

Міністерство освіти і науки України

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра технічної механіки та сільськогосподарських машин

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему:

Удосконалення картоплесаджалки з розробкою
системи протруювання бульб занурюванням

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МГ-41

спеціальності

208 Агроінженерія

(шифр і назва спеціальності)

Керівник

Нормоконтроль

Завідувач кафедри

Рецензент

Нагорний О.В.

(прізвище та ініціали)

Сташків М.Я.

(прізвище та ініціали)

Сташків М.Я.

(прізвище та ініціали)

Бабій А.В.

(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2025

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра технічної механіки та сільськогосподарських машин

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Бабій А.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

20__ р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 208 Агроінженерія

(шифр і назва спеціальності)

студенту Нагорний Олександр Валерійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення картоплесаджалки з розробкою
системи протруювання бульб занурюванням

Керівник роботи Сташків М.Я., к.т.н., доц.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «22» січня 2025 року № 4/7-25

2. Термін подання студентом завершеної роботи 16.06.2025

3. Вихідні дані до роботи агротехнічні вимоги до висаджування протруєної картоплі;
типовий технологічний процес висаджування картоплі; базова конструкція машини для
висаджування картоплі

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ.

1. Аналіз об'єкту дослідження

2. Технологічна частина

3. Проектна частина

4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

Загальні висновки.

Перелік посилань

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Картоплесаджалка. Загальний вигляд. 2. Технологічна схема картоплесаджалки базової.
конструкції. 3. Технологічна схема картоплесаджалки пропонованої конструкції. 4. Схема
обладнання протруювача. 5. Картоплесаджалка. Складальне креслення. 6. Ложка.

Складальне креслення. 7. Ківш. Складальне креслення. 8. Комп'ютерне моделювання
напружено-деформованого стану ложечки висаджувального апарату.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>	<i>Комар Р.В., к.т.н., доц.</i>		

7. Дата видачі завдання 22.01.2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Аналіз об'єкту дослідження</i>	<i>01.02.2025</i>	
2	<i>Технологічна частина</i>	<i>11.02.2025</i>	
3	<i>Проектна частина</i>	<i>15.05.2025</i>	
4	<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>	<i>25.05.2025</i>	
	<i>Оформлення ілюстративного матеріалу</i>	<i>05.06.2025</i>	

Студент

(підпис)

Нагорний О.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Сташків М.Я.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Автор роботи – Нагорний Олександр Валерійович.

Тема роботи – „Удосконалення картоплесаджалки з розробкою системи протруювання бульб занурюванням”.

Робота виконана на кафедрі технічної механіки та сільськогосподарських машин Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Керівник роботи – Сташків Микола Ярославович, кандидат технічних наук, доцент кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин.

Мета роботи – удосконалення технології висаджування картоплі з одночасним протруюванням насіннєвого матеріалу занурюванням.

Об’єкт дослідження – технології протруювання і висаджування картоплі.

Предмет дослідження – робочі органи картоплесаджалки.

Методи дослідження: порівняльний, теоретико-емпіричний, математичного та комп’ютерного моделювання.

Отримані результати:

- проведено аналіз технологій та засобів висаджування картоплі;
- проведено аналіз агротехнічних вимог до протруювання та висаджування картоплі;
- проведено аналіз способів та засобів протруювання картоплі;
- описано конструкцію машини - прототипу;
- обґрунтовано конструкцію картоплесаджалки з протруювачем;
- розраховано технологічні параметри картоплесаджалки;
- обґрунтовано устаткування для обладнання картоплесаджалки протруювачем;
- розраховано опорні колеса картоплесаджалки;
- розраховано стійкість агрегату для висаджування картоплі;
- виконано розрахунки з використанням комп’ютерного моделювання;

- подано заходи техніки безпеки при експлуатації картоплесаджалки, обладнаної протруювачем картоплі та розглянуто питання ідентифікації джерел підвищеної небезпеки.

Практичне значення отриманих результатів.

Запропоновано удосконалення технології висаджування картоплі, яка передбачає застосування картоплесаджалки з системою протруювання насіннєвого матеріалу.

Структура роботи.

Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та ілюстративної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань та додатків.

Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 67 арк. формату А4, додатки – ____ арк. формату А4, ілюстративний матеріал – 10 арк. формату А4.

Ключові слова: картопля, технологія висаджування картоплі, картоплесаджалки, протруювання насіннєвого матеріалу, технологічні параметри, комп'ютерне моделювання.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ТА МАШИН ДЛЯ ВИСАДЖУВАННЯ ПРОТРУЄНОЇ КАРТОПЛІ	8
1.1. Аналіз технологій та засобів висаджування картоплі	8
1.2. Агротехнічні вимоги до протруювання та висаджування картоплі	16
1.3. Способи та засоби протруювання картоплі.....	19
1.4. Опис конструкції машини - прототипу.....	26
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	29
2.1. Обґрунтування конструкції картоплесаджалки з протруювачем	29
2.2. Розрахунок технологічних параметрів картоплесаджалки.....	34
2.3. Обґрунтування устаткування для дообладнання картоплесаджалки протруювачем.....	36
2.4. Розрахунок трубопроводів гідролінії.....	38
2.5. Вибір гідронасоса	40
3. ПРОЕКТНА ЧАСТИНА	42
3.1. Розрахунок опорних коліс картоплесаджалки	42
3.2. Розрахунок стійкості агрегату	43
3.2.1. Розрахунок поздовжньої стійкості агрегату.....	44
3.2.2. Розрахунок поперечної стійкості агрегату	48
3.3. Моделювання ложечок висаджувального апарату	50
4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	54
4.1. Техніка безпеки при експлуатації картоплесаджалки, обладнаної протруювачем картоплі	54
4.2. Ідентифікація джерел підвищеної небезпеки	57
ВИСНОВКИ.....	62
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	64
ДОДАТКИ.....	67

ВСТУП

Сучасне аграрне виробництво характеризується зростаючими вимогами до ефективності вирощування сільськогосподарських культур, екологічної безпеки та технологічної досконалості сільськогосподарських машин. У структурі овочівництва особливе місце посідає картопля, яка є стратегічною продовольчою культурою в Україні та багатьох країнах світу. Однією з ключових ланок технологічного процесу її вирощування є висаджування насіннєвого матеріалу, від якості якого залежить структура посівів, рівномірність сходів, а отже – і врожайність.

Технічне забезпечення процесу посадки картоплі залишається одним із пріоритетних напрямів удосконалення аграрної техніки. Разом з тим, проблема захисту насіннєвого матеріалу від ґрунтових шкідників і хвороб набуває все більшого значення. Протруювання бульб перед посадкою – обов'язкова агротехнічна операція, що запобігає поширенню збудників інфекцій, пригнічує розвиток патогенних мікроорганізмів, підвищує енергію проростання та забезпечує здоровий старт розвитку рослин.

Попри наявність широкого спектра засобів протруювання, більшість сучасних картоплесаджалок не обладнані вбудованими або адаптивними системами обробки бульб. Зокрема, метод занурювання – один із найбільш ефективних з погляду повноти змочування поверхні – майже не реалізований у серійній сільськогосподарській техніці. Його використання обмежене через конструктивну складність і потребу в узгодженні з потоком насіннєвого матеріалу. Проте саме занурення забезпечує максимальну біологічну ефективність і рівномірність нанесення захисного препарату, що робить цей метод перспективним для інтеграції у конструкцію картоплесаджалки.

У зв'язку з цим актуальною розробка механізованої системи протруювання бульб шляхом їх занурювання безпосередньо перед висаджуванням. Такий підхід дозволить суттєво скоротити кількість операцій, зменшити втрати препаратів, знизити рівень забруднення довкілля і підвищити загальну ефективність посадкового процесу.

1. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ТА МАШИН ДЛЯ ВИСАДЖУВАННЯ ПРОТРУЄНОЇ КАРТОПЛІ

1.1. Аналіз технологій та засобів висаджування картоплі

Підготовчий етап перед висаджуванням бульб картоплі включає їхнє сортування, відбір, пророщування або прогрівання, обробку захисними й стимулювальними речовинами, а також поділ великих бульб на частини. На сортувальних лініях типу КСП-25Б, К-750 бульби розділяють на три розмірні фракції: дрібні (маса 25–50 г), середні (51–80 г) та великі (понад 81 г). Найбільш придатною для садіння вважається середня фракція, яка належить до першого класу якості, допускаючи наявність некондиційного матеріалу в межах до 7%. Великі бульби перед посадкою розрізають навпіл за допомогою спеціалізованих бульборізок, зазвичай за 2–3 доби до висаджування.

Після сортування бульби за розміром укладають у бурти, де їх витримують на сонці під плівковими укриттями при температурі 12–15 °С вдень і до 5 °С уночі протягом 2–3 тижнів – до формування коротких (5–15 мм) паростків. Альтернативним методом є прогрівання бульб у закритих сховищах із примусовою подачею теплого повітря (18–20 °С) протягом 7–10 діб із застосуванням теплогенераторів (ТГ-75, ТГ-150, ВПГ-400 тощо).

Процес пророщування здійснюють у плівкових теплицях, парниках, яровізаторах або спеціальних приміщеннях. Бульби розміщують на стелажах, у ящиках по 10–15 кг, у поліетиленових мішках по 8–10 кг, рукавах (30 м × 1,5–3 м) або на відкритих ділянках під плівкою. Пророщування триває 15–30 днів за температури близько 15 °С, вологості повітря 80–90%, за умови належного освітлення та вентиляції – до появи паростків довжиною до 5 мм.

Перед посадкою бульби піддають протруюванню і обробці стимуляторами росту. Ці операції проводять на картоплесаджалках типу Е-665. Протруювання здійснюють за допомогою обприскувачів ОВТ-1А, норма витрати препарату – 20 л суспензії на 1 т бульб. Обробку проводять шляхом

розпилення фунгіцидів на поверхню бульб. Проти поширених захворювань, таких як ризоктоніоз, фітофтороз, мокра гниль і парша, використовують такі препарати: 80% дитан-М-45 (2–2,5 кг/т), 80% купрозан (0,25–0,5 кг/т), 1,7% купроцин (0,5–1 кг/т), 75% полікарбацин (2,6–2,7 кг/т), 80% цинеб (0,5–1 кг/т), 50% фундазол (0,5–1 кг/т), 80% ТМТД (2,1–2,5 кг/т).

Для стимуляції росту при обробці різаних бульб застосовують біологічно активні речовини, зокрема 10% розчин ячмінного солоду (10 кг пророщеного зерна на 100 л води) із додаванням 25 г янтарної кислоти, розчиненої в 100 мл води. Така обробка сприяє пробковому загоєнню надрізів.

Посадку картоплі проводять при досягненні температури ґрунту 4–7 °С на глибині 10–12 см. На піщаних та легких ґрунтах посадку пророщених бульб здійснюють якомога раніше, одночасно з посівом ранніх ярих культур. Перевага надається ранньостиглим сортам, після яких висаджують насінневу і товарну картоплю, а вже потім – різану.

У Поліссі переважає гребневий метод садіння – у попередньо нарізані гребені. У Лісостепу та Степу застосовують як гребневий, так і гребенево-осінній спосіб посадки. Основні машини, що використовуються: СН-4Б, САЯ-4, СКС-4, КСМ-4, СКМ-6.

Оптимальна густота посадки коливається в межах: у Поліссі – не менш як 55 тис. рослин/га для товарної і 60–70 тис./га для насінневої картоплі; у Лісостепу – 50 і 55 тис./га відповідно; у Степу – 45 і 50 тис./га. Для досягнення таких показників висаджують на 10–15% більше бульб – залежно від їх розміру (в межах 3,5–4,5 т/га).

Глибина закладання насінневого матеріалу становить 6–8 см (від вершини гребеня) на ґрунтах середнього механічного складу, і на 1–2 см глибше – на легких. Посадку здійснюють за фракціями: 30–50 г, 50–80 г і понад 80 г. Однорідність бульб за масою сприяє рівномірному розподілу по довжині борозни, знижує ймовірність пропусків або здвоєних висаджувань.

Щільність посадки повинна враховувати якість садивного матеріалу, сортові особливості, агротехнічні умови, наявність добрив, клімат і мету

виросування культури. Загальною вимогою (див. табл. 1.1) є повне покриття площі поля листям на момент цвітіння картоплі.

Таблиця 1.1

Норма посадочного матеріалу в залежності від схеми посадки, ц/га

Міжряддя, см	Відстань між рослинами в ряду, см	Число рослин на 1 га, тис. шт.	Маса бульб, г						
			25	30	40	50	60	70	80
70	20	71,0	17,8	21,3	28,4	35,5	42,6	49,7	56,8
70	25	57,0	14,3	17,1	22,8	28,5	34,2	39,9	45,6
70	30	47,6	11,9	14,3	19,0	23,8	28,5	33,3	38,0
70	35	40,8	10,2	12,2	16,3	20,4	24,4	28,6	32,6
90	20	55,5	13,9	16,6	22,2	27,8	33,2	38,9	44,4

У північних та північно-західних регіонах України оптимальна щільність посадки картоплі становить 50–55 тис. рослин на 1 га. Залежно від типу ґрунту цей показник варіюється: на піщаних і супіщаних землях – 40–45 тис. кущів/га, на суглинках – до 55 тис./га. У регіонах із нестійким зволоженням або тривалими періодами посухи оптимальну густоту посадки знижують до 40 тис./га.

Висаджування картоплі здійснюють одразу після того, як ґрунт досягне стану, придатного для оранки, а температура на глибині 10 см становитиме 7–8 °С. Піщані та супіщані ґрунти на підвищених ділянках і південних схилах дозволяють розпочати посадкову кампанію раніше, ніж важкі суглинкові та глинисті ґрунти.

