

# **ЖИТОМИРСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ**

(повне найменування закладу освіти)

## **ВІДДІЛЕННЯ «АГРОІНЖЕНЕРІЯ»**

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

## **ЦИКЛОВА КОМІСІЯ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «АГРОІНЖЕНЕРІЯ»**

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

### **Пояснювальна записка**

до кваліфікаційної роботи

**фаховий молодший бакалавр**

(освітньо-професійний ступінь)

на тему: «Обґрунтування комплексу машин для вирощування кукурудзи на силос з розробкою технологічного процесу внесення добрив».

Виконав: студент IV курсу, групи Аі-43

галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

(галузь знань, спеціальність)

**Володимир ВИГОВСЬКИЙ**

(власне ім'я та прізвище)

Керівник **Дмитро ГЕРАСИМЧУК**

(власне ім'я та прізвище)

Рецензент \_\_\_\_\_

(власне ім'я та прізвище)

м. Житомир - 2025 року

**«Обґрунтування комплексу машин для вирощування кукурудзи на силос з розробкою технологічного процесу внесення добрив»**

**АНОТАЦІЯ**

У дипломному проєкті розглянуто питання оптимізації технологічного процесу вирощування кукурудзи на силос із використанням сучасних агротехнічних рішень. Основною метою дослідження є розробка обґрунтованого комплексу машин, що забезпечить підвищення ефективності вирощування кукурудзи, а також удосконалення технології внесення добрив для підвищення врожайності та якості силосу.

Основні завдання дослідження:

1. Аналіз сучасних агротехнологій вирощування кукурудзи на силос.
2. Вибір оптимальних видів машин і обладнання для виконання технологічних операцій.
3. Розробка технологічного процесу внесення добрив із врахуванням агроекологічних умов.
4. Оцінка економічної доцільності запропонованого комплексу машин і технологічного процесу.

У роботі проведено огляд сучасних наукових і практичних підходів до вирощування кукурудзи, що дозволило визначити найбільш ефективні методи обробітку ґрунту, сівби, догляду за посівами, внесення добрив і збирання врожаю. Здійснено підбір технічних засобів, що забезпечують оптимальну продуктивність у поєднанні з економічною ефективністю та збереженням навколишнього середовища.

Розроблений технологічний процес внесення добрив базується на використанні ресурсозберігаючих технологій, що дозволяють зменшити витрати добрив і забезпечити їх раціональне використання. Запропонований комплекс машин і технологій сприяє досягненню стабільних високих врожаїв кукурудзи на силос із мінімізацією негативного впливу на ґрунт і довкілля.

Проєкт має значний потенціал для впровадження в сучасному сільському господарстві, оскільки спрямований на підвищення рентабельності та екологічної безпеки виробництва.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** МШХ-9, КУКУРУДЗА, СИЛОС, ТЕХНОЛОГІЯ ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ, КОМПЛЕКС МАШИН, АГРОТЕХНОЛОГІЇ.

## ЗМІСТ

|                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>ВСТУП</b> .....                                                                                     | 8  |
| <b>1. ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТА МЕХАНІЗАЦІЇ<br/>ВИРОБНИЦТВА КУКУРУДЗИ НА СИЛОС</b> .....              | 10 |
| 1.1 Народногосподарське значення кукурудзи.....                                                        | 10 |
| 1.2 Технологічні операції з виробництва кукурудзи на силос.....                                        | 13 |
| 1.3 Розроблення технологічної карти виробництва кукурудзи на силос.....                                | 14 |
| 1.4 Розрахунок показників розробленої технології.....                                                  | 17 |
| 1.5 Комплекс машин для виробництва культури.....                                                       | 18 |
| <b>2. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ<br/>ДОБРІВ</b> .....                                  | 20 |
| 2.1 Агротехнічні вимоги, екологічні та якісні показники до технологічної<br>операції.....              | 20 |
| 2.2 Обґрунтування складу агрегату з розрахунком основних експлуатаційних<br>показників трактора.....   | 22 |
| 2.3 Комплектування та технологічна наладка агрегату.....                                               | 24 |
| 2.4 Розрахунок продуктивності агрегату і затрати праці на виконання<br>операції та потреби палива..... | 25 |
| 2.5 Кінематична характеристика і вибір способу руху агрегату та підготовка<br>поля до його роботи..... | 28 |
| 2.6 Операційно-технологічна карта.....                                                                 | 30 |
| <b>3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА</b> .....                                                                  | 33 |
| 3.1 Обґрунтування пропонованої конструкції. Розробка технічного<br>завдання.....                       | 33 |
| 3.2 Будова і робочий процес машини.....                                                                | 34 |
| 3.3 Розрахунок на міцність болтового з'єднання.....                                                    | 37 |
| <b>4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА</b> .....                                              | 39 |

|           |            |            |        |      |                                                                                                                                |                  |      |        |
|-----------|------------|------------|--------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------|--------|
|           |            |            |        |      | ДП.208.043.467н.044.ПЗ                                                                                                         |                  |      |        |
| Зм.       | Арк.       | № документ | Підпис | Дата |                                                                                                                                |                  |      |        |
| Розробив  | Виговський |            |        |      | «Обґрунтування комплексу машин<br>для вирощування кукурудзи на силос<br>з розробкою технологічного процесу<br>внесення добрив» | Літера           | Арк. | Аркуші |
| Керівник  | Герасимчук |            |        |      |                                                                                                                                |                  | 6    | 47     |
| Рецензент |            |            |        |      |                                                                                                                                | ЖАТФК, гр. Аі-43 |      |        |
| Н. Контр. | Вензовська |            |        |      |                                                                                                                                |                  |      |        |
| Затвердив | Руденко    |            |        |      |                                                                                                                                |                  |      |        |

|                                                                                                            |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.1 Аналіз потенційних небезпек, які створюються на робочих місцях при вирощуванні кукурудзи на силос..... | 39        |
| 4.2 Техніка безпеки при роботі з машиною для внесення мінеральних добрив МШХ-9.....                        | 41        |
| <b>5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....</b>                                                                          | <b>43</b> |
| 5.1 Розрахунок собівартості модернізації машини МШХ-9.....                                                 | 43        |
| 5.2 Розрахунок терміну окупності.....                                                                      | 44        |
| <b>ВИСНОВОК.....</b>                                                                                       | <b>45</b> |
| <b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>                                                                     | <b>46</b> |

|     |      |            |        |      |                        |      |
|-----|------|------------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |            |        |      | ДП.208.043.467н.044.ПЗ | Арк. |
|     |      |            |        |      |                        | 7    |
| Зм. | Арк. | № документ | Підпис | Дата |                        |      |

## ВСТУП

Кукурудза є однією з найважливіших сільськогосподарських культур, що займає провідне місце у виробництві кормів для тварин. Її вирощування на силос дозволяє забезпечити високу поживну цінність кормів, необхідних для підтримки високої продуктивності тваринництва. Сучасне сільське господарство потребує застосування комплексних технологій та технічних засобів для вирощування кукурудзи, що забезпечують максимальну ефективність використання ресурсів.

Однією з ключових ланок у технологічному процесі вирощування кукурудзи є внесення мінеральних добрив. Раціональне внесення добрив сприяє підвищенню врожайності та поліпшенню якості корму, а також дозволяє знизити негативний вплив на довкілля. У зв'язку з цим, розробка та обґрунтування комплексу машин для вирощування кукурудзи, зокрема вдосконалення машин для внесення добрив, набуває особливої актуальності.

Метою дипломного проєкту є обґрунтування комплексу машин для вирощування кукурудзи на силос з розробкою технологічного процесу внесення добрив. Особливу увагу приділено розробці вдосконалених дискових робочих органів машини для внесення мінеральних добрив МШХ-9, що дозволяють підвищити рівномірність розподілу добрив, зменшити витрати палива та забезпечити стабільну роботу в різних ґрунтово-кліматичних умовах.

Актуальність теми визначається необхідністю підвищення ефективності використання техніки та ресурсів у сільському господарстві, що спрямоване на досягнення сталого розвитку галузі. Розробка сучасного обладнання, яке відповідає вимогам енергоефективності, екологічності та економічної доцільності, є важливим етапом у вирішенні цих завдань.

|           |            |            |        |      |                        |  |  |                  |      |        |   |
|-----------|------------|------------|--------|------|------------------------|--|--|------------------|------|--------|---|
|           |            |            |        |      | ДП.208.043.467н.044.ПЗ |  |  |                  |      |        |   |
|           |            |            |        |      |                        |  |  |                  |      |        |   |
| Зм.       | Арк.       | № документ | Підпис | Дата |                        |  |  |                  |      |        |   |
| Розробив  | Виговський |            |        |      | ВСТУП                  |  |  | Літера           | Арк. | Аркуші |   |
| Керівник  | Герасимчук |            |        |      |                        |  |  |                  |      | 8      | 2 |
| Рецензент |            |            |        |      |                        |  |  | ЖАТФК, гр. Аі-43 |      |        |   |
| Н. Контр. | Вензовська |            |        |      |                        |  |  |                  |      |        |   |
| Затвердив | Руденко    |            |        |      |                        |  |  |                  |      |        |   |

У процесі виконання роботи передбачено аналіз існуючих технологій та технічних засобів для вирощування кукурудзи, оцінка ефективності використання машини МШХ-9 та розробка пропозицій щодо вдосконалення її конструктивних елементів.

Результати дослідження мають практичне значення для підвищення конкурентоспроможності аграрного виробництва та покращення економічної ефективності вирощування кукурудзи на силос.

|     |      |            |        |      |                        |      |
|-----|------|------------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |            |        |      | ДП.208.043.467н.044.ПЗ | Арк. |
|     |      |            |        |      |                        | 9    |
| Зм. | Арк. | № документ | Підпис | Дата |                        |      |

# 1. ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТА МЕХАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА КУКУРУДЗИ НА СИЛОС

## 1.1 Народногосподарське значення кукурудзи

Кукурудза (*Zea mays*) є однією з найважливіших сільськогосподарських культур у світі. Її народногосподарське значення має широкий спектр, охоплюючи різноманітні аспекти економіки, продовольства, промисловості та екології. У цій статті розглянемо ключові аспекти, які роблять кукурудзу стратегічно важливою культурою для народного господарства.

### 1. Продовольча цінність

Кукурудза є основним джерелом харчування для мільйонів людей у світі. Вона використовується у свіжому вигляді (молочна стиглість), у переробленому вигляді (круп, борошно, пластівці) та у формі консервованих і заморожених продуктів. Висока поживна цінність кукурудзи обумовлена її багатим складом:

- Вуглеводи: Високий вміст крохмалю забезпечує організм енергією.
- Білки: Кукурудза містить білок зеїн, хоча його амінокислотний склад неповний.
- Жири: Жирність зерна кукурудзи варіюється, особливо у масляних сортах.
- Вітаміни та мікроелементи: У складі є вітаміни групи В, вітамін Е, залізо, магній, калій і цинк.

