

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 цукрових
буряків з удосконаленням висівного апарату»*

Виконав: студент II курсу, групи Ai-46
галузі знань 20 «Аграрні науки і
продовольство»
спеціальність 208 «Агроінженерія»
(галузь знань, спеціальності)

Вадім ПОКОТИЛО

(прізвище та ініціали)

Керівник: Микола КІРИЄНКО

(власне ім'я та прізвище)

Рецензент: _____

(власне ім'я та прізвище)

м. Житомир – 2025 року

<i>№ п/п</i>	<i>формат</i>	<i>Позначення</i>	<i>Найменування</i>	<i>К-ть. Арк.</i>	<i>№ прим.</i>	<i>Примітка</i>
			<u>Документація</u>			
			Текстові документи			
1	A4	ДП.208.046.467-н.110.ПЗ	Розрахунково-пояснювальна			
			записка			
			Графічні матеріали			
2	A1	ДП.208.044.433у.062.ТК	Технологічна карта	1		
3	A1	ДП.208.044.433у.062.ОК	Карта операційна	1		
4	A1	ДП.208.044.433у.062.000 СК	Висівний апарат	1		
5	A3	ДП.208.044.433у.062.002	Корпус	1		
6	A4	ДП.208.044.433у.062.006	Вал	1		
7	A4	ДП.208.044.433у.062.011	Втулка	1		
8	A3	ДП.208.044.433у.062.003	Кришка вакуумна	1		
9	A4	ДП.208.044.433у.062.012	Чистик	1		
10	A4	ДП.208.044.433у.062.002	Диск	1		
11	A1	ДП.208.044.433у.062.ОП	Охорона праці	1		
			ДП.208.046.467-н.110.ПД			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>	ВІДОМІСТЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	
<i>Розроб.</i>	<i>Покотило</i>					
<i>Перев.</i>	<i>Кіриєнко</i>					
<i>Н.контр.</i>	<i>Бучко</i>					
<i>Затв.</i>	<i>Руденко</i>				ЖАТФК Ai-46	
		<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>		
		<i>Д</i>	<i>1</i>	<i>1</i>		

*«Підбір технологічного обладнання для вирощування цукрових
буряків з удосконаленням висівного апарату»*

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота включає розрахунково-пояснювальну записку та графічний матеріал. Записка складається з ____ сторінок, містить 5 розділів, і посилається на 25 літературних джерел.

Кваліфікаційна робота присвячена підбору технологічного обладнання для вирощування цукрових буряків в умовах проєктного сільськогосподарського підприємства зони Полісся з удосконаленням висівного апарату.

Метою дослідження є підвищення ефективності вирощування цукрових буряків шляхом оптимізації технологічного процесу та модернізації сівалки. У роботі проаналізовано природно-кліматичні умови Полісся, особливості ґрунтів та вимоги до вирощування цукрових буряків. На основі аналізу сучасних технологій вирощування розроблено рекомендації щодо вибору оптимального комплексу обладнання, включаючи трактори, ґрунтообробну техніку, сівалки та машини для догляду за посівами.

Особливу увагу приділено удосконаленню висівного апарату сівалки, що забезпечує точний висів насіння, рівномірний розподіл та оптимальну густоту посіву, що сприяє підвищенню врожайності. Запропоновано конструктивні зміни у висівному апараті, які враховують специфіку ґрунтів Полісся та кліматичні умови. У роботі використано методи системного аналізу, порівняльного оцінювання та інженерного проєктування.

Результати дослідження підтверджують економічну доцільність та агротехнічну ефективність запропонованих рішень. Впровадження удосконаленого обладнання дозволить підвищити продуктивність вирощування цукрових буряків, знизити витрати та забезпечити стабільну врожайність в умовах зони Полісся.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЦУКРОВІ БУРЯКИ, ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ, ВИСІВНИЙ АПАРАТ, ВРОЖАЙНІСТЬ, МОДЕРНІЗАЦІЯ.

ЗМІСТ

Вступ.....	
РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ.....	
1.1. Розробка механізованих робіт.....	
1.2. Розрахунок потреби в транспортних засобах.....	
1.3. Визначення складу сільськогосподарських машин.....	
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ОПЕРАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ НА ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЇ СІВБИ.....	
2.1. Умови виконання операції сівби.....	
2.2. Агротехнічні вимоги.....	
2.3. Склад агрегату і його техніко-економічні показники.....	
2.4. Технологічна підготовка МТА до роботи.....	
2.5. Підготовка поля.....	
2.6. Вибір способу руху та розрахунок його елементів.....	
2.7. Контроль і оцінка якості виконання операції.....	
РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТИВНЕ УДОСКОНАЛЕННЯ ВИСІВНОГО АПАРАТУ СІВАЛКИ ССТ–12В.....	
3.1. Розрахунок висівного диска.....	
3.2. Обґрунтування конструкції висівного апарата та сошника посівної секції...	
3.3. Розрахунок пневматичної системи сівалки.....	
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	
4.1. Загальні вимоги з охорони праці	
4.2. Розрахунок стійкості МТА	
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ.....	
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	

					ДП.208.046.467-н.110.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Покотило				Підбір технологічного обладнання для виращування цукрових буряків з удосконаленням висівного апарату	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевіри	Кірисенко							
Консулат.								
Н.контр.	Бучко					ЖАТФК гр. Аі-46		
Затв.	Руденко							

ВСТУП

Сільське господарство України є однією з ключових галузей економіки, яка забезпечує продовольчу безпеку держави та формує значну частку експортного потенціалу. У структурі аграрного виробництва важливе місце займає вирощування цукрових буряків, які є основною сировиною для цукрової промисловості. Цукрові буряки вирощуються в різних природно-кліматичних зонах України, зокрема в зоні Полісся, де особливості ґрунтово-кліматичних умов вимагають ретельного підбору технологій і обладнання для забезпечення високої врожайності та економічної ефективності.

Зона Полісся характеризується переважно дерново-підзолистими ґрунтами, високим рівнем вологості та відносно коротким вегетаційним періодом. Ці умови створюють специфічні виклики для вирощування цукрових буряків, зокрема потребу в оптимізації технологічних процесів, таких як сівба, догляд за посівами та збирання врожаю. Одним із ключових етапів у технологічному ланцюжку є сівба, оскільки саме від якості висіву залежить рівномірність сходів, оптимальна густота рослин і, як наслідок, урожайність культури. Удосконалення висівного апарату сівалок є актуальним завданням, яке дозволяє підвищити точність розподілу насіння, адаптувати обладнання до місцевих умов і зменшити втрати врожаю.

Метою кваліфікаційної роботи є підбір технологічного обладнання для вирощування цукрових буряків у умовах проєктного сільськогосподарського підприємства зони Полісся з акцентом на вдосконалення висівного апарату. Для досягнення цієї мети необхідно проаналізувати сучасні технології вирощування цукрових буряків, оцінити ефективність наявного обладнання, визначити оптимальні параметри сівби для умов Полісся та запропонувати конструктивні зміни до висівного апарату, які підвищать якість виконання технологічного процесу.

Актуальність теми зумовлена кількома факторами. По-перше, цукрові буряки залишаються стратегічно важливою культурою для України, оскільки цукрова

					ДП.208.046.467-н.110.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Покотило				ВСТУП		Літ.	Аркуш
Перевіри	Кірисенко							Аркушів
Консулат.								
Н.контр.	Бучко						ЖАТФК гр. Аі-46	
Затв.	Руденко							

промисловість залежить від стабільного постачання якісної сировини. По-друге, зона Полісся має значний потенціал для розвитку буряківництва, однак потребує адаптації технологій до місцевих умов. По-третє, сучасні вимоги до аграрного виробництва, такі як підвищення продуктивності, зниження витрат і впровадження ресурсозберігаючих технологій, стимулюють пошук нових технічних рішень, зокрема в галузі точного землеробства. Удосконалення висівного апарату є одним із таких рішень, оскільки дозволяє оптимізувати використання насіння, зменшити вплив людського фактора та підвищити ефективність сівби.

У процесі виконання роботи передбачається вивчення теоретичних основ вирощування цукрових буряків, аналіз сучасного парку техніки для буряківництва, оцінка конструктивних особливостей висівних апаратів і розробка пропозицій щодо їх модернізації. Особлива увага приділятиметься адаптації обладнання до ґрунтово-кліматичних умов Полісся, а також економічному обґрунтуванню запропонованих рішень. Практична цінність роботи полягає в можливості впровадження розроблених рекомендацій на сільськогосподарських підприємствах, що сприятиме підвищенню ефективності виробництва цукрових буряків.

Теоретичною основою дослідження є праці вітчизняних і зарубіжних учених у галузі агротехнологій, машинобудування для сільського господарства та точного землеробства. Методологічною базою слугують методи системного аналізу, порівняльного оцінювання, експериментального моделювання та економічного обґрунтування. Робота структурована таким чином, щоб охопити всі аспекти теми: від аналізу умов вирощування до практичних рекомендацій щодо вдосконалення обладнання.

Таким чином, кваліфікаційна робота спрямована на вирішення актуального науково-практичного завдання – підвищення ефективності вирощування цукрових буряків у зоні Полісся шляхом підбору оптимального технологічного обладнання та вдосконалення висівного апарату. Результати дослідження можуть бути використані сільськогосподарськими підприємствами для модернізації технологічних процесів, а також як основа для подальших наукових розробок у сфері аграрного машинобудування.

					ДП.208.046.467-н.110.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

1.1 Розробка механізованих робіт

Технологія вирощування цукрових буряків у зоні Полісся передбачає комплекс механізованих операцій, спрямованих на забезпечення оптимальних умов для росту та розвитку культури, підвищення врожайності та зниження собівартості виробництва. Умови Полісся характеризуються підвищеною вологістю, кислими ґрунтами та обмеженим періодом вегетації, що вимагає адаптованої технології. Основні етапи включають підготовку ґрунту, сівбу, догляд за посівами, захист рослин і збирання врожаю. Особлива увага приділяється удосконаленню висівного апарату сівалки для забезпечення рівномірного розподілу насіння, оптимальної глибини загортання та підвищення схожості в умовах вологих ґрунтів.

Розробка механізованих робіт базується на технологічній карті вирощування цукрових буряків, яка включає:

- **Основний обробіток ґрунту:** глибока оранка (25–30 см) восени для покращення структури ґрунту та накопичення вологи. Застосовуються плуги типу ПЛН-5-35 або аналоги.
- **Передпосівний обробіток:** весняне боронування та культивування для вирівнювання поверхні та знищення бур'янів (культиватори КПС-4, борони БЗСС-1).
- **Сівба:** використання сівалок точного висіву (наприклад, СТВ-12 або модернізованих аналогів) з удосконаленим висівним апаратом, який забезпечує міжряддя 45 см, норму висіву 15–18 насінин на погонний метр і глибину загортання 2–3 см.
- **Догляд за посівами:** міжрядний обробіток (культиватори УСМК-5,4), внесення гербіцидів, підживлення мінеральними добривами.

					ДП.208.046.467-н.110.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Покотило				ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевіри	Кіриєнко							
Консулат.						ЖАТФК гр. Аі-46		
Н.контр.	Бучко							
Затв.	Руденко							

- **Збирання:** застосування бурякозбиральних комбайнів типу КС-6Б або сучасних аналогів із мінімальними втратами коренеплодів. Кожна операція супроводжується контролем якості виконання та оптимізацією витрат палива і трудових ресурсів.

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 посіву при вирощуванні цукрового буряка

$$A_{год} = \frac{13,9}{7} = 1,99 \text{ га / год}$$

Виробіток за добу

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

$$A_{доб} = 1,99 \cdot 14 = 27,86 \text{ га / доб.}$$

де $A_{год}$ – виробіток агрегата за годину, га/год.

$T_{доб}$ – тривалість робочого дня за добу, год.