Висаджування проводять рядовим способом з міжряддями шириною 60, 70 або 90 см. Відстань між бульбами в рядку змінюється в межах 22–40 см залежно від родючості ґрунту та особливостей сорту. Ширину міжрядь вибирають з урахуванням кліматичних умов: у районах з підвищеною вологістю – 70–90 см, у посушливих – 60 см.

До моменту появи сходів проводять формування гребенів висотою 27–30 см з вершиною шириною 15–20 см для покращення прогрівання ґрунту в зоні розміщення куща. Посадка здійснюється човниковим методом переміщення агрегату.

На сьогодні в Україні застосовуються сучасні картоплесаджалки, які забезпечують одночасне протруювання насіннєвого матеріалу безпосередньо під час посадки.

Картоплесадильні машини типу КСП-4 (рис. 1.1) та КСП-6 (у 4-х і 6-рядному виконанні) призначені для роботи на ґрунтах різного типу.



Рисунок 1.1 – Картоплесаджалка КСП – 4

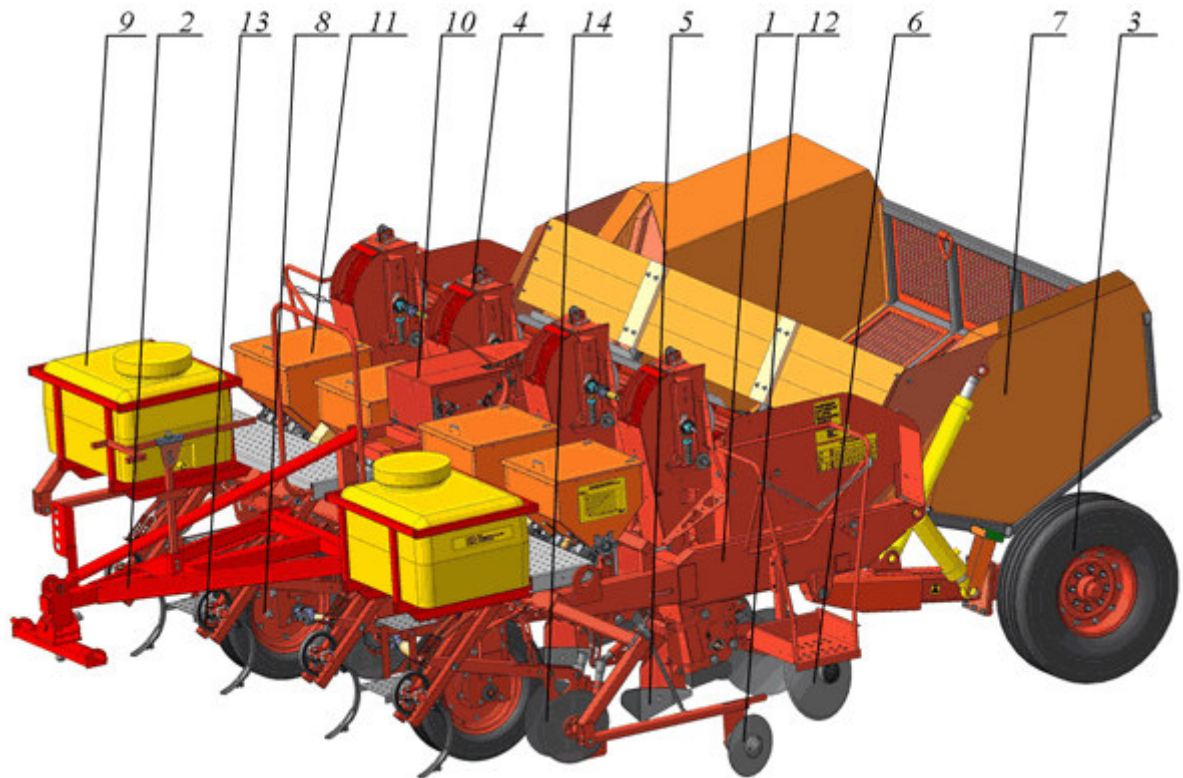
Ці агрегати оснащені пристроями для обробки бульб захисними препаратами, а також можуть бути укомплектовані гідравлічним націпним обладнанням для сумісної роботи з фрезами, що формують гряди. Технічні параметри цих машин подані у табл. 1.2.

Таблиця 1.2

Технічні характеристики картоплесадильних машин КСП

Тип КСП	КСП – 4	КСП – 6
Ширина захвату, м	3	4,5
Кількість рядів	4	6
Міжряддя	75	75
Об'єм бункера, кг	3000	3500
Вага, кг	2000	3200
Трактор	Т-85	150Т

Картоплесаджалка СК-4 (рис. 1.2), чотирирядна напівнавісна, призначена для висаджування відкаліброваних, непророщених бульб картоплі в рядки з міжряддями 70 або 90 см. У процесі роботи виконується також одночасне протруювання насіннєвого матеріалу та внесення мінеральних добрив. Машина ефективно функціонує на всіх типах ґрунтів у зонах, придатних для картоплярства.



- 1 – рама; 2 – сниця з причіпним пристроєм; 3 – бункер для насіння;
 4 – висаджувальний апарат; 5 – сошник; 6 – бороздозакривачі; 7 – колісний хід;
 8 – передні ходові колеса; 9 – устаткування для протруювання картоплі; 10 – механізм приводу; 11 – устаткування для внесення мінеральних добрив; 12 – маркери;
 13 – начіпка з культивуючими лапами; 14 – сошник для внесення мінеральних добрив

Рисунок 1.2 – Картоплесаджалка напівнавісна СК-4

СК-4 включає такі конструктивні елементи: раму (1), сницю з причіпним вузлом (2), бункери для насіннєвого матеріалу (3), висаджувальні апарати (4), сошники (5), бороздозакривачі (6), ходову систему (7), передні опорні колеса (8), блок для протруювання (9), привідний механізм (10), систему внесення

мінеральних добрив (11), маркери (12), начіпний механізм із культивуєчими лапами (13), сошники для добрив (14), а також комплект світлової сигналізації.

Привід висаджувальних механізмів реалізується від передніх опорних коліс. Маніпулювання положенням бункера і керування рухом ходових коліс здійснюється за допомогою гідросистеми трактора.

Технічні характеристики картоплесаджалки СК-4 наведено в таблиці 1.3.

Таблиця.1.3

Технічна характеристика картоплесаджалки СК-4

Найменування показника	Значення
Тип машини	напівнавісна
Транспортна швидкість, км/ч	15
Ширина міжрядь, см	70, 90
Продуктивність за 1 годину основного часу, га	
– на міжряддях 70 см	1,4–2,2
– на міжряддях 90 см	1,8–2,9
Витрата палива трактора при виконанні операції посадки картоплі, кг/га	
– на міжряддях 70 см	10,5
– на міжряддях 90 см	8,1
Обслуговуючий персонал, чіл.	1
Місткість бункера для картоплі, кг	2500
Маса машини конструкційна, кг	2900
Габаритні розміри, мм (довжина, ширина, висота)	5200, 4400, 2990
– в транспортному положенні, мм (довжина, ширина, висота)	4750, 4000, 3700
Густина посадки, тис. шт./га	37–70
Глибина посадки, см	5–15

Стрічковий тип висаджувального механізму забезпечує контрольовану подачу бульб із живильного бункера до ложечок, з яких вони направляються в зону сошника та укладаються в ґрунт. Закриття бульб землею із формуванням гребеня здійснюється борознозакривачами. У разі використання технології одночасного протруювання, обробка посадкового матеріалу протруйниками

виконується безпосередньо перед його зануренням у ґрунт – через дві форсунки, змонтовані в нижній частині висаджувального апарату.

За потреби одночасного внесення мінеральних добрив, туки подаються локально під сформований гребінь до моменту укладання бульб – через тукопровід висівного механізму.

У випадку, коли гребені попередньо не формуються, картоплесаджалка, агрегована з трактором, орієнтується по маркерних слідах.

Посадковий матеріал може мати різні розміри та форми, тому для зниження ймовірності потрапляння до ложечки двох бульб одночасно, можна використовувати стрічки з ложечками відповідної геометрії. Саджалка агрегується з тракторами тягового класу 1,4. Зазначимо, що її конструкція не передбачає використання у гірських умовах.

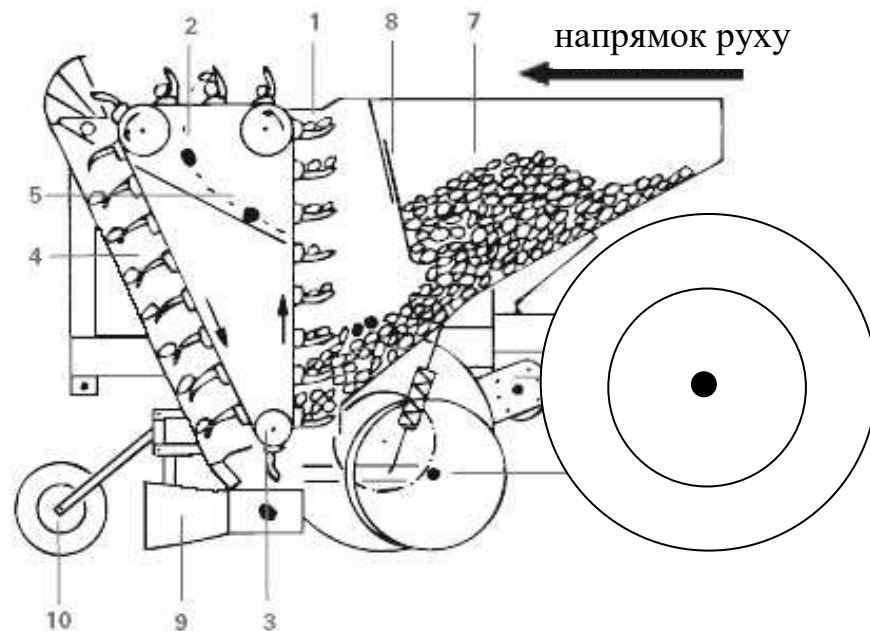
Останніми роками все ширше в господарствах невеликого масштабу використовується імпортне обладнання, зокрема картоплесаджалка марки «CRAMER» виробництва Німеччини.

Напівначіпна чотирирядна картоплесаджалка «CRAMER» (рис. 1.3) розрахована на висаджування непророщених бульб, які можуть подаватися безпосередньо з універсальних сільськогосподарських самоскидів чи причепів без потреби у їх спеціальному переоснащенні.



Рисунок 1.3 – Загальний вигляд картоплесаджалки «CRAMER»

Машина оснащена чашково-елеваторним висаджувальним механізмом (рис. 1.4), що забезпечує точне розміщення бульб у ґрунті та мінімізує їх механічне пошкодження.



- 1 – чашечка на сталевому ланцюгу; 2 – відділяюча секція; 3 – привод ланцюга; 4 – нахилений висівачий канал; 5 – відокремлення «подвійної» картоплі; 6 – пристрій регулювання висоти; 7 – бункер; 8 – розсувна стінка; 9 – сошник на паралелограмному механізмі; 10 – колесо регулювання глибини закривання бульби; 11 – закриваючі диски

Рисунок 1.4 – Технологічна схема картоплесаджалки «CRAMER»

Основні технічні параметри картоплесаджалки «CRAMER»:

- Продуктивність: 1,4–2,5 га/год.
- Робоча швидкість: 5,0–9,0 км/год.
- Робоча ширина захвату: 3,0 м.
- Міжряддя: 75 см.
- Місткість насіннєвого бункера: 700 кг.

Картоплесаджалка вирізняється високим ступенем технологічної досконалості, надійністю, мінімальним пошкодженням бульб, низьким енергоспоживанням і повністю відповідає потребам дрібних фермерських господарств.

Проте варто зазначити, що її конструкція не передбачає протруювання насіннєвого матеріалу під час висаджування, що вимагає застосування додаткових засобів для захисту бульб від патогенів та шкідників.

1.2. Агротехнічні вимоги до протруювання та висаджування картоплі

Картопляна культура піддається значному впливу численних захворювань грибової, бактеріальної, вірусної та мікоплазмової природи, а також шкочочинної діяльності ґрунтових шкідників. Для знищення патогенів ризоктоніозу, фітофторозу, парші звичайної, бактеріальних інфекцій та інших уражень проводиться протруювання посадкового матеріалу. Проти дротяників створено високоефективний препарат ГАУЧО, придатний для стаціонарного знезараження, однак його використання досі заборонено до імпорту на територію країн СНД. Застосування протруювання є ключовим превентивним заходом при переміщенні насіннєвих бульб між регіонами, зокрема і як захист від картопляного раку [14]. Застосовувати знезараження до пророщених бульб з вічками заборонено.

Під час проведення протруювання слід забезпечити повне охоплення поверхні бульб препаратом, витримування встановленої норми витрати засобу і робочої рідини відповідно до параметрів обладнання і типу речовини, недопущення механічних пошкоджень бульб та дотримання часових меж: обробка може бути виконана за 1–1,5 місяця до садіння, безпосередньо перед ним або в ході садіння, коли використовується підживлювач ПОМ-630 чи інше обладнання, об'єднане з картоплесаджалкою [21].

Для посилення фунгіцидної дії до робочої рідини рекомендується вводити мікродобавки: 0,02 % мідного купоросу, 0,05 % борної кислоти та 2 % екстракту суперфосфату. Витрата робочої суміші коливається від 5 до 70 л на тонну бульб [14].

Механічні ушкодження бульб не повинні перевищувати 1 %, серед яких враховуються: порушення цілісності шкірки на 0,25–0,5 % площі, травмування м'якоті понад 2 см углиб, порізи. Якість обробки оцінюється за часткою покриття протруювачем – щонайменше 80–90 % поверхні бульб. Частка необроблених не має перевищувати 5 % [23].

