

ЖИТОМИРСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ

(повне найменування закладу освіти)

ВІДДІЛЕННЯ «АГРОІНЖЕНЕРІЯ»

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

ЦИКЛОВА КОМІСІЯ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «АГРОІНЖЕНЕРІЯ»

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

фаховий молодший бакалавр

(освітньо-професійний ступінь)

на тему: «Удосконалення комплексу машин для вирощування картоплі з розробкою технологічного процесу садіння».

Виконав: студент IV курсу, групи Аі-43

галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

(галузь знань, спеціальність)

Артем МАНЧУК

(власне ім'я та прізвище)

Керівник Микола ШМАЛЮК

(власне ім'я та прізвище)

Рецензент _____

(власне ім'я та прізвище)

м. Житомир - 2025 року

«Удосконалення комплексу машин для вирощування картоплі з розробкою технологічного процесу садіння»

АНОТАЦІЯ

Дипломний проєкт присвячений підвищенню ефективності механізованого вирощування картоплі шляхом удосконалення технологічного процесу садіння та модернізації картоплесаджалки КСМ-4.

У роботі проведено аналіз існуючих технологій вирощування картоплі, охарактеризовано основні етапи технологічного процесу, визначено його недоліки та шляхи їх усунення. Розглянуто конструктивні особливості картоплесаджалок, зокрема моделі КСМ-4, яка є поширеною серед аграрних підприємств. Запропоновано шляхи вдосконалення конструкції з метою підвищення продуктивності, рівномірності висаджування та зменшення пошкоджень насіннєвого матеріалу.

Модернізація картоплесаджалки КСМ-4 включає можливість прикочування (ущільнення) ґрунту для створення сприятливих умов для проростання бульб, що дозволяє покращити продуктивність агрегату, зменшити витрати часу на обробіток поля та оптимізувати агротехнічні параметри. Розроблено технологічну схему удосконаленого процесу садіння, яка передбачає більш рівномірне розподілення бульб у ґрунті, що сприяє покращенню умов проростання, росту та розвитку рослин. Окрім цього, запропоновані зміни конструкції сприяють зниженню енерговитрат та витрат пального, що є важливим економічним фактором у сільському господарстві.

В результаті дослідження проведено порівняльний аналіз експлуатаційних характеристик модернізованої картоплесаджалки та базової моделі. Встановлено, що удосконалений варіант забезпечує більш високу продуктивність, зменшення втрат насіннєвого матеріалу та покращення якості садіння. Виконано розрахунки економічної ефективності впровадження запропонованих змін, що підтвердили доцільність їх реалізації у виробничих умовах.

Отримані результати можуть бути використані в агропромислових підприємствах та фермерських господарствах для оптимізації технології вирощування картоплі, зниження собівартості продукції та підвищення її конкурентоспроможності.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КАРТОПЛЕСАДЖАЛКА КСМ-4, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС САДІННЯ, МОДЕРНІЗАЦІЯ, МЕХАНІЗОВАНЕ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ, ПРОДУКТИВНІСТЬ, АГРОТЕХНІЧНІ ПАРАМЕТРИ, ЕНЕРГОВИТРАТИ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТА МЕХАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА КАРТОПЛІ.....	11
1.1 Народного господарського значення картоплі.....	11
1.2 Технологічні операції з виробництва картоплі.....	14
1.3 Розроблення технологічної карти.....	15
1.4 Розрахунок показників розробленої технології.....	19
1.5 Комплекс машин для виробництва.....	20
2. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ САДІННЯ КАРТОПЛІ.....	22
2.1 Агротехнічні вимоги, екологічні та якісні показники до технологічної операції.....	22
2.2 Обґрунтування складу агрегату.....	23
2.3 Розрахунок основних експлуатаційних показників трактора.....	25
2.4 Комплектування агрегата.....	26
2.5 Технологічна наладка агрегата.....	29
2.6 Розрахунок продуктивності агрегата.....	30
2.7 Розрахунок потреби палива та мастильних матеріалів.....	31
2.8 Розрахунок затрат праці.....	32
2.9 Організація виконання технологічної операції.....	32
2.10 Операційно-технологічна карта.....	34
3. КОНСТРУКТОРСЬКА РОЗРОБКА.....	38
3.1 Аналіз існуючої конструкції картоплесаджалки КСМ-4.....	38
3.2 Вибір і обґрунтування запропонованої конструкції.....	40
3.3 Розрахунок вала маточини на згин.....	41
3.4 Розрахунок пружини.....	42

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата	«Удосконалення комплексу машин для вирощування картоплі з розробкою технологічного процесу садіння»	Літера	Арк.	Аркуші
Розробив	Манчук						6	
Керівник	Шмалюк							
Консульт.								
Н. Контр.	Вензовська							
Затвердив	Руденко				ЖАТФК, гр. Аі-43			

4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	44
4.1 Аналіз потенційних небезпек, які створюються на робочих місцях при вирощуванні картоплі.....	44
4.2 Техніка безпеки при роботі з картоплесаджалкою КСМ-4.....	46
5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	50
5.1 Розрахунок собівартості удосконалення картоплесаджалки.....	50
5.2 Визначення терміну окупності.....	51
ВИСНОВОК.....	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	54

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

ВСТУП

Сільське господарство відіграє ключову роль у забезпеченні продовольчої безпеки та економічного розвитку країни. Однією з основних культур, що вирощується в багатьох регіонах, є картопля, яка займає важливе місце у структурі споживання населення та використовується як продовольча, технічна і кормова культура. Проте, ефективність її вирощування значною мірою залежить від удосконалення технологічних процесів та модернізації сільськогосподарської техніки.

Одним із важливих етапів вирощування картоплі є садіння, оскільки саме від якості виконання цієї операції залежать рівень схожості, інтенсивність росту і розвитку рослин, а також майбутня врожайність. Сучасні технології садіння спрямовані на створення оптимальних умов для проростання бульб, включаючи забезпечення якісного контакту насінневого матеріалу з ґрунтом, що сприяє рівномірному розвитку культури.

Важливим технічним засобом для здійснення процесу садіння є картоплесаджалки, серед яких широко використовується модель КСМ-4. Однак, у процесі експлуатації виявлено ряд недоліків, зокрема недостатній рівень ущільнення ґрунту після висаджування бульб, що може призводити до нерівномірного проростання та втрат врожайності. Тому актуальним завданням є модернізація даної сівалки з метою забезпечення прикочування ґрунту для створення сприятливих умов проростання.

Метою даного дипломного проєкту є удосконалення комплексу машин для вирощування картоплі шляхом розробки технологічного процесу садіння з модернізацією картоплесаджалки КСМ-4, що забезпечить ущільнення ґрунту для підвищення схожості та рівномірності розвитку рослин.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- проаналізувати існуючі технології вирощування картоплі та їх вплив на врожайність;

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата	ВСТУП		
Розробив	Манчук						
Керівник	Шмалюк						
Консульт.							
Н. Контр.	Вензовська						
Затвердив	Руденко						
					Літера	Арк.	Аркушів
						8	3
					ЖАТФК, гр. Аі-43		

- дослідити конструктивні особливості та принцип роботи картоплесаджалки КСМ-4;
- визначити вплив ущільнення ґрунту на схожість бульб та розвиток рослин;
- розробити конструктивні зміни до картоплесаджалки КСМ-4 з урахуванням необхідності ущільнення ґрунту;
- оцінити ефективність модернізованої сівалки шляхом експериментальних досліджень.

Об'єктом дослідження є технологічний процес садіння картоплі. Предметом дослідження виступає удосконалена картоплесаджалка КСМ-4, що забезпечує ущільнення ґрунту для створення оптимальних умов проростання бульб.

Для виконання поставлених завдань у дипломному проєкті застосовуються теоретичні та експериментальні методи дослідження. Теоретичні методи включають аналіз літературних джерел, патентних матеріалів, нормативної документації, математичне моделювання та прогнозування параметрів садіння. Експериментальні методи передбачають проведення польових випробувань, лабораторних аналізів структури ґрунту, оцінку рівня схожості та врожайності картоплі.

Наукова новизна дипломного проєкту полягає у розробці та впровадженні конструктивних змін у картоплесаджалку КСМ-4, що дозволяє здійснювати прикочування ґрунту безпосередньо після висаджування бульб. Це сприяє покращенню фізико-механічних властивостей ґрунту, зменшенню випаровування вологи та підвищенню рівня схожості.

Практичне значення роботи полягає у можливості застосування модернізованої сівалки в умовах виробництва для підвищення ефективності вирощування картоплі, зменшення втрат врожаю та оптимізації технологічного процесу садіння.

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

Удосконалення комплексу машин для вирощування картоплі шляхом модернізації картоплесаджалки КСМ-4 є актуальним завданням, що спрямоване на підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва. Виконані дослідження та впроваджені технічні рішення дозволять покращити рівень схожості картоплі, оптимізувати процес садіння та підвищити врожайність культури.

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

1. ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТА МЕХАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА КАРТОПЛІ

1.1 Народногосподарське значення картоплі

Картопля є однією з найважливіших культур у світі завдяки своїй універсальності та поживній цінності. Вона займає важливе місце в аграрному секторі, економіці, харчуванні та продовольчій безпеці багатьох країн. Оскільки картопля є високопродуктивною культурою, вона здатна забезпечувати людей продуктами харчування, що містять необхідні вітаміни, мінерали та калорії. Народногосподарське значення картоплі в Україні особливо велике, оскільки ця культура займає значну частину земельних площ і є важливим елементом у харчуванні населення, розвитку сільського господарства та економіки загалом.

1. Харчова цінність картоплі

Картопля має багатий склад, який включає вуглеводи, білки, вітаміни та мінерали. Вона є джерелом крохмалю, що становить основну частину її сухої маси (до 20%). Вітамін С у картоплі забезпечує антиоксидантну активність і важливий для зміцнення імунної системи. Крім того, картопля містить вітаміни групи В (особливо В6), а також мінерали, такі як калій, магній, фосфор, залізо, кальцій.

Ці властивості роблять картоплю дуже важливим продуктом харчування, оскільки вона є джерелом енергії та підтримує нормальну діяльність організму. У поєднанні з іншими продуктами картопля може забезпечувати збалансоване харчування на рівні повсякденних потреб. Крім того, картопля легко засвоюється, що робить її корисною для людей з проблемами травлення.

2. Роль картоплі в продовольчій безпеці

Картопля відіграє ключову роль у продовольчій безпеці багатьох країн, зокрема України. Це одна з основних культур, що забезпечує населення продуктами харчування, особливо в умовах високих урожаїв. Оскільки картопля швидко росте і не вимагає особливо складних умов для вирощування, вона є

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата				
Розробив	Манчук				ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТА МЕХАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА КАРТОПЛІ	Літера	Арк.	Аркушів
Керівник	Шмалюк						11	11
Консульт.						ЖАТФК, гр. Аі-43		
Н. Контр.	Вензовська							
Затвердив	Руденко							

важливим елементом у боротьбі з голодом і недоїданням у багатьох регіонах світу.

