрегату, техніко-економічні показники роботи розкидача, схему руху розкидача на полі, порядок підготовки агрегату до роботи, та вимоги техніки безпеки під час роботи розкидача на полі.

### **Висновки**

1. У розділі проаналізовано чинні технології внесення твердих мінеральних добрив, а також обґрунтовано найбільш раціональну систему для умов покращення внесення твердих мінеральних добрив у господарстві.
2. Розраховано операційну карту по внесенню твердих мінеральних добрив в складі трактора *CLAAS ARION 640C* і розкидача *UNIA RCW 12000*, яка дає нам змогу знизити затрати на їх використання.
3. Визначена змінна продуктивність розкидача мінеральних добрив, яка становить 82,8 га/зм.



## **РОЗДІЛ 3 РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПНЕВМОВІДЦЕНТРОВОГО РОЗСІЮВАЛЬНОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ**

### **3.1 Агротехнічні і експлуатаційні вимоги до машин для внесення твердих мінеральних добрив**

Нерівномірність розподілення твердих мінеральних добрив по поверхні поля є одним з основних показників, що характеризують якість їх внесення. Нерівномірний розподіл мінеральних добрив по полю призводить до нерівномірного розвитку рослин, що спричиняє їх конкуренцію за поживними речовинами, недостатнім розвитком одних рослин через недостатнє живлення та полягання інших рослин за рахунок надмірної дози добрив.

Розподілення азотних добрив з нерівномірністю до 60...80% призводить до зниження врожайності зерна до 14,7% [5]. З урахуванням полягання рослин втрати через неякісне збирання врожаю можуть скласти понад 22% навіть при нерівномірності 30% [10].

Нерівномірне внесення твердих мінеральних добрив призводить до погіршення якості врожаю та забруднення навколишнього середовища за рахунок змиву добрив водами із поля. Тому створення високопродуктивних технологічних засобів для внесення твердих мінеральних добрив із низьким ступенем нерівномірності розподілу по полю є важливим завданням.

Згідно до агротехнічних вимог машини для поверхневого внесення твердих мінеральних добрив повинні забезпечувати їх внесення дозами в межах 100...1000 кг/га. Нерівномірність розподілення їх по поверхні поля має бути до 20%. Вапно має вноситися дозами 1500...10000 кг/га при нерівномірності розподілення також до 20%. Нерівномірність розподілення по ходу машини має бути до 10%, відхилення дози внесення – до 5%.

Машини для поверхневого внесення твердих мінеральних добрив повинні забезпечувати вказані показники при швидкості вітру до 3 м/с. Відхилення від заданої дози внесення добрив не повинні залежати від швидкості руху агрегату. Машини для поверхневого внесення твердих мінеральних добрив повинні забезпечувати вказані показники якості внесення на полях, нахил яких не перевищує  $8^\circ$ . При цьому добрива за вмістом масової доли води і гранулометричним складом мають відповідати вимогам державних стандартів [13]. Крім того, машини для внесення добрив не повинні пошкоджувати рослин.

### **3.2 Обґрунтування конструкції та функціональної схеми пневмовідцентрового розсіювального робочого органу**

Аналіз конструкцій сучасних машини для поверхневого внесення твердих мінеральних добрив із різними розсіювальними робочими органами дозволяє зробити висновок про те, що в умовах масового виробництва найбільш розповсюдженими є металеві розсіювальні робочі органи відцентрового типу.

Машини з відцентровими розсіювальними робочими органами володіють рядом переваг. Ці машини мають відносно просту конструкцію, високу надійність роботи, можуть вносити навіть вологі добрива. Цей фактор має важливе значення тому, що в Україні сільськогосподарські підприємства ще мало забезпечені складськими приміщеннями для збереження добрив. Більшість з них має високу гігроскопічність.

Але машинам з відцентровими розсіювальними робочими органами властивий недолік, що полягає у відносно високій нерівномірності внесення добрив. Застосування повітряного потоку під частинки добрив, які злітають з диска, уможливить зменшити різницю в дальності відлітання великих і дрібних гранул добрив. Цей потік також вплине на гранули, які при розгоні їх диском отримали малу швидкість сходу.

Тому є актуальним є удосконалення відцентрових розсіювальних робочих органів розкидача *UNIA RCW 12000* шляхом розробки дисково-вентиляторного пневмо-відцентрових розсіювальних робочих органів. Робочий орган розкидача *UNIA RCW 12000* має два диски, зверху на яких встановлено лопатки. Диски кріпляться до валів редуктора. До нижньої поверхні диска ми підводимо пневмопровід, який обладнаний напрямний козирком. Повітряний потік у пневмопроводі створює вентилятор, який змонтований попереду бункера.

Принцип роботи удосконалення наступний. Під час роботи машини добрива, що поступили на розсіювальний диск (див.рис. 3.1), розганяються його лопатками.