Перед початком захисних заходів необхідно перевірити чистоту резервуара, трубопроводів і наконечників, а також загальний технічний стан обприскувача. Далі визначають витрату та рівномірність подачі рідини з кожного сопла, порівнюючи отримані значення з теоретичною нормою на 1 га. Роботи з протруювання доцільно проводити в безвітряний ранок або вечір, запобігаючи зносу речовини на сусідні посіви. Після завершення обробки обприскувач і розпилювальне обладнання необхідно промити.

Робоча суміш готується в такій послідовності: спочатку в бак обприскувача наливають $1/10 - 1/4$ об'єму чистої води, вмикають мішалку, додають точно відміряну кількість препарату і продовжують наповнення, забезпечуючи постійне перемішування протягом усього процесу. Під час наповнення шланг має бути розташований вище рівня рідини в баку з метою уникнення зворотного всмоктування.

Посадка картоплі здійснюється як гребневим, так і гладеньким способами. У разі гребневого способу висота гребеня має складати 12–20 см, а глибина загортання – 6–12 см. Для рівної поверхні поля глибина садіння варіює у межах 6–14 см. Допустимі відхилення глибини – не більше ± 2 см. Картоплесаджалки одночасно з посадкою виконують внесення мінеральних добрив у кількості 100–500 кг/га, при цьому туки розміщуються на дні борозни смугою завширшки 5–7 см на 2–5 см глибше бульб.

Посадка здійснюється рядковим методом із шириною міжрядь 60 або 70 см і відстанню між бульбами 20, 25, 30, 35 або 40 см залежно від агрофону та сорту. Необхідно забезпечити точну геометрію посадки – прямолінійність рядків і стабільність міжрядь. При 70 см міжрядді допустиме відхилення ширини основних міжрядь – до ± 2 см, стикових – до ± 10 см.

У якості посадкового матеріалу використовують бульби вагою 50–80 г, допускається також використання фракцій 30–50 г та 80–100 г. Яровизовані бульби повинні мати паростки довжиною не більше 2 см. Залежно від категорії посадки картоплесаджалки повинні забезпечувати норму 50–60 тис. бульб/га для продовольчого напрямку і 70–80 тис./га – для насіннєвого. Відхилення не має перевищувати 10 %.

Садильний механізм не повинен ушкоджувати бульби та обламувати понад 8 % паростків. Конструкція агрегату повинна давати змогу проводити посадку як у гребені (в умовах надлишкового зволоження), так і рівною поверхнею (в посушливих районах). При гребневому способі висота може змінюватися в межах 12–20 см, глибина – 6–14 см. При рівному способі глибина закладання регулюється у діапазоні 6–16 см із допустимим відхиленням не більш ніж ± 2 см. Під бульбою має залишатися шар розпушеного ґрунту не менше 2 см.

Окрім посадки, до борозни вносять 100–500 кг мінеральних, 1000–8000 кг органічних або змішаних добрив. Перед висаджуванням бульби слід розділити за фракціями (30–50, 50–80, 80–100 г) і висаджувати їх окремо. Важкі бульби понад 100 г розрізають або використовують більші ложечки. Різані бульби мають бути сухими. Пророщені паростки не мають перевищувати 20 мм, а допустима частка некондиційного матеріалу – до 2 %. Схожість посадкового матеріалу повинна перевищувати 98 %.

Відхилення глибини посадки на 5 см зменшує врожай до 15 %, що обумовлює високі технічні вимоги до картоплесадильних машин. При посадці допускається відхилення норми посадки до 10 %, глибини – ± 4 см, норм внесення добрив – ± 10 %, ширини міжрядь – ± 4 см для основних і ± 5 см для стикових. При посадці середніх бульб кількість пропусків не має перевищувати 3 %.

Лінія вершини гребеня повинна співпадати з напрямком рядка. Допустиме відхилення – до ± 2 см. При посадці середніх і великих бульб допустимий рівень пропусків – 1,5–2 %, подвійних бульб у гнізді – до 2 %. Для

розрізаних бульб – до 3 % пропусків і до 10 % гнізд із двома бульбами. Для дрібного посадкового матеріалу – не більше 15 % гнізд із подвійними бульбами без пропусків.

Для збереження вологи конструкція робочих органів саджалки не повинна вивертати вологий шар ґрунту на поверхню. У вологих умовах робочі органи повинні забезпечити розпушування й підтримку структури ґрунту. Мінеральні добрива вносяться локально на відстані 5–7 см від ряду і на 2–3 см глибше за рівень бульби.

Допустиме відхилення густоти посадки – до 5 %, відхилення рівномірності – до 10 %, усі бульби повинні закладатися на однакову глибину (відхилення не більше ± 2 см). Недопустимі пропуски на поворотах, стиках, краях поля або через забивання сошників.

Оптимальна швидкість руху агрегату під час садіння – 5,9 км/год. Якість виконання посадкових робіт безпосередньо залежить від ретельності підготовки ґрунту, відповідності посадкового матеріалу агрономічним вимогам, правильного регулювання техніки та професійності оператора й тракториста.

1.3. Способи та засоби протруювання картоплі

Протруювання є невід’ємним елементом технологічного процесу вирощування сільськогосподарських культур, який полягає в обробці посівного або посадкового матеріалу спеціальними засобами, що знищують фітопатогени та шкідників, а також запобігають виникненню і поширенню інфекцій у період вегетації. Хімічні препарати, що використовуються для цієї мети, отримали загальну назву – протруйники. Відповідно до характеру дії та цільового призначення їх поділяють на кілька категорій: фунгіциди (проти грибкових уражень), бактерициди (для пригнічення бактеріальних збудників), інсектициди (проти шкідників-ентомофагів), а також багатофункціональні засоби, що поєднують у собі перелічені властивості.

Основне завдання протруювання полягає у знищенні інфекційного початку, який передається через уражене насіння. Своєчасна і якісна дезінфекція дозволяє зменшити кількість хімічних обробок посівів у полі, що сприяє зниженню хімічного навантаження на агроценоз.

Для захисту насіннєвих бульб картоплі застосовуються різні технології нанесення робочих речовин: шляхом занурення, обприскування, формування пінного покриття або опудрювання порошковими засобами. Метод занурення характеризується простотою та високим ступенем рівномірності покриття, але має низку суттєвих недоліків, серед яких – необхідність очищення бульб після обробки, утворення осаду із залишками препарату (до 2 % від загальної маси), який потребує утилізації згідно з санітарними нормами. Оброблені бульби набувають надмірної вологості, що унеможлиблює їх негайне використання в садильних апаратах через ризик значних пропусків – до 30 %. Саме тому протруювання зануренням виконується завчасно, з обов'язковим просушуванням. До того ж унаслідок перенесення рідини транспортуючими механізмами та надмірного покриття збільшується витрата препарату.

Альтернативним методом є аерозольне обприскування, що забезпечує не менш ефективне покриття за значно меншого обсягу використаного засобу. Завдяки малій дисперсності крапель збільшується площа покриття при незмінному об'ємі рідини, оскільки зменшення діаметра частинок спричиняє обернено пропорційне зростання ефективної площі дії [19].

Проміжним між аерозольною та занурювальною технологіями є нанесення засобу у вигляді піни. Такий метод дає змогу досягти високої рівномірності обробки з мінімальним використанням діючих речовин, зберігає технічну простоту реалізації процесу, усуває необхідність герметизації обладнання, а також зводить до нуля потребу в сушінні бульб після обробки.

Метод опудрювання, який передбачає використання сухих порошкових препаратів, має обмежене застосування через складність дотримання санітарно-гігієнічних вимог, недостатню якість обробки та невисоку ефективність. У практиці протруювання насіннєвої картоплі він застосовується вкрай рідко.

У процесі посадки картоплі обробку можна здійснювати безпосередньо в складі агрегату – за допомогою спеціалізованих пристроїв, змонтованих на картоплесаджалках, або в умовах стаціонарних технологічних комплексів, таких як механізовані картоплесортувальні пункти чи мобільні установки [22].

З економічної точки зору, витрати на протруювання повністю виправдані за умови застосування повної рекомендованої дози препарату. Крім того, у стаціонарних умовах обробки досягається зменшення витрати робочого розчину завдяки кращому контролю параметрів процесу.

Підвищення врожайності картоплі безпосередньо пов'язане з належною підготовкою високоякісного насіннєвого матеріалу. У рамках інтенсивної технології така підготовка здійснюється виключно на спеціалізованих картоплесортувальних пунктах (СКСП), де обов'язковим етапом є протруювання. Серед прикладів можна відзначити установки типу КСП-25 і КСП-50, продуктивність яких становить відповідно 25 та 50 т/год.

У картоплесортувальних пунктах даного класу виділяють окрему, ізольовану від загальних технологічних зон ділянку для обробки насіннєвого матеріалу засобами захисту. Керування обладнанням здійснюється локально. Протруювання рідкими засобами виконують за допомогою машин типу «ГУМОТОКС-С» угорського виробництва.

Машина «ГУМОТОКС-С» призначена винятково для протруювання бульб картоплі й функціонує як самостійний модуль. До її складу (рис. 1.5) входить бункер-накопичувач з транспортерним днищем 1, камера обробки у вигляді аерозольної секції 2, розпилювальний пристрій 3, притискні валики 4, вивантажувальний транспортер 5, бак для розчину 6, насосна система 7 та гідравлічна обв'язка 8.

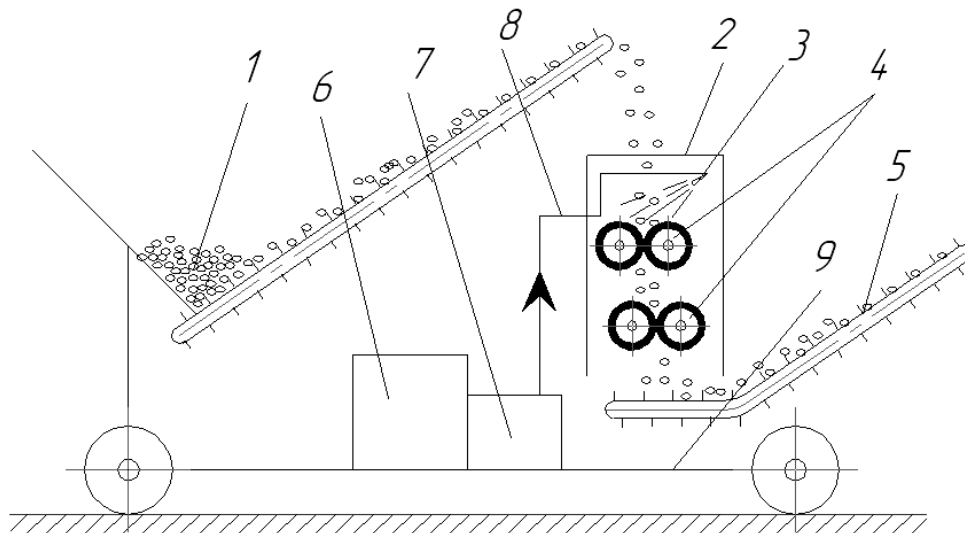


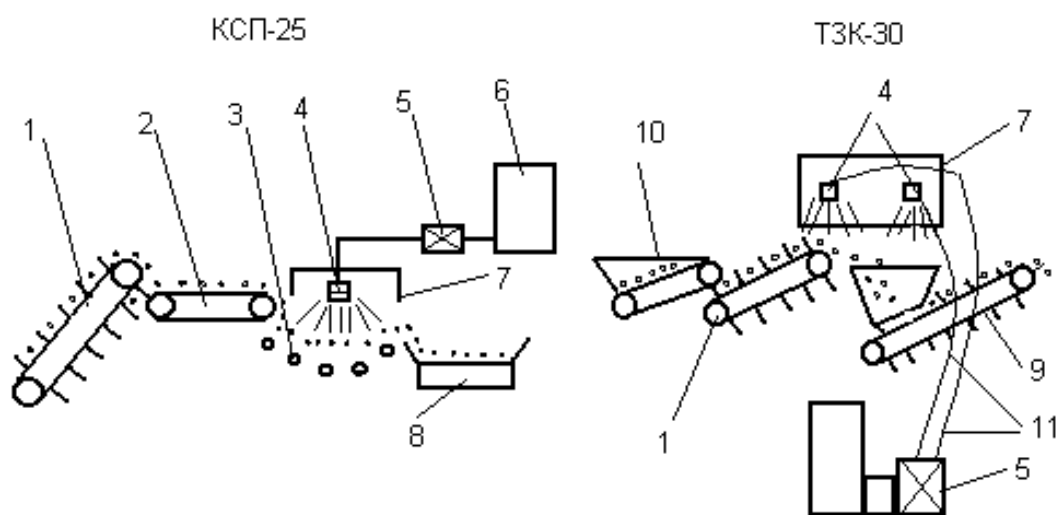
Рисунок 1.5 – Принципова схема протруювача бульб “ГУМОТОКС-С

Усі функціональні вузли змонтовано на пересувній платформі 9, що спирається на двовісний колісний хід. За основний час продуктивність цієї машини становить 8–10 тонн за годину при витраті захисного препарату в межах 2–5 літрів на тонну. Агрегат може ефективно функціонувати у складі сортувального пункту КСП-15Б, разом із транспортерною системою СТХ-30, завантажувачем ТЗК-30 і перебиральним столом. Крім того, можливе його використання в осінній період, зокрема в конфігурації, що включає приймальний бункер ПБ-15 (від системи КСП-15Б) та сам протруювач.

Конструктивно протруювач представлено у вигляді рами з установленими на живильному вивантажувальному транспортері розпилювачами. Подачу робочої рідини доцільно реалізовувати за допомогою польового обприскувача, на нагнітальний штуцер якого встановлюють гнучкий рукав, що транспортує препарат безпосередньо до розпилювального вузла. Хоча продуктивність такого протруювача здатна досягати 1 тонни на хвилину, якість обробки бульб залишається низькою – лише 50–60% їх поверхні піддається ефективному зволоженню, що суттєво знижує захисний ефект при надмірній витраті препарату. У зв’язку з цим подібні пристрої доцільно застосовувати лише в умовах крайньої необхідності.