Кількість агрегатів, 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, м³;

D_p – агротехнічна тривалість виконання операцій, діб.

$$n = \frac{350}{27,86 \cdot 4} = 3$$

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

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

$$q = 4,8 \cdot 0,83 = 3,984 \text{ кг / га}$$

					ДП.208.046.467-н.110.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.

$$G = q_1 \cdot 0,83 \cdot Q_1 \quad (1.5)$$

де G – витрата пального на весь обсяг роботи, кг

$$G = 4,8 \cdot 0,83 \cdot 350 = 1394,4 \text{ кг}$$

Затрати праці на одиницю роботи визначають

$$3n = \frac{m_{\text{тех}} + m_{\text{доп}}}{A_{\text{зго}}} \quad (1.6)$$

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

Для операції сівби:

$$3n = \frac{1}{1,99} = 0,5036 \text{ люд.год} / \text{га}$$

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

$$3n = 0,5036 \cdot 350 = 176,259 \text{ люд.год.}$$

Кількість нормо-змін витрачають для кожного виду робіт.

$$H_{\text{зм}} = \frac{Q}{T_{\text{зм}} \cdot A_{\text{згод}}} = \frac{Q}{A_{\text{зм}}} \quad (1.7)$$

$$H_{\text{зм}} = \frac{350}{1,9} = 3,597 \text{ н.з}$$

де $H_{\text{зм}}$ – кількість нормо-змін;

Q – обсяг роботи (графа 5), га, т, м³.

$T_{\text{зм}}$ – тривалість зміни, год (7 або 6);

$A_{\text{год}}$ – виробіток агрегата (графа 14), га/год, т/год, м³/год.

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

$$Q_{\text{ум.ет.га}} = H_{\text{зм}} \cdot A_{\text{зм.ет}} \quad (1.8)$$

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

					ДП.208.046.467-н.110.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Нзм – кількість нормо-змін, од.;

Азм.ет – змінний еталонний виробіток ум.ет.га/зм.

Еталонний змінний виробіток визначають множенням еталонного годинного виробітку (табличне значення) на тривалість зміни.

$$Азм.ет = Агод.ет \cdot 7, \quad (1.9)$$

де Агод.ет – еталонного годинного виробіток, ум.ет.га/год;

7 – тривалість зміни, год.

$$Q_{ум.ет.га} = 3,597 \cdot 0,6 \cdot 7 = 15,107 \text{ ум.ет.га.}$$

1.2 Розрахунок потреби в транспортних засобах

Для забезпечення безперебійного виконання технологічних операцій на проектному підприємстві розраховується потреба в транспортних засобах.

Основні види транспорту:

- **Трактори:** для виконання обробітку ґрунту, сівби та догляду за посівами використовуються трактори типу МТЗ-82, Т-150К (4–6 одиниць залежно від площі посівів).

- **Автомобілі:** для перевезення насіння, добрив, гербіцидів та зібраного врожаю застосовуються вантажівки типу КамАЗ-5511 або ГАЗ-53 (2–3 одиниці).

- **Спеціалізований транспорт:** бурякопогрузчики та причеми для транспортування коренеплодів до пунктів зберігання. Розрахунок проводиться на основі площі посівів (наприклад, 100 га), норм витрат палива (10–12 л/га для тракторів) та тривалості робочого періоду. Для 100 га потрібно приблизно 2 трактори для обробітку, 1–2 вантажівки для логістики та 1 бурякопогрузчик.

Тривалість рейсу автомобіля розраховуємо за рівнянням.

$$t_{ц} = t_{рух} + t_{зав} + t_{зв} + t_{розв} \quad (1.10)$$

де $t_{рух}$ – час руху з вантажем і без нього, хв;

$t_{зав}$ – час завантаження, хв;

$t_{зв}$ – час зважування, хв.;

$t_{роз}$ – час розвантаження, хв.

Час руху визначаємо:

					ДП.208.046.467-Н.110.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t_{\text{пук}} = \frac{62,5 \cdot l_i}{V_t \cdot A_n} = \frac{62,5 \cdot 15}{40 \cdot 0,5} = 46,45 \text{ хв} \quad (1.11)$$

де l_i – відстань перевезень – 15 км;

v_t – розрахункова швидкість, км/год (40 км/год – табличне значення)

A_n – коефіцієнт використання пробігу автомобіля, $A_n = 0,5$.

Час на зважування $t_{\text{зв}} = 3 \dots 4$ хв на кожний автомобіль.

Час на завантаження приймаємо табличне значення $t_{\text{зав.}} = 5$ хв.

Час на розвантаження приймаємо табличне значення $t_{\text{розв}} = 3 \dots 4,5$ хв.

Тривалість циклу:

$$t_{\text{ц}} = 46,45 + 5 + (3 \cdot 2) + (3,5 \cdot 2) = 64,5 \text{ хв.}$$

Кількість автопоїздів, необхідних для транспортування буряків підраховуємо за виразом:

$$m_a = \frac{t_{\text{ц}}}{t_{\text{зав.б}}} = \frac{64,5}{24,5} = 3 \text{ маш.} \quad (1.12)$$

де: $t_{\text{зав.б.}}$ – час завантаження бункера комбайна;

Час завантаження бункера комбайна визначаємо за формулою:

$$t_{\text{зав.б.}} = \frac{60 \cdot V_{\text{бк}} \cdot \rho_{\text{з}} \cdot \Psi}{W_{\text{г}} \cdot U_{\text{з}}} \quad (1.13)$$

де: $V_{\text{бк}}$ – місткість бункера, м³;

$\rho_{\text{з}}$ – об'ємна маса цукрових бур'яків;

Ψ – коефіцієнт використання місткості бункера;

$W_{\text{г}}$ – годинна продуктивність комбайна, га.;

$U_{\text{з}}$ – урожайність, ц/га.

$$t_{\text{зав.б.}} = \frac{60 \cdot 24 \cdot 0,95 \cdot 1}{1,1 \cdot 50} = 24,8 \text{ хв.}$$

1.3 Визначення складу сільськогосподарських машин

Склад машинно-тракторного парку формується з урахуванням специфіки вирощування цукрових буряків у зоні Полісся та необхідності механізації всіх технологічних операцій:

- Для обробітку ґрунту: плуг ПЛН-5-35, культиватор КПС-4, борона БЗСС-1, котки ЗКК-6.

					ДП.208.046.467-н.110.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- **Для сівби:** сівалка точного висіву СТВ-12 з удосконаленим висівним апаратом, який забезпечує точність дозування насіння та адаптацію до вологих ґрунтів.
- **Для догляду за посівами:** культиватор міжрядного обробітку УСМК-5,4, обприскувач ОП-2000 для внесення гербіцидів і добрив.
- **Для збирання:** бурякозбиральний комбайн КС-6Б або сучасніші моделі (наприклад, Holmer Terra Dos).
- **Допоміжне обладнання:** навантажувачі, причепа, обладнання для калібрування насіння.

Склад машин оптимізується для зниження експлуатаційних витрат і підвищення продуктивності. Удосконалений висівний апарат сівалки розробляється з урахуванням місцевих умов, зокрема високої вологості ґрунтів, що забезпечує кращу адаптивність і ефективність сівби.

Таблиця 1.1 – Склад сільськогосподарських машин на вирощування цукрового буряка

№п/п	Сільськогосподарські машини	Марка	Кількість,од
1	Плуги	Kuhn RMGT 8	1
2	Культиватори	КПС-4	2
3		УСМК-5,4В	2
4	Луцильники	ЛДГ -15	1
5	Сівалки	ССТ-12В	3
6	Борони	БЗТС-1,0	21
7		ЗОР-0,7	20
8	Зчіпки	СП-11	2
9		СГ-21	2
10	Машини для внесення добрив: Органічних	ПРТ-10	1
11	Мінеральних	Amazone ZG-B 5500	1
12	Рідких	ЗЖВ-1,8	1
13	Навантажувачі	ПБ-35	1
14	Підживлювач-обприскувач	ПОМ-630	2
15	Обприскувачі	ОПШ-2000	1
16	Причепа	2ПТС-4	1

					ДП.208.046.467-н.110.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На основі розрахунків визначено, що для виконання робіт з вирощування цукрових буряків на площі 350 га згідно з графіками завантаження потрібен такий склад машино-тракторного парку: Case 7240 – 1 одиниця; Case 160 – 1 одиниця; Т-150К – 4 одиниці; Mani too – 1 одиниця; ДТ-75М – 1 одиниця; Т-70С – 2 одиниці; ЮМЗ-6 АКЛ – 5 одиниць; HOLMER Terra Dos – 1 одиниця; Камаз-45143 – 3 одиниці техніки.

					ДП.208.046.467-н.110.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА ОПЕРАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ НА ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЇ СІВБИ

2.1. Умови виконання операції сівби

Умови виконання операції сівби Сівба цукрових буряків у зоні Полісся проводиться в оптимальні агротехнічні строки – з кінця квітня до початку травня, коли температура ґрунту на глибині 5-10 см досягає 6-8°C, а вологість ґрунту становить 60-70% від повної вологоємності. Роботи виконуються за сприятливих погодних умов: відсутності сильного вітру (швидкість до 5 м/с), опадів та заморозків. Ґрунти Полісся переважно дерново-підзолисті, легкосуглинкові, з кислотністю рН 5,5-6,5, що потребує вапнування за необхідності. Поле має бути рівним, без значних ухилів (до 3°), що забезпечує рівномірність висіву.

2.2 Агротехнічні вимоги

Агротехнічні вимоги Глибина висіву насіння цукрових буряків становить 2-3 см на легких ґрунтах і 1,5-2 см на важчих, з відхиленням не більше $\pm 0,5$ см. Норма висіву – 15-20 насінин на 1 погонний метр рядка (100-120 тис. схожих насінин на 1 га), що забезпечує густоту 80-100 тис. рослин/га після проріджування. Міжряддя становить 45 см, з відхиленням не більше $\pm 1,5$ см. Насіння має бути протруєне фунгіцидами та інсектицидами, з калібруванням за розміром 3,5-4,5 мм. Рівномірність розподілу насіння в рядку – не менше 90%. Робоча швидкість агрегату – 5-7 км/год для забезпечення точності висіву.

2.3 Склад агрегату і його техніко-економічні показники

Склад агрегату і його техніко-економічні показники Для сівби застосовується машинно-тракторний агрегат (МТА) у складі трактора John Deere 6195M (195 к.с.) та точної сівалки Monosem NG Plus 4 (8-рядна, ширина захвату

					ДП.208.046.467-н.110.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Покотило				<i>Технологічний розділ</i>		Літ.	Аркуш
Перевіри	Кірисенко							Аркушів
Консулат.								
Н.контр.	Бучко						<i>ЖАТФК гр. Аі-46</i>	
Затв.	Руденко							

3,6 м) з удосконаленням висівним апаратом, який забезпечує точність дозування насіння. Техніко-економічні показники: продуктивність – 2,5-3,0 га/год; витрати пального – 8-10 л/га; собівартість операції – 1200-1500 грн/га. Удосконалений висівний апарат знижує відхилення норми висіву на 10-15% порівняно зі стандартними моделями, підвищуючи рівномірність розподілу насіння.

Холостий тяговий опір виникає при русі агрегату в транспортному положенні і визначається за виразом:

$$R_x = G \cdot f \quad (2.1)$$

$$R_x = 1390 \cdot 0,16 = 222,4 \text{ (кН)}$$

де: G – вага машини, кг;

f – коефіцієнт опору перекочування (приймаємо табличне значення).

Робочий тяговий опір визначаємо за виразом:

$$R_p = k \cdot B_k \quad (2.2)$$

$$R_p = 2 \cdot 5,4 = 10,8 \text{ (кН)}$$

де: k – питомий опір сільськогосподарських машин (кН) на метр захвата;

B_p – робоча ширина захвата машини, м.

Потрібно зкомплектувати машинно-тракторний агрегат для сівби цукрових буряків. Трактор ЮМЗ-6АКЛ, сівалка ССТ-12В питомий опір сівалки 2 кН/м.захв.

