

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Пояснювальна записка
до дипломного проєкту
ступеня вищої освіти «Бакалавр»
на тему:

**Удосконалення технології садіння картоплі і конструкції
картоплесадильної машини**

Виконав: студент 5 курсу, групи АІз-1-21
за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Москаленко Нікіта Сергійович

Керівник: _____ Теслюк Геннадій Володимирович

Рецензент: _____ -

Дніпро, 2026

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**
Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин
Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»
Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ
В.о. завідувача кафедри
ТСГМ
(назва кафедри)
ДОЦЕНТ
(вчене звання)
Теслюк Г.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)
« ____ » _____ 2026р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**

Москаленку Никіті Сергійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Удосконалення технології садіння картоплі і конструкції картоплесадильної машини

керівник роботи Теслюк Геннадій Володимирович канд. техн. наук, доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від
« 01 » ____ 05 ____ 2026 року № 874

2. Строк подання студентом роботи 29.05.2026

3. Вихідні дані до проекту Аналіз діяльності господарства. Дослідження сучасного комплексу машин для вирощування картоплі. Аналіз інформаційних джерел, наукових праць і сучасних розробок за обраною темою.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1.Характеристика підприємства. 2. Огляд комплексу машин для вирощування картоплі. 3.Обґрунтування запропонованої конструкції машини. 4.Охорона праці та захист в навколишнього середовища.6.Техніко-економічна оцінка. Висновки та пропозиції. Література.

5. Перелік графічного матеріалу

1. Агляд конструкцій машин. (А1). 2. Загальний вид картоплесажалки (А1).
3. Кронштейн насоса (А1), 4. Деталювання А1). 5. Економіка (А1).

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	Теслюк Г.В., зав. кафедри		
Нормоконтроль	Золотовська О.В., доцент		

7. Дата видачі завдання: 12.02.2026 р. _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз господарства	до 15.03.2026	
2	Огляд конструкцій машин	до 08.04.2026	
3	Обґрунтування машини	до 15.04.2026	
4	Охорона праці	до 25.04.2026	
5	Економічний	до 05.05.2026	
6	Графічна частина	до 19.05.2026	

Студент

_____ Москаленко Н.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ Теслюк Г.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

[illegible]

РЕФЕРАТ

Москаленко Н.С. Удосконалення технології садіння картоплі і конструкції картоплесадильної машини / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2026.

Дипломний проєкт присвячений підвищенню ефективності механізованого збирання зернових культур шляхом удосконалення процесу очищення зерна. У роботі проведено детальний аналіз сучасних конструкцій зерноочисних систем, виявлено їхні переваги та недоліки, а також визначено напрями для подальшого вдосконалення.

На основі виконаного аналізу запропоновано нову конструкцію очисного пристрою, яка спрямована на підвищення якості очищення зерна від домішок, зменшення втрат та покращення загальної продуктивності машини. Розроблена конструкція відрізняється раціональнішим використанням повітряного потоку та оптимізацією роботи решітного стану, що дозволяє досягти кращих показників сепарації.

У проєкті виконано необхідні інженерні розрахунки, зокрема конструктивні, технологічні та експлуатаційні, що підтверджують працездатність і надійність запропонованого технічного рішення. Окрему увагу приділено аналізу умов праці обслуговуючого персоналу, зниження трудомісткості технічного обслуговування та підвищення ергономічності машини.

Проведений техніко-економічний аналіз показав, що впровадження модернізованої конструкції є доцільним та економічно вигідним.

Ключові слова: шнековий пристрій, зернозбиральний комбайн, зернові культури, солома, полова.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ФОП «СТЕПАНОВ С.І.».....	10
1.1. Згальні відомості про діяльність підприємця	10
1.2. Технологія вирощування картоплі в господарстві	11
РОЗДІЛ 2. КОМПЛЕКС МАШИН ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ.....	13
2.1. Огляд машин для вирощування картоплі	13
2.2. Способи нанесення захисно-стимулюючих препаратів та технічні засоби для протруювання посадкової картоплі	23
2.3. Аналіз існуючих розпилювачів	30
Висновок по розділу.....	33
РОЗДІЛ 3. ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ МОДЕРНІЗОВАНОЇ КАРТОПЛЕСАЖАЛКИ	35
3.1. Обґрунтування модернізованої картоплесажалки та її робочий процес	35
3.2. Обґрунтування вибору розпилювача та розрахунок витрати робочої рідини.....	38
3.3. Обґрунтування розміщення та кута нахилу розпилювача	40
3.4. Розрахунок трубопроводів гідролінії запропонованої картоплесаджальної машини	43
3.5. Розрахунок насоса для системи протруювання	47
Висновки по розділу	53

4. ОРГАНІЗАЦІЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	53
4.1. Вимоги безпеки праці під садіння картоплі з нанесенням робочого розчину	53
4.2. Захист навколишнього середовища під час садіння картоплі	55
Висновки по розділу	56
РОЗДІЛ 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА УДОСКОНАЛЕНОЇ КАРТОПЛЕСАДИЛЬНОЇ МАШИНИ	58
Висновок по розділу.....	60
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	61
ЛІТЕРАТУРА	63
ДОДАТКИ	66

ВСТУП

Рослинництво є однією з ключових галузей сільського господарства, що забезпечує населення основною частиною продуктів харчування. Саме за рахунок продукції рослинного походження людина отримує більшість енергії, вітамінів і поживних речовин. Крім того, рослинні рештки відіграють важливу роль у формуванні та підтриманні родючості ґрунтів.

Як наука, рослинництво вивчає закономірності росту і розвитку сільськогосподарських культур, а також розробляє ефективні технології їх вирощування. Основними завданнями є підвищення врожайності, покращення якості продукції та зниження витрат праці й ресурсів. Досягнення цих цілей базується на врахуванні біологічних особливостей рослин і правильному застосуванні комплексу агротехнічних заходів.

Сучасна технологія вирощування сільськогосподарських культур включає підбір високопродуктивних сортів, дотримання сівозміни, раціональний обробіток ґрунту, внесення добрив, захист рослин від шкідників, хвороб і бур'янів, використання сучасної техніки, а також оптимальні строки, способи і норми висіву та збирання врожаю [1,4].

Важливе місце в структурі рослинництва займає картоплярство. Картопля є універсальною культурою, яка використовується як продовольча, кормова і технічна сировина. Вона має високу поживну цінність, містить значну кількість вуглеводів, білків і вітамінів. Разом з тим вирощування картоплі належить до інтенсивних процесів і потребує значних матеріальних і трудових витрат, що зумовлює необхідність впровадження сучасних технологій і підвищення рівня механізації.

Метою даного дипломного проєкту є розробка та обґрунтування обладнання для хімічної обробки посадкового матеріалу і дна борозни при

садінні картоплі на базі сучасної картоплесаджалки. Основними завданнями є підвищення врожайності культури, зниження витрат на виробництво продукції та покращення її якісних властивостей.

Одним із важливих елементів інтенсивної технології вирощування картоплі є протруювання насіннєвого матеріалу. Обробка бульб фунгіцидами дозволяє зменшити ураження рослин такими хворобами, як ризоктоніоз, фузаріоз, фітофтороз та іншими. Використання інсектицидів спрямоване на захист від ґрунтових шкідників, зокрема дрітників, які можуть спричиняти значні втрати врожаю [5].

Найбільш ефективним способом є обробка методом розпилення, що забезпечує рівномірне покриття бульб і високу ефективність дії препаратів. Проведення обробки безпосередньо в процесі садіння дозволяє підвищити безпеку та уникнути потрапляння протруєного матеріалу в харчовий ланцюг.

У сучасних умовах відсутність або недостатнє застосування протруювання призводить до значних втрат врожайності, які можуть досягати 20% і більше. Тому впровадження передпосадкової обробки насіннєвого матеріалу є важливим резервом підвищення ефективності виробництва картоплі та покращення її якості.

1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ФОП «СТЕПАНОВ С.І.»

1.1. Згальні відомості про діяльність підприємця

Фізична особа-підприємець ФОП «СТЕПАНОВ С.І.» здійснює господарську діяльність на території село Преображенка Кам'янського району Дніпропетровської області. Підприємство зареєстроване 2 березня 2005 року та має багаторічний досвід роботи у сфері аграрного виробництва і супутніх видів діяльності.

Головним напрямом діяльності господарства є рослинництво, зокрема вирощування зернових культур, бобових і насіння олійних культур (КВЕД 01.11). Водночас важливе місце в структурі виробництва займає вирощування картоплі як однієї з провідних продовольчих культур. Картопля у господарстві вирощується з урахуванням сучасних агротехнологічних вимог, включаючи дотримання сівоzmіни, застосування мінеральних добрив, використання якісного посадкового матеріалу та впровадження ефективних систем захисту рослин. Це дозволяє забезпечувати стабільну врожайність і належну якість продукції.

Додатково підприємство здійснює допоміжну діяльність у рослинництві (КВЕД 01.61), що включає підготовку ґрунту, обробіток посівів, внесення добрив і засобів захисту рослин, а також збирання врожаю. Наявність таких видів діяльності свідчить про комплексний підхід до організації виробничого процесу.

Окрім аграрного напрямку, ФОП «СТЕПАНОВ С.І.» займається роздрібною торгівлею в неспеціалізованих магазинах (КВЕД 47.11, 47.19), де реалізуються продовольчі товари, напої та інша продукція, що дозволяє частково забезпечувати збут власно вирощеної продукції, зокрема картоплі. Також підприємство надає послуги з вантажного автомобільного транспорту

(КВЕД 49.41), що сприяє ефективній логістиці та транспортуванню сільськогосподарської продукції.

Таким чином, діяльність господарства має диверсифікований характер, однак ключовим напрямом залишається аграрне виробництво з акцентом на вирощуванні картоплі, що забезпечує продовольчу значущість підприємства та його стабільне функціонування в умовах сучасного ринку.

1.2. Технологія вирощування картоплі в господарстві

Важливим етапом є вибір сорту, адже від цього залежить урожайність, стійкість до хвороб і смакові якості. В Україні поширені ранні сорти (наприклад, Рів'єра, Імпала, Беллароза), середньоранні (Слов'янка, Розара, Адретта) та пізні (Зарево, Темп). Ранні сорти дають швидкий урожай, але гірше зберігаються, тоді як пізні - більш придатні для тривалого зберігання.

Дотримання сівозміни є однією з основних передумов успішного вирощування картоплі. Розміщувати цю культуру на тому самому полі доцільно не частіше одного разу за 3-4 роки, оскільки це сприяє зменшенню накопичення хвороб, шкідників і виснаження ґрунту. Найбільш придатними попередниками для картоплі вважаються зернові, кукурудза та зернобобові культури. Ґрунти повинні бути легкими або середніми за механічним складом, добре аерованими.

Система удобрення передбачає внесення органічних (гній, компост) і мінеральних добрив. Орієнтовні норми складають: азот - 60-120 кг/га, фосфор - 60-90 кг/га, калій - 90-150 кг/га. Калій особливо важливий для формування бульб і підвищення їх лежкості.

Перед посадкою бульби калібрують, пророщують і протруюють спеціальними препаратами, такими як Престиж або Максим, що забезпечує захист від ґрунтових шкідників і хвороб на початкових етапах розвитку. Садіння проводять за температури ґрунту 8-10 °С.

Догляд за посівами включає розпушування міжрядь, підгортання (зазвичай 1-2 рази), боротьбу з бур'янами та підтримання оптимальної вологості. У посушливих регіонах застосовують зрошення, особливо в період бульбоутворення.

Захист рослин є одним із найважливіших елементів технології. Основними шкідниками є колорадський жук, дротяники та попелиці. Для боротьби з ними використовують інсектициди, такі як Актара, Конфідор або Кораген. Проти дротяників застосовують ґрунтові інсектициди та агротехнічні заходи.

Серед хвороб найбільш поширені фітофтороз, альтернаріоз і ризоктоніоз. Для їх контролю використовують фунгіциди, зокрема Ридоміл Голд, Квадріс та Ширлан. Обробки проводять профілактично або при перших ознаках захворювань.