Згідно з даними [22], у випадках відсутності на СКСП штатного обладнання для обробки насінної картоплі або його несправності, використовують автономні протруювальні установки. До таких відноситься ПУМ-30 МК, призначена для знезараження бульб від комплексу грибкових уражень (ризиктоніоз, фомоз, срібляста парша, фітофтороз тощо), а також для зниження ризику ускладнень, пов'язаних з механічними ушкодженнями, що виникають у процесі посадки, транспортування, збирання та перевантаження врожаю.

Установка інтегрується до технологічного циклу картоплесортувального пункту КСП-25 (рис. 1.6, а) або монтується на транспортері-завантажувачі ТЗК-30 (рис. 1.6, б). Проведення протруювання у весняний і осінній періоди із застосуванням хімічних або біологічних засобів суттєво збільшує кількість життєздатних рослин у фазі сходів, а також зменшує втрати при зберіганні, знижує частку гнилі, зменшує природний спад маси і кількість непридатних до реалізації бульб.



- 1 - завантажувальний транспортер; 2 - подаючий транспортер; 3 - роликівна поверхня;
 4 - розпилювачі; 5 - насос; 6 - бак для розчину; 7 - кожух; 8 - відвідний транспортер;
 9 - стріла; 10 - бункер; 11 - штанги

Рисунок 1.6 – Технологічна схема обробки бульб на ПУМ-30 МК

Осіння обробка насіннєвої картоплі за допомогою розпилювального обладнання дозволяє досягати ступеня покриття бульб до 81 % (у конфігурації ТЗК-30) і до 94,6 % – при використанні КСП-25. На ринку представлено також низку пересувних протруювачів (рис. 1.7), призначених для обробки бульб перед закладанням на зберігання або перед посадкою. Таке обладнання легко інтегрується у технологічні лінії картоплесортувальних пунктів.



а)

б)

а – протруювач бульб насінної картоплі ПСК-20;

б – протруювач картоплі малооб'ємний ПКМ-15

Рисунок 1.7. Самохідні протруювачі

Мобільний протруювач ПСК-20, розроблений ВАТ «Львівхімсільмаш» (рис. 1.7, а), включає камеру обробки та станцію забезпечення процесу, змонтовану на одновісному причепі. Камеру протруювання встановлюють у кінці транспортера-завантажувача ТЗК-30А. У середині конструкції знаходяться похилий стрічковий транспортер і система розпилення робочої рідини.

Станція забезпечення включає бак-змішувач з дозувальним механізмом і блоком контролю витрати препарату, насосну установку для подачі води, трубопровідні комунікації, систему очищення повітря і модуль промивки. Бульби потрапляють у приймальний бункер ТЗК-30А і далі транспортуються у камеру обробки, де завдяки руху стрічки у протилежному до потоку бульб напрямку досягається їх інтенсивне обертання і рівномірне покриття

речовиною. Надлишок рідини з поверхні стрічки видаляється щіткою і повертається у зону розпилення.

Протруювач ПСК-20 демонструє продуктивність не менше 20 тонн на годину, забезпечує подачу робочої рідини у межах 5–10 літрів на тонну, а ступінь покриття становить 90 % площі бульб. За аналогічним принципом працює установка ПКМ-15 (рис. 1.7, б), яка має продуктивність 15 т/год, забезпечує подачу засобу в діапазоні 0,16–2,0 л/т і досягає рівня покриття 95–100 %. При цьому пошкодження бульб не перевищує 2 %, а маса конструкції становить 450 кг.

У практиці використовуються й ультрамалооб’ємні портативні пристрої (рис. 1.8), призначені для обробки бульб безпосередньо перед посадкою або після збирання з метою дезінфекції та стимулювання росту.



а)



б)

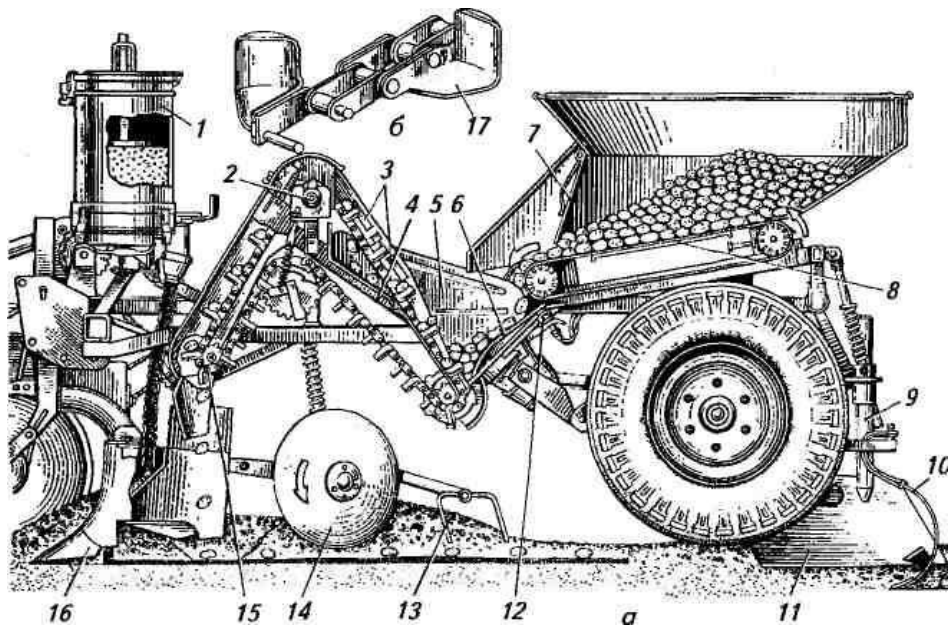
Рисунок 1.8 – Ультрамалооб’ємний протруювач УМОП-20 (а) та НВУ-10 (б)

Переносна установка УМОП-20 (рис. 1.8, а) містить бак, насосний блок з панеллю керування та розпилювальним модулем, змонтованим на легкому каркасі. Суспензію подають з бака через насос у трійник, який розділяє потік: одна лінія веде до дозуючого кульового крана, інша – до зворотного зливу. Встановлена кількість робочої рідини потрапляє до розпилювачів, які рівномірно зрошують бульби картоплі. Зворотний кран забезпечує стабільний тиск у магістралі та підтримує гомогенність суміші шляхом рециркуляції. За результатами застосування таких систем, втрати під час зберігання картоплі не перевищують 5–6 %, а попередня обробка дозволяє знизити фітопатологічне навантаження у 1,5–2 рази.

Аналіз наявних технічних засобів для протруювання свідчить, що у фермерських господарствах з невеликим земельним банком доцільніше застосовувати портативні пристрої, інтегровані безпосередньо в картоплесаджалки, ніж інвестувати в закупівлю стаціонарних комплексів для протруювання насіннєвого матеріалу.

1.4. Опис конструкції машини - прототипу

Напівначіпна автоматизована чотирирядна саджалка САЯ–4 призначена для висаджування пророщених (яровизованих) і непророщених бульб картоплі з міжряддями 70 см, забезпечуючи при цьому одночасне локальне внесення гранульованих мінеральних добрив. Конструкційно машина складається з бункера, живильного ковша 5 (рис. 1.9), чотирьох висаджуючих апаратів конвеєрно-ложечкового типу, сошникових секцій, туковисіваючих апаратів 1, стабілізатора 11, розпушувачів 10, механізму приводу, а також автоматизованої системи контролю заповнення живильного ковша. Подача бульб із бункера здійснюється стрічковим транспортером 8, оснащеним регульованою заслінкою 7. У корпусі живильного ковша передбачено встановлення клапана 6, що активує або припиняє роботу транспортера 8 через контактний елемент 12.



а – схема робочого процесу; б – ланцюг з ложечками;

- 1 – туковисіваючий апарат; 2 – натяжна зірочка висаджувального апарату;
 3 – пружинні скидачі; 4 – лоток для скочування зайвих бульб; 5 – живлячий ківш;
 6 – клапан; 7 – підпружинена заслінка; 8 – транспортер бункера;
 9 – стійка стабілізатора; 10 – розпушувач сліду ходових коліс; 11 – стабілізатор;
 12 – контакт автоматичного вмикання подачі бульб; 13 – борінка;
 14 – закриваючий диск; 15 – ведуча зірочка висаджувального апарату;
 16 – сошник; 17 – ложечка

Рисунок 1.9. Картоплесаджалка САЯ-4

Висаджувальний апарат виконано у вигляді замкнутого ланцюга з прикріпленими ложечками 17, ведучою зірочкою 15, натяжною 2, обвідними зірочками, а також пружинними скидачами 3, лотком 4 для повернення надлишкових бульб у живильний ківш, направляючими елементами та кожухом. Основним елементом апарата є нескінченний втулко-роликовий ланцюг з ложечками 17, розташованими у шаховому порядку. Під час руху ланцюга по висхідній гілці на нього впливає пружинний струшувач 3, який через головку болта передає коливання на ролики і опорну пластину, забезпечуючи очищення ложечок. Низхідна гілка рухається по похилому жолобу, що перешкоджає передчасному висипанню бульб. Привід апарата здійснюється від опорних коліс машини через змінні зірочки у складі

ланцюгової передачі. Комплектація машини включає також гідромаркери МГ–1, що закріплюються на поздовжніх балках рами трактора.

Робочий процес відбувається наступним чином. У процесі руху саджалки стрічковий транспортер 8 подає бульби до вивантажного отвору бункера, після чого вони потрапляють на клапан 6, заповнюючи живильний ківш 5. У разі заповнення останнього клапан активує контакт 12, відключаючи подачу, і, навпаки, при спорожненні – поновлює подачу бульб. Ложечки апарата захоплюють бульби у ковші й транспортують до сошника 16. Пружинні скидачі 3 видаляють зайві бульби, які по лотку 4 повертаються назад у ківш. При обертанні зірочки 75 бульби випадають у розтруб бульбопроводу, що спрямовує їх до борозни, сформованої сошником 16. Одночасно туковисіваючий апарат 1 подає добрива у зону посадки. Диски 14 і борінки 13 загортають борозну, утворюючи над посадженими бульбами захисний гребінь із розпушеного ґрунту.

Розпушувач 10, рухаючись у колії від опорних коліс, усуває ущільнення ґрунту, спричинене шинами. У разі роботи на схилах до 5° стабілізатор 11 виконує функцію утримування машини від бічного зсуву.

Щодо регулювань: зміною зірочок на валу контрприводу забезпечується корекція норми висаджування, що дозволяє встановити крок посадки у межах 17...37,5 см. Глибина закладання, яка може досягати 21 см, регулюється за допомогою перестановки обмежувальної чеки на натискній штанзі сошника.

Картоплесаджалка має ширину захоплення 2,8 м, працює на швидкості від 4,8 до 7,3 км/год, забезпечує норму висаджування від 40 до 65 тис. бульб на гектар. Об'єм одного бункера становить 250 кг. Агрегатується дана машина з тракторами тягового класу від 1,4 до 3.

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Обґрунтування конструкції картоплесаджалки з протруювачем

Аналіз існуючих агротехнологій вирощування картоплі свідчить про можливість здійснення протруювання насіннєвого матеріалу як у стаціонарних умовах, так і безпосередньо під час садіння завдяки інтеграції відповідного обладнання на картоплесаджалку.

Разом з тим, однією з суттєвих проблем більшості конструкцій картоплесаджалок при роботі з пророщеними бульбами є пошкодження паростків у процесі завантаження. Зокрема, при транспортуванні бульб ложечками з бункера живлення, внаслідок вертикального переміщення ложечок із бульбами, виникає взаємодія з іншими бульбами в бункері. Це спричиняє їхнє переміщення і зіткнення, що, у свою чергу, призводить до механічного пошкодження паростків.

У конструкції картоплесаджалки САЯ-4 виявлено аналогічний недолік: ложечки дворядного ложково-транспортного висаджувального механізму, піднімаючись із бульбами вгору, торкаються сусідніх бульб, що перебувають у ковші-живильнику, спричиняючи їхнє переміщення й змішування. Це створює умови для взаємного тертя й зіткнення, унаслідок чого паростки пророщених бульб зазнають ушкоджень.

Крім цього, у процесі роботи ложечками іноді захоплюються зайві бульби, які за допомогою скидачів повертаються назад до ковша. Внаслідок падіння з певної висоти в процесі повернення відбувається додаткове травмування паростків бульб, що вже знаходяться в ковші, що знижує якість посадкового матеріалу.

У зв'язку з викладеним, у кваліфікаційній роботі ставиться завдання створити конструкцію картоплесаджалки, що забезпечує передвисаджувальне протруювання бульб безпосередньо під час посадки, а також мінімізує травмування паростків пророщених бульб.

Пропонована конструкція картоплесаджалки для висаджування пророщених бульб картоплі з протруюванням її занурюванням (рис. 2.1) містить раму 1 із задніми опорними колесами 2, опорний каток 3, копіювальне колесо 4, сошник 5, борознозакриваючі диски 6, встановленні на рамі 1 бункер 7 з обмежувачем 8 і вбудованим в його дно транспортером 9, ківш-живильник 10 і дворядний ложково-транспортний посадочний апарат, що складається з провідної зірочки 11, ведених зірочок 12, 13, 14, захисного кожуха 15 і ланцюги 16 з ложечками 17.