За табличними даними визначаємо межі рекомендованих агротехнічно-допустимих робочих швидкостей руху агрегата при сівбі:

$$v = 6 \dots 7,6 \text{ км/год};$$

В зазначених межах вибираємо дві передачі трактора і записуємо його тягові зусилля на вибраних передачах (кН).

$$P_I = 14, \text{ швидкість руху } 7,6 \text{ (км/год)}$$

$$P_V = 14, \text{ швидкість руху } 6,8 \text{ (км/год)}$$

Визначаємо опір сівалки:

$$R_c = k \cdot B_k + R_{\text{пр}} \quad (2.3)$$

$$R_{cI} = 2 \cdot 5,4 + 0,45 = 11,25 \text{ (кН)}$$

$$R_{cV} = 2 \cdot 5,4 + 0,4 = 11,2 \text{ (кН)}$$

де: $R_{\text{пр}}$ – затрати потужності на привід вентилятора;

Визначимо затрати потужності на привід вентилятора:

					ДП.208.046.467-н.110.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_{\text{пр}} = \frac{3,6 N_{\text{ВВП}} \eta_{\text{мг}}}{v_{\text{р}} \eta_{\text{ВВП}}} \quad (2.4)$$

де: $N_{\text{ВВП}}$ – витрати потужності на привід вентилятора;

$\eta_{\text{мг}}$ – механічний ККД трансмісії (0,9);

$v_{\text{р}}$ – робоча швидкість сівалки;

$\eta_{\text{ВВП}}$ – (0,95)

$$R_{\text{прI}} = \frac{3,6 \cdot 0,9 \cdot 0,9}{6,8 \cdot 0,95} = 0,45$$

$$R_{\text{прV}} = \frac{3,6 \cdot 0,9 \cdot 0,9}{7,6 \cdot 0,95} = 0,4$$

Визначаємо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора:

$$\eta_{\text{тяг}} = \frac{R_{\text{агр}}}{P} \quad (2.5)$$

де: $R_{\text{агр}}$ – загальний опір агрегата, кН;

P – тягове зусилля трактора, кН.

Тоді:

$$\eta_{\text{тягI}} = \frac{R_{\text{сI}}}{P_{\text{I}}} = \frac{11,2}{14} = 0,8;$$

$$\eta_{\text{тягV}} = \frac{R_{\text{сV}}}{P_{\text{V}}} = \frac{11,25}{14} = 0,8$$

Техніко-економічними показниками роботи зкомплектованого машино-тракторного агрегата є продуктивність, витрата палива і мастильних матеріалів.

Годинна теоретична продуктивність визначається за виразом:

$$A_{\text{год}} = 0,1 \cdot B_{\text{к}} \cdot V, \text{ га/год} \quad (2.6)$$

$$A_{\text{годI}} = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 7,6 = 4,1 \text{ га/год}$$

$$A_{\text{годI}} = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 6,8 = 3,7 \text{ га/год}$$

Змінна теоретична продуктивність визначається за виразом:

$$A_{\text{зм}} = 0,1 \cdot B_{\text{к}} \cdot V \cdot T, \text{ га/зм} \quad (2.7)$$

де: T – час зміни, год.

$$A_{\text{зм}} = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 7,6 \cdot 7 = 28,7 \text{ га/зм}$$

$$A_{\text{зм}} = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 6,8 \cdot 7 = 25,9 \text{ га/зм}$$

Дійсна швидкість агрегата при роботі буде завжди меншою ніж розрахункова і може бути визначена за виразом:

					ДП.208.046.467-н.110.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_p = V \cdot E; \text{ км/га} \quad (2.8)$$

де: E – коефіцієнт використання швидкості (приймаємо табличне значення).

$$V_{pI} = 7,6 \cdot 0,94 = 7,14 \text{ км/га}$$

$$V_{pV} = 6,8 \cdot 0,94 = 6,4 \text{ км/га}$$

У формулі змінної теоретичної продуктивності час приймається рівним часу зміни, частина часу витрачається на непродуктивні операції: підготовка агрегата до роботи, переїзд і повороти, технологічні зупинки та ін. Тому час корисної роботи завжди буде меншим часу зміни і визначається за виразом:

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau \quad (2.9)$$

де: τ – коефіцієнт використання робочого часу (приймаємо табличне значення).

$$T_p = 7 \cdot 0,7 = 4,9 \text{ га/зм}$$

Таким чином, при визначенні технічної продуктивності приймаємо ширину захвату, швидкість руху і час роботи, що відповідають реальним умовам. Тому формула змінної технічної продуктивності агрегата буде мати вираз:

$$A_{\text{техн}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p \quad (2.10)$$

Підставивши значення B_p , V_p , T_p у формулу одержимо:

$$A_{\text{технI}} = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 7,14 \cdot 4,9 = 18,8 \text{ га/зм.}$$

$$A_{\text{технV}} = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 6,4 \cdot 4,9 = 19,4 \text{ га/зм.}$$

З метою планування потреби і встановлення норм витрати палива і мастильних матеріалів необхідно визначити для кожного виду робіт:

- а) витрати палива на гектар виконаної роботи;
- б) витрати палива на заданий об'єм в га даного виду роботи;
- в) потребу в мастильних матеріалах у відсотках від загальної потреби палива.

Витрата палива на гектар визначається шляхом ділення кількості палива, витраченого за зміну, на технічну продуктивність:

$$q = \frac{Q}{A_{\text{техн}}} \quad (2.11)$$

де: q – витрата палива, кг/га

Q – витрата палива за зміну (приймаємо з типових норм виробітку), кг

$A_{\text{техн}}$ – технічна продуктивність агрегату, га/зм.

$$q_I = \frac{55,3}{18,8} = 2,9 \text{ кг/га;}$$

					ДП.208.046.467-н.110.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$q_v = \frac{55,3}{16,9} = 3,3 \text{ кг/га.}$$

Витрати мастильних матеріалів та палива для запуску двигуна встановлюємо у відсотковому співвідношенні до витрат основного виду палива (табличні значення).

Знаходимо загальну потребу основного виду палива на виконання роботи. Площа поля 350 га, тоді загальна потреба палива буде:

$$Q = q \cdot S \quad (2.12)$$

$$Q_I = 2,9 \cdot 350 = 1015 \text{ кг;}$$

$$Q_V = 3,3 \cdot 350 = 1155 \text{ кг;}$$

Витрата масел, мастильних матеріалів та палива для запуску двигуна на першій передачі становить:

1. Дизельне масло: 4,4% – 44,6 кг

2. Трансмісійні масла: 1,2% – 12,2 кг

3. Пластичні мастила: 0,6% – 10,6 кг

4. Пусковий бензин: 1% – 11,55 кг.

Витрати праці буде залежати від зайнятого персоналу та продуктивності агрегата при виконанні технологічної операції.

$$Z_{\Pi} = \frac{M_{\text{мех}} + M_{\text{доп}}}{A_{\text{зод}}} \quad (2.13)$$

$$Z_{\Pi I} = \frac{1}{4,1} = 0,24 \text{ люд.год/га}$$

$$Z_{\Pi V} = \frac{1}{3,7} = 0,27 \text{ люд.год/га}$$

де: $M_{\text{мех}}$, $M_{\text{доп}}$ – кількість трактористів.

2.4 Технологічна підготовка МТА

Технологічна підготовка МТА до роботи Перед початком робіт перевіряється технічний стан трактора: рівень масла, пального, тиск у шинах (1,8-2,0 бар), справність гідравлічної системи. Сівалка налаштовується відповідно до агротехнічних вимог: регулюється глибина загортання насіння (2-3 см), ширина міжрядь (45 см), норма висіву (15-20 насінин/м). Висівний апарат калібрується на стенді для забезпечення точності дозування. Перевіряється

					ДП.208.046.467-н.110.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

справність маркерів, сошників, прикочувальних котків. Проводиться пробний висів на ділянці 50 м для контролю рівномірності розподілу насіння. Удосконалений висівний апарат тестується на відповідність заданим параметрам.

насінням:

$$L_{зрх} = 10^4 \cdot V_{ня} \cdot \rho_{н} \cdot \frac{\varphi}{B_p + U_{вн}} \quad (2.14)$$

$$L_{зрх} = 10^4 \cdot 0,000016 \cdot 80 \cdot 0,95 / (5,4 \cdot 4) = 563 \text{ (м)}$$

мінеральним добривом:

$$L_{мдх} = 10^4 \cdot V_{ня} \cdot \rho_{н} \cdot \frac{\varphi}{B_p + U_{вн}} \quad (2.15)$$

$$L_{мдх} = 10^4 \cdot 0,0576 \cdot 900 \cdot 0,95 / (5,4 \cdot 150) = 506 \text{ (м)}$$

де: $V_{ня}$ – місткість бункера (приймаємо табличне значення), м³,

$\rho_{н}$ – об'ємна маса насіння, мінерального добрив, кг/м³;

φ – коефіцієнт використання місткості бункера (приймаємо табличне значення),

$U_{вн}$ – норма висіву насіння, кг/га;

B_p – робоча ширина захвату сіваки, м.

Визначаємо кількість кругів пройдених агрегатом між заправками технологічних місткостей:

$$n_{кр} = 1/2 L_p \quad (2.16)$$

$$n_{кр} = 563 / 2 \cdot 900 = 0,31$$

$$n_{кр} = 506 / 2 \cdot 900 = 0,28$$

Розраховуємо і встановлюємо вильоти маркерів. При човниковому способі руху агрегату для направлення по візиру необхідно точно визначити і встановити виліт маркерів, тобто відстань від крайнього сошника сівалки до слідоутворювача. Для нашого агрегату виліт маркерів розраховується за формулою:

при водінні серединою трактора.

$$M_{пр/лів} = \frac{B + m}{-} \quad (2.17)$$

$$M_{пр/лів} = \frac{5,4 + 0,50}{2} = 2,95 \text{ (м)}$$

де: $M_{пр/лів}$ – відповідно вильот правого і лівого маркерів, м,

Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.208.046.467-н.110.ПЗ

Арк.

B_k – ширина захвату агрегату, м;

m – відстань між стикових міжрядь (з рекомендованою поправкою 50 мм), м.

2.5 Підготовка поля

Підготовка поля Поле готується восени шляхом лущення стерні (глибина 6-8 см) та оранки на глибину 25-30 см плугом з передплужником. Навесні виконується боронування важкими боронами (БЗТС-1) для закриття вологи та вирівнювання поверхні, а також культивація на глибину 4-6 см для створення посівного ложа. Перед сівбою поле перевіряється на відсутність бур'янів, грудок (розмір не більше 2-3 см) та достатню вологість. За необхідності застосовується коткування для ущільнення ґрунту. Поле розмічається маркерами для забезпечення прямолінійності рядків.

2.6 Вибір способу руху та розрахунок його елементів

Вибір способу руху та розрахунок його елементів Застосовується човниковий спосіб руху агрегату з поворотами на кінцях гону. Довжина гону – 500 м, ширина поля – 200 м. Радіус повороту – 10 м, що відповідає технічним характеристикам трактора. Кількість проходів: $200 \text{ м} / 3,6 \text{ м} = 56$ проходів. Час на поворот – 15-20 с, втрати часу на поворотах – до 5% від загального часу роботи. Швидкість руху на робочій ділянці – 6 км/год, на поворотах – 3 км/год. Траєкторія руху планується з урахуванням мінімального ущільнення ґрунту колесами трактора.