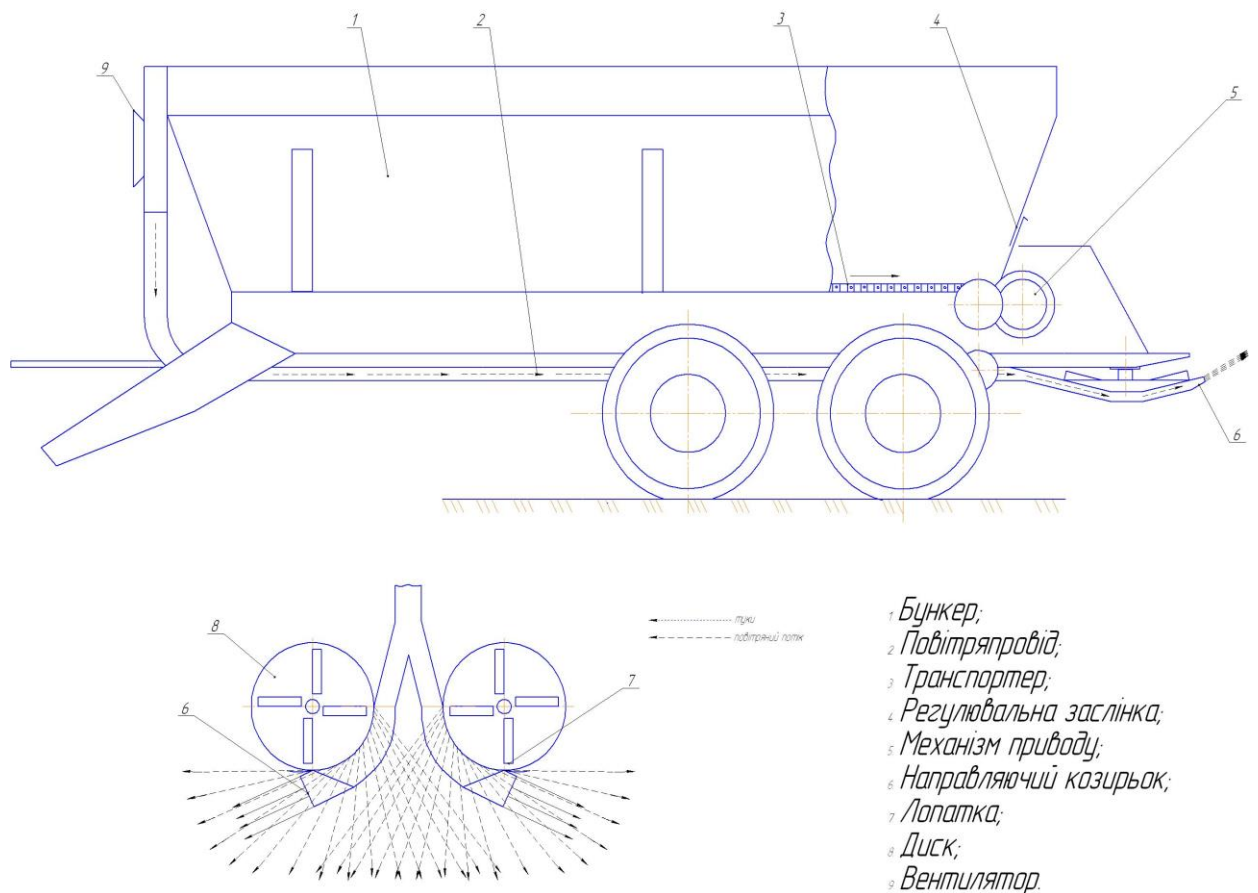


Рис. 3.1 Схема удосконаленого розкидача *UNIA RCW 12000*

Під дією відцентрових сил частинки добрив переміщуються вздовж лопаток до зовнішньої кромки диска. Маючи кінетичну енергію частинки добрив злітають з диску. Одночасно під ці частинки добрив, подається

повітряний потік. Таким чином, частинки добрив маючи кінематичну енергію від лопаток диска, транспортуються супутнім повітряним потоком і виносяться ним на периферійні зони ширини захвату.

Таким чином, потік повітря, який йде під частинки добрива вносяться їх на периферійні зони робочої ширини захвату. Та частина добрив, що злітає з диска поза межами повітряного потоку, висівається вздовж центральної частини ширини захвату лише за рахунок попереднього розгону розсіювальними лопатками.

### 3.3 Розрахунок та обґрунтування основних конструктивних параметрів

Розрахунок параметрів пневмовідцентрового розсіювальними робочими органами зводиться до визначення основних конструкторських розмірів радіального вентилятора.

Початкові дані для розрахунків:

Ширина пневмопровода  $a = 0.15$  м.

Швидкість повітря у пневмопроводі  $V_B = 30$  м/с.

Витрати повітря:

$$Q_B = V \cdot S = V_B \cdot a^2 = 30 \cdot 0.15^2 = 0.675 \frac{M^3}{c}. \quad (3.1)$$

$$\text{Повний напір} \quad H = H_D + H_{CT}, \quad (3.2)$$

де  $H_D$  – динамічний напір;  $H_{CT}$  – статичний напір.

$$H_D = \frac{\rho_v \cdot V_B^2}{2}, \quad (3.3)$$

де  $\rho_v$  – густина повітря  $\rho_v = 1.2$  кг/м<sup>3</sup>;

$$H_D = \frac{1.2 \cdot 30^2}{2} = 540 \frac{H}{M^2}.$$

$$H_{CT} = \sum_{i=1}^n \xi_i \cdot \frac{\rho_v \cdot V_B^2}{2}, \quad (3.4)$$

де  $\xi_i$  – коефіцієнт місцевих опорів;

$$\sum_{i=1}^n \xi_i = \xi_1 + \xi_2 + \xi_3 = 0.25 + 0.25 + 0.25 = 0.75;$$

$$H_{CT} = 0.75 \cdot \frac{1.2 \cdot 30^2}{2} = 405 \frac{H}{m^2}$$

$$H = 540 + 405 = 945 \text{ Н/м}^2.$$

Показник  $K$ , який характеризує втрати енергії повітряного потоку:

$$K = \sqrt{\frac{H_D}{H_D + H_{CT}}} = \sqrt{\frac{405}{945}} = 0.65. \quad (3.5)$$

Швидкість  $V_0$  всмоктувального повітря через вхідний отвір вентилятора

$$V_0 = 1.26 \cdot K \cdot \sqrt{H}; \quad (3.6)$$

$$V_0 = 1.26 \cdot 0.65 \cdot \sqrt{945} = 25.2 \frac{m}{c}.$$

Діаметр вхідного отвору:

$$d_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot Q_6}{\pi \cdot V_0}}; \quad (3.7)$$

$$d_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot 0.675}{3.14 \cdot 25.2}} = 0.13 \text{ м} = 130 \text{ мм}.$$