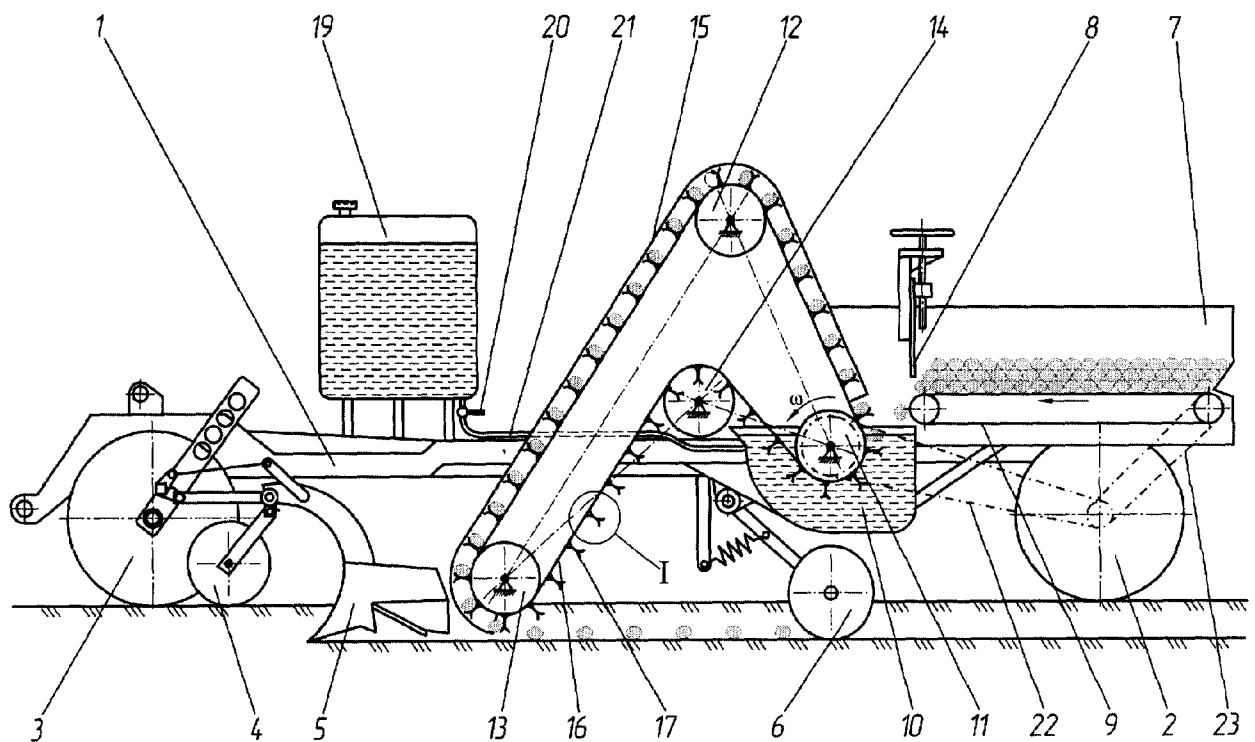


Рисунок 2.1 – Пропонована конструкція картоплесаджалки з протруювачем

Ложечки 17 виконані у вигляді пари ложечок, що мають загальне днище (рис. 2.2), причому в загальному днищі і в бічних стінках однієї з ложечок, що здійснює захоплення пророщених бульб з ковша-живильника 10, виконані отвори 18 для стікання протруюючої рідини назад в ківш-живильник 10.

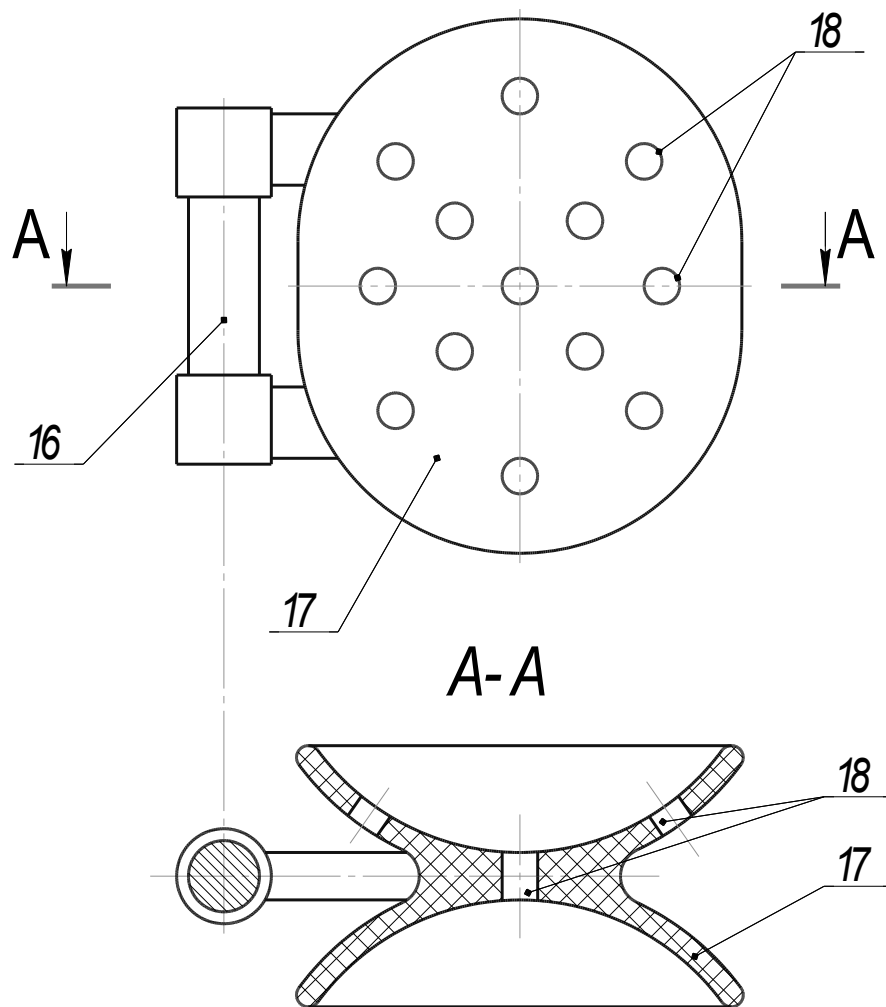


Рисунок 2.2 – Пропонована конструкція ложечки висаджуючого апарату

Також на рамі 1 встановлена ємкість 19 для протруюючої рідини, порожнина якої за допомогою засувки 20 і гнучкого трубопроводу 21 сполучена з ковшом-живильником 10.

Привід провідної зірочки 11 дворядного ложково-транспортного посадочного апарату здійснюється від задніх опорних коліс 2 через ланцюгову передачу 22. Також від задніх опорних коліс 2 через ланцюгову передачу 23 приводиться в рух транспортер 9, вбудований в дно бункера 7.

Пристрій працює таким чином. Перед початком роботи ємкість 19 заповнюють протруюючою рідиною, щільність якої перевищує питома вага одиничних пророщених бульб картоплі (згідно [25] максимальна питома вага одиничних бульб складає 1,16 г/см³). Для приготування такої протруюючої рідини контактний фунгіцид розчиняють в сольовому розчині, щільність якого

перевищує $1,16 \text{ г/см}^3$. Причому для обробки бульб можна використовувати один з контактних фунгіцидів: пеннкоцеб, дитан М-45, утан, новозир, при нормі витрати $22,5 \text{ кг/т}$ [27].

Потім пристрій за допомогою трактора переміщують до місця висаджування картоплі і після заїзду пристрою в борозну проводять завантаження бункера 7 пророщеними бульбами. Одночасно з цим відкривають засувку 20, що внаслідок чого протравлює рідину з ємкості 19 по гнучкому трубопроводу 21 поступає в ківш-живильник 10 і поступово заповнює його. Після заповнення ковша-живильника 10 протруюючою рідиною проводять закриття засувки 20 і надходження протруюючої рідини з ємкості 19 в ківш-живильник 10 припиняється.

Далі за рахунок переміщення трактором пристрою по полю проводиться посадка картоплі.

Процес висаджування картоплі протікає таким чином.

При переміщенні пристрою по полю крутний момент від задніх опорних коліс 2 через ланцюгову передачу 23 передається на вал транспортера 9, який в результаті цього приводиться в рух. При цьому що знаходяться в бункері 7 бульб починають переміщатися транспортером 9 у бік ковша-живильника 10. Завдяки встановленому в бункері 7 обмежувачу 8 переміщуваних транспортером 9 бульб перед їх попаданням в ківш-живильник 10 розподіляються в один шар. Таким чином, за допомогою транспортера 9 бульб з бункера 7 направляють в заздалегідь заповнений протруюючою рідиною ківш-живильник 10.

Одночасно з цим сошник 5 утворює в ґрунті посадочну борозну.

Потрапляючи в ківш-живильник 10, бульби занурюються в протруюючу рідину, а потім спливають і плавають на її поверхні, проходячи обробку. Причому, потрапивши в протруюючу рідину, вся поверхня бульби і його паростків повністю змочується в даній рідині. При цьому ложечками 17 дворядного ложково-транспортерного посадочного апарату здійснюватиметься захоплення окремих бульб, плаваючих на поверхні протруюючої рідини. В

результаті цього інші бульби, що знаходяться в ковші-живильнику 10, взаємодіючи із захопленою бульбою або з ложечкою 17, що захопила його, відпливатимуть в сторони або занурюватимуться в протруюючу рідину, не наносячи паросткам один одного механічних пошкоджень. Це, у свою чергу, дозволить понизити травмування паростків у пророщених бульб в процесі їх висаджування. Протруююча рідина, що потрапила при захопленні бульби в ложечку 17, стікатиме назад в ківш-живильник через отвори 18, виконані в ложечці 17. Причому привід ведучої зірочки 11 дворядного ложково-транспортного посадочного апарату здійснюється від задніх опорних коліс 2 через ланцюгову передачу 22.

В процесі переміщення захоплених ложечками 17 бульб в зону скидання бульб в посадочну борозну ланцюг 16 з ложечками 17 огинає верхню зірочку 12, при цьому під дією сили тяжіння бульба переходить з ложечки 17, що захопила його, на тильну сторону нижньої сусідньої ложечки 17. При цьому пропонована конструкція ложечок 17 забезпечує плавну взаємодію тильної сторони ложечок 17 з бульбою у момент його переходу з однієї ложечки 17 на іншу. До того ж така конструкція ложечок 17 дозволить зменшити вірогідність попадання паростків бульб в простір між ложечками 17 і стінками захисного кожуха 15 у момент переходу бульби з однієї ложечки 17 на іншу, а також дозволить понизити вірогідність контакту паростків бульб із стінками захисного кожуха 15, що у свою чергу сприятиме зниженню травмування паростків бульб при транспортуванні останніх в зону скидання бульб в посадочну борозну.

Далі бульби транспортуються до зони скидання, де під дією сили тяжіння вони укладаються на дно посадочної борозни. Потім борознозакриваючі диски 6 утворюють над висадженими бульбами заданих розмірів гребінь.

При новому завантаженні бункера 7 бульбами ківш-живильник 10 поповнюють необхідним об'ємом протруюючої рідини, що подається з ємкості 19 при відкритті засувки 20.

Використання пропонованого винаходу дозволить понизити травмування паростків пророщених бульб картоплі при їх посадці картоплесадильною машиною за рахунок досягнення делікатнішого поводження з бульбами при захопленні їх з ковша-живильника і при їх транспортуванні в зону скидання бульб в посадочну борозну, а також забезпечить ефективну обробку пророщених бульб протруюючою рідиною в процесі їх висаджування. У свою чергу все це сприятиме підвищенню врожайності картоплі.

2.2. Розрахунок технологічних параметрів картоплесаджалки

Максимальна робоча швидкість агрегата для посадки картоплі визначається здатністю висівального механізму забезпечувати необхідну частоту подачі бульб. У конструкції картоплесаджалки САЯ-4 передбачено чотири висівальні апарати з міжряддям 70 см. Стандартна експлуатаційна швидкість агрегату становить приблизно 6 км/год або 1,7 м/с.

Розрахунок продуктивності машини здійснюється за формулою:

$$W_{год} = B \cdot V_M \frac{3600}{10^4}, \quad (2.1)$$

де B – ширина захвату картоплесаджалки, м.

