

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ  
ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

**ДИПЛОМНА РОБОТА**

другого (магістерського) рівня вищої освіти

на тему: «ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ САДІННЯ КАРТОПЛІ З  
ОДНОЧАСНОЮ ОБРОБКОЮ САДИВНОГО МАТЕРІАЛУ»

Виконав: студент групи Аін-52

спеціальності 208 „Агроінженерія”  
(шифр і назва)

Скочиляс Богдан Михайлович  
(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доцент Олег КРУПІЧ  
(прізвище та ініціали)

Дубляни 2023



УДК 631. 358. 634. 22

Скочиляс Б. М. Дослідження процесу садіння картоплі з одночасною обробкою садивного матеріалу. Дипломна робота. Кафедра агроінженерії та технічного сервісу імені професора Олександра Семковича. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2023.

Дипломна робота: 61с., 9 рис., 11 табл., 23 літературних джерела.

Дипломна робота полягає у вирішенні питань, пов'язаних із передпосадковим протруєнням бульб картоплі протруйниками і стимуляторами росту, встановлення параметрів оптимізації процесу протруєння бульб, а саме норми витрати робочої рідини і взаємодією її з поверхнею бульб картоплі.

У роботі на основі аналізу сучасного стану процесу протруєння та конструювання робочих органів для даного процесу показано доцільність розробки нового обладнання для передпосадкової обробки картоплі. Наведено обґрунтування параметрів машини і робочих органів, проаналізовано схеми процесів та аналогів розробки, загальний вигляд машини. Розроблено функціональну схему проведення дослідів та дослідні установки, планування експерименту і методики досліджень. Висвітлені питання організації робіт з використанням пропонованих технічних засобів, положення охорони праці та захисту довкілля.

Ключові слова: садіння картоплі, картоплесаджалки, обробка садивного матеріалу, отрутохімікати, стимулятори росту, протруювач, захист рослин.

## ЗМІСТ

	стор
Вступ.....	6
<b>РОЗДІЛ 1 ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ ОБРОБКИ БУЛЬБ КАРТОПЛІ ОТРУТОХІМІКАТАМИ ПІД ЧАС САДІННЯ .</b>	<b>6</b>
1.1. Біологічна особливість картоплі та її характеристика .....	6
1.2. Способи обробки садивного матеріалу та машини для їх виконання .....	11
Висновки.....	13
<b>РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕДПОСАДКОВОЇ ОБРОБКИ САДИВНОГО МАТЕРІАЛУ</b>	<b>14</b>
2.1. Аналіз технологій обробки садивного матеріалу .....	14
2.2. Запропонована технологія обробки садивного матеріалу картоплі .....	16
Висновки.....	19
<b>РОЗДІЛ 3 ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ</b>	<b>20</b>
3.1. Програма експериментальних досліджень .....	20
3.2. Мета досліджень .....	21
3.3. Методика визначення основних показників технологічного процесу передпосадкової обробки бульб протруєнням під час садіння.....	24
3.3.1. Розмірні параметри бульб та якість змочування їх поверхні .....	24
3.3.2 Основні параметри запропонованого технологічного процесу протруювання.....	25
3.4. Дослідження процесу передпосадкової обробки бульб отрутохімікатами .....	30
Висновки .....	35
<b>РОЗДІЛ 4 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....</b>	<b>36</b>

4.1. Параметри посадкових бульб та технологічного процесу передпосадкової обробки посадкового матеріалу .....	36
4.2. Дослідження якості покриття поверхні бульб отрутохіматами .....	40
4.3. Проведення лабораторних досліджень .....	44
Висновки .....	46
<b>РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....</b>	<b>47</b>
5.1. Аналіз технології передпосадкової обробки бульб картоплі протруйниками і стимуляторами росту .....	47
5.2. Оцінка рівня небезпеки виникнення аварій і травм .....	48
5.3. Засоби індивідуального захисту .....	52
Висновки .....	54
<b>РОЗДІЛ 6 ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ПРОТРУЮВАННЯ БУЛЬБ КАРТОПЛІ .....</b>	<b>55</b>
Висновки .....	58
<b>ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ .....</b>	<b>59</b>
<b>СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ .....</b>	<b>60</b>

## ВСТУП

Однією із вагомих причин низької врожайності картоплі відсутність системи захисту рослин картоплі від численних шкідників та хвороб. Так, під час вирощування картоплі її пошкоджують близько 80 видів шкідників та хвороб, які можуть значно зменшити врожайність або зовсім знищити врожай у випадку незастосування протидіючих заходів [5, 9, 12].

Існуюча в господарствах система захисту картоплі від шкідників спрямована лише на захист від колорадського жука шляхом обприскування інсектицидами під час вегетації культури.

З появою на ринку України нових комбінованих пестицидів таких як інсекто-фунгіцидних протруйників фірми (“Байєр”) – Престиж, 29% т.к.с. та фірми (“Terra Vita”) – Маршал 25% к.е., в склад яких входять дві діючі речовини інсектицидна та фунгіцидна, а також універсального фунгіциду Дітаном М-45 відкривається перспектива захисту картоплі від шкідників і ґрунтових хвороб шляхом передпосівної обробки бульб та ґрунту в зоні садіння [19].

Переважає кількість збудників хвороб і шкідників знаходяться в ґрунті, тому за рекомендаціями відділу захисту рослин НДІ землеробства і тваринництва західного регіону України доцільно проводити обробку згаданими препаратами не лише бульби, але й ґрунт в зоні садіння та проростання рослин. Результати досліджень, проведені тим же інститутом підтверджують, що обробіток бульб і ґрунту в зоні садіння препаратом “Маршал” 25% т.е. майже на 100% захищає врожай картоплі від таких шкідників і хвороб як дротяник та нематода [22, 23].

Окремо потрібно відмітити про можливість збільшення врожайності майже у два рази за рахунок біостимуляторів росту. Одним із таких, не дорогих і доступних, є біостимулятор “Вермистим. Цей препарат рекомендовано використовувати разом з пестицидами при передпосадковій обробці бульб та ґрунту.

Однак впровадження вищезгаданих препаратів у виробництво

стримується відсутністю засобів механізації для протруювання бульб перед або під час садіння. На даний час в Україні не розробляються і не виготовляються такі засоби.

Проте слід відзначити, що в 70-80-тих роках минулого століття в деяких господарствах використовувалися імпортовані з Угорщини стаціонарні протруювачі бульб типу “Гумотокс” різних модифікацій, а також вітчизняні протруювачі ПСК-20 та ОПК-1, які встановлювались на транспортері-завантажувачі ТЗК-30 [22].

Такі протруювачі монтувались в спеціальних цехах у великих приміщеннях. Основними недоліками згаданих протруювачів є висока енергетична та металомісткість, а також те, що під час роботи значна частина протруйників потрапляла на обладнання, транспортні засоби і на територію, на якій встановлено обладнання.

Новизна запропонованої роботи полягає в тому, що технологія та засоби механізації, які передбачено розробити, дозволяють обробляти бульби хімічними препаратами безпосередньо в процесі садіння з одночасною обробкою ґрунту в посадковій зоні з незначними додатковими енерговитратами. Протруювання бульб безпосередньо в борозні дозволяє знизити затрати праці більше як у 3 рази порівняно із стаціонарною обробкою, при цьому додатково на 10-15% збільшується врожайність картоплі.

Проте цей спосіб має також істотний недолік, який полягає в тому, що бульби в рядку (борозні) розкладаються з інтервалом в межах 20...30 см. В такому випадку на них потрапляє по розрахунках одна десята частини протруйника, а решта – на ґрунт.

Але, в зв'язку з тим, що майже 98% картоплі в Україні вирощується в приватних дрібнотоварних господарствах, то протруювання насінневих бульб картоплі на стаціонарних протруювачах по санітарним нормам є практично неможливим [19, 22].

Тому запропонований метод обробки бульб під час садіння є

актуальним і доцільним. Завданням дипломної роботи є дослідити процес обробки бульб картоплі протруйниками на картоплесаджалці під час садіння.

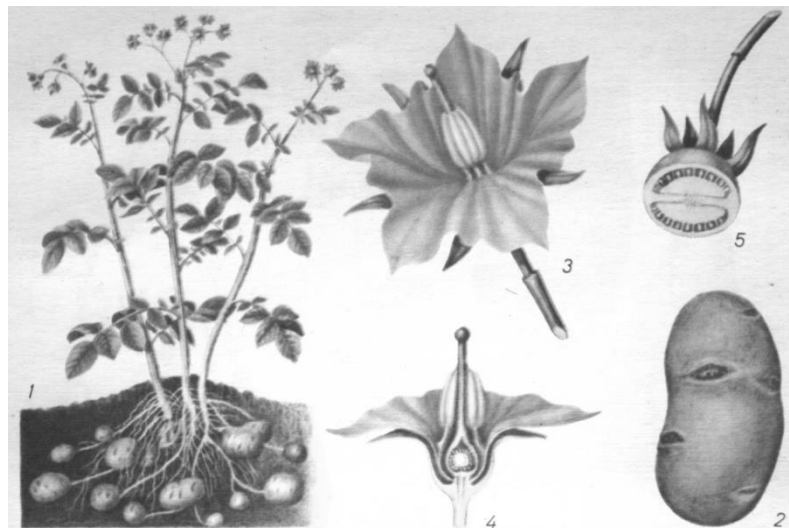


## РОЗДІЛ 1

### ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ ОБРОБКИ БУЛЬБ КАРТОПЛІ ОТРУТОХІМІКАТАМИ ПІД ЧАС САДІННЯ

#### 1.1 Біологічна особливість картоплі та її характеристика

Параметри картоплі, що характеризують її біологічні особливості. Більшам картоплі притаманні біологічні особливості родини пасльонових. Отже, картоплю можна розмножувати двома способами: вегетативно використовуючи для посадки бульби вагою від 30 до 80 грам або насінням. Перший спосіб використовують для виробництва картоплі для споживання, а другий для виведення нових сортів, оскільки насіння отримуємо з квітки, що запилюється різними сортами досягаючи нові характеристики бульб. Перший спосіб повністю забезпечує біологічні характеристики сорту в отриманому врожаї. Сама рослина (рисунок 1.1) містить наземну частину ( стебло на якому ростуть листя, квіти, плоди) та підземну частину, коріння, на якому відбувається накопичення поживних речовин у вигляді бульб, що утворюються на кінцівках частини коріння, що називаються столоне [10].



1 – вигляд рослини; 2 – картоплина (бульба); 3, 4 – квітка; 5 – плід

Рисунок 1.1 – Загальний вигляд куща картоплі і його складові частини

Значення картоплі для народного господарства. Картопля займає чільне місце серед основних сільськогосподарських культур, що вирощуються аграрними підприємствами. Картопля посідає чільне місце не тільки в Україні, але і у світі в тому числі і в Європі, бо використовується у різних сферах: як харчовий продукт для людини; є хорошим кормом для тварин; має широке використання у переробній галузі.

Основу бульб картоплі складає крохмаль та білок, а також велика кількість вітамінів В1, В2 та С, окрім того є достатня кількість інших речовин, особливо мікроелементів. Характеризується картопля високою енергетичною цінністю, її енергетична цінність в декілька разів перевищує моркву, капусту та помідори.

Картопля є хорошою кормовою культурою. Багатьма країнами світу використовується як основний корм у свинарстві. Вона забезпечує значне підвищення продуктивності ВРХ, як під час виробництва молока та і під час виробництва м'яса. Дані результати досягаються за рахунок вмісту у бульбах картоплі великої кількості крохмалю. За своїми енергетичними показниками картопля в таблиці займає третє місце, і стоїть нижче тільки після цукрових буряків та кукурудзи.

У світовому рейтингу картопля посідає високе місце у виробництві крохмалю, спирту та глюкози. З однієї тони картоплі можна виробити: 0,4 тони крохмалю; біля 90 літрів чистого спирту, а як побічний продукт отримуємо від 15 до 17 кілограм каучуку.

В технологічному циклі вирощування сільськогосподарських культур в господарства картопля у сівозміні виступає хорошим попередником для більшості культур. Картопля вимагає внесення великої кількості органічних добрив, під час догляду за посадками для знищення бур'янів і розпушення ґрунту проводять обробіток міжрядь, що також має хороший вплив на покращення родючості ґрунту і створює хороші умови для попередників.

Ореол поширення картоплі є цілий світ. Картоплю знайшли у дикій природі, наприклад у гірських районах Америки. Більшість дослідників

вважає що розповсюдження картоплі розпочалося з Америки з районів Аляски. В Україні картопля з'явилася у XVIII ст. і зазнала швидкого розповсюдження по всій території за рахунок сприятливих умов вирощування.

Біологічні особливості. Картопля потребує хороших кліматичних умов, але як показала історія її можна вирощувати по всій території України. Проростання бульб картоплі розпочинається за температури прогрівання ґрунту в межах від 8 до 10 градусів за Цельсієм, але вина боїться, як теплолюбива культура, зниження температури і за мінус один два градуси гине. Картопля може одночасно споживати значну кількість поживних речовин з накопичення останній у бульбах, тому вимагає великих норм внесення добрив, особливо органічних. Тільки за таких умов можна отримати високі врожаї.

Хороших врожаїв картоплі можна добитися лише за умов дотримання всіх агротехнічних вимог під час посадки. Операція садіння є вирішальною у технологічному процесі вирощування. Правильність посадки забезпечує якісне виконання усіх наступних операцій: міжрядний обробіток; збирання.

За агротехнічними вимогами посадку необхідно проводити здоровими та відкаліброваними бульбами відповідної фракції: дрібна 30 – 40 грам, середня 40 – 50 грам, велика 50 – 60 грам. Бульби більшої ваги перед посадкою розрізають на двоє. Окрім того, вибір сорту належить бульбам з високими врожайними властивостями, що є запорукою високих врожаїв, не менше 200 центнерів з гектара [10].

Для запобігання захворюваності садильного матеріалу після посадки в ґрунт, доцільно перед посадкою його обробити отрутохімікатами для захисту від хвороб. Під час, передпосадкового обробітку доцільно також бульби обробити стимуляторами росту. Отрутохімікати та стимулятори росту розчиняють у воді, якою оброблять верхню поверхню бульб картоплі. Дану операцію проводять спеціальними машинами для протруєння.

## 1.2 Способи обробки садивного матеріалу та машини для їх виконання

Спосіб нанесення протруйника на поверхню бульби картоплі залежить в першу чергу від виду протруйника і особливостей виконання технологічної операції. Тобто обробку можна проводити: порошкоподібними протруйниками з попереднім змочуванням поверхні водою; рідкими протруйниками, при цьому бульби картоплі занурюють у розчин, а потім підсушують; способом пропускання бульб через м'які робочі органи пропитані розчином отрутохімікатів; обприскуванням безпосередньо під час посадки в борозні.