Внутрішній діаметр  $d_1$  колеса знаходимо із співвідношення:

$$d_0 = (1.0 \dots 1.3) d_1 \Rightarrow d_1 = \frac{d_0}{(1.0 \dots 1.3)}; \quad (3.8)$$

$$d_1 = \frac{0.13}{1.3} = 0.1 \text{ м} = 100 \text{ мм}.$$

Діаметр робочого колеса:

$$D = \frac{60 \cdot V}{\pi \cdot n}, \quad (3.9)$$

де  $n$  – частота обертання вентилятора;

$n = 1350$  об/хв.

$$D = \frac{60 \cdot 30}{3.14 \cdot 1350} = 0.43 \text{ м} = 430 \text{ мм.}$$

За отриманими даними вибираємо вентилятор:

$$\text{№5} \quad \eta_{\text{ккд}} = 0.7 \quad n = 1350 \text{ об/хв.} \quad D = 0.5 \text{ м.}$$

Знаходимо потужність, що споживається при робочому режимі.

$$N = \frac{\lambda \cdot \rho_e \cdot F \cdot U^3}{204}; \quad (3.10)$$

де  $F = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$  - характерна площа колеса;

$$F = \frac{3.14 \cdot 0.5^2}{4} = 0.2 \text{ м}^2;$$

$U$  – колова швидкість колеса по кінцям лопаток;

$$U = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60}; \quad (3.11)$$

$$U = \frac{3.14 \cdot 0.5 \cdot 1350}{60} = 35.3 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

$\lambda$  – коефіцієнт потужності  $\lambda = 0.08$  ;

$$N = \frac{0.08 \cdot 1.2 \cdot 0.2 \cdot 35.3^3}{204} = 4.14 \text{ кВт.}$$

Таким чином, потужність приводу вентилятора становить 4,14 кВт. Це свідчить про достатню потужність двигуна трактора *CLAAS ARION 640C* для приводу додаткового робочого органу, а саме вентилятора.

### **3.4 Розробка карти технологічної наладки розкидача мінеральних добрив *UNIA RCW 12000***

#### **3.4.1 Перевірка комплектності і технічного стану *UNIA RCW 12000***

Оглянути кузов з рамкою та перевірити наявність щілин та щілин. Значна частина добрив може розсипається на ґрунт під машину через щілини між привідним валом і бічними стінками транспортера, а також через щілини між привідними зірочками і днищем транспортера.

Верхні краї відбивних лопаток загострюють так, щоб сторона кута загострення лопатки утворювала з горизонталлю кут  $1... 10'$ . При цьому товщина кромки лопатки повинна бути в межах від 0,2 до 0,5 мм. Під час транспортування добрив розкидачем заслінка дозуючого пристрою повинна бути закрита. Розкидач повинен бути укомплектований, справний, змащений і відрегульований. Механізатору потрібно регулярно змащувати підшипники валів транспортера, інакше відбуватимуться часті поломки прутків транспортера.

Якість розсівання оцінюється за мірою рівномірності розподілу добрив по полю і по відхиленню фактичної норми внесення їх від заданої.

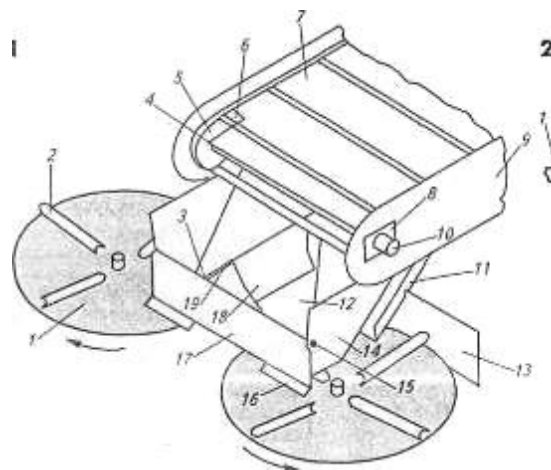


Рис. 3.2. – Робочий орган розкидання

1 – відцентровий диск; 2 – лопатка; 3 – туконапрямник; 4 – транспортер; 5 – провідна зірочка; 6, 8 – щілини; 7 – днище; 9 – бічна стінка; 10 – привідний вал; 11 – жолоб; 12 – спрямовувач; 13 – щиток; 14 – корпус; 15 – шарнір; 16 – пластина; 17 – відбивач; 18 – кришка; 19 – дільник

### 3.4.2 Підготовка трактора *CLAAS ARION 640C* до роботи

Провести щозмінне технічне обслуговування трактора, при цьому виконати:

- зовнішню очистку і перевірити зовнішнє кріплення вузлів трактора;

- виявити та усунути за наявності підтікання палива, води, електроліту, мастила;
- перевірити рівні оливо, палива, охолоджуючої рідини в радіаторі, електроліту в акумуляторі і при необхідності провести дозаправку технічних рідин;
- провести перевірку роботи контрольних приладів, механізмів, та засобів сигналізації.

### **3.4.3 Підготовка розкидача UNIA RCW 12000 до роботи**

Перевірити технічний стан розкидача. Провести зовнішній огляд машини. Перевірити її комплектність, кріплення всіх вузлів. При потребі усунути всі несправності і довести тиск у шинах до 0,25 МПа.

Підготовка розкидача до роботи полягає в тому, що перевіряється технічний стан всіх вузлів, механізмів робочих органів і розкидача в цілому, приєднують його до трактора і прокручують на мінімальних обертах в холосту.

Перевірити натяг ланцюгів і ременів приводу. Встановити дозу внесення мінеральних добрив. Робоча ширина і рівномірність внесення добрив регулюється зміною положення туконапрямника, яке здійснюється пересуванням його вздовж напрямних щодо центру розсіювального диска.

Основне ступінчасте регулювання дози внесення добрив проводиться шляхом зміни висоти висівної щілини з допомогою важеля, амплітуди коливання висівного механізму і робочої швидкості трактора.