Особливу популярність кукурудза має в регіонах з тропічним кліматом, де вона слугує основою харчового раціону.

### 2. Кормова культура

|           |      |            |        |      |                                                                                   |                  |      |         |
|-----------|------|------------|--------|------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------|------|---------|
|           |      |            |        |      | ДП.208.043.467н.044.ПЗ                                                            |                  |      |         |
| Зм.       | Арк. | № документ | Підпис | Дата | ПРОЕКТУВАННЯ<br>ТЕХНОЛОГІЇ ТА<br>МЕХАНІЗАЦІЇ<br>ВИРОБНИЦТВА КУКУРУДЗИ<br>НА СИЛОС | Літера           | Арк. | Аркушів |
| Розробив  |      | Виговський |        |      |                                                                                   |                  |      |         |
| Керівник  |      | Герасимчук |        |      |                                                                                   |                  | 10   | 10      |
| Рецензент |      |            |        |      |                                                                                   | ЖАТФК, гр. Аі-43 |      |         |
| Н. Контр. |      | Вензовська |        |      |                                                                                   |                  |      |         |
| Затвердив |      | Руденко    |        |      |                                                                                   |                  |      |         |

Кукурудза є однією з найважливіших кормових культур у тваринництві. Її використовують у вигляді:

- Силосу: Зелена маса кукурудзи є основою для виробництва високоякісного корму, багатого на енергію.
- Комбікормів: Мелене зерно кукурудзи є джерелом енергії для великої рогатої худоби, свиней, птиці тощо.
- Зеленого корму: У молочній стиглості рослина багата на поживні речовини.

Завдяки високій урожайності та поживності, кукурудза є незамінним компонентом кормових раціонів, що сприяє підвищенню продуктивності тваринництва.

### 3. Промислове використання

Кукурудза має широкий спектр застосувань у промисловості:

- Крохмаль: Використовується в харчовій, фармацевтичній та текстильній промисловості.
- Етанол: Біоетанол із кукурудзи є важливим видом біопалива, що допомагає зменшити залежність від викопного палива.
- Біопластики: Крохмаль кукурудзи використовується для виробництва екологічно чистих пластикових виробів.
- Олія: Кукурудзяна олія є цінним продуктом харчування та сировиною для косметичної промисловості.
- Фармацевтика: З кукурудзи виробляють сорбіт, декстрозу, мальтозу та інші компоненти, які входять до складу ліків.

### 4. Експортний потенціал

Кукурудза є важливою експортною культурою для багатьох країн, зокрема України, США, Бразилії та Аргентини. Висока продуктивність і значний попит на міжнародному ринку роблять її ключовим джерелом валютних надходжень. Україна, наприклад, входить до числа найбільших експортерів кукурудзи у світі, забезпечуючи стабільний дохід аграрного сектору.

|     |      |            |        |      |                        |      |
|-----|------|------------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |            |        |      | ДП.208.043.467н.044.ПЗ | Арк. |
|     |      |            |        |      |                        | 11   |
| Зм. | Арк. | № документ | Підпис | Дата |                        |      |



## 5. Аграрно-економічний вплив

Вирощування кукурудзи є високорентабельним. Сучасні сорти та гібриди забезпечують урожайність понад 10 тонн з гектара при відповідному рівні агротехніки. Кукурудза добре реагує на внесення добрив, зрошення та інші інтенсивні методи ведення сільського господарства, що сприяє збільшенню економічної ефективності її вирощування.

## 6. Екологічне значення

Кукурудза має значний вплив на екосистему. Її вирощування сприяє:

- Запобігання ерозії ґрунтів: Завдяки потужній кореневій системі вона зміцнює ґрунт.
- Сівозміні: Кукурудза є важливим елементом сівозміни, що знижує ризик виснаження ґрунтів.
- Зелений енергетиці: Використання біомаси кукурудзи у виробництві біогазу сприяє скороченню викидів парникових газів.

## 7. Роль у забезпеченні продовольчої безпеки

Кукурудза є стратегічною культурою для забезпечення продовольчої безпеки. Вона має високу адаптаційну здатність до різних кліматичних умов, що робить її доступною навіть у регіонах із несприятливими умовами. Швидке зростання попиту на зернові культури у світі підкреслює важливість кукурудзи у забезпеченні продовольчих потреб людства.

## 8. Перспективи розвитку галузі

Інноваційні підходи до вирощування кукурудзи включають:

- Генетичну модифікацію: ГМО-кукурудза дозволяє підвищити стійкість до шкідників, хвороб і посухи.
- Діджиталізацію: Використання технологій точного землеробства для оптимізації процесів вирощування.
- Біотехнології: Розвиток біопалива та біопластиків із кукурудзи відкриває нові горизонти для використання культури.

Кукурудза є універсальною культурою, яка має величезне народногосподарське значення. Її багатофункціональність охоплює

|     |      |            |        |      |                        |      |
|-----|------|------------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |            |        |      | ДП.208.043.467н.044.ПЗ | Арк. |
|     |      |            |        |      |                        | 12   |
| Зм. | Арк. | № документ | Підпис | Дата |                        |      |

продовольчу, кормову, промислову та екологічну сфери, роблячи її однією з ключових культур сучасного агропромислового комплексу. Подальший розвиток технологій вирощування, зберігання та переробки кукурудзи сприятиме зміцненню її ролі у глобальній економіці.

## 1.2 Технологічні операції з виробництва кукурудзи на силос

Виробництво кукурудзи на силос — це багатоступеневий технологічний процес, який вимагає дотримання агротехнічних і технологічних норм для отримання якісного корму. Ось основні етапи виробництва кукурудзи на силос:

### 1. Вибір гібридів кукурудзи

- Підбирають гібриди, які забезпечують високу врожайність зеленої маси та оптимальне співвідношення зерна і стебел.
- Перевага надається середньостиглим і середньопізним гібридам, які забезпечують оптимальну суху масу (30–35%) для силосу.

### 2. Підготовка ґрунту

- Оранка: Основний обробіток ґрунту включає глибоку оранку на 25–30 см для збереження вологи.
- Рівняння ґрунту: Перед посівом ґрунт вирівнюють і ущільнюють, що сприяє рівномірному проростанню.
- Внесення добрив: Використовують органічні (гній) і мінеральні добрива (NPK у співвідношенні залежно від аналізу ґрунту).

### 3. Посів

- Строки: Посів проводять, коли ґрунт прогріється до +8...+10 °С.
- Густота: Оптимальна густота посіву залежить від регіону, але зазвичай становить 70–80 тис. рослин/га.
- Технологія: Застосовують точний висів для рівномірного розміщення рослин.

### 4. Догляд за посівами

- Боротьба з бур'янами: Використовують гербіциди або механічні методи (культивация).

|     |      |            |        |      |                        |      |
|-----|------|------------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |            |        |      | ДП.208.043.467н.044.ПЗ | Арк. |
|     |      |            |        |      |                        | 13   |
| Зм. | Арк. | № документ | Підпис | Дата |                        |      |

- Внесення азотних добрив: Азот вносять у два етапи: на початку росту і в період активного розвитку.

- Зрошення: При необхідності організовують полив.

#### 5. Збирання врожаю

- Оптимальний час збирання: Важливо зібрати кукурудзу на стадії молочно-воскової стиглості зерна, коли рослини містять 65–70% вологи.

- Технологія збирання: Використовують силосозбиральні комбайни, які подрібнюють рослини до довжини частинок 0,5–1,5 см.

#### 6. Силосування

- Ущільнення маси: Подрібнену зелену масу ущільнюють у силосних траншеях або бункерах для видалення кисню.

- Додавання консерванта: Можна використовувати бактеріальні закваски для поліпшення ферментації.

- Герметизація: Після ущільнення масу накривають плівкою для запобігання доступу повітря.

#### 7. Зберігання та використання

- Через 2–3 тижні відбувається активна ферментація, і силос готовий до використання. Його якість перевіряють за запахом, кольором і кислотністю.

Дотримання цих технологічних операцій гарантує отримання поживного та довговічного корму для худоби.

### 1.3 Розроблення технологічної карти виробництва кукурудзи на силос

Технологічна карта виробництва кукурудзи на силос — це документ, що описує всі етапи технологічного процесу вирощування кукурудзи, починаючи з підготовки ґрунту і закінчуючи збиранням врожаю та зберіганням силосу.

Основні дані для розрахунків:

-площа -149 га

-попередник- картопля

-планова врожайність-50 ц/га

|     |      |            |        |      |                        |      |
|-----|------|------------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |            |        |      | ДП.208.043.467н.044.ПЗ | Арк. |
|     |      |            |        |      |                        | 14   |
| Зм. | Арк. | № документ | Підпис | Дата |                        |      |

Нижче подано основні етапи розробки технологічної карти:

1. Аналіз умов господарства

- Кліматичні умови: аналіз середньорічної температури, рівня опадів, ризику заморозків.
- Ґрунти: визначення родючості, кислотності та гранулометричного складу ґрунту.
- Матеріально-технічна база: оцінка наявної техніки, добрив, насіння, робочої сили.

2. Вибір сорту/гібриду кукурудзи

- Підбір високоврожайних і адаптованих до регіону гібридів.
- Врахування вмісту сухої речовини, клітковини та цукру, що впливає на якість силосу.

3. Підготовка ґрунту

1. Основний обробіток ґрунту:

- Оранка на глибину 25–30 см.
- Внесення органічних добрив (наприклад, гною) 30–40 т/га.

2. Передпосівна підготовка:

- Культивация для вирівнювання ґрунту.
- Внесення мінеральних добрив:
  - N: 60–90 кг/га.
  - P: 40–60 кг/га.
  - K: 40–60 кг/га.

4. Посів

- Терміни: Температура ґрунту на глибині 5–10 см повинна досягти 10–12°C.
- Спосіб посіву: пунктирний.
- Норма висіву: 70–90 тисяч насінин/га.
- Глибина загортання: 5–7 см.
- Обробка насіння: використання протруйників для захисту від шкідників і хвороб.

|     |      |            |        |      |                        |      |
|-----|------|------------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |            |        |      | ДП.208.043.467н.044.ПЗ | Арк. |
|     |      |            |        |      |                        | 15   |
| Зм. | Арк. | № документ | Підпис | Дата |                        |      |

## 5. Догляд за посівами

### 1. Боротьба з бур'янами:

- Використання гербіцидів у фазі 3–5 листків кукурудзи.
- Механічне розпушування міжрядь.