Для протруювання бульб картоплі створено достатньо машин, що працюють з різними видами отрутохімікатів, відповідно до їх виду і рекомендованого способу застосування. До таких машин можна віднести: обприскувач для обробки рослин ОПК-1; пристрій для протруєння бульб отрутохімікатами, що у свою чергу монтується на картоплесаджалці, наприклад СН-4Б-1; на даній саджалці можна монтуватися пристрій що буде обробляти бульби в борозні і монтується у сошниках; промисловий протруювач „Гомотокс-С”, що забезпечує різні норми протруйників, які показані в таблиці 1.1 [1, 5].

Таблиця 1.1 – Витрата препаратів та терміни протруєння бульб картоплі протруювачем „Гомотокс – С”

Препарати	Витрата, кг/т	Розпилювач (номер)	Днів обробки до садіння	Хвороби
Дитан-М-45, 80%-ний порошок	2,1 – 2,4	4 – 9	1 – 15	Ризокнонізин, гниль, фітофтороз, парша,
Купрозан, 80%-ний порошок	0,24 – 0,51	2 – 4	1 – 15	
Купроцин 1.7%-ний порошок	0,6 – 1,2	2 – 4	1 – 15	
Полікарбацин 75%-ний порошок	2,7 – 2,8	4 – 9	1 – 15	

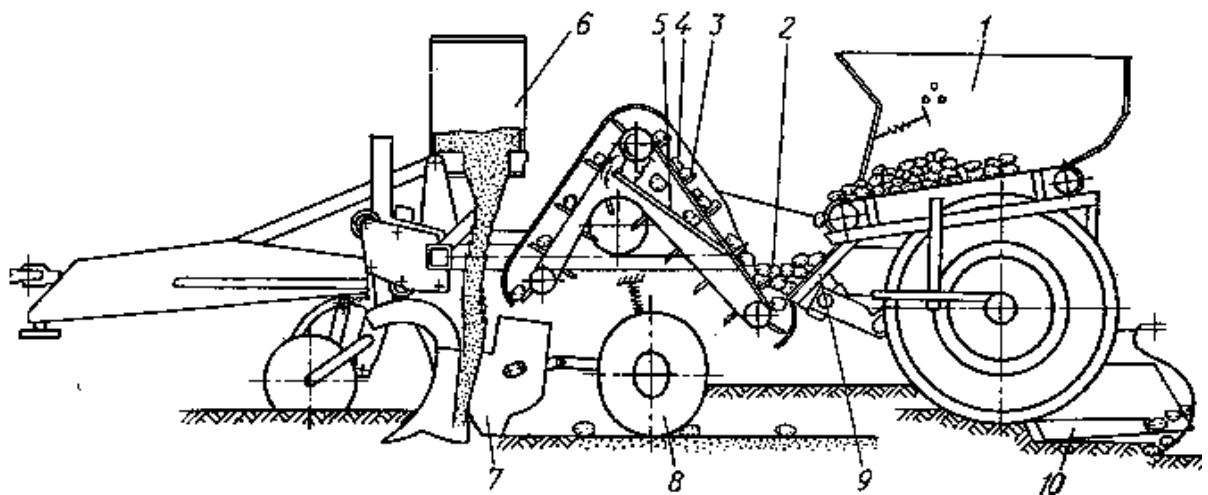
Цинеб 80%-ний порошок	0,51 – 1,11	2 – 4	1 – 15	Фітофтороз
--------------------------	----------------	-------	--------	------------

З таблиці 1.1 видно, що для боротьби з хворобами Ризокнонізом, Фітофторозом, паршою, гниллю можна використовувати різні норми препаратів Дитан-М-45, Купрозану, Купроцину та Полікарбаціну.

Від одного до п'ятнадцяти днів до садіння готують водяний розчин перерахованих препаратів і наносять на поверхню садивного матеріалу розпиленням.

Для розпилювання розчину використовують розпилювачі номерами від двох до дев'яти. Номери розпилювачів від двох до чотирьох застосовують для малих норм, номери від п'яти до дев'яти для великих норм.

Розроблені картоплесаджалки, що забезпечують внесення мінеральних та органо-мінеральних сумішей підчас садіння картоплі. До них можна віднести картоплесаджалки СКГ-4;СКМ-6, особливо САЯ-4 для посадки пророщених бульб (рисунок 1.2) [2-4].



1– технологічна місткість; 2– ківш; 3 – садильний апарат конвеєрного типу; 4– пружинні елементи; 5– лоток; 6– туковисівний апарат; 7 – сошник; 8– загортачі борозенки (диски); 9 – пристрій для утримування бульб під час посадки; 10– розпушувач поверхні гребеня

Рисунок 1.2 – Схема картоплесаджалки САЯ – 4 та технологічного процесу садіння

Конструкції запропонованих картоплесаджалок не забезпечують якісної обробки бульб картоплі під час посадки. Спостерігалася надлишкова витрата робочої суші отрутохімікатів та неякісне покриття поверхні бульб. Були виявлені необроблені місця, що були джерелами розвитку хвороб. Порошкоподібний протруйник осипався в поверхні бульб.

Для усунення даних недоліків було запропоновано провести дослідження процесу нанесення розчину отрутохімікату на поверхню бульб картоплі. Для цього запланували розробити лабораторну установку для проведення експериментів та макетний зразок пристосування до картоплесаджалки. В удосконаленому пристрої для обробки бульб під час посадки було запропоновано використати сітчастий лоток. Використання сітчатого лотка дозволяє підвищити ефективність обробки посадкового матеріалу обприскуванням, за рахунок економії розчину протруйника без погіршення якості нанесення робочої рідини.

### **Висновки**

Картопля займає чільне місце серед основних сільськогосподарських культур, що вирощуються аграрними підприємствами. Картопля посідає чільне місце не тільки в Україні, але і у світі в тому числі і в Європі, бо використовується у різних сферах: як харчовий продукт для людини; є хорошим кормом для тварин; має широке використання у переробній галузі.

Для підвищення врожайності доцільно перед посадкою проводити обробку бульб протруйниками та стимуляторами росту.

Обробки посадкового матеріалу зменшує степінь захворюванню рослин під час росту, а стимулятори росту забезпечують підвищення схожості бульб.

Доцільно для обробки посадкового матеріалу розробити пристосування до картоплесаджалки, що буде використовувати сітчатий лоток для економії розчину отрутохімікату.

## РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕДПОСАДКОВОЇ ОБРОБКИ САДИВНОГО МАТЕРІАЛУ

### 2.1 Аналіз технологій обробки садивного матеріалу

З метою обґрунтування напрямку досліджень і мети досліджень та був проведений огляд літературних джерел, патентний пошук та аналіз існуючих технологій та засобів механізації для передпосадкової підготовки садивного матеріалу, в яку входило: сортування бульб за розмірами та протруювання бульб отрутохімікатами і стимуляторами росту.

За результатами даного пошуку було виділено наступні способи передпосадкової обробки садивного матеріалу, а саме:

- використання для обробки порошкоподібних отрутохімікатів;
- використання для обробки рідких отрутохімікатів, тобто розчини різної концентрації в які занурювали бульби;
- використання для обробки рідких протруйників, що наносились на поверхню бульб обприскуванням під час руху на транспортерах або в ємкостях, що оберталися з метою перемішування оброблюваного матеріалу;
- використання для обробки рідких отрутохімікатів, що наносились на поверхню бульб пористими матеріалами насичені розчинами;
- обробка посадкового матеріалу під час садіння бульб картоплі, що розкладені на дні борозни.

Технологія протруювання садивного матеріалу порошкоподібними отрутохімікатами має ряд значних недоліків. По перше, неминуче розпилювання порошку в робочій зоні і попадання його на робітників задіяних в робочому процесі, що небезпечно для здоров'я. По друге, під час обробки порошкоподібний отрутохімікат не якісно прилипає до оброблюваної поверхні, осипається з неї і додатково забруднює навколишнє середовище. Отже, за своїх недоліків даний спосіб не отримав широкого використання у промислових умовах [5, 9, 12, 14, 16].

Використання способу занурення бульб у рідкі розчини отрутохімікатів



різної концентрації також характеризується рядом вагомих недоліків. Оброблюваний матеріал має на поверхні незначну кількість ґрунту, який під час занурення розкисає і випадає на дно ємкості. Для збору і утилізацію даного ґрунту необхідно застосувати спеціальне обладнання, що призводить до додаткових затрат, а особливо погіршення стану самого розчину і втрати його захисних властивостей.

Обробка бульб обприскуванням усуває недоліки попередніх способів. Характеризується економією розчину отрутохімікату під час технологічного процесу нанесення рідини на поверхню бульб, а особливо значно покращує умови праці робітників їх санітарно-гігієнічні умови.

Для покриття поверхні бульб рідкими отрутохімікатами можна застосувати наступні робочі органи:

- використання камер для протруювання в яких змонтовані один навпроти одного два дискові розприскувачі між якими падають бульби;
- транспортери або похилі лотки по яких рухаються бульби, а робоча рідина подається розпилювачами, що у свою чергу монтуються зверху над транспортерами або лотками.

Досліди показали, що під час обробки бульб запропонованими способами відзначали в межах 36–54 % необґрунтованих витрат робочої суміші і значний відсоток пропусків покриття поверхні бульб.

Простий та дешевий спосіб обробки бульб є спосіб обробки рідкими отрутохімікатами під час посадки у борозні. Про те, за даного способу 10 % отрутохімікату попадає на 70 % поверхні бульб, а решта, 90 % на поверхню ґрунту борозни. Отже, даний спосіб не рекомендовано для використання виробниками.

Обробляти бульбу картоплі можна роликами, виготовленими з пористого матеріалу, що насичується концентрованим рідким розчином. В технологічному процесі бульби пропускаються між роликами. Спосіб не отримав широкого застосування, бо залишки ґрунту на оброблюваній поверхні забивають пори роликів і виводять їх з ладу. Їх заміна це додаткові

затрати і зменшення продуктивності обробки.

Враховуючи особливості роботи садильних апаратів існуючих картоплесаджалок бульби розкладаються на дні борозни з інтервалом від 70 до 80 мм. Отже, доцільно обробляти бульби в момент безпосереднього виходу із садильного апарату, коли вони котяться по похилому сітчатому лотку. Одночасно на бульби подається рідина у вигляді плоского конуса, що утворюється розпилювачами. Більше половини робочої рідини наноситься на поверхню бульб, а решта – на дно борозни.

## **2.2. Запропонована технологія обробки садивного матеріалу картоплі**

Для захисту посівів картоплі від шкідників і хвороб під час вегетаційного періоду, доцільно застосувати технологію попередньої обробки бульб картоплі отрутохімікатами та стимуляторами росту. Дану обробку садивного матеріалу варто проводити під час виконання операції садіння, що створить для працівників безпечні санітарні умови праці, а також зменшить негативний вплив щодо забруднення довкілля.

Запропоновану технологію протруювання бульб картоплі отрутохімікатами і стимуляторами росту можна застосувати у всіх регіонах України зі своїми ґрунтово-кліматичними умовами.

Пристосування до картоплесаджалок характеризується простою конструкцією та низькою ціною і пропонується не тільки для великих господарств, а і для малих фермерських господарств, що вирощують картоплю на незначних площах.

Технологія передбачає наступні операції:

- підвезення води до картоплесаджалки;
- заливка води в бак пристосування;
- заливка концентрованого отрутохімікату в бак;
- приготування робочої рідини;
- обприскування садивного матеріалу робочою рідиною на

картоплесаджалці під час садіння.

Перерахунок технологічних операцій протруєння садивного матеріалу та їх характеристика наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Технологічні операції протруєння садивного матеріалу та їх характеристика

№ п/п	Назва операції	Характеристики (агротехнічні вимоги, технічні засоби, безпека праці)
1	2	3
1	Транспортування води до посадкового агрегату	Агрегат для підвезення води має оснащуватися обладнанням для заправки баку пристосування для протруювання з мінімальним застосуванням ручної праці
2	Заливка води в бак пристосування	Перед приготуванням робочої рідини воду необхідно очистити від домішок, або завчасно використовувати чисту з безпечних джерел. Під час заправки водою необхідно використовувати сітчастий фільтр. Об'єм заправленої води контролюється по мірній шкалі з кроком не більше одного літра.
3	Заливка концентрованого отрутохімкату в бак	Задана концентрація робочої рідини досягається використанням мірного посуду, що забезпечує вимірювання необхідного об'єму препарату з точністю $\pm 5$ мл. Для цього використовується спеціальний мірний посуд. Для дотримання безпечних умов праці робітники використовують гумові рукавиці та респіратори
4	Приготування робочої рідини	Робоча суміш має бути однорідна за структурою, без наявності твердих включень і розшарувань компонентів. Перемішування препарату і води проводиться безпосередньо у баку з використанням механічної

		чи гідравлічної мішалки.
--	--	--------------------------

Продовження таблиці 2.1.

1	2	3
5	Обприскування садивного матеріалу робочою рідиною на картоплесаджальці під час садіння	<p>За агротехнічними вимогами з врахуванням ґрунтово-кліматичних умов глибина посадки бульб картоплі лежить в межах від 6 до 8 см.</p> <p>Густина посадки бульб залежить від площі живлення і на один гектар висаджується від 50 до 60 тис. шт. Норма посадки змінюється спеціальними механізмами та системами.</p> <p>Норма витрати отрутохімікату встановлюється виробником з врахуванням концентрації розчину протруйника та площі поверхні бульб. Як показали дослідження, в середньому на одну бульбу необхідно витратити 0,35 г робочої рідини, в перерахунку на один гектар це буде становити від 35 до 50 літрів.</p> <p>Норма витрати отрутохімікатів забезпечується підбором розпилювачів, тиском рідини та коректується швидкістю посадкового агрегату.</p> <p>Перед початком роботи необхідно виконати всі операції, що передбачені технологічною картою підготовки агрегату до роботи.</p>

Основні агротехнічні вимоги:

- під час роботи контролюється ширина основних і стикових міжрядь, допустимі відхилення становлять, відповідно  $\pm 2$  см та  $\pm 10$  см;;
- допустимі відхилення рівномірності глибини посадки та висоти гребеня становлять  $\pm 2$  см;
- контроль густоти посадки картоплі проводиться у відкритій борозні на довжині рядка 14,3 м. Рахуємо кількість бульб на даній довжині, множимо на ширину міжряддя 70 см та на 1000 це і буде фактична густина посадки;
- перевірка якості обробки бульб проводиться у відкритій борозні

візуально, за вимогою вся поверхня бульб має бути покрита розчином отрутохімікату.

