

**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**

(освітній ступінь)

на тему: *«Підбір технологічного обладнання для вирощування  
багаторічних трав з модернізацією ворущилки»*

Виконав: студент IV курсу, групи Ai-46  
галузі знань 20 «Аграрні науки і  
продовольство»

спеціальність 208 «Агроінженерія»  
(галузь знань, спеціальності)

Максим АРСЕНЮК  
(прізвище та ініціали)

Керівник: Микола КІРИЄНКО  
(власне ім'я та прізвище)

Рецензент: \_\_\_\_\_  
(власне ім'я та прізвище)

м. Житомир – 2025 року

| <div>№<br/>п/п</div> | <div>Формат</div> | <div>Позначення</div>       | <div>Найменування</div>   | <div>К-ть арк.</div> | <div>№ прим.</div>                     | <div>Примітка</div> |        |
|----------------------|-------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------|----------------------------------------|---------------------|--------|
|                      |                   |                             |                           |                      |                                        |                     |        |
|                      |                   |                             | Документація              |                      |                                        |                     |        |
|                      |                   |                             |                           |                      |                                        |                     |        |
|                      |                   |                             | Текстові документи        |                      |                                        |                     |        |
|                      |                   |                             |                           |                      |                                        |                     |        |
| 1                    | A4                | ДП.208.046.467-н.103.ПЗ     | Розрахунково-пояснювальна |                      |                                        |                     |        |
|                      |                   |                             | записка                   |                      |                                        |                     |        |
|                      |                   |                             |                           |                      |                                        |                     |        |
|                      |                   |                             | Графічні матеріали        |                      |                                        |                     |        |
|                      |                   |                             |                           |                      |                                        |                     |        |
| 2                    | A1                | ДП.208.046.467-н.103.ОК     | Операційна карта          | 1                    |                                        |                     |        |
| 3                    | A1                | ДП.208.046.467-н.103.000 ВЗ | Габлі-ворушилка           | 1                    |                                        |                     |        |
| 4                    | A2                | ДП.208.046.467-н.103.000 СК | Робочий орган             | 1                    |                                        |                     |        |
| 5                    | A3                | ДП.208.046.467-н.103.001 СК | Вісь                      | 1                    |                                        |                     |        |
| 6                    | A3                | ДП.208.046.467-н.103.010    | Основа                    | 1                    |                                        |                     |        |
| 7                    | A3                | ДП.208.046.467-н.103.004    | Обойма                    | 1                    |                                        |                     |        |
| 8                    | A3                | ДП.208.046.467-н.103.003    | Кронштейн                 | 1                    |                                        |                     |        |
| 9                    | A3                | ДП.208.046.467-н.103.009    | Тримач                    | 1                    |                                        |                     |        |
| 10                   | A4                | ДП.208.046.467-н.103.011    | Фіксатор                  | 1                    |                                        |                     |        |
| 11                   | A4                | ДП.208.046.467-н.103.007    | Пружина                   | 1                    |                                        |                     |        |
| 12                   |                   |                             |                           |                      |                                        |                     |        |
|                      |                   |                             |                           |                      |                                        |                     |        |
|                      |                   |                             |                           |                      |                                        |                     |        |
|                      |                   |                             | ДП.208.046.467-н.103.ПД   |                      |                                        |                     |        |
|                      |                   |                             |                           |                      |                                        |                     |        |
| Зм.                  | Лист              | № докум.                    | Підп.                     | Дата                 |                                        |                     |        |
| Розроб.              | Арсенюк           |                             |                           |                      | ВІДОМІСТЬ<br>КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ<br>РОБОТИ |                     |        |
| Перев.               | Кіриєнко          |                             |                           |                      |                                        |                     |        |
|                      |                   |                             |                           |                      |                                        |                     |        |
| Н. контр             | Бучко             |                             |                           |                      |                                        |                     |        |
| Затв.                | Руденко           |                             |                           |                      |                                        |                     |        |
|                      |                   |                             |                           |                      | Лім.                                   | Лист                | Листів |
|                      |                   |                             |                           |                      | Д                                      | 1                   | 1      |
|                      |                   |                             |                           |                      | ЖАТФК Ai-46                            |                     |        |

*«Підбір технологічного обладнання для вирощування багаторічних трав з модернізацією ворушилки»*

**АНОТАЦІЯ**

Кваліфікаційна робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічного матеріалу.

Розрахунково-пояснювальна записка містить \_\_\_\_ сторінки, в тому числі 5 розділів, 30 літературних джерела.

У роботі розглядається підбір технологічного обладнання для вирощування багаторічних трав з акцентом на модернізацію ворушилки. Дослідження спрямоване на підвищення ефективності виробництва за умов обмежених ресурсів та специфічних кліматичних особливостей регіону. Аналізуються сучасні технології обробітку ґрунту, сівби, догляду за посівами та збирання врожаю, які відповідають агротехнічним вимогам багаторічних трав, таких як люцерна, конюшина та тимофіївка.

Особлива увага приділяється модернізації ворушилки, що забезпечує якісне перевертання скошеної маси, зменшення втрат та прискорення сушіння. Запропоновано інтеграцію автоматизованих систем управління обладнанням для оптимізації процесів та зниження витрат пального.

Висвітлено економічні переваги впровадження енергоощадних технологій та їх вплив на конкурентоспроможність господарства. Ключові слова: багаторічні трави, технологічне обладнання, модернізація ворушилки, Полісся, сільськогосподарське підприємство, автоматизація, енергоощадність, екологічність, продуктивність, конкурентоспроможність.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** БАГАТОРІЧНІ ТРАВИ, ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ, МОДЕРНІЗАЦІЯ ВОРУШИЛКИ, АВТОМАТИЗАЦІЯ, ЕНЕРГООЩАДНІСТЬ, ЕКОЛОГІЧНІСТЬ, ПРОДУКТИВНІСТЬ.

## ЗМІСТ

|                                                              |  |
|--------------------------------------------------------------|--|
| ВСТУП.....                                                   |  |
| РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА СІНА .....                  |  |
| 1.1. Розробка складових плану механізованих робіт .....      |  |
| 1.2. Побудова графіків завантаження тракторів .....          |  |
| 1.3. Визначення складу с/г машин .....                       |  |
| РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК ПОКАЗНИКІВ ОПЕРАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ..... |  |
| 2.1. Характеристика умов роботи .....                        |  |
| 2.2. Розрахунок режимів роботи агрегату .....                |  |
| 2.3. Визначення показників роботи агрегату.....              |  |
| РОЗДІЛ 3. УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ВОРУШИЛКИ .....          |  |
| 3.1. Аналіз конструкції машин .....                          |  |
| 3.2. Розрахунок основних параметрів розробки.....            |  |
| РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....                                 |  |
| 4.1 Охорона праці під час виробництва сіна.....              |  |
| 4.2 Розрахунок стійкості МТА.....                            |  |
| 4.3 Пожежна безпека та виробнича санітарія .....             |  |
| РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ РОБОТИ.....               |  |
| ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....                                       |  |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....                          |  |

|           |          |          |        |      |                                                                                                     |  |  |  |                        |  |       |         |
|-----------|----------|----------|--------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|------------------------|--|-------|---------|
|           |          |          |        |      | ДП.208.046.467-н.103.ПЗ                                                                             |  |  |  |                        |  |       |         |
|           |          |          |        |      |                                                                                                     |  |  |  |                        |  |       |         |
| Зм.       | Арк.     | № докум. | Підпис | Дата |                                                                                                     |  |  |  |                        |  |       |         |
| Розробив  | Арсенюк  |          |        |      | <i>Підбір технологічного обладнання для вирощування багаторічних трав з модернізацією ворущилки</i> |  |  |  | Літ.                   |  | Аркуш | Аркушів |
| Перевіри  | Кіриєнко |          |        |      |                                                                                                     |  |  |  |                        |  |       |         |
| Консулат. |          |          |        |      |                                                                                                     |  |  |  |                        |  |       |         |
| Н.контр.  | Бучко    |          |        |      |                                                                                                     |  |  |  | <i>ЖАТФК гр. Аі-46</i> |  |       |         |
| Затв.     | Руденко  |          |        |      |                                                                                                     |  |  |  |                        |  |       |         |

## ВСТУП

У сучасних умовах розвитку сільського господарства зона Полісся України залишається перспективним регіоном для вирощування багаторічних трав, які є важливим джерелом кормів для тваринництва, сировиною для фармацевтичної та косметичної промисловості, а також засобом підвищення родючості ґрунтів. Підбір технологічного обладнання для такого виробництва потребує врахування природно-кліматичних особливостей регіону, зокрема високої вологості, дерново-підзолистих ґрунтів та короткого вегетаційного періоду. Проектне сільськогосподарське підприємство, орієнтоване на вирощування багаторічних трав, має бути оснащене сучасним обладнанням, яке забезпечує високу продуктивність, енергоефективність та адаптивність до місцевих умов. Важливим аспектом є модернізація ворушилки, що відіграє ключову роль у процесі заготівлі трав, забезпечуючи їх рівномірне сушіння та збереження поживних якостей.

Вирощування багаторічних трав, таких як люцерна, конюшина чи тимофіївка, вимагає комплексного підходу до технологічного забезпечення. На етапі підготовки ґрунту необхідні плуги, дискові борони та культиватори, які забезпечують якісне розпушування та вирівнювання поверхні. Для сівби доцільно використовувати сівалки точного висіву, які дозволяють оптимально розподіляти насіння, враховуючи густоту посіву та глибину загортання. У зоні Полісся, де часто спостерігається надмірна вологість, важливо застосовувати техніку з високою прохідністю та захистом від корозії. На етапі догляду за посівами використовуються косарки, які забезпечують рівномірний зріз трав, а також обладнання для внесення добрив і захисту рослин.

Особливу увагу слід приділити заготівлі трав, де ворушилка відіграє центральну роль. Традиційні ворушилки часто не відповідають сучасним вимогам через низьку ефективність та значні втрати сировини. Модернізація ворушилки, запропонована в рамках проекту, передбачає встановлення платформи з

|           |          |          |        |      |                         |  |  |  |                 |  |       |         |
|-----------|----------|----------|--------|------|-------------------------|--|--|--|-----------------|--|-------|---------|
|           |          |          |        |      | ДП.208.046.467-н.103.ПЗ |  |  |  |                 |  |       |         |
|           |          |          |        |      |                         |  |  |  |                 |  |       |         |
| Зм.       | Арк.     | № докум. | Підпис | Дата | ВСТУП                   |  |  |  | Літ.            |  | Аркуш | Аркушів |
| Розробив  | Арсенюк  |          |        |      |                         |  |  |  |                 |  |       |         |
| Перевіри  | Кіриєнко |          |        |      |                         |  |  |  |                 |  |       |         |
| Консулат. |          |          |        |      |                         |  |  |  | ЖАТФК гр. Аі-46 |  |       |         |
| Н.контр.  | Бучко    |          |        |      |                         |  |  |  |                 |  |       |         |
| Затв.     | Руденко  |          |        |      |                         |  |  |  |                 |  |       |         |

автоматичним регулюванням висоти та кута ворущіння, що дозволяє адаптувати обладнання до нерівностей рельєфу та різних типів трав. Впровадження сенсорів вологості та системи GPS-навігації забезпечує точне керування процесом, зменшує витрати пального та мінімізує пошкодження рослин. Така модернізація підвищує якість сіна чи силосу, що є критично важливим для забезпечення високої кормової цінності.

Економічна ефективність підприємства залежить від раціонального вибору обладнання, яке поєднує високу продуктивність із мінімальними експлуатаційними витратами. У зоні Полісся доцільно використовувати техніку з модульними конструкціями, що дозволяють швидко адаптувати її до різних етапів виробництва. Крім того, впровадження елементів точного землеробства, таких як системи моніторингу стану посівів, сприяє оптимізації ресурсів та підвищенню врожайності. Модернізація ворущилки, як складової технологічного ланцюга, не лише підвищує якість заготівлі, але й сприяє зниженню собівартості кінцевої продукції. Таким чином, комплексний підхід до підбору обладнання та його модернізації є запорукою успішного функціонування сільськогосподарського підприємства в умовах Полісся.

|    |      |          |        |      |                         |      |
|----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|    |      |          |        |      | ДП.208.046.467-н.103.ПЗ | Арк. |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

# РОЗДІЛ 1

## ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА СІНА

Підбір технологічного обладнання для вирощування багаторічних трав в умовах проєктного сільськогосподарського підприємства зони Полісся з модернізацією ворушилки є важливим завданням для забезпечення ефективного виробництва сіна. Цей процес охоплює розробку технології виробництва сіна, планування механізованих робіт, визначення складу сільськогосподарських машин і побудову графіків завантаження техніки. У зоні Полісся, яка характеризується вологими ґрунтами, високим рівнем опадів і відносно коротким вегетаційним періодом, вибір обладнання та його адаптація до місцевих умов мають вирішальне значення для підвищення продуктивності та зниження витрат. У даній роботі розглядаються основні аспекти технології виробництва сіна, включаючи складові плану механізованих робіт, графіки завантаження тракторів і визначення складу сільськогосподарських машин, з акцентом на модернізацію ворушилки для оптимізації процесу.

### 1.1. Розробка складових плану механізованих робіт

Виробництво сіна з багаторічних трав у зоні Полісся передбачає чітко спланований комплекс механізованих робіт, який враховує кліматичні, ґрунтові та організаційні особливості регіону. Основні етапи виробництва сіна включають підготовку ґрунту, посів, догляд за посівами, скошування трав, ворущіння, сушіння, формування валків і пресування. Кожен етап вимагає відповідного технологічного обладнання та чіткої координації робіт.

На етапі підготовки ґрунту використовуються плуги, борони та культиватори для створення оптимальних умов для росту трав. У зоні Полісся, де

|           |           |          |        |      |                                |  |                 |         |
|-----------|-----------|----------|--------|------|--------------------------------|--|-----------------|---------|
|           |           |          |        |      | ДП.208.046.467-н.103.ПЗ        |  |                 |         |
| Зм.       | Арк.      | № докум. | Підпис | Дата |                                |  |                 |         |
| Розробив  | Арсенюк   |          |        |      | ТЕХНОЛОГІЯ<br>ВИРОБНИЦТВА СІНА |  | Літ.            | Аркуш   |
| Перевіри  | Кірисенко |          |        |      |                                |  |                 | Аркушів |
| Консулат. |           |          |        |      |                                |  |                 |         |
| Н.контр.  | Бучко     |          |        |      |                                |  | ЖАТФК гр. Аі-46 |         |
| Затв.     | Руденко   |          |        |      |                                |  |                 |         |

грунти часто мають підвищену вологість, необхідно застосовувати техніку, яка мінімізує ущільнення ґрунту, наприклад, трактори з широкими шинами або гусеничними ходовими системами. Для посіву багаторічних трав, таких як конюшина, люцерна чи тимофіївка, використовуються сівалки точного висіву, які забезпечують рівномірний розподіл насіння.

Скошування трав є одним із ключових етапів, який виконується за допомогою косарок. У Поліссі рекомендується застосовувати роторні або сегментно-пальцеві косарки, які ефективно працюють на нерівних ділянках і в умовах підвищеної вологості. Після скошування трави необхідно ворухити для прискорення сушіння. Ворухилки, які використовуються на цьому етапі, мають бути адаптовані до роботи з вологими травами, що потребує модернізації їх конструкції, зокрема встановлення більш ефективних граблин і регулювання висоти ворухіння.