### 2. Живлення:

- Підживлення азотними добривами (50–70 кг N/га) у фазі 6–8 листків.

### 3. Захист від шкідників і хвороб:

- Застосування інсектицидів і фунгіцидів за потреби.

### 4. Зрошення:

- У регіонах із недостатньою вологістю обов'язковий полив.

## 6. Збирання врожаю

- Терміни збирання: при досягненні вмісту сухої речовини в рослинах 28–35%.
- Техніка для збирання: кормозбиральні комбайни.
- Розмір подрібнення: 1–2 см для забезпечення щільного утрамбування у силосній ямі.

## 7. Закладання силосу

### 1. Підготовка сховищ:

- Очистка та дезінфекція силосних ям.

### 2. Утрамбування:

- Шарове укладання маси з ретельним утрамбуванням кожного шару.

### 3. Консерванти:

- Додавання біологічних або хімічних консервантів (наприклад, молочнокислих бактерій).

### 4. Герметизація:

- Накриття маси поліетиленовою плівкою.

## 8. Економічний розрахунок

|     |      |            |        |      |                        |      |
|-----|------|------------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |            |        |      | ДП.208.043.467н.044.ПЗ | Арк. |
|     |      |            |        |      |                        | 16   |
| Зм. | Арк. | № документ | Підпис | Дата |                        |      |

- Розрахунок витрат на насіння, добрива, паливно-мастильні матеріали, оплату праці тощо.
- Оцінка рентабельності виробництва.

Розробка такої карти потребує адаптації під конкретні умови господарства та використання локальних агрономічних даних.

#### 1.4 Розрахунок показників розробленої технології

Щільність механізованих робіт за розробленою технологією становить

$$P_M = \frac{\sum_{i=1}^n zp.6}{Q}, \text{ум.ет.га/га.} \quad (1.1)$$

$$P_M = \frac{955,68}{149} = 6,4 \text{ ум.ет.га / га.}$$

Затрати праці становлять:

- на одиницю обсягу роботи

$$З_{II} = \frac{\sum_{i=1}^n zp.22}{Q}, \text{люд-год/га.} \quad (1.2)$$

$$З_{II} = \frac{1361,34}{149} = 9,1 \text{ люд-год / га.}$$

- на одиницю продукції

$$З'_{II} = \frac{\sum_{i=1}^n zp.22}{З_{вал}}, \text{люд-год/ц.} \quad (1.3)$$

де  $З_{вал}$  - валовий збір основної продукції

$$З_{вал} = Y \cdot S, \text{ ц.} \quad (1.4)$$

де  $Y$  - урожайність сільськогосподарської культури, ц/га;

$S$  - площа посіву сільськогосподарської культури, га.

$$З_{вал} = 50 \cdot 149 = 7450 \text{ ц.}$$

$$З'_{II} = \frac{1361,34}{7450} = 0,18 \text{ люд-год / ц.}$$

Витрати палива становлять:

- на одиницю обсягу роботи

|     |      |            |        |      |                        |      |
|-----|------|------------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |            |        |      | ДП.208.043.467н.044.ПЗ | Арк. |
|     |      |            |        |      |                        | 17   |
| Зм. | Арк. | № документ | Підпис | Дата |                        |      |

$$B_{\Pi} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{зр.24}}{Q}, \text{ кг/га.} \quad (1.5)$$

$$B_{\Pi} = \frac{20829,53}{149} = 139,8 \text{ кг / га}$$

- на одиницю продукції

$$B_{\Pi}' = \frac{\sum_{n=1}^i \text{зр.24}}{3_{\text{вал}}}, \text{ кг/ц.} \quad (1.6)$$

$$B_{\Pi}' = \frac{20829,53}{7450} = 2,8 \text{ кг / ц.}$$

Одержані дані зводимо в таблицю.

Таблиця 1.1 – Показники розробленої технології виробництві кукурудзи на силос.

| Назва показників                                                | Одиниці вимірювання показників | Значення Показників |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------|
| 1                                                               | 2                              | 3                   |
| Площа                                                           | га                             | 149                 |
| Врожайність                                                     | ц/га                           | 50                  |
| Щільність механізованих робіт                                   | ум.ет.га/га                    | 6,4                 |
| Затрати праці:<br>- на одиницю площі<br>- на одиницю продукції  | люд-год/га<br>люд-год/ц        | 9,1<br>0,18         |
| Витрата палива:<br>- на одиницю площі<br>- на одиницю продукції | кг/га<br>кг/ц                  | 139,8<br>2,8        |

### 1.5 Комплекс машин для виробництва культури

Згідно розрахунків технологічної карти складаємо комплекс машин для вирощування кукурудзи приведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.2 Комплекс машин для вирощування кукурудзи на силос

|   |                                |           |        |
|---|--------------------------------|-----------|--------|
| 1 | Дискування                     | ХТЗ-17221 | ЛГД-15 |
| 2 | Навантаження органічних добрив | Т-150     | ПФП-2  |

|     |      |            |        |      |                        |      |
|-----|------|------------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |            |        |      | ДП.208.043.467н.044.ПЗ | Арк. |
|     |      |            |        |      |                        | 18   |
| Зм. | Арк. | № документ | Підпис | Дата |                        |      |

|    |                                               |           |               |
|----|-----------------------------------------------|-----------|---------------|
| 3  | Транспортування і внесення органічних добрив  | ХТЗ-17221 | ПРТ-10        |
| 4  | Навантаження мінеральних добрив               | ЮМЗ-6     | ПЭ-0,8Б       |
| 5  | Транспортування і внесення мінеральних добрив | Т-150К    | МШХ-9М        |
| 6  | Оранка                                        | ХТЗ-17221 | ПЛН-5-35      |
| 7  | Закриття вологи                               | Т-150     | С-18А БЗТС-1  |
| 8  | Транспортування води                          | МТЗ-80    | ЗЖВ-1,8       |
| 9  | Приготування робочої рідини                   | МТЗ-80    | АПЖ-12        |
| 10 | Обприскування гербіцидом                      | МТЗ-80    | ОП-2000       |
| 11 | Боронування                                   | Т-150     | С-18А БЗТС-1  |
| 12 | Передпосівний обробіток                       | ХТЗ-17221 | Європак       |
| 13 | Транспортування мінеральних добрив і насіння  | МТЗ-80    | 2ПТС-4        |
| 14 | Посів                                         | ЮМЗ-8040  | Вега-8        |
| 15 | Досходове боронування                         | МТЗ-80    | С-11У ЗОР-0,7 |
| 16 | Післясходове розпушення міжрядь               | МТЗ-80    | КРН-5,6       |
| 17 | Транспортування води                          | МТЗ-80    | ЗЖВ-1,8       |
| 18 | Приготування робочої рідини                   | МТЗ-80    | АПЖ-12        |
| 19 | Обприскування гербіцидом                      | МТЗ-80    | ОП-2000       |
| 20 | Міжрядний обробіток                           | МТЗ-80    | КРН-5,6       |
| 21 | Підживлення рослин                            | МТЗ-80    | КРН-5,6       |
| 22 | Збирання                                      | -         | КСК-100       |
| 23 | Транспортування силосної маси                 | МТЗ-80    | ПСС-12,5      |
| 24 | Трамбування силосної маси                     | Т-150     | -             |



## 2. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ

### 2.1 Агротехнічні вимоги, екологічні та якісні показники до технологічної операції

Агротехнічні вимоги, екологічні та якісні показники до технологічної операції внесення мінеральних добрив при вирощуванні кукурудзи на силос включають наступне:

Агротехнічні вимоги:

1. Правильний вибір добрив:
  - Використання азотних (аміачна селітра, карбамід), фосфорних (суперфосфат), калійних (хлорид калію, сульфат калію) добрив.
  - Внесення мікроелементів (цинк, бор) для стимулювання росту та підвищення якості врожаю.
2. Оптимальні терміни внесення:
  - Основне внесення (перед посівом): фосфорні та калійні добрива.
  - Стартове внесення (разом із посівом): невеликі дози азотних та фосфорних добрив.
  - Підживлення в період вегетації (3-5 листків і перед фазою викидання волоті): азотні добрива.
3. Метод внесення:
  - Для основного удобрення: суцільний або локальний спосіб внесення у верхній шар ґрунту.
  - Для підживлення: внесення у міжряддя або через систему крапельного зрошення.
4. Дози внесення:
  - Визначаються залежно від родючості ґрунту, попередника та запланованого врожаю.

|           |      |            |        |      |                                                            |                  |      |         |
|-----------|------|------------|--------|------|------------------------------------------------------------|------------------|------|---------|
|           |      |            |        |      | ДП.208.043.467н.044.ПЗ                                     |                  |      |         |
|           |      |            |        |      |                                                            |                  |      |         |
| Зм.       | Арк. | № документ | Підпис | Дата | ОПЕРАЦІЙНА<br>ТЕХНОЛОГІЯ ВНЕСЕННЯ<br>МІНЕРАЛЬНИХ<br>ДОБРІВ | Літера           | Арк. | Аркушів |
| Розробив  |      | Виговський |        |      |                                                            |                  |      |         |
| Керівник  |      | Герасимчук |        |      |                                                            |                  | 20   | 13      |
| Рецензент |      |            |        |      |                                                            | ЖАТФК, гр. Аі-43 |      |         |
| Н. Контр. |      | Вензовська |        |      |                                                            |                  |      |         |
| Затвердив |      | Руденко    |        |      |                                                            |                  |      |         |

○ Орієнтовні дози: N 80–150 кг/га, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 50–90 кг/га, K<sub>2</sub>O 60–120 кг/га.

Екологічні показники:

1. Мінімізація втрат добрив:

○ Внесення добрив у ґрунт з обов'язковою заробкою, щоб уникнути випаровування та вимивання.

○ Використання інгібіторів нітрифікації для зниження втрат азоту.

2. Запобігання забрудненню навколишнього середовища:

○ Дотримання норм внесення добрив для уникнення надлишкової акумуляції у ґрунті та воді.

○ Уникнення внесення на схилах або поблизу водних об'єктів.

3. Підтримка біорізноманіття:

○ Поєднання мінерального живлення з органічними добривами або сидератами.

Якісні показники:

1. Рівномірність внесення:

○ Забезпечення рівномірного розподілу добрив по площі (відхилення не більше 10% від заданої норми).

2. Глибина заробки:

○ Для фосфорних та калійних добрив: на глибину 10–20 см.

○ Азотні добрива: у верхньому шарі ґрунту (5–10 см).

3. Ефективність засвоєння:

○ Високий коефіцієнт використання добрив (до 60–70% для азоту, 50–60% для фосфору та калію).

4. Якість врожаю:

○ Підвищення вмісту сухої речовини, крохмалю та протеїну в кукурудзі.