Збирання врожаю здійснюють після повного досягання бульб. За 1-2 тижні до збирання часто проводять десикацію або скошування бадилля для покращення якості врожаю. Після збору картоплю сортують, просушують і закладають на зберігання при 2-3 °C і вологості 80-90%.

Окрім цього, сучасна технологія передбачає використання якісної техніки, точного землеробства, систем краплинного зрошення та моніторингу стану посівів. Усе це дозволяє підвищити врожайність, зменшити витрати та отримати конкурентоспроможну продукцію.

РОЗДІЛ 2. КОМПЛЕКС МАШИН ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ

2.1. Огляд машин для вирощування картоплі

Технологія вирощування картоплі являє собою сукупність взаємопов'язаних агротехнічних заходів, спрямованих на отримання високого врожаю з належними якісними показниками. Вона охоплює підготовку ґрунту, підготовку садивного матеріалу, посадку, догляд за посівами, захист рослин та збирання врожаю із застосуванням сучасних технічних засобів.

Підготовка ґрунту є одним із визначальних етапів технології. Для цього використовуються трактори загального призначення (наприклад, МТЗ-82, John Deere 6В, Case IH Farmall) у агрегаті з плугами (ПЛН-3-35, Lemken Opal), дисковими боронами (БДТ-7, Rubin) та культиваторами (КПС-4, Kompaktor). Основний обробіток включає оранку на глибину 20-30 см, а передпосадкову - культивацію та боронування для формування дрібногрудкуватої структури ґрунту можуть використовувати фрезерні культиватори (рис.2.1.).



Рис.2.1. Культиватор фрезерного типу з горизонтальним розміщенням робочих органів для суцільного обробітку ґрунту - KUNH HRB-303

Культиватор фрезерного типу з горизонтальним розміщенням робочих органів KUNH HRB-302 призначений для суцільного обробітку ґрунту та якісної підготовки посівного ложа. Дана машина належить до активних ґрунтообробних знарядь і працює від валу відбору потужності трактора.

Основним робочим органом культиватора є горизонтальний ротор із закріпленими ножами (зубцями), які обертаються та інтенсивно подрібнюють ґрунт, рослинні рештки і грудки. Завдяки цьому забезпечується рівномірна структура ґрунту, що є важливим для якісного висіву сільськогосподарських культур.

Робоча ширина агрегату становить близько 3 метрів, що дозволяє ефективно обробляти значні площі за короткий час. Культиватор агрегується з тракторами середньої та високої потужності і характеризується високою продуктивністю.

Конструкція машини включає редуктор, систему передачі крутного моменту, ротори з ножами, раму та прикочувальний коток. Коток, розташований позаду робочих органів, вирівнює поверхню поля та ущільнює верхній шар ґрунту, що сприяє кращому контакту насіння з ґрунтом і збереженню вологи [7,19].

Перевагою культиватора KUHN HRB-302 є висока якість обробітку, здатність працювати на різних типах ґрунтів, а також ефективне подрібнення пожнивних решток. Крім того, машина забезпечує мінімальну кількість проходів по полю, що зменшує ущільнення ґрунту та витрати палива.

Для підготовки посадкового матеріалу застосовуються спеціальні сортувальні та протруювальні машини, зокрема картоплесортувальні пункти КСП-15Б або обладнання фірм Grimme та AVR. Протруювання бульб здійснюється за допомогою протруювачів (ПС-10, ПК-20), що забезпечує захист від хвороб і шкідників.

Посадка картоплі виконується картоплесаджалками, які забезпечують рівномірне розміщення бульб і формування гребенів. Найпоширенішими є саджалки типу КСМ-4, CRAMER -4, а також сучасні імпорتنі машини Grimme GL, AVR Ceres. Вони агрегатуються з тракторами і дозволяють одночасно вносити мінеральні добрива.

Напівнавісна чотирирядна картоплесаджалка CRAMER (рис.2.2.), призначена для рядкової висадки непророщених бульб картоплі. Завантаження посадкового матеріалу здійснюється безпосередньо з універсальних самоскидів або причепів, які використовуються в сільському господарстві, без потреби їх додаткового переобладнання.



Рис.2.2. Напівнавісна чотирирядна картоплесаджалка CRAMER

Машина оснащена висаджувальним апаратом чашково-елеваторного типу, який забезпечує рівномірну та точну подачу бульб у ґрунт. Така конструкція дозволяє мінімізувати пошкодження посадкового матеріалу та сприяє збереженню його якості під час висаджування. Технічна характеристика наведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1.

Технічна характеристика картоплесаджалки CRAMER

Показник	Значення
Тип машини	напівнавісна
Кількість рядків	4
Ширина міжрядь, мм	700-750
Робоча ширина захвату, м	2,8-3,0
Тип висаджувального апарата	чашково-елеваторний
Місткість бункера, т	2,0-3,0
Глибина посадки, см	6-12
Норма висадки, т/га	2,5-4,0
Робоча швидкість, км/год	4-8

Продуктивність, га/год	1,2-2,0
Потужність трактора, к.с.	80-120
Обслуговуючий персонал, осіб	1-2

Завдяки своїм конструктивним особливостям картоплесаджалка забезпечує стабільну глибину загортання бульб і рівномірність їх розміщення в рядках, що позитивно впливає на формування сходів і подальшу врожайність культури.

Догляд за посівами передбачає механічний і хімічний обробіток. Для міжрядного обробітку використовують культиватори (КОН-2,8, КРН-4,2), які виконують розпушування ґрунту та знищення бур'янів. Підгортання здійснюється підгортальниками або універсальними культиваторами. Для внесення добрив застосовують розкидачі мінеральних добрив (РУМ-5, Amazone ZA-M) та органічних (ПРТ-10).

Через 10-12 днів після посадки проводять культивацію міжрядь з одночасним формуванням об'ємних гребенів над бульбами (рис.2.3.) При цьому знищуються бур'яни та руйнуються грудки ґрунту.



Рис. 2.3. Вертикально-фрезерного культиватор гребнеутворювач BASELIER FK-310

Захист рослин здійснюється обприскувачами - як навісними, так і причіпними (ОП-2000, ОПШ-15, Amazone UX, Hardi Navigator). Вони забезпечують ефективне внесення гербіцидів, фунгіцидів та інсектицидів, що дозволяє контролювати бур'яни, хвороби та шкідників, зокрема колорадського жука.

Такі обприскувачі відзначаються зручністю у використанні та надійністю в роботі. Вони комплектуються набором різних форсунок, що дає змогу регулювати норму внесення препаратів залежно від умов обробки та вимог технології. На рис.2.4 представлений загальний вид оприскувача ОП-2000 [7,9].



Рис.2.4. Конструктивний загальний вигляд обприскувача ОП-2000.

Обприскувач ОП-2000 є причіпною машиною, призначеною для внесення засобів захисту рослин (гербіцидів, фунгіцидів, інсектицидів), а також рідких мінеральних добрив шляхом дрібнодисперсного розпилення робочого розчину.

До основних особливостей обприскувача ОП-2000 належить насамперед велика місткість бака, яка становить близько 2000 літрів і забезпечує тривалу безперервну роботу без частих зупинок для заправки. Важливою перевагою є також широкозахватна штанга довжиною приблизно 18-21 метр, що дає змогу обробляти значні площі за один прохід і суттєво підвищує продуктивність агрегату. Обприскувач забезпечує рівномірне внесення робочого розчину завдяки ефективній системі форсунок і підтриманню стабільного тиску в гідросистемі.

Крім того, передбачена можливість регулювання норми внесення робочої рідини залежно від швидкості руху, типу форсунок і рівня тиску, що дозволяє адаптувати роботу до конкретних умов. Наявність гідромішалки сприяє постійній однорідності розчину в баку, а надійна насосна установка, зазвичай мембранно-поршневого типу, створює необхідний тиск для якісного

розпилення. Система фільтрації запобігає засміченню форсунок і підвищує довговічність обладнання.

Обприскувач також відзначається зручністю транспортування та простотою агрегування з тракторами класу 1,4-2,0. Завдяки своїй універсальності він може ефективно використовуватися для обробки різних сільськогосподарських культур, зокрема зернових і просапних. Крім того, обприскувач може комплектуватися різними типами форсунок (щілинні, інжекторні тощо), що дозволяє адаптувати його до різних умов обробки та типів препаратів.

З метою якісної підготовки посівів картоплі до механізованого збирання, а також для прискорення досягання і зміцнення шкірки бульб, приблизно за 10-11 діб до початку збирання проводять знищення бадилля. Цю операцію виконують механічним способом або за допомогою хімічних препаратів-десикантів.

Особливістю даного бадиллявидавлювача (рис. 2.5.) є можливість його агрегування як спереду трактора, так і позаду, що підвищує зручність використання та універсальність машини.



Рис. 2.5. Машина для видалення бадилля FORIGO FTP 4X75

Машина FORIGO FTP 4X75 призначена для механічного видалення бадилля картоплі перед збиранням урожаю. Її застосування сприяє покращенню умов роботи картоплезбиральної техніки, зменшенню засміченості вороху та забезпеченню дозрівання шкірки бульб.

Конструктивно машина являє собою багаторядний агрегат, оснащений роторними робочими органами з ножами, які обертаються з високою швидкістю та зрізають бадилля над поверхнею ґрунту. Робоча ширина захвату формується відповідно до кількості рядків (4 ряди по 75 см), що дозволяє ефективно обробляти значні площі за один прохід.

Агрегат може встановлюватися як у передній, так і в задній навісці трактора, що підвищує його універсальність і зручність у роботі. При фронтальному розміщенні оператор має кращий огляд процесу, а при задньому - можливе поєднання з іншими операціями.

До основних переваг машини належать:

- ефективне та рівномірне зрізання бадилля;
- зменшення втрат при збиранні картоплі;
- покращення якості очищення бульб;
- можливість роботи на різних типах ґрунтів;
- висока продуктивність і надійність конструкції.

Крім того, машина може працювати як у режимі подрібнення бадилля з його розподілом по полю, так і в поєднанні з хімічною десикацією.

Збирання картоплі є найбільш трудомістким процесом і виконується спеціалізованими машинами. Використовуються картоплекопачі (КТН-2В) та картоплезбиральні комбайни (ККУ-2А, Grimme SE, AVR Spirit). Сучасні комбайни забезпечують викопування, очищення бульб від ґрунту та рослинних решток, транспортування та завантаження в транспортні засоби.

Тракторний навісний дворядний картоплекопач КТН-2ВМ (рис. 2.6.) оснащений активним бітером і елеватором на гумових ремнях типу GRIMME та призначений для викопування картоплі, часткового відділення бульб від ґрунтової маси та їх викладання на поверхню поля для наступного збирання.

У конструкції машини передбачено трикутний бітер, який відіграє важливу роль у процесі підготовки ґрунтового пласта до сепарації. Під час роботи бітер інтенсивно подрібнює ґрунт завдяки різниці між поступальною швидкістю руху агрегату та швидкістю обертання самого бітера. Це сприяє кращому руйнуванню грудок, полегшує роботу елеваторів і значно підвищує ефективність відділення бульб від ґрунту.



Рис.2.6. Навісний дворядний картоплекопач КТН-2ВМ

Завдяки використанню елеватора на гумових ремнях забезпечується більш дбайливе транспортування картоплі, що зменшує її пошкодження під час викопування. У результаті підвищується якість зібраного врожаю та зменшуються втрати.

Таким чином, картоплекопач КТН-2ВМ є ефективною машиною для механізованого збирання картоплі, яка поєднує високу продуктивність, надійність і якісне очищення бульб від ґрунту.

Транспортування врожаю здійснюється за допомогою тракторних причепів (2ПТС-4, 2ПТС-6) або автомобілів. Для післязбиральної доробки застосовуються сортувальні лінії та картоплесховища з активною вентиляцією.

На сьогодні в господарстві передпосадкове протруювання насіннєвої картоплі не проводять, унаслідок чого можливе зниження врожайності до 20 %. За несприятливих погодних умов рівень ураження картоплі хворобами в період проростання та формування сходів може сягати 50 %. Це, своєю чергою, зумовлює необхідність додаткових витрат на проведення заходів захисту рослин.