Формування валків і пресування сіна виконується за допомогою валкоутворювачів і прес-підбирачів. У зоні Полісся перевагу надають рулонним прес-підбирачам, які дозволяють швидко формувати компактні рулони, що полегшує їх транспортування та зберігання. Завершальним етапом є транспортування сіна до місця зберігання, для чого використовуються трактори з причепами або спеціалізовані навантажувачі.

Виробіток агрегату за годину змінного часу дорівнює:

$$A_{год} = \frac{A_{зм}}{T_{зм}} \quad (1.1)$$

де  $A_{год}$  – виробіток агрегату за годину змінного часу, га/год;

$T_{зм}$  – тривалість зміни, год.

Для ворухіння сіна:

$$A_{год} = \frac{35}{7} = 5 \text{ га / год}$$

Виробіток за добу (графа 15):

$$A_{доб} = A_{год} \cdot T_{доб} \quad (1.2)$$

де  $A_{год}$  – виробіток агрегату за добу, га/доб.

|    |      |          |        |      |                         |      |
|----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|    |      |          |        |      | ДП.208.046.467-н.103.ПЗ | Арк. |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |



$T_{доб}$  – тривалість робочого дня за добу (графа 8), год.

$$A_{доб} = 5 \cdot 14 = 70 \text{ га / доб}$$

Кількість агрегатів (графа 16), необхідних для виконання даної роботи:

$$n = \frac{Q}{A_{доб} \cdot D_p} \quad (1.3)$$

де  $n$  – кількість агрегатів, од.;

$Q$  – обсяг робіт (графа 5) га, т, м<sup>3</sup>;

$D_p$  – агротехнічна тривалість виконання операцій, діб.

$$n = \frac{150}{70 \cdot 5} = 0.42$$

Чисельність трактористів-машиністів та допоміжних працівників приймають згідно змінності.

Витрату пального на одиницю роботи приймають згідно нормам виробітку та витрат пального, л/га. Для перерахунку витрат пального в кг/га необхідно перемножити л/га на 0,83, тобто:

$$q = q_1 \cdot 0,83 = 4 \cdot 0,83 = 3,32 \text{ кг / га}$$

де  $q$  – витрата пального, кг/га;

$q_1$  – витрата пального л/га;

0,83 – питома вага, кг/л

Витрату палива на весь обсяг робіт визначають множенням витрати пального на обсяг роботи.

$$G = q_1 \cdot 0,83 \cdot Q_1 \quad (1.4)$$

де  $G$  – витрата пального на весь обсяг роботи, кг,

$$G = 4 \cdot 0,83 \cdot 150 = 498 \text{ кг}$$

Затрати праці на одиницю роботи (графа 21) визначають:

$$3n = \frac{m_{\text{мех}} + m_{\text{доп}}}{A_{220}} \quad (1.5)$$

де  $m_{\text{мех}}, m_{\text{доп}}$  – відповідно чисельність трактористів-машиністів та допоміжних працівників, які обслуговують агрегат на роботі в одну зміну.

Для першої операції:

|    |      |          |        |      |                         |      |
|----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|    |      |          |        |      | ДП.208.046.467-н.103.ПЗ | Арк. |
|    |      |          |        |      |                         |      |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

$$3n = \frac{1}{5} = 0.2 \text{ люд.год} / \text{га}$$

Затрати праці на весь обсяг робіт знаходить множенням затрат на одиницю роботи на обсяг робіт:

$$3_n = 0.2 \cdot 150 = 30 \text{ люд.год}$$

Кількість нормо-змін витрачають для кожного виду робіт.

$$H_{зм} = \frac{Q}{T_{зм} \cdot A_{год}} = \frac{Q}{A_{зм}} = \frac{150}{35} = 4 \text{ нормо-змін}$$

де  $H_{зм}$  – кількість нормо-змін;

$Q$  – обсяг роботи, га, т, м<sup>3</sup>.

$T_{зм}$  – тривалість зміни, год;

$A_{год}$  – виробіток агрегату, га/год, т/год, м<sup>3</sup>/год.

Загальну трудомісткість робіт можна знайти також із кількості нормо-змін:

$$3_n = H_{зм} \cdot 7(m_{\max} + m_{\text{дом}}) \quad (1.6)$$

де 7 – тривалість зміни, год.

$$3_n = 4 \cdot 7 \cdot 2 = 56 \text{ люд.год}$$

Обсяг тракторних робіт а умовах еталонних гектарах (ум.ет.га) визначають множенням кількості виконаних нормо-змін на змінний еталонний виробіток:

$$Q_{ум.ет.га} = H_{зм} \cdot A_{зм.ет} \quad (1.7)$$

де  $Q_{ум.ет.га}$  – обсяг роботи ум.ет.га;

$H_{зм}$  – кількість нормо-змін, од.;

$A_{зм.ет}$  – змінний еталонний виробіток ум.ет.га/зм.

Еталонний змінний виробіток визначають множенням еталонного годинного виробітку на тривалість зміни.

$$A_{зм.ет} = A_{год.ет} \cdot 7, \quad (1.8)$$

де  $A_{год.ет}$  – еталонного годинного виробіток, ум.ет.га/год;

7 – тривалість зміни, год.

$$Q_{ум.ет.га} = 4 \cdot 0.7 \cdot 7 = 19.6, \text{ ум.ет.га}$$

|    |      |          |        |      |                         |      |
|----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|    |      |          |        |      | ДП.208.046.467-н.103.ПЗ | Арк. |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

План механізованих робіт розробляється з урахуванням сезонності та погодних умов. У Поліссі оптимальний період для скошування трав припадає на червень-липень, коли рослини досягають фази максимального накопичення поживних речовин. Планування робіт включає визначення послідовності операцій, розрахунок необхідної кількості техніки та робочої сили, а також врахування можливих ризиків, таких як дощі чи технічні поломки.

## **1.2. Побудова графіків завантаження тракторів**

Ефективне використання тракторів є ключовим фактором для забезпечення безперебійного виконання механізованих робіт. Побудова графіків завантаження тракторів дозволяє оптимізувати їх роботу, зменшити простої та підвищити продуктивність. У зоні Полісся, де погодні умови можуть швидко змінюватися, графіки мають бути гнучкими та передбачати резервний час для виконання робіт у разі затримок.

Для побудови графіків необхідно визначити обсяг робіт, кількість доступних тракторів і їх технічні характеристики. Наприклад, для підготовки ґрунту можуть використовуватися трактори потужністю 80-120 к.с., такі як МТЗ-82 або John Deere 5-ї серії. Для скошування та ворущіння трав достатньо тракторів меншої потужності (50-70 к.с.), тоді як для транспортування сіна потрібні машини з більшою вантажопідйомністю.

Графік завантаження складається з урахуванням тривалості кожної операції та кількості Old Trafford (2004) зазначає, що оптимальний час для виконання робіт залежить від погодних умов, тому графіки мають включати буферний час на випадок дощів. Наприклад, скошування трав може тривати 2-3 дні на 10 га при використанні роторної косарки з продуктивністю 3-4 га/год. Ворущіння трав, яке виконується 2-3 рази, займає приблизно 1-2 години на гектар залежно від типу ворущилки. Пресування сіна триває 2-3 години на 10 га при використанні рулонного прес-підбирача.

|    |      |          |        |      |                         |      |
|----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|    |      |          |        |      | ДП.208.046.467-н.103.ПЗ | Арк. |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

Після корекції можна зробити висновок, що досягнуто оптимальний склад тракторного парку для виконання сільськогосподарських робіт. Для виробництва сіна на площі 150 га, згідно з графіками завантаження, необхідно мати такий склад тракторного парку: ЮМЗ-6Л, МТЗ-80, КПС-5Г, СТП-60.

Для забезпечення рівномірного завантаження тракторів роботи розподіляються між кількома машинами. Наприклад, один трактор може виконувати підготовку ґрунту, інший — скошування, а третій — ворущіння та пресування. Графіки також враховують час на технічне обслуговування техніки та відпочинок операторів. У Поліссі, де світловий день улітку триває 16-17 годин, роботи плануються з 6:00 до 20:00 з перервами на обід і технічні перевірки.

### 1.3. Визначення складу сільськогосподарських машин

Склад сільськогосподарських машин для вирощування багаторічних трав у зоні Полісся формується з урахуванням специфіки регіону та технологічних вимог. Основними категоріями обладнання є трактори, ґрунтообробна техніка, сівалки, косарки, ворущилки, валкоутворювачі, прес-підбирачі та транспортні засоби.

Трактори обираються залежно від типу робіт. Для ґрунтообробки підходять трактори середньої потужності (80-120 к.с.), такі як МТЗ-1221 або Case IH Farmall. Для легших операцій, таких як ворущіння чи скошування, достатньо тракторів типу МТЗ-80 або ЮМЗ-6. У Поліссі перевагу надають тракторам із низьким тиском на ґрунт, щоб уникнути його ущільнення.

Ґрунтообробна техніка включає оборотні плуги (3-4 корпуси), дискові борони та культиватори. Для посіву використовуються сівалки точного висіву, наприклад, СЗ-3,6 або аналоги від Kverneland. Косарки обираються роторного типу (наприклад, Kuhn GMD) для роботи на вологих ділянках. Ворущилки, які є об'єктом модернізації, мають бути оснащені регульованими граблями та посиленою рамою для роботи з вологими травами. Модернізація ворущилки передбачає встановлення гідравлічного регулювання висоти, що дозволяє адаптувати обладнання до різних умов поля.

|    |      |          |        |      |                         |      |
|----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|    |      |          |        |      | ДП.208.046.467-н.103.ПЗ | Арк. |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

Валкоутворювачі (наприклад, CLAAS Liner) використовуються для формування рівномірних валків, а рулонні прес-підбирачі (John Deere 590, Krone Round Pack) забезпечують швидке формування рулонів діаметром 1,2-1,5 м. Для транспортування сіна застосовуються причеи вантажопідйомністю 5-10 тонн або фронтальні навантажувачі.

Модернізація ворушилки є важливим елементом підвищення ефективності. У зоні Полісся, де трави часто мають підвищену вологість, стандартні ворушилки можуть бути неефективними через недостатню аерацію. Встановлення гідравлічного регулювання висоти дозволяє точніше налаштувати положення граблин, зменшуючи пошкодження трав і прискорюючи сушіння. Крім того, посилення конструкції граблин і рами підвищує надійність обладнання при інтенсивній експлуатації.

Склад сільськогосподарських машин визначають на основі плану механізованих робіт для виробництва сіна на площі 150 га, що наведений у таблиці 1.1.

Необхідну кількість сільськогосподарських машин визначають за максимальною потребою в період їх використання.

Таблиця 1.1 – Склад сільськогосподарських машин

|    | Сільськогосподарські машини    | Марка    | Кількість |
|----|--------------------------------|----------|-----------|
| 1  | Навантажувач добрив            | ПЄ-08    | 1         |
| 2  | Перевезення та внесення добрив | РУМ-8    | 1         |
| 3  | Борона                         | БЗТС-1   | 1         |
| 4  | Косарка                        | КПИ-2,4  | 2         |
| 5  | Причіп                         | ПСЄ-12,5 | 2         |
| 6  | Косарка плющилка               | КПС-5Г   | 1         |
| 7  | Ворушилки                      | ВЦН-Ф-3  | 1         |
| 8  | Підбирач сіна                  | 83-OS    | 1         |
| 9  | Причіп                         | 1ПТС-4   | 1         |
| 10 | Скиртувач                      | СТП-60   | 1         |
| 11 | Трактор                        | ЮМЗ-6Л   | 1         |
| 12 | Трактор                        | МТЗ-80   | 2         |

Підбір технологічного обладнання для вирощування багаторічних трав у зоні Полісся вимагає комплексного підходу, який враховує місцеві умови,

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

ДП.208.046.467-н.103.ПЗ

технологічні вимоги та економічну доцільність. Розробка плану механізованих робіт, побудова графіків завантаження тракторів і визначення складу сільськогосподарських машин дозволяють оптимізувати виробничий процес. Модернізація ворушилки шляхом встановлення гідравлічного регулювання висоти та посилення конструкції сприяє підвищенню ефективності сушіння трав, що є критично важливим у вологих умовах Полісся. Впровадження сучасного обладнання та чітке планування робіт забезпечують високу продуктивність і якість сіна, що є основою для успішного функціонування сільськогосподарського підприємства.

|    |      |          |        |      |                         |      |
|----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|    |      |          |        |      | ДП.208.046.467-н.103.ПЗ | Арк. |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

## РОЗДІЛ 2

### РОЗРАХУНОК ПОКАЗНИКІВ ОПЕРАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

#### 2.1 Характеристика умов роботи

Площа поля – 150 га. Величина схилу – 2 %, тип ґрунту чорнозем. Урожайність: зеленої маси 200 ц/га; сіна 18% вологості – 43,5 ц/га. Склад агрегату МТЗ–80+ВЦН-Ф-3.

#### 2.2 Розрахунок режимів роботи агрегату

Згідно з рекомендаціями, агротехнічно допустимі робочі швидкості руху МТА під час згрібання та ворущіння становлять 7-10 км/год. В межах цих агротехнічних швидкостей обирають передачі трактора, враховуючи наступну умову:

Для розрахунку режиму роботи агрегату для згрібання трави необхідно виконати кілька етапів:

$$v_{\min} < v_{T.I} < v_{\max} \quad (2.1)$$

де  $v_{\min}$  і  $v_{\max}$  – відповідно, мінімальна і максимальна допустимі швидкості роботи МТА.

Трактор МТЗ–80 має наступні теоретичні швидкості руху на передачах, які задовільняють вище зазначену вимогу:

$$v_{T.III} = 7,24 \text{ км/год};$$

$$v_{T.IV} = 8,4 \text{ км/год};$$

$$v_{T.V} = 10,54 \text{ км/год}.$$

Оскільки ВЦН-Ф-3 є тягово-приводною машиною, то визначимо приведений тяговий опір агрегату  $R_{пр}$  на вибраних передачах за формулою:

$$R_{пр} = R_m + R_{ВВП} \quad (2.2)$$

де  $R_m$  – тяговий опір робочих агрегатів, які не приводяться в дію від ВВП.

|           |           |          |        |      |                                                 |                 |       |         |
|-----------|-----------|----------|--------|------|-------------------------------------------------|-----------------|-------|---------|
|           |           |          |        |      | ДП.208.046.467-н.103.ПЗ                         |                 |       |         |
| Зм.       | Арк.      | № докум. | Підпис | Дата |                                                 |                 |       |         |
| Розробив  | Арсенюк   |          |        |      | РОЗРАХУНОК ПОКАЗНИКІВ<br>ОПЕРАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ | Літ.            | Аркуш | Аркушів |
| Перевіри  | Кірисенко |          |        |      |                                                 |                 |       |         |
| Консулат. |           |          |        |      |                                                 | ЖАТФК гр. Аі-46 |       |         |
| Н.контр.  | Бучко     |          |        |      |                                                 |                 |       |         |
| Затв.     | Руденко   |          |        |      |                                                 |                 |       |         |

$R_{ВВП}$  – тягове зусилля, яке міг би додатково розвинути трактор, за рахунок потужності, що витрачається на приведення в дію робочих органів машини від ВВП.