○ Забезпечення оптимальної структури рослин для силосу (високий вміст стебел і листя).

|     |      |            |        |      |                        |      |
|-----|------|------------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |            |        |      | ДП.208.043.467н.044.ПЗ | Арк. |
|     |      |            |        |      |                        | 21   |
| Зм. | Арк. | № документ | Підпис | Дата |                        |      |

Дотримання цих вимог дозволяє підвищити продуктивність кукурудзи, забезпечити якість корму та мінімізувати негативний вплив на довкілля.

## 2.2 Обґрунтування складу агрегату з розрахунком основних експлуатаційних показників трактора.

Завданням на дипломне проектування і за технологічною картою вирощування і збирання кукурудзи на силос при внесенні мінеральних добрив використати агрегат у складі Т-150К і МШХ-9М. Оскільки склад агрегату виданий завданням то розрахунки що пов'язані з організацією його використання можуть бути спрямовані на визначенні швидкості руху цього агрегату. На внесення мінеральних добрив швидкість руху рекомендована в межах 7-15 км/год, а за технічною характеристикою МШХ-9М 10-15км/год. Орієнтуючись на практику використання машини для внесення мінеральних добрив приймаємо швидкість руху в межах 10 км/год. Далі визначимо тяговий опір агрегату. Розрахунок будемо вести за формулою:

$$R_a = K \cdot \text{вк} + i \cdot G_M ; \quad (2.1)$$

де  $R_a$  – тяговий опір агрегату, кН;

$K$  – питомий тяговий опір, кН/м;

вк – конструктивна ширина захвату МШХ-9М, м;

$i$  – схил місцевості;

$G_M$  – експлуатаційна вага машини для внесення мінеральних добрив.

Підставивши значення у формулу (2.1) отримаємо:

$$R_a = 2 \cdot 19 + 0,02 \cdot 26,00 = 38,52 \text{ кН.}$$

За тяговою характеристикою трактора Т-150К при роботі з машиною для внесення мінеральних добрив в режимі максимальної тягової потужності найближче номінальне тягове зусилля що наближається до розрахованого тягового опору може бути забезпечене на передачі Пр4р (39,4) і передачі Пр3р (42,8). Визначимо коефіцієнт використання номінального тягового зусилля трактора на цих передачах за формулою:

$$\xi_p = \frac{R_a}{R_{\text{ном}} - G \cdot i} ; \quad (2.2)$$

|     |      |            |        |      |                        |      |
|-----|------|------------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |            |        |      | ДП.208.043.467н.044.ПЗ | Арк. |
|     |      |            |        |      |                        | 22   |
| Зм. | Арк. | № документ | Підпис | Дата |                        |      |

де  $G$  – експлуатаційна вага трактора, кН;  $G=80,0$  кН.

Для передачі Пр4р :

$$\xi_p = \frac{38,52}{39,4 - 80 \cdot 0,02} = 0,99.$$

Таке значення  $\xi_p$  свідчить що при роботі на передачі Пр4р трактор буде перенавантажений. Перевіримо використання трактора на передачі Пр3р. Отримаємо:

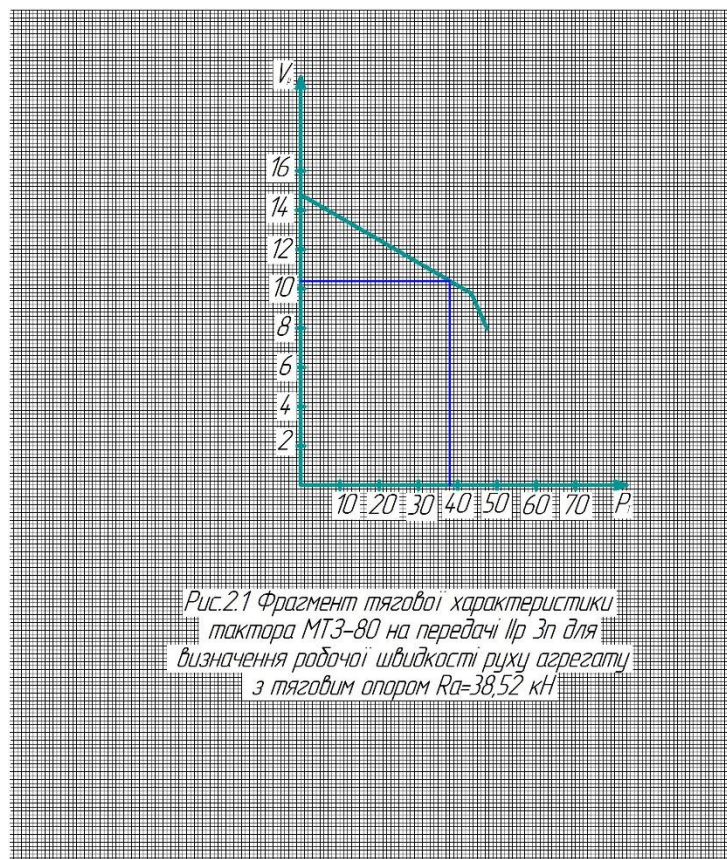
$$\xi_p = \frac{38,52}{42,8 - 80 \cdot 0,02} = 0,82.$$

Допустимий коефіцієнт номінального тягового зусилля трактора Т-150К на внесення мінеральних добрив становить 0,92. Отже робота на передачі Пр3р допустима.

Визначимо робочу швидкість трактора при роботі на цій передачі. Для цього будемо фрагмент тягової характеристики трактора:

$$V_p = f(R_T); \quad (2.3)$$

З рисунка 2.1 видно що за тяговим навантаженням  $R_a = 38,52$  кН, робоча швидкість трактора становить 10,4 км/год.



|     |      |            |        |      |
|-----|------|------------|--------|------|
|     |      |            |        |      |
| Зм. | Арк. | № документ | Підпис | Дата |

ДП.208.043.467н.044.ПЗ

Арк.

23

## 2.3 Комплектування та технологічна наладка агрегату

Комплектування та технологічна наладка агрегату на базі трактора Т-150К та розкидача мінеральних добрив МШХ-9 передбачає виконання кількох основних етапів.

### 1. Комплектування агрегату

- Трактор Т-150К: Потужний колісний трактор, який підходить для роботи з важкими сільськогосподарськими агрегатами.
- Розкидач МШХ-9: Призначений для внесення мінеральних добрив (гранульованих, порошкоподібних або змішаних). Він має ширину захвату до 24 метрів (залежно від типу добрив) і забезпечує високу продуктивність.
- Зчіпка: Для з'єднання трактора з розкидачем використовується стандартна навісна система або причіпне обладнання.

### 2. Технологічна наладка

#### 2.1 Налаштування трактора

- Перевірка технічного стану: Перед початком роботи перевіряється тиск у шинах, рівень пального, масла і рідин.
- Регулювання навішувальної системи: Встановлення необхідної висоти підйому і кута з'єднання.
- Встановлення відповідної передачі: Залежить від швидкості, необхідної для рівномірного внесення добрив.

#### 2.2 Налаштування розкидача МШХ-9

- Калібрування норм внесення: Встановлюється відповідно до агротехнічних вимог (звичайно, 100–500 кг/га, залежно від типу добрив).
- Регулювання ширини розкидання: Налаштовується за допомогою механізму лопаток або розкидаючих дисків.
- Перевірка приводу механізму розкидання: Механізм приводу (залежить від трактора) повинен працювати без ривків і збоїв.
- Випробувальна робота: Перед основним внесенням добрив рекомендується провести пробний проїзд на невеликій ділянці.

|     |      |            |        |      |                        |      |
|-----|------|------------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |            |        |      | ДП.208.043.467н.044.ПЗ | Арк. |
|     |      |            |        |      |                        | 24   |
| Зм. | Арк. | № документ | Підпис | Дата |                        |      |

### 2.3 Балансування навантаження

- Рівномірно розподіліть вагу добрив у бункері МШХ-9, щоб уникнути нерівномірного розкидання.
- Перевірте правильність зчеплення, щоб уникнути перекосів під час роботи.

### 3. Контроль якості роботи

Після наладки виконується перевірка рівномірності розкидання добрив на контрольній ділянці, використовуючи спеціальні лотки або візуальний огляд. При необхідності проводиться повторне налаштування.

Дотримання технологічних вимог та правильна наладка агрегату забезпечать ефективне використання добрив і високу продуктивність роботи.

### 2.4 Розрахунок продуктивності агрегату і затрати праці на виконання операції та потреби палива

Продуктивність агрегату за зміну визначаємо за формулою:

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p ; \quad (2.4)$$

де  $B_p$  – робоча ширина захвату машини для внесення мінеральних добрив, м;

$$B_p = 0,95 \cdot 19 = 18,05 \text{ м};$$

$V_p$  – робоча швидкість руху агрегату, км/год,  $V_p = 10,4$  км/год;

$T_p$  – чистий робочий час зміни роботи агрегату, год.

Чистий робочий час зміни визначають за формулою:

$$T_p = \frac{T_{зм} \cdot (T_{пз} + T_{обс} + T_{воп})}{1 + \tau_{пов}} ; \quad (2.5)$$

де  $T_{пз}$  – тривалість підготовчо заключних робіт пов'язаних з щозмінним технічним обслуговуванням, підготовкою до переїздів, переїздами на початку і кінці зміни, одержанням наряду і задачі роботи;

$T_{обс}$  – тривалість організаційно-технічного обслуговування агрегату в загінці, пов'язаних з мащенням робочих органів, перевіркою якості роботи, технологічним регулюванням та технічним обслуговуванням;

$T_{воп}$  – час для відпочинку і особистих потреб обслуговуючого персоналу;

|     |      |            |        |      |                        |      |
|-----|------|------------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |            |        |      | ДП.208.043.467н.044.ПЗ | Арк. |
|     |      |            |        |      |                        | 25   |
| Зм. | Арк. | № документ | Підпис | Дата |                        |      |

$\tau_{\text{пов}}$  – коефіцієнт поворотів.

Згідно [7]  $T_{\text{пз}} = 35$  хв,  $T_{\text{обс}} = 5$  хв,  $T_{\text{воп}} = 30$  хв.

Коефіцієнт поворотів визначаємо за формулою:

$$\tau_{\text{пов}} = \frac{1-\varphi}{\varphi}; \quad (2.6)$$

де  $\varphi$  – коефіцієнт робочих ходів.

Коефіцієнт робочих ходів визначають за формулою:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p \cdot 6R + 2e}; \quad (2.7)$$

де  $L_p$  – робоча довжина гону;

$R$  – радіус повороту;

$e$  – довжина виїзду агрегату.