У машині UNIA RCW 12000 привід робочих органів здійснюється від вала відбору потужності трактора і ходового колеса машини.

## **Висновки**

1. Виконаний аналіз конструкцій сучасних машин з різним РРО дозволяє зробити висновок про те, що при створенні технічних засобів для



поверхневого внесення добрив, їх сумішей і вапна працездатними в умовах масового вітчизняного виробництва є металльні РРО відцентрового типу.

2. Машинам з відцентровими розсіювальними робочими органами властивий недолік, що полягає у відносно високій нерівномірності внесення добрив. Застосування повітряного потоку під частинки добрив, які злітають з диска, уможливить зменшити різницю в дальності відлітання великих і дрібних гранул добрив. Цей потік також вплине на гранули, які при розгоні їх диском отримали малу швидкість сходу.

3. Актуальним є удосконалення відцентрових розсіювальних робочих органів розкидача *UNIA RCW 12000* шляхом розробки дисково-вентиляторного пневмо-відцентрових розсіювальних робочих органів.

4. Робочий орган розкидача *UNIA RCW 12000* має два диски, зверху на яких встановлено лопатки. Диски кріпляться до валів редуктора. До нижньої поверхні диска пропонується підвести пневмопровід, який обладнаний напрямний козирком. Повітряний потік у пневмопроводі створює вентилятор, який змонтований попереду бункера.

5. Розраховано основні конструктивні параметри пневмо-відцентрового робочого органу розкидача і за отриманими даними вибрано вентилятор.

6. Розроблено карту технологічної налагодки розкидача мінеральних добрив *UNIA RCW 12000* трактора, що дає нам можливість покращити якість внесення мінеральних добрив.

## РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1. Аналіз травмонебезпечних факторів у процесі розкидання мінеральних добрив

У процесі розкидання мінеральних добрив, внаслідок порушення правил експлуатації та інструкцій з техніки безпеки, помилок обслуговуючого персоналу, несправного технічного стану машин, виникають небезпечні фактори, які можуть призвести до травмування:

- під час перекидання машин на нерівних частинах дороги, поворотах, на ухилах більше 20°, а також з мостів;

- під час наїзду машин на людей, які відпочивають у невстановлених для цього місцях: під машинами, причепами;

- під час травмування деталями, що обертаються, на причепах транспортера, розкидних дисків, ходової частини;

- під час захоплення одягу, взуття, частин тіла людини відкритими робочими органами чи їх приводами (транспортера, розкидачем дисків під час очищення і обслуговування), карданною передачею, маховиком;

- від опіків внаслідок пожеж;

- від механічної дії рухомих частин машин і механізмів, а також використання несправного інструменту.

Безпека праці забезпечується:

- виконанням правил технічної експлуатації машин і механізмів;

- дотримання вимог і правил допуску обслуговуючого персоналу до роботи;

- правильним регулювання сидінь по масі і росту машиніста;

- організацію безпечного переведення обслуговуючого персоналу на місце роботи і назад;

- виконання чинних правил з техніки безпеки, пожежної безпеки.

#### **4.2. Розроблення моделей травмонебезпечних та аварійних ситуацій під час розкидання мінеральних добрив**

Під час виконання технологічного процесу розкидання мінеральних добрив виникає значна кількість небезпечних (аварійних та травмонебезпечних) ситуацій з наслідками у вигляді аварій і травм працюючих.

Серед ситуацій, які спостерігаються, можна виділити найбільш типові – це перекидання трактора, транспортних засобів, наїзди транспорту на відпочиваючих у полі людей, дорожньо-транспортні пригоди, захват одягу або частин тіла рухомими деталями машин, падіння людей з трапів, драбин, транспортних засобів, удушення людей сипкими матеріалами ( мінеральними добривами, ґрунт), опіки, ураження струмом при пошкодженні ізоляції тощо.

У процесі формування, виникнення аварій та виробничих травм усі випадкові події (явища), що утворюють конкретну аварійну або травмонебезпечну ситуацію, пов'язані між собою причинно-наслідковими зв'язками. В них є початкові, проміжні та кінцеві події [4].

У результаті на схемах процесів пробігу випадкових подій, починаючи з початкових і закінчуючи кінцевими, показу причинно-наслідкових зв'язків ми одержимо логічні моделі процесів, що вивчаються.

Кожна логічна модель процесу формування та виникнення небезпечної або аварійної ситуації складається з певної кількості випадкових подій, які між собою можуть бути статично залежними або незалежними. Статично залежні події – це такі, коли поява наступної неможлива без виникнення попередньої. Якщо кожна з двох подій, що входять до однієї моделі, можуть зв'язатися незалежно одна від одної, то такі моделі є статично незалежними. Як правило, у таких моделях незалежно випадкові події одна відносно одної розміщуються паралельно, а залежні – послідовно.

Причинно-наслідкові зв'язки зображені стрілками, які, крім того, ще показують напрямок протікання (перебігу подій).

На рис.4.1. зображено моделі формування і виникнення травмонебезпечних і аварійних ситуацій під час виконання процесу розкидання мінеральних добрив.

В результаті аналізу отриманої моделі пропонується наступні заходи запобігання небезпечних ситуаціям:

- 1) організувати постійний контроль за трактором перед виходом у рейс;
- 2) не допускати до роботи трактор без гальм;

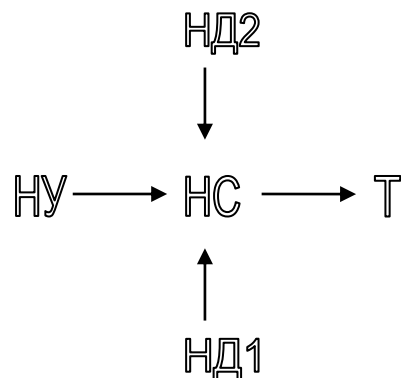


Рис.4.1. Модель процесу формування та виникнення травмонебезпечної ситуації під час експлуатації трактора без гальм: НУ – небезпечна умова (трактор експлуатується без гальм); HD<sub>1</sub> – небезпечна дія (перевищення швидкості руху); HD<sub>2</sub> – небезпечна дія (різкий поворот); НС – перекидання трактора - небезпечна ситуація); Т – травма, аварія.