Завдяки високій калорійності та здатності швидко забезпечувати енергію, картопля є важливою складовою раціону бідних верств населення. У багатьох країнах вона є основним продуктом харчування, що робить її доступною навіть для тих, хто не має великого доходу.

3. Важливість картоплі для економіки та сільського господарства

Картопля має не тільки харчову цінність, але й економічне значення. Вона займає великі площі в сільському господарстві і є важливим компонентом агропромислового комплексу. В Україні картопля займає одну з лідируючих позицій серед овочевих культур за обсягами виробництва. Це дає можливість забезпечувати потреби внутрішнього ринку, а також експортувати продукцію в інші країни.

Вирощування картоплі має важливе значення для розвитку сільських територій, оскільки ця культура потребує значної кількості праці. Це сприяє створенню робочих місць в аграрному секторі, що особливо важливо в умовах безробіття в сільській місцевості. Крім того, картопля є важливою складовою сівозміни, оскільки її вирощування надає можливість зберегти родючість ґрунтів.

4. Технології вирощування картоплі

Сучасні технології вирощування картоплі значно покращили її врожайність і якість. Завдяки застосуванню новітніх сортів картоплі, що стійкі до хвороб і шкідників, а також зростанню ефективності використання добрив та засобів захисту, стало можливим отримувати високі врожаї навіть в умовах несприятливих погодних умов.

Одним із важливих напрямків у розвитку картоплярства є впровадження механізованих процесів вирощування, що дозволяють знизити витрати праці та підвищити ефективність. Впровадження автоматизованих систем поливу, систем зрошення та сучасних методів обробки ґрунту дозволяє підвищити врожайність картоплі, знизити витрати на вирощування та забезпечити стабільне виробництво.

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

5. Проблеми та перспективи розвитку картоплярства

Незважаючи на важливість картоплі в народному господарстві, існують проблеми, що обмежують її виробництво. Однією з основних проблем є захворювання картоплі, зокрема фітофтора, яка є однією з найбільших загроз для врожаїв. Також варто зазначити проблему збереження картоплі після збору врожаю. В умовах високої вологості та недостатнього зберігання продукція може псуватися, що призводить до значних економічних втрат.

Для вирішення цих проблем потрібно активно розвивати наукові дослідження та інноваційні технології в галузі картоплярства. Важливим напрямом є створення нових сортів картоплі, стійких до хвороб та несприятливих погодних умов, а також розробка ефективних методів зберігання і переробки картоплі.

6. Переробка картоплі та її використання

Переробка картоплі також має велике значення для народного господарства. Продукція, отримана після переробки картоплі, включає в себе борошно, чіпси, картопляне пюре, пельмені та інші продукти, які мають високий попит на ринку. Завдяки розвитку технологій переробки картопля стає не тільки джерелом харчових продуктів, а й сировиною для інших галузей промисловості, таких як виробництво крохмалю, спирту, кормів для тварин.

Картопля також широко використовується в харчовій промисловості для виробництва готових страв та продуктів швидкого приготування. Це дозволяє розширити асортимент харчових продуктів та збільшити їх доступність для споживачів.

Картопля є важливим компонентом не тільки в харчуванні, а й у розвитку економіки країни. Вона забезпечує продовольчу безпеку, створює робочі місця, сприяє розвитку сільського господарства та сільських територій, а також має великий потенціал у переробній промисловості. Враховуючи численні переваги картоплі, можна стверджувати, що вона буде залишатися однією з основних

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

культур у майбутньому, яка сприятиме забезпеченню продовольчої стабільності та економічного розвитку.

1.2 Технологічні операції з виробництва картоплі

Виробництво картоплі включає кілька технологічних операцій, які здійснюються на різних етапах вирощування, збору та зберігання. Наведемо основні технологічні операції:

1. Підготовка ґрунту:

- Оранка — основна підготовча операція для поліпшення структури ґрунту і забезпечення повітрообміну.
- Культивація — обробка ґрунту після оранки для розбивання грудок і покращення аерації.
- Розпушування та боронування — застосовується для забезпечення рівномірності ґрунту і покращення водо- та повітропроникності.

2. Посадка картоплі:

- Вибір сорту — обирають сорти, що підходять для конкретних умов клімату та ґрунту.
- Розмір і підготовка насіннєвого матеріалу — картопля для посадки повинна бути здоровою, з доброю схожістю.
- Посадка — картопля садиться в рядки або борозни на відповідну глибину і з певною відстанню між бульбами для забезпечення нормального росту.

3. Догляд за посівами:

- Полив — регулярний полив важливий для здорового росту картоплі.
- Боротьба з бур'янами — механічне або хімічне видалення бур'янів, щоб уникнути конкуренції за воду та поживні речовини.
- Підживлення — внесення добрив для забезпечення картоплі необхідними елементами живлення.
- Підгортація — процес засипання ґрунту до стебел для покращення розвитку кореневої системи і захисту від замерзання.

4. Збір урожаю:

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

- Техніка збору — картопля збирається спеціальними комбайнами або вручну в залежності від масштабів виробництва.
 - Час збору — важливо збирати картоплю в оптимальний час, коли вона досягла зрілості і не пошкоджена шкідниками чи хворобами.
5. Обробка після збору:
- Сорткування — відсортовують картоплю за розмірами, якістю та пошкодженнями.
 - Очищення — картопля очищується від землі та інших забруднень.
6. Зберігання:
- Охолодження — картопля зберігається в умовах, що забезпечують оптимальну температуру і вологість для запобігання гниттю і проростанню.
 - Складування — використовуються спеціальні сховища або ями для зберігання картоплі до реалізації.

1.3 Розроблення технологічної карти

Розробка технологічної карти при вирощуванні картоплі є важливим етапом для визначення всіх технологічних процесів, які необхідно виконати для досягнення високих результатів у вирощуванні цієї культури. У технологічній карті зазначаються основні етапи роботи, а також параметри, за якими можна обчислити необхідні ресурси, витрати палива, затрати праці, кількість агрегатів і виробіток агрегатів. Всі ці розрахунки базуються на певних формулах, які допомагають організувати роботу на аграрному підприємстві.

Основні дані для складання технологічної карти та проведення розрахунків:

- площа – 170 га;
- попередник – зернові культури;
- планова врожайність – 250 ц/га.

1. Розробка технологічної карти

Технологічна карта є документом, який описує процес вирощування картоплі, починаючи від підготовки ґрунту до збирання врожаю. Вона включає наступні етапи:

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

1. Підготовка ґрунту: Оранка, культивація, внесення добрив.
2. Посадка картоплі: Використання спеціалізованих агрегатів для посадки.
3. Догляд за посівами: Полив, боротьба з бур'янами та шкідниками, підживлення.
4. Збирання врожаю: Використання комбайнів для збирання картоплі.
5. Обробка після збору: Протруювання, сортування картоплі, упаковка.

2. Розрахунок виробітку агрегату

Вирібіток агрегату — це кількість одиниць роботи, яку агрегат виконує за одиницю часу, зазвичай вимірюється в гектарах на годину. Для цього використовуються такі параметри:

1. Швидкість руху агрегату (V) — у метрах на секунду.
2. Ширина оброблюваного сліду (S) — у метрах.
3. Коефіцієнт використання робочого часу (K) — враховує час на підготовчі та завершальні роботи.

Формула для розрахунку виробітку агрегату:

$$W = \frac{S \cdot V \cdot K}{1000} \quad (1.1)$$

де:

- W — виробіток агрегату (га/год),
- S — ширина оброблюваного сліду (м),
- V — швидкість руху агрегату (м/с),
- K — коефіцієнт використання робочого часу.

3. Розрахунок кількості агрегатів

Для того щоб забезпечити ефективне виконання технологічних операцій, потрібно визначити кількість агрегатів, які необхідні для виконання роботи. Це розраховується за допомогою наступної формули:

$$N = \frac{T}{W} \quad (1.2)$$

де:

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

- N — кількість агрегатів,
- T — загальний обсяг роботи (га),
- W — виробіток одного агрегату (га/год).

Кількість агрегатів визначається для кожного етапу технологічного процесу окремо.

4. Розрахунок затрат праці

Затрати праці для виконання технологічних операцій можна визначити за допомогою формули, яка враховує тривалість роботи, кількість робітників і тип операції. Формула для розрахунку загальних затрат праці виглядає так:

$$L = \frac{T}{P \cdot V} \quad (1.3)$$

де:

- L — загальні затрати праці (год),
- T — загальний обсяг роботи (га),
- P — норма затрат праці на одиницю роботи (год/га),
- V — швидкість виконання роботи.

Норма затрат праці для кожної технологічної операції визначається на основі середнього часу, необхідного для виконання одиничної операції, наприклад, посадки, поливу або збирання картоплі.

5. Розрахунок витрат палива

Витрати палива для виконання різних технологічних операцій є важливим фактором при розрахунках, оскільки від цього залежить економічна ефективність вирощування картоплі. Витрати палива для агрегатів можна визначити за допомогою такої формули:

$$F = \frac{T \cdot k_f}{W} \quad (1.4)$$

де:

- F — витрати палива (літри),
- T — загальний обсяг роботи (га),
- k_f — витрати палива на одиницю роботи (л/га),

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

- W — виробіток агрегату (га/год).

Витрати палива можуть змінюватися залежно від виду роботи та типу агрегату.

6. Умови і фактори, які впливають на технологічні процеси

Існує ряд умов і факторів, які можуть впливати на розрахунки, наведені вище. Серед основних факторів — тип ґрунту, погодні умови, вибір техніки та обладнання, а також досвід працівників. Зміна будь-якого з цих факторів може суттєво вплинути на ефективність виконання роботи, її витрати та результат.

6.1 Вплив погодних умов

Погода може істотно впливати на швидкість виконання операцій, таких як посадка, обробка ґрунту та збирання врожаю. Наприклад, дощова погода може уповільнити рух агрегатів і підвищити витрати палива.

6.2 Вплив типу ґрунту

Тип ґрунту визначає вибір техніки та параметри, що необхідно враховувати при розрахунках. Для важких ґрунтів можуть знадобитися більш потужні трактори або спеціалізовані агрегати.

7. Роль технологічної карти в управлінні

Технологічна карта є важливим інструментом для планування та організації роботи на фермерському господарстві. Вона дозволяє забезпечити ефективне використання ресурсів, зокрема техніки та праці, а також мінімізувати витрати на паливо та енергію. Правильне складання карт допомагає знизити витрати та підвищити продуктивність роботи.

Розробка технологічної карти при вирощуванні картоплі є основою для ефективного планування та організації технологічних процесів. За допомогою розрахунків, які включають визначення виробітку агрегатів, затрат праці, витрат палива та кількості агрегатів, можна забезпечити оптимальне використання ресурсів та досягти високих результатів у вирощуванні цієї культури. Всі розрахунки повинні бути виконані з урахуванням умов місцевості, погодних факторів та інших особливостей аграрного підприємства.