### Висновки

Для захисту посівів картоплі від шкідників і хвороб під час вегетаційного періоду, доцільно застосувати технологію попередньої обробки бульб картоплі отрутохімікатами та стимуляторами росту. Обробку садивного матеріалу варто проводити під час виконання операції садіння з використанням розробленого пристосування, що створить для працівників безпечні санітарні умови праці, а також зменшить забруднення довкілля.

Пристосування до картоплесаджалок характеризується простою конструкцією та низькою ціною і пропонується не тільки для великих господарств, а і для малих фермерських господарств.

Враховуючи особливості роботи садильних апаратів існуючих картоплесаджалок бульби розкладаються на дні борозни з інтервалом від 70 до 80 мм. Отже, доцільно обробляти бульби в момент безпосереднього виходу із садильного апарату, коли вони котяться по похилому сітчатому лотку. Одночасно на бульби подається рідина у вигляді плоского конуса, що утворюється розпилювачами. Більше половини робочої рідини наноситься на поверхню бульб, а решта – на дно борозни.

## РОЗДІЛ 3

### ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 3. 1. Програма експериментальних досліджень

Програма експериментальних досліджень технологічного процесу обробки бульб картоплі протруйниками і стимуляторами росту безпосередньо під час садіння передбачає:

- а) дослідження характерних параметрів садивних бульб картоплі;
- б) дослідження процесу покриття поверхні бульби протруйником.

Для досягнення мети експериментальних досліджень і виконання програми експериментів вирішуються наступні питання:

- окреслити методики проведення досліджень для визначених етапів;
- підібрати лабораторне обладнання;
- розробити та виготовити недостатнє лабораторне обладнання для проведення окремих експериментів;
- розрахувати кількість матеріалів і деталей необхідних для проведення експериментів;
- організувати проведення експериментів за визначеними методиками планування експериментів;
- обробити результати досліджень.

Під час проведення експериментальних досліджень було передбачено заміри вихідних параметрів, визначено режими роботи обладнання, фіксування часу проведення дослідів, тощо. Організація проведення експериментів передбачала два етапи. На першому етапі проведено пошук базових параметрів, а на другому їх теоретичне обґрунтування.

В основі пошукового етапу лежали дослідження та аналіз існуючих патентів та технологій передпосадкової обробки садивного матеріалу

отрутохімікатами у порошкоподібному чи рідкому виді, шляхом їх нанесення на поверхню бульб обпиленням чи обприскуванням.

Основні фактори, що впливають на процес обробки посадкового матеріалу отрутохімікатами визначали на другому етапі досліджень шляхом проведення дослідів, для обробки результатів яких застосовували математичні методи.

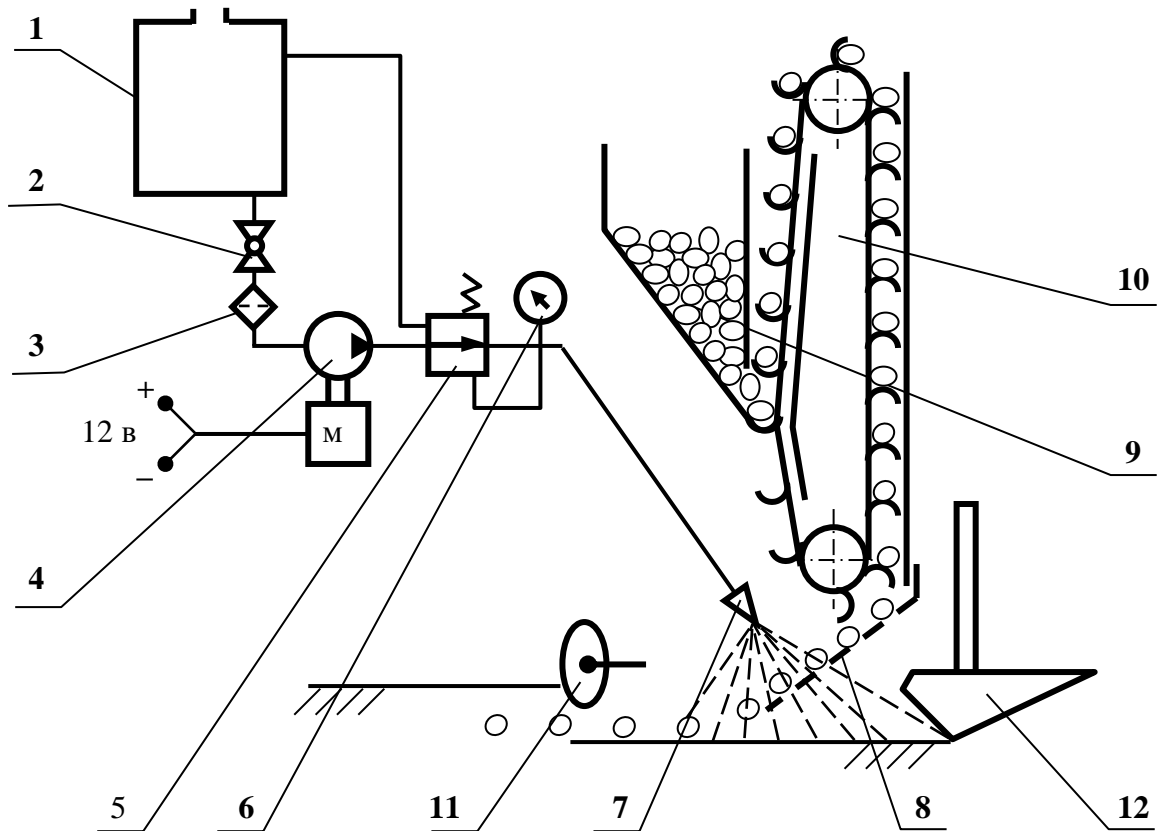
### **3.2. Мета досліджень**

Провести огляд літературних джерел та патентний пошук для аналізу сучасних технологій та засобів механізації для передпосадкової обробки бульб картоплі отрутохімікатами.

Розробити технологічну схему та макетний зразок пристосування для протруювання садивного матеріалу під час садіння що монтується на картоплесаджалці.

Під час розробки конструкції лабораторної установки для проведення експериментів та пристосування до картоплесаджалки використано технологічну схему процесу, зображеної на рисунку 3.1, що забезпечує максимально можливе покриття поверхні бульб розчином отрутохімікатів та стимулятора росту під час садіння та обробку ґрунту посадкового ложа.

Особливістю запропонованої технології обробки садивного матеріалу під час садіння є використання похилого сітчастого лотка 8 (рисунок 3.1). За рахунок використання даного лотка бульбам надається обертовий рух після того як вони падають на нього з висаджувального апарату. Під час скочування на бульби наноситься розпилений отрутохімікат у вигляді плоского конуса, що утворюється щілинним розпилювачем 7, що у свою чергу монтується над лотком 8. Під час обприскування, частина отрутохімікату попадає на поверхню бульб, що знаходяться на лотку та скочуються по ньому, а рештою отрутохімікату обробляється ґрунт в борозні в зоні садіння.



- 1– бак; 2– кран; 3– фільтр; 4– насос; 5– редукційний клапан;  
 6– вимірювач тиску; 7– розпилювач; 8– похилий лоток; 9 – бункер;  
 10– садильний апарат; 11– загортач (диски); 12– сошник.

Рисунок 3.1 – Технологічна схема протруювання посадкового матеріалу на картоплесаджалці під час садіння

Подачу робочого розчину забезпечує електронасос потужністю 0,08 кВт. Для живлення електродвигуна необхідна напруга 12 В, що дає можливість використання запропонованої системи в польових умовах. Електросистема пристосування для обробки садивного матеріалу підключається до електросистеми трактора, що виробляє струм напругою 12 В.

До гідросистеми подачі робочої рідини отрутохімікату входять: бак 1; кран 2; фільтр 3; електронасос 4; редукційний клапан 5; вимірювач тиску (манометр) 6.

Запропонований спосіб передпосадкової обробки бульб під час садіння



дозволяє рівномірно нанести рідкий розчин по всій оброблюваній поверхні бульб з усіх сторін.

Розрахункові та експериментальні дані, що були отримані під час експериментів, були використані для визначення конструктивних та технологічних параметрів, а також режимів роботи розробленого пристосування до картоплесаджалки КС-2 для нанесення отрутохімікатів на поверхню бульб безпосередньо під час садіння.

Вихідні дані для розрахунків оптимальних параметрів та режимів роботи технологічного процесу і пристосування до картоплесаджалки для обробки садивного матеріалу отрутохімікатами:

- розмірні параметри бульб середні по масі призначені для посадки з визначенням їх периметру, об'єму та площі оброблюваної поверхні;
- кількість робочої рідини, що утримується на поверхні бульби за рахунок поверхневого натягу та товщина плівки що утворюється після занурення та обприскування.

На основі вихідних визначали:

- шлях та швидкість переміщення бульб від садильного апарату, по похилому сітчастому лотку до дна борозни;
- кількість розчину отрутохімікату, яка витрачається на протруєння бульб і нанесення на ґрунт борозни в зоні садіння за час їх обробки факелом розпиленої рідини (дана кількість визначається розрахунковим способом і перевіряється експериментальним шляхом);
- норму виливу отрутохімікату розпилювачем за одиницю часу відповідно до швидкості руху посадкового агрегату, що коливається в межах від 4 до 6 км/год та рекомендованої густоти посадки, шт/га;
- параметри розпилювачів: продуктивність, л/хв.; геометричні розміри факелу розпилу рідини за тиску 2 кг/см<sup>2</sup>;
- норму витрати робочої рідини в літрах на одну тону садивного матеріалу з перерахунком на один гектар поля з врахуванням норми посадки.

### 3.3. Методики визначення основних показників технологічного процесу передпосадкової обробки бульб протрусенням під час садіння

#### 3.3.1. Розмірні параметри бульб та якість змочування їх поверхні

Для визначення розмірних параметрів та площі оброблюваної поверхні необхідно відібрати десять бульб середніх розмірів округлої форми, вага яких за агротехнічними вимогами має становити від 50 до 80 грам. Перед проведенням досліду вибирається бульба та зважується за допомогою ваги ВЛК-500 з точністю до сотої долі грама. Після цього, за допомогою штангенциркуля, проводяться заміри довжини, ширини і товщини вибраної бульби. На основі отриманих розмірних параметрів бульб визначаємо їх масу, об'єм, площу оброблюваної поверхні та периметр.

Об'єм бульби  $V$  визначаємо розрахунковим способом за формулою, що відповідає об'єму кулі:

$$V = \pi \cdot D^3 / 6, \quad (3.1)$$

де  $D$  – середній діаметр бульби, ( $D = (l + t + b) / 3$ ,  $l$  – довжина;  $t$  – товщина;  $b$  – ширина).

Для перевірки розрахунків об'єму проводиться експеримент і даний параметр визначається зануренням бульб у мірний посуд з водою. Об'єм бульби буде рівний об'єму витісненої води.

Площа поверхні бульби  $S$  і периметра перерізу  $P$  буде рівна:

$$S = \pi \cdot D^2; \quad P = \pi \cdot D. \quad (3.2)$$

Теоретичні і експериментальні результати експерименту розмірних параметрів в таблицю 4.1.

Діаметр бульби можна розрахувати за відомого значення об'єму,

$$D = \sqrt[3]{6 \cdot V / \pi} . \quad (3.3)$$

За формулами (3.2) розраховується площа оброблюваної поверхні бульб і периметр перерізу у двох перпендикулярних площинах, вздовж картоплі та поперек, а результати розрахунків заносимо в таблицю 4.1.

### 3.3.2. Основні параметри запропонованого технологічного процесу протруювання

Норма витрати робочої рідини отрутохімікату з розрахунку на одну тону садивного матеріалу та на один гектар посадкової площі з врахуванням густоти посадки бульб картоплесаджалкою визначається за формулами [6]

$$N_T = B_T \cdot m / 1000 ; \quad (3.4)$$

$$N_{za} = B_{za} \cdot m / 1000 , \quad (3.5)$$

де:  $N_{za}$  – норма витрати робочої рідини отрутохімікату на один гектар, кг/га;

$B_{za}$  – густина посадки, шт/га;

$N_T$  – норма витрати робочої рідини протруювача на одну тону садивного матеріалу, кг/т;

$m$  – кількість робочого розчину для повного покриття поверхні бульб, що утримується на ній після обробки обприскуванням, г;

$B_T$  – кількість бульб (розрахункова) в 1 тонні, шт.

Середня початкова швидкість  $V_3$  початку падіння бульби в момент випадання з ложечки садильного апарату. Дана швидкість прямопропорційна швидкості картоплесаджалки  $V_K$  і рівна швидкості  $V_I$  транспортера садильного апарату.

Швидкість транспортера рівна:

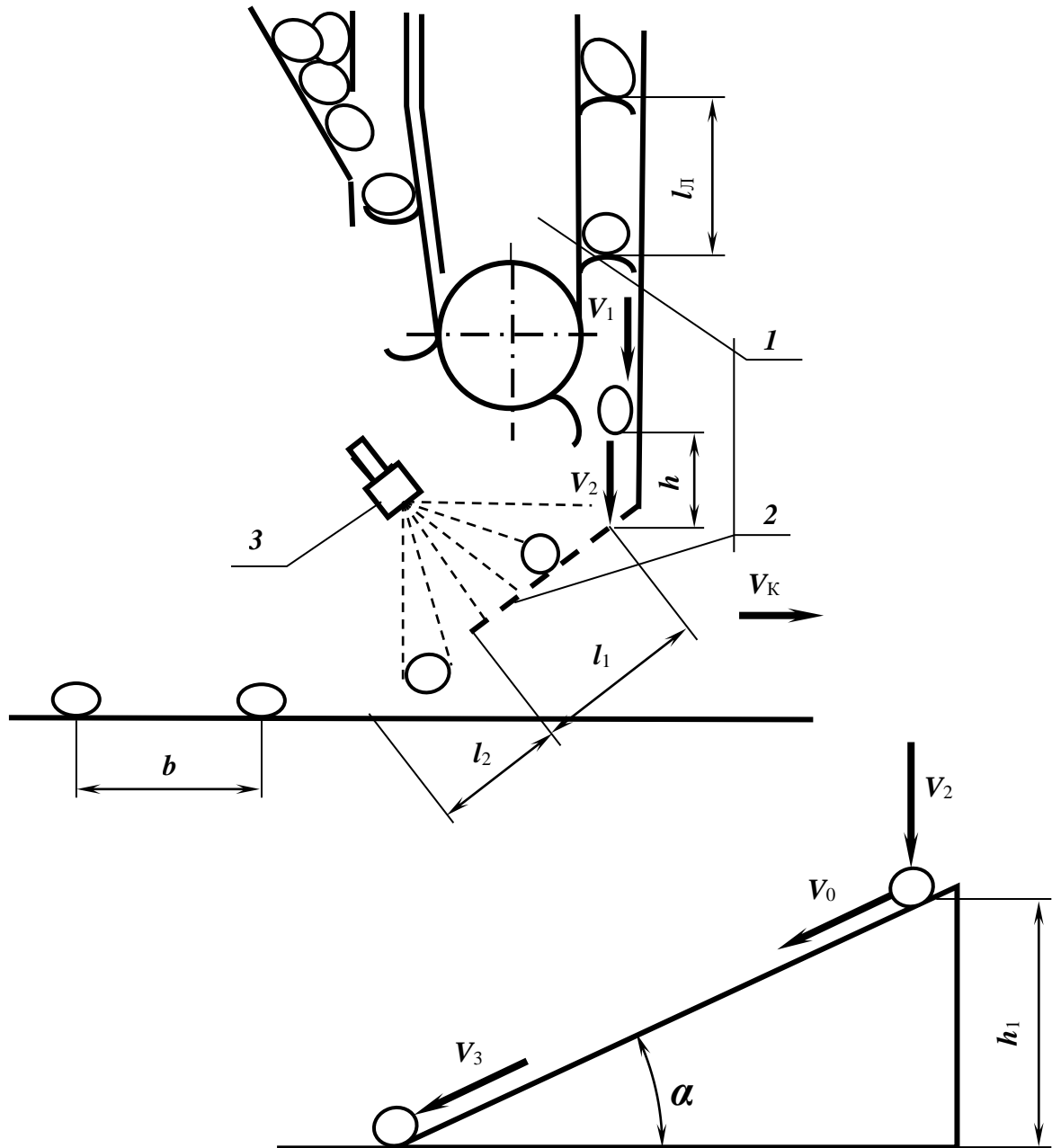
$$V_I = V_K \cdot l_L / b , \quad (3.6)$$

де  $V_K$  – швидкість картоплесаджалки, м/с;

$l_L$  – крок розташування ложечок на транспортері садильного апарату, м;

$b$  – віддаль між бульбами в рядку після посадки, м.