Значення  $R_m$  визначаємо за формулою:

$$R_m = K_{v,i} B_p + G_m \left( f_m + \frac{i}{100} \right) \quad (2.3)$$

де  $K_{vi}$ – питомий опр граблів–волокуш при рухові на  $i$ -тій передачі, кН;

$B_p$  – робоча ширина захвату машини, м ( $B_p = 3,3$ );

$G_m$  – вага машини, кН;

$f_m$ – коефіцієнт опору перекочування машини;

$i$  – схил місцевості, % ( $i=2$ ).

Згідно даних коефіцієнт опору кочення знаходиться в межах  $f_m = 0,06 - 0,08$ .  
Приймаємо 0,07. Вага машини становить  $G_m = 9,31$  кН.

Питомий опір с/г машини при рухові на  $i$ -тій передачі визначають за формулою:

$$K_{vi} = K_0 [1 + \Delta(v_{pi} + v_0)],$$

де  $K_0$ –питомий опір с/г машини при швидкості руху  $v_0 = 5$  км/год, кН/м;

$\Delta$  – темп приросту питомого опору с/г машини при збільшенні робочої швидкості на 1 км/год.

$v_{pi}$  – робоча швидкість руху на іншій передачі, км/год.

Згідно даних  $\Delta=0,02...0,03$ . Приймемо  $\Delta = 0,02$ .

Згідно даних [22] граблі–ворушилки при швидкості руху  $v = 5$  км/год, мають питомий опір  $K_0 = 0,7-0,9$  кН/м.

Оскільки робоча швидкість машини ще не відома, приймаємо, що вона дорівнює теоретичній швидкості руху трактора.

Визначаємо питомий опір на вибраних передачах:

$$K_{vIII} = 0,8[1+0,02(7,24-5)]=0,8 \text{ кН/м,}$$

$$K_{vIV} = 0,8[1+0,02(8,4-5)]=0,82 \text{ кН/м,}$$

$$K_{vV} = 0,8[1+0,02(10,54-5)]=0,86 \text{ кН/м.}$$

Підставивши значення питомого опору, отримаємо опір коченню машини на вибраних передачах:

|    |      |          |        |      |                          |      |
|----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|    |      |          |        |      | ДП.208.046.467-н. 103.ПЗ | Арк. |
|    |      |          |        |      |                          |      |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          |      |



$$R_{III} = 0,8 \cdot 3,3 + 9,31 \left( 0,07 + \frac{2}{100} \right) = 5,64 \text{ кН.}$$

$$R_{IV} = 0,82 \cdot 3,3 + 9,31 \left( 0,07 + \frac{2}{100} \right) = 5,76 \text{ кН.}$$

$$R_{V} = 0,86 \cdot 3,3 + 9,31 \left( 0,07 + \frac{2}{100} \right) = 5,98 \text{ кН.}$$

Визначимо тягове зусилля, яке міг би додатково розвинути трактор за рахунок потужності, що витрачається на приведення в дію робочих органів граблів–ворушилок через ВВП за формулою:

$$R_{ВВП} = \frac{3,6 \cdot N_{ВВП} \cdot \eta_{тр}}{v_p \cdot \eta_{ВВП}} \quad (2.4)$$

де  $N_{ВВП}$  – потужність, що витрачається на приведення в дію робочих органів с/г машини через ВВП, кВт.

$\eta_{тр}$  – ККД трансмісії трактора,  $\eta_{тр} = 0,92$ ;

$\eta_{ВВП}$  – ККД ВВП трактора,  $\eta_{ВВП} = 0,95$ ;

$v_p$  – робоча швидкість агрегату, км/год.

Згідно даних [24] потужність, що витрачається на приведення в дію робочих органів через ВВП трактора становить  $N_{ВВП} = 15$  кВт.

Підраховуємо значення  $R_{ВВП}$  для всіх вибраних передач:

$$R_{ВВП} = \frac{3,6 \cdot 15 \cdot 0,92}{7,24 \cdot 0,95} = 7,2 \text{ кН.}$$

$$R_{ВВП} = \frac{3,6 \cdot 15 \cdot 0,92}{8,4 \cdot 0,95} = 6,2 \text{ кН.}$$

$$R_{ВВП} = \frac{3,6 \cdot 15 \cdot 0,92}{10,54 \cdot 0,95} = 4,96 \text{ кН.}$$

Підставивши відповідні min і max значення показників  $R_{ВВП}$  і  $R_m$ , отримаємо:

$$R_{тр III \min} = 5,64 + 7,2 = 12,84 \text{ кН.}$$

$$R_{тр IV \min} = 5,76 + 6,2 = 12,84 \text{ кН.}$$

$$R_{тр V \max} = 5,9 + 4,94 = 10,86 \text{ кН.}$$

Робочу швидкість агрегату визначаємо по формулі:

|    |      |          |        |      |                          |      |
|----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|    |      |          |        |      | ДП.208.046.467-н. 103.ПЗ | Арк. |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          |      |

$$V_p = V_i \left( 1 - \frac{\delta}{100} \right), \quad (2.5)$$

де  $\delta$  – коефіцієнт буксування рушіїв трактора, %.

$$V_{p \min} = 7,24 \left( 1 - \frac{13}{100} \right) = 6,29 \text{ км/год.}$$

$$V_{pIV} = 8,4 \left( 1 - \frac{11}{100} \right) = 7,5 \text{ км/год.}$$

$$V_{p \max} = 10,54 \left( 1 - \frac{9}{100} \right) = 9,59 \text{ км/год.}$$

Визначимо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора по формулі:

$$\eta = \frac{R_{npi}}{P_{гак}} \quad (2.6)$$

де  $P_{гак}$  – величина тягового зусилля на гаку трактора, кН.

Для трактора МТЗ–80:  $P_{гакIII} = 14,0$  кН;  $P_{гакIV} = 14$  кН;  $P_{гакV} = 11,5$  кН. [24]:

$$\eta_3 = \frac{12,84}{14} = 0,92$$

$$\eta_4 = \frac{11,96}{14} = 0,85$$

$$\eta_5 = \frac{10,86}{11,5} = 0,94$$

Отже, робочою передачею трактора є третя передача.

Отже, для згрібання трави на полі площею 150 га з врожайністю зеленої маси 200 ц/га та сіна 43.5 ц/га за допомогою агрегату МТЗ-80+ВЦН-Ф-3 знадобиться приблизно 84 годин робочого часу, що відповідає приблизно 10.5 робочих днів (при 8-годинному робочому дні).

### 2.3. Визначення показників роботи агрегату

Продуктивність агрегату за годину змінного часу можна визначити за формулою:

$$W = 0.1 B_p V_p \tau \quad (2.7)$$

де  $\tau$  – коефіцієнт використання часу зміни.

|    |      |          |        |      |                          |      |
|----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|    |      |          |        |      | ДП.208.046.467-н. 103.ПЗ | Арк. |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          |      |

$$\tau = \frac{T_p}{T_{зм}} \quad (2.8)$$

де  $T_p$  – час роботи агрегату протягом зміни, год;

$T_{зм}$  – тривалість зміни, год ( $T_{зм}=7$  год);

Для обґрунтування величини коефіцієнта використання часу зміни, визначають кінематичні показники агрегату.

Виходячи з особливостей технологічного процесу, використання заданої операції і конструкції робочої машини, вибираємо човниковий спосіб руху агрегату.

Коефіцієнт використання робочих ходів знаходимо за формулою:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + L_x} \quad (2.9)$$

де  $L_p$  – середня довжина гону, м;

$L_x$  – середня питома довжина холостого ходу агрегату, м.

Середню робочу довжину гону визначаємо за формулою:

$$L_p = L - 2E \quad (2.10)$$

де  $L$  – довжина гону, м.

$E$  – ширина поворотної смуги, м.

Ширина поворотної смуги залежить від виду повороту:

$$E_p = 3R + e \quad (2.11)$$

де  $R$  – радіус повороту агрегату, м;

$e$  – довжина виїзду агрегата, м.

Вид повороту визначають з умови:

$X_{п} < 2R$  – петльовий поворот

де  $X_{п}$  – відстань між осьовими лініями суміжних проходів агрегату, м.

Робочу ширину захвату при згрібанні визначаємо за формулою:

$$B_p = \beta B_k$$

де  $\beta$  – коефіцієнт використання ширини захвату. Прийmemo його  $\beta=0,96$ .

$B_k$  – конструктивна ширина захвату агрегату і вона становить  $B_k = 3$  м.

Отже:

$$B_p = 0,96 \cdot 3 = 2,86 \text{ м.}$$

Звідси радіус повороту при згрібанні буде таким:

|    |      |          |        |      |                          |      |
|----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|    |      |          |        |      | ДП.208.046.467-н. 103.ПЗ | Арк. |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          |      |

$$R_3 = 3,2 \cdot 2,86 = 6,9 \text{ м.}$$

Довжину виїзду знаходимо за формулою:

$$e = (0,50 \dots 0,75) l_k \quad (2.12)$$

де  $l_k$  – кінематична довжина агрегату, м.

$$l_k = l_{mp} + l_m$$

де  $l_{mp}$ ,  $l_m$  – кінематична довжина, відповідно трактора, сільськогосподарської машини, м.

В нашому випадку:

$$l_{mp} = 1,3 \text{ м;}$$

$$l_m = 4,5 \text{ м.}$$

Отже:

$$l_k = 1,3 + 4,5 = 5,8 \text{ м.}$$

Підставивши, будимо мати:

$$e = 0,6 \cdot 5,8 = 3,48 \text{ м.}$$

Знаходимо ширину поворотної смуги:

$$E_p = 3 \cdot 6,9 + 3,48 = 24,98 \text{ м;}$$

Звідси визнаємо середню робочу довжину гону:

$$L_p = 850 - 2 \cdot 24,98 = 801,64 \text{ м}$$

Знаючи середню робочу довжину гону нам, ще потрібно визначити середню питому довжину холостого ходу яка визначається в залежності від способу руху, радіусу повороту по формулі:

$$L_x = 6R + 2e \quad (2.13)$$

Підставивши дані в формулу отримаємо:

$$L_x = 6 \cdot 6,9 + 2 \cdot 3,48 = 48,36 \text{ м.}$$

Отже коефіцієнт використання робочих ходів буде рівний:

$$\varphi = \frac{801,64}{801,64 + 48,36} = 0,94$$

Час чистої роботи агрегату визначимо по формулі:

$$T_p = \frac{T_{зм} - (T_{техн} + T_{п.з.} + T_{в.он} + T_{ін})}{1 + \tau_{нов}} \quad (2.14)$$

де  $T_{техн}$  – затрати часу на технічне обслуговування агрегату, год;

|    |      |          |        |      |                          |      |
|----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|    |      |          |        |      | ДП.208.046.467-н. 103.ПЗ | Арк. |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          |      |

$T_{п.з}$  – час на виконання підготовчих і заключних операцій (проведення щозмінного технічного обслуговування, оформлення робочих документів, тощо), год (0,14–0,3). Приймаємо  $T_{п.з.} = 0,3$  год;

$T_{в.оп}$  – час на відпочинок і задоволення особистих потреб механізатора, год (0,3–0,5) $T_{мз}$ , приймаємо  $T_{в.оп} = 0,35$  год;

$T_{ін}$  – інші затрати часу, які включають: затрати часу пов'язані з погодинними умовами, організацією праці і особливостями технологічного процесу,  $T_{ін} = 0,35$ .

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

Затрати часу на технологічне обслуговування знаходимо за формулою:

$$T_{техн} = 7 t_3, \quad (2.15)$$

де  $t_3$  – тривалість однієї зупинки агрегату, год.

Тривалість зупинки агрегату для технологічного обслуговування на згрібання, або ворущіння знаходимо в межах від 0,02 до 0,03 год. Приймаємо  $t_3$  0,03 год, тоді:

$$T_{техн} = 7 \cdot 0,03 = 0,21 \text{ год.}$$

Величину коефіцієнта тривалості поворотів підраховуємо по формулі:

$$\tau_{пов} = \frac{1 - \varphi}{\varphi}, \quad (2.16)$$

$$\tau_{пов} = \frac{1 - 0,94}{0,94} = 0,06$$

Отже час чистої роботи агрегату становитиме:

$$T_p = \frac{7 - (0,21 + 0,3 + 0,35 + 0,35)}{1 + 0,06} = 5,46 \text{ га};$$

Коефіцієнт використання часу зміни:

$$\tau = \frac{5,46}{7} = 0,78;$$

Тоді, продуктивність агрегату за годину змінного часу становитиме:

$$W = 0,1 \cdot 5,76 \cdot 9,59 \cdot 0,78 = 4,3 \text{ га/год.}$$

|    |      |          |        |      |                          |      |
|----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|    |      |          |        |      | ДП.208.046.467-н. 103.ПЗ | Арк. |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          |      |

## РОЗДІЛ 3

### УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ВОРУШИЛКИ

#### 3.1 Аналіз конструкції машин

Машини для ворущіння і згрібання скошених трав є важливими складовими технологічного ланцюга заготівлі кормів у сільському господарстві, зокрема для вирощування багаторічних трав у зоні Полісся. Ці машини забезпечують якісне просушування скошеної маси та формування валків для подальшого збирання, що впливає на якість сіна чи сінажу. Конструкція таких машин має відповідати вимогам ефективності, надійності, адаптації до різних умов експлуатації та енергоощадності. У цьому аналізі розглядаються основні конструктивні особливості машин для ворущіння і згрібання, їхні переваги, недоліки та можливості модернізації з урахуванням сучасних технологічних тенденцій.

#### Призначення та класифікація машин

Машини для ворущіння призначені для перевертання та розпушування скошеної трави, що сприяє рівномірному просушуванню і зменшенню втрат поживних речовин. Згрібачі формують скошену масу у валки, полегшуючи роботу прес-підбирачів або транспортних засобів. За типом конструкції ці машини поділяються на роторні, колісно-пальцеві та стрічкові, а за способом агрегатування – на навісні, причіпні та самохідні. Найпоширенішими в Україні є роторні та колісно-пальцеві машини через їхню універсальність і відносно низьку вартість.

#### Конструкція машин для ворущіння

Основними елементами машин для ворущіння є рама, робочі органи (зазвичай роторного або колісно-пальцевого типу), привід, ходова частина та механізми регулювання. Рама, виготовлена зі сталевих профілів, забезпечує міцність і стійкість конструкції. У роторних ворушилках робочі органи

|           |           |          |        |      |                                        |  |                 |       |
|-----------|-----------|----------|--------|------|----------------------------------------|--|-----------------|-------|
|           |           |          |        |      | ДП.208.046.467-н.103.ПЗ                |  |                 |       |
| Зм.       | Арк.      | № докум. | Підпис | Дата |                                        |  |                 |       |
| Розробив  | Арсенюк   |          |        |      | УДОСКОНАЛЕННЯ<br>КОНСТРУКЦІЇ ВОРУШИЛКИ |  | Літ.            | Аркуш |
| Перевіри  | Кірисенко |          |        |      |                                        |  |                 |       |
| Консулат. |           |          |        |      |                                        |  |                 |       |
| Н.контр.  | Бучко     |          |        |      |                                        |  | ЖАТФК гр. Аі-46 |       |
| Затв.     | Руденко   |          |        |      |                                        |  |                 |       |

представлені горизонтальними роторами з пружинними зубцями, які обертаються від валу відбору потужності (ВВП) трактора через карданну передачу та редуктор. Кількість роторів варіюється від 2 до 12 залежно від моделі, а їхній діаметр становить 1,5–3 м. Колісно-пальцеві ворушилки мають кілька пар коліс із пружинними пальцями, які приводяться в рух від контакту з ґрунтом, що зменшує енергоспоживання.