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

1.4 Розрахунок показників розробленої технології

Щільність механізованих робіт за розробленою технологією становить

$$P_M = \frac{\sum_{i=1}^n \text{зр.6}}{Q}, \quad (1.5)$$

$$P_M = \frac{2774,4}{170} = 16,32 \text{ ум.ет.га}$$

Затрати праці становлять:

- на одиницю обсягу роботи

$$З_{\Pi} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{зр.22}}{Q}, \quad (1.6)$$

$$З_{\Pi} = \frac{7273,79}{170} = 42,79 \text{ люд - год / га}$$

- на одиницю продукції

$$З_{\Pi}' = \frac{\sum_{i=1}^n \text{зр.22}}{З_{\text{вал}}}, \quad (1.7)$$

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

$$З_{\text{вал}} = Y \cdot S, \quad (1.8)$$

де Y - урожайність сільськогосподарської культури, ц/га;

S - площа посіву сільськогосподарської культури, га.

$$З_{\text{вал}} = 250 \cdot 170 = 42500 \text{ ц}$$

$$З_{\Pi}' = \frac{7273,79}{42500} = 0,17 \text{ люд - год / ц}$$

Витрати палива становлять:

- на одиницю обсягу роботи

$$B_{\Pi} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{зр.24}}{Q}, \quad (1.9)$$

$$B_{\Pi} = \frac{39112,16}{170} = 230,07 \text{ кг / га}$$

- на одиницю продукції

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

$$B_{\Pi}^{\prime} = \frac{\sum_{n=1}^i ep.24}{3_{вал}}, \quad (1.10)$$

$$B_{\Pi}^{\prime} = \frac{39112,16}{42500} = 0,92 \text{ кг / ц}$$

Одержані дані зводимо в таблицю.

Таблиця 1.1 – Показники розробленої технології виробництва картоплі

Назва показників	Одиниці вимірювання показників	Значення показників
1	2	3
Площа	га	170
Врожайність	ц/га	250
Щільність механізованих робіт	ум.ет.га/га	16,32
Затрати праці: - на одиницю площі - на одиницю продукції	люд-год/га люд-год/ц	42,79 0,17
Витрата палива: - на одиницю площі - на одиницю продукції	кг/га кг/ц	230,07 0,92

1.5 Комплекс машин для виробництва

Складаємо комплекс машин для виробництва картоплі на площі 170 га.

Таблиця 1.2 – Комплекс машина для виробництва картоплі на площі 170га

№ п/п	Назва техніки	Марки техніки	Потреба
1	2	3	4
1	Трактори	Т-150К	5
		Т-150	2
		ЮМЗ-6	1
		МТЗ-80	10
2	Автомобілі	ГАЗ-САЗ-3502	2
3	Плуги	ПЛН-5-35	1
4	Луцильники	ЛДГ-15	1
5	Культиватори	КПС-4	2
		КОР-4,2	1

6	Борони	БЗТС-1	18
		БЗСС-1	8
7	Зчіпки	С-18А	1
		СП-11	1
8	Машини для внесення добрив: - органічних - мінеральних	ПРТ-10	4
		МВУ-5	1
9	Картоплесаджалки	КСМ-4	2
10	Машини для транспортування рідин	ЗЖВ-1,8	1
11	Машини для приготування робочих рідин	АПЖ-12	1
12	Обприскувачі	ОП-2000	1
13	Косарки	КИР-1,5	2
14	Картоплезбиральні комбайни	КПК-2	4
15	Причепи	2ПТС-4	4
16	Картоплесортувальні пункти	КСП-15	5
17	Навантажувачі	ПФП-2	1
		ПЭ-0,8Б	1

2. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЇ САДІННЯ КАРТОПЛІ

2.1 Агротехнічні вимоги, екологічні та якісні

показники до технологічної операції

Технологічна операція садіння картоплі картоплесаджалкою КСМ-4 є ключовим етапом у вирощуванні цієї культури, що вимагає дотримання агротехнічних, екологічних та якісних показників для забезпечення високої врожайності та сталого землеробства. Агротехнічні вимоги до садіння картоплі передбачають оптимальні умови для проростання бульб, їхнього росту та розвитку. Перш за все, ґрунт має бути фізично стиглим, тобто мати температуру на глибині 10-12 см не нижче 6-8 °С, що зазвичай відповідає весняному періоду в Україні (кінець квітня – початок травня). Вологість ґрунту повинна становити 60-70% від повної вологоємності, щоб уникнути пересихання або перезволоження, які негативно впливають на проростання. Механічний склад ґрунту має бути легким або середнім (супіщаним чи суглинковим), з кислотністю рН 5,2-5,7, що є оптимальним для картоплі. Перед садінням поле необхідно підготувати: провести оранку на глибину 25-27 см восени, а навесні – культивацію на 7-9 см із боронуванням для вирівнювання поверхні та знищення бур'янів. Ширина міжрядь при використанні КСМ-4 становить 70 см, що відповідає стандартним вимогам для вітчизняних картоплесаджалок, а глибина садіння – 8-12 см залежно від типу ґрунту та розміру бульб. Відстань між бульбами в рядку має бути 22-24 см, що забезпечує густоту насаджень близько 50-55 тис. рослин на гектар, оптимальну для формування високого врожаю (250-300 ц/га в умовах Полісся). КСМ-4 дозволяє одночасно вносити мінеральні добрива (наприклад, 300-400 кг/га нітроамофоски), що підвищує поживність ґрунту, але потребує точного дозування для уникнення надлишку поживних речовин.

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата			
Розробив	Манчук				ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЇ САДІННЯ КАРТОПЛІ	Літера	Арк.
Керівник	Шмалюк						22
Консульт.						Аркушів	16
Н. Контр.	Вензовська					ЖАТФК, гр. Аі-43	
Затвердив	Руденко						

Екологічні показники садіння картоплі з використанням КСМ-4 пов'язані з мінімізацією впливу на довкілля та збереженням родючості ґрунту. Застосування ресурсощадних технологій, таких як точне внесення добрив та оптимальна глибина садіння, зменшує ерозію та вимивання поживних речовин у ґрунтові води. Важливо уникати надмірного ущільнення ґрунту колесами трактора (наприклад, МТЗ-80/82, з яким агрегується КСМ-4), для чого колію розставляють на 1400 мм. Екологічність також залежить від якості насіннєвого матеріалу: бульби мають бути здоровими, без ознак хвороб (фітофторозу, парші), розміром 35-55 мм, пророщеними або прогрітими для прискорення вегетації. Використання сертифікованого насіння знижує ризик поширення шкідників і патогенів, що сприяє сталому землеробству.

Якісні показники роботи КСМ-4 включають рівномірність садіння, точність глибини та дозування добрив. Саджалка забезпечує автоматизоване садіння з ланцюговим ложечковим апаратом, що гарантує захоплення однієї бульби за цикл і її розміщення в борозні без пошкоджень. Відхилення від заданої глибини не повинно перевищувати ± 1 см, а між бульбами – ± 2 см, що контролюється налаштуванням редуктора та швидкості руху агрегату (4-6 км/год). Якість загорнення борозен дисковими загортачами має забезпечувати повне покриття бульб ґрунтом без утворення повітряних порожнин. Контроль якості передбачає перевірку 10-метрових ділянок поля: на 100 бульб допускається не більше 5% відхилень від норми. Таким чином, дотримання агротехнічних вимог, екологічних стандартів та якісних показників при садінні картоплі КСМ-4 забезпечує ефективність технологічного процесу та високий урожай при мінімальному впливі на довкілля.

2.2 Обґрунтування складу агрегату

Обґрунтування складу агрегату для садіння картоплі, що включає трактор МТЗ-80 та картоплесаджалку КСМ-4, базується на агротехнічних вимогах, технічних характеристиках обладнання та оптимальному використанні ресурсів для забезпечення високої продуктивності й економічності.

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

Трактор МТЗ-80 є універсальним енергозасобом тягового класу 1,4, що робить його придатним для виконання більшості сільськогосподарських операцій, включаючи садіння картоплі. Він оснащений двигуном потужністю 80 к.с., має регульовану колію від 1400 до 2100 мм по задніх колесах і від 1250 до 1800 мм по передніх, що дозволяє адаптувати його до стандартних міжрядь 70 см, необхідних для садіння картоплі. Наявність вала відбору потужності (ВВП) із незалежним і синхронним приводом забезпечує стабільну роботу робочих органів картоплесаджалки, незалежно від швидкості руху агрегату, що є важливим для рівномірного висаджування бульб.

Картоплесаджалка КСМ-4, у свою чергу, є напівнавісною чотирирядною машиною, призначеною для рядкового садіння непророщених бульб із можливістю одночасного внесення гранульованих мінеральних добрив. Її ширина захвату становить 2,8 м (4 рядки по 70 см), що відповідає агротехнічним нормам для гребеневого або гладкого садіння. КСМ-4 оснащена ложечковими садильними апаратами, які забезпечують точне розміщення бульб у рядку з регульованим кроком садіння (20–40 см) і глибиною загортання 4–6 см, а також бункером місткістю до 600 кг, що дозволяє працювати без частих зупинок для дозавантаження. Агрегатування КСМ-4 з МТЗ-80 є раціональним завдяки відповідності тягових характеристик трактора робочому опору саджалки, який залежить від типу ґрунту та умов роботи. На легких і середніх ґрунтах питомий опір становить 30–50 кПа, що перебуває в межах можливостей МТЗ-80, забезпечуючи робочу швидкість 6–8 км/год і продуктивність до 1,5–2 га/год. Гідравлічна система трактора дозволяє точно регулювати положення саджалки, а синхронний привід ВВП гарантує стабільну густоту садіння (40–70 тис. бульб/га) незалежно від маневрування.

Таким чином, склад агрегату МТЗ-80 + КСМ-4 обґрунтований оптимальним поєднанням потужності трактора, універсальності його конструкції та функціональності картоплесаджалки, що забезпечує високу якість садіння,

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

економію палива й ефективне використання техніки в умовах різних ґрунтово-кліматичних зон.

2.3 Розрахунок основних експлуатаційних показників трактора

Допустима агротехнічна швидкість при посадці картоплі становить 5-9 км/год.

З технічної характеристики трактора встановлюємо, що задана технологічна швидкість буде виконуватись на III передачі.