Боротьба з ґрунтовими шкідниками є недостатньо ефективною, тому на окремих полях ураження бульб дрітцями може сягати 60%, що становить приблизно 10-25% від загальної маси врожаю. У зв'язку з цим виникає необхідність удосконалення технології вирощування картоплі, зокрема впровадження передпосадкового протруювання та обробки насіннєвого матеріалу перед закладанням на зберігання, що дозволить зменшити втрати і витрати на виробництво [14].

Аналіз існуючих технологій показує, що протруювання насіннєвого матеріалу може виконуватися як у стаціонарних умовах, так і безпосередньо під час посадки за допомогою спеціального обладнання, встановленого на картоплесаджалках. Протруювання в сошниках має певні переваги, зокрема забезпечує обробку не лише бульб, а й насіннєвого ложа, що дозволяє ефективніше боротися з ґрунтовими шкідниками.

Разом з тим, цей спосіб має і суттєві недоліки. До них належать додаткові витрати на транспортування хімічних препаратів і води, витрати часу на приготування робочого розчину та заправку обладнання. Крім того, з технологічної точки зору важливо, щоб поверхня картоплі, оброблена препаратом, становила не менше 84-90%, що не завжди досягається при такому способі протруювання.

2.2. Способи нанесення захисно-стимулюючих препаратів та технічні засоби для протруювання посадкової картоплі

ля обробки насіннєвої картоплі використовують різні методи нанесення захисно-стимулюючих речовин на поверхню бульб. До основних із них належать занурення бульб у робочий розчин, обприскування рідкими препаратами, а також нанесення засобів у піноподібному вигляді, а також обпудрювання порошкоподібними речовинами.

Метод занурення є одним із найпростіших і найбільш надійних з точки зору організації технологічного процесу. Він забезпечує рівномірне покриття поверхні бульб препаратом. Разом із перевагами даний спосіб має і певні суттєві недоліки. Насамперед його застосування потребує попереднього миття бульб, унаслідок чого утворюється значна кількість забрудненого осаду, обсяг якого може досягати 2 % від маси оброблюваного матеріалу. Особливістю цього осаду є наявність у ньому залишків пестицидів. Такий осад потребує регулярного видалення (3-4 рази за зміну), обов'язкового знешкодження та подальшого захоронення відповідно до санітарних норм.

Крім того, після обробки бульби надмірно звожуються, тому їх необхідно додатково просушувати. У разі відсутності сушіння висаджувальні апарати картоплесаджалок можуть працювати з пропусками, кількість яких може досягати 30%. Тому даний спосіб доцільно застосовувати завчасно, щоб забезпечити висихання бульб перед посадкою.

Ще одним недоліком є підвищена витрата робочого розчину, що пов'язано з винесенням рідини з ванни транспортуючими механізмами та надмірним змочуванням поверхні бульб.

Отримати таку саму результативність обробки, як і при зануренні бульб, але при менших витратах робочого розчину, можливо шляхом застосування обприскування. Тоді важливу роль відіграє розмір крапель: чим вони дрібніші, тим менша витрата препарату. Зменшення діаметра крапель призводить до збільшення площі покриття тією ж кількістю речовини, тому дрібнодисперсне розпилення забезпечує значну економію препаратів.

Високої якості обробки насіннєвих бульб при мінімальних витратах захисно-стимулюючих засобів можна досягти також при нанесенні їх у вигляді

піни. Такий спосіб дозволяє рівномірно покривати поверхню бульб, спрощує конструкцію обладнання та забезпечує дотримання санітарно-гігієнічних вимог. Крім того, відпадає потреба у герметизації машини та подальшому сушінні бульб після обробки.

Метод обпудрювання бульб порошкоподібними препаратами на практиці використовується рідко. Це пов'язано з низькою ефективністю обробки, нерівномірним покриттям поверхні та недотриманням санітарно-гігієнічних вимог. З огляду на зазначені недоліки, на сучасному етапі цей спосіб застосовують досить рідко, лише за окремих умов.

Обробку насіннєвої картоплі протруйниками можна здійснювати як у процесі садіння із застосуванням спеціальних пристроїв, змонтованих на картоплесаджалках, так і окремо в стаціонарних умовах - на механізованих пунктах сортування картоплі або за допомогою пересувних установок.

Понесені витрати з проведення протруювання є економічно виправданими за умови застосування повної рекомендованої норми препарату. Водночас слід зазначити, що при обробці бульб у стаціонарних умовах витрата робочого розчину, як правило, є меншою, що підвищує економічність процесу.

Протруювання насіннєвого матеріалу спрямоване на захист рослин від хвороб, джерело інфекції яких передається разом із насінням. Якісне та обов'язкове проведення протруювання дозволяє зменшити кількість подальших обробок посівів пестицидами, а отже - знизити рівень забруднення ґрунтів.

У господарстві планується впровадження протруювання насіннєвої картоплі та обробка дна борозни із застосуванням сучасного препарату «CALYPSO» або «Максим КС». Даний препарат є інсектицидом кишково-контактної дії та призначений для захисту широкого спектра сільськогосподарських культур від шкідників. Зокрема, він ефективний проти колорадського жука та дротяника на картоплі, а також використовується для захисту зернових, овочевих і плодових культур.

Зазначений препарат може застосовуватися як під час вегетації культури шляхом обприскування, так і способом внесення в ґрунт. За ґрунтового використання він характеризується системною дією, оскільки проникає в рослинні тканини та створює пролонгований захисний ефект. Препарати «CALYPSO» і «Максим КС» сумісні з більшістю засобів захисту рослин, зокрема інсектицидами, гербіцидами та фунгіцидами, проте перед їх спільним застосуванням необхідно проводити попередню перевірку на хімічну сумісність.

Тривалість захисної дії залежить від способу застосування і становить 14-27 днів при обприскуванні та 40-58 днів при внесенні препарату в ґрунт. Уже через пів години після обробки шкідники втрачають здатність житися, а повна їх загибель, як правило, відбувається протягом однієї доби. За умови правильного застосування відповідно до рекомендацій виробника препарат не викликає резистентності у шкідників і не чинить фітотоксичної дії на рослини [16].

Гумотокс-С є спеціалізованою машиною, призначеною для протруювання насіннєвої картоплі. Конструкція агрегату (рис. 2.7) включає бункер-накопичувач, дно якого виконує функцію завантажувального транспортера 1, камеру протруювання (аерозольну камеру) 2, розпилювач 3, валковий механізм 4, вивантажувальний транспортер 5, резервуар для робочого розчину 6, насос 7 та гідрокомунікації 8. Усі робочі вузли змонтовані на мобільній платформі 9, яка оснащена двовісним колісним шасі.

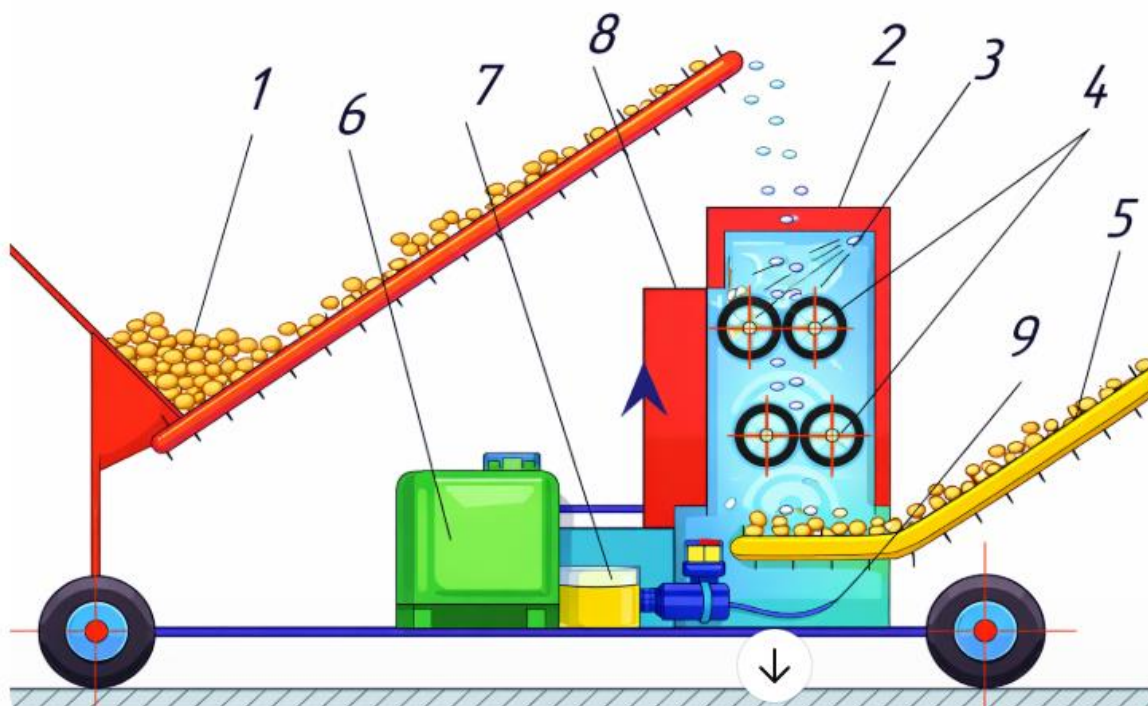


Рис. 2.7. Схематичне зображення протруювача бульб «Гумотокс-С»

Такий протруювач являє собою конструкцію у вигляді рами, на якій встановлені розпилювачі, розміщені над вивантажувальним транспортером-подавачем. Під час переміщення бульб транспортером відбувається їх обробка робочим розчином.

До основних особливостей даної машини належать:

1. Аерозольний спосіб обробки, що забезпечує рівномірне покриття бульб препаратом при мінімальних витратах робочого розчину;
2. Наявність камери протруювання, в якій створюється замкнений простір для ефективного нанесення препарату;
3. Система транспортерів, що забезпечує безперервне переміщення бульб через зону обробки;
4. Робочі валики, які обертають бульби під час обробки, що сприяє рівномірному покриттю всієї поверхні;
5. Мобільна конструкція, виконана на колісному шасі, що дозволяє легко переміщати машину по території господарства;

6. Автономна система подачі препарату, яка включає бак, насос та гідрокомунікації;

7. Можливість роботи у складі технологічної лінії (разом із сортувальними пунктами, транспортерами та завантажувачами);

8. Висока продуктивність (до 8-10 т/год), що забезпечує ефективну обробку значних обсягів посадкового матеріалу;

9. Економне використання препарату (2-5 л/т), що знижує витрати на протруювання.

Продуктивність машини становить приблизно 8-10 т за годину основного часу при витраті робочого розчину 2-5 л на 1 т бульб. Машина може працювати в єдиному технологічному комплексі з картоплесортувальним пунктом КСП-15Б, транспортними засобами СТХ-30, завантажувачем ТЗК-30 та перебірним столом. Крім того, її можна залучати для проведення осінньої обробки, створюючи технологічну лінію на основі приймального бункера ПБ-15 разом із протруювачем.

Таким чином, машина Гумотокс-С забезпечує ефективне та рівномірне нанесення препаратів на поверхню бульб і може інтегруватися в існуючі технологічні лінії обробки картоплі.

Камерний протруювач ПК-20 (рис.2.8.) призначений для обробки насіннєвого матеріалу (зернових культур, бобових, а також може застосовуватись для бульбоплодів) захисно-стимулюючими препаратами з метою зниження ураження хворобами та шкідниками і підвищення польової схожості.

Протруювач належить до машин камерного типу, в яких обробка матеріалу відбувається у замкненому робочому просторі. Це забезпечує рівномірне нанесення препарату на поверхню насіння та зменшує втрати робочої рідини.



Рис.2.8 Протруювач камерний ПК-20

Робочий процес відбувається наступним чином. Насіннєвий матеріал подається в приймальний бункер, звідки дозовано надходить у камеру протруювання. Одночасно насос подає робочий розчин до розпилювачів.

У камері відбувається інтенсивне перемішування матеріалу разом із нанесенням препарату. Після завершення обробки насіння або бульби вивантажуються через випускний пристрій і направляються для подальшого використання або зберігання.