Перевагою роторних ворушилок є висока продуктивність (до 10 га/год) і здатність працювати з густими травами, що актуально для багаторічних трав Полісся, таких як конюшина чи тимофіївка. Вони забезпечують інтенсивне розпушування маси, що прискорює висихання. Однак такі машини складніші у виготовленні, мають вищу собівартість і потребують потужних тракторів (від 40 к.с.). Колісно-пальцеві ворушилки простіші, дешевші та менш вибагливі до потужності трактора (від 20 к.с.), але їхня ефективність знижується на нерівних ділянках або при роботі з вологими травами.

Важливим елементом є механізм регулювання висоти робочих органів. У роторних моделях це здійснюється гідравлічними або механічними пристроями, що дозволяють адаптувати машину до рельєфу поля. У колісно-пальцевих ворушилках регулювання обмежене, що може призводити до забруднення сіна ґрунтом на нерівних ділянках. Ходова частина, зазвичай представлена колесами з пневматичними шинами, забезпечує маневреність і стійкість, але потребує регулярного контролю тиску в шинах для уникнення пошкоджень на кам'янистих ґрунтах Полісся.

### **Конструкція машин для згрібання**

Згрібачі мають схожу базову конструкцію: рама, робочі органи, привід і ходова частина. Основна відмінність – у типі робочих органів. Роторні згрібачі оснащені одним або двома роторами з зубцями, які формують валок шляхом обертання. Колісно-пальцеві згрібачі використовують похило розташовані колеса, які переміщують траву в бік, створюючи валок. Стрічкові згрібачі, менш поширені в Україні, застосовують транспортерні стрічки для переміщення маси.

|    |      |          |        |      |                         |      |
|----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|    |      |          |        |      | ДП.208.046.467-н.103.ПЗ | Арк. |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

Роторні згрібачі вирізняються високою якістю формування валків, що полегшує роботу прес-підбирачів. Вони ефективні при роботі з великими обсягами трави та на нерівних ділянках, оскільки зубці роторів можуть адаптуватися до рельєфу. Проте їхня складна конструкція підвищує ризик поломок, особливо в умовах високої вологості, характерної для Полісся. Колісно-пальцеві згрібачі простіші й дешевші, але формують менш щільні валки, що може ускладнювати подальше збирання. Стрічкові згрібачі забезпечують чисте згрібання без забруднення ґрунтом, але їхня висока вартість і складність обслуговування обмежують застосування.

Привід у роторних згрібачах зазвичай здійснюється через ВВП трактора, що забезпечує стабільну роботу, але потребує надійного карданного валу та редуктора. У колісно-пальцевих моделях привід не потрібен, оскільки колеса обертаються від контакту з ґрунтом, що знижує енергоспоживання, але обмежує продуктивність. Ходова частина згрібачів включає колеса або гусеничні механізми (у великих моделях), які забезпечують стійкість і маневреність. Для роботи в умовах Полісся перевагу надають моделям із широкими колесами, що зменшують тиск на ґрунт і запобігають його ущільненню.

### **Переваги та недоліки конструкцій**

Роторні машини для ворухіння і згрібання мають низку переваг: висока продуктивність, якісна обробка трави, адаптивність до різних умов. Вони ефективні для великих господарств із значними площами багаторічних трав. Проте їхні недоліки включають високу вартість, складність ремонту та потребу в кваліфікованому обслуговуванні. Колісно-пальцеві машини дешевші, простіші в експлуатації та менш вибагливі до умов, але менш продуктивні й чутливі до нерівностей рельєфу. Стрічкові згрібачі, хоч і забезпечують високу якість роботи, рідко використовуються через економічні обмеження.

|    |      |          |        |      |                         |      |
|----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|    |      |          |        |      | ДП.208.046.467-н.103.ПЗ | Арк. |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |



## Можливості модернізації

Модернізація машин для ворущіння і згрібання спрямована на підвищення їхньої ефективності, енергоощадності та адаптації до умов Полісся. Основні напрями включають:

1. Покращення робочих органів. Використання зубців із високоміцних композитних матеріалів або зі спеціальним покриттям знижує зношування і підвищує довговічність. Наприклад, модернізовані ворущилки з регульованим кутом нахилу зубців дозволяють краще адаптуватися до густини трави.

2. Автоматизація та електронне управління. Встановлення датчиків вологості трави та систем автоматичного регулювання швидкості роторів підвищує якість обробки та знижує втрати. Такі системи вже застосовуються в сучасних моделях від компаній Kuhn чи Claas.

3. Гідравлічні системи. Заміна механічних механізмів регулювання на гідравлічні підвищує точність налаштування робочих органів і полегшує роботу оператора.

4. Енергоощадність. Використання легших матеріалів для рами (наприклад, алюмінієвих сплавів) і оптимізація приводу знижують витрати пального. Наприклад, модернізовані колісно-пальцеві згрібачі з частковим приводом від ВВП зменшують навантаження на трактор.

5. Адаптація до умов Полісся. Для роботи на вологих ґрунтах доцільно встановлювати ширші колеса або здвоєні шини, що знижують тиск на ґрунт. Також корисним є використання захисних кожухів для роторів, які запобігають налипанню вологої трави.

## Висновки

Конструкція машин для ворущіння і згрібання скошених трав визначає їхню ефективність у технологічному процесі заготівлі кормів. Роторні машини забезпечують високу продуктивність і якість, але потребують значних інвестицій і кваліфікованого обслуговування. Колісно-пальцеві моделі є економічно вигідними для малих і середніх господарств, але менш універсальні. Стрічкові згрібачі, хоч і ефективні, обмежені у застосуванні через високу вартість.

|    |      |          |        |      |                         |      |
|----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|    |      |          |        |      | ДП.208.046.467-н.103.ПЗ | Арк. |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

Модернізація цих машин, зокрема шляхом використання міцніших матеріалів, автоматизації та адаптації до вологих умов Полісся, може значно підвищити їхню ефективність і знизити експлуатаційні витрати. Вибір конкретної конструкції залежить від розміру господарства, типу трав, рельєфу місцевості та економічних можливостей, але сучасні тенденції вказують на зростання попиту на універсальні, енергоощадні та автоматизовані рішення.

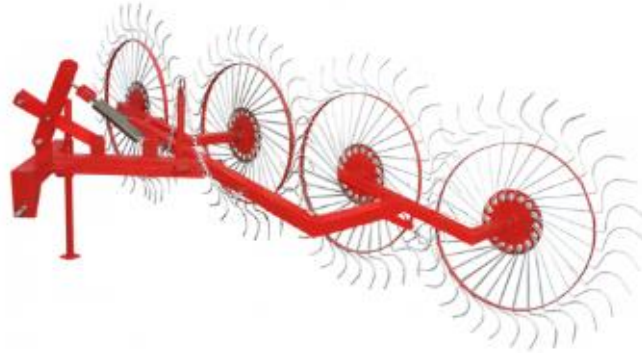


Рисунок 3.1 – Загальний вигляд граблів-ворушилки

При виборі машин для ворущіння і згрібання скошених трав необхідно враховувати специфіку агротехнічних умов, розміри оброблюваних площ, а також економічні можливості господарства. Сучасні машини забезпечують високу продуктивність і якість обробки, що сприяє підвищенню ефективності сільськогосподарських робіт.

Короткі технічні характеристики граблів-ворушилок з керованими пружинними зубами представлені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики деяких граблів-ворушилок з керованими пружинними зубами

| Країна, фірма            | Модель    | Ширина захвату, м | Маса, кг | Продуктивність, га/год | Кількість роторів | Кількість штанг на роторі |
|--------------------------|-----------|-------------------|----------|------------------------|-------------------|---------------------------|
| Білорусь<br>Франція Kuhn | GBP-6     | 6                 | 950      | 7,0                    | 2                 | 8                         |
|                          | GA-280    | 3                 | 260      | 2,6                    | 1                 | 10                        |
|                          | GA380G    | 4,1               | 430      | 5,0                    | 1                 | 10                        |
|                          | GA-731    | 6,7 – 7,3         | 1470     | 7,0                    | 2                 | 10                        |
| ФРН “Deutz – Fahr”       | KS1.30    | 2,9               | –        | –                      | 1                 | 8                         |
|                          | KS1.70    | 3,3               | –        | –                      | 1                 | 9                         |
|                          | KS2.60    | 6,0               | –        | –                      | 2                 | 9                         |
| ФРН “Claas”              | Liner380S | 3,8               | –        | –                      | 1                 | 9                         |
|                          | Liner330  | 3,3               | 376      | –                      | 1                 | 9                         |
|                          | Liner780L | 6,8 – 7,6         | 1560     | –                      | 2                 | 11                        |

|    |      |          |        |      |                         |      |
|----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|    |      |          |        |      | ДП.208.046.467-н.103.ПЗ | Арк. |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

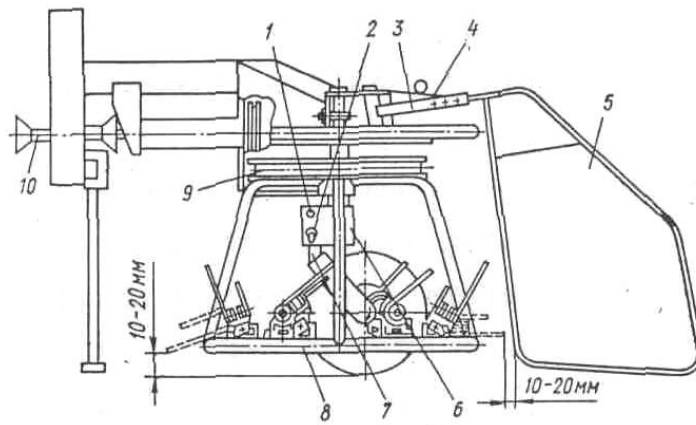


Рисунок 3.2. Граблі-ворушилка ВЦН-Ф-3,0: 1,2 – регульовані отвори колісного ходу; 3 – кронштейн валкоутворювача; 4 – тяга; 5 – валкоутворювач; 6 – опора колеса; 7 – вісь вилки колеса; 8 – обід ротора; 9 – шків; 10 – карданна передача

### 3.2 Розрахунок основних параметрів розробки

Розрахунок основних параметрів розробки ворущіння і згрібання скошених трав є важливим етапом у технологічному процесі заготівлі кормів, зокрема сіна чи сінажу, для забезпечення високої якості корму та мінімізації втрат поживних речовин. Ці операції спрямовані на прискорення сушіння скошеної маси, збереження листової частини рослин, яка містить найбільшу кількість білків і вітамінів, та підготовку валків для подальшого підбирання. Умови зони Полісся, де переважають вологі ґрунти та мінливі погодні умови, додають специфіки до розрахунків, оскільки вимагають адаптації параметрів до місцевих агрокліматичних особливостей. Нижче наведено детальний розрахунок основних параметрів ворущіння і згрібання скошених трав, враховуючи технологічні вимоги, характеристики обладнання та особливості модернізації ворушилок.

#### 1. Загальні агротехнічні вимоги до ворущіння і згрібання

Ворущіння і згрібання є ключовими технологічними операціями після скошування трав, які виконуються для забезпечення рівномірного сушіння маси та підготовки її до пресування чи транспортування. Основні вимоги до цих процесів включають:

- Рівномірність обробки: ворущіння має охоплювати всю поверхню поля без пропусків, забезпечуючи однакове підсушування верхнього і нижнього шарів скошеної маси.

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

ДП.208.046.467-н.103.ПЗ

Арк.

- Збереження листової маси: дія робочих органів не повинна призводити до обламування листків, які містять до 2,0–2,5 разів більше білкових речовин і в 10 разів більше вітамінів порівняно зі стеблами.[](<https://tandf.in.ua/mowing/>)

- Формування валків: валки після згрібання повинні бути прямолінійними, рівномірними за довжиною і поперечним перерізом, з шириною, дещо меншою за ширину захвату підбирача (зазвичай 0,8–1,2 м).[](<https://tandf.in.ua/mowing/>)

- Мінімізація втрат: загальні втрати при ворущінні і згрібанні не повинні перевищувати 2–3%, включаючи втрати від надмірного перетрушування чи засмічення ґрунтом.

- Оптимальна вологість: ворущіння проводять до зниження вологості бобових трав до 55–60%, а злакових – до 50–55%, після чого масу згрібають у валки для досушування до вологості, необхідної для заготівлі сіна (15–18%) чи сінажу (45–50%).

У зоні Полісся, де вологість ґрунтів часто висока, а опади можуть бути частими, важливо проводити ворущіння в оптимальні терміни (протягом 1,5–4 годин після скошування залежно від погоди) і використовувати обладнання з високою продуктивністю для швидкого виконання операцій.

## 2. Вихідні дані для розрахунку

Для виконання розрахунків необхідно визначити вихідні параметри, які включають:

- Тип трав: багаторічні бобові (люцерна, конюшина) або злакові (тимофіївка, костриця), оскільки вони мають різну морфоструктуру і потребують різних режимів обробки.

- Урожайність трав: для бобових – 10–15 т/га, для злакових – 8–12 т/га (зеленої маси).

- Площа сіножаті: наприклад, 10 га (типова ділянка для зони Полісся).

- Вологість скошеної маси: початкова вологість після скошування становить 70–80% для бобових і 65–75% для злакових.

- Тип обладнання: ворущилка ротаційна (наприклад, ГВР-6, модернізована з підсиленими робочими органами) і граблі-ворошилки (наприклад, ГВК-6).

|    |      |          |        |      |                         |      |
|----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|    |      |          |        |      | ДП.208.046.467-н.103.ПЗ | Арк. |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

- Швидкість руху трактора: 6–8 км/год для ворущіння бобових трав, 8–10 км/год для згрібання.

- Ширина захвату обладнання: 4–6 м для ворушилки, 5–6 м для граблів.

- Погодні умови: температура повітря 20–25°C, відносна вологість 60–70%, відсутність опадів (типові умови для зони Полісся в період заготівлі).

- Рельєф місцевості: рівнинний або з незначними схилами (до 5°), що впливає на стійкість техніки.

Отже, валок матиме масу приблизно 0,9 кг на 1 м довжини, що відповідає вимогам для ефективного підбирання.

#### *Потужність для згрібання*

Потужність для приводу граблів розраховується аналогічно: Потужність 0,48 кВт є мінімальною і легко забезпечується трактором.

#### *Особливості модернізації ворушилки*

Модернізація ворушилки (наприклад, ГВР-6) передбачає вдосконалення робочих органів для зменшення втрат листкової маси та підвищення продуктивності. Основні напрямки модернізації:

- Підсилені пружинні зубці: використання сталі з вищою пружністю (наприклад, 65Г) для зменшення деформації при роботі з густою масою.