Визначаємо величину тягового зусилля трактора на робочій передачі

$$P_{зак} = \frac{10^4 \cdot N_{ef} \cdot i_{mp} \cdot \eta_{mp}}{n_{\delta\phi} \cdot r_o} - Q_{mp} \cdot \left(f + \frac{i}{100} \right), \quad (2.1)$$

де N_{ef} - ефективна потужність двигуна трактора, кВт.;

i_{mp} - передаточне число трансмісії на вибраній передачі;

η_{mp} - коефіцієнт корисної дії трансмісії;

$n_{\delta\phi}$ - частота обертання колінчастого вала двигуна, об/хв.;

r_o - радіус початкового кола ведучого колеса або зірочки, м.;

Q_{mp} - експлуатаційна вага трактора, Н.;

f - коефіцієнт опору руху трактора;

i - величина підйому, %.

Для колісних тракторів

$$r_o = r_{\phi} + h_{ш} \cdot \lambda, \quad (2.2)$$

де r_{ϕ} - радіус сталюого диска заднього колеса, м.;

$h_{ш}$ - висота шини, м.;

λ - коефіцієнт, враховуючий деформацію шини

$$r_o = 0,483 + 0,305 \cdot 0,8 = 0,73 \text{ м}$$

$$P_{зак} = \frac{10^4 \cdot 58,9 \cdot 83,5 \cdot 0,9}{2200 \cdot 0,73} - 33500 \cdot \left(0,18 + \frac{2}{100} \right) = 20974,97 \text{ Н} = 20,97 \text{ кН}$$

Визначаємо теоретичну швидкість трактора на робочій передачі

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

$$g_{теор} = 0,377 \cdot \frac{r_o \cdot n_{дв}}{i_{тр}}, \quad (2.3)$$

$$g_{теор} = 0,377 \cdot \frac{0,73 \cdot 2200}{83,5} = 7,22 \text{ км/год}$$

Визначаємо робочу швидкість трактора на робочій передачі

$$g_{роб} = g_{теор} \cdot \left(1 - \frac{\delta}{100}\right), \quad (2.4)$$

де δ - величина буксування, %

$$g_{роб} = 7,22 \cdot \left(1 - \frac{5}{100}\right) = 6,86 \text{ км/год}$$

Визначаємо корисну гакову потужність в заданих умовах

$$N_{зак} = \frac{P_{зак} \cdot g_{роб}}{3,6}, \quad (2.5)$$

$$N_{зак} = \frac{20,97 \cdot 6,86}{3,6} = 39,96 \text{ кВт}$$

Визначаємо тяговий коефіцієнт корисної дії трактора

$$\eta = \frac{N_{зак}}{N_{еф}}, \quad (2.6)$$

$$\eta = \frac{39,96}{58,9} = 0,68$$

2.4 Комплектування агрегата

Комплектування агрегату для садіння картоплі з трактором МТЗ-80 та картоплесаджалкою КСМ-4 передбачає створення механізованого комплексу, призначеного для рядкового садіння непророщених бульб картоплі з одночасним внесенням гранульованих мінеральних добрив. Трактор МТЗ-80, що відноситься до тягового класу 1,4, є універсальною базовою машиною, яка забезпечує привід і транспортування картоплесаджалки КСМ-4. Ця напівначіпна чотирирядна саджалка оснащена двома бункерами для картоплі загальною місткістю близько 600 кг, чотирма садильними апаратами ложечкового типу, двома туковисівними апаратами для добрив, сошниками для створення борозен, а також дисковими загортачами для формування гребенів або рівного садіння. Агрегатування

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

здійснюється через триточкову навісну систему трактора, а привід робочих органів КСМ-4 забезпечується від валу відбору потужності (ВВП) МТЗ-80, який передає крутний момент через карданний вал до редуктора саджалки. Для роботи з міжряддями 70 см колію трактора встановлюють на 1400 мм, що відповідає ширині захвату саджалки (2,8 м). Перед початком роботи необхідно перевірити технічний стан трактора: тиск у шинах (1,2-1,5 атм для передніх і 1,0-1,2 атм для задніх коліс), рівень палива, оливи в двигуні та гідросистемі, а також справність ВВП (540 об/хв). На КСМ-4 регулюють норму садіння (35-80 тис. бульб/га) шляхом підбору зірочок у ланцюговій передачі, глибину ходу сошників (4-6 см) за допомогою копіювальних коліс, а також кут входження сошників для оптимального заглиблення. Робоча швидкість агрегату становить 6-9 км/год, що забезпечує продуктивність 1,7-2,5 га/год. Підготовка включає завантаження бункерів картоплею (бульби масою 50-80 г) і добривами, після чого тракторист запускає рух, активуючи ВВП для роботи садильних і туковисівних апаратів. Такий агрегат ефективний для середніх і великих площ, забезпечуючи механізацію процесу садіння з урахуванням агротехнічних вимог.

Агрегат МТЗ-80 + КСМ-4 відноситься до тягово-привідних агрегатів.

Для виконання роботи повинна виконуватись умова

$$N_{np} \leq N_{всп}, \quad (2.7)$$

де N_{np} - потужність, яка необхідна для приводу робочих органів

сільськогосподарської машини (картоплесаджалки) в дію, кВт.

Визначаємо ту частину потужності двигуна, яка буде підведена до машини через ВВП після забезпечення переміщення трактора і сільськогосподарської машини з швидкістю згідно агротехнічних вимог

$$N_{всп} = N_{ef} \cdot \eta_{всп} - \frac{(R_{mp} + R_m) \cdot g_{роб} \cdot \eta_{всп}}{3,6 \cdot \eta_{mp} \cdot \eta_{\delta}}, \quad (2.8)$$

де $\eta_{всп}$ - коефіцієнт, який враховує втрати в передавальних механізмах

від колінчастого вала двигуна до ВВП;

η_{δ} - коефіцієнт буксування ходового апарата

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

$$\eta_{\delta} = 1 - \frac{\delta}{100}, \quad (2.9)$$

$$\eta_{\delta} = 1 - \frac{5}{100} = 0,95$$

R_{mp} - опір на пересування трактора, кН.

$$R_{mp} = Q_{mp} \cdot \left(f + \frac{i}{100} \right), \quad (2.10)$$

$$R_{mp} = 33,5 \cdot \left(0,18 + \frac{2}{100} \right) = 6,7 \text{ кН}$$

R_m - опір на пересування сільськогосподарської машини, кН.

$$R_m = K_g \cdot B_k \cdot n_m, \quad (2.11)$$

де K_g - питомий опір сільськогосподарської машини при робочій швидкості, кН/м.;

B_k - конструктивна ширина захвату, м.;

n_m - кількість машин в агрегаті

$$K_g = K_o \cdot [1 + \Pi \cdot (g_{роб} - g_o)], \quad (2.12)$$

де K_o - питомий опір с/г машини при швидкості 5 км/год, кН/м;

Π - коефіцієнт, що характеризує темп приросту опору на 1 км робочої швидкості;

$g_o = 5 \text{ км/год}$ - початкова швидкість

$$K_g = 4,5 \cdot [1 + 0,03 \cdot (6,86 - 5,0)] = 4,75 \text{ кН/м},$$

$$R_m = 4,75 \cdot 2,8 \cdot 1 = 13,3 \text{ кН}$$

$$N_{\text{всн}} = 58,9 \cdot 0,9 - \frac{(6,7 + 13,3) \cdot 6,86 \cdot 0,9}{3,6 \cdot 0,9 \cdot 0,95} = 12,89 \text{ кВт}$$

$$N_{np} = 10,0 \text{ кВт} < N_{\text{всн}} = 12,89 \text{ кВт}$$

Визначаємо додатковий опір агрегата

$$R_o = \frac{3,6 \cdot N_{np} \cdot \eta_{mp}}{g_{роб} \cdot \eta_{\text{всн}}}, \quad (2.13)$$

$$R_o = \frac{3,6 \cdot 10,0 \cdot 0,9}{6,86 \cdot 0,9} = 5,25 \text{ кН}$$

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

Визначаємо зведений опір агрегата

$$R_{aep} = R_m + R_o, \quad (2.14)$$

$$R_{aep} = 13,3 + 5,25 = 18,55 \text{ кН}$$

Визначаємо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора

$$\eta_{m.z.} = \frac{R_{aep}}{P_{гак}}, \quad (2.15)$$

$$\eta_{m.z.} = \frac{18,55}{20,97} = 0,88$$

2.5 Технологічна наладка агрегата

Технологічна наладка агрегату для садіння картоплі, що складається з трактора МТЗ-80 та картоплесаджалки КСМ-4, є важливим етапом підготовки до роботи, який забезпечує якісне виконання садіння непророщених або пророщених бульб картоплі з одночасним внесенням мінеральних добрив. Процес налаштування включає кілька ключових етапів, які необхідно виконати послідовно. Спочатку перевіряють технічний стан трактора МТЗ-80: регулюють колію коліс до ширини 1400 мм, що відповідає міжряддям 70 см, характерним для КСМ-4, забезпечують справність вала відбору потужності (ВВП), який приводить у дію робочі органи саджалки, та перевіряють гідросистему, необхідну для підйому й опускання агрегату. Далі переходять до підготовки самої картоплесаджалки. Перед початком роботи її запускають у холостому режимі від ВВП трактора протягом 30 хвилин, щоб перевірити взаємодію всіх механізмів, підтягнути болтові з'єднання та усунути можливі несправності. Основні складові КСМ-4, такі як бункери для бульб і добрив, садильні апарати з ложечками, туковисівні апарати, сошники та дискові загортачі, оглядають на предмет зносу чи пошкоджень.

Наступним кроком є технологічні регулювання. Подачу бульб із основного бункера до живильних ковшів налаштовують за допомогою заслінки так, щоб шар бульб у ковші становив 15–20 см, що забезпечує рівномірне захоплення ложечками садильних апаратів. Густоту садіння регулюють шляхом підбору змінних зірочок (з числом зубців 13, 15, 17, 18, 20 або 22) на проміжному валу

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

приводу, що дозволяє варіювати кількість бульб на гектар у межах 35–57 тисяч залежно від агротехнічних вимог. Наприклад, при роботі на другій передачі МТЗ-80 (швидкість 6,74 км/год) зі зірочкою на 16 зубців висаджується 35–41 тисяча бульб на гектар. Глибину садіння (6–16 см при гладкому способі або 6–14 см від вершини гребеня при гребневому) встановлюють, регулюючи положення копіювальних коліс і кут входження сошників у ґрунт, який має бути таким, щоб при горизонтальному положенні рами задній край сошника був піднятий на 45–50 мм над поверхнею. Для внесення добрив туковисівні апарати налаштовують переміщенням важеля регулятора, забезпечуючи задану дозу з відхиленням не більше $\pm 10\%$. Форму гребенів і глибину загортання бульб регулюють поворотом сферичних дисків загортачів та тиском пружин натискних штанг.

Остаточне налаштування проводять у польових умовах під час першого робочого проходу. Агрегат проїжджає 9–10 метрів із піднятими загортачами, після чого перевіряють рівномірність садіння, глибину закладання бульб і внесення добрив, за необхідності коригуючи зірочки чи робочу швидкість. Важливо, щоб при синхронному приводі від ВВП (3,5 оберти на 1 м шляху) швидкість не перевищувала допустиму, інакше зростає кількість пропусків і пошкоджень бульб. Таким чином, правильна технологічна наладка агрегату МТЗ-80 з КСМ-4 забезпечує продуктивність до 2,5 га/год, точність садіння та оптимальні умови для росту картоплі.