Схема руху бульби в картопледжалці зображено на рисунку 3.2.



1 – садильний апарат; 2 – сітчастий похилий лоток; 3 – розпилювач;

$\alpha$  – нахил лотка до горизонталі

Рисунок – 3.2. Схема роботи пристосування для передпосадкової обробки бульб отрутохімікатами в процесі садіння.

Швидкість руху бульби в момент взаємодії лотком визначаємо за формулою:

$$V_2 = V_1 + \sqrt{2g \cdot h}. \quad (3.7)$$

Бульба котиться по лотку за умови, що кут нахилу лотка більший за кут тертя кочення бульби по сітчатій поверхні лотка, при цьому швидкість руху бульби по лотку буде становити:

$$V_0 = V_2 \cdot \cos \alpha. \quad (3.8)$$

Швидкість руху бульби на відрізку від верхньої початкової точки лотка до дна борозни визначається за формулою:

$$V_3 = \sqrt{2g \cdot L} + V_0. \quad (3.9)$$

Віддаль, яку пройде бульба від початку лотка до дна борозни, визначається із рівняння (3.9) і буде становити:

$$L = V_0 \cdot t + g \cdot t^2 / 2, \quad (3.10)$$

Час  $t$  руху бульби по лотку дна борозни визначаємо з рівняння (3.10):

$$t = \sqrt{V_0^2 + 2 \cdot g \cdot L} - V_0 / g \quad (3.11)$$

де  $L = l_1 + l_2$  (рисунок 3.2);

$l_1$  – довжина лотка;

$l_2$  – відстань, що проходить бульба під час падіння на дно борозни.

Кількість обертів  $n_1$ , що зробить бульба під час переміщення по лотку, залежить від периметру  $P$  бульби в площині обертання та кількість обертів  $n_2$  бульби під час падіння за інерцією визначаються за формулою:

$$n_1 = \frac{l_1}{P}; \quad n_2 = \frac{L}{P}, \quad (3.12)$$

де  $L$  – віддаль, що проходить бульба під час вільного падіння від лотка до дна борозни, м.

Для визначення маси рідини, яка наноситься на оброблювану поверхню бульб та на ґрунт в борозні в зону садіння необхідно визначити: час  $t$  переміщення бульби в зоні факела розпиленої рідини (рисунок 3.3); площу перерізу факела  $S_\phi$ ; сумарну площу перерізу бульб  $S_\delta$ .

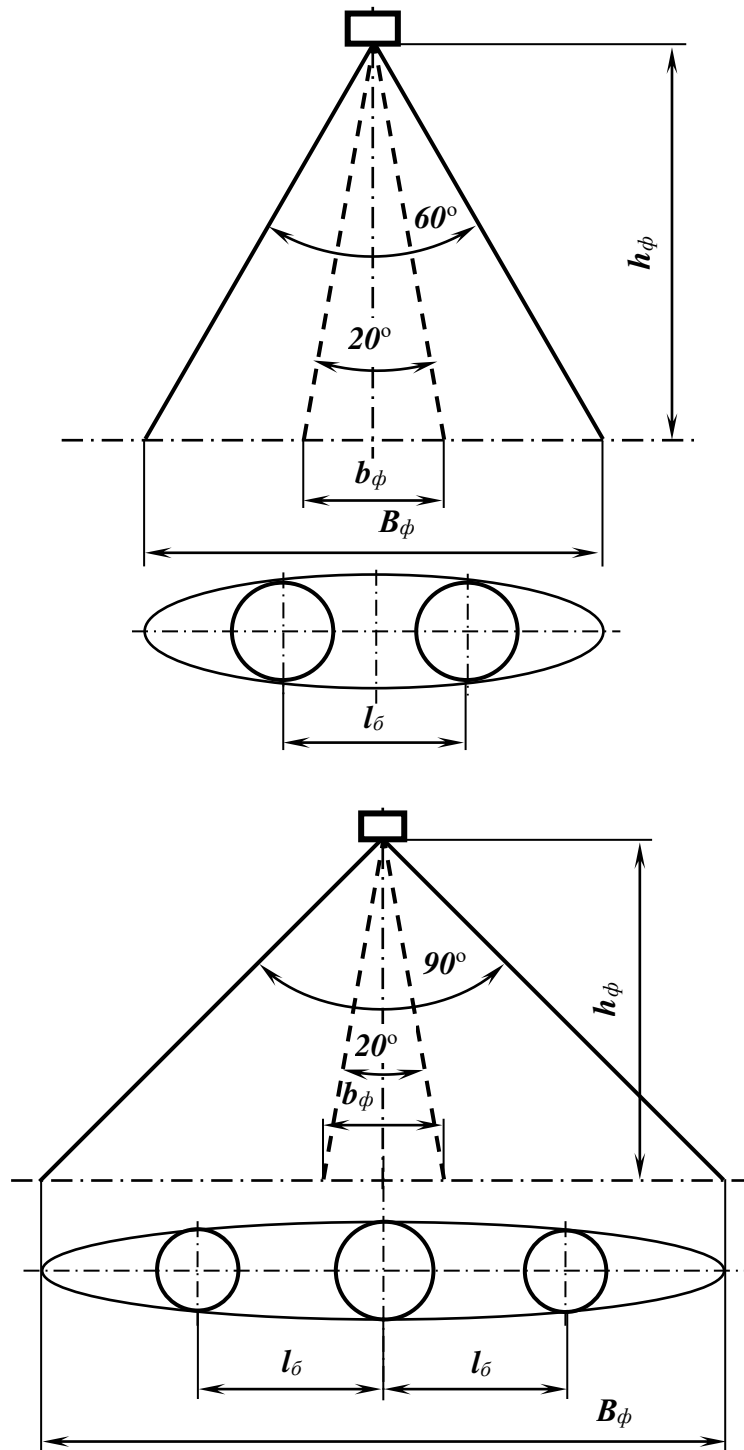


Рисунок 3. 3 – Параметри факелу розпилу робочої рідини

Площа перерізу факелу розпилу робочої рідини має еліпсоподібну форму і розраховується за формулою:

$$S_{\phi} = \pi \cdot B_{\phi} \cdot e_{\phi} / 4. \quad (3.13)$$

Сумарна площа перерізу бульби буде становити:

$$S_{\sigma} = \pi(D_1^2 + D_2^2 + D_3^2) / 4. \quad (3.14)$$

Кількість рідини  $m$ , що наноситься на поверхню бульби площею  $S_{\phi}$  залежить від часу обробки на даному інтервалі  $t$  та продуктивності розпилювача  $q$  визначається за формулою:

$$m = t \cdot q. \quad (3.15)$$

Коефіцієнт повноти покриття  $K$  поверхні бульб площею  $S_{\phi}$  визначається за формулою:

$$K = \sum S_{\sigma} / S_{\phi}. \quad (3.16)$$

З врахуванням формули (3.15) реальна кількість розчину отрутохімікату, що попадає на поверхню бульби визначаємо із залежності

$$m_{\sigma} = t \cdot q \cdot K. \quad (3.17)$$

Кількість рідини, що попадає на одну бульбу залежить від кількості  $Z$  бульб які одночасно знаходяться в зоні обробки протруйовачем і рівна

$$m = t \cdot q \cdot K / Z. \quad (3.18)$$

Для якісного покриття бульб протруйником необхідно, щоб продуктивність розпилювача становила

$$q = Z \cdot m_k / K \cdot t. \quad (3.19)$$

Продуктивність картоплесаджалки визначаємо за формулою:

$$G = 10C \cdot V_k \cdot n_p, \quad (3.20)$$

де  $G$  – продуктивність картоплесаджалки за годину чистого часу, га/год;

$C$  – ширина міжряддя, м;

$V_k$  – рекомендована технологічна швидкість руху агрегату, км/год;

$n_p$  – кількість сошників на картоплесаджалці, відповідає кількості рядків, що формується за один прохід агрегату.

Норма витрати робочої рідини на один гектар становить:

$$N = q/G. \quad (3.21)$$

Норма витрати робочої рідини на один гектар  $N_{za}$  посадкової площі в залежності від швидкості руху картоплесаджалки описується виразом

$$N_{za} = q/V_k \cdot C \cdot n_p. \quad (3.22)$$

Отримані результати розрахунків заносимо в таблицю. На основі отриманих даних побудовані графіки залежних величин, що дозволяють визначити режими роботи агрегату, до складу якого входить картоплесаджалка з пристосуванням для обробки садивного матеріалу отрутохімкатами і стимуляторами росту під час садіння.

### **3.4. Дослідження процесу передпосадкової обробки бульб отрутохімкатами**

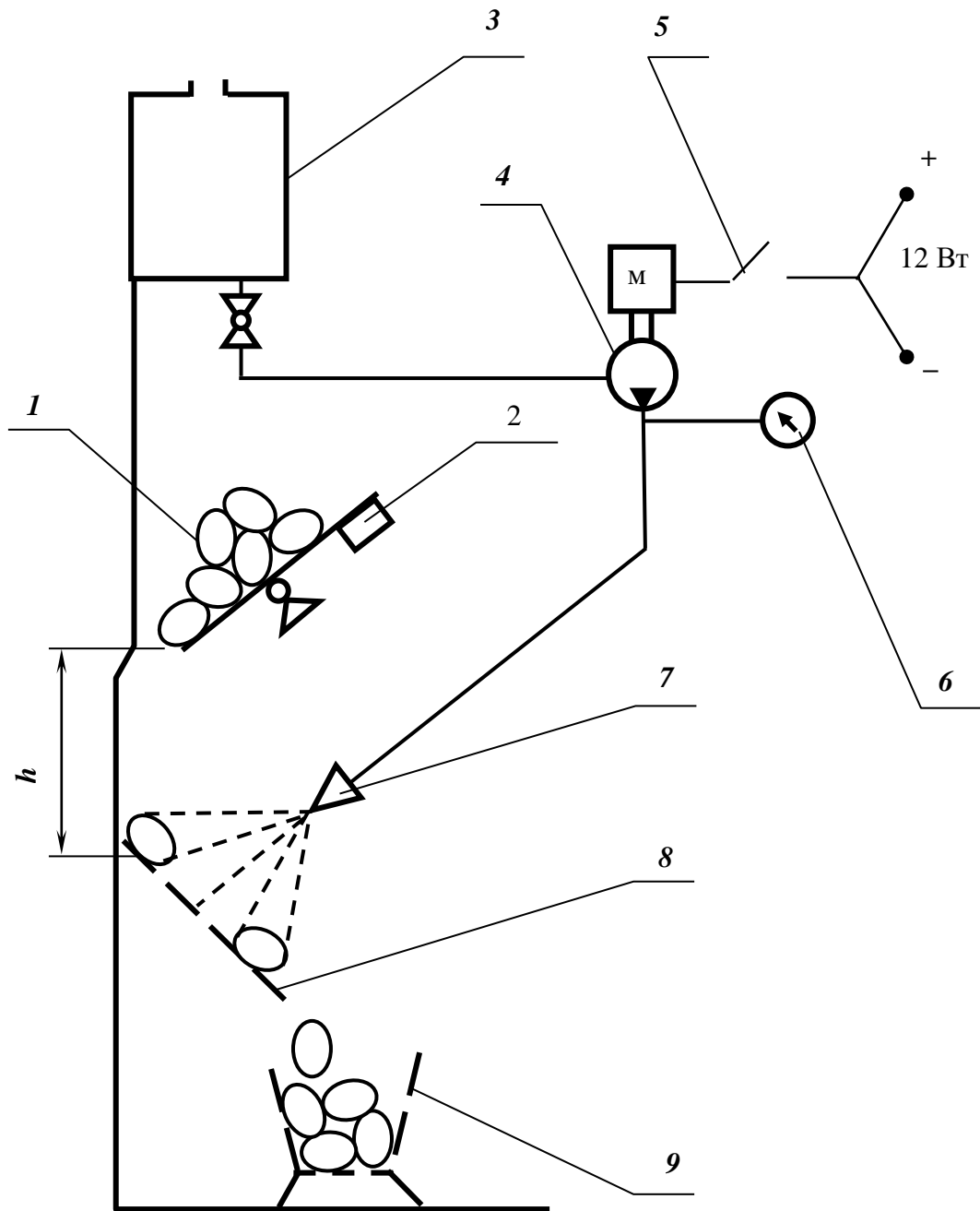
Дослідження процесу передпосадкової обробки бульб отрутохімкатами проводились в лабораторних умовах з метою:

- дослідження степені повноти покриття поверхні посадкових бульб, під час їх обробки обприскуванням сумішшю води і отрутохімкатів різної концентрації, в технологічному процесі садіння картоплесаджалкою, в момент скочування бульб по похилому сітчастому лотку, з врахуванням продуктивності розпилювача;

- дослідження впливу встановлення нахилу сітчатого лотка і його поверхні на дотримання кроку садіння.