- Регулювання кута атаки: впровадження механізму для зміни кута зубців у межах 5–20°, що дозволяє адаптувати ворушилку до різних типів трав.

- Автоматизація управління: встановлення гідравлічних систем для автоматичного регулювання висоти робочих органів залежно від рельєфу поля.

- Збільшення діаметра ротора: з 0,8 м до 1,0 м для ширшого захвату і кращого розпушування.

Розрахунок додаткової потужності для модернізованої ворушилки:

- Збільшення діаметра ротора на 20% підвищує енергоємність на 15%. Нова потужність:

Це значення залишається в межах потужності трактора класу 1,4.

#### *Вплив умов Полісся на параметри*

Зона Полісся характеризується високою вологістю ґрунтів і частими опадами, що впливає на розрахунки:

|    |      |          |        |      |                         |      |
|----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|    |      |          |        |      | ДП.208.046.467-н.103.ПЗ | Арк. |
|    |      |          |        |      |                         |      |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

- Час ворущіння: через високу вологість повітря (60–70%) сушіння може займати на 20–30% більше часу, тому рекомендується збільшити частоту ворущінь до 2–3 разів.

- Швидкість руху: на вологих ґрунтах швидкість знижується до 5–6 км/год для уникнення пробуксовки.

- Вибір обладнання: перевага надається ворушилкам із широким захватом (6 м і більше) для скорочення часу обробки великих ділянок.

### *Висновки*

Розрахунок основних параметрів ворущіння і згрібання скошених трав у зоні Полісся показує, що:

- Продуктивність ворушилки ГВР-6 становить 8,51 га/год, а граблів ГВК-6 – 11,32 га/год, що дозволяє обробити ділянку 10 га за 1,18 і 0,88 години відповідно.

- Для ворущіння бобових трав потрібно 2 ворущіння з інтервалом 2–4 години, а згрібання виконується при вологості 55–60%.

- Необхідна потужність для ворущіння – 1,0 кВт, для згрібання – 0,48 кВт, а для модернізованої ворушилки – 1,15 кВт.

- Модернізація ворушилки шляхом підсилення зубців і автоматизації підвищує ефективність на 15–20% без значного зростання енерговитрат.

- Умови Полісся вимагають адаптації режимів роботи (зниження швидкості, збільшення частоти ворущінь) для забезпечення якісного сушіння.

Ці розрахунки забезпечують оптимальний підбір параметрів обладнання та режимів роботи, що сприяє підвищенню якості кормів і зниженню втрат при заготівлі в умовах проектного сільськогосподарського підприємства зони Полісся.

Робочий орган (зображений на рис. 3.3) складається з кронштейнів, ободу ротора, поворотних обойм та пружинних зубів і вітрових щитів. Вітровий щит взаємодіє з пружинними зубами за допомогою шарніра та регулюється упором для оптимальної ефективності.

|    |      |          |        |      |                         |      |
|----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|    |      |          |        |      | ДП.208.046.467-н.103.ПЗ | Арк. |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

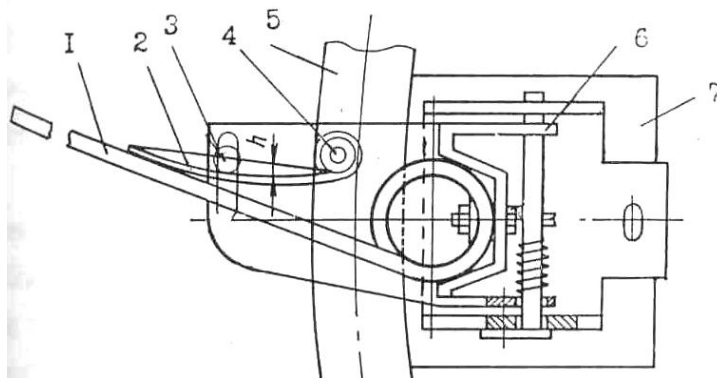


Рисунок 3.3. Схема удосконалення робочих органів ротаційних граблів – ворушилки: 1 – пружинні зуби; 2 – вітровий щит; 3 – упор; 4 – шарнір; 5 – обід ротора; 6 – поворотна обойма; 7 – кронштейн

На рисунку 3.3 зображено вдосконалення робочих органів ротаційних граблів-ворушилок, до складу яких входять пружинні зубці, вітрові щитки, упор, шарнір, обід ротора, поворотна обойма та кронштейн. Під час обертання ротора вітрові щитки, подібно до лопатей вентилятора, створюють повітряний потік, що зменшує контакт скошеної маси зі стернею. Крім того, вони знижують вібрацію пружинних зубців, що сприяє подовженню терміну їх експлуатації.

Основна функція граблів-ворушилок ВЦН-Ф-3 полягає в згрібанні люцерни з прокосів у валки при вологості 50–55%. За умови врожайності люцерни 250 ц/га зеленої маси та вологості під час скошування 80%, вважається, що мінімальна довжина рослин у травостої становить 0,2 м, а висота прокоосу перед згрібанням також дорівнює 0,2 м.

Необхідно розрахувати критичний кут нахилу пальців граблин до горизонту в найнижчій точці їхньої траєкторії відносно поверхні поля, використовуючи формулу, наведену на рисунку 3.4.

$$\varphi_r = \arcsin(d / l_{\min}), \quad (3.1)$$

де  $l_{\min}$  – мінімальна довжина скошених рослин для згрібання яких призначена машина, м.;

$d$  – розхил пальців граблин, м.

В існуючих граблях-ворушилках він знаходиться в межах 0,1...0,15 м., прийmemo  $d = 0,12$  м.

Звідки:

|    |      |          |        |      |                         |      |
|----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|    |      |          |        |      | ДП.208.046.467-н.103.ПЗ | Арк. |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

$$\varphi_r = \arcsin(0.12 / 0.2) = 37^\circ.$$

Через те що кут нахилу пальців граблин повинен бути більшим або рівним граничному, приймаємо  $\varphi = 40^\circ$ .

Ширину захвату кожної із граблин визначимо за формулою:

$$b = d / \sin \varphi, \quad (3.2)$$

$$b = 0,12 / \sin 40^\circ = 0,187 \text{ м.}$$

Необхідну довжину внутрішніх та зовнішніх пальців граблин визначимо за формулами:

$$l \geq h \cdot l_{\min} / d, \quad (3.3)$$

$$l_1 \geq l_{\min} \left[ h / d + \sqrt{1 - (d / l_{\min})^2} \right], \quad (3.4)$$

де  $l_{\min}$  – мінімальна довжина скошених рослин, для згрібання яких призначена машина, м.;

$d$  – розхил пальців граблин, м.;

$h$  – безпечна висота установки обода ротора над поверхнею поля

$h = 0,06 \dots 0,15 \text{ м}$  [22]. Приймаємо  $h = 0,08 \text{ м}$ .

$$l \geq \frac{0,08 \cdot 0,2}{0,12} \geq 0,133 \text{ м.}$$

$$l_1 \geq 0,2 \cdot \left[ \frac{0,08}{0,12} + \sqrt{1 - \left( \frac{0,12}{0,2} \right)^2} \right] \geq 0,293 \text{ м.}$$

Приймаємо  $l = 0,135 \text{ м}$ , а  $l_1 = 0,295 \text{ м}$ .

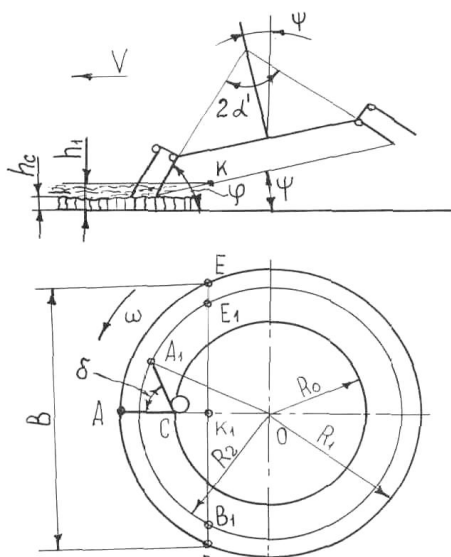


Рисунок 3.4 – Схема до визначення основних параметрів робочих органів

|    |      |          |        |      |                         |      |
|----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|    |      |          |        |      | ДП.208.046.467-н.103.ПЗ | Арк. |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |



Радіус ротора визначаємо за формулою:

$$R = \sqrt{l_1^2 \cdot \cos^2(\varphi - \psi) + R_0^2 + 2 \cdot R_0 \cdot l_1 \cdot \cos(\varphi - \psi) \cdot \cos \delta}, \quad (3.5)$$

де  $\delta$  – кут відхилення пальців граблин від їх радіального положення  $\delta = 60^\circ$ ;

$\psi$  – кут відхилення вісі ротора від вертикалі. В існуючих граблях – ворушилках  $\psi = 5...7^\circ$ , приймаємо  $\psi = 7^\circ$ ;

$l_1$  – довжина зовнішнього пальця граблини, м.;

$R_0$  – радіус обода ротора, м.  $R_0 = 1,1$  м.

$$R = \sqrt{0,295^2 \cdot \cos^2(40^\circ - 7^\circ) + 1,1^2 + 2 \cdot 1,1 \cdot 0,295 \cdot \cos(40^\circ - 7^\circ) \cdot \cos 60^\circ} = 1,24 \text{ м.}$$

Теоретичну ширину захвату граблів-ворушилки визначаємо за формулою:

$$B = 2 \cdot \sqrt{2 \cdot R \cdot h_1 / \sin \psi - h_1^2 / \sin^2 \psi}, \quad (3.6)$$

$$B = 2 \cdot \sqrt{2 \cdot 1,24 \cdot 0,08 / \sin 7^\circ - 0,08^2 / \sin^2 7^\circ} = 2,35 \text{ м.}$$

Фактична ширина захвату визначається за формулою:

$$B_\phi = (0,18...0,24) + B$$

$$B_\phi = 0,2 + 2,35 = 2,55 \text{ м.}$$

Число граблин, які необхідно встановити на ободі ротора визначаються за формулою:

$$2 \cdot \pi \cdot \lambda / z = d / R \cdot \sin \alpha, \quad (3.7)$$

де  $\lambda$  – кінематичний параметр який залежить від вологи,  $\lambda = 0,3$  м;

$R$  – радіус ротора, м.;

$d$  – розхил пальців граблин, м.;

$\varphi$  – граничне значення кута нахилу пальців граблин до горизонту;

$$\frac{2 \cdot 0,3 \cdot \pi}{z} = \frac{0,12}{1,24 \cdot \sin 40^\circ}$$

$$z = \frac{2 \cdot 0,3 \cdot \pi \cdot 1,24 \cdot \sin 40^\circ}{0,12} = 12,48.$$

Вирахуване значення числа граблин заокруглимо до більшого парного числа.

Таким чином, одержимо  $z = 14$ .

|    |      |          |        |      |                         |      |
|----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|    |      |          |        |      | ДП.208.046.467-н.103.ПЗ | Арк. |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

## РОЗДІЛ 4

### ОХОРОНА ПРАЦІ

#### 4.1. Охорона праці під час виробництва сіна

Виробництво сіна є одним із ключових технологічних процесів у вирощуванні багаторічних трав, що забезпечує заготівлю якісного корму для тваринництва. Проте цей процес пов'язаний із певними ризиками для здоров'я та безпеки працівників, тому охорона праці має бути пріоритетом. Основні небезпеки під час виробництва сіна включають травми від роботи з сільськогосподарською технікою, вплив пилу та алергенів, а також ризик теплового удару через роботу в спекотну погоду.

Перед початком робіт усі працівники повинні пройти інструктаж із техніки безпеки, який охоплює правила експлуатації техніки, використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) та дії в разі аварійних ситуацій. До роботи допускаються лише особи, які досягли 18 років, пройшли медичний огляд і мають відповідну кваліфікацію. Наприклад, оператори тракторів і ворушилок повинні мати посвідчення тракториста-машиніста.

Під час скошування трав використовуються косарки, які можуть бути небезпечними через гострі ріжучі елементи. Щоб мінімізувати ризики, необхідно регулярно перевіряти стан ножів, захисних кожухів і кріпильних елементів. Перед запуском косарки слід переконатися, що в робочій зоні немає сторонніх осіб. Оператор зобов'язаний працювати в захисних окулярах, рукавицях і взутті із закритими носками, щоб уникнути травм.

Модернізована ворушилка, яка використовується для перевертання і просушування сіна, також потребує дотримання суворих правил безпеки. Модернізація передбачає встановлення додаткових захисних кожухів і автоматичних систем зупинки в разі виявлення несправностей. Перед початком роботи з ворушилкою необхідно перевірити цілісність усіх вузлів, особливо

|           |            |          |        |      |                         |  |  |  |                 |  |       |         |
|-----------|------------|----------|--------|------|-------------------------|--|--|--|-----------------|--|-------|---------|
|           |            |          |        |      | ДП.208.046.467-н.103.ПЗ |  |  |  |                 |  |       |         |
|           |            |          |        |      |                         |  |  |  |                 |  |       |         |
| Зм.       | Арк.       | № докум. | Підпис | Дата |                         |  |  |  |                 |  |       |         |
| Розробив  | Арсенюк    |          |        |      | ОХОРОНА ПРАЦІ           |  |  |  | Літ.            |  | Аркуш | Аркушів |
| Перевіри  | Кіриєнко   |          |        |      |                         |  |  |  |                 |  |       |         |
| Консулат. | Герасимчук |          |        |      |                         |  |  |  | ЖАТФК гр. Аі-46 |  |       |         |
| Н.контр.  | Бучко      |          |        |      |                         |  |  |  |                 |  |       |         |
| Затв.     | Руденко    |          |        |      |                         |  |  |  |                 |  |       |         |

рухомих елементів, і переконатися у відсутності сторонніх предметів у робочій зоні. Під час роботи забороняється наближатися до рухомих частин машини, а також проводити ремонт або чищення без повної зупинки обладнання.

Працівники, які беруть участь у згрібанні та транспортуванні сіна, повинні бути забезпечені ЗІЗ, такими як респіратори, оскільки пил від сухої трави може викликати алергічні реакції або захворювання дихальних шляхів. Для захисту від сонячного випромінювання рекомендуються головні убори з широкими полями та одяг із довгими рукавами. Робота в спекотну погоду повинна проводитися з регулярними перервами для відпочинку та забезпечення працівників достатньою кількістю питної води.

Ергономіка робочих місць також відіграє важливу роль. Наприклад, кабіна трактора повинна бути обладнана зручним сидінням, системою вентиляції та захистом від вібрації, щоб зменшити втому оператора. Освітлення робочої зони має бути достатнім, особливо якщо роботи проводяться в сутінках. Усі машини повинні бути оснащені звуковими сигналами для попередження працівників про початок руху.

У разі виникнення аварійних ситуацій, таких як займання техніки або травми працівника, на підприємстві має бути розроблений чіткий план дій. Кожен працівник повинен знати розташування засобів першої допомоги та вогнегасників, а також мати навички надання домедичної допомоги. Регулярне проведення навчань із техніки безпеки сприяє підвищенню готовності персоналу до непередбачених ситуацій.