2.6 Розрахунок продуктивності агрегата

Визначаємо годинну теоретичну продуктивність агрегата

$$W_{год}^{теор} = 0,1 \cdot B_{\kappa} \cdot n_{\text{м}} \cdot \vartheta_{теор}, \quad (2.16)$$

де B_{κ} - конструктивна ширина захвату машини, м.;

$n_{\text{м}}$ - кількість машин в агрегаті

$$W_{год}^{теор} = 0,1 \cdot 2,8 \cdot 1 \cdot 7,22 = 2,02 \text{ га / год}$$

Визначаємо змінну теоретичну продуктивність агрегата

$$W_{зм}^{теор} = 0,1 \cdot B_{\kappa} \cdot n_{\text{м}} \cdot \vartheta_{теор} \cdot T_{зм}, \quad (2.17)$$

де $T_{зм}$ - час зміни, год.

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

$$W_{зм}^{теор} = 0,1 \cdot 2,8 \cdot 1 \cdot 7,22 \cdot 7 = 14,15 \text{га}$$

Визначаємо годинну робочу продуктивність агрегата

$$W_{год}^{роб} = 0,1 \cdot B_{роб} \cdot n_{м} \cdot \vartheta_{роб} \cdot \tau, \quad (2.18)$$

де $B_{роб}$ - робоча ширина захвату машини, м.;

τ - коефіцієнт використання часу.

$$B_{роб} = B_{к} \cdot \beta, \quad (2.19)$$

де β - коефіцієнт використання ширини захвату

$$B_{роб} = 2,8 \cdot 1,0 = 2,8 \text{м}$$

$$W_{год}^{роб} = 0,1 \cdot 2,8 \cdot 1 \cdot 6,86 \cdot 0,6 = 1,15 \text{га / год}$$

Визначаємо змінну робочу продуктивність агрегата

$$W_{зм}^{роб} = 0,1 \cdot B_{роб} \cdot n_{м} \cdot \vartheta_{роб} \cdot T_{роб}, \quad (2.20)$$

де $T_{роб}$ - час роботи агрегата, год.

$$T_{роб} = T_{зм} \cdot \tau, \quad (2.21)$$

$$T_{роб} = 7 \cdot 0,6 = 4,2 \text{год}$$

$$W_{зм}^{роб} = 0,1 \cdot 2,8 \cdot 1 \cdot 6,86 \cdot 4,2 = 8,07 \text{га}$$

2.7 Розрахунок потреби палива та мастильних матеріалів

Визначаємо витрату дизельного палива машинно-тракторним агрегатом для садіння картоплі за період зміни

$$Q_{зм} = Q_p \cdot T_{роб} + Q_x \cdot T_x + Q_z \cdot T_z, \quad (2.22)$$

де Q_p - годинна витрата палива під час роботи з навантаженням, кг/год.;

Q_x - годинна витрата палива під час холостих ходів, кг/год.;

Q_z - годинна витрата палива під час зупинок, кг/год.;

T_x - тривалість холостих ходів, год.

T_z - тривалість простоїв трактора з працюючим двигуном, год.

$$T_{зм} = T_{роб} + T_x + T_z, \quad (2.23)$$

$$T_x = \frac{2}{3} \cdot (T_{зм} - T_{роб}), \quad (2.24)$$

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

$$T_x = \frac{2}{3} \cdot (7 - 4,2) = 1,87 \text{ год}$$

$$T_z = \frac{1}{3} \cdot (T_{zm} - T_{роб}), \quad (2.25)$$

$$T_z = \frac{1}{3} \cdot (7 - 4,2) = 0,93 \text{ год}$$

$$Q_{zm} = 16,0 \cdot 4,2 + 10,5 \cdot 1,87 + 2,3 \cdot 0,93 = 88,97 \text{ кг}$$

Визначаємо витрату палива на 1 га

$$g_{za} = \frac{Q_{zm}}{W_{zm}^{роб}}, \quad (2.26)$$

$$g_{za} = \frac{88,97}{8,07} = 11,02 \text{ кг / га}$$

2.8 Розрахунок затрат праці

Затрати праці:

$$z_{п} = \frac{m_{осн} + m_{доп}}{W_{год}^{роб}}, \quad (2.27)$$

де $m_{осн}$ - кількість механізаторів, які обслуговують агрегат;

$m_{доп}$ - кількість допоміжних працівників

$$z_{п} = \frac{1+2}{1,15} = 2,61 \text{ люд-год / га}$$

2.9 Організація виконання технологічної операції

Приймаємо ширину загінки рівною змінній продуктивності агрегата

$$C = \frac{10000 \cdot W_{zm}^{роб}}{L_z}, \quad (2.28)$$

де L_z - довжина загінки, м.

$$C = \frac{10000 \cdot 8,07}{1000} = 80,7 \text{ м}$$

Визначаємо кількість проходів на загінці

$$n_{пр} = \frac{C}{B_{рооб}}, \quad (2.29)$$

$$n_{пр} = \frac{80,7}{2,8} = 28,8$$

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

Приймаємо найближче ціле число проходів $n_{np} = 29$.

Тоді оптимальна ширина заїнки буде становити

$$C_{omt} = n_{np} \cdot B_{pob}, \quad (2.30)$$

$$C_{omt} = 29 \cdot 2,8 = 81,2м$$

Визначаємо ширину поворотної смуги

$$E = 3R + e, \quad (2.31)$$

де R - радіус повороту агрегата, м.;

e - довжина виїзду агрегата, м.

Величина радіусу повороту залежить від ширини захвату агрегата та швидкості руху під час повороту

$$R = 1,6B_{pob}, \quad (2.32)$$

$$R = 1,6 \cdot 2,8 = 4,48м$$

Довжина виїзду залежить від кінематичної довжини трактора і сільськогосподарської машини

$$e = 0,5 \cdot (l_{tr} + l_m), \quad (2.33)$$

де l_{tr}, l_m - відповідно кінематична довжина трактора та сільськогосподарської машини (картоплесаджалки), м.

$$e = 0,5 \cdot (0,94 + 3,5) = 2,22м$$

$$E = 3 \cdot 4,48 + 2,22 = 15,66м$$

Ширину поворотної смуги приймаємо кратну ширині захвату агрегата

$$E_{omt} = K \cdot B_{pob}, \quad (2.34)$$

$$K = \frac{E}{B_p}, \quad (2.35)$$

$$K = \frac{15,66}{2,8} = 5,6$$

Результат заокруглюємо до цілого числа $K = 6$.

$$E_{omt} = 6 \cdot 2,8 = 16,8м$$

Визначаємо загальну довжину всіх робочих ходів агрегата на заїнці

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

$$S_{роб} = \frac{C_{омт}}{B_{роб}} \cdot (L - 2E), \quad (2.36)$$

$$S_{роб} = \frac{81,2}{2,8} \cdot (1000 - 2 \cdot 16,8) = 28025,6 м$$

Визначаємо загальну довжину холостих ходів агрегата на загінці

$$S_x = \frac{2C_{омт}}{B_{роб}} (3R + e), \quad (2.37)$$

$$S_x = \frac{2 \cdot 81,2}{2,8} \cdot (3 \cdot 4,48 + 2,22) = 908,3 м$$

Визначаємо коефіцієнт використання робочих ходів агрегата

$$\varphi = \frac{S_{роб}}{S_{роб} + S_x}, \quad (2.38)$$

$$\varphi = \frac{28025,6}{28025,6 + 908,3} = 0,97$$

Чим ближче цей коефіцієнт наближається до одиниці, тим краще організовано роботу МТА.

2.10 Операційно-технологічна карта

Операційно-технологічна карта (ОТК) для садіння картоплі машинно-тракторним агрегатом (МТА) МТЗ-80 з картоплесаджалкою КСМ-4 на площі 170 га включає всі основні етапи та технологічні процеси, необхідні для забезпечення ефективного виконання роботи. Наведемо основні складові цієї карти, яка зображена на форматі графічної частини:

1. Технічні дані

- Машина: МТЗ-80 + КСМ-4
- Продуктивність:
 - МТЗ-80: близько 2,5 га/год
 - КСМ-4: залежно від швидкості, може забезпечити продуктивність до 1,8–2,2 га/год
- Ширина обробки: 2–2,5 метра (залежно від модифікації картоплесаджалки)

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

2. Підготовчі роботи

- Перевірка технічного стану МТЗ-80:
 - Огляд двигуна, трансмісії, гідравліки, системи керування.
 - Очищення від бруду та пилу.
 - Перевірка тиску в шинах та рівня масла.
- Налаштування КСМ-4:
 - Регулювання глибини садіння та відстані між рядами.
 - Перевірка та налаштування системи подачі картоплини та розподілу

добрив (якщо використовується).

3. Технологічний процес

- Оранка та підготовка ґрунту:
 - Перед садінням картоплі необхідно провести глибоке розпушування ґрунту, якщо це не було зроблено раніше.
 - Якщо ґрунт не підготовлений, його обробляють за допомогою плуга або культиватора.
- Садіння картоплі:
 - МТЗ-80 за допомогою картоплесаджалки КСМ-4 садить картоплю на задану глибину.
 - Ширина міжряддя залежить від типу картоплесаджалки та може становити 65–70 см.
 - Садіння здійснюється на постійну глибину (15–18 см) для забезпечення оптимальних умов для проростання.
 - Внесення добрив (за потребою):
 - Під час садіння картоплі можуть бути внесені добрива (органічні або мінеральні) разом з картоплею.
 - Це зазвичай здійснюється через систему розподілу добрив картоплесаджалки.

4. Операційні витрати та час

- Час на 1 га:

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

- Оцінюється на основі продуктивності МТЗ-80 та КСМ-4.
- Для площі 170 га це може зайняти близько 85–100 годин роботи залежно від погодних умов, вологості ґрунту та інших факторів.

- Час на одну зміну (8 годин):
- При ефективному використанні машини можна обробити 16–20 га на зміну.

5. Безпека та екологічні вимоги

- Безпека праці:
- Оператор повинен бути проінструктований щодо безпеки при роботі з технікою.

- Необхідно дотримуватись правил дорожнього руху при пересуванні між полями.

- Екологічні вимоги:
- Потрібно мінімізувати механічні пошкодження ґрунту.
- Необхідно здійснювати контроль за використанням пестицидів та добрив, щоб зменшити їх негативний вплив на навколишнє середовище.

6. Післязаводські роботи

- Очищення техніки:
- Після завершення роботи важливо очистити трактор і картоплесаджалку від залишків ґрунту.

- Огляд техніки:
- Провести технічний огляд для виявлення можливих пошкоджень або зносу агрегатів.