Для проведення даних досліджень був розроблений лабораторний стенд, що моделював процес обробки бульб протруйниками та стимуляторами росту, схема якого зображена на рисунку 3.4.





1 – бункер; 2 – рухоме дно бункера; 3 – бак для води, що імітує розчин;  
 4 – насос; 5 – вмикач; 6 – вимірювач тиску; 7 – розпилювач; 8 – похилий  
 сітчастий лоток; 9 – корзина

Рисунок 3.4 – Лабораторний стенда дослідження процесу  
 передпосадкової обробки бульб картоплі отрутохімікатами

Для проведення експериментів використовується замість отрутохімікатів соляний водяний розчин відповідної концентрації для досягнення необхідної в'язкості. Замість солі можна також використовувати інші безпечні та розчинні у воді матеріали.

Коефіцієнт повноти обробки поверхні бульб обприскуванням рідиною визначався за формулою

$$K_c = 100 \cdot M_p / M_z, \quad (3.23)$$

де  $K_c$  – коефіцієнт повноти обробки поверхні бульб;

$M_p$  – кількість рідини, що утримувалась на поверхні бульба під час обприскування, г;

$M_z$  – кількість рідини, що утримувалась на поверхні бульба під час їх занурення у воду, тобто абсолютне покриття бульб, г;

Програмою експерименту передбачався відбір п'яти бульб, які очищалися повністю від ґрунту і нумерувалися. Відбирали бульби з посадкового матеріалу вагою від 65 до 75 грам. Експериментальні бульби поміщали в сітку, після чого проводили зважування сухих бульб вагою, що забезпечує точність зважування 0,1 грама. Після точного зважування сітку з картоплею занурювали у водяний розчин та утримували впродовж 5 секунд. В подальшому сітку витягували з води, очікували певний час для стікання гравітаційної води з поверхні бульб, а потім мокрими зважували. Дані заносимо в таблицю.

Продовження експерименту передбачало висушування бульб до сухого стану, який перевірявся контрольним зважуванням. Використовуючи лабораторний стенд дослідні зразки бульб обробляли обприскуванням факелом розпиленого розчину під час руху по похилому сітчатому лотку. Оброблені бульб знову зважувалися, а результати заносились в таблицю.

Середня кількість рідини, яка утримується однією бульбою на своїй поверхні визначається як різниця ваги змочених і сухих бульб. Отримані результати використані для проведення уточнюючих розрахунків для

визначення норм витрати робочої рідини отрутохімікату для протруєння на один гектар посадкової площі та на одну тону садивного матеріалу.

Попередні розрахунки показали, що розпилювачі доцільно встановлювати під кутом  $45^\circ$  до робочої площини похилого сітчатого лотка на відстані біля 150 мм. Кут встановлення розпилювача  $45^\circ$  до робочої площини похилого сітчатого лотка збільшує площу проєкції конусного факелу розпилу, а отже і робочу зону протруєння бульб на лотку.

Використання лотка може впливати на якість розкладання бульб у борозні і змінювати крок посадки, тому доцільно провести дослідження рівномірності висаджування бульб картоплі під час виконання технологічного процесу садіння з використанням картоплесаджалки з пристосуванням для одночасної обробки бульб протруйниками в польових умовах.

На двохрядній картоплесаджалці моделювали процес садіння з пристосування та без нього, тобто на один рядок встановлювали похилий сітчастий лоток, а на другий ні.

Під час проведення експерименту з картоплесаджалки знімають дискові загортачі, щоб отримати відкриту борозну.

Після садіння бульб у відкритій борозні досліджували крок розміщення бульб, тобто вимірювали відстань між двома сусідніми бульбами у двох рядках. Один рядок був контрольний, і висаджування бульб здійснювався без похилого лотка, у другому рядку висаджування бульб здійснювали з використанням похилого сітчатого лотка. Контроль інтервалу здійснювався на віддалі 10 м з п'ятикратною повторюваністю.

За результатами експерименту визначали середнє відхилення від контрольного інтервалу (кроку) посадки бульб.

Експерименти проводили на ділянках з типовими ґрунтовими умовами з дотриманням агротехнічних вимог посадки бульб з одночасною обробкою бульб отрутохімікатами і стимуляторами росту в оптимальні агротехнічні терміни. Також були дотримані вимоги стандарту ДСТУ 20915-75 щодо

системи удобрення, типу ґрунту, рельєфу поля, вологості ґрунту.

Для посадки вибирали бульби картоплі масою від 50 до 80 грам кожна згідно агротехнічних вимог. Ширина міжряддя становила 70 см відповідно до наших природно-кліматичних умов з інтервалом між бульбами біля 24 см, тобто орієнтовно п'ять картоплин на один погонний метр. За даної схеми посадки на один гектар висаджували біля 60 тисяч бульб.

В процесі експериментів було запропоновано три варіанти.

За першого варіанту бульби оброблялися отрутохімікатом «Престиж» під час безпосереднього садіння. При цьому використовували 5% водяний розчин з розрахунку 40 літрів на один гектар.

За другого варіанту обробка бульб картоплі здійснювалась під час садіння отрутохімікатом «Маршал» за витратної норми 40 літрів на гектар 5% розчину.

Третій варіант був контрольний і висаджування бульб здійснювали без застосування пристрою для протруювання під час садіння.

Для дослідів було виділено три ділянки площею 25 м<sup>2</sup>. Для отримання достовірних результатів з дотриманням однакових ґрунтових умов ділянки закладалися поруч на одному полі.

Критерієм оцінки різних способів передпосадкового протруєння садивного матеріалу вибрали товарну та біологічну урожайність картоплі.

Досліди проводилися в трикратній повторності за усіма варіантами на кожній обліковій ділянці.

Врожайність визначали за класичною методикою, тобто зважували картоплю зібрану з визначеної площі з точністю до ста грам. Урожайність з конкретної ділянки визначали шляхом ділення ваги зібраної картоплі на площу ділянки з якої була зібрана дана картопля.

## Висновки

1. Запропонована програма експериментальних досліджень процесу обробки бульб картоплі протруйниками і стимуляторами росту безпосередньо під час садіння.

2. Програмою передбачено визначити: параметри садильного матеріалу картоплі; взаємодію протруйника із поверхнею картоплі, а також вирішити наступні питання: розробити методика проведення окремих етапів досліджень; вибрати необхідне лабораторне обладнання; розробити конструкцію недостатніх лабораторних пристроїв та пристосувань для дослідів; врахувати необхідну кількість матеріалів і деталей для заміни у разі поломки чи недостачі; організувати проведення досліджень у відповідності із методикою планування експериментів та обробкою результатів досліджень.

3. Для проведення експериментальних досліджень було організовано комплексне виконання процесу заміру вихідних параметрів матеріалу, режимів роботи обладнання, часу проведення експериментів, тощо. При цьому проведення повних досліджень було розділено на два етапи: пошукові дослідження і основні теоретичні обґрунтування.

4. Були запропоновані методики визначення: периметру, об'єму та площі поверхні середньої по масі посадкової бульби; маси робочої рідини, яка утримується на поверхні бульби та товщини плівки рідини після занурення її в рідину, а також після її обприскування; швидкості проходження бульби від садильного апарата до дна борозни, враховуючи шлях проходження її по сітчастому лотку; кількості робочої рідини, яка наноситься на бульбу і ґрунт, за час проходження бульби крізь факел розпиленої рідини (розрахунково та експериментально); розрахункової продуктивності розпилювача в залежності від густоти посадки та швидкості руху картоплесаджалки; орієнтовної норми робочої рідини на 1 га поля та на 1 т насінневих бульб.

## РОЗДІЛ 4

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 4.1 Параметри посадкових бульб та технологічного процесу передпосадкової обробки посадкового матеріалу

Запропонована технологічна схема та конструкція макетного зразка пристосування до картоплесаджалки для протруювання бульб під час садіння були розроблені на основі агротехнічних вимог до процесу садіння та попередніх розрахунків.

Дослідження проводилися за наступних агротехнічних вимог:

- кількість бульб на один гектар становить від 59 до 60 тисяч штук;
- відстань між рядами 70 см;
- крок посадки в рядку 24 см;
- технологічна швидкість руху посадкового агрегату від 4 до 6 км/год;
- маса однієї бульби 70 грам;
- крок розташування ложечок на транспортері садильного апарату становить 80 мм.

Параметри посадкових бульб, що розраховані за залежностями (3.1), (3.2), (3.3) наведені в таблицях 4.1 і 4.2. Результати експериментальних досліджень визначення об'єму бульб зануренням в рідину подано в таблиці 4.3.

Результати замірів та обчислень кількості робочої рідини, яка наноситься та утримується на поверхні бульби, що була визначена за запропонованою методикою зануренням у воду подано в таблиці 4.4. Для експериментів вибирала близькі за масою 10 штук бульб. Як показали експерименти, на поверхні однієї бульби утримується 0,35 грам розчину за товщини плівки 0,0048 мм.

Для обробки 60 тисяч бульб необхідно витратити 21 літру протруйника, при цьому на одну бульбу витрати будуть становити 0,35 грам.

Таблиця 4.1 – Визначені та розрахункові параметри посадкових бульб

№ досліджу	Розміри бульб, мм			Середній діаметр $D$ , см	Площа $S_{II}$ перерізу у бульби, $см^2$	об'єм бульби $V_P$ , $см^3$	Площа поверхні бульби $S_P$ , $см^2$
	Довжина	Ширина	Товщина				
1	55,01	51,9	38,2	4,82	18,32	58,39	73,27
2	57,2	50,9	42,5	5,02	19,71	65,82	78,83
3	58,2	50,9	38,7	4,91	19,09	62,31	76,02
4	54,1	49,2	40,5	4,75	17,92	56,78	71,42
5	55,1	49,3	42,5	4,82	18,13	57,86	72,33
6	59,2	51,2	44,4	5,17	20,94	71,51	83,26
7	53,4	57,5	40,3	5,02	19,66	65,40	78,52
8	56,3	52,4	44,4	5,13	20,42	63,44	81,65
9	55,2	48,3	44,4	4,96	19,12	62,71	76,34
10	54,1	45,4	44,1	4,75	17,94	57,09	71,76
Середнє значення	55,72	50,55	45,45	4,95	19,12	57,12	76,38

Таблиця 4.2–Параметри посадкових бульб визначені експериментально

№ досліджу	Об'єм бульб, визначений занурення у воду $V_E$ , $см^3$	$K = V_P / V_E$	Площа поверхні бульб $S_{np} = S_P \cdot K$ , $см^2$	Площа перерізу бульб, $S_{n,np} = S_{II} \cdot K$ , $см^2$
1	2	3	4	5
1	58,1	1,019	72,05	18,62
2	68,2	0,971	81,26	19,13
3	57,4	1,092	69,48	20,75
4	58,3	0,983	72,93	17,58
5	56,6	1,036	69,95	24,27

6	66,8	1,052	73,22	21,35
7	60,3	1,095	72,06	21,33

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5
8	65,3	1,065	76,42	21,76
9	65,5	0,964	73,53	18,26
10	55,1	1,037	69,04	18,63
Середнє значення	61,5	1,032	76,35	19,69

Таблиця 4.3 – Кількість робочої рідини, що утримується на поверхні посадкових бульб

№ повторності	Маса, г			Товщина плівки р. р. на поверхні бульби, мм
	суха бульба	змочена бульби	різниця робочої рідини	
1	65,02	65,46	0,44	0,0058
2	75,58	75,87	0,31	0,0037
3	67,91	68,24	0,33	0,0047
4	65,73	66,10	0,37	0,0051
5	64,79	65,20	0,41	0,0058
6	75,73	76,10	0,34	0,0043
7	70,81	71,22	0,41	0,0057
8	73,73	74,12	0,39	0,0051
9	74,31	74,62	0,31	0,0039
10	66,51	66,82	0,31	0,0044
Середнє значення	70,01	70,37	0,36	0,0049

Із залежності (3.5) визначили норму витрати протруйника для обробки однієї тони садивного матеріалу. В одній тоні нараховується 14286 бульб середньою масою 70 грам. Для протруювання даної кількості необхідно п'ять літрів отрутохімкату.



Тривалість руху (час  $t$ ) бульби по лотку і далі до дна борозни, визначали за відомих швидкостей: по лотку  $V_1$ , швидкості падіння  $V_2$  від моменту сходження лотка до дна борозни, при цьому визначали сумарну  $V_3$  швидкість руху бульби після випадання із ложечки садильного апарату до дна борони (рисунок 3.5)

Із залежності (3.6) визначаємо початкову швидкість  $V_1$  бульби, що має пряму залежність від швидкості транспортера садильного апарата. Так за технологічної швидкості посадкового агрегату 5 км/год (1,4 м/с), віддалі між ложечками садильного транспортера 8 см м та кроку посадки 24 см, дана швидкість буде становити 0,46 м/с.

Із рівняння (3.7) визначається швидкість  $V_2$  бульби в момент дотику до поверхні сітчатого лотка. За висоти  $h = 15$  см дана швидкість буде становити 1,71 м/с.

Швидкість кочення бульба по лотку визначається за формулою (3.8) і залежить від швидкості  $V_2$  та від кута нахилу  $\alpha$  похилої сітчастої поверхні лотка. Розрахункове значення швидкості  $V_0$  становить 1,21 м/с при куті нахилу лотка 45 градусів.

Із формули (3.9) визначається швидкість  $V_3$  проходження бульби від моменту відриву від ложечки до дна борозни. При  $L = l_1 + l_2 = 15 + 10 = 25$  см дана швидкість буде становити 3,42 м/с.

За залежністю (3.10) час проходження бульби від верхньої точки лотка до дна борозни буде становити 0,38 секунд.

Середній периметр бульби буде рівний 154 мм, за середнього діаметра посадкової бульби 49 мм (див. таблицю 4.1).

Оптимальна довжина лотка повинна бути не меншою від середнього периметра бульби в площині обертання, щоб під час руху по лотку вона зробила не менше одного оберта, що дозволяє обробити всю поверхню бульбу. З врахуванням отриманого під час замірів середнього периметру бульби в площині обертання приймаємо довжину лотка від точки падіння бульби на лоток до точки сходження рівною 160 мм.

З врахуванням того, що бульба від лотка до дна борозни обертається за інерцією на шляху  $l_2$ , то розраховану кількість обертань бульби на всіх відстані буде становити  $n_2 = L/P = 260/153 = 1,71$  оберт.

#### 4.2. Дослідження якості покриття поверхні бульб отрутохімікатами

Для проведення експериментів вибрали чотири типи щілинних розпилювачів, що відрізняються між собою розмірами щілини, розмірами та формою факелу, а також витратою рідини за одну хвилину (продуктивність розпилювача). Під час дослідів контролювали кількість розчину та співвідношення між витратою рідини для обробки самих бульб і ґрунту в борозні в зоні садіння.