Технічна характеристика протруювача наведена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Технічна характеристика протруювача

Показник	Значення
Тип машини	камерний протруювач
Продуктивність, т/год	до 20
Місткість бака, л	200-300
Витрата робочого розчину, л/т	5-10
Потужність приводу, кВт	3-5
Тип розпилення	дрібнодисперсне

Камерний протруювач ПК-20 є ефективним засобом для якісної передпосівної обробки насіннєвого матеріалу. Його використання забезпечує надійний захист рослин на початкових етапах розвитку, зменшує витрати на подальший захист і підвищує врожайність культур.

2.3. Аналіз існуючих розпилювачів

Розпилювачі є одним із ключових елементів систем обприскування та протруювання, від яких значною мірою залежить якість внесення робочої рідини, рівномірність покриття об'єкта обробки та ефективність дії препарату. У сучасних сільськогосподарських машинах застосовуються різні типи розпилювачів, що відрізняються за конструкцією, принципом роботи та характеристиками формування факела розпилу.

За принципом дії розпилювачі поділяються на гідравлічні, пневматичні, відцентрові та комбіновані. Найбільшого поширення в сільському господарстві набули гідравлічні розпилювачі завдяки простоті конструкції, надійності та можливості роботи в широкому діапазоні тисків [17,18].

Серед гідравлічних розпилювачів виділяють такі основні типи:

- Щілинні (плоскофакельні) - формують віялоподібний факел розпилу. Забезпечують рівномірне покриття поверхні, широко застосовуються для суцільного обприскування. Відзначаються високою рівномірністю внесення, але можуть утворювати дрібні краплі, що підвищує ризик знесення вітром.

- Інжекторні (антидрейфові) - мають конструкцію, що забезпечує підсмоктування повітря в струмінь рідини, внаслідок чого утворюються крупніші краплі з повітряними включеннями. Це значно зменшує знесення препарату та підвищує ефективність обробки в польових умовах.

- Конусні (повного та порожнистого конуса) - створюють круговий факел розпилу. Забезпечують добре покриття об'єктів складної

форми, але характеризуються більшою нерівномірністю внесення при суцільному обприскуванні.

- Дефлекторні - мають просту конструкцію та працюють при низькому тиску. Формують відносно крупні краплі, що зменшує втрати від знесення, однак рівномірність покриття нижча.

- Ротаційні (дискові) - забезпечують формування крапель заданого розміру за рахунок відцентрових сил. Відзначаються високою точністю дозування, але мають складнішу конструкцію і потребують додаткового приводу.

У системах протруювання картоплі до розпилювачів висуваються підвищені вимоги, оскільки від їхньої роботи залежить якість обробки бульб. Насамперед необхідно забезпечити рівномірне нанесення препарату на всю поверхню картоплі, що гарантує ефективний захист. Водночас важливо мінімізувати втрати робочої рідини, щоб підвищити економічність процесу та зменшити вплив на довкілля.

Особливу увагу приділяють формуванню крапель середнього або великого розміру, адже це дозволяє зменшити знесення препарату і забезпечити його потрапляння безпосередньо на бульби. Крім того, розпилювачі повинні бути стійкими до забруднень, що неминучі в умовах роботи з картоплею, а також простими в обслуговуванні, щоб забезпечити надійну та безперебійну експлуатацію обладнання. Аналіз існуючих конструкцій показує, що для протруювання картоплі найбільш доцільним є використання інжекторних або дефлекторних розпилювачів, які забезпечують формування крупних крапель і знижують втрати препарату. При цьому щільні розпилювачі можуть застосовуватись за умови роботи на малих висотах і при низькому тиску. Аналіз розпилювачів наведений в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1.

Аналіз розпилювачів наведений

Тип розпилювача	Форма факела	Розмір крапель	Переваги	Недоліки	Доцільність
--------------------	-----------------	-------------------	----------	----------	-------------

					застосуван ня
Щілинний (плоскофакел ний)	Віялоподі бний	Дрібні- середні	Висока рівномірн ість покриття	Значне знесення вітром	Суцільне обприскув ання
Інжекторний	Віялоподі бний	Середні- крупні	Зменшен ня знесення, стабільні сть роботи	Менша рівномірніс ть покриття	Протруюва ння, польові умови
Конусний (повний)	Конус	Дрібні	Добре покриття поверхні	Високе знесення	Обробка складних поверхонь
Конусний (порожнисти й)	Кільцевий конус	Дуже дрібні	Висока дисперсні сть	Значні втрати препарату	Спеціалізо вані обробки
Дефлекторни й	Плоский широкий	Крупні	Простота, низький тиск	Нерівномір ність покриття	Протруюва ння, внесення КАС
Ротаційний	Круговий	Регульо вані	Точне дозуванн я	Складність конструкції	Спеціальні машини

Аналіз застосовуваної в господарстві технології вирощування картоплі показав наявність суттєвих недоліків, які негативно впливають на врожайність та якість продукції. Зокрема, на даний час протруювання насінневого матеріалу не проводиться, що призводить до втрат урожаю на рівні до 20%.

За несприятливих погодних умов поширення хвороб бульб у фазі проростання та формування сходів може досягати 50 %. Це, у свою чергу, викликає необхідність додаткових витрат на захист рослин у період вегетації. Крім того, боротьба з ґрунтовими шкідниками є малоефективною, внаслідок чого на окремих полях пошкодження бульб дротяниками може сягати 60%, що становить близько 10-25% загальної маси врожаю.

У запропонованій технології також відсутня важлива операція - протруювання бульб безпосередньо в сошниках картоплесаджалки. Водночас

протруювання є обов'язковим агротехнічним заходом, який передбачає обробку насіннєвого матеріалу спеціальними препаратами для знищення збудників хвороб і шкідників, а також запобігання їх розвитку у період росту рослин.

Аналіз сучасних технологій показує, що протруювання може здійснюватися як у стаціонарних умовах, так і безпосередньо під час посадки. Обробка в сошниках має перевагу, оскільки дозволяє одночасно обробляти як самі бульби, так і насіннєве ложе, що підвищує ефективність боротьби з ґрунтовими шкідниками.

Разом з тим, даний спосіб має певні недоліки. До них належать додаткові витрати на транспортування препаратів і води, витрати часу на підготовку робочого розчину, а також технологічні обмеження. Зокрема, важливо забезпечити обробку не менше 80-90% поверхні бульб, що не завжди досягається при внесенні препаратів у сошниках.

Таким чином, для підвищення ефективності вирощування картоплі, зменшення втрат урожаю та покращення якості продукції доцільним є впровадження операції протруювання насіннєвого матеріалу, зокрема шляхом удосконалення технології посадки та застосування відповідного обладнання.

Висновок по розділу

Проведений аналіз показує, що ефективність вирощування картоплі значною мірою залежить від рівня механізації всіх етапів технології. Використання сучасної техніки дозволяє знизити трудові витрати, підвищити продуктивність і якість продукції. Водночас застарілий машинно-тракторний парк або недотримання технологічних вимог можуть призводити до значних втрат врожаю, що обґрунтовує необхідність удосконалення технічного забезпечення галузі.

Отже, вибір типу розпилювача має вирішальне значення для ефективності процесу протруювання. Найбільш перспективними є щілинні

розпилювачі, які поєднують високу якість обробки з мінімальними втратами препарату та відповідають сучасним вимогам екологічної безпеки.

РОЗДІЛ 3. ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ МОДЕРНІЗОВАНОЇ КАРТОПЛЕСАЖАЛКИ

3.1. Обґрунтування модернізованої картоплесажалки та її робочий процес

Протруювання посадкового матеріалу із застосуванням фунгіцидів або біологічних препаратів є обов'язковим елементом сучасної технології вирощування картоплі. Цей агротехнічний прийом спрямований насамперед на захист рослин від ґрунтових і клубневих інфекцій, зокрема гриба *Rhizoctonia solani*, який є одним із основних збудників хвороб паростків, столонів і бульб. Особливо інтенсивно розвиток цього патогену проявляється на важких, перезволожених ґрунтах із підвищеним вмістом органічної речовини та недостатньою аерацією. Пошкодження рослин хворобами негативно позначається не лише на рівні врожаю, але й на якості продовольчої картоплі як товарної продукції.

На сучасному етапі виробництва картоплі в окремих господарствах протруювання посадкового матеріалу ще не застосовується, що негативно впливає на кінцеві результати. За результатами досліджень встановлено, що відсутність цього технологічного прийому може призводити до недобору врожаю на рівні 20-25% щорічно.

У зв'язку з цим виникає необхідність удосконалення технології вирощування шляхом впровадження процесу протруювання. Ефективним шляхом розв'язання цієї проблеми є включення операції протруювання до технологічного процесу підготовки насіннєвої картоплі перед садінням, зокрема із використанням препарату «Максим КС». Додатково доцільно проводити обробку безпосередньо під час висаджування у ґрунт, використовуючи препарат «Актара», який забезпечує захист від ґрунтових шкідників, зокрема дрітняка.

Таким чином, впровадження протруювання дозволяє підвищити врожайність, покращити якість продукції та забезпечити надійний захист рослин на початкових етапах їх розвитку

Як основний елемент у даному випадку розглядається переобладнана картоплесаджалка (рис. 3.1), на якій розміщують резервуар із гідравлічною мішалкою, систему фільтрації, регулятор-розподільник і колектор з розпилювачами. При цьому на тракторі встановлюють гідронасос, захищений спеціальним кожухом.

Як базові вузли та комплектуючі використовуються стандартні елементи обприскувача, що дозволяє зменшити витрати на виготовлення та спростити обслуговування. Конструкцію кронштейна для кріплення гідронасоса доцільно виконати швидкознімною. Це забезпечить можливість оперативного переобладнання агрегату у разі виходу з ладу трактора та його швидке агрегування з іншим енергетичним засобом.

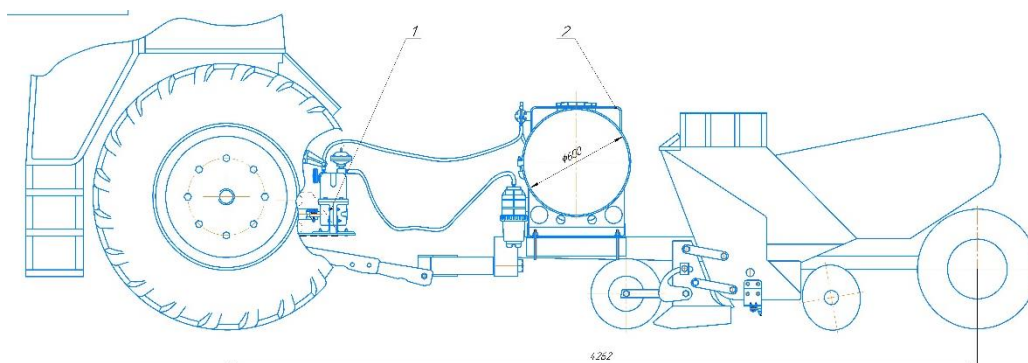


Рис. 3.1. Загальний вид модернізованої картоплесаджалки.

1- насос, 2 - бак протруювача, 3 - картоплесаджалка

Робоча рідина з резервуара подається до фільтра, де проходить очищення, після чого надходить до насоса. Для забезпечення подачі робочого розчину пропонується застосувати наявний у господарстві мембранний насос фірми HARDI, що раніше використовувався на обприскувачі. Далі рідина під необхідним тиском спрямовується до пульта керування, обладнаного редукційно-запобіжним, дросельним та відсічним клапанами.

Пульт керування має один вхідний патрубок, два вихідні - для подачі рідини до розпилювальних штанг, а також окремий відвід для гідромішалки. Додатково передбачено штуцер для підключення манометра, що дозволяє контролювати тиск у системі.

З'єднання всіх елементів системи здійснюється ПВХ-рукавами, що забезпечують герметичність магістралей завдяки фіксації хомутами. З метою підвищення безпеки обслуговування та експлуатації запропоновано встановити захисний кожух приводу гідронасоса, виготовлений із листової сталі товщиною 2 мм. Конструктивно він виконаний за аналогією зі стандартним кожухом вала відбору потужності трактора, проте має більші габаритні розміри та подовжену форму.