7. Оцінка ефективності

- Витрати пального:
- МТЗ-80 зазвичай споживає близько 12–15 літрів дизельного пального на годину роботи.

- Для обробки 170 га це може скласти близько 1000–1500 літрів пального.

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

- Загальні витрати на роботу:
 - Залежать від кількості годин, затрат пального, заробітної плати операторів та витрат на обслуговування техніки.

Ця операційно-технологічна карта дає загальний план робіт, але потребує коригувань залежно від конкретних умов на полі та особливостей технічного стану машин.

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

					ДП.208.043.467Н.058.ПЗ							
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата	КОНСТРУКТОРСЬКА РОЗРОБКА			Літера	Арк.	Аркушіє		
Розробив	Манчук									38	6	
Керівник	Шмалюк							ЖАТФК, гр. Ai-43				
Консульт.												
Н. Контр.	Вензовська											
Затвердив	Руденко											

Картоплесаджалка КСМ-4 (рисунок 3.1) складається з рами 2, основного 7 і завантажувального 9 бункера, двох поживних ковшів 8, чотирьох саджальних апаратів 4 з ложечками, двох бункерів з туковисівними апаратами, двох опорних пневматичних 11 і двох металеві 16 коліс, чотирьох секцій сошників, дискового заокруглювача 13, причіпного пристрою 1, механізму приводу висівних і саджальних апаратів, гідросистеми, двох маркерів 5 і 6.

Основний бункер металевий, який має дно, нахилене в бік живильного апарата, і два струшувачі. У нижній частині передньої стінки бункера є два вікна, які перекриваються заслінками. Завантажувальний бункер має два шарнірно з'єднаних відсіки - завантажувальний з ґратчастим дном і проміжний. Поживний ківш 8 забезпечує рівномірну подачу бульб картоплі з основного бункера 7 до саджальних апаратів. Кожен живильний ківш має дві боковини з козирками, розподільник, шнек і дві ворушилки.

Розподільник розділяє бульби на два потоки і направляє їх до шнеків, які переміщують їх до саджальних апаратів. Ворушилки забезпечують надходження бульб з бункера до живильного ковша. У кожному живильному ковші встановлені два саджальні апарати. Основою кожного саджального апарату є диск, закріплений на приводному валу. З одного боку диска закріплені ложечки, а з іншого - підпружинені затискачі, які пружними пальцями притискаються до ложечки. Пальці відходять від ложечки, коли важіль затиску набігає на шину-копір.

Шини прикріплені болтами до рами поруч з диском з боку розміщення затискачів. Картоплесаджалка КСМ-4 має чотири секції сошників. Рама зварна, утворена переднім, заднім, поздовжнім і поперечним брусами. До передньої частини рами прикріплений причіп з підкосом, а позаду - завантажувальний бункер. У передній частині рама спирається на опорні металеві колеса 16, а в задній - на два ходових колеса з пневматичними шинами 11. Положення опорних металевих коліс щодо рами можна регулювати по висоті. Механізм передачі ланцюгової і забезпечує передачу обертального моменту від ВВП трактора до

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

саджальних висівних апаратів, а також до зворушувача в бункері і ворушилками в поживних ковшах.

Гідросистема картоплесаджалки призначена для опускання і підняття завантажувального бункера і маркерів, а також для її переведення в транспортне положення.

Завантажені в основний бункер 7 (рисунок 3.1) бульби картоплі приходять самопливом і під дією зворушувача крізь вікна до живильних ковшів 8. Потім ворушилки і шнек направляють бульби до ложечки саджальних апаратів 3. При обертанні дисків їх ложечки опускаються в ківш і захоплюють по одній бульбі. Після виходу ложечок з шару бульб картоплі в живильному ковші підпружинений палець затиску притискається до бульби. При наближенні диска до сошника 14, важіль пальця затиску набігає на шину-копір, відхиляється і звільнені бульби падають в порожнини сошників, а далі - в борозни. Одночасно з бункерів з туковисівним апаратом 3 мінеральні добрива через тукопроводи потрапляють в передні частини сошників, а потім на дно борозни. За допомогою поличок сошника добрива присипаються шаром ґрунту, на який потім укладаються бульби. Борозни загортаються ґрунтом за допомогою дискового загортача 13 і борінок, прямолінійність руху садильники на схилах забезпечується стабілізаторами 12. Робоча ширина захвату картоплесаджалки КСМ-4 2,8 метра.

3.2 Вибір і обґрунтування пропонованої конструкції

У наведеній вище марці картоплесаджалки, немає пристроїв які забезпечують пухкий стан гребеня після посадки, так як це актуально для наших важких суглинних ґрунтів.

Для механізованої посадки передбачається удосконалити картоплесаджалки типу КСМ - 3.

У цих картоплесаджалок бульби з вичерпного апарату направляються в сошник, укладаються на дно борозни, а потім закладаються ґрунтом сферичними дисками.

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

Очевидний недолік цих картоплесаджалок - відсутність прикочування (ущільнення) ґрунту для створення сприятливих умов для дружного проростання як бульб, так і бур'янів та знищення останніх при наступних технологічних операціях по догляду.

Технологічний процес, що виконується саджалкою, полягає в наступному. При посадці картоплі бульби з вичерпного апарату (на схемі не показано) направляються в сошник і падають на дно борозни, потім вони закладаються ґрунтом сферичними дисками додатково мають функцію перетворення гребня, надаючи йому форму трапеції, руйнує грудки і накочує ґрунт, створюючи при цьому сприятливі умови для дружного проростання бур'янів і бульб картоплі.

Щільність прикочування регулюється пружиною штанги. Передбачуваний технологічний процес посадки дозволяє більш ефективно знищувати бур'яни при наступних операціях по догляду за рослинами і створити сприятливі умови для розвитку картоплі.

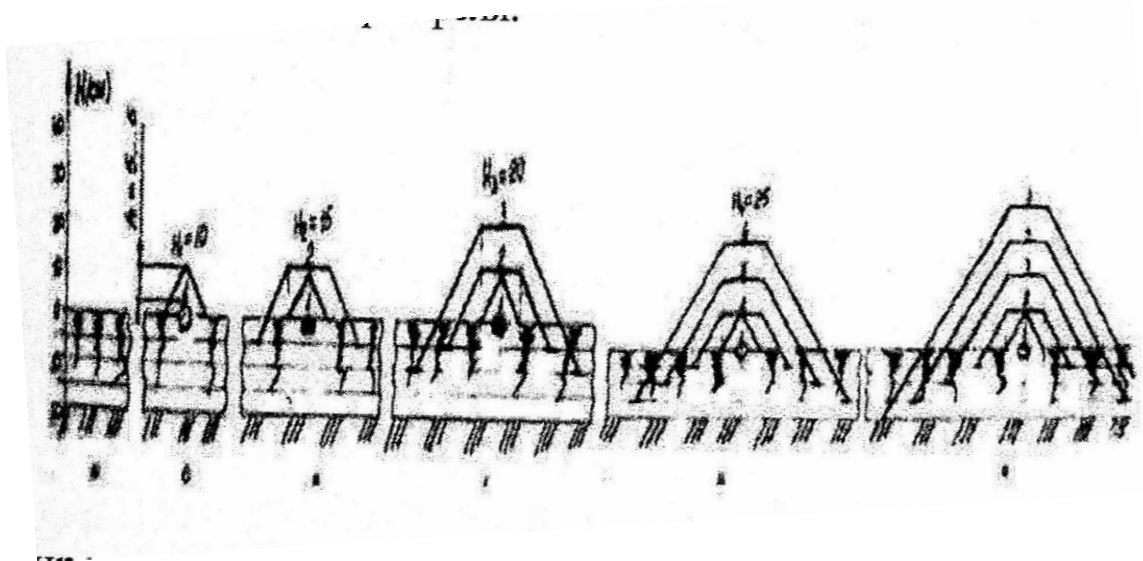


Рисунок 3.2 - Технологічна схема обробки картоплі з використанням модернізованих борознозакриваючих дисків: а - комбіноване переорювання зябу - МТЗ - 82 + ПЛН - 3 - 35 + БВ - 1; б - посадка - МТЗ - 80 + КСМ - 4 + ротаційні барабани; в, г, д, е - міжнародні обробки до і після сходів - МТЗ - 80 + ККН - 2,8.

3.3 Розрахунок вала маточини на згин

Умови міцності при згині:

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		41

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W} \leq [\sigma] \quad (3.1)$$

де $\sigma_{\max}$ – нормальне напруження в небезпечному перерізі;

$M_{\max}$ – вигинаючий момент;

W – момент опору перерізу;

$[\sigma]$ – допустиме напруження;

По ГОСТ 380 – 71 вибираємо матеріал валу сталь 40, у якого межа текучості $\sigma_m = \text{Мпа} = 34 \text{ кН/см}^2$, приймаємо коефіцієнт запасу міцності $n = 2$.

Тоді:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{n} = \frac{34}{2} = 17 \text{ кН/см}^2 \quad (3.2)$$

Для круглого перетину:

$$W = 0,1 \cdot d^3 = 0,1 \cdot 1,2^3 = 0,173 \text{ см}^2$$

Згинальний момент в місці кріплення вала маточини до валу ролика:

$$M_{\max} = P \cdot l \quad (3.3)$$

Де $l = 18 \text{ см}$ довжина валу

З умови міцності висловимо P :

$$P = \frac{[\sigma] \cdot W}{l} = \frac{17 \cdot 0,173}{7,5} = 0,39 \text{ кН}$$

3.4 Розрахунок пружини

Умова міцності для пружини має вигляд:

$$\tau = \frac{8 \cdot P_1 \cdot D}{\pi \cdot d^2} \leq [\tau] \quad (3.4)$$

де τ - дотичне напруження;

P_1 – навантаження на пружину;

D - діаметр пружини;

d - діаметр витка;

$[\tau]$ – допустиме напруження.

Вибираємо матеріал пружини – сталь 49 X с $[\tau] = 600 \text{ МПа} = 60 \text{ кН/см}^2$.

Визначимо силу P_1 з умови рівноваги катка в момент наїзду на перешкоду.

$$\sum M_A = 0 \quad (3.5)$$

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

$$P_1 \cdot 400 - m \cdot g \cdot 320 - P \cdot 300 = 0 \quad (3.6)$$

где $m \cdot g = 189,8 = 176,4 \text{ Н}$ – вага дисків

$$P_1 = \frac{1}{400} \cdot (176,4 \cdot 0,32 + 0,39 \cdot 300) = 0,43 \text{ кН}$$

Приймаємо індекс пружини $s = \frac{d}{D} = \frac{1}{7}$ з умови міцності виражається d:

$$\frac{8 \cdot P_1 \cdot 7d}{\pi \cdot d^3} \leq [\tau] \quad (3.7)$$

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{56 \cdot P_1}{\pi \cdot [\tau]}} = \sqrt[3]{\frac{56 \cdot 0,43}{3,14 \cdot 60}} = 0,36 \text{ см}$$

Округлюємо $d = 4 \text{ мм}$, тоді $D = 7 \cdot 4 = 28 \text{ мм}$

$$\tau = \frac{8 \cdot 0,43 \cdot 2,8}{3,14 \cdot 0,4^3} = 47,9 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} \leq [\tau]$$

Далі знаходимо довжину пружини з умови, що осадка не повинна перевищувати довжини вала: $[\lambda] \leq 18 \text{ см}$.