Розрахунок ширини поворотної смуги: Виконується за відповідною формулою.

$$E = 1,1R_{\min} + L_a, (\text{м}) \quad (2.18)$$

де $R_{\min}$ – мін радіус повороту:

$$R_{\min} = 1,1B_p, (\text{м}) \quad (2.19)$$

$$R_{\min} = 1,1 \cdot 5,4 = 5,94 (\text{м})$$

L_a – кінематична довжина:

$$L_a = L_{mp} + L_m (\text{м}) \quad (2.20)$$

де L_{mp} – кінематична довжина, м;

					ДП.208.046.467-н.110.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

L_m – кінематична довжина с-г машини, м

$$L_a = 5,3 + 4 = 9,3 \text{ (м)}$$

$$E = 1,1 \cdot 5,94 + 9,3 = 15,8 \text{ (м)}$$

$$E_1 = B_k k \text{ (м)} \quad (2.21)$$

де k – коефіцієнт кратності, який визначаємо за формулою:

$$k = \frac{E}{B_k} \quad (2.22)$$

$$k = 15,8 / 5,4 = 2,93$$

приймаємо: $k = 3$

$$E_1 = 5,4 \cdot 3 = 16,2 \text{ (м)}$$

Ширина поворотної смуги складає 16,2 м. Поворотну смугу позначаємо вішками, які розміщуються через кожні 100 – 150 м вздовж поперечної межі поля. Вздовж лінії вішок трактори проїжджають, залишаючи сліди колесами, щоб позначити межу поворотної смуги.

Для поля довжиною $L_{\text{заг}} = 900$ м робочу довжину гону визначаємо за формулою:

$$L_p = L_{\text{заг}} - 2E_1 \text{ (м)} \quad (2.23)$$

$$L_p = 900 - 2 \cdot 16,2 = 867,6 \text{ (м)}$$

Способи руху оцінюють коефіцієнтом робочих ходів (φ). Чим більший коефіцієнт робочих ходів, тим продуктивніше працює машинно-тракторний агрегат.

Знаходимо коефіцієнт робочих ходів:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 0,5e + 1,14R + 2e} \quad (2.24)$$

$$\varphi = \frac{867,6}{867,6 + 0,5 \cdot 4,65 + 1,14 \cdot 5,94 + 2 \cdot 4,65} = 0,98$$

де: e – довжина виїзду агрегату, м.

$$e = 0,5(L_{\text{тр.}} + L_m) \quad (2.25)$$

$$e = 0,5 \cdot 9,3 = 4,65 \text{ (м)}$$

L_p – довжина робочого ходу агрегату в гоні, м

R – мінімальний радіус повороту агрегату, м.

Отже, після проведених розрахунків видно, що МТА завантажений оптимально, а втрати на холості переїзди мінімальні.

Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.208.046.467-н.110.ПЗ

Арк.

2.7 Контроль і оцінка якості виконання операції

Контроль і оцінка якості виконання операції Контроль якості сівби включає перевірку глибини висіву (вимірювання на 10 ділянках по 1 м), рівномірності розподілу насіння в рядку (відхилення не більше 10%), ширини міжрядь ($45 \pm 1,5$ см) та норми висіву (порівняння фактичної кількості насінин з розрахунковою). Використовується метод пробних розкопок на глибину 2-3 см для оцінки розміщення насіння. Якість роботи оцінюється за відсотком рівномірності сходів (не менше 85%) через 10-14 днів після сівби. Застосування удосконаленого висівного апарата підвищує якість сівби на 8-12% порівняно зі стандартними сівалками.

					ДП.208.046.467-н.110.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3

КОНСТРУКТИВНЕ УДОСКОНАЛЕННЯ ВИСІВНОГО АПАРАТУ СІВАЛКИ ССТ-12 В

3.1 Розрахунок висівного диска

Для забезпечення точного висіву насіння цукрових буряків у зоні Полісся необхідно провести розрахунок параметрів висівного диска сівалки ССТ–12В. Висівний диск є ключовим елементом, що визначає норму висіву та рівномірність розподілу насіння. Розрахунок включає визначення діаметра диска, кількості та розміру комірок, а також їх розташування.

На основі агротехнічних вимог до вирощування цукрових буряків (норма висіву 15–20 насінин на погонний метр, міжряддя 45 см) визначається діаметр диска (200–250 мм) та кількість комірок (30–40 одиниць). Розмір комірок залежить від фракції насіння (3–5 мм), а їх форма (конічна або циліндрична) забезпечує надійне захоплення та скидання насіння. Швидкість обертання диска корелюється з робочою швидкістю сівалки (5–7 км/год) для забезпечення точного розміщення насіння в рядку.

Розрахунки проводяться з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов Полісся, зокрема високої вологості ґрунтів, що впливає на адгезію насіння до комірок.

Отже, проведемо розрахунок пневматичного висівного апарата.

Вихідні дані

- Кількість рядків – 12,
- Ширина міжрядь – 0,45 (м.),

Необхідно розрахувати кількість отворів на висівному диску, шлях який пройде сівалка під час одного оберту приводного колеса.

$$l = \frac{2\pi R_c}{\varepsilon} \quad (3.1)$$

$$l = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,26}{0,94} = 1,55 \text{ (м.)}$$

де R_c – статичний радіус приводного колеса, м;

					ДП.208.046.467-н.110.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Покотило				КОНСТРУКТИВНЕ УДОСКОНАЛЕННЯ ВИСІВНОГО АПАРАТУ СІВАЛКИ ССТ-12 В	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевіри	Кірисенко							
Консулат.						ЖАТФК гр. Ai-46		
Н.контр.	Бучко							
Затв.	Руденко							

$\varepsilon = 0,93 \dots 0,95$ – коефіцієнт ковзання колеса по ґрунту. Параметри приводного колеса вибираємо відповідно до рекомендацій та приймаємо 0,26 м.

Кількість обертів N_k колеса сівалки при засіві одного гектара:

$$N_k = \frac{10^4}{bl} \quad (3.2)$$

$$N_k = \frac{10^4}{0,45 \cdot 1,55} = 15500 \text{ (об.)}$$

де b – ширина міжрядь, м;

l – відстань, яку проходить сівалка за один оберт приводного колеса.

Мінімальна та максимальна кількість обертів висівного диска N_D для умовного засівання 1 га, де "умовний" означає, що розрахунок проводиться за шириною міжряддя, а не за шириною захвату сівалки.

$$N_{Dmin} = N_k i_{max}, \quad (3.3)$$

$$N_{Dmax} = 15500 \cdot 0,8 = 12400 \text{ (об.)}$$

$$N_{Dmax} = N_k i_{min}, \quad (3.4)$$

$$N_{Dmin} = 15500 \cdot 0,2 = 3100 \text{ (об.)}$$

де i_{min}, i_{max} – мінімальне та максимальне передаточне число механізму приводу диска (на етапі поректування задаються $i_{min} = 0,2, i_{max} = 0,8$).

Мінімальна та максимальна кількість отворів на висівному диску:

$$Z_{min} = \frac{Q_{min}}{N_{Dmax}}; Z_{max} = \frac{Q_{max}}{N_{Dmin}} \quad (3.5)$$

$$Z_{min} = \frac{100000}{12400} = 8 \text{ (отв.)}$$

$$Z_{max} = \frac{133332}{3100} = 43 \text{ (отв.)}$$

де Q_{min}, Q_{max} – мінімальна та максимальна норми висіву насіння, шт./га.

Отримані значення Z_{min} та Z_{max} округлити до цілих чисел, що буде відповідати двом наборам висівних дисків.

Діаметр отворів на дисках визначити із співвідношення:

$$d = (0,6 \dots 0,7) b_c \quad (3.6)$$

$$d = 0,65 \cdot 0,0045 = 0,003 \text{ (м.)}$$

де b_c – середня ширина насінин, що висіваються, м.

Розрахунковий крок розташування отворів на диску

					ДП.208.046.467-Н.110.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$2b_{max} > t > 1,2d \quad (3.7)$$

$$0,009 > 0,006 > 0,0036 \text{ (м.)}$$

де b_{max} – максимальний розмір насінин, що висіваються, м.

Максимальна лінійна швидкість обертання висівного диска за кроком розташування на ньому отворів:

$$\begin{aligned} v_{Dmax} &= \frac{v_{Cmax} t}{T_{min} K} \\ v_{Dmax} &= \frac{2 \cdot 0,006}{0,083 \cdot 1} = 0,144 \quad (\text{м/с}) \end{aligned} \quad (3.8)$$

де K – число рядів отворів (на першому етапі розрахунків $K=1$);

v_{Cmax} – максимальна робоча швидкість сівалки, м/с;

T_{min} – крок пунктиру (0,083), м;

t – розрахунковий крок розташування отворів на диску, м.

Знайдена швидкість обертання отворів диска не повинна перевищувати 0,3...0,5 м/с. Ця умова необхідна для якісного заповнення отворів диска.

Діаметр розташування отворів (комірок) на висівному диску:

$$\begin{aligned} D_0 &= \frac{z_{max}(t+d)}{\pi K} \\ D_0 &= \frac{43(0,006 + 0,003)}{3,14 \cdot 1} = 0,123 \text{ (м.)} \end{aligned} \quad (3.9)$$

де t – розрахунковий крок розташування отворів на диску, м; d – діаметр отворів на дисках, м.

3.2 Обґрунтування конструкції висівного апарата та сошника посівної секції

Конструкція висівного апарата сівалки ССТ–12В удосконалюється для підвищення точності висіву та адаптації до умов Полісся. Запропоновано модернізацію висівного апарата шляхом встановлення регульованого механізму дозування, який дозволяє змінювати норму висіву залежно від типу насіння та ґрунтових умов. Для цього використовується система змінних висівних дисків із різною кількістю комірок та їх діаметром. Додатково впроваджується механізм очищення комірок від налиплого насіння, що особливо актуально для вологих ґрунтів Полісся.

					ДП.208.046.467-н.110.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сошник посівної секції модифікується для забезпечення стабільної глибини загортання насіння (3–5 см) та зменшення налипання ґрунту. Запропоновано використання дискового сошника з регульованим кутом атаки та додатковим прикочуючим котком, що забезпечує рівномірний контакт насіння з ґрунтом. Конструкція враховує необхідність мінімального пошкодження насіння та адаптацію до нерівностей поля.

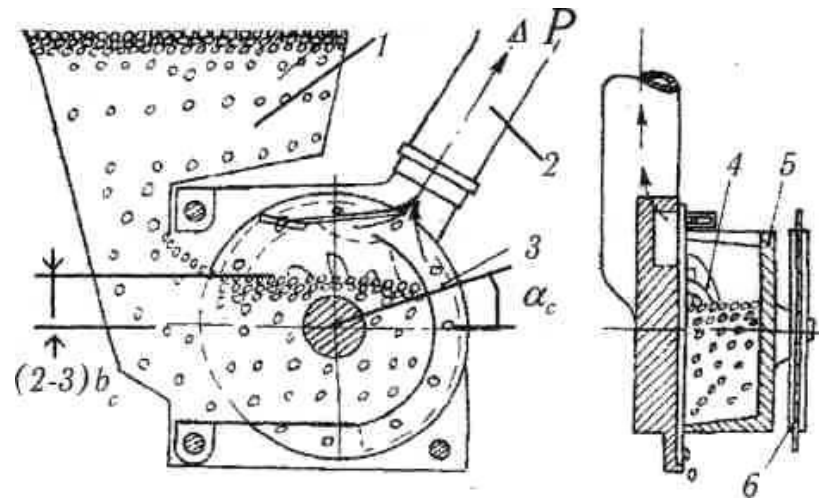


Рисунок 3.1 – Пневматичний висівний апарат з горизонтальною віссю обертання: 1 – бункер для насіння; 2 – повітропровід; 3 – висівний диск; 4 – ворушилка насіння; 5 – корпус апарата; 6 – ведуча зірочка.

Основні розміри визначаємо із умов:

$$H = H_c + \frac{D_0}{2} + (10 \dots 12), \quad (3.10)$$

$$H = 0,005 + \frac{0,123}{2} + 11 = 11,076$$

$$H_c = (1,2 \dots 1,3)h_{max} \quad (3.11)$$

$$H_c = 1,5 \cdot 0,004 = 0,005 \text{ (м.)}$$

де h_{max} – максимальна глибина заробки насіння в ґрунт.

Кут занурювання сошника в ґрунт визначити із співвідношення:

$$\alpha > 90^\circ + \varphi \quad (3.12)$$

$$\alpha > 90^\circ + 28^\circ = 118^\circ$$

де φ – кут ковзання ґрунту по сталі.