Установлення резервуара здійснюється на штатному кріпленні, яке додатково обладнують кронштейнами для монтажу фільтра та регулятора-розподільника. На рамі картоплесаджалки передбачається встановлення спеціальної платформи для кріплення ємності, яка виготовляється методом електродугового зварювання. При цьому сам резервуар, завдяки стандартному кріпленню, залишається знімним, що забезпечує зручність обслуговування та транспортування.

Робота удосконаленої картоплесаджалки з пристроєм для протруювання здійснюється одночасно з процесом висаджування бульб у ґрунт.

Перед початком роботи в резервуар заливається робочий розчин протруйника необхідної концентрації. За допомогою гідравлічної мішалки забезпечується постійне перемішування рідини, що запобігає осіданню діючих речовин і гарантує рівномірність обробки.

Під час руху агрегату від вала відбору потужності трактора приводиться в дію гідронасос, який створює необхідний тиск у системі. Робоча рідина з резервуара через фільтр надходить до насоса, де очищується від механічних домішок, що запобігає засміченню форсунок і підвищує надійність роботи системи.

Далі рідина під тиском подається до пульта керування, де за допомогою регулюючих елементів (редукційно-запобіжного, дросельного та відсічного клапанів) встановлюється необхідний робочий тиск і витрата. З пульта робочий розчин розподіляється по трубопроводах до колектора з розпилювачами.

Протруювання відбувається безпосередньо у зоні висаджування бульб. Розпилювачі розміщені таким чином, щоб забезпечити рівномірне нанесення препарату на поверхню бульб у момент їх подачі в сошник або безпосередньо в борозну перед загортанням ґрунтом. Це дозволяє створити захисний шар навколо посадкового матеріалу та у прикореневій зоні.

Одночасно з цим механізми саджалки виконують стандартний технологічний процес: подачу бульб із бункера, їх дозоване укладання в борозну, формування гребеня та прикочування ґрунту. Таким чином, протруювання інтегрується в загальний процес садіння без додаткових проходів техніки.

У процесі роботи оператор контролює тиск у системі за допомогою манометра, а також може регулювати норму внесення препарату залежно від умов роботи. У разі необхідності подача робочої рідини може бути оперативно припинена за допомогою відсічного клапана.

Після завершення роботи система промивається чистою водою, що запобігає корозії та продовжує термін служби обладнання.

3.2. Обґрунтування вибору розпилювача та розрахунок витрати робочої рідини

Відповідно до рекомендацій щодо використання препарату AKTARA 25 WG, під час обробки дна борозни при садінні картоплі норма внесення становить 0,5 кг/га, а витрата робочого розчину - 80 л/га.

На основі проведеного аналізу існуючих типів розпилювачів встановлено, що найбільш повно технологічним вимогам відповідають щілинні

(плоскофакельні) розпилювачі з кутом розпилу 80-120°. Такі розпилювачі формують краплі відносно великого розміру (близько 300 мкм), що забезпечує зменшення втрат препарату та стабільність роботи в польових умовах [19].

Крім того, щілинні розпилювачі забезпечують високу рівномірність розподілу робочої рідини по ширині захвату, що є важливим при обробці дна борозни. Форма факела розпилу у вигляді віяла найбільш ефективно відповідає умовам внесення препарату в зоні висаджування бульб, забезпечуючи якісне покриття оброблюваної поверхні.

Важливим фактором є також практичність застосування даного типу розпилювачів, оскільки вони широко використовуються на більшості обприскувачів, наявних у господарствах. Розпилювачі зарубіжного виробництва добре зарекомендували себе в експлуатації, характеризуються високою надійністю та довговічністю, що дозволяє відмовитися від пошуку альтернативних варіантів.

Для забезпечення якісного протруювання посадкового матеріалу картоплі та рівномірного внесення робочого розчину в зону садіння необхідно правильно визначити основні параметри роботи розпилювальної системи. До таких параметрів належать загальна витрата робочої рідини машиною, витрата через один розпилювач, а також робочий тиск, за якого забезпечується стабільне формування факела розпилу.

Правильний розрахунок витрати розпилювачів має важливе практичне значення, оскільки від нього залежить дотримання заданої норми внесення препарату, рівномірність обробки дна борозни та ефективність захисту бульб від шкідників і хвороб на початкових етапах розвитку. Крім того, обґрунтований вибір параметрів розпилення дозволяє зменшити перевитрати препарату, підвищити економічну ефективність технологічного процесу та забезпечити надійну роботу обладнання [21].

Вихідні дані:

- Норма витрати робочої рідини: $Q = 80 \text{ л / га}$
- Кількість рядків: $n = 4$

- Ширина міжряддя: $b = 0,7 \text{ м}$
- Швидкість руху: $V = 6 \text{ км / год}$

Ширина захвату

$$B = n \cdot b = 4 \cdot 0,7 = 2,8 \text{ м}$$

Загальна витрата робочої рідини

$$q = \frac{Q \cdot B \cdot V}{600}$$

$$q = \frac{80 \cdot 2,8 \cdot 6}{600} = \frac{1344}{600} = 2,24 \text{ л/хв}$$

Загальна витрата: 2,24 л/хв

Витрата через один розпилювач (по одному на кожен рядок)

$$q_1 = \frac{q}{n} = \frac{2,24}{4} = 0,56 \text{ л/хв}$$

На один розпилювач: 0,56 л/хв

Вибір тиску

Як і в попередньому випадку, необхідна витрата:

$$q_1 = 0,56 \text{ л/хв}$$

Перевірка

$$q = 4 \cdot 0,56 = 2,24 \text{ л/хв}$$

відповідає нормі 80 л/га

Для 4-рядної картоплесаджалки при міжрядді 0,7 м і швидкості 6 км/год:
загальна витрата становить 2,24 л/хв, витрата одного розпилювача - 0,56 л/хв

3.3. Обґрунтування розміщення та кута нахилу розпилювача

Правильне розташування розпилювачів і вибір кута їх нахилу є важливими умовами забезпечення якісного та рівномірного внесення робочого розчину. Від цих параметрів залежить ефективність покриття оброблюваної поверхні, рівномірність розподілу препарату та зменшення його втрат.

У процесі протруювання картоплі особливу увагу приділяють зоні внесення препарату - дну борозни, куди безпосередньо укладаються бульби. Тому розпилювачі необхідно розміщувати таким чином, щоб факел розпилу максимально охоплював цю зону та забезпечував рівномірне нанесення робочого розчину.

Вибраний щілинний розпилювач створює віялоподібний факел розпилення, а ділянка осідання крапель на оброблюваній поверхні набуває форми видовженого еліпса. Для забезпечення ефективного протруювання необхідно визначити площу покриття робочою рідиною, що дасть змогу перевірити, чи повністю обробляються дно борозни та бульби препаратом [19].

Кут розпилу вибраного розпилювача знаходиться в межах $\alpha = 80-120^\circ$, тому для подальших розрахунків приймаємо середнє значення $\alpha = 100^\circ$. Наступним етапом є визначення висоти встановлення форсунки над дном борозни, за якої ширина факела розпилу буде не меншою за задану величину, наприклад 120 мм.

Висота розташування розпилювача визначається з урахуванням геометричних параметрів факела (рис.3.2.), розпилу і повинна забезпечувати необхідну ширину покриття оброблюваної зони.

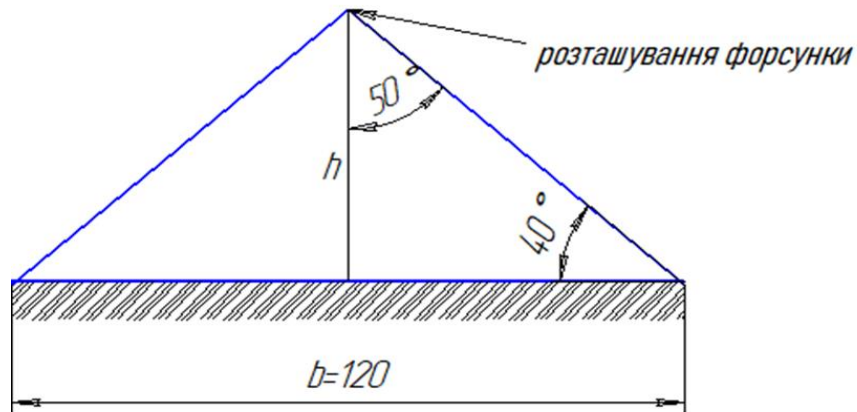


Рис. 3.2. Визначення висоти розташування форсунки

Для визначення висоти встановлення форсунки скористаємося геометричною залежністю між кутом розпилю факела, шириною захвату та висотою розташування розпилювача над оброблюваною поверхнею.

Ширина захвату факела розпилю визначається за формулою:

$$B = 2h \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

де:

B – ширина захвату факела розпилю, м;

h – висота встановлення форсунки над поверхнею дна борозни, м;

α – кут розпилю факела, град.

Звідси висота встановлення форсунки дорівнює:

$$h = \frac{B}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}$$

Приймаємо:

- ширина захвату факела розпилю

$$B = 120 \text{ мм} = 0,12 \text{ м}$$

- кут розпилу

$$\alpha = 100^\circ$$

Тоді:

$$h = \frac{0,12}{2 \operatorname{tg} \frac{100^\circ}{2}}$$

$$h = \frac{0,12}{2 \operatorname{tg} 50^\circ}$$

Оскільки:

$$\operatorname{tg} 50^\circ = 1,19$$

$$h = \frac{0,12}{2 \cdot 1,19}$$

То:

$$h = \frac{0,12}{2,38} = 0,0504 \text{ м}$$

$$h \approx 0,05 = 50 \text{ мм}$$

Отже, для забезпечення ширини захвату факела розпилу не менше 120 мм форсунку необхідно встановити на висоті приблизно 50 мм над поверхнею дна борозни.

З практичної точки зору доцільно прийняти висоту встановлення форсунки в межах 50-60 мм, що дозволить компенсувати можливі коливання положення сошника, нерівності поверхні борозни та забезпечити стабільне покриття дна борозни і частково бульб робочим розчином.

3.4. Розрахунок трубопроводів гідролінії запропонованої картоплесаджальної машини

Для забезпечення надійної роботи системи протруювання картоплесаджалки необхідно правильно підібрати діаметри трубопроводів гідролінії, через які подається робочий розчин від резервуара до насоса, далі - до регулятора-розподільника і розпилювачів. Правильно виконаний розрахунок дозволяє забезпечити стабільну подачу рідини, зменшити гідравлічні втрати та створити необхідний тиск у системі.

Під час розрахунку трубопроводів враховують загальну витрату робочої рідини, допустиму швидкість її руху в магістралях, а також умови роботи системи. Для рідинних магістралей обприскувальних і протруювальних систем швидкість руху рідини зазвичай приймають у межах 0,5...1,5 м/с. Для даного випадку приймаємо середнє значення:

Вихідні дані

- загальна витрата робочої рідини;

$$Q = 2,24 \text{ л / хв}$$

- витрата через один розпилювач:

$$Q_1 = 0,56 \text{ л / хв}$$

- кількість розпилювачів:

$$n = 4$$

- опустима швидкість руху рідини в трубопроводі:

$$\nu = 1,0 \text{ м / с}$$

1. Визначення внутрішнього діаметра основного трубопроводу

Внутрішній діаметр трубопроводу визначаємо за формулою:

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \nu}}$$

де:

d – внутрішній діаметр трубопроводу, м;

Q – витрата рідини, $\text{м}^3/\text{с}$;

V – швидкість руху рідини, $\text{м}/\text{с}$.

$$Q = 2,24 \text{ л} / \text{хв} = \frac{2,24}{1000 \cdot 60} = 0,0000373 \text{ м}^3 / \text{с}$$

Підставляємо у формулу:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0000373}{3,14 \cdot 10}}$$

$$d = \sqrt{0,0000475}$$

$$d = 0,00689 \text{ м}$$

$$d \approx 6,9 \text{ мм}$$

Отже, розрахунковий внутрішній діаметр основного трубопроводу становить 6,9 мм.