Довжина виїзду агрегату становить:

$$e = 0,5(L_T + L_M);$$

де  $L_T$  – кінематична довжина трактора;

$L_M$  – кінематична довжина сільськогосподарської машини.

$$e = 0,5(2,4 + 4,5) = 3,45$$

Радіус повороту:

$$R = 1,1 \cdot B_p = 1,1 \cdot 18,05 = 19,86$$

Де  $B_p$  – конструктивна ширина захвату.

Приймаємо  $R = 19$ .

Мінімальна ширина поворотної смуги:

$$R_{\text{ч}} B_p = E \geq E_{\text{min}} = 3R + e$$

$$E_{\text{min}} = 3 \cdot 19 + 3,45 = 60,45$$

Приймаємо  $E_{\text{min}} = 60$ .

$$E = \frac{E_{\text{min}}}{B_p} = \frac{60}{18,05} = 3,3$$

Приймаємо  $E = 4$

Отже робоча ширина поворотної смуги становить 63,4 м.

Робочу довжину гону визначаємо за формулою:

$$L_p = L - 2 \cdot E_{\text{опт}} = 800 - 2 \cdot 63,4 = 673,2 \text{ м.}$$

|     |      |            |        |      |                        |      |
|-----|------|------------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |            |        |      | ДП.208.043.467н.044.ПЗ | Арк. |
|     |      |            |        |      |                        | 26   |
| Зм. | Арк. | № документ | Підпис | Дата |                        |      |

Розрахунки за формулою (2.7) показали, що коефіцієнт робочих ходів 0,85.  
Тоді коефіцієнт поворотів становитиме:

$$\tau_{\text{пов}} = \frac{1 - 0,85}{0,85} = 0,18$$

За формулою (2.5) чистий робочий час зміни становитиме:

$$T_p = \frac{420 - (35 + 5 + 30)}{1 + 0,18} = 4,94 \text{ год},$$

а продуктивність агрегату за зміну (3.4.) становитиме:

$$W_{\text{зм}} = 0,1 \cdot 18,05 \cdot 10,4 \cdot 4,94 = 92,73 \text{ га};$$

і за годину змінного часу:

$$W_{\text{гз}} = \frac{W_{\text{зм}}}{7} = \frac{92,73}{7} = 13,2 \text{ га/год.} \quad (2.8)$$

Затрати праці на одиницю обробленої площі становитиме:

$$З_{\text{п.га}} = \frac{m_{\text{мск}} + m_{\text{доп}}}{W_{\text{зг}}} = \frac{1}{13,2} = 0,08 \text{ люд.-год / га.} \quad (2.9)$$

Витрату палива на одиницю оброблюваної продукції визначаємо за формулою:

$$q_{\text{га}} = \frac{G_{\text{пр}} \cdot T_p + G_{\text{пх}} \cdot T_{\text{пов}} + G_{\text{пз}} \cdot T_{\text{зуп}}}{W_{\text{зм}}}; \quad (2.10)$$

де  $q_{\text{га}}$  – погектарна витрата палива, кг/га;

$G_{\text{пр}}$  – годинна витрата палива при робочому ході агрегату під навантаженням, кг/год;

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

$G_{\text{пх}}$  – годинна витрата палива при холостому ході, кг/га;

$T_{\text{пов}}$  – час холостих поворотів, год;

$G_{\text{пз}}$  – зупинка агрегату з працюючим двигуном, кг/год;

$T_{\text{зуп}}$  – зупинка агрегату з працюючим двигуном, год;

$W_{\text{зм}}$  – змінна продуктивність агрегату, га.

Час холостого ходу агрегату на поворотах визначають за формулою:

$$T_{\text{пов}} = \tau_{\text{пов}} \cdot T_p = 0,08 \cdot 4,94 = 0,39 \text{ год.} \quad (2.11)$$

Тривалість зупинок агрегату з працюючим двигуном розраховують за формулою:

|     |      |            |        |      |                        |      |
|-----|------|------------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |            |        |      | ДП.208.043.467н.044.ПЗ | Арк. |
|     |      |            |        |      |                        | 27   |
| Зм. | Арк. | № документ | Підпис | Дата |                        |      |



$$T_{\text{зуп}} = T_{\text{воп}} + 0,5 \cdot T_{\text{што}} ; \quad (2.12)$$

де  $T_{\text{што}}$  – тривалість щозмінного технічного обслуговування агрегату, хв,  $T_{\text{што}} = 36$  хв [7]:

$$T_{\text{зуп}} = 30 + 0,5 \cdot 36 = 0,8 \text{ год.}$$

Витрату палива при роботі під навантаженням на поворотах агрегату та його зупинці вибираємо з таблиці 17 [12]. Ця витрата становитиме:

$$G_{\text{пр}} = 28 \text{ км /год}; G_{\text{пк}} = 12 \text{ км /год}; G_{\text{пз}} = 2,5 \text{ км / год.}$$

Отже, за формулою (2.10) погектарна витрата палива при роботі агрегату Т-150К+ МШХ-9М становитиме:

$$q_{\text{га}} = \frac{28 \cdot 4,94 + 12 \cdot 0,89 + 2,5 \cdot 0,8}{92,73} = 3,87 \text{ кг / га.}$$

## 2.5 Кінематична характеристика і вибір способу руху агрегату та підготовка поля до його роботи

Вибір способу руху агрегату та підготовка поля до внесення мінеральних добрив залежать від кількох важливих кінематичних і технологічних характеристик, які необхідно врахувати. Ось основні аспекти цього процесу:

### 1. Кінематичні характеристики агрегату

Кінематичні параметри визначають ефективність роботи агрегату та якість внесення добрив. Основні характеристики включають:

#### 1. Робоча швидкість руху (V):

- Зазвичай для розкидачів мінеральних добрив рекомендується швидкість 6-12 км/год.

- Вибір швидкості залежить від типу добрив, їх фізичних властивостей і налаштувань розкидача.

#### 2. Ширина захвату (B):

- Для агрегатів із центробіжними розкидачами ширина захвату може становити від 10 до 36 м.

- Потрібно враховувати ширину захвату для мінімізації нерівномірного розподілу добрив.

#### 3. Продуктивність (Q):

|     |      |            |        |      |                        |      |
|-----|------|------------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |            |        |      | ДП.208.043.467н.044.ПЗ | Арк. |
|     |      |            |        |      |                        | 28   |
| Зм. | Арк. | № документ | Підпис | Дата |                        |      |

- Продуктивність розраховується залежно від кількості добрив, що вносяться на 1 га, та швидкості агрегату.

#### 4. Робочий режим:

- Агрегат має працювати з рівномірною швидкістю та мінімальними відхиленнями для уникнення "пропусків" або "перекриттів" у зоні внесення.

#### 2. Вибір способу руху агрегату

Основний критерій — забезпечення рівномірного покриття поля добривами. Способи руху можуть бути такими:

##### 1. Паралельний рух:

- Найпоширеніший спосіб для відкритих і рівних полів.
- Мінімізує перекриття і забезпечує рівномірне внесення добрив.

##### 2. Шахматний або зміщений рух:

- Використовується для полів із нерівностями або перешкодами.
- Допомогає уникнути втрат добрив через нерівності ґрунту.

##### 3. Контурний рух:

- Застосовується на полях із крутими схилами або специфічними контурами.

- Зменшує ризик ерозії ґрунту.

#### 3. Підготовка поля до внесення добрив

Правильна підготовка поля є критично важливою для ефективного розподілу добрив:

##### 1. Рівність поверхні:

- Поле повинно бути вирівняне для рівномірного внесення добрив.
- Використання боронування або вирівнювальних агрегатів покращує якість внесення.

##### 2. Очищення поля:

- Видалення залишків рослинності, каміння чи інших перешкод.
- Забезпечує безпечний рух агрегату та рівномірне розподілення добрив.

##### 3. Аналіз ґрунту:

|     |      |            |        |      |                        |      |
|-----|------|------------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |            |        |      | ДП.208.043.467н.044.ПЗ | Арк. |
|     |      |            |        |      |                        | 29   |
| Зм. | Арк. | № документ | Підпис | Дата |                        |      |

- Перед внесенням добрив важливо провести агрохімічний аналіз ґрунту.

- Це дозволяє визначити необхідні норми внесення мінеральних добрив залежно від вмісту елементів живлення.

#### 4. Маркування поля:

- Поле слід розмітити для точного руху агрегату.
- Використання систем GPS-навігації допомагає уникнути "пропусків".

#### 4. Технологічні рекомендації для внесення добрив

1. Використовуйте агрегати, оснащені системами точного землеробства (GPS, автоматичне регулювання норм внесення).

2. Вибирайте добрива із хорошими розсіювальними властивостями (без грудок та надмірної вологи).

3. Дотримуйтеся рекомендованих норм внесення добрив, щоб уникнути перевищення концентрації елементів живлення.

Правильне поєднання кінематичних параметрів, підготовка поля і раціональний вибір способу руху агрегату дозволять досягти оптимальних результатів у внесенні мінеральних добрив.

## 2.6 Операційно-технологічна карта

Операційно-технологічна карта внесення мінеральних добрив є важливим документом, що використовується для планування, організації та контролю виконання робіт із внесення добрив. Вона описує етапи, методи, технічні засоби та ресурси, необхідні для забезпечення ефективного удобрення ґрунтів.

Структура операційно-технологічної карти:

#### 1. Загальні відомості

- Назва культури: (наприклад, пшениця, кукурудза тощо).
- Тип ґрунту: (чорнозем, супіщаний, суглинковий тощо).
- Виробничий підрозділ: (наприклад, конкретне поле чи фермерське господарство).

|     |      |            |        |      |                        |      |
|-----|------|------------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |            |        |      | ДП.208.043.467н.044.ПЗ | Арк. |
|     |      |            |        |      |                        | 30   |
| Зм. | Арк. | № документ | Підпис | Дата |                        |      |

- Дата складання карти.
2. Агрономічні показники
- Нормативи внесення добрив (кг/га).
  - Види добрив (азотні, фосфорні, калійні або комплексні).
  - Очікуваний вплив на врожайність.
3. Технологічний процес
- Операції:
    1. Підготовка техніки.
    2. Завантаження добрив у розкидачі чи іншу техніку.
    3. Внесення добрив.
    4. Контроль рівномірності внесення.
    5. Додаткове боронування чи закладення добрив у ґрунт (якщо необхідно).
  - Метод внесення:
    - Суцільне розкидання.
    - Локальне внесення.
    - Внесення в рядки або з поливною водою.
4. Техніка та обладнання
- Типи машин (розкидачі, сівалки тощо).
  - Технічні характеристики обладнання (робоча ширина, продуктивність).
  - Витрати палива.
5. Ресурси
- Робітники (кількість, кваліфікація).
  - Часові витрати (тривалість робіт).
  - Необхідна кількість добрив.
6. Економічні показники
- Вартість добрив.
  - Витрати на виконання робіт.
  - Розрахунок очікуваного економічного ефекту.

|     |      |            |        |      |                        |      |
|-----|------|------------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |            |        |      | ДП.208.043.467н.044.ПЗ | Арк. |
|     |      |            |        |      |                        | 31   |
| Зм. | Арк. | № документ | Підпис | Дата |                        |      |

#### 7. Контроль якості

- Методи контролю рівномірності внесення.
- Перевірка дозування.
- Аналіз ефективності (з урахуванням результатів урожаю).