					ДП.208.046.467-н.110.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

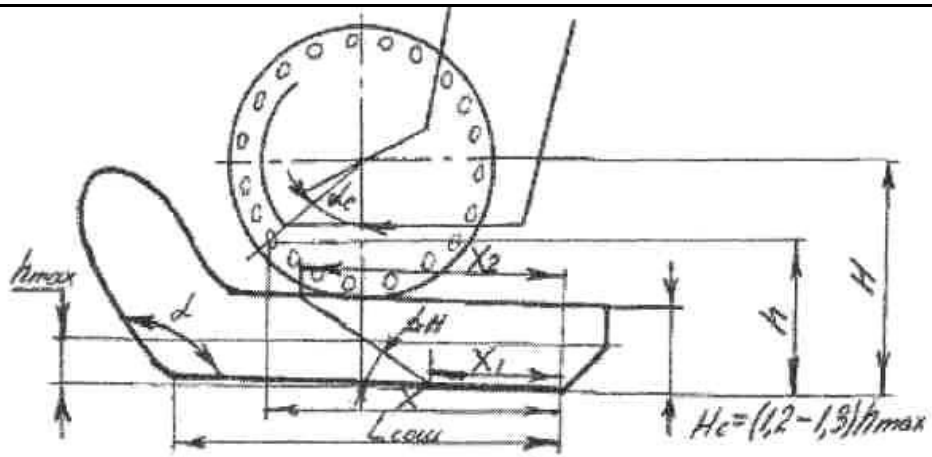


Рисунок 3.2 – Відображає план розташування сівалки та сошника один поруч з одним.

Далі потрібно встановити ширину сошника $B_{сош}$ так, щоб насіння та добрива мали достатньо місця між його бічними стінками. Дизайн сошника повинен відповідати агротехнічним вимогам щодо правильного розташування насіння та добрив в ґрунті. При виборі довжини сошника $L_{сош}$ можна використовувати рекомендацію: $L_{сош} = (0,25 \dots 0,30)$ метра. Ми обираємо $L_{сош} = 0,03$ метра.

Позначка на сошнику повинна бути розташована на відстані X від точки виходу насіння з висівного диска. Величина відстані X визначається так, щоб насіння падало у борозенку:

$$X = v_{Dx} \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (3.13)$$

$$X = 0,114 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,072}{9,8}} = 0,014 \text{ (м.)}$$

де v_{Dx} – горизонтальна складова максимальної лінійної швидкості обертання диска за діаметром розташування висівних отворів, м/с;

h – висота падіння насінини м.

Кут нахилу насіннєнаправника сошника та його положення відносно вісі обертання висівного диска вибрати з умови:

$$\begin{aligned} X_1 &= 0,1X; X_2 = (0,95 \dots 1,1)X \\ X_1 &= 0,1 \cdot 0,014 = 0,0014 \text{ (м.)} \\ X_2 &= 1 \cdot 0,014 = 0,014 \text{ (м.)} \end{aligned} \quad (3.14)$$

					ДП.208.046.467-н.110.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відстань між прикочуючим коточком та корпусом посівної секції повинна бути не менше:

$$L = h_{max} \cdot \operatorname{tg}(2\varphi) + D_{OK} \quad (3.15)$$

$$L = 0,004 \cdot \operatorname{tg}(2 \cdot 28) + 0,28 = 0,286 \text{ (м.)}$$

де D_{OK} – діаметр опорного коточка.

3.3 Розрахунок пневматичної системи сівалки

Пневматична система сівалки ССТ–12В забезпечує транспортування насіння від висівного апарата до сошника та створення вакууму для захоплення насіння висівним диском. Розрахунок системи включає визначення продуктивності вакуумного насоса, діаметра та довжини трубопроводів, а також тиску повітряного потоку. Для умов Полісся, де висока вологість може впливати на пневматичну систему, передбачено використання фільтрів для очищення повітря від вологи та пилу. Продуктивність насоса розраховується виходячи з потреби у вакуумі (4–6 кПа) для надійного утримання насіння в комірках диска. Діаметр трубопроводів (20–25 мм) та їх матеріал (полімер із низьким коефіцієнтом тертя) підбираються для мінімізації втрат тиску та забезпечення стабільного транспортування насіння. Розрахунки також враховують енергоспоживання системи, щоб забезпечити її ефективність у складі агрегату з трактором, який використовується на підприємстві.

Таким чином, удосконалення висівного апарата сівалки ССТ–12В шляхом модернізації висівного диска, конструкції апарата, сошника та пневматичної системи сприяє підвищенню ефективності вирощування цукрових буряків у зоні Полісся, забезпечуючи точний висів, адаптацію до місцевих умов та зниження експлуатаційних витрат.

					ДП.208.046.467-н.110.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

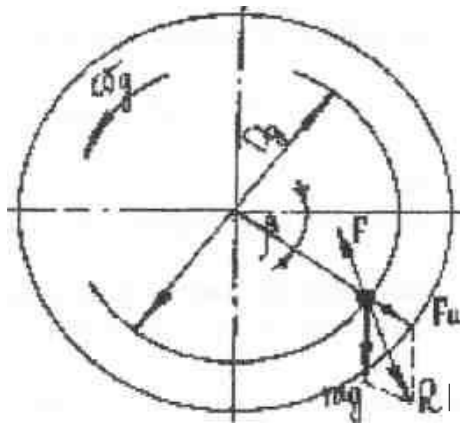


Рисунок 3.3 – Схема сил, що діють на насінину

На насінину діє сила тяжіння mg , сила інерції F_i .

Силу інерції визначаємо за формулою:

$$F_i = \frac{m\omega^2 D_d}{2} \quad (3.16)$$

$$F_i = \frac{0,00034 \cdot 1,6^2 \cdot 0,123}{2} = 0,00012 \text{ (Н)}$$

де: m – маса насінини, кг;

ω – кутова швидкість обертання диска, рад/с.

Результуючу силу знаходимо за формулою:

$$R = \sqrt{F_i^2 + m^2 \cdot g^2} \quad (3.17)$$

$$R = \sqrt{0,00012^2 + (3,4 \cdot 10^{-4})^2 \cdot 9,8^2} = 0,000011 \text{ (Н)}$$

де: g – сила земного тяжіння, м/с.

Силу присмоктування знаходимо за формулою:

$$F_{pr} = \frac{RK_1}{f} \quad (3.18)$$

$$F_{pr} = \frac{0,000011 \cdot 43}{0,24} = 0,0023 \text{ (Н)}$$

де: R – результуюча сила;

f – коефіцієнт тертя насінини по матеріалу диска.

Для розрахунків приймають: $K_1 = 40...60$ – для цукрового буряка.

Враховуючи, що насінини не мають правильної геометричної форми та не повністю перекривають присмоктувальні отвори, необхідно ввести коефіцієнт $K_2 = 0,4...0,5$.

Визначаємо необхідне розрідження у вакуумній камері висівного апарата:

					ДП.208.046.467-н.110.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta P = \frac{F_{pr}}{K_2 f_{отв}} \quad (3.19)$$

$$\Delta P = \frac{0,0023}{0,5 \cdot (7 \cdot 10^{-6})} = 657,1 \text{ (Па)}$$

де: $f_{отв}$ – площа просмоктувального отвору, м²

Визначаємо швидкість повітряного потоку в отворі висівного диска

$$\vartheta_{п} = \alpha_a \sqrt{\frac{2\Delta P}{\mu}} \quad (3.20)$$

$$\vartheta_{п} = 0,75 \sqrt{\frac{2 \cdot 657,1}{0,114}} = 80,5 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)$$

де $\alpha_a = 0,7...0,75$ – коефіцієнт швидкості;

$\mu = 0,114 \text{ кг/м}^3$ – питома маса повітря при $t = 20^\circ\text{C}$;

Загальні витрати повітря крізь присмоктувальні отвори сівалки:

$$Q = Kn f_{отв} \vartheta_{п} M \quad (3.21)$$

$$Q = 0,8 \cdot 49 \cdot (7 \cdot 10^{-6}) \cdot 80,5 \cdot 12 = 0,22$$

де: $k = 0,6...0,9$ – коефіцієнт присмокткування (менші значення коефіцієнтів вибирати для менших за розміром насінин і навпаки);

$n = (0,8...0,9)$,

z_{max} – кількість отворів диска, що знаходяться в зоні дії вакуумної камери;

M – кількість висівних апаратів.

Визначаємо площу всмоктувального патрубку пневматичного висівного апарата за формулою:

$$S = z_{max} f_{отв} \quad (3.22)$$

$$S = 43 \cdot (7 \cdot 10^{-6}) = 0,00035 \quad (\text{м}^2)$$

Визначити потужність N , необхідну для привода вентилятора сівалки:

$$N = \frac{QH}{\eta_v \eta_n} \quad (3.23)$$

$$N = \frac{0,22 \cdot 1971,3}{0,5 \cdot 0,95} = 0,9 \text{ (кВт)}$$

$$H = 3\Delta P \quad (3.24)$$

$$H = 3 \cdot 657,1 = 1971,3 \text{ (Па)}$$

де η_v – ККД вентилятора (0,4...0,5);

η_n – ККД привода (0,95 ...0,98);

H – повний напір вентилятора (у першому наближенні для розрахунків пневматичних сівалок можна прийняти $H = (2,5...3,0) \Delta P$).

					ДП.208.046.467-н.110.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Загальні вимоги з охорони праці

Охорона праці при вирощуванні цукрових буряків на сільськогосподарському підприємстві зони Полісся є ключовим аспектом забезпечення безпеки працівників та ефективної експлуатації технологічного обладнання, зокрема машинно-тракторних агрегатів (МТА) з удосконаленим висівним апаратом. Загальні вимоги з охорони праці базуються на чинних нормативних актах України, зокрема Законах України «Про охорону праці» (№ 2694-ХІІ від 14.10.1992) та «Державних санітарних нормах і правилах» (ДСНіП), і спрямовані на мінімізацію ризиків травматизму, професійних захворювань та аварійних ситуацій.

Основні вимоги з охорони праці:

1. Організація робочого місця:

- Робочі місця операторів МТА та працівників, задіяних у процесі сівби цукрових буряків, повинні відповідати ергономічним стандартам. Кабіни тракторів обладнуються зручними сидіннями, системами вентиляції, шумоізоляцією та захистом від вібрації відповідно до ГОСТ 12.2.019-86.

- Освітлення робочих зон, особливо під час нічних змін, забезпечується відповідно до норм ДБН В.2.5-28:2018, щоб уникнути перевтоми та зниження концентрації працівників.

2. Навчання та інструктаж:

- Усі працівники, які працюють з МТА або висівними апаратами, проходять обов'язковий інструктаж з охорони праці (вступний, первинний, повторний) відповідно до НПАОП 0.00-4.12-05. Особлива увага приділяється безпечній експлуатації удосконаленого висівного апарату, враховуючи його конструктивні особливості.

					ДП.208.046.467-н.110.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Покотило				ОХОРОНА ПРАЦІ		Літ.	Аркуш
Перевіри	Кірисенко							Аркушів
Консулат.								
Н.контр.	Бучко						ЖАТФК гр. Аі-46	
Затв.	Руденко							

- Працівники отримують навчання щодо дій у надзвичайних ситуаціях, таких як поломка обладнання, загоряння чи травмування.

3. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ):

- Працівники забезпечуються спецодягом (комбінезонами, рукавицями, захисним взуттям) та засобами захисту органів слуху й зору (навушниками, окулярами) відповідно до ДСТУ EN 166:2006.

- Для операторів МТА передбачені шумозахисні навушники, оскільки рівень шуму в кабіні трактора може досягати 80–85 дБ, що перевищує допустимі норми (ДБН В.2.2-9:2018).

4. Технічний стан обладнання:

- Перед початком роботи МТА та висівний апарат перевіряються на справність. Удосконалений висівний апарат потребує додаткової перевірки механізмів дозування насіння та елементів, що контактують із ґрунтом, щоб уникнути аварій через зношеність деталей.