З урахуванням стандартного ряду шлангів приймаємо:

$$d_{np} = 8 \text{ мм}$$

2. Визначення внутрішнього діаметра відповідного трубопроводу до одного розпилювача

Для одного розпилювача витрата становить:

$$Q_1 = 0,56 \text{ л} / \text{хв}$$

У $\text{м}^3/\text{с}$:

$$Q_1 = \frac{0,56}{1000 \cdot 60} = 0,00000933 \text{ м}^3 / \text{с}$$

Тоді діаметр відповідного трубопроводу:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4Q_1}{\pi v}}$$

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00000933}{3,14 \cdot 1,0}}$$

$$d_1 = \sqrt{0,0000119}$$

$$d_1 = 0,00345 \text{ м}$$

$$d_1 \approx 3,5 \text{ мм}$$

Отже, розрахунковий внутрішній діаметр трубопроводу до одного розпилювача становить 3,5 мм.

З урахуванням стандартного ряду шлангів приймаємо:

$$d_{1np} = 4 \text{ мм}$$

Перевірка швидкості руху рідини в прийнятому основному трубопроводі

Перевіряємо фактичну швидкість у трубопроводі діаметром 8 мм:

$$v = \frac{4Q}{\pi d^2}$$

$$v = \frac{4 \cdot 0,0000373}{3,14 \cdot (0,008)^2}$$

$$v = \frac{0,0001492}{0,00020096}$$

$$v = 0,74 \text{ м / с}$$

Отже, фактична швидкість руху рідини в основному трубопроводі становить:

$$v = 0,74 \text{ м / с}$$

що знаходиться в допустимих межах.

4. Перевірка швидкості руху рідини у відповідному трубопроводі

Для трубопроводу діаметром 4 мм:

$$\begin{aligned} v_1 &= \frac{4Q_1}{\pi d_1^2} \\ v_1 &= \frac{4 \cdot 0,00000933}{3,14 \cdot (0,004)^2} \\ v_1 &= \frac{0,0000373}{0,00005024} \\ v_1 &= 0,74 \text{ м / с} \end{aligned}$$

Отже, швидкість руху рідини у відповідному трубопроводі до одного розпилювача також становить:

$$v_1 = 0,74 \text{ м / с}$$

що є допустимим для стабільної роботи.

5. Вибір типу трубопроводу

Для даної системи доцільно використовувати гнучкі ПВХ-рукави або гумотканинні шланги, які:

- стійкі до робочих розчинів препаратів;
- витримують робочий тиск до 0,6...1,0 МПа;
- мають достатню механічну міцність;
- є зручними для монтажу на картоплесаджалці;

Для основної магістралі приймаємо шланг:

- внутрішній діаметр 8 мм;

Для відвідних ліній до форсунок:

- внутрішній діаметр 4 мм.

3.5. Розрахунок насоса для системи протруювання

Для забезпечення стабільної роботи системи протруювання картоплесаджалки необхідно правильно підібрати насос, який буде створювати потрібну подачу робочої рідини та забезпечувати достатній тиск для якісного розпилення препарату. Від правильного вибору насоса залежать

надійність роботи всієї системи, рівномірність подачі розчину до форсунок і дотримання заданої норми внесення [20].

Під час розрахунку насоса необхідно враховувати загальну витрату робочої рідини, робочий тиск у системі, а також певний запас продуктивності, який потрібний для компенсації можливих втрат тиску в трубопроводах, фільтрах, регуляторі-розподільнику та для роботи гідромішалки.

Вихідні дані

Приймаємо:

- загальна витрата робочої рідини системою

$$Q = 2,24 \text{ л / хв}$$

- робочий тиск у системі

$$p = 0,3 \text{ МПа}$$

або

$$p = 3 \text{ бар}$$

- коефіцієнт запасу по продуктивності

$$k = 1,3$$

1. Визначення необхідної подачі насоса

Необхідну подачу насоса визначаємо за формулою:

$$Q_H = k \cdot Q$$

де:

Q_H - необхідна подача насоса, л/хв;

Q - фактична витрата робочої рідини системою, л/хв;

k - коефіцієнт запасу.

Підставляємо значення:

$$Q_H = 1,3 \cdot 2,24 = 2,91 \text{ л / хв}$$

Отже, мінімально необхідна подача насоса повинна становити

$$Q_H \approx 3,0 \text{ л / хв}$$

З практичної точки зору доцільно приймати насос із дещо більшою подачею, оскільки рідини буде використовуватися для гідромішалки та циркуляції в системі.

Тому остаточно приймаємо:

$$Q_{Hnp} = 5...10 \text{ л / хв}$$

2. Визначення напору насоса

Напір насоса визначається за залежністю:

$$H = \frac{p}{\rho g}$$

де:

H – напір насоса, м;

p – тиск, Па;

ρ – густина робочої рідини, кг/м³

g – прискорення вільного падіння, м/с²

Приймаємо:

- густина робочої рідини

$$\rho = 1000 \text{ кг / м}^3$$

- тиск

$$p = 0,3 \text{ МПа} = 300000 \text{ Па}$$

Тоді:

$$H = \frac{300000}{1000 \cdot 9,81}$$

$$H = \frac{300000}{9810} = 30,58 \text{ м}$$

Отже, необхідний напір насоса:

$$H \approx 31m$$

3. Визначення гідравлічної потужності насоса

Гідравлічну потужність визначаємо за формулою:

$$N_r = p \cdot Q$$

де:

N_r – гідравлічна потужність, Вт;

p – тиск, Па

Q – подача, м³/с

$$Q_n = 3,0 \text{ л / хв} = \frac{3,0}{1000 \cdot 60} = 0,00005 \text{ м}^3 / \text{с}$$

Тоді:

$$N_r = 300000 \cdot 0,00005 = 15 \text{ Вт}$$

Отже, гідравлічна потужність насоса становить:

$$N_r = 15 \text{ Вт}$$

4. Визначення необхідної потужності приводу насоса

З урахуванням коефіцієнта корисної дії насоса

$$N = \frac{N_r}{\eta}$$

де:

η – ККД насоса.

Для мембранного насоса приймаємо:

$$\eta = 0,7$$

Тоді:

$$N = \frac{15}{0,7} = 21,4 \text{ Вт}$$

$$N \approx 0,021 \text{ кВт}$$

Отже, необхідна потужність приводу насоса є незначною, тому використання існуючого мембранного насоса, який встановлюється на тракторі та приводиться в дію від ВВП або гідросистеми, є цілком доцільним.

5. Вибір насоса

Оскільки в господарстві вже є мембранний насос фірми HARDI, який раніше використовувався на обприскувачі, доцільно використати саме його.

Такі насоси мають такі переваги:

- забезпечують стабільну подачу робочої рідини;
- придатні для роботи з хімічними препаратами;
- створюють достатній тиск для роботи розпилювачів;
- мають високу надійність і довговічність;
- допускають роботу з невеликими витратами рідини.

Для даної системи достатньо насоса з параметрами:

- подача

$$5 \dots 10 \text{ л / хв}$$

- робочий тиск

$$0,3 \dots 0,5 \text{ МПа}$$

В результаті розрахунку обираємо мембранний насос фірми HARDI повністю забезпечує необхідні параметри роботи системи протруювання, а саме подачу робочої рідини в межах 5-10 л/хв при робочому тиску 0,3-0,5 МПа, що дозволяє гарантувати ефективне функціонування розпилювачів та рівномірне внесення препарату. Технічна характеристика наведена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Технічна характеристика мембранного насоса HARDI

№	Показник	Значення
1	Тип насоса	Мембранно-поршневий
2	Призначення	Подача робочих розчинів ЗЗР
3	Продуктивність, л/хв	5-10
4	Робочий тиск, МПа	0,3-0,5
5	Максимальний тиск, МПа	до 2,0
6	Кількість мембран	2-3
7	Привід	ВВП трактора або гідропривід
8	Частота обертання, об/хв	300-600
9	Робоче середовище	Водні розчини пестицидів
10	Матеріал корпусу	Алюмінієвий сплав / чавун
11	Матеріал мембран	Хімічностійка гума
12	Наявність захисту	Запобіжний клапан, фільтр
13	Маса, кг	5-10

При застосуванні даного способу розпилення та обраному розташуванні форсунок досягається раціональний розподіл робочого розчину в зоні висаджування картоплі. Формування спрямованого факела розпилу забезпечує рівномірне нанесення препарату на дно борозни, а також у прикореневу зону після загортання бульб ґрунтом.

Таке розміщення і режим роботи розпилювача сприяють створенню захисного шару навколо посадкового матеріалу, що значно підвищує ефективність дії інсектицидного препарату. У результаті забезпечується надійний захист бульб від ґрунтових шкідників, зокрема дрітця, на початкових етапах розвитку рослин.

Отже, запропонована схема розпилення дозволяє підвищити якість обробки, зменшити втрати препарату та забезпечити ефективне функціонування технологічного процесу садіння картоплі.

Висновки по розділу

1. У результаті розрахунку встановлено, що при куті розпилу форсунки 100° і необхідній ширині покриття 120 мм висота її встановлення над дном борозни повинна становити близько 50 мм. Така висота забезпечує необхідну зону обробки та створює умови для рівномірного нанесення препарату на дно борозни.

2. У результаті розрахунку встановлено, що для системи протруювання 4-рядної картоплесаджалки при загальній витраті робочої рідини 2,24 л/хв розрахунковий внутрішній діаметр основного трубопроводу становить 6,9 мм, тому приймаємо стандартний шланг діаметром 8 мм. Для відвідних трубопроводів до окремих розпилювачів розрахунковий діаметр становить 3,5 мм, тому приймаємо шланги діаметром 4 мм. Обрані параметри забезпечують допустиму швидкість руху рідини та надійну роботу системи.

4. ОРГАНІЗАЦІЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1. Вимоги безпеки праці під садіння картоплі з нанесенням робочого розчину

Процес садіння картоплі з одночасним внесенням робочого розчину належить до потенційно небезпечних видів робіт, оскільки поєднує використання мобільної сільськогосподарської техніки та роботу з хімічними препаратами. Тому дотримання вимог охорони праці є обов'язковою умовою безпечного виконання технологічного процесу.

До виконання цих робіт допускаються працівники, які досягли 18-річного віку, пройшли обов'язковий медичний огляд, вступний і первинний інструктажі з охорони праці, навчання з безпечних прийомів праці, а також ознайомлені з правилами експлуатації машин та вимогами щодо використання

хімічних препаратів. Працівники повинні знати правила надання першої допомоги при отруєннях і травмах.

Працівники повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту: спеціальним одягом (комбінезоном або халатом), гумовими рукавицями, захисними окулярами, респіратором або маскою, а також гумовим взуттям. Використання засобів індивідуального захисту є обов'язковим під час роботи з робочими розчинами.

Перед початком роботи необхідно провести ретельний огляд технічного стану машинно-тракторного агрегату. Слід перевірити справність трактора, картоплесаджалки, гідравлічної системи, привідних механізмів, надійність кріплення вузлів і деталей, наявність та справність захисних огорожень. Особливу увагу необхідно приділити герметичності баків, шлангів, трубопроводів і форсунок системи подачі робочого розчину. У разі виявлення несправностей роботу розпочинати забороняється до їх повного усунення.

Приготування робочого розчину необхідно здійснювати відповідно до інструкцій виробника препаратів, у спеціально відведених місцях із дотриманням санітарно-гігієнічних вимог. Забороняється перевищувати встановлені норми витрати препаратів або змішувати їх без відповідних рекомендацій. Під час приготування розчину слід уникати його розбризкування та контакту зі шкірою.

Під час виконання робіт агрегат повинен рухатися рівномірно, без різких зупинок і поворотів. Забороняється перебування сторонніх осіб у зоні роботи машини. Не допускається очищення, регулювання або ремонт робочих органів під час руху агрегату. Усі технічні операції слід виконувати тільки після повної зупинки машини, вимкнення двигуна трактора та відключення приводу.