- 1) організувати постійний контроль за трактором перед виходом у поле;
- 2) не допускати до роботи трактор без гальм.

На рис.4.2. зображено модель процесу формування і виникнення небезпечних ситуацій при загорянні трактора і появі пожежі.

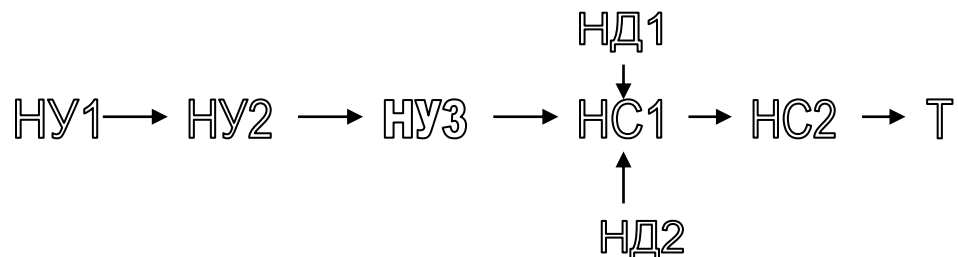


Рис.4.2. Модель процесу формування і виникнення травмонебезпечних ситуацій, якщо не обладнано і не позначено місце для

заправки тракторів НУ<sub>1</sub>, відсутності контролю за заправкою тракторів НУ<sub>2</sub>, несправності пристрою для заправки тракторів та розливанні палива НУ<sub>3</sub>; НД<sub>1</sub> – заправка тракторів біля сухих рослин (сіно, солома) (небезпечна дія); НД<sub>2</sub> – трактористи користуються відкритим вогнем (небезпечна дія); НС<sub>1</sub> – загоряння розлитого палива (небезпечна ситуація); НС<sub>2</sub> – загоряння трактора (небезпечна ситуація); Т- пожежа.

Аналіз моделі дав змогу обґрунтувати наступний захід запобігання з небезпечних ситуацій: організувати постійний пожежний контроль за роботою машинно-тракторних агрегатів і добитися суворого дотримання працівниками правил пожежної безпеки.

### **4.3 Техніка безпеки при застосуванні різних видів мінеральних добрив**

При роботі з добривами всі робітники повинні чітко дотримуватися правил техніки безпеки і охорони праці.

До роботи з добривами допускаються особи яким виповнилося 18 років. Всі робітники (спеціалісти, механізатори, вантажники тощо) перед початком роботи з добривами повинні пройти інструктаж з техніки безпеки і охорони праці.

Правила техніки безпеки і санітарні правила при роботі з добривами вивіщуються в приміщенні складу.

Відстань від складів збереження мінеральних добрив і пестицидів до житлових і суспільних будинків і підприємств по переробці і збереженню харчових продуктів повинна бути не менш 500 м, а до об'єктів, не пов'язаних з постійним перебуванням людей (за винятком підприємств по переробці і збереженню харчових продуктів), - 200м. Склади, призначені для збереження мінеральних добрив, розташовують від житлових і суспільних будинків на відстані не менш чим 200 м.

Під час роботи з добривами на складі і за його межами всі робітники повинні надіти рекомендований для даного виду роботи спецодяг: комбінезон, рукавиці, очки, респіратори або (при роботі з аміачною селітрою) протигази.

Під час зберігання аміачної селітри необхідно дотримуватись правил пожежної безпеки. Не дозволяється її зберігання насипом за межами складу і сумісно з горючими речовинами (торфом, соломою, нафтопереробними продуктами і ін.). У складі, де зберігають аміачну селітру, не дозволяється курити, користуватись відкритим полум'ям і приборами для обігріву. При виникненні пожежу полум'я гасять лише водою. При гасіння пожежу необхідно користуватися протигазом, щоб уникнути отруєння окисами азоту, що виділяються.

Під час внесення добрив не дозволяється знаходитись поряд з робочими органами машин, а при роботі дискових розкидачів ближче 50—80 м від них. Завантаження машин добривами слід проводити лише при повній її зупинці. Всі приводи машини повинні бути закриті щитами.

Змашування і регулювання робочих органів слід проводити лише при повній зупинці машини і виключеним двигуном трактора.

Не дозволяється сидіти на машині і знаходитись між трактором і машиною при транспортуванні і внесенні добрив. Швидкість руху машин при внесенні добрив не повинна бути вища встановленої технічними умовами. В транспорті з добривами заборонена перевіз людей, харчових продуктів, питної води і предметів домашнього використання.

При транспортуванні не затарених сипучих мінеральних добрив з метою запобігання їхніх втрат кузова автомашин і причепів повинні бути герметизовані й укриті брезентом.

При безперервній роботі з добривами рекомендується робити 5-ти хвилинні перерви через кожні півгодини роботи в респіраторі.

По закінченню роботи слід прийняти душ або ретельно вимитися з милом. На місці роботи постійно повинен бути запас чистої води і аптечка.

При потраплянні добрив в очі слід промити їх великою кількістю чистої води і звернутися в медпункт, а при опіку - промити обпечені місця сильним напором води, обробити 5%-ним розчином спирту і накласти марлеву пов'язку.

Чітке дотримання правил техніки безпеки і необхідних санітарних правил є непорушною умовою правильної організації праці при роботі з добривами.

## РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

### 5.1 Охорона та раціональне використання ґрунтів

Найбільш негативного впливу на навколишнє природне середовище має його забруднення. Тому перед людьми постала об'єктивна вимога – враховувати вплив виробництва на навколишнє середовище. На жаль, в дійсності негативний вплив виробництва на довкілля практично ігнорується і спостерігається широкомасштабне руйнування природних систем та інтенсивне забруднення довкілля, що завдає збитків і природі, і суспільству.

У господарстві головними причинами, що можуть призвели до погіршення стану довкілля є використання інтенсивних технологій виробництва, застосування великих доз мінеральних добрив, відсутність використання органічних добрив. Відсутність належного правового та економічного механізмів в Україні, які б стимулювали розвиток екологічно – безпечних технологій та природоохоронних систем; відсутність належного контролю за охороною довкілля [3] призводять до негативного впливу на навколишнє природне середовище.

Значних збитків господарству завдає ерозія ґрунтів. Розрізняють водну і вітрову ерозії. Для запобігання водній ерозії в господарстві проводять основний обробіток ґрунту перпендикулярно до нахилу поля, щоб зменшити швидкість стікання води. Для запобігання вітровій ерозії господарство проводить такі заходи: зберігає рослинність (дерева, луки ), проводить безплужний обробіток ґрунту, дотримується сівозмін.

Для того, щоб зберегти фізичні властивості ґрунтів – структуру, пористість, оптимальний водно–повітряний режим – потрібно різко скоротити повторність обробітку ґрунтів, перейти на прогресивні та ефективні його форми, легкі машини та механізми.



## 5.2 Охорона та ефективне використання водних ресурсів

Джерелом забруднення водних об'єктів у господарстві є застосування отрутохімікатів (пестицидів) та мінеральних добрив. Ці речовини безпосередньо потрапляють у водоймища, або змиваються з угідь і через ґрунтові води надходять до різних водойм.

Розвиток тваринництва у господарстві пов'язаний із утворенням значних мас мертвої органіки (гній, підстилка), сечовини, які також потрапляють до водних об'єктів. Ці відходи не завжди отруйні, але їх маси значні, тому вплив на природні водні екосистеми достатньо виражений і веде до серйозних екологічних наслідків [3].

Основними джерелами питної і технічної води на території малого приватного підприємства «Обрій» є свердловина яка забезпечує питною водою все господарство.

Мале приватне підприємство «Обрій» в своїх технологіях використовує мінеральні добрива і хімічні засоби боротьби з бур'янами, шкідниками, хворобами сільськогосподарських рослин, що дозволяють значно збільшити кількість сільськогосподарської продукції. Тому особливого значення набуває проблема забруднення вод пестицидами та мінеральними добривами (особливо з великим вмістом азоту і фосфору).

## 5.3 Охорона атмосферного повітря

Одним із найважливіших екологічних чинників, що потребує охорони, є атмосферне повітря. Основними джерелами забруднення атмосфери є природні, промислові і побутові процеси.

Збільшення вмісту в атмосфері оксиду азоту пояснюється в основному розширенням виробництва та застосуванням азотних добрив у сільському господарстві.

У малому приватному підприємстві «Обрій» МТП складається із 5 енергетичних засобів, з них: 7 тракторів, 4 автомобілів, 2 комбайнів та автотранспорту телескопічного. Ці транспортні засоби викидають в

атмосферне повітря певну кількість вуглекислого газу. Щоб зменшити концентрацію вуглекислого газу в господарстві проводиться наладка і регулювання паливної апаратури. ведеться контроль по викиду шкідливих речовин в атмосферу

#### **5.4 Зберігання і використання паливно-мастильних матеріалів**

Правильне зберігання і використання нафтопродуктів – один з найважливіших чинників охорони довкілля. Мале приватне підприємство «Обрій» має можливість здійснювати заправку технічних засобів на власній АЗС. Однак, заправку в полі здійснюють за допомогою бочок, що призводить до протікання пального на землю. Тому потрібно приділити належну увагу недопущенню потрапляння ПММ у зовнішнє середовище.

#### **Висновки**

У малому приватному підприємстві «Обрій» для підвищення екологічності виробництва, необхідне проведення комплексу заходів, спрямованих на поліпшення цих показників. Основними напрямками для цього є:

- своєчасне обслуговування двигунів внутрішнього згорання;
- запровадження і використання ґрунтозахисних технологій вирощування сільськогосподарських культур, безплужного обробітку. Це забезпечує покращення живильного режиму, агрофізичних властивостей ґрунту, захист їх від ерозії;
- своєчасне обслуговування тракторів та самохідних машин, запобігання підтікання мастил та палива під час експлуатації та потрапляння їх у ґрунт та воду;
- обмеження кількості обробітків ґрунту для зменшення механічної дії на неї тракторів, ґрунтообробних машин і знарядь;

- застосування удосконаленого в дипломному проекті є розкидача дає змогу рівномірніше розподіляти мінеральні добрива по полю та зменшити їх забруднюючий вплив на довкілля.

## РОЗДІЛ 6 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІД УДОСКОНАЛЕННЯ РОЗКИДАЧА ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

Річний економічний ефект від експлуатації вдосконаленої машини визначається за формулою:

$$E_p = (n_\delta - n_n + E^1) \cdot B_3, \quad (6.1)$$

де  $n_\delta$  і  $n_n$  - зведенні затрати на одиницю напрацювання для базового варіанту та вдосконаленого розкидача *UNIA RCW 12000* грн/га;  $E^1$ -економічний ефект від зміни втрати основних матеріалів, кількості і якості продукції, що отримується під час експлуатації нової машини, грн/га;  $B_3$ - річне напрацювання нової машини, га/рік.

Прямі експлуатаційні затрати дорівнюють:

$$U = Z + \Gamma + P + A + \Phi, \quad (6.2)$$

де  $Z$ -затрати на оплату праці обслуговуючого персоналу, грн/га;  $\Gamma$ -затрати на паливо-мастильні матеріали, грн/га;  $P$ - затрати на технічне обслуговування, поточні і капітальні ремонти, грн/га;  $A$ -затрати на ремонт, грн/га;  $\Phi$ - інші прямі затрати на допоміжні матеріали і зберігання техніки, грн/га.