- Регулярне технічне обслуговування проводиться відповідно до технічної документації та НПАОП 01.41-1.01-01.

5. Пожежна безпека:

- Трактори та сівалки обладнуються первинними засобами пожежогасіння (вогнегасниками типу ВП-5). Працівники інструктуються щодо їх використання.

- На полях забороняється палити та використовувати відкритий вогонь, особливо в суху погоду, щоб уникнути займання сухої рослинності.

6. Екологічна безпека:

- Під час роботи з хімічними засобами (гербіцидами, добривами) працівники використовують респіратори та захисні костюми, щоб уникнути отруєння. Зберігання хімікатів здійснюється в спеціально обладнаних складах відповідно до ДСТУ 7313:2013.

Ці заходи забезпечують безпечні умови праці, знижують ризик травматизму та підвищують ефективність роботи підприємства

					ДП.208.046.467-н.110.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2 Розрахунок стійкості МТА

Стійкість машинно-тракторного агрегату (МТА) є важливим параметром, що впливає на безпеку експлуатації обладнання, особливо в умовах зони Полісся, де ґрунти можуть бути нерівними, а рельєф – складним. Розрахунок стійкості МТА проводиться для забезпечення безпеки оператора та запобігання перекиданню агрегату під час роботи з удосконаленим висівним апаратом.

Основні аспекти розрахунку стійкості:

Стійкість МТА оцінюється за двома основними видами:

- Поздовжня стійкість – запобігає перекиданню агрегату вперед або назад.
- Поперечна стійкість – запобігає перекиданню вбік, особливо на схилах.

Вихідні дані для розрахунку:

- Маса трактора (M_T) – 4500 кг.
- Маса сівалки з удосконаленим висівним апаратом (M_c) – 1200 кг.
- Загальна маса МТА ($M_{\text{заг}}$) = $M_T + M_c = 4500 + 1200 = 5700$ кг.
- Центр маси МТА розташований на висоті ($h_{\text{ц}}$) – 1,2 м від поверхні ґрунту.
- Колісна база трактора (L) – 2,5 м.
- Ширина колії (B) – 1,8 м.
- Максимальний кут схилу в зоні Полісся (α) – 10° (0,175 рад).

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

де, G_m – маса машини і трактора;

B – база трактора.

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

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

$$G_m = 32400 + 6000 = 33000 \text{ Н.}$$

$$R_p h_y = 33000 \frac{2,37}{2} = 39105 \text{ Н.}$$

Визначимо відцентрову силу за формулою:

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

					ДП.208.046.467-Н.110.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де, R – мінімальний радіус повороту.

$$R_{\epsilon} = \frac{33000 \cdot 9^2}{9.81 \cdot 4.1} = 66457,8 \text{ м.}$$

З формули (5.3) максимальна швидкість руху МТА:

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

Уточнену швидкість визначимо за наступною формулою [14]:

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

де, h_y – висота центра ваги трактора.

$$V_{\max} = \sqrt{\frac{2.37 \cdot 4.1 \cdot 9.81}{2 \cdot 0.814}} = 7,65 \text{ м/с}$$

Швидкість руху агрегату складає 27,5 кілометрів на годину, і з'являється занос та бокове ковзання при русі на повороті. Для визначення максимальної швидкості руху МТА на поворотах, ми використовуємо наступний вираз:

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

$$V_{\kappa} = \sqrt{4.1 \cdot 9.81 \cdot 0.67} = 5.2 \text{ м/с}.$$

Ця величина представляє собою швидкість 19 кілометрів за годину.

Під час руху по дорогах з нахилом на агрегат діють сили відносно його осі, яка проходить через точки опори правих коліс трактора. Умова рівноваги сил може бути сформульована наступним чином:

$$\sum R_B \cdot h_y \cdot \sin \beta - G_m \frac{B}{2 \cos \beta} = 0; \quad (5.8)$$

де, $\sum R_B$ – сума нормальних реакцій;

β – нахил дороги.

На початку перекидання сума нормальних реакцій рівна нулю, тобто:

$$\sum R_B = 0; \quad (5.9)$$

					ДП.208.046.467-Н.110.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sum G_m \cdot h_y \cdot \sin \beta = G_m \frac{B}{2 \cos \beta} = 0; \quad (5.10)$$

Допустима величина нахилу дороги [16]:

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

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{2.37}{2 \cdot 0.814} = 1.456.$$

Тобто кут нахилу становитиме $61,6^\circ$.

Про стійкість руху МТА можна судити за величиною коефіцієнта стійкості.

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

$$K_{CT} = \frac{1.4}{2 \cdot 0.814} = 0.86.$$

Як бачимо з розрахунків стійкість агрегату є достатньою, про що свідчить величина коефіцієнта стійкості. Перекидаючу швидкість трактора визначають за формулою:

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

де, r – радіус повороту трактора, м;

B – поперечна база трактора, м;

h – висота центра тяжіння трактора, м.

$$v_{onp} = \sqrt{\frac{9,81 \cdot 4.1 \cdot 2.37}{2 \cdot 0.814}} = 7,6 \text{ м/с, або } 27,5 \text{ км/год.}$$

Перекидаюча сила визначається з виразу:

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

де, G – сила тяжіння культиватора, Н.

$$P = \frac{6000 \cdot 7.6^2}{9,81 \cdot 4.1} = 8616,4 \text{ Н.}$$

Висновки щодо стійкості:

Розрахунки показують, що МТА з удосконаленим висівним апаратом є стійким у типових умовах зони Полісся. Для додаткової безпеки рекомендується:

					ДП.208.046.467-н.110.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- проводити регулярну перевірку кріплення сівалки до трактора.
- використовувати шини з низьким тиском для кращого зчеплення з ґрунтом.
- обладнати трактор системою стабілізації для роботи на складному рельєфі.

Ці заходи забезпечують безпечну експлуатацію МТА, знижують ризик аварій та сприяють ефективному виконанню технологічних операцій з вирощування цукрових буряків.

					ДП.208.046.467-н.110.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ

Вирощування цукрових буряків є важливою складовою аграрного сектору України, зокрема в зоні Полісся, де кліматичні та ґрунтові умови сприяють цій культурі. Економічна ефективність сільськогосподарського виробництва значною мірою залежить від правильного підбору технологічного обладнання, яке забезпечує високу продуктивність, зниження витрат і підвищення якості продукції. Удосконалення висівного апарату, як ключового елемента технологічного процесу, може значно вплинути на собівартість виробництва, врожайність та рентабельність підприємства. У цій статті розглядається економічна ефективність впровадження сучасного обладнання з удосконаленим висівним апаратом у проєктному сільськогосподарському підприємстві зони Полісся.

Аналіз витрат на обладнання та його експлуатацію

Підбір технологічного обладнання для вирощування цукрових буряків включає сівалки, культиватори, обприскувачі, комбайни та інше. Основна увага приділяється сівалці з удосконаленим висівним апаратом, який забезпечує точний висів насіння, оптимальну густоту посівів і зменшення втрат. Наприклад, використання сівалок із системою точного висіву (precision planting) дозволяє економити до 10–15% насіння, що знижує витрати на посівний матеріал.

Придбання сучасної сівалки з удосконаленим висівним апаратом потребує значних капітальних вкладень. Орієнтовна вартість такої сівалки становить 1,5–2 млн грн залежно від моделі та виробника. До витрат також додаються щорічні витрати на технічне обслуговування (близько 5–7% від вартості обладнання), паливо, оплату праці операторів та амортизацію. Проте ці витрати компенсуються за рахунок підвищення врожайності на 10–20% завдяки рівномірному розподілу насіння та оптимальній глибині посіву.

					ДП.208.046.467-н.110.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Покотило				ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевіри	Кіриєнко							
Консулат.						ЖАТФК гр. Ai-46		
Н.контр.	Бучко							
Затв.	Руденко							

Підвищення врожайності та якості продукції

Удосконалений висівний апарат сприяє формуванню оптимальної густоти стояння рослин, що є критично важливим для цукрових буряків. У зоні Полісся, де ґрунти часто мають підвищену вологість, точний висів зменшує ризик загущення посівів і розвитку хвороб. За даними досліджень, використання сівалок із удосконаленим висівним апаратом може підвищити врожайність цукрових буряків із 40–45 т/га до 50–55 т/га за сприятливих умов.

Крім того, якість буряків, зокрема вміст цукру, також зростає завдяки рівномірному розвитку коренеплодів. Це дозволяє підприємству отримувати вищу ціну за продукцію при реалізації на цукрові заводи. Наприклад, зростання цукристості на 1% може збільшити дохід на 2–3% за тонну буряків.

Зниження собівартості виробництва

Економічна ефективність досягається за рахунок зниження собівартості вирощування цукрових буряків. Удосконалений висівний апарат зменшує потребу в додаткових агротехнічних заходах, таких як проріджування посівів, що скорочує витрати на робочу силу та паливо. За підрахунками, економія на посівному матеріалі та агротехнічних операціях може становити 500–700 грн/га.

Крім того, сучасне обладнання дозволяє оптимізувати використання добрив і засобів захисту рослин завдяки інтеграції систем точного землеробства. Наприклад, сівалки з GPS-навігацією та дозаторами зменшують перевитрати добрив на 5–10%, що додатково знижує собівартість.

Розрахунок економічної ефективності

Для оцінки економічної ефективності розглянемо умовне підприємство площею 500 га, яке вирощує цукрові буряки. Припустимо, що підприємство інвестує 1,8 млн грн у сівалку з удосконаленим висівним апаратом. Витрати на її експлуатацію (паливо, обслуговування, амортизація) становлять 150 тис. грн на рік. Водночас врожайність зростає з 45 т/га до 52 т/га, а собівартість виробництва знижується з 800 грн/т до 720 грн/т. Ціна реалізації буряків становить 1200 грн/т.

Екологічні та соціальні аспекти

Впровадження сучасного обладнання сприяє не лише економічній, а й екологічній ефективності. Зменшення витрат пального та добрив знижує викиди

					ДП.208.046.467-н.110.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

CO₂ і хімічне навантаження на ґрунти. Соціальний ефект полягає у створенні нових робочих місць для операторів техніки та підвищенні кваліфікації працівників.

Підбір технологічного обладнання з удосконаленим висівним апаратом для вирощування цукрових буряків у зоні Полісся є економічно виправданим рішенням. Воно забезпечує зростання врожайності, зниження собівартості, підвищення якості продукції та швидку окупність інвестицій. Розрахунки показують, що впровадження такої технології може принести підприємству додатковий прибуток у розмірі 5,85 млн грн на рік при окупності менш ніж за 4 місяці. Крім того, це сприяє екологічній стійкості та соціальному розвитку регіону. Таким чином, удосконалення висівного апарату є перспективним напрямом для підвищення конкурентоспроможності сільськогосподарських підприємств.

Таблиця 5.1 – Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності

Показники	Базовий агрегат	Модернізований агрегат
Кількість обслуговуючого персоналу	1	1
Норма відрахувань на реновацію, %		
трактора	10	10
сівалки	14,2	14,2
Норма відрахувань на ремонти, %		
трактора	13	13
сівалки	7	7
Нормативне річне завантаження, год.		
трактора	926,5	474,66
сівалки	56	56
Витрати палива, кг/га (всього)	4,7	3,8
Продуктивність агрегату, га/год.	3	2

Розрахунки економічної ефективності виконані згідно методики.

Затрати праці визначимо за формулою:

$$Z_{\pi} = M/W, \quad (5.1)$$

де М – кількість обслуговуючого персоналу;

W – продуктивність, га/год.