Максимальна продуктивність чотирирядкової картоплесаджалки з шириною міжряддя $b=700\text{мм}$:

$$W_{год} = 4 \cdot 0.75 \cdot 1.5 \frac{3600}{10^4} \approx 1.6 \text{ га/год.}$$

Кількість коренеплодів, висаджена на 1 га при кроці висадки 350 мм:

$$N = \frac{10000}{l_c \cdot b} = \frac{10000}{0.350 \cdot 0.700} \approx 3800_{\text{шт.}},$$

або в кілограмах, при середній масі картоплини $m_k=70$ г.:

$$N \cdot m_k = 3800 \cdot 0.07 \approx 2660 \text{ кг.}$$

Об'єм насіннєвого матеріалу, необхідного для засаджування 1 га (при густині картоплини $\rho=650$ кг/м³):

$$\frac{N \cdot m_k}{\rho} = \frac{2660 \cdot 0.07}{650} \approx 4 \text{ м}^3.$$

Об'єм бункера картоплесаджалки в м³ при місткості в 700кг:

$$V_{\text{бунк}} = \frac{700}{\rho} = \frac{700}{650} \approx 1 \text{ м}^3.$$

Кількість заправок бункера при засаджуванні 1 га

$$\frac{N \cdot m_k}{\rho} \cdot \frac{1}{V_{\text{бунк}}} = \frac{2660 \cdot 0.07}{650} \cdot \frac{1}{1} \approx 4.$$

Насіннєвого матеріалу з одного бункера вистачить на довжину

$$L = \frac{V_{\text{бунк}} \cdot \rho \cdot k_{\text{бунк}}}{m_k} \cdot l_c = \frac{1 \cdot 650 \cdot 0.9}{0.07} \cdot 0.35 \approx 3000 \text{ м.}$$

При човниковому способі руху оптимальна довжина гону

$$L_r = \frac{L}{2} = \frac{3000}{2} \approx 1500 \text{ м.}$$

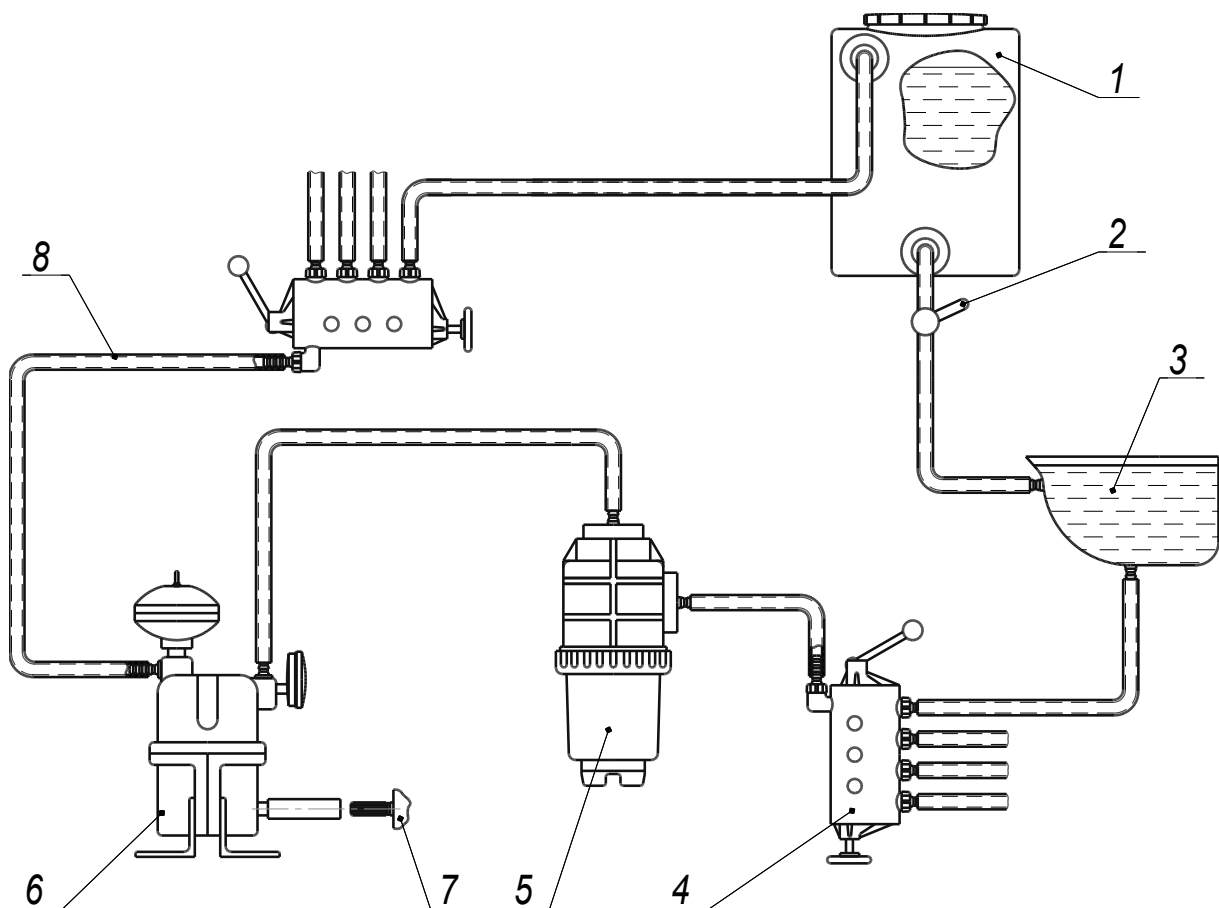
2.3. Обґрунтування устаткування для дообладнання картоплесаджалки протруювачем

Обробка посадкового матеріалу фунгіцидними або біопрепаратами є необхідною технологічною процедурою, що передусім спрямована на нейтралізацію ґрунтової інфекції, зокрема грибка *Rhizoctonia solani*. Цей патоген є основним джерелом інфекцій, що уражають паростки, столони та бульби, особливо на важких за механічним складом ґрунтах із високим вмістом органіки, а також у надмірно зволжених, погано аерованих ґрунтах. Окрім зниження рівня врожайності, зазначений збудник істотно погіршує товарну якість харчової картоплі [19].

Для реалізації функції протруювання на базі наявної саджалки передбачається встановлення додаткового оснащення (рис. 2.3), до складу якого входить ємність 1 із запірним вентилям 2, резервуар 3, вузол регуляції та розподілу 4, а також фільтрувальний блок 5. Гідросистема приводиться в дію від гідронасоса 6, змонтованого на тракторі. Джерелом потужності слугує вал відбору потужності 7 трактора.

Робочий розчин із ємності 1 через вентиль 2 направляється до резервуара 3, призначеного для здійснення занурювального методу протруювання бульб. Далі рідина надходить до гідророзподільника 4, який направляє її через фільтр 5 для очищення, після чого розчин подається в насос 6. Від насоса рідина прямує до другого блока управління, що регулює тиск і об'єм подачі через редуційно-запобіжний, дросельний і відсічний клапани. Пульт керування має один патрубок для забору рідини і чотири вихідні лінії, кожна з яких веде до окремого резервуара.

Усі гідравлічні елементи сполучені між собою за допомогою армованих ПВХ-рукавів 8, герметичність стиків забезпечують хомути. Для захисту обертових частин гідроприводу використовується кожух з листової сталі товщиною 2 мм.



- 1 – резервуар для робочої рідини; 2 – вентиль; 3 – резервуар;
 4 – пульт керування потоком робочої рідини; 5 – фільтр; 6 – насос;
 7 – вал відбору потужності трактора; 8 – гідравлічна лінія

Рисунок 2.3 – Устаткування для дообладнання картоплесаджалки протруювачем

Конструктивно цей кожух базується на стандартному захисті ВВП трактора, але має збільшені розміри для охоплення додаткового оснащення. Резервуари мають передбачені штатні місця кріплення, до яких додатково фіксуються фільтр і регулятор-розподільник. На рамі картоплесаджалки встановлюється спеціальний майданчик для розміщення ємностей із робочим розчином. Конструкція резервуарів уніфікована, що дозволяє здійснювати їх демонтаж без складних операцій.

На панелі керування картоплесаджалки додатково встановлено кнопку звукового сповіщення для подачі сигналу оператору трактора, а також кнопку аварійного реагування.

2.4. Розрахунок трубопроводів гідролінії

Згідно з розрахунками, робоча продуктивність картоплесаджалки становить $S = 1,6$ га/год (див. п. 2.2). Норма витрати препарату у вигляді водного розчину, прийнята відповідно до п. 2.2, дорівнює 80 л/га. Таким чином, об'єм рідини, що витрачається за одну годину роботи, становить 128 л. Відповідно, секундне споживання складає приблизно $33,3 \text{ см}^3/\text{с}$, або 2 л/хв.

Оскільки обробка насіннєвого матеріалу виконується за допомогою чотирьох розпилювальних елементів, на кожен із них має припадати витрата 0,5 л/хв. Згідно з довідковими даними, відповідні параметри забезпечує щілинна форсунка оранжевого кольору, яка при тиску 0,5 МПа має саме таку продуктивність.

Плануючи повну зміну тривалістю сім годин без урахування простоїв, загальна потреба в об'ємі обробного розчину складе $128 \times 7 = 896$ л, що округлено відповідає 900 л. З метою забезпечення мобільності системи пропонується використання резервуара об'ємом $V = 300$ л. Відповідно, протягом робочого дня потрібно буде здійснити три заправки.

Рівень нерівномірності змішування обробної рідини не повинен перевищувати 2%. Це досягається за умови, що коефіцієнт циркуляції буде не меншим за $I = 0,04$ [14]. Для обраного об'єму резервуара $V = 300$ л оптимально використовувати гідрозмішувач з продуктивністю 15 л/хв. У такому разі коефіцієнт циркуляції становитиме:

$$I = Q_m / V_p = 0,05, \quad (2.2)$$

де $Q_m = 15$ л/хв - продуктивність гідро змішувача;

$V_p = 300$ л – об'єм резервуару для робочої рідини.

Загальна необхідна продуктивність насоса буде рівна:

$$Q = Q_m + q = 350 \text{ см}^3/\text{с}, \quad (2.3)$$

де $q = q_{\phi} + q_3 = 6$ л/хв – витрата форсунки $q_{\phi} = 2$ л/хв з урахуванням підвищення на використання іншого типорозмірі розпилювача $q_3 = 4$ л/хв.

Гідравлічна система включає всмоктувальну гідролінію, яка з'єднує насос із резервуаром, а також дві гілки нагнітального та зливного типу. Виходячи з допустимих швидкостей потоку [22], прийнято такі значення: для всмоктувального трубопроводу $V_{вс.д} = 1,5$ м/с, для нагнітально-зливного – $V_{н.д} = 3$ м/с. На основі цих параметрів визначаються внутрішні діаметри відповідних ділянок гідросистеми:

$$d_{вс.р} = \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot \frac{Q_{вс}}{V_{вс.д}}} = 17,26 \text{ мм},$$

де $Q_{вс} = Q = 3,5 \cdot 10^{-4}$ м³/с – необхідна подача насоса.

$V_{вс.д} = 1,5$ м/с – допустима швидкість у всмоктуючій магістралі.

$$d_{н.р} = \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot \frac{Q_{н}}{V_{н.д}}} = 12 \text{ мм};$$

де $Q_{н} = Q_{вс} = 3,5 \cdot 10^{-4}$ м³/с – потрібна подача насоса,

$V_{н.д} = 3$ м/с – допустима швидкість в напірній магістралі.

Для всмоктуючої лінії обрано діаметр $d_{вс.р} = 32$ мм, а для нагнітальної – $d_{н.р} = 12$ мм. Вибір зумовлений необхідністю мінімізації втрат тиску, а також відповідністю приєднувальних патрубків насоса, фільтра та резервуара. Втрати тиску вздовж довжини трубопроводів обчислюються з урахуванням довідкових даних (табл. 2 [12]): при витраті 21,43 л/хв, довжині всмоктуючої ділянки $l_{вс.} = 2$ м та діаметрі $d_{вс.} = 32$ мм – втрати становитимуть $\Delta P_{вс.} = 0,0059$ МПа; для нагнітальної ділянки довжиною $l_{н.} = 3,7$ м і діаметром $d_{н.} = 12$ мм – $\Delta P_{н.} = 0,0137$ МПа.

Місцеві втрати тиску оцінюються на рівні 20% від втрат по довжині:

$$\Delta P_m = 20\% \cdot (\Delta P_{вс} + \Delta P_n) \approx 0,004 \text{ МПа [28].}$$

Відповідно до технічної документації елементів конструкції приймаємо втрати тиску: на фільтрі – $\Delta P_\phi = 0,035 \text{ МПа}$, на регуляторі-розподільнику – $\Delta P_p = 0,021 \text{ МПа}$, у гідрозмішувачі – $\Delta P_z = 0,016 \text{ МПа}$.

Сумарні втрати тиску в гідравлічній системі визначаються за наступною формулою:

$$\sum \Delta P = \Delta P_{вс.} + \Delta P_n + \Delta P_m + \Delta P_\phi + \Delta P_p + \Delta P_z \approx 0,1 \text{ МПа,} \quad (2.4)$$

де $\Delta P_{вс.} = 0,0059 \text{ МПа}$ – втрати тиску у всмоктуючій магістралі,

$\Delta P_n = 0,0137 \text{ МПа}$ – втрати тиску в нагнітальній магістралі,

$\Delta P_p = 0,021 \text{ МПа}$ – втрати тиску в регуляторі розподільника,

$\Delta P_z = 0,016 \text{ МПа}$ – втрати тиску в гідрозмішувачі,

$\Delta P_m = 0,004 \text{ МПа}$ – місцеві втрати тиску,

$\Delta P_\phi = 0,035 \text{ МПа}$ – втрати тиску в фільтрі.

2.5. Вибір гідронасоса

Зважаючи на універсальність застосування обладнання, яке передбачається використовувати не лише для передпосадкового протруювання картоплі, а й для внесення біостимуляторів росту або передзберігальної обробки, допустима варіація витрат робочої суміші передбачає резерв продуктивності. Тому фактична подача насоса приймається з 30% запасом:

$$Q_{расч.} = 30\%Q_\phi + Q_\phi = 30 \text{ л/хв.}$$

Оптимальним рішенням у межах технічних вимог є використання мембранно-поршневого насоса виробництва компанії Hardi (див. дод. А), який задовольняє вимоги до продуктивності, надійності та сумісності з аграрною технікою.

Таблиця 2.1

Технічна характеристика насоса

п, об/хв	Витрати рідини, л/хв	Тиск, МПа	Потужність, N кВт
540	42	0	0,3
540	30	1	0,9
max 800	—	max 1,5	—

Насос працює від валу відбору потужності (ВОМ) трактора. Робоча частота обертання насоса становить $n = 540$ об/хв, при цьому рівень споживаної потужності дорівнює $N = 0,9$ кВт.

3. ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок опорних коліс картоплесаджалки

У конструкції картоплесаджалок передбачене використання або зварних металевих коліс, або пневматичних шин. Ці колеса навантажуються лише під час виконання процесу висаджування. Основною перевагою пневматичних шин є знижений опір коченню, а також менше руйнування структури ґрунту – вони не подрібнюють його до пилоподібного стану. Водночас, зварні металеві колеса, обладнані ґрунтозачепами, забезпечують стабільний контакт із поверхнею без пробуксовки, що критично важливо у разі приводу садильного апарата від опорних коліс.