#### 8. Охорона праці та екологічна безпека

- Інструкції для працівників щодо безпеки при роботі з добривами.
- Рекомендації щодо запобігання забрудненню навколишнього середовища.

Операційно-технологічна карта сприяє оптимізації витрат, підвищенню ефективності робіт та дотриманню агрономічних норм.

|     |      |            |        |      |                        |      |
|-----|------|------------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |            |        |      | ДП.208.043.467н.044.ПЗ | Арк. |
|     |      |            |        |      |                        | 32   |
| Зм. | Арк. | № документ | Підпис | Дата |                        |      |

### 3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Обґрунтування пропонованої конструкції. Розробка технічного завдання.

Розробка машин для внесення мінеральних добрив здійснюється відповідно до агротехнічних і технічних вимог що ставляться до них.

З урахуванням агротехнічних вимог і огляду відомих конструкцій в якості конструкторської розробки дипломного проекту пропоную машину з використанням всіх останніх досягнень науки і практики створену на базі машини МШХ-9.

До технічних вимог, що пред'являються до машини для внесення мінеральних добрив МШХ-9 відносяться:

- здатність висівати добрива різної вологості;
- не м'яти та не ущільнювати добрива;
- не реагувати на висоту шару добрив в кузові;
- бути зручною в експлуатації (мати механізоване завантаження, легко очищатися, легко агрегатуватися з трактором);
- не піддаватися корозії (мати антикорозійне покриття);
- мати високу продуктивність;
- мати малу металоємність;
- відповідати стандартам безпеки при експлуатації.

Виходячи з того, що машина МШХ-9 повинна застосовуватися для внесення основної дози мінеральних добрив, то для неї прийнята напівпричіпна компоновка. Дане рішення дозволяє знизити навантаження на навісну систему трактора, в порівнянні з навісним компонуванням, збільшити завантаження і продуктивність агрегату, а також дози внесення мінеральних добрив.

|           |            |            |        |      |                                      |  |  |  |  |                  |      |        |
|-----------|------------|------------|--------|------|--------------------------------------|--|--|--|--|------------------|------|--------|
|           |            |            |        |      | ДП.208.043.467н.044.ПЗ               |  |  |  |  |                  |      |        |
|           |            |            |        |      | <div>КОНСТРУКТИВНА<br/>ЧАСТИНА</div> |  |  |  |  |                  |      |        |
| Зм.       | Арк.       | № документ | Підпис | Дата |                                      |  |  |  |  | Літера           | Арк. | Аркуші |
| Розробив  | Виговський |            |        |      |                                      |  |  |  |  |                  |      |        |
| Керівник  | Герасимчук |            |        |      |                                      |  |  |  |  |                  | 33   | 6      |
| Рецензент |            |            |        |      |                                      |  |  |  |  | ЖАТФК, гр. Аі-43 |      |        |
| Н. Контр. | Вензовська |            |        |      |                                      |  |  |  |  |                  |      |        |
| Затвердив | Руденко    |            |        |      |                                      |  |  |  |  |                  |      |        |

Основою даної машини повинна бути рама, яка повинна надавати машині жорсткість, а також бути основою для кріплення всіх основних вузлів і деталей.

Дозуючий пристрій має мати здатність регулювати дозу внесення в певних межах і з максимальною точністю.

Розкидальні диски повинні здійснювати внесення мінеральних добрив, які до них надходять з дозуючого пристрою на задану ширину захвату, і з найменшою нерівномірністю як по ширині захоплення, так і по ходу руху агрегату.

З огляду на той факт, що машина має напівпричіпну компоновку важливо знизити значення питомого тиску опорних коліс машини на ґрунт під час виконання технологічного процесу.

В якості розкидального робочого органу пропонуються дискові відцентрові робочі органи за типом машин РДУ-1,5, РУ-1500 і РУ-3000, що дозволить у порівнянні з базовими дисками, пропоновані заводом-виробником, збільшити ширину захвату машини і більш рівномірно вносити добрива . При цьому знижується витрата палива, і підвищується врожайність оброблюваної культури.

### **3.2 Будова і робочий процес машини**

Конструкція даної машини вибрана виходячи з багаторічної експлуатації машин даної групи і представлена на рис. 3.1.

|     |      |            |        |      |                        |      |
|-----|------|------------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |            |        |      | ДП.208.043.467н.044.ПЗ | Арк. |
|     |      |            |        |      |                        | 34   |
| Зм. | Арк. | № документ | Підпис | Дата |                        |      |

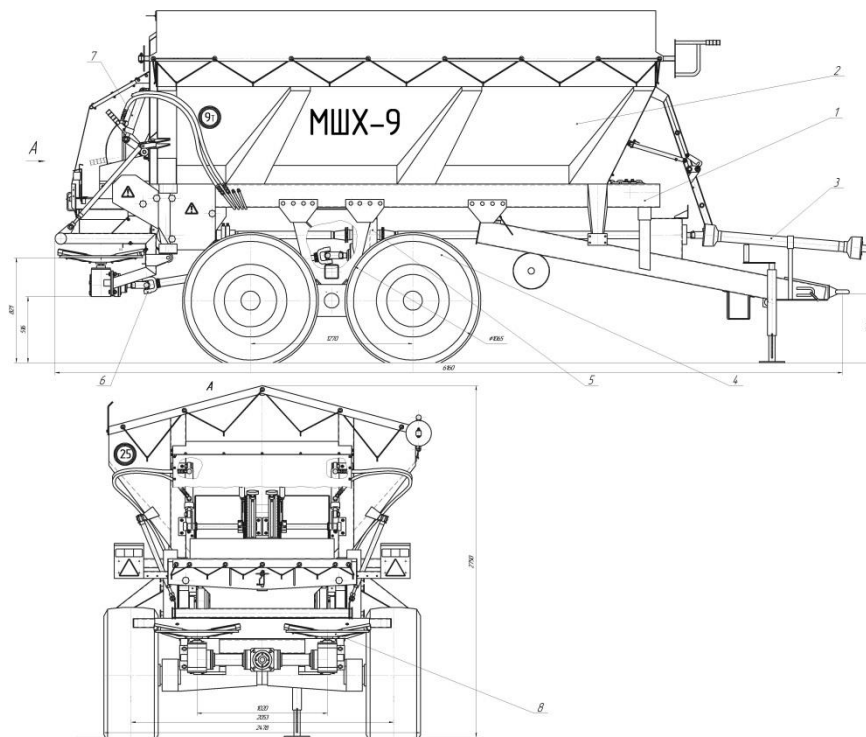


Рис.3.1 Машина технологічна універсальна МШХ-9М

1-рама; 2-кузов; 3-карданний вал; 4-шасі; 5-центральный редуктор; 6-привід розкидачів; 7-гідроциліндр; 8-дисковий розкидач.

В її основі лежить рама 1, до якої кріпляться всі основні вузли та деталі. Вона в свою чергу спирається на ходові колеса, що мають підресорену підвіску.

Кузов машини 2 виконаний у формі прямокутної призми, межі якої звужуються до днища під кутом, що враховує відсутність залишання добрив в кузові, який забезпечує неможливість зависання їх на стінках кузова.

Для подачі добрив до вивантажувального вікна в підлозі кузова вмонтовані два ланцюгових пруткових транспортера, що забезпечує рівномірну подачу мінеральних добрив під час роботи.

Дозуючий пристрій виконано у вигляді переміщаючих вертикально заслінок, які регулюють розмір вивантажного вікна.

Після проходження добривами дозуючого пристрою вони потрапляють на туконправляч, за допомогою якого є можливість регулювати місце падіння частинок добрив на диск, що в кінцевому результаті впливає на ширину захвату машиною при внесенні мінеральних добрив.

|     |      |            |        |      |
|-----|------|------------|--------|------|
|     |      |            |        |      |
| Зм. | Арк. | № документ | Підпис | Дата |

ДП.208.043.467н.044.ПЗ

Арк.

35



Розкидальний орган 8 представляє собою диск, який має вертикальну вісь обертання. Вони обертаються з постійною кутовою швидкістю. Розкидальний орган зображено на рис. 3.2.

Привід робочих органів 6 здійснюється від вала відбору потужності трактора. Потім потужність передається на центральний редуктор, з нього за допомогою карданного валу 3 на циліндричний редуктор приводу транспортера 5 і конічні редуктори приводу розкидальних дисків.

Для запобігання розриву приводних роликів ланцюгів при відключенні ВВП трактора на веденому валу встановлена обгонна муфта.

Збільшення дози внесення мінеральних добрив здійснюється шляхом перестановки ведучої і веденої зірочок ланцюгової передачі приводу транспортера.

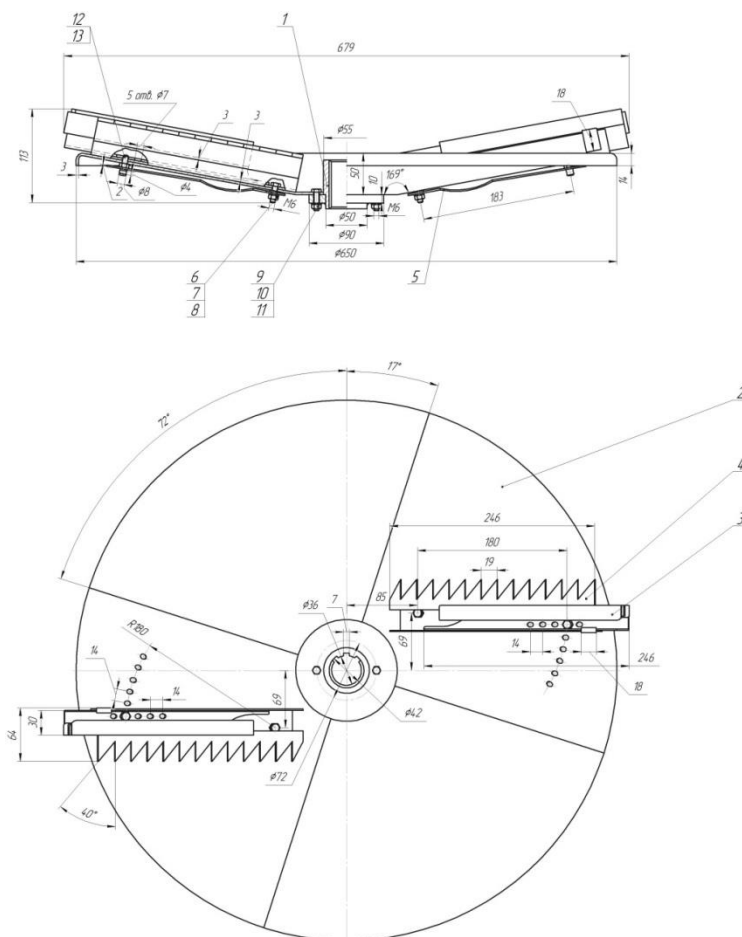


Рис.3.2 Розкидальний орган.