Параметри факелу розпилу приймали згідно технічної характеристики розпилювачів, а норму виливу (продуктивність) визначали експериментальним шляхом за тиску рідини дві атмосфери.

На рисунку 3.3 зображено схеми факелів розпилу рідини вибраними розпилювачами, а параметри факелів занесені в таблицю 4.4.

За залежністю (3.13) розраховували площину п'ятна факелу  $S_\phi$ , як проекцію на похилий лоток з врахуванням розмірів п'ятна еліпсоподібної форми, результати розрахунків занесли в таблицю 4.4. Крок подачі бульб на похилий лоток становить 80 мм згідно кроку розташування лопаток на транспортері садильного апарату, тоді в зону факелу (див.рис. 3.3) попадає дві бульби за кута розпилу  $60^\circ$ , а при куті факелу  $90^\circ$  попадає три бульби.

За кута факелу  $60^\circ$  площа п'ятна буде рівна  $S_\phi = 67 \text{ см}^2$ , а за кута факела –  $S_\phi = 118 \text{ см}^2$ . Розрахована середня площа перерізу бульб, що знаходиться одночасно в зоні факела, в площині обертання становить  $S_\delta = 19,1 \text{ см}^2$  (табл. 4.1).

За залежністю (3.16) розраховуємо коефіцієнт заповнення бульбами п'ятна факелу розпилу і при куті факелу  $60^\circ$  і  $90^\circ$  відповідно рівний  $K_{60^\circ} = 0,57$  і  $K_{90^\circ} = 0,48$ .

За кількості отрутохімікату 0,35 грами, якою обробляється одна бульба, з врахуванням того, що в зоні факела одночасно знаходиться 2 або 3 бульби, розраховуємо необхідну норму виливу (продуктивність) розпилювача. Як показали розрахунки витрата розпилювачів буде становити для двох бульб 194 мл/хв., а для трьох – і 230 мл/хв.

Таблиця 4.4 – Характеристики щілинних розпилювачів отрутохімікату

Показники	Типи розпилювачів			
	жовтий	помаранчевий	червоний	фіолетовий
Продуктивність $q$ розпилювача за тиску 0,2МПа, л/хв	0,250	0,380	0,400	0,440
Віддаль від розпилювача до лотка, $h_{\phi}$ , мм	150	150	150	150
Довжина факела, $B_{\phi}$ , мм	170	300	300	300
Ширина факела, $b_{\phi}$ , мм	50	50	50	50
Кут факелу розпилу по довжині $\alpha$ , град	60	90	90	90
Кут розпилу по товщині $\beta^{\circ}$ , град	20	20	20	20
Площа перерізу факела (рис.3.3) $S_{\phi}$ , см <sup>2</sup>	67	118	118	118

Для розрахунку витрати розчину отрутохімікату для протруєння бульб під час посадки прийняли наступні вихідні дані: на один гектар висаджується 60000 бульб; кількість протруйника для обробки однієї бульби 0,35 грам; коефіцієнт  $K=0,48...0,57$ . Для обробки посадкових бульб для одного гектара необхідно від 37 до 44 літрів розчину отрутохімікату.

За залежністю (3.21) розраховуємо витрату (норму) розчину отрутохімікату на один гектар посадкової площі відповідно до заданої продуктивності агрегату та його швидкості. Результати розрахунків заносимо в таблицю 4.5. Дані таблиці необхідні для підбору типу розпилювача відповідно до швидкості руху картоплесаджалки.

Було запроєктоване пристосування для передпосадкової обробки

садивного матеріалу з можливістю встановлення на серійній картоплесаджалці, наприклад на дворядній картоплесаджалці КС-2 (рис. 4.1). Під час проектування були використані: технологічна схема процесу бробки бульб протруйниками під час садіння (рис. 3.4) та отриманих розрахункових.

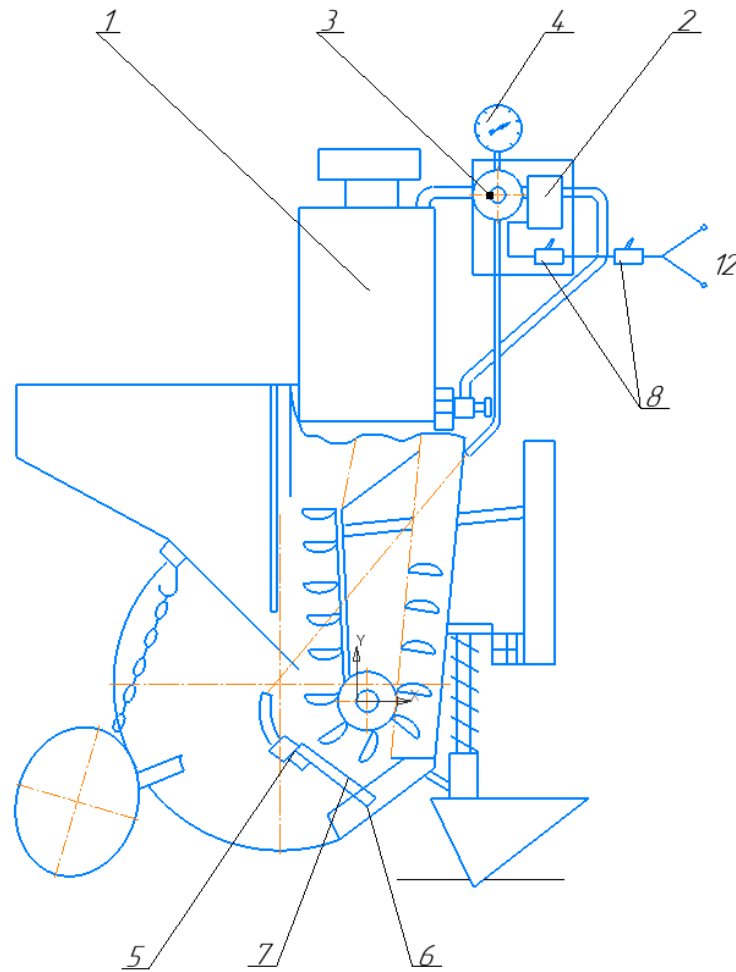
Таблиця 4.5 – Витрата робочої рідини для обробки бульб на один гектар

Типи розпилювачів	Продуктивність розпилювачів		Витрата (N), л/га			
			Швидкість руху ( $V_K$ ), км/год (м/с)			
			5 (1,4)	5,5 (1,5)	7,2 (2,0)	9,0 (2,5)
			Продуктивності (G), га/год*			
л/хв	л/год	0,35	0,38	0,50	0,63	
Щілинний жовтий	0,26	15,1	43,1	39,3	30,1	24,2
Щілинний помаранчевий	0,39	22,9	65,2	58,2	46,2	36,1
Щілинний фіолетовий	0,41	24,1	69,0	62,1	48,3	39,6
Щілинний червоний	0,45	26,5	75,0	69,1	53,2	42,2

Примітка. \* – Продуктивність розрахована за міжряддя 70 см.

Пристосування для передпосадкової обробки бульб під час садіння, що змонтоване на картоплесаджалці КС-2 містить бака 1 об'ємом 60 літрів, до якого під'єднаний електронасос 2 мембранного типу потужністю 0,08 кВт, що створює тиск в гідросистемі дві атмосфери, який забезпечується регулятором тиску 3 і контролюється манометром 4. Подрібнення розчину у формі конічного факела забезпечують два розпилювачі з відсічними клапанами 5. Бульби скочуються по похилих сітчатих лотках 6, по одному на кожний рядок. Елементи гідросистеми пристрою знані між собою гнучкими шлангами високого тиску. Пульт управління пристроєм змонтований на панелі трактора і забезпечує керування насосом та включення необхідних елементів системи.

Розпилювачі кріпляться до рами картоплесаджалки за допомогою скоб, на відстані 180 мм за висотою над робочою площиною сітчастого похилого лотка. Рухоме кріплення скоби до рами картоплесаджалки дозволяє регулювати кут нахилу осі факела розпилу отрутохімікату до площини лотка.



1– бак; 2– електронасос; 3– регулятор тиску; 4– манометр; 5– розпилювач щілинний; 6– сітчастий лоток; 7– кронштейн для кріплення корпуса розпилювача; 8– вимикачі

Рисунок 4.1 – Схема картоплесаджалки КС–2 з пристосуванням для перед посадкової обробки бульб одночасно з їх посадкою

Пристосування працює наступним чином. На початку роботи перед

рухом картоплесаджалки електронасосом створюємо тиск в гідросистемі дві атмосфери за допомогою регулятора тиску і контролюємо даний тиск за манометром. З початком руху агрегату оператор з пульта включає подачу розчину до розпилювачів, які у свою чергу подрібнюють протруйник і факелом розпилу оброблять бульби, які котяться по сітчастому похилому лотку та зону садіння на дні борозни.

Для визначення ступені обробки та норм витрати протруйника під час робочого циклу були проведені лабораторні дослідження з використанням запроєктованого та розробленого пристосування для передпосадкової обробки бульб картоплі із застосуванням імітаторів хімічних препаратів.

### **4.3. Проведення лабораторних досліджень**

Лабораторні дослідження були проведені на запроєктованому та виготовленому стенді (рисунок 4.2), технологічна схема роботи якого відповідає принципу дії пристосування для передпосадкової обробки бульб протруйниками яка показана на рисунку 3.4.

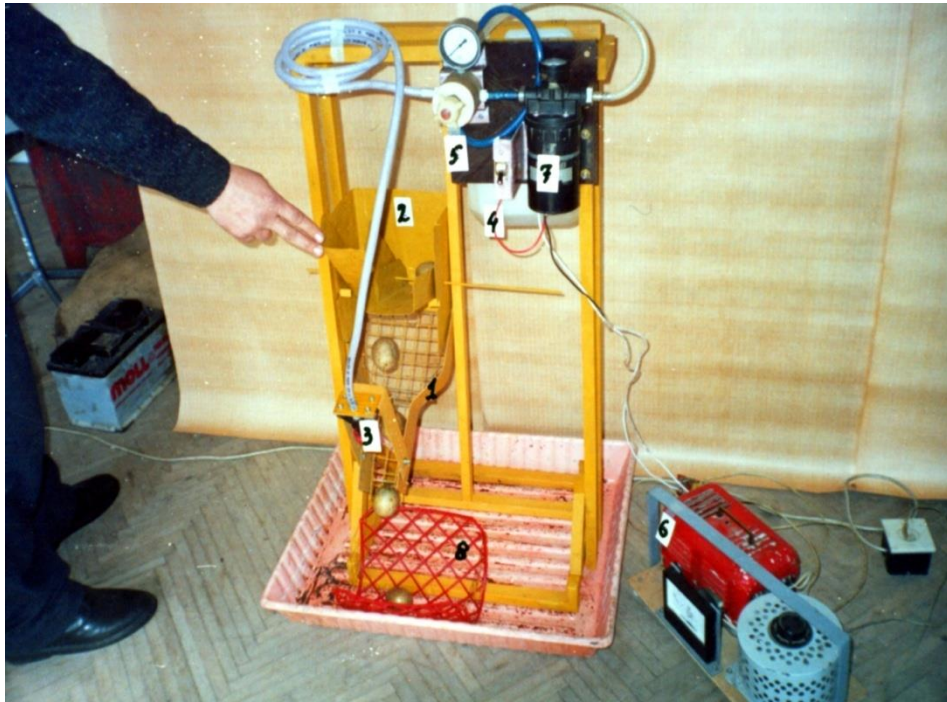
Експериментальні дослідження ступені повноти покриття поверхні бульб робочою рідиною під час обробки проводили з використанням трьох типів щілинних розпилювачів – жовтий, помаранчевий та червоний, характеристики яких подані в таблиці 4.4.

З аналізу даних таблиці 4.6. встановлено, що якість (повнота) покриття бульб має пряму залежність від пропускну здатності (продуктивності) розпилювачів, тобто чим більша продуктивність розпилювача тим вища якість покриття бульб. Візуальними спостереженнями встановлено, що всі три типи розпилювачів забезпечують повне змочування бульб, але кількість протруйника на бульбах була різна, оскільки на бульбах формувалася плівка різної товщини.

Для кожного рекомендованого протруйника були проведені додаткові експерименти з метою визначення оптимального значення ступеня покриття бульб робочим розчином отрутохімікату, за якої досягається максимальна

якість передпосадкової обробки, що забезпечує захист рослин під час росту від шкідників та хвороб.

Під час перекочування і обробки бульб протруйником на похилому сітчастому лотку може збиватися крок посадки за рахунок затримки або прискорення руху бульб. Результати порівняльного експерименту посадки бульб з лотком і без лотка показані в таблиці 4.7.



1 – похилий сітчастий лоток; 2– бункер; 3– розпилювач;  
4– бак з протруйником ; 5– пульт керування; 6 – блок живлення 12 В;  
7 – електронасос; 8 – корзина

Рисунок 4.2 – Загальний вигляд лабораторного стенда

Таблиця 4.6 – Залежність ступеня повноти покриття поверхні бульб від типу розпилювачів з різною продуктивності

Кількість бульб, шт.	Маса, г			Ступінь покриття бульб робочим розчином, %
	сухої бульби	змоченої бульби	робочої рідини	
Шляхом занурення				
5	332,50	334,0	1,60	
1 (серед.)	66,45	66,75	0,32	100
Розпилювач жовтий q = 0,24 л/хв.				

5	332,55	333,27	0,92	
1 (серед.)	66,51	66,68	0,18	62
Розпилювач помаранчевий $q = 0,39$ л/хв.				
5	332,55	333,85	1,35	
1 (серед.)	66,51	66,77	0,27	88
Розпилювач червоний $q = 0,42$ л/хв.				
5	332,55	333,95	1,45	
1 (серед.)	66,51	66,70	0,29	96

Таблиця 4.7 – Результати впливу похилого лотка на рівномірність розташування бульб в рядку при заданому інтервалі 240 мм

№ повторності	Варіант 1 – з похилим лотком		Варіант 2 - без лотка	
	відстань між бульбами, мм	відхилення від норми (240), мм	відстань між бульбами, мм	відхилення від норми (240), мм
1	250	+10	245	+5
2	255	+15	250	+10
3	245	+5	245	+5
4	260	+20	265	+25
5	230	-10	235	-5
6	235	-5	240	0
7	240	0	240	0
8	230	-10	250	+10
9	255	+15	255	+15
10	245	+5	225	-15
Середнє значення	245	+5	245	+5
Максимум		+20		+25
Мінімум		-10		-10

Як показали результати експерименту похилий сітчастий лоток не впливає на рівномірність розкладання бульб в рядку.