Розрахунок необхідного діаметра опорного колеса здійснюється за формулою Грандвуане-Горячкіна, яка враховує силу опору при коченні [7]:

$$Q = 0.86 \sqrt[3]{\frac{G^4}{qbd^2}}, \quad (3.1)$$

де G – частина ваги агрегату, яка припадає на одне колесо, Н. при вазі картоплесаджалки 1100 кг та вазі насіннєвого матеріалу у бункері 900 кг приймаємо $G \approx 1 \text{ кН}$;

q – коефіцієнт об'ємного зминання ґрунту, $q = 2,0 - 4,0 \text{ Н/см}^3$ [6];

$b \approx 210 \text{ мм}$ – ширина колеса,

d – мінімальний діаметр колеса, мм.

Для колісного ходу картоплесаджалок $2Q = 850 \text{ Н}$.

З формули (3.1) при $Q \approx 425 \text{ Н}$ визначаємо мінімальний діаметр колеса:

$$d = \sqrt[3]{0.86^3 \frac{(G/4)^4}{q \cdot b \cdot Q^3}}, \quad (3.2)$$
$$d = \sqrt[3]{0.86^3 \frac{(1000/4)^4}{2 \cdot 10^6 \cdot 0.210 \cdot 425^3}} = 0.689 \approx 0.7 \text{ м.}$$

Зовнішній діаметр колеса приймаємо $D_K=700$ мм.

Розрахуємо необхідний діаметр осі, на яку кріпитиметься опорне колесо картоплесаджалки удосконаленої конструкції.

На вісь колеса у небезпечному перетині діє згинальний момент:

$$M_B = R_{\Gamma} \cdot l_B, \quad (3.3)$$

де $R_{\Gamma}=G/2 \approx 1000$ Н - вертикальна складова опору ґрунту;

l_B – плече дії сили R_{Γ} , м. $l_B = 0,250$ м.

$$M_B = 1000 \cdot 0.250 = 250 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Діаметр осі у небезпечному перетині визначають за формулою [6]:

$$d_B \geq \sqrt[3]{M_B / 0.1[\sigma]}, \quad (3.4)$$

де $[\sigma]=100$ МПа - допустимі напруження матеріалу осі.

$$d_B \geq \sqrt[3]{250 / 0.1 \cdot 100} = 0.029 \text{ м}.$$

Приймаємо діаметр осі колеса 30 мм.

3.2. Розрахунок стійкості агрегату

Стійкість – це здатність машини протистояти зовнішнім силам, які викликають відхилення її від заданого положення рівноваги (крен). Відхилення від нормального рівноважного стану машини, яке призводить до аварійності роботи, можуть виражатися перекиданням, сповзанням чи боковим заносом; порушенням керованості колісного ходу за рахунок надмірного зменшення тиску на керовані колеса або надмірного їх перевантаження; зменшенням надійності та довговічності коліс, їх осей і шин через перевищення допустимих на них навантажень.

Стійкість колісних машинно-тракторних агрегатів (МТА) визначається колісною базою, колією коліс, розміщенням центра ваги, зчепленням коліс з ґрунтом, станом дороги, нахилом рельєфу поля чи дороги. Порушення стійкості машинно-тракторного агрегату може бути як поздовжнім (в площині, що збігається з поздовжньою віссю), так і поперечним (в площині, перпендикулярній до її поздовжньої осі). Згідно з цим розрізняють поздовжню та поперечну стійкість [6].

3.2.1. Розрахунок поздовжньої стійкості агрегату

Поздовжня стійкість машинно-тракторного агрегату визначається, в основному, умовами перекидання трактора. У начіпних агрегатів на стійкість впливає положення начіпної машини. Крім того, будуть впливати положення агрегату (транспортне чи робоче), напрям сили тяги, розміщення центра ваги і точки причеплення що задньої осі трактора. Перекидання трактора в поздовжній площині можливе при русі на підйом і під час спуску.

Поздовжня стійкість колісного трактора з начіпними машинами залежить від положення начіпної машини (транспортне чи робоче). При роботі агрегату із задньою начіпною системою перекидання трактора неможливе, тому що при відриві передніх коліс від ґрунту він буде спиратися на робочу начіпну машину. В цьому випадку порушується лише керованість агрегату. Задня начіпна система знижує поздовжню стійкість агрегату при русі вгору вздовж схилу з піднятою начіпною машиною. При русі із схилу задня начіпна система збільшує поздовжню стійкість агрегату.

Отже, найбільш нестійким в поздовжньому напрямку буде агрегат з начіпною машиною в транспортному положенні при русі на підйом (рис. 3.1).

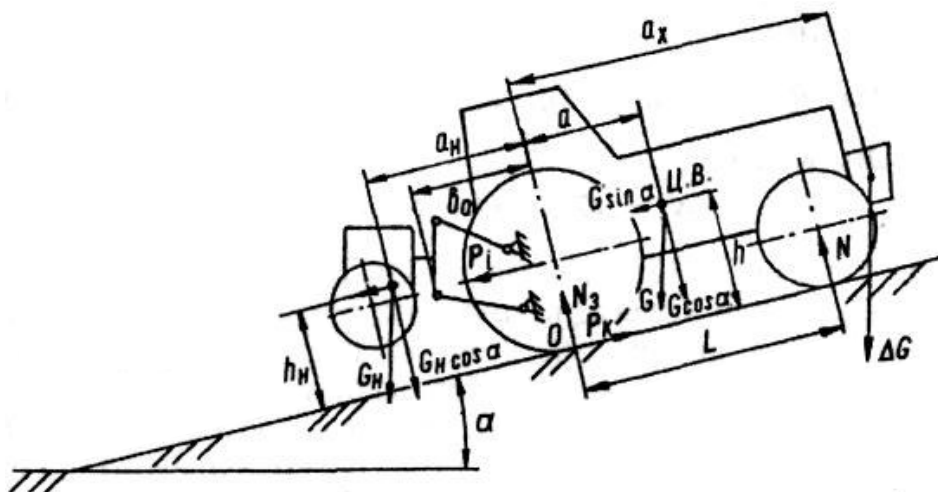


Рисунок 3.1 – Розрахункова схема сил, які діють на колісний трактор, що рухається на підйом з начіпною машиною

Стійкість агрегатів з колісними тракторами оцінюється коефіцієнтом запасу поздовжньої стійкості χ_H . Значення коефіцієнта $\chi_H \leq 0.4$ визначає стійке положення агрегату, а при $\chi_H > 0.4$ у агрегаті буде спостерігатись різке порушення стійкості

Коефіцієнт запасу поздовжньої стійкості визначають за формулою [20]:

$$\chi_H = \frac{G_H \cdot a_H}{G \cdot a}, \quad (3.5)$$

де G_H - сила ваги начіпної машини, кН. Для картоплесаджалки $G_H=1,18$ кН;
 a_H – поздовжня координата центра ваги начіпної машини, піднятої у транспортне положення, відносно осі ведучих коліс трактора, м. $a_H = 0,9$ м;
 G - сила ваги трактора, кН. Для трактора ХТЗ-2511 $G=2,2$ кН [14];
 a – поздовжня координата центра ваги трактора відносно осі ведучих коліс, м. Для трактора ХТЗ-2511 цю відстань приймаємо рівною половині величини колісної бази, яка рівна 1873мм [14].

$$\chi_H = \frac{1.18 \cdot 0.9}{2.2 \cdot \frac{1.873}{2}} \approx 0.53.$$

Оскільки розраховане значення коефіцієнту запасу поздовжньої стійкості дещо більше допустимого, то для забезпечення для забезпечення стійкості трактора на його перед необхідно встановлювати (навішувати) додатковий вантаж. Сила ваги додаткових вантажів ΔG повинна бути такою, щоб після їх встановлення вона не перевищувала паспортних даних трактора, а значення коефіцієнта χ_H знизилось до допустимих меж.

Силу ваги додаткових вантажів визначають за формулою [20]:

$$\Delta G = \frac{(\chi_H - \chi'_H)G \cdot a}{\chi'_H \cdot a_x}, \quad (3.6)$$

де χ'_H – необхідний коефіцієнт запасу поздовжньої стійкості трактора з додатковими вантажами $\chi'_H \leq 0.4$;

a_x – поздовжня координата центра ваги додаткових вантажів відносно осі ведучих коліс трактора, м. Для трактора ХТЗ-2511 $a_x = 1,6$ м [14].

$$\Delta G = \frac{(0.53 - 0.4) \cdot 2.2 \cdot 0.92}{0.4 \cdot 1.6} \approx 0.4 \text{ кН.}$$

Після розрахунку ваги додаткових вантажів ΔG необхідно уточнити значення коефіцієнта запасу поздовжньої стійкості за формулою [20]:

$$\chi'_H = \frac{G_H \cdot a_H}{(G \cdot a + \Delta G \cdot a_x)}, \quad (3.7)$$

$$\chi'_H = \frac{1.18 \cdot 0.9}{(2.2 \cdot 0.92 + 0.4 \cdot 1.6)} \approx 0.399.$$

Оскільки для забезпечення необхідної поздовжньої стійкості трактора його необхідно довантажувати додатковими вантажами, то виникає необхідність у розрахунку навантаження на колеса трактора з метою перевірки відсутності їх перевантаження.

Навантаження на передні колеса трактора:

$$N_{II} = (Ga + \Delta G \cdot a_x - G_H a_H - (G + \Delta G + G_H)f \cdot r_k)/L, \quad (3.8)$$

де f – коефіцієнт перекочування, для культивованого поля $f=0,2$;

r_K – радіус кочення ведучих коліс трактора, м. Для ХТЗ-2511 $r_K=0,73$ м [14];

L – поздовжня база трактора, м. Для ХТЗ-2511 $L = 1,873$ м [14].

$$N_{II} = (2.2 \cdot 0.92 + 0.4 \cdot 1.6 - 1.18 \cdot 0.9 - (2.2 + 0.4 + 1.18) \cdot 0.2 \cdot 0.73) / 1.873 = 0.56 \text{ кН.}$$

Навантаження на передні колеса трактора складає $N_n=0,56$ кН, тобто є меншим допустимого значення навантаження $N_{II\text{Дон}}=12$ кН [20].

Навантаження на задні колеса трактора:

$$N_3 = G + \Delta G + G_H - N_{II}, \quad (3.9)$$

$$N_3 = 2.2 + 0.4 + 1.18 - 0.56 = 3.25 \text{ кН.}$$

Навантаження на задні колеса трактора складає $N_3=3,25$ кН, що не перевищує допустиме значення $N_{3\text{Дон}}=33,7$ кН [20].

Критичний кут нахилу схилу, на якому може працювати даний агрегат, визначається залежностями [20]:

$$\operatorname{tg} \alpha_{kp} = \frac{\operatorname{tg} \alpha_{ep} (1 - \chi'_H)}{1 + \delta_H} - f, \quad (3.10)$$

$$\alpha_{ep} = a/h, \quad (3.11)$$

$$\delta_H = \frac{G_H}{G + \Delta G}, \quad (3.12)$$

де a та h – відповідно горизонтальна та вертикальна координата центра ваги трактора, м. Для ХТЗ-2511 $a=0,92$ м; $h=0,821$ м [14].

$$\operatorname{tg} \alpha_{kp} = \frac{\frac{0.92}{0.821} (1 - 0.399)}{1 + \frac{1.18}{2.2 + 0.4}} - 0.2 = 0.263,$$

$$\alpha_{kp} = \operatorname{arctg}(0.263) \approx 15^\circ.$$

Критичний кут нахилу схилу, на якому може працювати агрегат $\alpha_{kp} \approx 15^\circ$.

3.2.2. Розрахунок поперечної стійкості агрегату

При русі машинно-тракторного агрегату по пересічному рельєфу поля з поперечним нахилом, виникає небезпека його бокового перекидання чи ковзання вбік (сповзання чи заносу), особливо з начіпною машиною, що потребує обов'язкової перевірки допустимих кутів нахилу рельєфу, на яких можлива безпечна робота таким агрегатами, тобто можливість розвороту агрегату для в'їзду на наступний гін при роботі на схилі чи при переїздах через пересічну місцевість.

Поперечну стійкість машинно-тракторних агрегатів з начіпними машинами у робочому та транспортному положеннях перевіряють біля нижніх бокових крайок поверхні ходової частини [20].

Перевертання вбік при русі агрегату по рельєфу місцевості з поперечних нахилом відбувається у той момент, коли реакція на його правих колесах дорівнює нулю (рис. 3.2).