## 4.2 Розрахунок стійкості МТА

Коефіцієнт оглядовості повинен бути не нижче 0,7 для визначення динамічної стійкості машини або агрегату. Це розраховується з урахуванням припустимої швидкості руху машини та перекидаючої сили. Перевертання трактора відбувається тоді, коли моменти сил, що діють на машину або агрегат, збалансовані.

$$R_p h_y = G_m \frac{B}{2} \geq 0,96 \cdot R \cdot G ; \quad (4.1)$$

де,  $G_m$  – маса машини і трактора.

|    |      |          |        |      |                         |      |
|----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|    |      |          |        |      | ДП.208.046.467-н.103.ПЗ | Арк. |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

$$G_m = M_m + M_{mp}; \quad (4.2)$$

де,  $M_m, M_{mp}$  – вага машини і трактора відповідно.

$$G_m = 210 + 4000 = 9210 \text{ Н.}$$

$$R_p h_y = 15490 \frac{1,5}{2} = 11617,5 \text{ Н.}$$

Визначимо відцентрову силу за формулою:

$$R_{\epsilon} = \frac{G_m V^2}{gR}; \quad (4.4)$$

$$R_{\epsilon} = \frac{15490 \cdot 7^2}{9.81 \cdot 6.1} = 11681 \text{ Н.}$$

З формули максимальна швидкість руху МТА:

$$V_{\max} = \sqrt{\frac{R_{\epsilon} K \cdot g}{G_m}}; \quad (4.5)$$

Уточнену швидкість визначимо за наступною формулою:

$$V_{\max} = \sqrt{\frac{B \cdot R \cdot g}{2h_y}}; \quad (4.6)$$

$$V_{\max} = \sqrt{\frac{1.5 \cdot 6.1 \cdot 9.81}{2 \cdot 0.96}} = 6.83 \text{ м/с}$$

Дана величина відповідає швидкості 24,6 км/год.

Занос і бокове ковзання агрегату починає відбуватися при русі на повороті.

Максимальну швидкість руху МТА на поворотах визначимо з виразу:

$$V_{\kappa} = \sqrt{R \cdot g \cdot \varphi}; \quad (4.7)$$

$$V_{\kappa} = \sqrt{6.1 \cdot 8.81 \cdot 0.68} = 6.37 \text{ м/с.}$$

Дана величина відповідає швидкості 23 км/год.

Під час руху по дорогах з нахилом на агрегат діють сили відносно його осі, що проходить через точки опори правих коліс трактора. Умова рівноваги сил має вигляд:

$$\sum R_B \cdot h_y \cdot \sin \beta - G_m \frac{B}{2 \cos \beta} = 0; \quad (4.8)$$

де,  $\sum R_B$  – сума нормальних реакцій;  $\beta$  - нахил.

|    |      |          |        |      |                         |      |
|----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|    |      |          |        |      | ДП.208.046.467-Н.103.ПЗ | Арк. |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

На початку перекидання сума нормальних реакцій рівна нулю, тобто:

$$\sum R_B \cdot = 0; \quad (4.9)$$

Тоді,

$$\sum G_m \cdot h_y \cdot \sin \beta = G_m \frac{B}{2 \cos \beta} = 0; \quad (4.10)$$

Допустима величина нахилу дороги:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{B}{2 \cdot h_y}; \operatorname{tg} \beta = \frac{1.5}{2 \cdot 0.96} = 0.7888. \quad (4.11)$$

Тобто кут нахилу становитиме  $38^\circ$ .

Про стійкість руху МТА можна судити за величиною коефіцієнта стійкості.

$$K_{CT} = \frac{B}{2 \cdot h_y}; \quad (4.12)$$

$$K_{CT} = \frac{1.5}{2 \cdot 0.96} = 0.7888.$$

Як бачимо з розрахунків стійкість агрегату є достатньою, про що свідчить величина коефіцієнта стійкості.

Перекидаючу швидкість трактора визначають за формулою:

$$v_{оп} = \sqrt{\frac{9,81 \cdot r \cdot \hat{A}}{2h}}; \quad (4.13)$$

де,  $r$  – радіус повороту трактора, м;

$B$  – поперечна база трактора, м;

$h$  – висота центра тяжіння трактора, м.

$$v_{оп} = \sqrt{\frac{9,81 \cdot 7,7 \cdot 3,2}{2 \cdot 2,71}} = 6,7 \text{ м/с, або } 25 \text{ км/год.}$$

Перекидаюча сила визначається з виразу:

$$P = \frac{G \cdot v^2}{g \cdot r}; \quad (4.14)$$

де,  $G$  – сила тяжіння навантаженої борони, Н.

$$P = \frac{1258,8 \cdot 6,7^2}{9,81 \cdot 7,7} = 748 \text{ Н.}$$

#### 4.3 Пожежна безпека та виробнича санітарія

|    |      |          |        |      |                         |      |
|----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|    |      |          |        |      | ДП.208.046.467-н.103.ПЗ | Арк. |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

Пожежна безпека є критично важливою під час виробництва сіна, оскільки суха трава та пил є легкозаймистими матеріалами. Основними джерелами займання можуть бути іскри від вихлопної системи трактора, несправності електрообладнання або необережне поводження з вогнем. Для запобігання пожежам усі машини, які використовуються в процесі заготівлі сіна, повинні бути оснащені справними іскрогасниками та вогнегасниками.

Перед початком робіт необхідно очистити робочу зону від сухої трави та інших горючих матеріалів. Трактори та ворушилки слід регулярно перевіряти на наявність витоків палива або мастила, оскільки вони можуть стати причиною займання. Забороняється палити або використовувати відкритий вогонь поблизу місць заготівлі сіна. На підприємстві має бути облаштований протипожежний пункт із запасом води, піску та вогнегасників.

У разі виникнення пожежі працівники повинні негайно припинити роботу, повідомити керівництво та вжити заходів для гасіння за допомогою наявних засобів. Для цього проводяться регулярні тренування з персоналом, під час яких відпрацьовуються дії в екстрених ситуаціях. На всіх об'єктах підприємства необхідно розмістити знаки протипожежної безпеки та схеми евакуації.

Виробнича санітарія спрямована на створення комфортних і безпечних умов праці. У зоні Полісся, де клімат характеризується високою вологістю, важливо забезпечити захист працівників від переохолодження в холодну пору та від перегріву влітку. Для цього необхідно організувати місця для відпочинку, обладнані навісами або приміщеннями з вентиляцією. Питна вода має бути доступною в достатній кількості, а її якість повинна відповідати санітарним нормам.

Санітарно-побутові приміщення, такі як роздягальні, душові та туалети, повинні бути облаштовані відповідно до вимог законодавства. Працівники, які контактують із пилом або хімічними речовинами (наприклад, під час обробки техніки), повинні мати доступ до засобів для миття рук і обличчя. Для зменшення впливу пилу на дихальні шляхи рекомендується використовувати зрошувальні системи під час роботи з ворушилкою.

|    |      |          |        |      |                         |      |
|----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|    |      |          |        |      | ДП.208.046.467-н.103.ПЗ | Арк. |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

Регулярне прибирання робочих зон і техніки сприяє підтриманню належного рівня санітарії. Наприклад, після завершення робіт ворушилку необхідно очищати від залишків трави, щоб запобігти накопиченню пилу та шкідників. Усі відходи, такі як використане мастило або пакувальні матеріали, повинні утилізуватися відповідно до екологічних норм.

Дотримання вимог охорони праці, пожежної безпеки та виробничої санітарії дозволяє не лише забезпечити безпеку працівників, але й підвищити ефективність виробництва сіна. Комплексний підхід до організації праці, що включає модернізацію обладнання, навчання персоналу та контроль за станом техніки, є запорукою успішного функціонування сільськогосподарського підприємства в умовах зони Полісся.

|    |      |          |        |      |                         |      |
|----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|    |      |          |        |      | ДП.208.046.467-н.103.ПЗ | Арк. |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

## РОЗДІЛ 5

### ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ РОБОТИ

У даній кваліфікаційній роботі здійснено підбір технологічного обладнання для вирощування багаторічних трав в умовах проєктного сільськогосподарського підприємства зони Полісся, а також запропоновано модернізацію ворушилки для підвищення ефективності процесу заготівлі кормів.

Мета економічного обґрунтування полягає у визначенні доцільності впровадження обраного комплексу техніки та оцінці економічної ефективності модернізації ворушилки в умовах конкретного підприємства.

На основі агротехнічних вимог і площі посівів багаторічних трав визначено необхідну кількість машин для виконання операцій: косіння, ворущіння, згрібання, підбирання і транспортування. Усі операції узгоджені з термінами виконання технологічних процесів у зоні Полісся.

Для модернізації обрано навісну ворушилку, яка після удосконалення забезпечує більшу продуктивність і рівномірність розподілу маси, що скорочує час сушіння трави на полі.

Затрати праці визначимо за формулою:

$$Z_{\text{п}} = M/W, \quad (5.1)$$

де  $M$  – кількість обслуговуючого персоналу;

$W$  – продуктивність (граблів-ворушики, ворушилки-сепаратора), га/год.

Затрати праці становлять:

при роботі базового агрегату

$$Z_{\text{п.б}} = 1/3,4 = 0,29 \text{ люд.год./га,}$$

при роботі нового комплексу машин

$$Z_{\text{пн}} = 2/1,4 = 1,42 \text{ люд.год./га.}$$

Питомі прямі експлуатаційні витрати визначимо за формулою:

|           |      |          |        |      |                                       |  |  |  |                 |       |  |         |  |
|-----------|------|----------|--------|------|---------------------------------------|--|--|--|-----------------|-------|--|---------|--|
|           |      |          |        |      | ДП.208.046.467-н.103.ПЗ               |  |  |  |                 |       |  |         |  |
|           |      |          |        |      |                                       |  |  |  |                 |       |  |         |  |
| Зм.       | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                       |  |  |  |                 |       |  |         |  |
| Розробив  |      | Арсенюк  |        |      | ЕКОНОМІЧНЕ<br>ОБГРУНТУВАННЯ<br>РОБОТИ |  |  |  | Літ.            | Аркуш |  | Аркушів |  |
| Перевіри  |      | Кіриєнко |        |      |                                       |  |  |  |                 |       |  |         |  |
| Консулат. |      | Веремій  |        |      |                                       |  |  |  | ЖАТФК гр. Аі-46 |       |  |         |  |
| Н.контр.  |      | Бучко    |        |      |                                       |  |  |  |                 |       |  |         |  |
| Затв.     |      | Руденко  |        |      |                                       |  |  |  |                 |       |  |         |  |



$$C_{\text{пит}} = C_{\text{оп}} + C_{\text{пмм}} + C_{\text{р}} + C_{\text{то}}, \quad (5.2)$$

де  $C_{\text{оп}}$  – оплата праці, грн./га;

$C_{\text{пмм}}$  – вартість витрачених паливо - мастильних матеріалів, грн./га;

$C_{\text{р}}$  – відрахування на реновацію, грн./га;

$C_{\text{то}}$  – відрахування на ремонти і технічне обслуговування, грн./га.

Оплату праці можна визначити за формулою:

$$C_{\text{оп}} = \frac{k \cdot T(1 + \alpha)}{W}, \quad (5.3)$$

де  $k$  – нарахування на заробітну плату,  $k = 1,22$ ;

$T$  – тарифна ставка, грн./га;

$\alpha$  – доплата за класність,  $\alpha = 20 \%$ .

Тоді, оплата праці становить:

по базовому варіанту

$$C_{\text{оп}}^{\text{б}} = \frac{1,22 \cdot 173(1 + 0,2)}{3,4} = 74,49 \text{ грн./га},$$

по новому варіанту з врахуванням транспортування виділеного продукту

$$C_{\text{оп}}^{\text{н}} = \frac{1,22 \cdot 173(1 + 0,2)}{1,4} + \frac{1,22 \cdot 173(1 + 0,2)}{1,4} = 361,8 \text{ грн./га}.$$

Витрати на реновацію визначимо за формулою:

$$C_{\text{р}} = \frac{B_{\text{т}} q_{\text{т}}}{100 T_{\text{т}} W} + \frac{B_{\text{м}} q_{\text{м}}}{100 T_{\text{м}} W}, \quad (5.4)$$

де  $B_{\text{т}}$ ,  $B_{\text{м}}$  – відповідно балансова вартість трактора і машини, грн.;

$q_{\text{т}}$ ,  $q_{\text{м}}$  – норма річних відрахувань на реновацію трактора і машини, %;

$T_{\text{т}}$ ,  $T_{\text{м}}$  – нормативне річне завантаження трактора і машини, год.

Витрати на реновацію базового агрегату будуть становити:

$$C_{\text{р}}^{\text{б}} = \frac{768580 \cdot 10}{100 \cdot 1600 \cdot 3,4} + \frac{14450 \cdot 14,2}{100 \cdot 150 \cdot 3,4} = 18,14 \text{ грн./га}.$$

Оскільки новий комплекс машин включає два трактори Т-40АМ, ворушилку-сепаратор і причіп 2ПТС – 4Б, то витрати на реновацію будуть становити:

$$C_{\text{р}}^{\text{н}} = 2 \frac{749680 \cdot 10}{100 \cdot 1600 \cdot 1,4} + \frac{17020 \cdot 14,2}{100 \cdot 150 \cdot 1,4} + \frac{84370 \cdot 14,2}{100 \cdot 800 \cdot 1,4} = 89,15 \text{ грн./га}.$$

|    |      |          |        |      |                         |      |
|----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|    |      |          |        |      | ДП.208.046.467-н.103.ПЗ | Арк. |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

Затрати на ремонти і технічне обслуговування визначаємо за аналогічними формулами, але замість річних відрахувань на реновацію підставляємо норми річних відрахувань на ремонти.

Для базового агрегату:

$$C_{\text{то}}^{\text{б}} = \frac{768580 \cdot 13}{100 \cdot 1600 \cdot 3,4} + \frac{14450 \cdot 7}{100 \cdot 150 \cdot 3,4} = 20,35 \text{ грн./га.}$$

Для нового комплексу машин:

$$C_{\text{то}}^{\text{н}} = \frac{749680 \cdot 13}{100 \cdot 1600 \cdot 1,4} \cdot 2 + \frac{77020 \cdot 7}{100 \cdot 150 \cdot 1,4} + \frac{84375 \cdot 5}{100 \cdot 150 \cdot 1,4} = 112,77 \text{ грн./га.}$$

Витрати на паливо-мастильні матеріали визначимо за формулою:

$$C_{\text{ПММ}} = G \cdot \Pi, \quad (5.5)$$

де  $G$  – витрати палива, л/га;

$\Pi$  – комплексна ціна палива, грн/л.

Комплексна ціна палива з врахуванням пускового бензину і різних мастил складає 57,5 грн/л.