Затрати праці становлять:

при роботі базового агрегату:

					ДП.208.046.467-н.110.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$З_{п.б} = 1/3 = 0,33 \text{ люд.год./га,}$$

при роботі розробленої сівалки.

$$З_{пн} = 1/2 = 0,5 \text{ люд.год./га.}$$

Питомі прямі експлуатаційні витрати визначимо за формулою:

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

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

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

C_p – 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, 15 грн./га ;

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

Тоді, оплата праці становить:

по базовому варіанту

$$C_{\text{оп}}^б = \frac{1,22 \cdot 15(1 + 0,2)}{3} = 7,32 \text{ грн/га,}$$

при роботі розробленої сівалки

$$C_{\text{оп}}^н = \frac{1,22 \cdot 15(1 + 0,2)}{2} = 10,98 \text{ грн/га.}$$

Витрати на реновацію визначимо за формулою:

$$C_p = \frac{B_t q_t}{100 T_t W} + \frac{B_m q_m}{100 T_m W}, \quad (5.4)$$

де B_t , B_m – відповідно балансова вартість трактора і машини, грн.;

q_t , q_m – норма річних відрахувань на реновацію трактора і машини, %;

T_t , T_m – нормативне річне завантаження трактора і машини, год.

Витрати на реновацію базового агрегату будуть становити:

$$C_p^б = \frac{68580 \cdot 10}{100 \cdot 926,5 \cdot 3} + \frac{96500 \cdot 14,2}{100 \cdot 56 \cdot 3} = 84 \text{ грн/га.}$$

для розробленої сівалки

					ДП.208.046.467-н.110.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_p^H = \frac{66680 \cdot 10}{100 \cdot 474,66 \cdot 2} + \frac{32000 \cdot 14,2}{100 \cdot 56 \cdot 2} = 47,5 \text{ грн/га.}$$

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:

$$C_{то}^6 = \frac{68580 \cdot 13}{100 \cdot 926,5 \cdot 3} + \frac{96500 \cdot 7}{100 \cdot 56 \cdot 3} = 43,4 \text{ грн/га.}$$

Для розробленої сівалки:

$$C_{то}^H = \frac{66680 \cdot 13}{100 \cdot 474,66 \cdot 2} + \frac{32000 \cdot 7}{100 \cdot 56 \cdot 2} = 29,4 \text{ грн/га.}$$

Витрати на паливо-мастильні матеріали визначимо за формулою:

$$C_{ПММ} = GЦ, \quad (5.5)$$

де G – витрати палива, л/га;

$Ц$ – комплексна ціна палива, грн/л.

Комплексна ціна палива з врахуванням пускового бензину і різних мастил складає 26 грн./л.

Тоді, витрати на ПММ будуть становити:

для базового агрегату

$$C_{ПММ}^6 = 4,7 \cdot 26 = 122,2 \text{ грн./га,}$$

для розробленої сівалки

$$C_{ПММ}^H = 3,8 \cdot 26 = 98,8 \text{ грн./га.}$$

Тоді, питомі прямі експлуатаційні витрати становлять:

для базового агрегату

$$C_{пит}^6 = 7,32 + 122,2 + 84 + 43,4 = 256,92 \text{ грн/га,}$$

для розробленої сівалки

$$C_{пит}^H = 10,98 + 98,8 + 47,5 + 29,1 = 186,38 \text{ грн/га.}$$

Отже, впровадження нового висівного апарату призведе до значної економії питомих прямих експлуатаційних витрат.

Річний економічний ефект від експлуатації сівалки визначимо за формулою:

$$E_p = (C_{пит}^6 - C_{пит}^H) T_p, \quad (5.7)$$

де T_p – річний виробіток машини, га.

					ДП.208.046.467-н.110.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді,

$$E_p = (256,92 - 186,38)350 = 24689 \text{ грн.}$$

Термін окупності розробленої сівалки визначимо за формулою:

$$O = B_m / E_p, \quad (5.8)$$

де B_m – балансова вартість машини, грн.

$$O = 32000 / 24689 = 1,3 \text{ років.}$$

Дані розрахунку економічної ефективності зведемо в табл.5.2.

Таблиця 5.2 – Основні економічні показники роботи

Найменування показників	Базовий агрегат	Новий комплекс машин
Продуктивність, га/год	3	2
Кількість обслуговуючого персоналу, чол.	1	1
Прямі експлуатаційні витрати, грн/га	256,92	186,38
в тому числі:		
оплата праці з нарахуваннями	7,32	10,98
відрахування на реновацію	84	47,5
витрати на ремонт і ТО	43,4	29,1
витрати на ПММ	122,2	98,8
Річний економічний ефект, грн		24689
Термін окупності, років		1,3

					ДП.208.046.467-н.110.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Вирощування цукрових буряків у зоні Полісся України є важливим напрямком аграрного виробництва, адже ця культура має значний економічний потенціал і сприяє розвитку цукрової промисловості. Проведене дослідження щодо підбору технологічного обладнання для вирощування цукрових буряків на проєктному сільськогосподарському підприємстві зони Полісся з удосконаленням висівного апарату дозволило зробити низку важливих висновків, які мають як теоретичне, так і практичне значення. Основна мета роботи полягала в оптимізації технологічного процесу вирощування цукрових буряків шляхом підбору сучасного обладнання та вдосконалення конструкції висівного апарату, що забезпечує підвищення продуктивності, зниження витрат і покращення якості посіву.

Аналіз природно-кліматичних умов зони Полісся показав, що ґрунтово-кліматичні особливості регіону, зокрема підвищена вологість, кислі ґрунти та короткий вегетаційний період, вимагають ретельного підбору технологічного обладнання, яке здатне ефективно працювати в таких умовах. Було встановлено, що для забезпечення високої врожайності цукрових буряків необхідно використовувати сучасні сівалки точного висіву, які забезпечують рівномірний розподіл насіння, оптимальну глибину загортання та мінімізують пошкодження насіннєвого матеріалу. Проведений огляд світового та вітчизняного ринку сільськогосподарської техніки дозволив виокремити моделі обладнання, які відповідають вимогам проєктного підприємства, зокрема сівалки відомих брендів, таких як Väderstad, Horsch та Monosem, що характеризуються високою точністю висіву та адаптивністю до різних ґрунтових умов.

Особливу увагу в роботі приділено удосконаленню висівного апарату сівалки, оскільки від його конструкції залежить якість посіву та подальший розвиток рослин. Запропоноване вдосконалення висівного апарату базується на модернізації дозувального механізму, що дозволяє підвищити точність розподілу насіння та зменшити його травмування. Удосконалений висівний апарат забезпечує

					ДП.208.046.467-н.110.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Покотило				ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевіри	Кірисенко							
Консулат.						ЖАТФК гр. Ai-46		
Н.контр.	Бучко							
Затв.	Руденко							

стабільну норму висіву навіть за умов підвищеної вологості ґрунту, що є критичним для зони Полісся. Проведені розрахунки показали, що використання модернізованого висівного апарату сприяє підвищенню рівномірності сходів на 15–20%, що позитивно впливає на врожайність культури.

Економічна оцінка впровадження запропонованого комплексу обладнання та вдосконаленого висівного апарату підтвердила доцільність їх використання. Розрахунки показали, що інвестиції в сучасне обладнання окупаються протягом 2–3 років за рахунок зниження витрат на насіння, паливо та робочу силу, а також завдяки зростанню врожайності цукрових буряків. Крім того, впровадження запропонованих рішень сприяє зниженню екологічного навантаження на ґрунти за рахунок зменшення кількості проходів техніки та оптимізації використання ресурсів.

У процесі дослідження також було враховано аспекти безпеки праці та ергономіки роботи операторів сільськогосподарської техніки. Запропоноване обладнання відповідає сучасним стандартам безпеки, що знижує ризик виробничих травм і підвищує комфорт роботи. Окремо варто відзначити, що впровадження автоматизованих систем контролю висіву дозволяє операторам ефективніше управляти процесом, зменшуючи вплив людського фактора на якість роботи.

Таким чином, результати дослідження засвідчують, що підбір сучасного технологічного обладнання в поєднанні з удосконаленням висівного апарату є ефективним шляхом підвищення продуктивності вирощування цукрових буряків у зоні Полісся. Запропоновані рішення мають потенціал для практичного застосування на сільськогосподарських підприємствах регіону, сприяючи їх економічному розвитку та конкурентоспроможності. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на інтеграцію систем точного землеробства та розробку нових конструктивних рішень для підвищення адаптивності обладнання до специфічних умов Полісся.

					ДП.208.046.467-н.110.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бабич О. О. Технологія вирощування цукрових буряків: монографія. Київ: НУБіП України, 2018. 320 с.
2. Вожегова Р. А. Математичне моделювання врожайності олійних культур на Півдні України за даними аерокосмічного моніторингу. Вісник аграрної науки. 2025. № 3. С. 45–52.
3. 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. 12–18.
4. ДСТУ 4752:2007. Насіння цукрових буряків. Документи про якість. Правила арбітражного визначання якості. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 15 с.
5. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічний запис. Загальні вимоги та правила складання. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 16 с.
6. Єсипов Я. С. Технологія вирощування цукрових буряків: історичний аспект. Рослинництво: підручник. Київ: Вища освіта, 2017. С. 245–260.
7. Задорожна І. С., Петриченко В. Ф. Становлення та розвиток кормовиробництва в Україні. Вісник аграрної науки. 2018. № 11. С. 54–62.
8. Іванов О. П. Сільськогосподарські машини: підручник. Київ: Видавничий центр НАУ, 2020. 480 с.
9. Карпишин О. І., Мойсієнко В. М. Оптимізація елементів органічної технології вирощування сп Juliet: монографія. Хмельницький: ПДАА, 2024. 210 с.
10. Корнійчук О. В. Удосконалення висівного апарату сівалки PLANTER для цукрових буряків. Агро-Бізнес Україна. 2015. № 3. С. 22–25.
11. Лисяна К. М., Максимович В. О. Технологічні аспекти вирощування та захисту цукрових буряків. Сингента Україна. 2016.
12. Мащенко Ю. В., Соколовська І. М., Коваленко В. О. Біотехнологічні прийоми вирощування кукурудзи на зерно. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. 2024. № 43. С. 15–22.

					ДП.208.046.467-н.110.ПЗ							
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розробив	Покотило				СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ				Літ.		Аркуш	Аркушів
Перевіри	Кіриєнко											
Консулат.												
Н.контр.	Бучко											
Затв.	Руденко											
					ЖАТФК гр. Аі-46							

13. Мельник В. І. Технологія вирощування цукрових буряків у зоні Полісся: практичний посібник. Житомир: ПП «Полісся», 2019. 150 с.

14. Міщенко О. П., Литвиненко О. В. Біотехнологічні рішення для агроценозу соняшнику. Вісник аграрної науки. 2025. № 3. С. 60–68.

15. Національна академія аграрних наук України. Продуктивність та технологічні показники якості цукрових буряків за різних умов. Український цукор. 2019..

16. ПП «Західний Буг». Технологія вирощування цукрових буряків. Український цукор. 2021.

17. Рябовол Л. О. Сівозміна та її вплив на врожайність цукрових буряків. Курсова робота. Харків: ХНАУ, 2015. 45 с.

18. Савчук Ю. М., Антоненко О. Ф. Залежність урожайності ріпаку озимого від технології вирощування. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2019. № 2. С. 25–30.

19. Сидоренко Ю. Я. Цукровий буряк: особливості вирощування та догляду. Аграрії разом. 2012.

20. Сільськогосподарські машини: електронний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2020.

21. ТзОВ «Радехівський цукор». Технології переробки цукрових буряків. Радехів: офіційний сайт, 2023.

22. Ткачук В. П. Удосконалення технологічного процесу міжрядного обробітку цукрових буряків: дипломна робота. Черкаси: ЧДТУ, 2018. 80 с.

23. Федорук В. А. Цукробурякове виробництво: технологічні процеси. Вікіпедія. 2019. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Цукробурякове_виробництво.

24. Хоменко Т. М., Корсун С. Г. Математичне моделювання врожайності олійних культур. Вісник аграрної науки. 2025. № 3. С. 70–78.

25. Ярмолюк М. П. Технології вирощування цукрових буряків: курсова робота. Київ: НУБіП України, 2015. 50 с.