Особливу увагу необхідно приділяти безпеці під час внесення робочого розчину. Не допускається потрапляння хімічних речовин на відкриті ділянки тіла, в очі або органи дихання. Роботи рекомендується проводити за швидкості

вітру не більше 3-5 м/с, щоб уникнути знесення препарату. Забороняється приймати їжу, пити або палити під час роботи з хімічними речовинами.

Після завершення роботи необхідно очистити обладнання від залишків ґрунту та препаратів, промити систему подачі робочого розчину чистою водою. Засоби індивідуального захисту слід очистити та привести в належний стан. Працівники повинні ретельно вимити руки й обличчя з милом, а за можливості - прийняти душ і змінити одяг.

У разі виникнення аварійної ситуації (витік робочого розчину, поломка обладнання, отруєння) необхідно негайно зупинити роботу, вивести людей із небезпечної зони та вжити заходів для ліквідації наслідків.

Дотримання наведених вимог забезпечує безпечні умови праці, знижує ризик травматизму, професійних захворювань та негативного впливу хімічних речовин на організм працівників і навколишнє середовище.

4.2. Захист навколишнього середовища під час садіння картоплі

Під час садіння картоплі, особливо із застосуванням хімічних препаратів для обробки посадкового матеріалу та дна борозни, важливого значення набуває дотримання заходів щодо охорони навколишнього середовища. Нераціональне використання техніки, пестицидів і агрохімікатів може призводити до забруднення ґрунтів, водних ресурсів і атмосферного повітря, а також негативно впливати на біоту.

Одним із основних напрямів екологічної безпеки є раціональне застосування засобів захисту рослин. Необхідно використовувати лише дозволені препарати, дотримуватись рекомендованих норм витрати та строків застосування. Надлишкове внесення хімічних речовин може призводити до накопичення токсичних залишків у ґрунті та продукції.

Особливу увагу слід приділяти запобіганню забруднення водних об'єктів. Забороняється проводити приготування робочих розчинів та миття обладнання поблизу річок, озер, ставків і джерел питної води. Необхідно

дотримуватись встановлених санітарно-захисних зон. У разі випадкового розливу препаратів потрібно негайно вжити заходів щодо локалізації та утилізації забрудненого ґрунту.

Важливим фактором є зменшення негативного впливу на атмосферне повітря. Роботи з внесення робочого розчину слід проводити за сприятливих погодних умов, уникаючи сильного вітру, що може спричинити знесення препаратів за межі оброблюваної ділянки. Використання сучасних розпилювальних пристроїв дозволяє забезпечити більш точне і рівномірне внесення препаратів, що знижує їх втрати.

З метою збереження родючості ґрунтів необхідно дотримуватись науково обґрунтованих сівозмін, запобігати ущільненню ґрунту важкою технікою та впроваджувати енергоощадні технології обробітку. Важливим є також контроль за технічним станом машин, щоб уникнути витоків пального та мастильних матеріалів, які можуть спричинити локальне забруднення.

Після завершення робіт необхідно правильно утилізувати залишки робочих розчинів, тару з-під хімічних препаратів та інші відходи. Забороняється викидати їх у відкритий ґрунт або водойми. Використана тара повинна підлягати збору та передачі на спеціалізовані підприємства для утилізації.

Таким чином, дотримання комплексу природоохоронних заходів під час садіння картоплі сприяє збереженню екологічної рівноваги, підвищенню ефективності виробництва та отриманню безпечної для споживання продукції.

Висновки по розділу

1. У процесі виконання робіт із садіння картоплі важливе значення має дотримання вимог щодо охорони навколишнього середовища. Встановлено, що основними джерелами негативного впливу є застосування хімічних препаратів, робота сільськогосподарської техніки та можливе забруднення ґрунтів і водних ресурсів.

2. Раціональне використання засобів захисту рослин, дотримання норм їх внесення та застосування сучасних технологій дозволяють значно зменшити екологічне навантаження. Важливими заходами є також запобігання забрудненню водних об'єктів, контроль технічного стану машин і правильна утилізація відходів.

РОЗДІЛ 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА УДОСКОНАЛЕНОЇ КАРТОПЛЕСАДИЛЬНОЇ МАШИНИ

У межах даного проєкту було проведено удосконалення картоплесаджалки CRAMER-4 з метою підвищення якості садіння та забезпечення нанесення хімічного препарату безпосередньо на бульби і в борозну. Удосконалена машина має покращені показники технічної надійності, відзначається скороченням часу на підготовчо-заклучні операції та зменшенням кількості вимушених простоїв, пов'язаних із технічними несправностями. Це забезпечило зростання продуктивності агрегату з 1,6 до 2,2 га/год. Вихідні дані для техніко-економічних розрахунків наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1.

Початкові дані для техніко-економічних розрахунків

№	Показник	Одиниця виміру	Базова машина CRAMER-4	Удосконалена машина CRAMER-4M
1	Загальний обсяг робіт за рік	га	32	32
2	Продуктивність агрегату в роботі	га/год	1,6	2,2
3	Питомі витрати пального	кг/га	9,9	8,6
4	Вартість технічних засобів, грн:			
	- трактор	грн	780000	780000
	- картоплесаджалка	грн	320000	325000
5	Чисельність обслуговуючого персоналу	осіб	2	2

Результати, отримані в процесі розрахунків, систематизовано та подано у таблиці 5.2, що забезпечує зручність їх подальшого аналізу та наочне відображення. Наведені дані дають можливість проаналізувати зміну

основних техніко-економічних показників і оцінити результативність проведеної модернізації. Розгорнуті розрахунки подано в додатку А.

Таблиця 5.2.

Оцінка економічної ефективності проекту

№	ПОКАЗНИКИ	ВАРІАНТ	
		Базовий	Проект
1	Вид робіт	Садіння картоплі з одночасним протруюванням	
2	Об'єм робіт, га	32	32
3	Комплектування агрегату: Трактор Машина	MT3-892 CRAMER - 4	MT3-892 CRAMER - 4M
4	Експлуатаційна продуктивність, га/ год	1,6	2,2
5	Нормо-години в загальному обсязі робіт	20	14,55
6	Число працівників для обслуговування -трактористів-машиністів -допоміжних працівників	2 -	2 -
7	Трудомісткість виконання робіт, люд. год/ га	40	29,9
8	Розряд роботи за тарифною сіткою	V	V
9	Розмір тарифної ставки, грн/год	111,67	111,67
10	Питома витрата пального, кг/ га	9,9	8,6
11	Сукупна вартість ПММ, грн/ кг	84,9	84,9
12	Облікова вартість, грн -трактора -машини	780000 320000	780000 325000

13	Поточні експл. витрати, грн/га Витрати на ПММ Витрати на ТО, ТР, зберігання, -трактора - машини	4556,90 840,51 2440 960	139194,12 730,14 2340 975
14	Капітальні вкладення, грн/ га	343775	34531,25
15	Приведені затрати, грн/га	9713,15	9529,50
16	Річний економічний ефект, грн		5876,72
17	Термін окупності, років		0,85

Висновок по розділу

Проведені техніко-економічні розрахунки підтверджують доцільність модернізації та високу ефективність запропонованого технічного рішення. Модернізована машина забезпечує покращення експлуатаційних показників і може бути рекомендована до широкого впровадження у виробництво. За результатами розрахунків прогнозований річний економічний ефект складає 5876,72 грн. при обсязі виконуваних робіт 32 га, що свідчить про економічну обґрунтованість проєкту.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Однією з вагомих причин зниження врожайності та товарної якості картоплі є ураження рослин хворобами і шкідниками, а також значний негативний вплив бур'янів. Унаслідок цього втрати продукції можуть становити від 30 до 50%.

У зв'язку з цим система захисту рослин виступає невід'ємним і пріоритетним елементом сучасних технологій землеробства, оскільки забезпечує збереження врожаю та підвищення його якості.

2. У даному дипломному проєкті запропоновано впровадження процесу протруювання насіннєвого матеріалу безпосередньо в сошниках картоплесаджалки. Такий підхід дозволяє поєднати операції посадки та обробки бульб, що сприяє скороченню кількості технологічних проходів, зменшенню витрат праці та підвищенню ефективності виробничого процесу. Крім того, забезпечується одночасна обробка як самих бульб, так і насіннєвого ложа, що підвищує ефективність захисту рослин від ґрунтових шкідників і хвороб на початкових етапах розвитку.

3. Проведений аналіз свідчить, що результативність вирощування картоплі значною мірою визначається рівнем механізації всіх технологічних операцій. Застосування сучасних машин і обладнання сприяє зменшенню трудомісткості процесів, підвищенню продуктивності праці та покращенню якості отриманої продукції. Водночас використання застарілої техніки або порушення агротехнічних вимог призводить до суттєвих втрат урожаю, що зумовлює необхідність модернізації машинно-тракторного парку.

4. У результаті розрахунку встановлено, що для системи протруювання 4-рядної картоплесаджалки необхідна мінімальна подача насоса становить 2,91 л/хв, а з урахуванням експлуатаційного запасу доцільно застосовувати насос продуктивністю 5-10 л/хв. Необхідний робочий тиск у системі становить 0,3 МПа, що відповідає напору близько 31 м. Для забезпечення таких

параметрів доцільно використати наявний у господарстві мембранний насос фірми HARDI, який повністю відповідає вимогам технологічного процесу.

5. У результаті виконаних розрахунків встановлено, що для системи протруювання чотирирядної картоплесаджалки при сумарній витраті робочої рідини 2,24 л/хв необхідний внутрішній діаметр основного трубопроводу становить 6,9 мм. З урахуванням стандартного ряду приймається шланг діаметром 8 мм. Для підвідних трубопроводів до окремих розпилювачів розрахунковий діаметр складає 3,5 мм, тому обираються шланги діаметром 4 мм. Прийняті розміри трубопроводів забезпечують допустимі швидкості руху робочої рідини та гарантують стабільну і надійну роботу системи протруювання.

6. Застосування інтегрованого захисту рослин і впровадження енергоощадних технологій сприяє збереженню родючості ґрунтів та підвищенню екологічної безпеки виробництва. Отже, дотримання комплексу природоохоронних заходів під час садіння картоплі забезпечує мінімізацію негативного впливу на довкілля, сприяє отриманню якісної продукції та підвищенню ефективності аграрного виробництва.

7. Запропонована модернізація забезпечує підвищення техніко-експлуатаційних показників машини, що дає підстави рекомендувати її до широкого впровадження у виробничу практику. Розрахунковий річний економічний ефект становить 5876,72 грн при обсязі виконаних робіт 32 га, що підтверджує економічну доцільність і ефективність запропонованого проєкту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кравчук В. І., Мельник Ю. Ф., Лебедєв А. Т. та ін. Сільськогосподарські машини: навч. посіб. Київ: Агроосвіта, 2018. 509 с.
2. Войтюк Д. Г., Барановський В. М., Булгаков В. М. Сільськогосподарські машини. Київ: Вища освіта, 2005. 464 с.
3. Булгаков В. М., Адамчук В. В. Механіко-технологічні процеси в рослинництві. Київ: НУБіП України, 2014. 340 с.
4. Погорілий Л. В., Гриньків А. Г. Технічні засоби для рослинництва. Київ: Аграрна наука, 2012. 320 с.
5. Ільченко В. Ю., Карасьов П. І., Лімонт А. С. Експлуатація машино-тракторного парку. Київ: Урожай, 2017. 348 с.
6. Бондарчук А. А. Картопля: вирощування, насінництво, технології. Київ: Аграрна наука, 2019. 400 с.
7. Мельник Ю. Ф., Кравчук В. І. Технології вирощування сільськогосподарських культур. Київ: НУБіП України, 2016. 280 с.
8. Трибель С. О., Сігарьова Д. Д., Федоренко В. П. та ін. Захист рослин. Київ: Урожай, 2019. 520 с.
9. Федоренко В. П., Покозій Й. Т., Круть М. В. Інтегрований захист рослин. Київ: Колобіг, 2018. 352 с.
10. Моргун В. В., Санін Є. В. Основи захисту рослин. Київ: Аграрна наука, 2017. 300 с.
11. Федоренко В. П., Покозій Й. Т. Протруювання насіння сільськогосподарських культур. Київ: Урожай, 2016. 220 с.
12. Трибель С. О. Сучасні технології протруювання насіння. Київ: Аграрна наука, 2020. 250 с.
13. Гадзало Я. М., Балюк С. А. Агроекологія та застосування засобів захисту рослин. Київ: НУБіП України, 2019. 280 с.
14. Довідник агронома із захисту рослин / за ред. В. П. Федоренка. Київ: Аграрна наука, 2021. 600 с.