1 – маточина; 2 – диск; 3 – лопатка; 4 – направляюча; 5 – пружина;  
6, 9 – болт; 7,10 – шайба; 8, 11, 12 – гайка; 13 – штифт.

|     |      |            |        |      |                        |      |
|-----|------|------------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |            |        |      | ДП.208.043.467н.044.ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № документ | Підпис | Дата |                        | 36   |

При внесенні мінеральних добрив в дощову погоду, а також при транспортуванні і подальшому внесенні мінеральних добрив дана машина комплектується захисним тентом.

Для безпеки руху по дорогах загального користування та відповідно до вимог нормативно-технічної документації дана машина обладнана пневматичною гальмівною системою і робочим електроустаткуванням.

### 3.3 Розрахунок на міцність болтового з'єднання

В даному конструктивному вирішенні при з'єднанні диска з маточиною застосовується болтове з'єднання, при якому болт встановлюється з зазором. Схема даного з'єднання наведена на рис. 3.3.

Основні параметри з'єднання визначаємо за такою методикою. Спираючись на те, що нам відоме діюче навантаження, визначаємо зусилля затягування для болтового з'єднання по формулі:

$$F_{\text{зат}} = \frac{1,2 \cdot F}{f \cdot i}, \quad (3.1)$$

де  $F$  - значення навантаження, прийнято  $F = 700 \text{ Н}$ ;

$f$  - коефіцієнт тертя деталей в стику, приймаємо  $f = 0,15$ ;

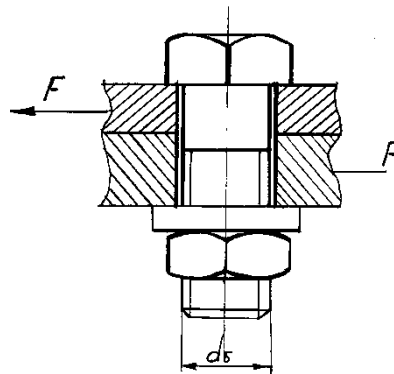


Рис. 3.3 - Болтове з'єднання диска з маточиною

$i$  - число площин зрізу, приймаємо  $i = 1$  виходячи з того, що в з'єднанні застосовуються дві деталі.

$$F_{\text{зат}} = \frac{1,2 \cdot 700}{0,15 \cdot 1} = 5600 \text{ Н}$$

Визначаємо діаметра болта за формулою:

|     |      |            |        |      |                        |      |
|-----|------|------------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |            |        |      | ДП.208.043.467н.044.ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № документ | Підпис | Дата |                        | 37   |

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 1.3 \cdot F_{\text{зат}}}{z \cdot \pi \cdot [\sigma_p]}}, \quad (3.2)$$

де  $z$  - число болтів в з'єднанні, приймаємо  $z = 2$ ;

$[\sigma_p]$  – межа міцності при розтягуванні, приймаємо  $[\sigma_p] = 900$  МПа

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 1.3 \cdot 5600}{2 \cdot 3.14 \cdot 900}} = 5,1 \text{ мм}$$

Для забезпечення кращого конструктивного виконання, приймаємо  $d = 6$  мм.

|     |      |            |        |      |                        |      |
|-----|------|------------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |            |        |      | ДП.208.043.467н.044.ПЗ | Арк. |
|     |      |            |        |      |                        |      |
| Зм. | Арк. | № документ | Підпис | Дата |                        | 38   |

## 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

### 4.1 Аналіз потенційних небезпек, які створюються на робочих місцях при вирощуванні кукурудзи на силос

Вирощування кукурудзи на силос передбачає ряд операцій, що можуть створювати небезпеки для працівників. Ось аналіз основних ризиків:

#### 1. Механічні небезпеки

- Робота з технікою: Трактори, сівалки, обприскувачі, комбайни та інші машини можуть стати джерелами травм через несправності, неправильну експлуатацію або недотримання техніки безпеки.
- Ризик обриву деталей: Робота з обертовими і рухомими частинами може спричинити травмування рук або ніг.
- Завантаження і транспортування: Травми можуть статися під час переміщення обладнання або вантаження маси кукурудзи на транспортні засоби.

#### 2. Хімічні небезпеки

- Засоби захисту рослин (пестициди та гербіциди): Використання хімікатів для боротьби з бур'янами і шкідниками може призвести до отруєнь або подразнень, особливо якщо відсутні засоби індивідуального захисту (маски, рукавички, костюми).
- Добрива: Робота з мінеральними добривами може спричинити контактні дерматити або отруєння.

#### 3. Пил і алергени

- Пил з кукурудзи або ґрунту може викликати алергічні реакції, респіраторні захворювання або подразнення очей.
- Небезпека утворення вибухонебезпечного середовища в умовах скупчення дрібнодисперсного пилу.

|           |      |            |        |      |                                                 |  |  |                  |      |         |   |  |
|-----------|------|------------|--------|------|-------------------------------------------------|--|--|------------------|------|---------|---|--|
|           |      |            |        |      | ДП.208.043.467н.044.ПЗ                          |  |  |                  |      |         |   |  |
|           |      |            |        |      |                                                 |  |  |                  |      |         |   |  |
| Зм.       | Арк. | № документ | Підпис | Дата |                                                 |  |  |                  |      |         |   |  |
| Розробив  |      | Виговський |        |      | ОХОРОНА ПРАЦІ ТА<br>НАВКОЛИШНЬОГО<br>СЕРЕДОВИЩА |  |  | Літера           | Арк. | Аркушів |   |  |
| Керівник  |      | Герасимчук |        |      |                                                 |  |  |                  |      | 39      | 4 |  |
| Консульт. |      | Герасимчук |        |      |                                                 |  |  | ЖАТФК, гр. Аі-43 |      |         |   |  |
| Н. Контр. |      | Вензовська |        |      |                                                 |  |  |                  |      |         |   |  |
| Затвердив |      | Руденко    |        |      |                                                 |  |  |                  |      |         |   |  |

#### 4. Фізичні небезпеки

- Тепловий стрес: Довге перебування на сонці може призвести до теплового удару, зневоднення або сонячних опіків.
- Погодні умови: Робота під час дощу, на вологому чи слизькому ґрунті може стати причиною травм через падіння.
- Вібрація та шум: Тривала робота з технікою може викликати професійні захворювання, наприклад, вібраційну хворобу або зниження слуху.

#### 5. Біологічні небезпеки

- Контакт зі шкідниками: Під час роботи працівники можуть піддаватися укусам комах (кліщів, комарів), що іноді призводить до інфекцій.
- Пліснява і гриби: У вологих умовах силосна кукурудза може стати джерелом мікотоксинів, що небезпечні для здоров'я.

#### 6. Психологічні та організаційні фактори

- Перевтома: Ненормований графік роботи під час посіву чи збору врожаю може викликати стрес і втому, що збільшує ризик помилок і травм.
- Недостатня підготовка: Відсутність інструктажу з техніки безпеки або недоліки в організації робочого процесу збільшують ризики.

Заходи для мінімізації небезпек:

1. Навчання персоналу: Регулярний інструктаж з техніки безпеки та використання засобів індивідуального захисту.
2. Регулярне обслуговування техніки: Уникнення аварій і травм через несправність обладнання.
3. Використання ЗІЗ: Маски, рукавички, захисні окуляри, спецодяг і протишумові навушники.
4. Моніторинг здоров'я працівників: Регулярні медичні огляди та контроль умов праці.
5. Організація робочого часу: Забезпечення перерв та умов для відпочинку, особливо в спекотні дні.

Дотримання цих заходів значно знижує ризики для здоров'я та безпеки працівників.

|     |      |            |        |      |                        |      |
|-----|------|------------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |            |        |      | ДП.208.043.467н.044.ПЗ | Арк. |
|     |      |            |        |      |                        | 40   |
| Зм. | Арк. | № документ | Підпис | Дата |                        |      |

## 4.2 Техніка безпеки при роботі з машиною для внесення мінеральних добрив МШХ-9

Техніка безпеки при роботі з машинами для внесення мінеральних добрив включає кілька основних аспектів:

1. Огляд і підготовка машини:
  - Перед початком роботи перевірте стан машини: рівень пального, роботу всіх механізмів, наявність технічних несправностей.
  - Переконайтеся, що всі агрегати та пристрої машини налаштовані та закріплені відповідно до інструкцій.
  - Перевірте герметичність системи подачі добрив.
2. Індивідуальні засоби захисту:
  - Одягайте спеціальний робочий одяг (за необхідності — захисний костюм, рукавички, окуляри та респіратор).
  - Використовуйте захисні засоби для очей і органів дихання при роботі з хімічними добривами.
3. Перевезення та зберігання добрив:
  - Зберігайте добрива в сухому, добре провітрюваному приміщенні, подалі від джерел тепла або вогню.
  - При перевезенні мінеральних добрив забезпечте надійне закріплення вантажу, щоб уникнути його переміщення.
4. Під час роботи з машиною:
  - Під час внесення добрив стежте за рівномірністю їх розподілу.
  - Уникайте контакту добрив із шкірою, очима, а також вдихання пилу або пари, що можуть виділятися під час роботи.
  - Не залишайте машину без нагляду, коли вона працює.
5. Чистка та обслуговування:
  - Після закінчення роботи ретельно очищуйте машину від залишків добрив, що можуть викликати корозію чи інші пошкодження.
  - Перевірте та обслуговуйте всі важливі системи машини відповідно до інструкцій.

|     |      |            |        |      |                        |      |
|-----|------|------------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |            |        |      | ДП.208.043.467н.044.ПЗ | Арк. |
|     |      |            |        |      |                        | 41   |
| Зм. | Арк. | № документ | Підпис | Дата |                        |      |

6. Екстрені заходи:

- У разі аварійної ситуації (пожежа, витік добрив) негайно вимкніть машину та зверніться до відповідних служб.
- Знання місця знаходження вогнегасників та іншого необхідного обладнання для ліквідації аварійних ситуацій є обов'язковим.