### Висновки

1. Для надання бульбам, що подаються із саджального апарата, обертового руху, з метою повного їх покриття робочим розчином, похилий



лоток розташовано під кутом  $45^{\circ}$  до горизонту, а його довжина – 150-160 мм.

2. Встановлено, що шлях від саджального апарата до дна борозни бульба проходить за 0,38 сек. За той час на її поверхню у вигляді плівки товщиною 0,003...0,005 мм наноситься від 0,18 до 0,29 г робочої рідини в залежності від ширини факела та продуктивності розпилювача.

3. Встановлено, що наявність похилого лотка на шляху проходження бульб від саджального апарата до дна борозни не впливає на рівномірність інтервалу розкладання бульб в рядку.

## РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 5.1 Аналіз технології передпосадкового обробітку бульб картоплі протруйниками і стимуляторами росту

Картопля є одним з цінних продуктів, як для харчування людям так і для корму тваринам, вона має високу калорійність що забезпечує значний приріст тварин у тваринницьких господарствах, а також корисна як продукт харчування для людей. Також варто згадати проте що картопля є цінною сировиною з якої видобувають крохмаль, спирт, каучук та багато інших продуктів які використовуються в тій чи іншій промисловості [7, 8, 20].

Тому від початку появи картоплі на теренах України люди почали шукати шляхи для забезпечення більшої якості картоплі, підвищувати схожість, врожайність, підвищення її харчових якостей, та за допомогою селекції шукали сорти які б можна було вирощувати у різних регіонах України.

Для забезпечення всіх вище згаданих вимог було впроваджено технологію при якій картоплю перед садінням обробляли хімікатами, які захищали б садильний матеріал від різних хвороб та шкідників. Було запропоновано різні методи для обробітку садильного матеріалу: це і метод за яким картоплю занурювали в робочу рідину, тобто протруйники, і наносили порошкові протруйники на поверхню картоплі, і метод обприскування та багато інших методів які застосовувались в даній технології.

Але після перегляду патентної бази ми помітили, що дані пристосування не дають високих результатів роботи, мають велику витрату робочої рідини. Тому було запропоновано новий пристрій який дає можливість обробити картоплю на відрізку шляху який вона проходить від висаджувального апарату до борозенки шляхом обприскування. Дана

технологія значно підвищує якість обробітку, зменшує витрату робочої рідини та має менший вплив на робітника, так як під час роботи пристрою він знаходиться поза межами дії даного пристрою.

Після проведення розрахунків і практичних перевірок роботи та дослідів ми побачили що установка дає високі показники роботи на відміну від інших машин.

## **5.2 Оцінка рівня небезпеки виникнення аварій і травм**

Методикою оцінки рівня небезпеки робочих місць, машин, робочих процесів та окремих виробництв передбачено пошук об'єктивного критерію (показника) рівня небезпеки для конкретного об'єкта. Таким показником вибрана ймовірність виникнення аварій, травм або катастроф залежно від досліджуваного явища.

Для того щоб оцінку рівня небезпек певного об'єкта чи явища запровадити на виробництві, необхідний простий і доступний метод обчислення значень ймовірності будь-кого випадкового явища. Основні принципи цього методу полягають у тому, що на основі обстеження робочого місця чи окремої машини виявляють виробничі небезпеки, можливі аварії або травмонезбезпечні ситуації. При оцінці ситуацій визначають події, які можуть стати головними.

Після вибору головної події розпочинають побудову моделі. Використовуючи оператори „І” та „АБО”, виконують набір ситуації, які можуть призвести до тієї події, яка вибрана як головна.

Після визначення відповідних аварійних, травмонезбезпечних або катастрофічних ситуацій та їх кількості, визначають інші події, що входять до кожної такої ситуації, логічним аналізом із використанням операторів „І”, „АБО”. Процес побудови моделі триває поки не будуть знайдені усі базові події, що визначають межу моделі.

Повністю побудована модель підлягає математичній обробці для визначення ймовірності кожної випадкової події, що увійшла до моделі, починаючи з базових і закінчуючи головною.

Ймовірність базових подій визначають за даними виробництва. Для визначення ймовірності ми повинні встановити наскільки (%) від ідеального рівня здійснюється відповідний контроль. Якщо буде встановлено, що такий рівень контролю становить 50 або 30%, то ймовірність відповідно дорівнює 0,5 і 0,3. При відсутності контролю ймовірність становить 1, якщо контроль ідеальний, відповідна ймовірність дорівнює 0.

1. Нехай дві базові події з ймовірностями  $P_1$  і  $P_2$  за допомогою оператора „І” входять у наступну третю подію. Тоді ймовірність виникнення цієї події  $P_3$  можна визначити за формулою

$$P_3 = P_1 \cdot P_2.$$

2. За допомогою оператора „І” три події з ймовірностями  $P_1$ ,  $P_2$  і  $P_3$  формують четверту подію  $P_4$ , яку обчислюють

$$P_4 = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3.$$

3. Оператор „І” об’єднує  $n$  подій з ймовірностями  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ , ...,  $P_n$ . Тоді ймовірність вихідної події  $P$  буде

$$P = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdot \dots \cdot P_n.$$

4. Дві базові події з ймовірностями  $P_1$  і  $P_2$  за допомогою оператора „АБО” входять до третьої події. Тоді ймовірність  $P_3$  буде

$$P_3 = P_1 + P_2 - P_1 \cdot P_2.$$

5. Оператор „АБО” об’єднує три базові події з ймовірностями  $P_1$ ,  $P_2$  і  $P_3$ , які за допомогою цього оператора входять у наступну подію з ймовірністю  $P_4$ . Тоді ймовірність цієї події можна визначити за формулою

$$P_4 = P_1 + P_2 + P_3 - P_1 \cdot P_2 - P_1 \cdot P_3 - P_2 \cdot P_3 + P_1 \cdot P_2 \cdot P_3.$$

6. Якщо в оператора „АБО” входять чотири і більше випадкових базових подій з відомими значеннями ймовірностей, то для спрощення обчислень їх згруповують по дві або по три події і застосовують наведені формули. Після визначення ймовірностей вихідних подій кожної з таких груп, їх знову необхідно згрупувати і провести аналогічні обчислення аж поки не залишиться дві або три події, над якими необхідно провести ті ж операції.

Так, поступово обчислюють ймовірність вихідних подій кожного окремого розгалуження, наближаємось до головної події і обчислюємо ймовірність її виникнення.

Значення ймовірності головних подій, що досліджуються, нажаль, не можна порівняти з нормативними значеннями певного ступеня ризику для певної людини – машинної системи, бо таких даних просто не існує. Але значення ймовірностей тієї чи іншої події, обчислені при дослідженні конкретної моделі, дає уяву про високу, середню і незначну небезпеку.

Для проведення обчислень ймовірності травми використаємо логіко – імітаційну модель процесу її формування

$$P_3 = P_1 + P_2 - P_1 \cdot P_2 = 0,2.$$

$$P_6 = P_4 + P_5 - P_4 \cdot P_5 = 0,2.$$

$$P_7 = P_3 + P_6 - P_3 \cdot P_6 + P_3 \cdot P_6 = 0,32.$$

$$P_{10} = P_8 + P_9 - P_8 \cdot P_9 = 0,2.$$

$$P_{13} = P_{11} + P_{12} - P_{11} \cdot P_{12} = 0,2.$$

$$P_{14} = P_{10} + P_{13} - P_{10} \cdot P_{13} + P_{10} \cdot P_{13} = 0,32.$$

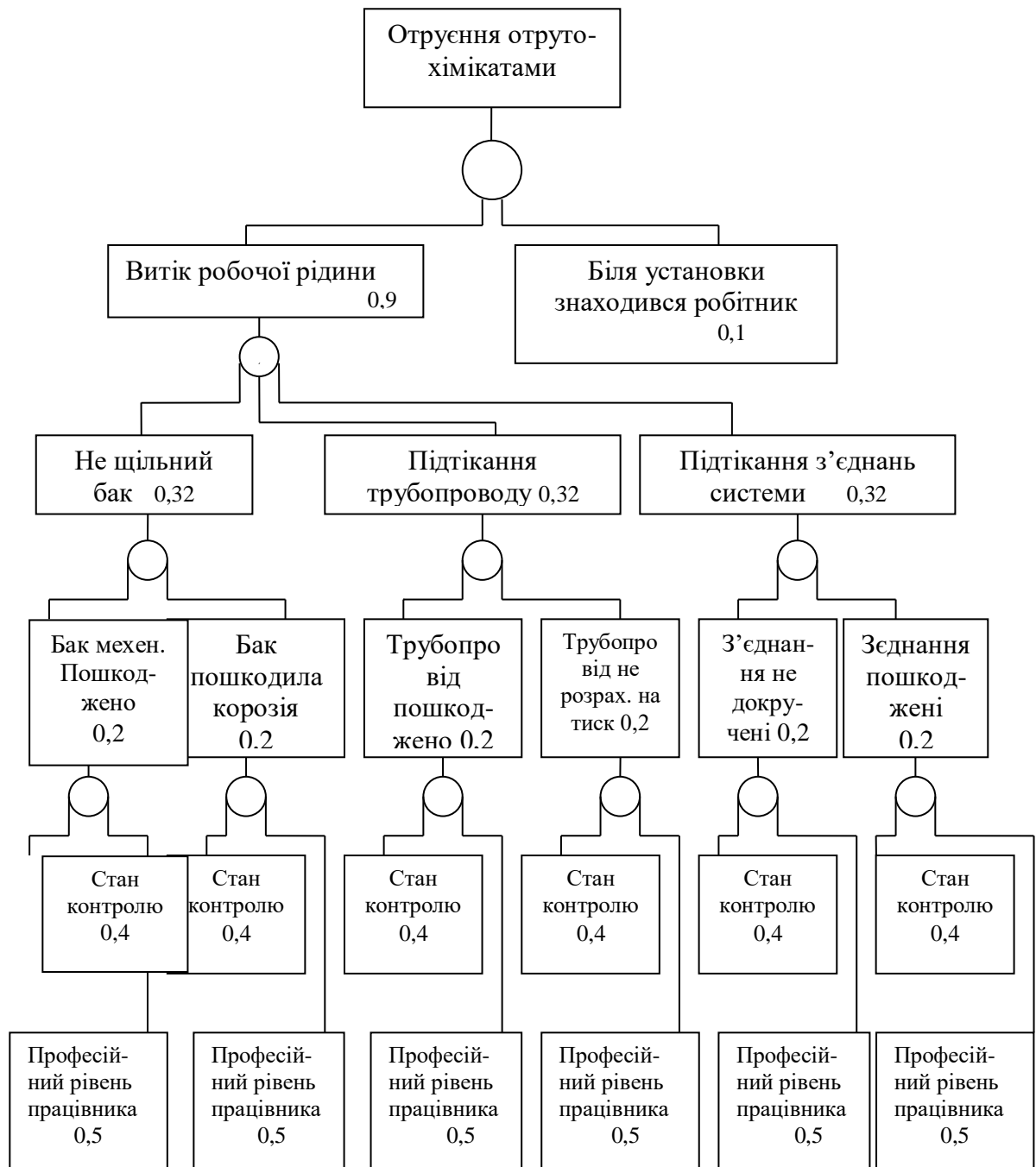
$$P_{17} = P_{15} + P_{16} - P_{15} \cdot P_{16} = 0,2.$$

$$P_{20} = P_{18} + P_{19} - P_{18} \cdot P_{19} = 0,2.$$

$$P_{21} = P_{17} + P_{20} - P_{17} \cdot P_{20} + P_{17} \cdot P_{20} = 0,32.$$

$$P_{23} = P_7 + P_{14} + P_{21} - P_7 \cdot P_{14} \cdot P_{21} = 0,9.$$

$$P_{24} = P_{23} \cdot P_{22} = 0,09.$$



Оператори:

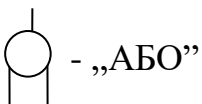
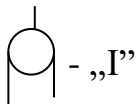


Рисунок – 5.1 – Схема логіко – імітаційної моделі процесу виникнення травм при роботі з установкою для передпосадкового обробітку бульб картоплі

### 5.3. Засоби індивідуального захисту

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) застосовують тоді, коли безпека робіт не може бути забезпечена конструкцією та розміщенням устаткування, організацією виробничих процесів, архітектурно-планувальними рішеннями та засобами колективного захисту.

Відповідно до Закону України „Про охорону праці” (ст. 10) на роботах із шкідливими та небезпечними умовами праці, в особливих температурних умовах, в забрудненому середовищі робітникам та службовцям безплатно видаються спецодяг, спецвзуття та інші засоби індивідуального захисту. Перелік робіт та професій, що дають право на одержання ЗІЗ, складається на основі галузевих норм адміністрацією підприємства та погоджується із місцевими органами держнагляду по охороні праці. Порядок видачі, зберігання та використання ЗІЗ визначається „Положенням про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту” (наказ Держнаглядохоронпраці № 170 від 29. 10. 96 р.).

Постановою Кабінету Міністрів України № 535 від 20. 07. 95 р. була затверджена відповідна програма розвитку в державі виробництва ЗІЗ, створення структур з її сертифікації тощо.

ЗІЗ поділяються на засоби захисту органів дихання, спецодяг, спецвзуття, засоби захисту рук, голови, обличчя, очей, органів слуху, шкіри, засоби захисту від падіння з висоти та ін.

Захист органів дихання здійснюється за допомогою протигазів та респіраторів. За принципом дії протигази поділяються на фільтруючі та ізолюючі. У фільтруючих протигазах повітря очищається від токсичних речовин при проходженні його через фільтруючу коробку. У випадку наявності у повітрі невідомих речовин, або значного вмісту шкідливих речовин (більше 0,5% за об'ємом), а також при зменшеному вмісті кисню (менше 18% при нормі 21%) застосовувати фільтруючі протигази не можна. В таких випадках, а також при роботах в колодязях та ємкостях застосовують

лише ізолюючі протигази шлангові (подача повітря для дихання з чистої зони по шлангу), або автономні (з генерацією або без генерації кисню).

Респіратор — полегшений засіб захисту органів дихання від шкідливих газів, парів, аерозолей. Вони, як правило, складаються з двох елементів: півмаски, що ізолює органи дихання від забрудненої атмосфери, та фільтруючої частини. За призначенням респіратори поділяються на протигазові, протипилові та універсальні.