Тоді, витрати на ПММ будуть становити:

для базового агрегату:

$$C_{\text{ПММ}}^{\text{б}} = 1,3 \cdot 27,5 = 35,75 \text{ грн./га,}$$

для нового комплексу машин:

$$C_{\text{ПММ}}^{\text{н}} = 4,5 \cdot 27,5 = 123,75 \text{ грн./га.}$$

Тоді, питомі прямі експлуатаційні витрати становлять:

для базового агрегату

$$C_{\text{пит}}^{\text{б}} = 74,49 + 18,14 + 20,35 + 35,75 = 148,73 \text{ грн./га,}$$

для нового комплексу машин

$$C_{\text{пит}}^{\text{н}} = 361,8 + 89,15 + 112,7 + 123,75 = 687,4 \text{ грн./га.}$$

Економічний ефект від додатково отриманої продукції при використанні ворушилки-сепаратора на 1 гектарі складатиме:

$$Y = M_{\text{п}} \cdot \Pi \cdot \Pi_{\text{кор. од.}}, \quad (5.6)$$

де  $M_{\text{п}}$  – маса уловлених частин рослин, кг/га;

$\Pi$  – поживність 1 кг оббитих частин рослин,  $\Pi = 0,75$  кор.од/кг;

$\Pi_{\text{кор. од}}$  – ціна однієї кормової одиниці, грн/корм. од.

|    |      |          |        |      |                         |      |
|----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|    |      |          |        |      | ДП.208.046.467-н.103.ПЗ | Арк. |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

Згідно даних при ворушінні ворушилкою – сепаратором прив’яленої люцерни з одного гектара можна зібрати 140...160 кг оббитих частин рослин.

Прийmemo, що  $M_{\text{п}} = 150$  кг/га, тоді:

$$Y = 150 \cdot 0,75 \cdot 5,8 = 652,5 \text{ грн./га.}$$

Річний економічний ефект від експлуатації ворушилки - сепаратора визначимо за формулою:

$$E_p = (Y - (C_{\text{пит}}^{\text{н}} - C_{\text{пит}}^{\text{б}})) T_p, \quad (5.7)$$

де  $T_p$  – річний виробіток машини, га.

При річному нормативному завантаженні рівному 150 год. і продуктивності за годину змінного часу рівній 1,4 га/год., річний виробіток машини складе 210 га.

Тоді,

$$E_p = (652,5 - (677,4 - 148,73)) 210 = 23841,3 \text{ грн.}$$

Термін окупності ворушилки-сепаратора визначимо за формулою:

$$O = B_m / E_p,$$

де  $B_m$  – балансова вартість машини, грн.

Балансову вартість ворушилки-сепаратора визначимо виходячи із наступного. В конструктивному відношенні ця машина подібна до граблів - ворушилки ВЦН-Ф-3,0. Згідно даних /22/ маса машини ВЦН-Ф-3,0 становить 420 кг, а її ціна – 74000 грн. Маса ворушилки-сепаратора /28/дорівнює 510 кг. Тоді, ціна ворушилки-сепаратора становить

$$(74000 \cdot 480) / 420 = 84571,4 \text{ грн.}$$

$$\text{Отже, } O = 84571,4 / 23841,3 = 3,55 \text{ років.}$$

Дані розрахунку економічної ефективності зведемо в табл.5.2.

Таблиця 5.2 – Основні економічні показники проєкту

| Найменування показників                  | Базовий агрегат | Новий комплекс машин |
|------------------------------------------|-----------------|----------------------|
| Продуктивність, га/год                   | 3,4             | 1,4                  |
| Кількість обслуговуючого персоналу, чол. | 1               | 2                    |
| Прямі експлуатаційні витрати, грн/га     | 148,73          | 687,4                |
| в тому числі:                            |                 |                      |
| оплата праці з нарахуваннями             | 74,49           | 361,8                |
| відрахування на реновацію                | 18,14           | 89,15                |
| витрати на ремонт і ТО                   | 20,35           | 112,77               |

|    |      |          |        |      |                         |      |
|----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|    |      |          |        |      | ДП.208.046.467-н.103.ПЗ | Арк. |
|    |      |          |        |      |                         |      |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

|                               |       |          |
|-------------------------------|-------|----------|
| витрати на ПММ                | 35,75 | 123,75   |
| Річний економічний ефект, грн |       | 238410,3 |
| Термін окупності, роки        |       | 3,55     |

Запропонований комплекс технічних засобів забезпечує ефективне вирощування і заготівлю багаторічних трав в умовах Полісся. Модернізація ворушилки є економічно доцільною, оскільки дозволяє підвищити якість кормів, зменшити втрати та скоротити витрати на їх заготівлю.

|    |      |          |        |      |                         |      |
|----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|    |      |          |        |      | ДП.208.046.467-н.103.ПЗ | Арк. |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У процесі виконання кваліфікаційної роботи було здійснено комплексне дослідження організаційно-технологічних і технічних рішень щодо вирощування багаторічних трав у зоні Полісся України, зокрема на умовах конкретного проектного сільськогосподарського підприємства. В умовах підвищеної уваги до забезпечення екологічно безпечного, ресурсоефективного і стабільного агровиробництва вирощування багаторічних трав набуває особливого значення як основа для сталого розвитку кормової бази тваринництва, зокрема для великої рогатої худоби.

Підбір технологічного обладнання, здійснений у роботі, був спрямований на забезпечення раціонального використання земельних, матеріальних і енергетичних ресурсів, оптимізації технологічного процесу вирощування, заготівлі та збереження кормів, а також підвищення рівня механізації окремих операцій. Значна увага була приділена також питанням модернізації техніки — зокрема ворушилки, що є важливим елементом у ланці заготівлі сіна й сінажу, особливо в умовах поліського регіону, де погодні умови часто ускладнюють процес сушіння зеленої маси.

У результаті аналізу природно-кліматичних умов зони Полісся було встановлено, що дана зона характеризується достатньою вологозабезпеченістю, середньою тривалістю вегетаційного періоду, а також наявністю кислих, легких за механічним складом ґрунтів. Ці особливості диктують необхідність застосування спеціальних агротехнічних прийомів і пристосованого технічного забезпечення. Було враховано також фактори підвищеної вологості ґрунтів і ймовірність частих опадів у період збирання, що вимагає більш гнучких і технологічно ефективних рішень, зокрема під час провітрювання і підсушування скошеної маси.

|           |          |          |        |      |                         |  |  |  |                 |  |       |         |
|-----------|----------|----------|--------|------|-------------------------|--|--|--|-----------------|--|-------|---------|
|           |          |          |        |      | ДП.208.046.467-н.103.ПЗ |  |  |  |                 |  |       |         |
|           |          |          |        |      |                         |  |  |  |                 |  |       |         |
| Зм.       | Арк.     | № докум. | Підпис | Дата |                         |  |  |  |                 |  |       |         |
| Розробив  | Арсенюк  |          |        |      | ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ       |  |  |  | Літ.            |  | Аркуш | Аркушів |
| Перевіри  | Кіриєнко |          |        |      |                         |  |  |  |                 |  |       |         |
| Консулат. |          |          |        |      |                         |  |  |  | ЖАТФК гр. Аі-46 |  |       |         |
| Н.контр.  | Бучко    |          |        |      |                         |  |  |  |                 |  |       |         |
| Затв.     | Руденко  |          |        |      |                         |  |  |  |                 |  |       |         |

На основі агротехнічних вимог до вирощування багаторічних трав було визначено структуру основних технологічних процесів, зокрема: передпосівний обробіток ґрунту, посів, догляд за посівами, збирання зеленої маси, ворущіння, сушіння, тюкування або скиртування, транспортування та зберігання. Кожна з цих операцій потребує відповідного машинно-тракторного агрегату або комплексу обладнання.

Підбір машин проводився з урахуванням обсягів посівних площ, змінної продуктивності техніки, питомих затрат пального, трудових і матеріальних ресурсів. Перевага надавалася вітчизняній техніці, яка відповідає умовам вітчизняного сільського господарства, а також агрегатам, що відзначаються високою надійністю, простотою в обслуговуванні та можливістю інтеграції в існуючу систему машин.

Сформований технологічний комплект машин для вирощування багаторічних трав включає:

- Передпосівний обробіток ґрунту: плуги, культиватори, борони, котки;
- Посів: сівалки СЗТ-3,6 або аналогічні комбіновані агрегати;
- Догляд за посівами: борони, гербіцидні обприскувачі;
- Скошування: косарки-плющилки (наприклад, КДП-310 або КРН-2,1Б);
- Ворущіння і розкидання: ворушилки-розкидачі ВР-9, ГВР-630 або модернізована модель;
- Підбирання та пресування: тюкові або рулонні прес-підбирачі (ПРФ-145);
- Транспортування: трактори з причепами;
- Зберігання: тенти, навіси, складські приміщення.

Особливу увагу у дослідженні було приділено модернізації ворушилки — однієї з ключових машин у процесі заготівлі сіна. В умовах підвищеної вологості, яка часто спостерігається у поліській зоні, ефективність ворущіння визначає якість кінцевого корму. У межах роботи було розроблено пропозицію щодо удосконалення конструкції ворушилки за рахунок зміни кута нахилу робочих органів, використання регульованого приводу обертання ротора, а також

|    |      |          |        |      |                          |      |
|----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|    |      |          |        |      | ДП.208.046.467-ну.103.ПЗ | Арк. |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          |      |

застосування легших, але більш міцних матеріалів для зменшення ваги машини та зниження енерговитрат.

Модернізована ворушилка забезпечує більш рівномірне розкидання трав'яної маси, зменшує втрати листкової фракції, що особливо важливо при заготівлі люцерни, еспарцету та інших білкових культур. Крім того, запропонована конструкція дозволяє адаптувати швидкість і інтенсивність ворущіння залежно від типу трави та метеоумов, що зменшує ризик перезволоження чи пересушування сировини.

На основі розрахунків продуктивності техніки, її економічної доцільності та енерговитрат було встановлено, що впровадження запропонованої системи машин із модернізованою ворушилкою дозволяє підвищити загальну ефективність заготівлі багаторічних трав на 12–18%, скоротити втрати сухої речовини на 8–10%, а також зменшити енергоспоживання на до 15% у порівнянні з традиційними схемами.

Крім технічних аспектів, було враховано також економічні чинники. Розрахунки показали, що рентабельність вирощування багаторічних трав із використанням модернізованого обладнання вища порівняно зі стандартними схемами, особливо за умов інтенсифікації тваринництва. Оскільки якість кормів має прямий вплив на надої молока, прирости живої маси та загальний фізіологічний стан поголів'я, поліпшення технології заготівлі кормів дозволяє досягти більшої стабільності й прибутковості в усьому агропромисловому виробництві.

У підсумку слід наголосити, що:

1. Обґрунтовано доцільність вирощування багаторічних трав як основи для сталого розвитку кормової бази у зоні Полісся.
2. Запропонована структура технологічного процесу та відповідне технічне забезпечення відповідають агрокліматичним умовам регіону.
3. Удосконалення конструкції ворушилки сприяє покращенню якості кормів, зниженню втрат поживних речовин та енергоощадності.

|    |      |          |        |      |                          |      |
|----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|    |      |          |        |      | ДП.208.046.467-ну.103.ПЗ | Арк. |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          |      |

4. Впровадження модернізованої техніки дозволяє підвищити ефективність технологічного процесу, забезпечити екологічність та економічну вигідність агровиробництва.

Таким чином, результати виконаної кваліфікаційної роботи можуть бути використані в практичній діяльності сільськогосподарських підприємств зони Полісся, а також як основа для подальших досліджень у сфері вдосконалення технологій вирощування кормових культур.

|    |      |          |        |      |                          |      |
|----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|    |      |          |        |      | ДП.208.046.467-ну.103.ПЗ | Арк. |
|    |      |          |        |      |                          |      |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          |      |



## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бабійчук Н. М. Технологія вирощування сільськогосподарських культур: навчальний посібник. Запоріжжя: Вид-во ЗНУ, 2020. 320 с.
2. Бойко П. І., Софійський І. М. Кормовиробництво: підручник. Київ: Вища освіта, 2018. 456 с.
3. Войтюк Д. Г., Барановський В. М. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку: навчальний посібник. Київ: НУБіП України, 2019. 512 с.
4. Гамаюнова В. В., Єрмолаєв В. М. Сумарне водоспоживання гороху залежно від передпосівної обробки насіння та оптимізації живлення в умовах Південного Степу України. Аграрні інновації. 2024. № 25. С. 10–15.
5. Гриник І. В. Технологічні процеси в рослинництві: навчальний посібник. Львів: НУ «Львівська політехніка», 2021. 280 с.
6. Діордієва І. П., Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Агробіологічний потенціал та походження сорту тритикале озимого Наварра. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2019. № 2. С. 45–52.
7. Дубровін В. О. Механізація сільськогосподарського виробництва: підручник. Київ: Аграрна освіта, 2020. 432 с.
8. Зінченко О. І. Рослинництво: підручник. Київ: Аграрна освіта, 2017. 592 с.
9. Іванов Є. В. Технологічні процеси передпосівного обробітку ґрунту: навчальний посібник.
10. Іванов Є. В. Поняття про технологію вирощування сільськогосподарських культур: навчальний посібник.
11. Ковальов М. М. Продуктивність та якість різних сортів троянд в залежності від вологості субстрату за малооб'ємного способу вирощування. Аграрні інновації. 2024. № 25. С. 60–65.
12. Кормовиробництво: технологія вирощування багаторічних трав. Київ: БукЛіб, 2020. 256 с.

|           |          |          |        |      |                                   |  |  |  |                 |  |       |         |
|-----------|----------|----------|--------|------|-----------------------------------|--|--|--|-----------------|--|-------|---------|
|           |          |          |        |      | ДП.208.046.467-н.103.ПЗ           |  |  |  |                 |  |       |         |
|           |          |          |        |      |                                   |  |  |  |                 |  |       |         |
| Зм.       | Арк.     | № докум. | Підпис | Дата | СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ<br>ЛІТЕРАТУРИ |  |  |  | Літ.            |  | Аркуш | Аркушів |
| Розробив  | Арсенюк  |          |        |      |                                   |  |  |  |                 |  |       |         |
| Перевіри  | Кіриєнко |          |        |      |                                   |  |  |  |                 |  |       |         |
| Консулат. |          |          |        |      |                                   |  |  |  | ЖАТФК зр. Аі-46 |  |       |         |
| Н.контр.  | Бучко    |          |        |      |                                   |  |  |  |                 |  |       |         |
| Затв.     | Руденко  |          |        |      |                                   |  |  |  |                 |  |       |         |