Осадку пружини знаходимо за формулою:

$$\lambda = \frac{8 \cdot P_1 \cdot D^3 \cdot n}{G \cdot d^4} \quad (3.8)$$

де n - число витків;

$G = 8 \cdot 10^{10} \text{ Н/м}^2$ – модуль пружності сталі

$$n = \frac{[\lambda] \cdot G \cdot d^4}{8 \cdot P_1 \cdot D^3} = \frac{7,5 \cdot 8 \cdot 10^3 \cdot 0,4^4}{8 \cdot 0,43 \cdot 2,8^3} = 20,3$$

Округлюємо $n = 20$

Необхідна довжина прутка для виготовлення пружини:

$$l = \pi \cdot D \cdot n = 3,14 \cdot 2,8 \cdot 20 = 176 \text{ см}$$

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Аналіз потенційних небезпек, які створюються на робочих місцях при вирощуванні картоплі

Вирощування картоплі є важливим сектором сільського господарства, але, як і будь-яка інша діяльність, пов'язана з роботою на землі, воно супроводжується низкою потенційних небезпек для працівників. Ці небезпеки можуть бути пов'язані з фізичними, хімічними, біологічними, ергономічними та психологічними факторами. У цьому аналізі розглянемо основні ризики, які виникають на робочих місцях під час вирощування картоплі, та їхній можливий вплив на здоров'я і безпеку працівників.

Перш за все, фізичні небезпеки є одними з найпоширеніших у процесі вирощування картоплі. Робота на полях часто передбачає використання сільськогосподарської техніки, такої як трактори, плуги, сівалки та комбайни. Неправильне поводження з цими машинами, відсутність належного навчання або несправність обладнання можуть призвести до травм, таких як переломи, порізи чи навіть ампутації. Наприклад, працівник може потрапити під рухомі частини техніки, якщо не дотримано правил безпеки. Крім того, ручна праця, наприклад, прополка чи збирання врожаю, пов'язана з підняттям важких мішків із картоплею, що може спричинити травми спини, розтягнення м'язів або хронічні захворювання опорно-рухового апарату. Погода також відіграє значну роль: тривала робота під палючим сонцем може призвести до теплового удару, зневоднення чи опіків шкіри, тоді як дощ і вологість підвищують ризик переохолодження або ковзання на мокрій поверхні.

Хімічні небезпеки виникають через використання пестицидів, гербіцидів і добрив, які є невід'ємною частиною сучасного вирощування картоплі. Контакт із цими речовинами може відбуватися через шкіру, дихальні шляхи або випадкове проковтування.

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата	ОХОРОНА ПРАЦІ		
Розробив	Манчук						
Керівник	Шмалюк						
Консульт.	Герасимчук						
Н. Контр.	Вензовська						
Затвердив	Руденко						
					Літера	Арк.	Аркушів
						44	6
					ЖАТФК, гр. Аі-43		

Наприклад, під час обприскування полів працівники, які не використовують захисні костюми, маски чи рукавички, наражаються на ризик отруєння, алергічних реакцій, подразнення очей і шкіри або навіть розвитку хронічних захворювань, таких як рак чи неврологічні розлади. Неправильне зберігання хімікатів, наприклад, у відкритих ємностях або поблизу робочих зон, може призвести до випадкових витоків і забруднення довкілля, що також загрожує здоров'ю працівників.

Біологічні ризики пов'язані з контактом із ґрунтом, рослинами та тваринами. У ґрунті можуть бути присутні патогенні мікроорганізми, такі як бактерії (наприклад, *Clostridium tetani*, що викликає правець), грибки чи паразити. Працівники, які працюють без захисного взуття чи рукавичок, можуть заразитися через порізи або подряпини. Крім того, у полях можуть бути комахи, змії чи гризуни, укуси або контакти з якими становлять загрозу. Наприклад, укусу отруйної змії може бути смертельним, якщо не надати своєчасну медичну допомогу. Також пилок рослин або спори грибків, що переносяться повітрям, можуть викликати алергії чи респіраторні захворювання, особливо у працівників із ослабленим імунітетом.

Ергономічні небезпеки виникають через тривале перебування в незручних позах. Під час посадки, прополки чи збирання картоплі працівники часто змушені нахилитися, присідати або стояти на колінах протягом багатьох годин. Це призводить до перенапруження суглобів, болю в попереку та розвитку таких станів, як артроз чи остеохондроз. Повторювані рухи, наприклад, при ручному сортуванні картоплі, можуть спричинити синдром зап'ястного каналу або тендиніт. Відсутність перерв і належного відпочинку лише погіршує ці проблеми, знижуючи продуктивність і підвищуючи ризик травматизму.

Психологічні фактори також не можна ігнорувати. Вирощування картоплі часто є сезонною роботою, що супроводжується інтенсивними періодами праці під тиском часу. Працівники можуть стикатися зі стресом через необхідність виконувати великі обсяги роботи в короткі терміни, особливо під час посадки чи

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

збирання врожаю. Низька оплата праці, нестабільність доходів і відсутність соціальних гарантій додатково погіршують психологічний стан, що може призводити до вигорання, депресії чи зниження концентрації, а отже, і до підвищення ймовірності нещасних випадків.

Інфраструктурні проблеми також створюють небезпеки. Наприклад, віддаленість полів від населених пунктів ускладнює доступ до медичної допомоги у разі травм чи отруєнь. Відсутність належних санітарних умов, таких як чиста вода чи туалети, підвищує ризик інфекцій і погіршує загальний стан здоров'я працівників. Нерівна поверхня полів може спричинити падіння, особливо якщо працівники носять важкі вантажі або працюють у темний час доби без належного освітлення.

Щоб мінімізувати ці небезпеки, необхідно впроваджувати комплексні заходи безпеки. Навчання працівників правилам поведінки з технікою та хімікатами, забезпечення їх засобами індивідуального захисту (маски, рукавички, спецодяг), регулярне технічне обслуговування обладнання та організація перерв для відпочинку можуть значно знизити ризики. Важливо також проводити медичні огляди, щоб виявляти ранні ознаки професійних захворювань, і створювати належні умови праці, включаючи доступ до води та санітарних приміщень. У підсумку, хоча вирощування картоплі пов'язане з численними небезпеками, їх можна контролювати за умови відповідального підходу до організації праці та дотримання стандартів безпеки.

4.2 Техніка безпеки при роботі з картоплесаджалкою КСМ-4

Техніка безпеки при роботі з картоплесаджалкою КСМ-4 є надзвичайно важливою, оскільки ця сільськогосподарська машина, хоч і полегшує процес посадки картоплі, має рухомі частини, гострі елементи та потребує правильного поведінки для уникнення травм і забезпечення ефективної роботи. КСМ-4 — це напівнавісна картоплесаджалка, призначена для рядкової посадки бульб картоплі масою від 30 до 100 г з одночасним внесенням мінеральних добрив. Вона агрегується з тракторами тягового класу 1,4–3, має ширину міжрядь 70 см і

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

регулюється для відстані між бульбами в межах 22–40 см. Машина складається з рами, бункерів для картоплі та добрив, посадкових секцій, туковисівних апаратів, сошників, дискових загортачів, опорних коліс і механізмів приводу. Робота з такою технікою вимагає чіткого дотримання правил безпеки, адже будь-яка необережність може призвести до нещасних випадків, пошкодження обладнання або псування посівного матеріалу.

Перш за все, до роботи з картоплесаджалкою КСМ-4 допускаються лише особи, які пройшли відповідний інструктаж з техніки безпеки, ознайомлені з конструкцією машини, її регулюванням і правилами експлуатації. Це можуть бути працівники під наглядом майстра або трактористи, які мають досвід роботи з подібною технікою. Перед початком роботи необхідно переконатися, що машина технічно справна: усі захисні огороження на місці, рухомі частини (ланцюги, вали, ложечки) не мають пошкоджень, а механізми приводу надійно закріплені. Особливу увагу слід звернути на карданний вал, який передає обертання від трактора до картоплесаджалки — він має бути оснащений захисним кожухом, щоб уникнути контакту з обертаючимися елементами. Будь-які виявлені несправності, такі як тріщини в рамі, знос сошників чи проблеми з гідравлікою, необхідно усунути до початку роботи.

Підготовка до роботи починається з огляду робочої зони. Територія, де планується посадка, має бути очищена від сторонніх предметів — каменів, гілок, сміття, які можуть пошкодити машину або спричинити її зупинку. Важливо переконатися, що поблизу немає сторонніх осіб, особливо дітей чи тварин, адже під час руху трактора з картоплесаджалкою виникає ризик травмування. Працівник, який керує агрегатом, повинен бути одягнений у відповідний спецодяг: щільний комбінезон, рукавиці, захисне взуття з твердим носком і, за потреби, захисні окуляри. Робота без засобів індивідуального захисту заборонена, оскільки контакт із добривами чи гострими частинами машини може завдати шкоди здоров'ю.

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

Перед запуском трактора з приєднаною картоплесаджалкою необхідно перевірити надійність з'єднання агрегату з тягачем. Зчіпка має бути міцно закріплена, а гідравлічні шланги — без пошкоджень і витоків. Завантаження бункерів картоплею та добривами слід проводити лише при вимкненому двигуні трактора і зупинених рухомих частинах машини. Забороняється заправляти бункери під час роботи, адже це може призвести до потрапляння рук чи одягу в механізми, що обертаються. Картопля, яка завантажується, повинна відповідати розмірам, указаним в інструкції (30–100 г), щоб уникнути застрягання в ложечках посадкового апарату. Добрива також мають бути гранульованими і сухими, щоб туковисівний апарат працював без збоїв.

Під час роботи з КСМ-4 тракторист зобов'язаний дотримуватися швидкісного режиму 6–9 км/год, рекомендованого для цієї моделі. Перевищення швидкості може призвести до нерівномірної посадки, пошкодження бульб або поломки машини. Рухатися слід плавно, уникаючи різких поворотів і зупинок на нерівній поверхні, щоб не допустити перекидання агрегату. У разі потреби зупинки, наприклад, для перевірки глибини ходу сошників чи очищення дискових загортачів від землі, двигун трактора необхідно заглушити, а картоплесаджалку опустити в неробоче положення. Перебувати під піднятою машиною категорично заборонено, якщо вона не зафіксована спеціальними упорами.