Найбільш часто в різних галузях промисловості застосовуються протипиловий респіратор ШБ-1 „Росток”, протигазовий – РПГ-67, універсальний – РУ-60МУ (вітчизняний аналог „Тополя”)

До спецодягу відносяться: куртки, штани, комбінезони, халати, плащі тощо. Відповідно до ДСТУ 12.4.103-80 спеціальний одяг залежно від захисних властивостей поділяється на групи (підгрупи), які мають наступні позначення: М — для захисту від механічних пошкоджень; З — від загальних виробничих забруднень; Т — від підвищеної чи пониженої температури; Р — від радіоактивних речовин; И — від рентгенівського випромінювання; Е — від електричних полів; П — від не токсичних речовин (пилу); Я — від токсичних речовин; В — від води; К — від кислот; Щ — від лугів; О — від органічних розчинників; Н — від нафти, нафтопродуктів, мастил та жирів; Б — від шкідливих біологічних факторів.

Виходячи із необхідних захисних властивостей, вибираються матеріали для виготовлення спецодягу.

Спеціальне взуття класифікується в залежності від захисних властивостей аналогічно спецодягу. Воно поділяється на чоботи, півчоботи, черевики, півчеревики, валянки, бахіли.

Засоби захисту голови дозволяють недопустити травмування голови при виконанні монтажних, будівельних, навантажувально-розвантажувальних робіт, при видобутку корисних копалин.

Найбільш розповсюджені засоби захисту голови — каски, які поділяються на каски захисні загального призначення (каска будівельна



склопластикова, текстолітова), каски шахтарські, каски спеціального призначення (для електрозварників).

Засоби захисту рук — це різні види рукавиць, рукавичок, напальчників, дерматологічних засобів (мазі, пасти, креми). Рукавиці та рукавички виготовляють із бавовни, льону, шкіри, шкірзамінника, гуми, азбесту, полімерів та ін. Засоби захисту рук за захисними властивостями класифікуються відповідно до єдиної класифікації (ГОСТ 1.4.103-80) аналогічно до спецодягу та спецвзуття.

Для захисту очей від твердих частинок, бризок кислот, лугів та інших хімічних речовин, а також випромінювань застосовують такі засоби індивідуального захисту, як окуляри. Тип окулярів добирається за ДСТУ 12.4.013-85 залежно від виду роботи.

До засобів захисту обличчя відносяться ручні, наголовні та універсальні щитки. Найбільш часто на виробництві використовуються: щиток електрозварювальника універсальний ЩЗУ-1, щиток захисний ЩЗ, захисна маска С-40, захисна сітчата маска С-39.

## **Висновки**

Вивчено методику моделювання процесів виникнення травмонебезпечних чи аварійних ситуацій, а саме змодельовано процес виникнення травматичної ситуації та проведено оцінку рівня небезпеки. А також розглянуто вплив запропонованої технології на працівників, та розроблено засоби захисту підчас роботи.

## РОЗДІЛ 6

### ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ПРОТРУЮВАННЯ БУЛЬБ КАРТОПЛІ

Порівняльну оцінку технічних засобів для передпосадкової обробки бульб картоплі протруйниками провели співставленням енергетичних затрат по двох варіантах – базовому та новому [6, 11].

За базовий варіант прийнято стаціонарний протруювач ПСК-20, який працює в агрегаті з транспортером ТЗК-30, встановленим в спеціальному приміщенні.

У новому варіанті протруювання проводиться за допомогою пристосування, змонтованого на картоплесаджалці КС-2.

В таблиці 6.1 подані вихідні дані для визначення питомих енергозатрат на протруювання картоплі по різних технологіях.

Таблиця 6.1 – Вихідні дані для визначення питомих енергозатрат (одержані із довідників та в результаті досліджень)

Агрегат, машина, пристосування	Маса, кг	Встановлена потужність, кВт	Кількість працівників, чол.	Продуктивність, т/год.	Витрати енергії, кВт/т
ТЗК-30 + ПСК-20	3000 + 1000 = 4000	6	1	20	0,3
Пристосування ПК-2 (макетний зразок)	30	0,08	0,1	3	0,03

Для визначення питомих енерговитрат на протруювання бульб картоплі різними варіантами спочатку визначали прямі затрати енергії  $E_e$ , затрати живої праці  $E_{ж}$  та енергомісткість технічних засобів  $E_m$

$$E_e = \alpha_e \cdot Q_e, \quad (6.1)$$

де:  $\alpha_e$  – енергомiсткiсть кВт·г, МДж;

$Q_e$  – витрата електроенергiї на одиницю продукцiї, кВт·г/т

$$E_{жс} = n_{ч} \cdot \alpha_{жс} / W_e , \quad (6.2)$$

де:  $n_{ч}$  – кiлькiсть працiвникiв, чол.;

$\alpha_{жс}$  – енергетичний еквiвалент затрат живої працi, МДж/люд.·га;

$W_e$  – експлуатацiйна продуктивнiсть машини, т/год.

$$E_m = \alpha_m \cdot m_m / 100 \cdot C_{ам} + C_{рм} / T_m , \quad (6.3)$$

де:  $\alpha_m$  – енергомiсткiсть одиницi маси машини, МДж/кг;

$m_m$  – маса машини, кг;

$C_{ам}$  – норми амортизацiйних вiдрахувань, %;

$C_{рм}$  – норми вiдрахувань на ремонт i технiчне обслуговування, %;

$T_m$  – рiчне завантаження, т.

Для порiвняння рiзних технологiй передпосадкового протруювання картоплi визначаємо коефiцiєнт енергетичної ефективностi затрат

$$k_e = E_n / E_{б} , \quad (6.4)$$

де:  $E_n$  – питомi енергозатрати по новiй технологiї;

$E_{б}$  – питомi енергозатрати по базовiй технологiї.

Загальний коефiцiєнт енергетичної ефективностi нової технологiї в порiвняннi з базовою

$$k_{ез} = \sum E_n / \sum E_{б} , \quad (6.5)$$

де:  $\sum E_n$  – сумарнi питомi енергозатрати по новiй технологiї;

$\sum E_{б}$  – сумарнi питомi енергозатрати по базовiй технологiї.

Значення енергетичних еквiвалентiв вибираємо iз довiдникових даних.

Результати розрахункiв поданi в таблицi 6.2.

Таблиця 6.2 – Порiвняльна енергетична оцiнка технiчних засобiв для

## протруювання бульб картоплі

Технології	Прямі затрати енергії на 1 т		Затрати праці на 1 т		Енергомiсткiсть машин		$k_{\text{ез}}$
	МДж	$k_e$	МДж	$k_{\text{ж}}$		$k_m$	
Нова	0,36	0,1	0,030	0,67	12,80	0,02	0,20
Базова	3,60		0,045		639,		

Метод порівняльного аналізу енергетичних затрат на протруювання картоплі різними технічними засобами дозволяє врахувати витрати різних типів енергії на виконання одиниці роботи. В даному випадку затрати віднесені на протруювання 1 т картоплі.

Із результатів розрахунків енергетичної ефективності видно, що протруювач ПК-2, встановлений на картоплесаджалці дозволяє зменшити питомі витрати електроенергії в 10 разів. Такий результат досягається за рахунок того, що на стаціонарному протруювачі ПСК-20 встановлено електродвигун потужністю 6 кВт, а в новому варіанті роботу протруювача ПК-2 забезпечує електродвигун потужністю 0,08 кВт, який працює від електричної системи трактора.

Затрати живої праці у новому варіанті на 33% менші, ніж в базовому через те, що при використанні протруювача ПК-2 обслуговуючий персонал використовується фрагментарно, а в базовому варіанті 1 чоловік зайнятий постійно.

Затрати енергії на виготовлення технічних засобів в базовому варіанті на 98% вищий, ніж в новому варіанті. Технологічна схема протруювання картоплі в базовому варіанті передбачає використання крім самого протруювача ПСК-20 ще й спеціального транспортера ТЗК-3. Машини матеріаломісткі і дорогі у виготовленні. Крім того, санітарні норми вимагають проводити такі роботи в спеціальному приміщенні, на певній віддалі від населених пунктів. Після обробки картоплі ще проходить декілька операцій

перевантаження і транспортування, де можливий контакт працівників та неминуче забруднення навколишнього середовища.

Протруювач ПК-2 змонтований на картоплесаджалці має малу матеріаломісткість (30 кг), не дорогий у виробництві. Протруювання картоплі проводиться не як окрема операція, а сумісно з процесом садіння. До переваг нового варіанту протруювання картоплі слід віднести і те, що не потрібно спеціального приміщення, працівники зовсім не мають контакту з обробленою протруйниками картоплі.

Протруювання картоплі безпосередньо під час садіння за допомогою пристосування ПК-2 по енергетичних затратах на 80% має вищу ефективність в порівнянні з використанням комплексу ТЗК-30+ПСК-20.

### **Висновки**

Проаналізувавши дані економічного обґрунтування ми побачили, що запропонований варіант протруювача ПК – 2 дозволяє зменшити питомі затрати електроенергії завдяки електродвигуну потужність якого 0,08 кВт, який працює від електричної системи трактора, а також зменшує затрати живої праці на 33% на відміну від базових, затрати енергії на виготовлення технічних засобів в базовому варіанті на 98% вищий, ніж в запропонованому варіанті.

Протруювач картоплі безпосередньо під час садіння за допомогою пристосування ПК – 2 по енергетичних затратах на 80% має вищу ефективність в порівнянні з комплексним ТЗК – 30+ПСК – 20.

## ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Основною причиною низької врожайності картоплі (55 ц / га) в господарствах України є відсутність системи захисту посівів картоплі від численних шкідників та хвороб. З появою на ринку нових високоефективних комбінованих інсектицидів “Престиж”, “Маршал” та фунгіциду “Дітаном М–45” для передпосадкової обробки бульб картоплі від шкідників і хвороб виникла гостра необхідність в розробці технології та засобів механізації для обробки бульб протруйниками перед або під час садіння.

2. Із існуючих технологічних схем передпосадкового протруювання бульб найбільш економічною, екологічно чистою і доступною є технологія обробки бульб протруйниками безпосередньо під час садіння картоплесаджалкою на шляху проходження їх від саджального апарату до дна борозни.

3. Запропонована технологічна схема протруювання бульб під час садіння передбачає обробку їх на похилому сітчастому лотку, встановленому під саджальним апаратом, за допомогою щілинного розпилювача дозволяє наносити на поверхню бульб понад 50% розпиленої робочої рідини, а решту – на дно борозни в зону садіння.

4. Для надання бульбам, що подаються із саджального апарата, обертового руху, з метою повного їх покриття робочим розчином, похилий лоток розташовано під кутом  $45^{\circ}$  до горизонту, а його довжина – 150-160 мм.

5. Встановлено, що шлях від саджального апарата до дна борозни бульба проходить за 0,38 сек. За той час на її поверхню у вигляді плівки товщиною 0,003...0,005 мм наноситься від 0,18 до 0,29 г робочої рідини в залежності від ширини факела та продуктивності розпилювача.

6. Встановлено, що наявність похилого лотка на шляху проходження бульб від саджального апарата до дна борозни не впливає на рівномірність інтервалу розкладання бульб в рядку.

7. Підраховано, що запропонована технологія протруювання бульб картоплі під час садіння дозволяє знизити питому витрату електроенергії в 10 разів та затрати живої праці на 33% порівняно із стаціонарною технологією з

використанням протруювача ПСК-20.

**СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ**

1. Брошак І. С., Ковтуник І. М. Вермистим – при садінні. Журнал: Захист рослин, №9, 2003. С. 12-17.
2. Войтюк Д.Г., Аніскевич Л.В., Іщенко Т.Д. та ін. Сільськогосподарські машини: підручник. Київ: Агроосвіта, 2015. 679 с.
3. Войтюк Д.Г., Барановський В.М., Булгаков В.М. та ін. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник. Київ. Вища освіта, 2005. 464 с.
4. Войтюк Д.Г., Дубровін В.О., Іщенко Т.Д. та ін. За ред. Д.Г. Войтюка Сільськогосподарські та меліоративні машини Підручник. Київ: Вища освіта 2004. 544с.
5. Дзюба В.І. , Батюта В.Г. Хімічний захист картоплі. Київ: Урожай, 2007. 205с.
6. Довідник з машиновикористання в землеробстві / за ред. В.І. Пастухова. Харків: Веста. 2001. 347 с.
7. Житецький В. Ц., Джигерей В.С. Основи охорони праці. Підручник. Вид. 5 – те, доповнене. Львів: Афіша, 2008. 350с.
8. Лахман С. Д. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві Київ: Урожай, 1993. 272с.
9. Лихочвор В. В. та ін. Ефективний захист картоплі. Журнал: Захист рослин, №9, 2003. С. 24-26.
10. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф., Іващук П.В. та ін. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур / За ред.. В.В. Лихочвора, В.Ф. Петриченка. 3-є вид., виправ., допов. Львів: НВФ “Українські технології”, 2010. 1088 с.
11. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ: Урожай, 2008. 205 с.



12. Протруювання садивного матеріалу. URL: <https://www.pro-of.com.ua/protruyuvannya-sadivnogo-materialu/> (дата звернення 20.12.2023).
13. Рибарук В.Я., Ріпка І.І. Сільськогосподарські машини. Практикум з розрахунку і досліджень робочих процесів. Львів. ЛДАУ, 1998. 264 с.
14. Ріпка І.І., Семен Я.В., Крупич О.М., Бендера І.М., Рудь А.В. Основи механізації сільськогосподарського виробництва: Навч. посібник. Львів: ЛНАУ, 2013. 224 с.;
15. Севернев М.М. Енергозбурігаючі технології в сільськогосподарському виробництві. Київ: Колос, 2012. 189 с.
16. Скрипник О. В., Андрієнко Г. Г., Тараненко Н. В. Протруйник для бульб. Журнал: Захист рослин, № 8, 2003. С.18-23.
17. Стандарт підприємства: дипломні і курсові проекти (роботи), загальні вимоги до оформлення. Львів: ЛНАУ, 2017. 13 с.
18. Теслюк П. С. Інформація Укркартопля. Журналитомир: Пропозиція, № 11, 2009.
19. Технологія вирощування насінневої картоплі. URL: <https://www.agronom.com.ua/tehnologiya-vyroshhuvannya-nasinnyevoyi-kartopli/> (дата звернення 15.12.2023).
20. Тимочко В.О., Городецький І.М., Березовецький А.П., Мазур І.Б. та ін. Безпека життєдіяльності та охорона праці. Навч. посібник. Львів: Сполом. 2022. 376 с.
21. Типові норми на механізовані с.-г. роботи. Київ: Урожай, 2012. 504 с.
22. ТОП - 5 протруювачів для картоплі. URL: <https://agrozon.com.ua/news/top--5-protruyuvachiv-dlya-kartopli/> (дата звернення 15.12.2023)
23. Установка для протруювання бульб картоплі під "Престиж". URL: <https://adenaagro.com/product/ustanovka-dlya-protravlivaniya-klubnej-kartofelya-pod-prestizh-22.html> (дата звернення 15.12.2023).