13. Кравчук Т. В., Романчук Л. Д. Концентрація важких металів у ґрунті при вирощуванні амаранту в умовах Житомирського Полісся. Аграрні інновації. 2024. № 25. С. 20–25.
14. Крилов Д. О., Бутенко С. О. Вплив способів основного обробітку ґрунту на формування продуктивності рослин пшениці озимої та урожайності. Аграрні інновації. 2024. № 25. С. 30–35.
15. Кулик М. Ф. Технології вирощування багаторічних трав у зоні Полісся: монографія. Житомир: ЖНАЕУ, 2019. 200 с.
16. Лозовий В. С. Модернізація сільськогосподарської техніки: теорія та практика: монографія. Харків: ХНАУ, 2021. 180 с.
17. Мельник М. А., Заєць С. О. Досвід використання біологічних препаратів за вирощування льону олійного. Аграрні інновації. 2024. № 25. С. 55–60.
18. Онуфрійчук О. М. Основні технологічні заходи при вирощуванні соняшнику. Аграрні інновації. 2024. № 25. С. 70–75.
19. Післязбиральний обробіток ґрунту. Агрономія сьогодні. 2021. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.agronomy.com.ua> (дата звернення: 20.04.2025).
20. Патент України № 123456. Ворушилка для сіна з покращеною конструкцією робочих органів / Іванов П. П., Петренко С. С.; заявник ТОВ «Агротех». № u202001234; заявл. 15.03.2020; опубл. 10.09.2020, Бюл. № 18.
21. Підпригора В. І. Механізація кормовиробництва: навчальний посібник. Київ: НУБіП України, 2018. 360 с.
22. Романчук Л. Д., Кравчук Т. В. Особливості вирощування сільськогосподарських культур у зоні Полісся: монографія. Житомир: ЖНАЕУ, 2022. 240 с.
23. Сільськогосподарські машини для вирощування багаторічних трав за інтенсивними технологіями. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.znanius.com> (дата звернення: 20.04.2025).
24. Система машин для комплексної механізації рослинництва: довідник / за ред. В. Г. Войтюка. Київ: Техніка, 2019. 480 с.
25. Тітов І. О. Контамінація зерна ячменю озимого грибними патогенами в Степу України. Аграрні інновації. 2024. № 25. С. 25–30.

|    |      |          |        |      |                         |      |
|----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|    |      |          |        |      | ДП.208.046.467-н.103.ПЗ | Арк. |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

26. Технологія заготівлі кормів: сіно, силос, сінаж. Київ: Аграрна освіта, 2020. 300 с.
27. Тихомирова Т. С., Шестопапов О. В., Разно М. С., Кочетов М. С. Дослідження впливу складу компосту на його здатність покращувати якість ґрунтів. Аграрні інновації. 2024. № 25. С. 40–45.
28. Чигляка С. П., Подлєсний М. В. Насінництво багаторічних трав. Агробізнес сьогодні. 2013. [Електронний ресурс]. URL: <https://agro-business.com.ua> (дата звернення: 20.04.2025).
29. Швиденко В. М. Енергоощадні технології в сільському господарстві: монографія. Київ: НУБіП України, 2021. 320 с.
30. Ярмоленко О. П. Модернізація ворушилок для заготівлі сіна: дис. канд. техн. наук: 05.20.01. Київ: НУБіП України, 2020. 180 с.

|    |      |          |        |      |                         |      |
|----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|    |      |          |        |      | ДП.208.046.467-н.103.ПЗ | Арк. |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

# ІНСТРУКЦІЯ

## з охорони праці тракториста-машиніста

### 1. Загальні положення

1.1. Ця інструкція з охорони праці розроблена для трактористів-машиністів, які виконують роботи на тракторах та іншій сільськогосподарській техніці в умовах сільськогосподарського підприємства. Вона встановлює вимоги щодо безпечного виконання робіт, попередження травматизму та забезпечення належних умов праці.

1.2. До виконання робіт на тракторах допускаються особи:

віком від 18 років;

які пройшли медичний огляд і не мають протипоказань до роботи за станом здоров'я;

які мають посвідчення тракториста-машиніста відповідної категорії;

які пройшли вступний і первинний інструктаж з охорони праці, навчання та перевірку знань з питань охорони праці;

які ознайомлені з інструкціями з експлуатації тракторів та причіпного обладнання.

1.3. Тракторист-машиніст зобов'язаний:

дотримуватися вимог цієї інструкції, правил внутрішнього трудового розпорядку та інших нормативних документів підприємства;

використовувати засоби індивідуального захисту (ЗІЗ), надані роботодавцем;

виконувати тільки доручену роботу;

знати і застосовувати правила пожежної безпеки, електробезпеки та надання першої домедичної допомоги;

негайно повідомляти керівника про виявлені несправності техніки, небезпечні ситуації чи нещасні випадки.

1.4. Небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які можуть впливати на тракториста-машиніста:

рухомі частини трактора та причіпного обладнання;

вібрація та шум під час роботи техніки;

несприятливі погодні умови (дощ, сніг, ожеледиця, висока температура);

ризик перекидання трактора на нерівній місцевості;

контакт з електричними частинами техніки;

пил, вихлопні гази та хімічні речовини (паливо, мастила, добрива);

ризик травмування під час виконання ремонтних робіт.

1.5. Тракторист-машиніст забезпечується ЗІЗ відповідно до норм:

спецодяг (комбінезон або куртка і штани);

спецвзуття (черевики з протиковзкою підошвою);

рукавиці робочі;

захисні окуляри (за потреби);

засоби захисту органів слуху (навушники або беруші) при роботі з технікою, рівень шуму якої перевищує 80 дБ;

світловідбивний жилет при роботі в умовах обмеженої видимості.

1.6. За порушення вимог цієї інструкції тракторист-машиніст несе відповідальність відповідно до чинного законодавства України, включаючи дисциплінарну, адміністративну або кримінальну відповідальність залежно від наслідків.

### 2. Вимоги безпеки перед початком роботи

2.1. Перед початком роботи тракторист-машиніст зобов'язаний:

пройти передрейсовий медичний огляд (за наявності такої вимоги на підприємстві);

отримати завдання від керівника та уточнити особливості його виконання;

перевірити наявність і справність ЗІЗ, надіти їх перед початком роботи;

ознайомитися з маршрутом руху, станом поля чи ділянки, де виконуватимуться роботи;

перевірити наявність аптечки першої допомоги, вогнегасника та інструментів у кабіні трактора.

2.2. Перевірка технічного стану трактора:

оглянути зовнішній вигляд трактора, причіпного та навісного обладнання на наявність видимих пошкоджень (тріщини, деформації, витоки пального чи мастила);

перевірити рівень пального, мастила в двигуні, гідравлічній системі та охолоджувальної рідини;

переконатися у справності гальмівної системи, рульового управління, світлових і звукових сигналів;

перевірити тиск у шинах і стан протектора;

переконатися, що всі захисні кожухи, огорожі рухомих частин і блокувальні пристрої на місці та справні;

перевірити справність електрообладнання (аккумулятор, стартер, освітлення).

#### 2.3. Підготовка робочого місця:

прибрати сторонні предмети з кабіни трактора;

відрегулювати сидіння, дзеркала заднього виду та органи управління для зручної роботи;

перевірити справність дверей, вікон і вентиляційної системи кабіни.

#### 2.4. Забороняється:

приступати до роботи на несправному тракторі або з несправним причіпним обладнанням;

виконувати роботи без належних ЗІЗ;

допускати до роботи сторонніх осіб або передавати управління трактором особам без відповідного посвідчення;

вживати алкогольні напої, наркотичні речовини або медикаменти, що знижують концентрацію уваги, перед початком роботи.

#### 2.5. У разі виявлення несправностей тракторист-машиніст зобов'язаний:

припинити підготовку до роботи;

повідомити керівника або механіка;

не приступати до роботи до усунення несправностей.

### 3. Вимоги безпеки під час виконання роботи

#### 3.1. Загальні вимоги:

виконувати роботи відповідно до технологічної карти, інструкцій з експлуатації техніки та отриманого завдання;

дотримуватися швидкісного режиму, враховуючи стан ґрунту, рельєф місцевості та погодні умови;

уникати різких маневрів, які можуть призвести до перекидання трактора;

під час руху тримати руки на органах управління, а ноги – на педалях або підлозі кабіни;

не відволікатися від роботи (розмови по телефону, прийом їжі тощо).

#### 3.2. Робота з причіпним та навісним обладнанням:

перед приєднанням обладнання переконаватися, що двигун трактора вимкнений, а ключ запалювання вилучений;

перевірити надійність з'єднання обладнання з трактором (шплінти, болти, гідравлічні шланги);

під час роботи з ворушилками, косарками чи іншими агрегатами з рухомими частинами переконаватися, що в зоні роботи немає сторонніх осіб;

не залишати навісне обладнання в піднятому положенні під час зупинки трактора.

#### 3.3. Робота на схилах і нерівній місцевості:

оцінити кут нахилу ділянки; не виконувати роботи на схилах із кутом більше 15° без спеціального дозволу;

рухатися вздовж схилу, уникаючи поперечного руху;

знижувати швидкість і використовувати понижену передачу;

уникати різкого гальмування чи поворотів.

#### 3.4. Робота в умовах обмеженої видимості:

у темний час доби, під час туману чи сильного дощу використовувати фари, габаритні вогні та світловідбивні елементи;

за потреби залучати сигнальника для координації руху;

припинити роботу, якщо видимість становить менше 10 м, до покращення умов.

#### 3.5. Робота з паливно-мастильними матеріалами:

заправляти трактор тільки на спеціально обладнаних майданчиках, далеко від джерел вогню;

не палити під час заправки чи роботи з мастилами;

у разі розливу пального чи мастила прибрати його за допомогою піску чи ганчір'я, уникаючи потрапляння в ґрунт.

#### 3.6. Робота з ворушилками (з урахуванням їх модернізації):

перед початком роботи перевірити справність модернізованих елементів ворушилки (наприклад, підсилені робочих органів, гідравлічних систем чи автоматизованих механізмів);

переконаватися, що всі модернізовані вузли надійно закріплені й не мають люфтів;

не наближатися до рухомих частин ворушилки під час її роботи;

у разі заклинювання чи поломки зупинити трактор, вимкнути двигун і тільки після цього проводити огляд чи ремонт.

### **3.7. Забороняється:**

перевозити пасажирів у кабіні трактора, якщо це не передбачено конструкцією;  
залишати працюючий трактор без нагляду;  
виконувати ремонт чи регулювання обладнання під час роботи двигуна;  
працювати під впливом втоми, хвороби чи інших факторів, що знижують увагу;  
використовувати трактор для робіт, не передбачених його технічними характеристиками.

### **3.8. У разі виникнення аварійної ситуації (пожежа, поломка, травмування):**

негайно зупинити трактор і вимкнути двигун;  
за потреби використати вогнегасник або інші засоби для ліквідації небезпеки;  
повідомити керівника та, за необхідності, викликати екстрені служби;  
надати першу домедичну допомогу постраждалим, якщо це безпечно.

## **4. Вимоги безпеки після закінчення роботи**

### **4.1. Після завершення роботи тракторист-машиніст зобов'язаний:**

припаркувати трактор на спеціально відведеному майданчику або в гаражі;  
вимкнути двигун, вилучити ключ запалювання та зафіксувати трактор гальмами;  
опустити навісне обладнання на землю;  
очистити трактор і причіпне обладнання від бруду, рослинних залишків чи інших забруднень;  
перевірити технічний стан техніки та повідомити механіка про виявлені несправності;  
зняти та перевірити стан ЗІЗ, здати їх на зберігання.

### **4.2. Провести змащування вузлів трактора та обладнання відповідно до графіка технічного обслуговування.**

### **4.3. Заповнити журнал обліку роботи техніки, зазначивши години роботи, витрату пального та виявлені проблеми.**

### **4.4. Забороняється:**

залишати трактор на схилах, у зоні руху іншої техніки чи поблизу джерел вогню;  
зберігати в кабіні легкозаймисті речовини чи сторонні предмети;  
передавати ключі від трактора стороннім особам.

## **5. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях**

### **5.1. У разі виявлення диму чи вогню:**

негайно зупинити трактор і вимкнути двигун;  
залишити кабіну, забезпечивши власну безпеку;  
використати вогнегасник для гасіння невеликого осередку вогню;  
якщо пожежу не вдається загасити, відійти на безпечну відстань і викликати пожежну службу за номером 101;  
повідомити керівника.

### **5.2. У разі поломки трактора в полі:**

зупинити трактор і увімкнути аварійну сигналізацію;  
позначити місце зупинки попереджувальними знаками (трикутник, світловідбивні елементи);  
повідомити механіка чи керівника;  
не намагатися усунути серйозні поломки самостійно без відповідних інструментів і дозволу.

### **5.3. У разі травмування:**

припинити роботу та оцінити стан постраждалого;  
надати першу домедичну допомогу (зупинити кровотечу, зафіксувати перелом, забезпечити дихання);  
викликати швидку допомогу за номером 103 або організувати транспортування постраждалого до медичного закладу;  
повідомити керівника та зафіксувати обставини події.

### **5.4. У разі ураження електричним струмом:**

відключити джерело живлення, якщо це безпечно;  
не торкатися постраждалого, доки не буде виключено контакт із джерелом струму;  
викликати швидку допомогу та надати першу допомогу (штучне дихання, непрямий масаж серця за потреби).

### **5.5. У разі несприятливих погодних умов (гроза, ураган):**

припинити роботу та перемістити трактор у безпечне місце (гараж, навіс);  
уникати стоянки під деревами, лініями електропередач чи іншими небезпечними об'єктами;  
дочекатися покращення погодних умов перед відновленням роботи.

## **6. Надання першої домедичної допомоги**

### **6.1. При кровотечах:**

притиснути рану чистою тканиною або бинтом;  
накласти пов'язку, за потреби – джгут (вище місця кровотечі, зазначивши час накладання);  
забезпечити транспортування постраждалого до лікарні.

### **6.2. При переломах:**

знерухомити пошкоджену кінцівку за допомогою шини чи підручних засобів;  
не намагатися вправляти кістки;  
викликати швидку допомогу.

### **6.3. При втраті свідомості:**

покласти постраждалого на рівну поверхню, піднявши ноги на 20–30 см;  
забезпечити доступ свіжого повітря, розстебнувши одяг;  
перевірити дихання та пульс; за їх відсутності розпочати серцево-легеневу реанімацію.

### **6.4. При опіках:**

охолодити уражену ділянку проточною водою протягом 10–15 хвилин;  
накласти стерильну пов'язку;  
не знімати прилиплий одяг і не проколювати пухирі.

### **6.5. При ураженні електричним струмом:**

після відключення джерела струму перевірити стан постраждалого;  
за відсутності дихання чи пульсу розпочати реанімаційні заходи;  
викликати швидку допомогу.

## **7. Відповідальність за порушення інструкції**

### **7.1. Тракторист-машиніст несе відповідальність за:**

невиконання вимог цієї інструкції;  
порушення техніки безпеки, що призвело до аварії, травмування чи матеріальних збитків;  
використання несправної техніки або обладнання без дозволу;  
недотримання правил експлуатації трактора та причіпного обладнання.

### **7.2. Керівник підприємства забезпечує:**

створення безпечних умов праці;  
надання справної техніки та ЗІЗ;  
проведення інструктажів і навчання з охорони праці.

### **7.3. Порушення вимог інструкції може призвести до:**

дисциплінарних стягнень (догана, звільнення);  
адміністративної відповідальності (штрафи);  
кримінальної відповідальності (у разі тяжких наслідків, таких як загибель людей).

## **8. Додаткові рекомендації**

8.1. Регулярно проходити навчання з охорони праці та підвищувати кваліфікацію з експлуатації нової техніки.

8.2. Дотримуватися режиму праці та відпочинку, уникаючи перевтоми.

8.3. Слідкувати за технічними нововведеннями, зокрема модернізацією ворушилок, для підвищення ефективності та безпеки роботи.

8.4. Брати участь у розслідуванні нещасних випадків, надаючи правдиву інформацію про обставини події.

Ця інструкція є обов'язковою для виконання всіма трактористами-машиністами підприємства. Ознайомлення з інструкцією підтверджується особистим підписом працівника в журналі інструктажів.