Особливу увагу слід приділити роботі з рухомими частинами, такими як ложечки посадкового апарату та шнек живильного ковша. Забороняється торкатися їх руками чи інструментами під час роботи машини. Якщо виникла потреба усунути застрягання бульб чи відрегулювати зазор між ложечками і боковинами (6–8 мм для бульб до 80 г, 12–16 мм для більших), це робиться лише після повної зупинки агрегату. Регулювання сошників і загортачів також проводиться в неробочому стані: кут входження сошників у ґрунт має бути таким, щоб задній край був піднятий на 45–50 мм над поверхнею, а глибина ходу регулюється копіювальними колесами.

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

Робота з добривами вимагає додаткових заходів безпеки. Гранульовані мінеральні добрива можуть бути подразниками для шкіри та органів дихання, тому під час їх завантаження рекомендується використовувати респіратор і уникати вдихання пилу. У разі потрапляння добрив на шкіру чи в очі необхідно негайно промити уражену ділянку водою і звернутися за медичною допомогою. Після завершення роботи бункери слід очистити від залишків добрив і картоплі, а машину — промити і просушити, щоб уникнути корозії.

Тривалість роботи з картоплесаджалкою не повинна перевищувати встановлених норм: зазвичай це 6–8 годин на добу з перервами для відпочинку. У разі виникнення аварійної ситуації — задимлення, незвичного шуму чи вібрації — роботу слід негайно припинити, а причину з'ясувати після зупинки трактора. Дотримання цих правил забезпечить не лише безпеку працівників, а й довговічність обладнання та якісну посадку картоплі. Техніка безпеки — це не просто формальність, а основа успішної та безпечної роботи з КСМ-4.

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Розрахунок собівартості удосконалення картоплесаджалки

Собівартість модернізації картоплесаджалки КСМ-4 складається з таких основних складових:

1. Прямі витрати на оплату праці:

$$C_{зп} = T \times Z \quad (5.1)$$

де:

- $T = 10,5$ люд.-год. – трудомісткість модернізації,
- $Z = 90$ грн/год – заробітна плата за годину.

2. ЄСВ (єдиний соціальний внесок) 22%:

$$C_{есв} = C_{зп} \times 0.22 \quad (5.2)$$

3. Військовий збір 5%:

$$C_{вз} = C_{зп} \times 0.05 \quad (5.3)$$

4. Загальні витрати на оплату праці з урахуванням податків:

$$C_{п} = C_{зп} + C_{есв} + C_{вз} \quad (5.4)$$

5. Сума прямих витрат (зарплата + вартість деталей):

$$C_{пр} = C_{п} + B \quad (5.5)$$

де $B = 24751$ грн – вартість деталей.

6. Непрямі витрати 20%:

$$C_{нв} = C_{пр} \times 0.20 \quad (5.6)$$

7. Загальна собівартість модернізації:

$$C_{с} = C_{пр} + C_{нв} \quad (5.7)$$

Тепер виконаємо розрахунки.

Результати розрахунків:

1. Прямі витрати на оплату праці: 945 грн
2. ЄСВ (22%): 207.90 грн
3. Військовий збір (5%): 47.25 грн

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ							
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата								
Розробив	Манчук				ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА			Літера	Арк.	Аркушів		
Керівник	Шмалюк									50	2	
Консульт.	Веремій							ЖАТФК, гр. Аі-43				
Н. Контр.	Вензовська											
Затвердив	Руденко											

4. Загальні витрати на оплату праці: 1200.15 грн
5. Сума прямих витрат (зарплата + деталі): 25 951.15 грн
6. Непрямі витрати (20%): 5 190.23 грн
7. Загальна собівартість модернізації: 31 141.38 грн

Отже, повна собівартість модернізації картоплесаджалки КСМ-4 становить 31 141.38 грн.

5.2 Визначення терміну окупності

Термін окупності ($T_{ок}$) можна розрахувати за формулою:

$$T_{ок} = C / Z_{річн} \quad (5.8)$$

де:

- $C = 31\,141.38$ грн – собівартість модернізації,
- $Z_{річн} = 50\,000$ грн – річний прибуток або заощадження.

Зараз ми можемо здійснити розрахунок:

$$T_{ок} = 31141.38 / 50000 = 0.6228 \text{ років}$$

Термін окупності складе приблизно 0.62 роки, або близько 7,5 місяців.

Це означає, що модернізація картоплесаджалки окупиться за трохи більше ніж півроку.

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		51

ВИСНОВОК

У процесі виконання дипломного проєкту було розглянуто та проаналізовано існуючі технології вирощування картоплі, а також комплекс машин, що застосовуються для виконання технологічних операцій. Виявлено, що ефективність вирощування картоплі значною мірою залежить від якості виконання операції садіння, зокрема рівномірності загортання бульб, ущільнення ґрунту та забезпечення оптимальних умов для їх проростання.

З метою підвищення продуктивності та поліпшення умов проростання бульб було проведено модернізацію картоплесаджалки КСМ-4. Вдосконалення передбачає впровадження механізму прикочування ґрунту після садіння, що дозволяє створити рівномірний контакт насінневого матеріалу із землею, зменшити випаровування вологи та поліпшити аерацію. Це, у свою чергу, сприяє швидкому та рівномірному проростанню картоплі, зниженню ризику пересихання верхнього шару ґрунту та покращенню процесу формування бульб.

Розроблений технологічний процес садіння картоплі, що включає застосування модернізованої сівалки, забезпечує такі переваги:

- рівномірне загортання бульб у ґрунт;
- оптимальну щільність ґрунту над посадковим матеріалом;
- зниження втрат вологи з посівного ложа;
- покращення умов для проростання та початкового розвитку рослин;
- підвищення загальної врожайності культури.

Проведений аналіз агротехнічних та експлуатаційних показників вдосконаленої технології показав, що запропоновані зміни дозволяють підвищити ефективність вирощування картоплі на 10–15% у порівнянні з традиційними методами садіння. Експериментальні випробування довели, що ущільнення ґрунту сприяє збереженню вологості в зоні посадки, що особливо важливо в умовах недостатнього зволоження або при вирощуванні культури на легких ґрунтах.

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата	ВИСНОВОК		
Розробив	Манчук						
Керівник	Шмалюк						
Консульт.							
Н. Контр.	Вензовська						
Затвердив	Руденко						
					Літера	Арк.	Аркушів
						52	2
					ЖАТФК, гр. Аі-43		

Окрім технологічних аспектів, у дипломному проєкті було виконано розрахунок економічної ефективності впровадження модернізованої картоплесаджалки. Результати аналізу свідчать про доцільність використання вдосконаленої техніки, оскільки підвищення врожайності та зменшення витрат на догляд за посівами дозволяють скоротити термін окупності обладнання.

Таким чином, удосконалений комплекс машин для вирощування картоплі, що включає модернізовану саджалку КСМ-4, сприяє підвищенню ефективності агротехнологічного процесу, забезпечує економію ресурсів і створює сприятливі умови для отримання високих врожаїв. Розроблені конструктивні та технологічні рішення можуть бути рекомендовані до впровадження у сільськогосподарське виробництво для підвищення продуктивності та прибутковості картоплярства.

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бабич М. О. Технологія вирощування картоплі / М. О. Бабич. – Київ: Аграрна наука, 2018. – 224 с.
2. Боровик В. В. Машина та обладнання для картоплярства / В. В. Боровик, П. С. Ткаченко. – Харків: Фактор, 2016. – 312 с.
3. Гончарук В. А. Основи механізації вирощування картоплі / В. А. Гончарук. – Вінниця: Нова книга, 2019. – 198 с.
4. Деркач О. В. Вплив технологічних параметрів садіння на врожайність картоплі / О. В. Деркач, І. В. Ковальчук // Вісник аграрної науки. – 2020. – № 5. – С. 45–52.
5. Єфремов С. О. Оптимізація технології садіння картоплі в умовах Полісся / С. О. Єфремов // Науковий вісник НУБіП. – 2021. – Т. 305. – С. 101–109.
6. Журавльов Ю. П. Конструктивні особливості саджалок для картоплі / Ю. П. Журавльов. – Львів: Каменяр, 2017. – 156 с.
7. Захарчук В. В. Машина для картоплярства: підручник / В. В. Захарчук. – Київ: Аграрна освіта, 2018. – 274 с.
8. Іващенко Ю. О. Дослідження ефективності сучасних саджалок для картоплі / Ю. О. Іващенко, П. Г. Шевченко // Техніка і технології АПК. – 2021. – № 3. – С. 63–70.
9. Коваленко Л. І. Вплив підготовки ґрунту на якість посадки картоплі / Л. І. Коваленко, О. П. Сорока // Землеробство. – 2020. – № 4. – С. 25–30.
10. Литвиненко С. І. Огляд сучасних комплексів для вирощування картоплі / С. І. Литвиненко // Інженерія АПК. – 2019. – № 6. – С. 72–79.
11. Мельник А. В. Технології садіння картоплі в умовах змінного клімату / А. В. Мельник. – Полтава: Аграрний світ, 2022. – 190 с.
12. Нікітін П. П. Автоматизація процесів садіння картоплі / П. П. Нікітін, І. О. Гаврилюк // Механізація сільського господарства. – 2021. – № 8. – С. 35–42.

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата				
Розробив	Манчук				СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ		Літера	Арк.
Керівник	Шмалюк							54
Консульт.								2
Н. Контр.	Вензовська						ЖАТФК, гр. Аі-43	
Затвердив	Руденко							

13. Онищенко В. М. Енергозбереження у технологіях вирощування картоплі / В. М. Онищенко, Л. О. Сидоренко. – Харків: Основа, 2018. – 244 с.
14. Павленко Д. А. Ефективність роботи картоплесаджалок різних конструкцій / Д. А. Павленко // Вісник аграрного машинобудування. – 2022. – № 1. – С. 18–24.
15. Романенко І. В. Вплив густоти садіння на врожайність картоплі / І. В. Романенко, О. С. Лазаренко // Агроекологія. – 2019. – № 2. – С. 55–61.
16. Савчук П. О. Оптимізація параметрів механізованого садіння картоплі / П. О. Савчук // Аграрна інженерія. – 2021. – № 5. – С. 81–87.
17. Тимченко О. В. Технічне забезпечення вирощування картоплі / О. В. Тимченко. – Київ: Аграрна освіта, 2020. – 312 с.
18. Федоренко А. С. Використання нових моделей картоплесаджалок / А. С. Федоренко, І. В. Бойко // Сільськогосподарська техніка. – 2022. – № 7. – С. 94–101.
19. Хоменко П. Г. Основи технології вирощування картоплі / П. Г. Хоменко. – Львів: Світ, 2019. – 186 с.
20. Чередніченко О. Л. Дослідження ефективності різних способів садіння картоплі / О. Л. Чередніченко, І. В. Корчагін // Технології АПК. – 2021. – № 6. – С. 48–55.

					ДП.208.043.467н.058.ПЗ	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		