Затрати на оплату праці обслуговуючого персоналу становлять:

$$Z = \frac{1}{W_{зм}} \sum n_j \cdot \tau_j \cdot K_{dj}, \quad (6.3)$$

де  $W_{зм}$ - продуктивність розкидача *UNIA RCW 12000* за годину змінного часу, га/год;  $n_j$ -кількість  $j$ -того виробничого персоналу, чол.;  $\tau_j$ - годинна тарифна ставка оплати обслуговуючого персоналу, грн/люд.-год;  $K_{dj}$ - коефіцієнт, що враховує стаж роботи, кваліфікацію, оплати премій та відпусток, нарахування санітарного страхування  $j$ -того виробничого персоналу,  $K_d=1,044$  грн/год.

Продуктивність розкидача *UNIA RCW 12000* після удосконалення зросте на 5% за рахунок збільшення робочої ширини захвату та кращої

рівномірності внесення твердих мінеральних добрив. Тому продуктивність розкидача *UNIA RCW 12000* у базовому  $W_1=11,8$  га/год та удосконаленому варіанті буде становити  $W_2=12,4$  га/год. Тоді затрати на оплату праці згідно формули (6.3) у базовому варіанті становить:

$$Z_6 = \left( \frac{1}{11,8} \right) \cdot 1 \cdot 100,0 \cdot 1,044 = 8,8 \text{ грн./га.};$$

Затрати на оплату праці при використанні вдосконаленого розкидача *UNIA RCW 12000*:

$$Z_6 = \left( \frac{1}{12,4} \right) \cdot 1 \cdot 100,0 \cdot 1,044 = 8,4 \text{ грн./га.}$$

Затрати на паливо-мастильні матеріали (ПММ) визначають за формулою:

$$G = q \cdot C, \quad (6.4)$$

де  $q$  - витрати ПММ, кг/га;  $C$  - вартість 1кг. основного палива,  $C=50$  грн/кг.

Затрати на ПММ під час роботи базової та удосконаленої машини однакові та відповідно становлять (згідно операційної карти):  $q_1=1,29$  кг/га.

Підставивши значення у формулу (4.5) отримаємо:

$$G_6 = 1,29 \cdot 50 = 64,5 \text{ грн/га};$$

$$G_n = 1,29 \cdot 50 = 64,5 \text{ грн/га};$$

Затрати на технічне обслуговування, поточні і капітальні ремонти за нормативами відрахувань від балансової вартості машини:

$$P = B \cdot (A_m + A_k) / W_{zm} \cdot T_p \quad (6.5)$$

де  $B$ - балансова вартість машин, грн;  $A_m$ ,  $A_k$ - відповідно коефіцієнт відрахувань на технічне обслуговування і поточний ремонт та капітальний ремонт;  $T_p$ - річне завантаження машин, год.

Балансова вартість базової машини становить  $B_1=1170000$  грн..  
Лімітна вартість удосконаленої машини:  $B_n=1200000$  грн.

Коефіцієнт амортизаційних відрахувань на ПР і ТО для розкидача мінеральних добрив становить [6]:  $A_m=0,125$ . Капітальні ремонти для с.-г. машин не регламентуються. Тому  $A_k=0$ .

Підставивши значення у формулу (6.5) отримаємо:

$$P_b = \frac{1170000 \cdot 0,125}{11,8 \cdot 1000} = 12,3 \text{ грн./га};$$

$$P_n = \frac{1200000 \cdot 0,125}{12,4 \cdot 1000} = 12,1 \text{ грн./га}.$$

Затрати на реновацію машин:

$$A = \frac{B \cdot a}{W_{зм} \cdot T_p}, \quad (6.6)$$

де  $a$  - коефіцієнт відрахувань на реновацію машин :  $a=0,15$ .

Підставивши значення отримаємо:

$$A_n = \frac{1170000 \cdot 0,15}{11,8 \cdot 1000} = 14,8 \text{ грн./га};$$

$$A_n = \frac{1200000 \cdot 0,15}{12,4 \cdot 1000} = 14,5 \text{ грн./га}.$$

Додаткові капітальні вкладення на одиницю напрацювання становлять:

$$K = \frac{B}{W_{зм} \cdot T_p} \quad (6.7)$$

де  $B$ -додаткові капіталовкладення на вдосконалення розкидача *UNIA RCW 12000* (враховують затрати на виготовлення пристрою та приєднання вентилятора до розкидача)  $B=30000$  грн.

Підставивши значення у формулу (6.7) отримаємо:

$$K = \frac{30000}{12,4 \cdot 1000} = 2,41 \text{ грн./га};$$

Підставивши отримані значення у формулу (6.2) отримаємо:

$$U_o = 8,8 + 64,5 + 12,3 + 14,8 = 100,4 \text{ грн./га};$$

$$U_{\bar{e}} = 8,4 + 64,5 + 12,1 + 14,5 = 99,5 \text{ грн./га.}$$

Економічним ефектом  $E^1$  від зміни кількості і якості продукції, що отримується під час експлуатації удосконаленого розкидача є 1% зростання врожайності, що при врожайності пшениці 60 ц/га становить 0,6 ц/га, а саме 360 грн/га. Підставивши необхідні дані у формулу (6.1) розрахуємо річний економічний ефект від експлуатації удосконаленого розкидача:

$$E_p = (100,4 - 99,5 + 360) \cdot 100 = 36090 \text{ грн.};$$

Строк окупності додаткових капіталовкладень, років:

$$T_{ок} = \frac{D_k}{E_p}, \quad (6.8)$$

де  $D_k$ - додаткові капіталовкладення на удосконалення розкидача,  $D_k=50000$  грн.

$$T_{ок} = \frac{50000}{36090} = 1,4 \text{ року.}$$

Результати розрахунків зведено і подано на лист А1 аркуші 7.