15. Інтегрований захист картоплі від шкідників і хвороб: метод. рек. Київ: НААН, 2022. 120 с.
16. Булгаков В. М., Адамчук В. В., Надикто В. Т. Дослідження процесу висаджування картоплі // Вісник аграрної науки. 2019. № 4. С. 45-50.
17. Кравчук В. І., Мельник Ю. Ф. Технічні засоби механізації вирощування картоплі // Механізація та електрифікація с.-г. 2018. № 102. С. 12-18.
18. Бондарчук А. А. Сучасні технології вирощування картоплі // Картоплярство України. 2020. № 1-2. С. 5-10.
19. Погорілий Л. В., Гриньків А. Г. Аналіз машин для садіння картоплі // Техніка і технології АПК. 2017. № 3. С. 20-24.
20. Ільченко В. Ю., Карасьов П. І., Лімонт А. С. Експлуатація машино-тракторного парку в аграрному виробництві: навч. посіб. Київ: Урожай, 2017. 348 с.
21. Адамчук В. В., Булгаков В. М. Механіко-технологічні основи садіння // Вісник НУБіП України. 2016. Вип. 241. С. 30-36.
22. Надикто В. Т., Кюрчев В. М. Підвищення ефективності картоплесаджалок // Праці ТДАТУ. 2019. Вип. 19. С. 88-94.
23. Ловейкін В. С., Рожко В. В. Обґрунтування параметрів саджалок // Науковий вісник НУБіП. 2018. № 286. С. 120-126.
24. Шевченко І. В., Коваленко О. М. Ефективність протруювання картоплі // Захист і карантин рослин. 2021. № 67. С. 112-118.
25. Моргун В. В., Санін Є. В. Інтегрований захист картоплі // Вісник аграрної науки. 2020. № 6. С. 22-27.
26. Гадзало Я. М., Балюк С. А. Екологічні аспекти застосування ЗЗР // Агроекологічний журнал. 2019. № 2. С. 15-21.
27. Hunt D. Farm Power and Machinery Management. Iowa: Wiley, 2016. 365 p.
28. CIGR Handbook of Agricultural Engineering. Vol. III. ASABE, 2013. 430 p.

29. Struik P. C., Wiersema S. G. Seed Potato Technology. Wageningen, 2012. 383 p.
30. Бухалова Н.М. Економіка підприємств аграрного сектора: Підручник / Н.М. Бухалова, В.Г. Лисенко. - К.: Аграрна освіта, 2017. - 352 с.
31. НПАОП 01.0-1.01-12 Правила охорони праці в сільському господарстві. Київ, 2012.
32. Бондаренко В.І. Охорона праці в аграрному виробництві: Навчальний посібник / В.І. Бондаренко, В.В. Лисенко. - К.: Літера, 2018. - 472 с.
33. Козак О.О. Охорона праці в сільському господарстві: Навчальний посібник / О.О. Козак, І.Я. Ковальчук. - Львів: Львівський національний університет, 2016. - 284 с.
34. Сільськогосподарські машини: довідник / за ред. В. І. Кравчука. Київ: Урожай, 2015. 450 с.
35. Аграрна інженерія: підручник / за ред. В. М. Булгакова. Київ: НУБіП, 2018. 380 с.
36. Основи охорони праці: підручник / за ред. О. І. Запорожця. Київ: Центр учбової літератури, 2020. 264 с.

ДОДАТКИ

У відповідності з виданим на дипломний проект завданням сезонний обсяг роботи агрегатів складатиме:

Серійна машина

Модернізована

$$W_{\text{сез}} = 32 \text{ га}$$

$$W_{\text{сез}} = 32 \text{ га}$$

Кількість нормо-годин у обсязі робіт:

Серійна машина

Модернізована

$$K_{\text{нг}} = \frac{W_{\text{сез}}}{W_{\text{год}}} = \frac{32}{1,6} = 20 \text{ год}$$

$$K_{\text{нг}} = \frac{W_{\text{сез}}}{W_{\text{год}}} = \frac{32}{2,2} = 14,55 \text{ год}$$

Кількість обслуговуючого персоналу $n = 2$ тракторист-машиніст.

Витрати праці:

Серійна машина

Модернізована

$$В_{\text{п}} = K_{\text{нг}} \cdot n = 20 \cdot 2 = 40 \text{ год}$$

$$В_{\text{п}} = K_{\text{нг}} \cdot n = 14,55 \cdot 2 = 29,09 \text{ год}$$

Тарифний розряд роботи - п'ятий з тарифною ставкою 111,67 грн/год.
 Норма витрати палива у відповідності до таблиці 5.1 становить:

Серійна машина

Модернізована

$$V_{\text{ПММ}} = 9,9 \text{ кг/га}$$

$$V_{\text{ПММ}} = 8,6 \text{ кг/га}$$

Комплексна ціна паливо-мастильних матеріалів – $C_{\text{ПММ}} = 84,90$ грн/кг.

Балансова вартість агрегатів:

Серійна машина

Модернізована

Трактор МТЗ-892 - 780000грн

Трактор МТЗ-892 - 780000грн

CRAMER-4 - 320000грн

CRAMER-4M - 325000грн

Експлуатаційні витрати.

Основна і додаткова заробітна плата з нарахуваннями:

$$\Pi = \frac{C_r}{W_{\text{год}}} \cdot K_1 \cdot K_2,$$

де C_r - тарифна ставка, 111,67 грн/год;

K_1 – коефіцієнт, що враховує додаткову оплату (20%);

K_2 – коефіцієнт, що враховує нарахування на соціальні міроприємства.

Серійна машина

Модернізована

1. На 1 га

$$\Pi = \frac{111,67}{1,6} \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,382 = 115,87 \text{ грн/га}$$

$$\Pi = \frac{111,67}{22} \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,382 = 83,75 \text{ грн/га}$$

2. На весь обсяг роботи

$$\Pi_{\Sigma} = 115,87 \cdot 32 = 3703,87 \text{ грн}$$

$$\Pi_{\Sigma} = 83,75 \cdot 32 = 2680,08 \text{ грн}$$

Амортизаційні відрахування

Норма амортизації для трактора – 15%, картоплезбирального комбайна– 15%.

Нормативне завантаження на рік:

- трактора - 1550год;
- машини - 320год

Норма витрат на ТР, ТО і зберігання:

- $\alpha_{ТО} = 11\%$ - норма відрахувань на ТО;
- $\alpha_{З} = 0,2\%$ - норма відрахувань на зберігання;
- $\alpha_{ТР} = 8\%$ - норма відрахувань на ремонт.

	Базовий	Проект
Трактор: $A_{ТР} = \frac{780000 \cdot 32}{100 \cdot 1550 \cdot 1,6} = 100,65$ грн/га		$A_{ТР} = \frac{780000 \cdot 32}{100 \cdot 1550 \cdot 2,2} = 73,20$ грн/га
Машина: $A_{М} = \frac{320000 \cdot 32}{100 \cdot 320 \cdot 1,6} = 200$ грн/га		$A_{М} = \frac{325000 \cdot 32}{100 \cdot 320 \cdot 2,2} = 147,73$ грн/га
Всього: $A_{\Sigma} = 100,65 + 200 = 300,65$ грн/га		$A_{\Sigma} = 73,20 + 147,33 = 220,92$ грн/га

Витрати на паливо-мастильні матеріали:

	Серійна машина	Модернізована
1. На 1 га		
$V_{ПММ} = Ц_{ПММ} \cdot V_{ПММ} = 84,9 \cdot 9,9 = 840,51$ грн/га		$V_{ПММ} = 84,9 \cdot 8,6 = 730,14$ грн/га

2. На весь обсяг роботи

$$В_{ПММ} = 840,51 \cdot 32 = 26896,32 \text{ грн} \quad В_{ПММ} = 730,14 \cdot 32 = 23364,48 \text{ грн}$$

Витрати на ТО, ТР і зберігання:

$$В = \frac{B_b \cdot (\alpha_{ТО} + \alpha_3 + \alpha_{ТР})}{100 \cdot K_{\text{нр}} \cdot W_{\text{год}}},$$

де B_b – балансова вартість, грн;

Серійна машина

Модернізована

1. На 1 га

$$\text{Трактор: } В_{ТР} = \frac{780000 \cdot (11 + 8 + 0,2)}{100 \cdot 40 \cdot 1,6} = 2340 \text{ грн/га}$$

$$В_{ТР} = \frac{780000 \cdot (11 + 8 + 0,2)}{100 \cdot 29,9 \cdot 2,2} = 2340 \text{ грн/га}$$

$$\text{Машина: } \underline{В}_M = \frac{320000 \cdot (11 + 8 + 0,2)}{100 \cdot 40 \cdot 1,6} = 960 \text{ грн/га}$$

$$B_M = \frac{325000 \cdot (11 + 8 + 0,2)}{100 \cdot 29,9 \cdot 2,2} = 975 \text{ грн/га}$$

Всього по агрегату:

$$B_{TP} = B_{TP} + B_M = 2340 + 960 = 3300 \text{ грн/га} \quad B_{TP} = 2340 + 975 = 3315 \text{ грн/га}$$

На весь обсяг роботи

$$B_{TP} = 3300 \cdot 32 = 105600 \text{ грн} \quad B_{TP} = 3315 \cdot 32 = 106080 \text{ грн}$$

Всього експлуатаційних витрат на 1 га

Серійна машина

Модернізована

$$E_B = 115,75 + 300,65 + 840,51 + 3300 = 4556,90 \text{ грн/га}$$

$$E_B = 83,75 + 220,92 + 730,14 + 3315 = 4349,82 \text{ грн/га}$$

Експлуатаційні витрати на весь обсяг роботи:

Серійна машина

Модернізована

$$E_{\Sigma} = E_B \cdot W_{CEZ} = 4556,90 \cdot 32 = 145820,84 \text{ грн} \quad E_{\Sigma} = 4349,82 \cdot 32 = 139194,12 \text{ грн}$$

Капітальні вкладення на 1 га:

Серійна машина

Модернізована

$$\text{Трактор: } K_B = \frac{B_b}{W_{CEZ}} = \frac{780000}{32} = 24375 \text{ грн/га}$$

$$K_B = \frac{780000}{32} = 24375 \text{ грн/га}$$

$$\text{Машина: } K_B = \frac{320000}{32} = 10000 \text{ грн/га}$$

$$K_B = \frac{325000}{32} = 10156,25 \text{ грн/га}$$

Всього:

$$K_B = 24375 + 10000 = 34375 \text{ грн/га}$$

$$K_B = 24375 + 10156,25 = 34531,25 \text{ грн/га}$$

Приведені витрати на 1 га:

$$П_B = E_B + 0,15 \cdot K_B$$

Серійна машина

Модернізована

$$П_{\text{В}} = 4556,90 + 0,15 \cdot 34575 = 9713,15 \text{ грн/га}$$

$$П_{\text{В}} = 4349,82 + 0,15 \cdot 34531,25 = 9529,50 \text{ грн/га}$$

Приведені витрати на весь обсяг робіт:

Серійна машина

Модернізована

$$П_{\text{В}\Sigma} = П_{\text{В}} \cdot W_{\text{СВЗ}} = 9713,15 \cdot 32 = 310820,84 \text{ грн} \quad П_{\text{В}} = 9529,50 \cdot 32 = 304944,12 \text{ грн}$$

Річний економічний ефект:

$$Е_{\text{Е}} = 310820,84 - 304944,12 = 5876,72 \text{ грн}$$

Термін окупності:

$$T_o = (110500 - 1100000) / 5876,72 = 0,85 \text{ р}$$