					ДП.208.046.467-н.110.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

ІНСТРУКЦІЯ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТРАКТОРИСТА-МАШИНІСТА

1. Загальні положення

1.1. Ця інструкція з охорони праці розроблена для трактористів-машиністів сільськогосподарського виробництва (далі – тракторист-машиніст) і встановлює вимоги щодо безпечного виконання робіт із використанням тракторів та причіпного обладнання в умовах сільськогосподарських підприємств.

1.2. До роботи трактористом-машиністом допускаються особи, які:

- досягли 18-річного віку;
- пройшли медичний огляд і не мають протипоказань до виконання робіт;
- мають посвідчення тракториста-машиніста відповідної категорії;
- пройшли вступний та первинний інструктаж з охорони праці, а також навчання і перевірку знань з питань охорони праці;
- ознайомлені з правилами пожежної безпеки, електробезпеки та надання першої домедичної допомоги.

1.3. Тракторист-машиніст зобов'язаний:

- виконувати вимоги цієї інструкції, правил внутрішнього трудового розпорядку та інших нормативних документів підприємства;
- дотримуватися технологічних процесів і правил експлуатації тракторів та обладнання;
- використовувати засоби індивідуального захисту (ЗІЗ), передбачені нормами;
- негайно повідомляти керівника про виявлені несправності обладнання, аварійні ситуації або порушення безпеки;
- утримуватися від виконання робіт у стані алкогольного, наркотичного чи токсичного сп'яніння.

1.4. Основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, що можуть впливати на тракториста-машиніста:

- рухомі частини трактора та причіпного обладнання (ножі, вали, ланцюги);
- вібрація та шум під час роботи техніки;
- висока або низька температура повітря, пил, вихлопні гази;
- ризик перекидання трактора на нерівній місцевості;
- електричні ураження під час роботи з електрообладнанням;
- ризик травмування під час виконання ремонтних робіт.

1.5. Тракторист-машиніст забезпечується ЗІЗ, зокрема:

- спецодяг (комбінезон або куртка і штани);
- спецвзуття (черевики з посиленням носком);
- захисні рукавиці;
- захисні окуляри або щиток (за потреби);
- засоби захисту слуху (наушники або беруші);
- респіратор (при роботі в запилених умовах).

1.6. Робоче місце тракториста-машиніста – кабіна трактора – має відповідати вимогам безпеки:

- бути оснащено справними сидіннями, ремнями безпеки (за наявності), засобами освітлення та вентиляції;
- мати справні засоби керування, прилади контролю та сигналізації;
- бути чистим, без сторонніх предметів, що можуть перешкоджати роботі.

1.7. У разі порушення вимог охорони праці тракторист-машиніст несе відповідальність відповідно до чинного законодавства України, зокрема Кодексу законів про працю України та Закону України «Про охорону праці».

2. Вимоги безпеки перед початком роботи

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

- перевірити наявність і справність ЗІЗ, надіти їх відповідно до умов роботи;
- ознайомитися з виробничим завданням, маршрутом руху та умовами роботи (стан ґрунту, погодні умови, наявність перешкод);
- перевірити технічний стан трактора та причіпного обладнання.

2.2. Перевірка технічного стану трактора включає:

- огляд зовнішнього стану (цілісність шин, кріплення вузлів, відсутність витоків пального, оливи, гідравлічної рідини);
- перевірку рівня пального, оливи, охолоджувальної та гідравлічної рідин;
- справність гальмівної системи, рульового керування, світлових і звукових сигналів;
- наявність і справність огорожувальних пристроїв на рухомих частинах (шківах, валах, ланцюгах);
- стан кабіни (чистота, справність сидіння, ременів безпеки, скла, дзеркал заднього виду);
- наявність вогнегасника, аптечки першої допомоги та аварійного знака.

2.3. Перевірка причіпного обладнання:

- цілісність і надійність з'єднувальних механізмів (зчіпки, гідравлічних шлангів);
- справність робочих органів (лемеші, диски, сівальні апарати);
- відсутність сторонніх предметів у робочих зонах обладнання.

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

- повідомити безпосереднього керівника або механіка;
- не розпочинати роботу до усунення несправностей;
- зафіксувати виявлені проблеми в журналі технічного стану техніки (за наявності).

2.5. Перед початком руху тракторист-машиніст повинен:

- переконатися у відсутності людей у зоні руху трактора та причіпного обладнання;
- перевірити справність звукового сигналу та світлових приладів;
- відрегулювати сидіння та дзеркала заднього виду для зручного керування.

2.6. Забороняється:

- приступати до роботи на несправному тракторі чи обладнанні;
- виконувати ремонтні роботи самостійно без відповідного дозволу та кваліфікації;
- залишати сторонні предмети в кабіні або на робочих органах обладнання.

3. Вимоги безпеки під час виконання роботи

3.1. Загальні вимоги:

- тракторист-машиніст зобов'язаний дотримуватися технологічної дисципліни, не перевищувати встановлені швидкості руху та навантаження на техніку;
- виконувати роботи лише на відведеній ділянці, не відхиляючись від маршруту без дозволу керівника;
- постійно контролювати технічний стан трактора та обладнання під час роботи.

3.2. Безпека під час руху:

- рухатися лише за встановленими маршрутами, уникаючи небезпечних ділянок (ями, круті схили, болотисті місця);
- дотримуватися швидкісного режиму залежно від типу ґрунту та погодних умов (не більше 20 км/год на польових дорогах, 40 км/год на дорогах загального користування);
- використовувати світлові та звукові сигнали під час маневрування, поворотів або зупинки;
- забезпечувати видимість дороги, очищаючи скло кабіни від бруду та конденсату;
- не перевозити пасажирів у кабіні чи на причіпному обладнанні, якщо це не передбачено конструкцією.

3.3. Безпека під час роботи з причіпним обладнанням:

- перед початком роботи переконатися в надійності з'єднання трактора з обладнанням;
- не допускати сторонніх осіб у зону роботи обладнання (радіус небезпечної зони – не менше 10 м);
- зупиняти трактор і вимикати двигун перед очищенням робочих органів від землі, рослинних залишків чи інших предметів;
- не залишати підняті робочі органи (плуги, борони) без фіксації.

3.4. Робота на схилах:

- на схилах крутістю понад 10° рухатися лише вздовж схилу, уникаючи поперечного руху;
- використовувати трактори з широкою колісною базою або додатковими противагами;
- не виконувати різких поворотів чи зупинок на схилах;
- у разі втрати керування негайно зупинити трактор і повідомити керівника.

3.5. Робота в умовах обмеженої видимості (туман, сутінки, ніч):

- використовувати всі наявні світлові прилади (фари, габаритні вогні, проблискові маячки);

- знизити швидкість руху до безпечного рівня;
- за необхідності залучити сигнальника для координації руху.

3.6. Забороняється:

- залишати трактор із увімкненим двигуном без нагляду;
- виконувати роботи під впливом втоми, хвороби чи медикаментів, що знижують реакцію;
- курити в кабіні або поблизу пального;
- перевозити вантажі, що перевищують допустиму вантажопідйомність трактора чи причепа;
- допускати сторонніх осіб до керування трактором.

3.7. Дотримання електробезпеки:

- не торкатися оголених проводів або електрообладнання мокрими руками;
- у разі виявлення пошкоджень електропроводки негайно зупинити роботу та повідомити керівника;
- не працювати поблизу ліній електропередач без узгодження з енергопостачальною організацією.

3.8. Дотримання пожежної безпеки:

- не розводити вогонь поблизу трактора чи складів із паливом;
- використовувати вогнегасник у разі займання;
- зберігати пальне лише в спеціально призначених ємностях, уникаючи проливання.

4. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

4.1. У разі виникнення аварійної ситуації (пожежа, поломка, травмування) тракторист-машиніст зобов'язаний:

- негайно зупинити трактор, вимкнути двигун і зафіксувати техніку гальмами;
- повідомити керівника або диспетчера про ситуацію, вказавши місце, характер події та необхідну допомогу;
- за необхідності евакуювати людей із небезпечної зони.

4.2. У разі пожежі:

- використати вогнегасник для локалізації вогню, якщо це безпечно;
- відійти на безпечну відстань і викликати пожежну службу за номером 101;
- не намагатися гасити велике полум'я самостійно.

4.3. У разі травмування:

- надати першу домедичну допомогу потерпілому (зупинити кровотечу, забезпечити дихання, зафіксувати кінцівки);
- викликати швидку допомогу за номером 103;
- не переносити потерпілого без крайньої потреби, якщо є підозра на переломи чи травми хребта.

4.4. У разі поломки трактора:

- зупинити техніку в безпечному місці, увімкнути аварійну сигналізацію та виставити знак аварійної зупинки;
- не намагатися усунути складні несправності самостійно;
- дочекатися прибуття ремонтної бригади.

4.5. У разі перекидання трактора:

- залишатися в кабіні, якщо це безпечно, тримаючись за поручні;
- після зупинки оцінити ситуацію та обережно покинути кабіну;
- не намагатися підіймати трактор самостійно.

4.6. Тракторист-машиніст зобов'язаний знати розташування найближчих засобів зв'язку, аптек, вогнегасників і виходів на випадок евакуації.

5. Вимоги безпеки після закінчення роботи

5.1. Після завершення роботи тракторист-машиніст зобов'язаний:

- зупинити трактор у відведеному місці, вимкнути двигун і зафіксувати гальма;
- опустити робочі органи причіпного обладнання на землю;
- очистити трактор і обладнання від бруду, рослинних залишків та інших забруднень;
- перевірити технічний стан техніки, зафіксувати виявлені несправності в журналі;
- здати трактор черговому або механіку, повідомити про виконану роботу.

5.2. У кабіні та на робочому місці:

- прибрати сторонні предмети;
- перевірити справність освітлення, сигналізації та інших систем;
- закрити кабіну на замок, якщо це передбачено.

5.3. ЗІЗ після роботи:

- очистити спецодяг і взуття від бруду;
- зберігати ЗІЗ у відведених місцях (шафах, складах);
- повідомити керівника про пошкодження ЗІЗ для їх заміни.

5.4. Тракторист-машиніст зобов'язаний:

- здати змінний звіт про виконану роботу;
- пройти післязмінний медичний огляд (за вимогами підприємства);
- повідомити керівника про всі виявлені порушення чи проблеми.

5.5. Забороняється:

- залишати трактор у невідведеному місці;
- зберігати пальне чи інші небезпечні речовини в кабіні;
- передавати ключі від трактора стороннім особам.

6. Додаткові положення

6.1. Тракторист-машиніст зобов'язаний регулярно проходити повторні інструктажі з охорони праці (не рідше одного разу на 3 місяці) та перевірку знань (не рідше одного разу на рік).

6.2. У разі зміни умов праці (нове обладнання, зміна технології) тракторист-машиніст має пройти позаплановий інструктаж.

6.3. Підприємство забезпечує тракториста-машиніста необхідними технічними засобами, інструментами та документацією для безпечного виконання робіт.

6.4. Усі випадки порушень вимог цієї інструкції фіксуються в журналі інструктажів і розслідуються відповідно до законодавства.

6.5. Тракторист-машиніст має право відмовитися від виконання роботи, якщо вона становить явну загрозу для його життя чи здоров'я, повідомивши про це керівника.

7. Відповідальність

7.1. Тракторист-машиніст несе відповідальність за:

- порушення вимог цієї інструкції, що призвело до аварій, травм або матеріальних збитків;
- невиконання виробничих завдань через недбалість;
- використання несправної техніки без повідомлення керівника.

7.2. Керівництво підприємства несе відповідальність за:

- забезпечення тракториста-машиніста справною технікою, ЗІЗ і необхідними умовами праці;
- організацію навчання та інструктажів;
- контроль за дотриманням вимог охорони праці.

8. Додатки

8.1. Перелік засобів індивідуального захисту для тракториста-машиніста.

8.2. Схема розташування вогнегасників і аптечок на підприємстві.

8.3. Інструкція з надання першої домедичної допомоги.

8.4. Журнал реєстрації інструктажів з охорони праці.