### Висновок

Очікуваний річний економічний ефект від використання удосконаленого розкидача мінеральних добрив *UNIA RCW 12000* становитиме 50000 грн., а строк окупності додаткових капіталовкладень 1,4 року, що свідчить про його високу ефективність.

## ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Мале приватне підприємство «Обрій» розташоване у вигідній економічній зоні. Близькість обласного та районного центрів дає змогу розвивати як рослинницьку, так і тваринницьку галузі виробництва. Природно-економічні умови господарства сприяють для вирощування і отримання високих врожаїв зернобобових та олійних культур. У структурі посівних площ кукурудза на зерно становлять понад 55%, соя 24%, а соняшник понад 19%.

2. Машинно-тракторний парк господарства складається із потужних сучасних тракторів та іншою сучасної сільськогосподарської техніки, що дозволяє виконувати сільськогосподарські операції в задані агротехнічні строки, зменшити ручну працю, підвищувати врожайність сільськогосподарських культур.

3. Значні втрати врожайності сільськогосподарських культур відбуваються через нерівномірне внесення мінеральних добрив. Підвищити ефективність процесу можна за рахунок удосконалення його організації та конструкції розкидача мінеральних добрив.

4. Розраховано операційну карту по внесенню твердих мінеральних добрив в складі трактора *CLAAS ARION 640C* і розкидача *UNIA RCW 12000*, яка дає нам змогу знизити затрати на їх використання. Визначена змінна продуктивність розкидача мінеральних добрив, яка становить 82,8 га/зм.

5. Машинам з відцентровими розсіювальними робочими органами властивий недолік, що полягає у відносно високій нерівномірності внесення добрив. Застосування повітряного потоку під частинки добрив, які злітають з диска, уможливить зменшити різницю в дальності відлітання великих і дрібних гранул добрив. Цей потік також вплине на гранули, які при розгоні їх диском отримали малу швидкість сходу.

6. Актуальним є удосконалення відцентрових розсіювальних робочих органів розкидача *UNIA RCW 12000* шляхом розробки дисково-вентиляторного пневмо-відцентрових розсіювальних робочих органів.



7. Робочий орган розкидача *UNIA RCW 12000* має два диски, зверху на яких встановлено лопатки. Диски кріпляться до валів редуктора. До нижньої поверхні диска пропонується підвести пневмопровід, який обладнаний напрямний козирком. Повітряний потік у пневмопроводі створює вентилятор, який змонтований попереду бункера.

8. Розраховано основні конструктивні параметри пневмо-відцентрового робочого органу розкидача і за отриманими даними вибрано вентилятор. Розроблено карту технологічної наладки розкидача мінеральних добрив *UNIA RCW 12000* трактора, що дає нам можливість покращити якість внесення мінеральних добрив.

9. Розроблені заходи з охорони праці та довкілля дають змогу запобігти травматизму працівників при внесенні мінеральних добрив та захистити довкілля від впливу виробничих факторів.

**10.** Очікуваний річний економічний ефект від використання удосконаленого розкидача мінеральних добрив *UNIA RCW 12000* становитиме 36090 грн., а строк окупності додаткових капіталовкладень 1,4 року, що свідчить про його високу ефективність.

**БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК**

1. Войтюк Д.Г., Дубровін В.С., Іщенко Т.Д. та ін. Сільськогосподарські та меліоративні машини. - К.: Вища освіта, 2004. - 542 с.
2. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві / В.Ю. Ільченко, П.І. Карасьов, А.С. Лімонт та інші. За ред. В.Ю.Ільченка. К.: Урожай, 1993. 288 с.
3. Куценко О.М., Писаренко В.М. Агроекологія. К.: Урожай, 1995. 251 с.
4. Лехман С. Д., Рублев В. І., Рябцев Б. І. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві. К.: Урожай, 1993. 267 с.
5. Машиновикористання в землеробстві / В.Ю. Ільченко, Ю.П. Нагірний, П.А. Джолос та інші. К.: Урожай, 1996. 384 с.
6. Методика нормування ресурсів для виробництва продукції рослинництва / [Вітвицький В. В., Кисляченко М. Ф., Лобастов І. В., Нечипорук А. А.]. К.: НДІ "Укראгропромпродуктивність", 2006. 106 с
7. Охорона праці (гігієна праці та виробнича санітарія): навчальний посібник / Пістун І.П., Березовецький А.П., Тимочко В.О., Городецький І.М.; за ред. І.П.Пістуна. – «Тріада плюс», 2017. Ч.1. 620 с.
8. Охорона праці (гігієна праці та виробнича санітарія): навчальний посібник / Пістун І.П., Тимочко В.О., Городецький І.М., Березовецький А.П.; за ред. І.П.Пістуна. – «Тріада плюс», 2015. Ч.11. 224 с.
9. Павлище, В. Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин : підручник / В. Т. Павлище. 2-е вид., перероб. Львів : Афіша, 2003. 560 с.
10. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур : навч. посібн. 4-те вид., виправ., допов. Львів : Українські технології, 2014. 1040 с.
11. Ріпка І. І. Семен Я. В. Основи механізації і автоматизації сільськогосподарського виробництва. Навчальний посібник (видання друге перероблене і доповнене). ЛНАУ: Дубляни, 2008. 174с.

12. Ріпка І.І., Семен Я.В., Крупич О.М. Методичні рекомендації до виконання індивідуальної самостійної роботи „ Організація та економічна оцінка технологічної операції МТА в заданих умовах”. ЛНАУ: Дубляни, 2009. 13с.

13. 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.

14. Сільськогосподарська екологія / За ред. проф. В.М. Малишка. К.: Урожай, 1992.184 с.

15. Типові норми виробітку і витрачання палива на механізовані польові роботи. К.: Урожай, 1991. 472 с.