Забезпечення безпеки в процесі роботи з такими машинами є важливим елементом для запобігання травмам та аваріям.

|     |      |            |        |      |                        |      |
|-----|------|------------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |            |        |      | ДП.208.043.467н.044.ПЗ | Арк. |
|     |      |            |        |      |                        | 42   |
| Зм. | Арк. | № документ | Підпис | Дата |                        |      |

## 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 5.1 Розрахунок собівартості модернізації машини МШХ-9

Для розрахунку собівартості модернізації машини МШХ-9 можна використати наступні формули:

1. Прямі витрати на оплату праці:

$$P = T \times Z \quad (5.1)$$

де:

- Т — трудомісткість (10,5 люд-год.),
- З — заробітна плата за годину (90 грн).

2. Витрати на ЄСВ:

$$\text{ЄСВ} = P \times 22\% \quad (5.2)$$

3. Витрати на військовий збір:

$$\text{ВЗ} = P \times 5\% \quad (5.3)$$

4. Прямі витрати на матеріали:

$$M = B \quad (5.4)$$

де:

- В — вартість деталей (3695 грн).

Таблиця 5.1 Вартість деталей для модернізації

| № п/п  | Деталь      | Кількість | Ціна, грн |
|--------|-------------|-----------|-----------|
| 1      | Маточина    | 2         | 1255      |
| 2      | Диск        | 2         | 1085      |
| 3      | Лопатка     | 4         | 550       |
| 4      | Направляюча | 4         | 525       |
| 5      | Пружина     | 4         | 280       |
| Всього |             |           | 3695      |

5. Непрямі витрати:

$$H = (P + M) \times 10\% \quad (5.5)$$

6. Загальна собівартість:

|           |      |            |        |      |                               |  |      |         |
|-----------|------|------------|--------|------|-------------------------------|--|------|---------|
|           |      |            |        |      | ДП.208.043.467н.044.ПЗ        |  |      |         |
| Зм.       | Арк. | № документ | Підпис | Дата | <b>ЕКОНОМІЧНА<br/>ЧАСТИНА</b> |  |      |         |
| Розробив  |      | Виговський |        |      |                               |  |      |         |
| Керівник  |      | Герасимчук |        |      |                               |  |      |         |
| Консульт. |      | Веремій    |        |      |                               |  |      |         |
| Н. Контр. |      | Вензовська |        |      |                               |  |      |         |
| Затвердив |      | Руденко    |        |      |                               |  |      |         |
|           |      |            |        |      | Літера                        |  | Арк. | Аркушів |
|           |      |            |        |      |                               |  | 43   | 2       |
|           |      |            |        |      | ЖАТФК, гр. Аі-43              |  |      |         |



$$C = P + \text{ЄСВ} + \text{ВЗ} + M + H \quad (5.6)$$

Тепер, розрахуємо кожен компонент:

1. Прямі витрати на оплату праці:

$$P = 10,5 \times 90 = 945 \text{ грн}$$

2. Витрати на ЄСВ:

$$\text{ЄСВ} = 945 \times 22\% = 207,90 \text{ грн}$$

3. Витрати на військовий збір:

$$\text{ВЗ} = 945 \times 5\% = 47,25 \text{ грн}$$

4. Прямі витрати на матеріали:

$$M = 3695 \text{ грн}$$

5. Непрямі витрати:

$$H = (945 + 3695) \times 10\% = 474 \text{ грн}$$

6. Загальна собівартість:

$$C = 945 + 207,90 + 47,25 + 3695 + 474 = 5369,15 \text{ грн}$$

Отже, загальна собівартість модернізації машини МШХ-9 становить 5369,15 гривень.

## 5.2 Розрахунок терміну окупності.

Для розрахунку терміну окупності пристосування використовуємо наступну формулу:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C}{3 \times N} \quad (5.7)$$

де:

- $C$  — собівартість пристосування (5369,15 грн),
- $З$  — прибуток чи заощадження на день (500 грн),
- $N$  — річна програма використання конструктивної розробки (10 днів).

Тепер можемо підставити значення в формулу:

$$T_{\text{ок}} = \frac{5369,15}{500 \times 10} = \frac{5369,15}{5000} = 1,07383 \text{ років}$$

Термін окупності пристосування складає 1,07 роки або 1 рік і 27 днів.

|     |      |            |        |      |                        |      |
|-----|------|------------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |            |        |      | ДП.208.043.467н.044.ПЗ | Арк. |
|     |      |            |        |      |                        | 44   |
| Зм. | Арк. | № документ | Підпис | Дата |                        |      |

## ВИСНОВОК

Дипломний проєкт є комплексним дослідженням, яке охоплює важливі аспекти аграрної техніки та технології вирощування кукурудзи. В ході роботи розроблено комплекс машин, який включає тракторні агрегати та спеціалізовані машини для виконання основних операцій на різних етапах вирощування кукурудзи на силос.

Одним із ключових етапів проєкту є розробка розкидального органу для машини МШХ-9, призначеної для внесення мінеральних добрив. Аналіз проведених розрахунків та експериментальних даних показав, що запропонована конструкція розкидального органу забезпечує рівномірне і ефективне внесення добрив на необхідну площу. Це дозволяє оптимізувати використання мінеральних добрив, знижуючи їх витрати при збереженні високої продуктивності та якості роботи.

Розроблений технологічний процес внесення добрив передбачає максимально точне дозування та рівномірний розподіл добрив по площі поля, що сприяє поліпшенню фізико-хімічного складу ґрунту та збільшенню врожайності кукурудзи. Це забезпечить підвищену ефективність виробництва силосної кукурудзи, що є важливим аспектом для розвитку сільськогосподарських підприємств.

Загалом, результати дипломного проєкту сприяють покращенню механізації та автоматизації процесу вирощування кукурудзи на силос, зокрема через вдосконалення систем внесення добрив, що дозволить зменшити трудові витрати та підвищити ефективність агротехнічних заходів. Розробка запропонованого комплексу машин та технологічних процесів відповідає сучасним вимогам сільськогосподарської практики та сприяє сталому розвитку аграрного сектора.

|           |            |            |        |      |                        |  |  |                  |      |         |   |
|-----------|------------|------------|--------|------|------------------------|--|--|------------------|------|---------|---|
|           |            |            |        |      | ДП.208.043.467н.044.ПЗ |  |  |                  |      |         |   |
|           |            |            |        |      |                        |  |  |                  |      |         |   |
| Зм.       | Арк.       | № документ | Підпис | Дата |                        |  |  |                  |      |         |   |
| Розробив  | Виговський |            |        |      | ВИСНОВОК               |  |  | Літера           | Арк. | Аркушів |   |
| Керівник  | Герасимчук |            |        |      |                        |  |  |                  |      | 45      | 1 |
| Рецензент |            |            |        |      |                        |  |  | ЖАТФК, гр. Аі-43 |      |         |   |
| Н. Контр. | Вензовська |            |        |      |                        |  |  |                  |      |         |   |
| Затвердив | Руденко    |            |        |      |                        |  |  |                  |      |         |   |

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Іваненко В. І. Експлуатація сільськогосподарських машин. — Київ: Урожай, 2017. — 320 с.
2. Кравчук О. О. Техніка для вирощування сільськогосподарських культур. — Львів: ЛНУ, 2016. — 280 с.
3. Ковальчук М. С. Внесення мінеральних добрив у кукурудзу / М. С. Ковальчук, О. П. Петров // Журнал агротехнічних наук. — 2019. — Т. 21, № 3. — С. 145-150.
4. Сидоренко О. П. Розрахунок технологічних машин для внесення добрив / О. П. Сидоренко // Техніка та технології в сільському господарстві. — 2020. — № 4. — С. 89-94.
5. Савчук В. О. Підвищення ефективності використання сільськогосподарських машин у технології вирощування кукурудзи / В. О. Савчук. — Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Київ, 2018. — 20 с.
6. Степаненко Л. М. Оптимізація машин для внесення добрив у сільському господарстві / Л. М. Степаненко. — Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Харків, 2019. — 18 с.
7. ДСТУ 8302:2015. Устаткування для сільського господарства. Основні вимоги до конструкції і безпеки. — Київ: Держстандарт України, 2015. — 45 с.
8. Порядок застосування мінеральних добрив у сільському господарстві України, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 15.07.2014 № 234.
9. Ляхова Т. В. Сільськогосподарські машини для обробки ґрунту і внесення добрив. — Черкаси: ЧНУ, 2015. — 400 с.

|           |            |            |        |      |                                  |  |  |                  |      |         |    |   |
|-----------|------------|------------|--------|------|----------------------------------|--|--|------------------|------|---------|----|---|
|           |            |            |        |      | ДП.208.043.467н.044.ПЗ           |  |  |                  |      |         |    |   |
|           |            |            |        |      |                                  |  |  |                  |      |         |    |   |
| Зм.       | Арк.       | № документ | Підпис | Дата |                                  |  |  |                  |      |         |    |   |
| Розробив  | Виговський |            |        |      | СПИСОК<br>ВИКОРИСТАНИХ<br>ДЖЕРЕЛ |  |  | Літера           | Арк. | Аркушів |    |   |
| Керівник  | Герасимчук |            |        |      |                                  |  |  |                  |      |         | 46 | 2 |
| Рецензент |            |            |        |      |                                  |  |  | ЖАТФК, гр. Аі-43 |      |         |    |   |
| Н. Контр. | Вензовська |            |        |      |                                  |  |  |                  |      |         |    |   |
| Затвердив | Руденко    |            |        |      |                                  |  |  |                  |      |         |    |   |

10. Мартинюк А. А. Інноваційні підходи до використання техніки для внесення добрив / А. А. Мартинюк // Матеріали міжнародної конференції "Техніка і технології для аграрного сектору" (Київ, 2020). — Київ: УкрАгроТех, 2020. — С. 78-82.

11. Машин для внесення мінеральних добрив. — Режим доступу: <https://www.agroteh.com.ua/mashiny-dobryv>. — Дата звернення: 12.01.2025.

12. Вирощування кукурудзи: технології і обладнання. — Режим доступу: <https://www.corntech.com.ua>. — Дата звернення: 14.01.2025.

13. Інститут агрономії. Методи застосування добрив при вирощуванні кукурудзи. — Київ, 2017. — 50 с.

14. Український аграрний центр. Аналіз ефективності застосування мінеральних добрив у вирощуванні кукурудзи. — Київ, 2018. — 40 с.

|     |      |            |        |      |                        |      |
|-----|------|------------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |            |        |      | ДП.208.043.467н.044.ПЗ | Арк. |
|     |      |            |        |      |                        | 47   |
| Зм. | Арк. | № документ | Підпис | Дата |                        |      |