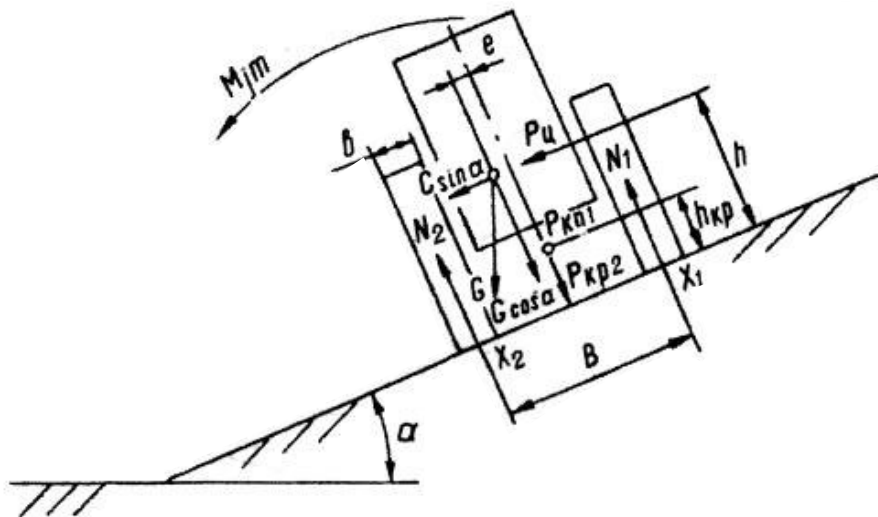


Рисунок 3.2 – Розрахункова схема сил, які діють на МТА на поперечному схилі

Граничний поперечний кут нахилу рельєфу поля при розвертанні агрегату на ньому визначають із формули [20]:

$$\operatorname{tg} \alpha_{\kappa p} = \frac{G_a^2(B+b) - P_y \sqrt{G_a^2(B+b)^2 + 4(G_a^2 - P_y^2)h^2}}{2(G_a^2 - P_y^2)h}, \quad (3.13)$$

де $G_a = G + G_H$ – сила ваги агрегату, кН. $G_a = 2,2 + 1,18 = 4,4 \text{ кН}$;

B – ширина колії трактора, м. Для ХТЗ-2511 $B = 1,35 \text{ м}$ [14];

b – ширина колеса трактора, м. Для ХТЗ-2511 $b = 0,7b_{\text{ш}} = 0,7 \cdot 0,394 = 0,28$ [14];

h_a – вертикальна координата точки прикладання відцентрових сил, м:

$$h_a = 0.5(h + h_H) = 0.5(0.821 + 1.23) = 1.025 \text{ м};$$

P_y – відцентрова сила усіх частин агрегату, яка виникає при русі на повороті:

$$P_y = \frac{G_a v^2}{gR}, \quad (3.14)$$

де v – швидкість руху агрегата, м/с, $v = 1,5 \text{ м/с}$ (див. пункт 2.3);

g – прискорення вільного падіння, м/с²;

R – радіус повороту агрегату, м. Для колісних тракторів $R_{\min} = 4 \text{ м}$ [14].

$$P_y = \frac{4.4 \cdot 1.5^2}{9.81 \cdot 4} = 0.25 \text{ кН}.$$

$$\operatorname{tg} \alpha_{\kappa p} = \frac{4.4^2(1.35 + 0.28) - 0.25 \sqrt{4.4^2(1.35 + 0.28)^2 + 4(4.4^2 - 0.25^2) \cdot 1.025^2}}{2(4.4^2 - 0.25^2) \cdot 1.025} = 0.57;$$

$$\alpha_{\kappa p} = \arctg(0.57) \approx 30^\circ.$$

Граничний поперечний кут нахилу рельєфу поля при розвертанні на ньому агрегату складає $\alpha_{\kappa p} \approx 30^\circ$.

Перевіримо вплив стану ґрунту схилу на характер нестійкого положення агрегату, тобто що настане швидше – перекидання чи сповзання агрегату з схилу, за наступними співвідношеннями:

– сповзання агрегату відбудеться за умови $\operatorname{tg} \alpha_{\kappa p} > f_c$;

– перекидання агрегату відбудеться за умови $\operatorname{tg} \alpha_{\kappa p} < f_c$,

де f_c – коефіцієнт зчеплення рушія з ґрунтом.

На вологому ґрунті, коли $f_c = 0.4$, буде виконуватись умова $tg\alpha_{кр} > f_c$, і, відповідно, більш ймовірне сповзання машинно-тракторного агрегату.

На сухому ґрунті, коли $f_c = 1.1$, буде виконуватись умова $tg\alpha_{кр} < f_c$, і, у такому випадку, буде відбуватись перекидання машинно-тракторного агрегату.

3.3. Моделювання ложечок висаджувального апарату

Для дослідження напружено-деформованого стану (НДС) ложечки розробленої конструкції було використано спеціалізоване програмне забезпечення, що реалізує метод скінченних елементів. Просторову геометричну модель об'єкта створено у середовищі твердотільного моделювання SolidWorks (рис. 3.3).

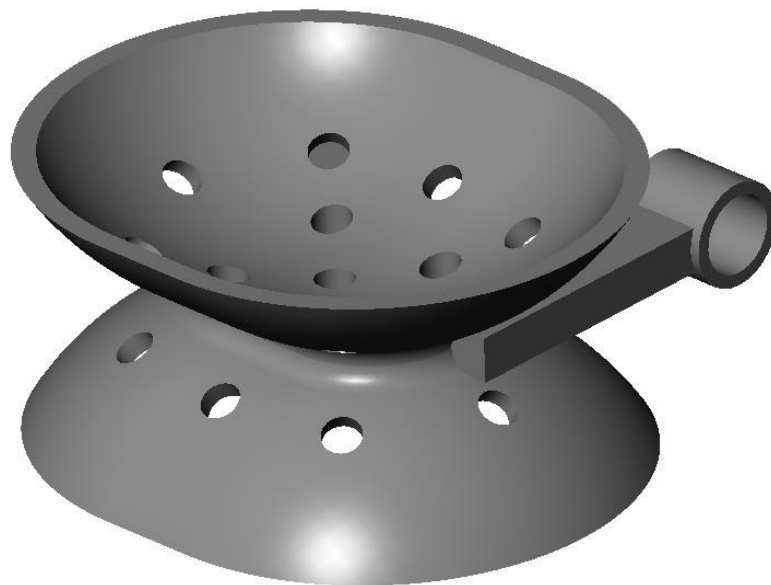
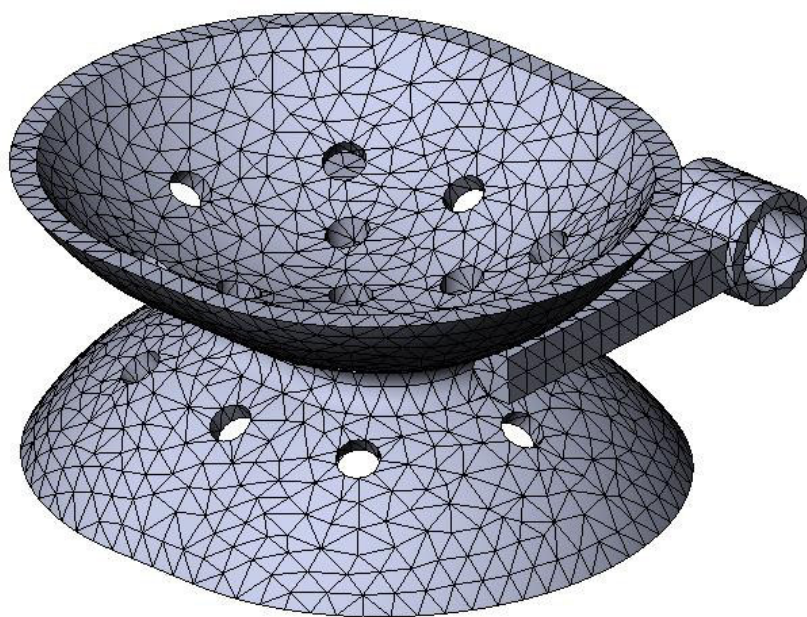
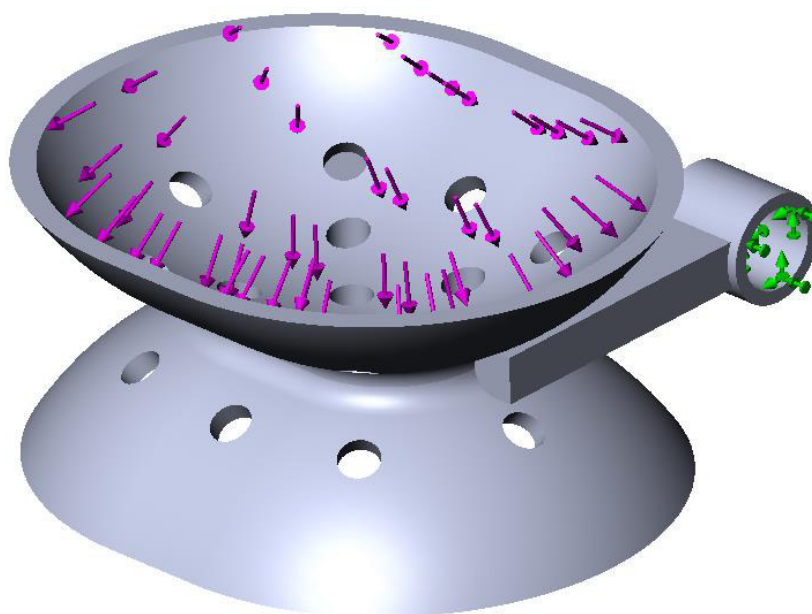


Рисунок 3.3 – Просторова CAD-модель ложечки

Для подальшого аналізу НДС використано модуль кінцевоелементного аналізу CosmosWorks, інтегрований у платформу SolidWorks. У рамках дослідження 3D-модель деталі було імпортовано до середовища симуляції, після чого здійснено побудову кінцевоелементної сітки, необхідної для чисельного моделювання напружено-деформованих процесів (рис. 3.4, а).



а)



б)

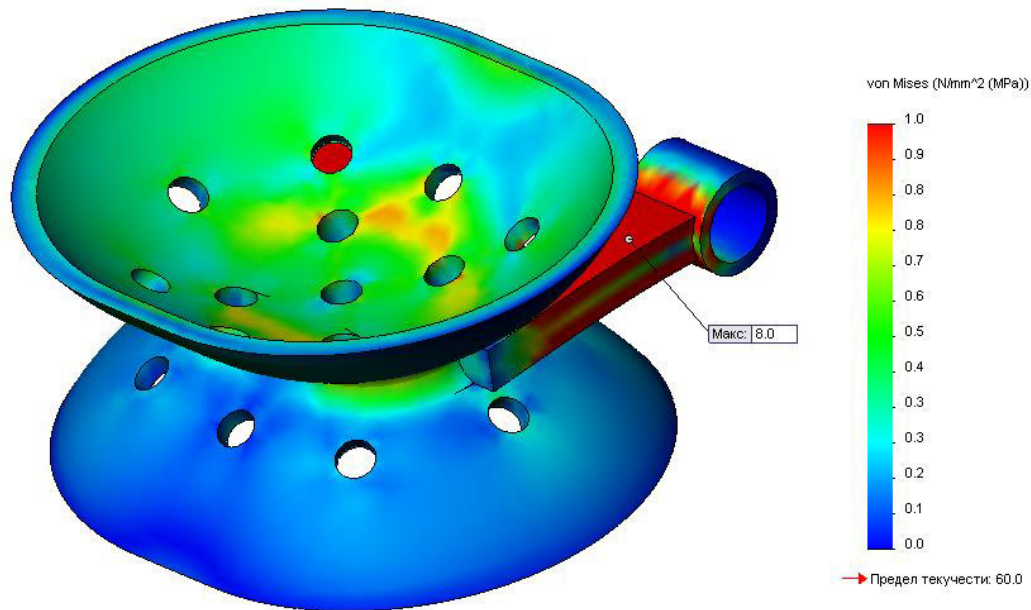
Рисунок 3.4 – Етапи моделювання ложечки висаджувального механізму

На наступному етапі моделювання визначаємо граничні умови закріплення ложечки (рис. 3.4, б). Враховуючи, що деталь жорстко фіксується у складі ланцюгового транспортера висаджувального механізму, в області отворів кронштейна встановлюються умови повного защемлення.

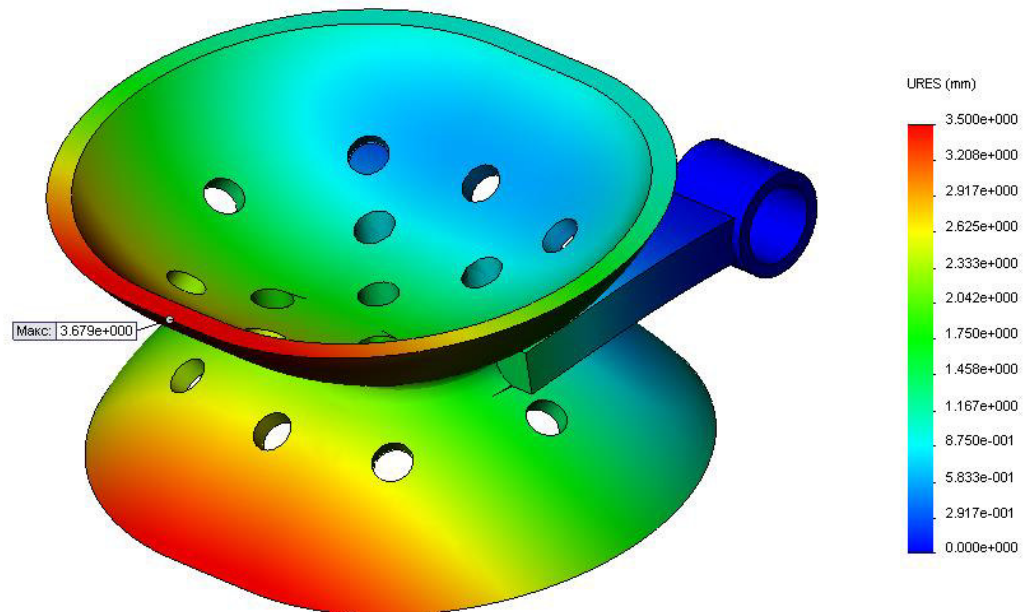
Після цього накладається зовнішнє навантаження, що відтворює робочі умови функціонування деталі (рис. 3.4, б). Зокрема, на опорну поверхню

ложечки прикладається рівномірно розподілене навантаження величиною 15 Н, яке відповідає середньому зусиллю, що виникає при русі ложечки крізь шар насіннєвого матеріалу.

Результати чисельного моделювання напружено-деформованого стану ложечки, отримані за допомогою модуля CosmosWorks у середовищі SolidWorks, наведено на рисунку 3.5.



а)



б)

а - еквівалентні напруження за Фон Мізесом, МПа; б - переміщення, мм

Рисунок 3.5 – Результати аналізу напружено-деформованого стану ложечки

Згідно з отриманими даними, максимальні значення еквівалентних напружень, що сягають 8 МПа, локалізуються в зоні жорсткого закріплення деталі. Найбільше переміщення, зафіксоване на кінцевій частині ложечки, становить приблизно 3,7 мм.

Для оцінки надійності конструкції здійснено розрахунок коефіцієнта запасу міцності. Візуалізацію розподілу цього параметра наведено на рис. 3.6.

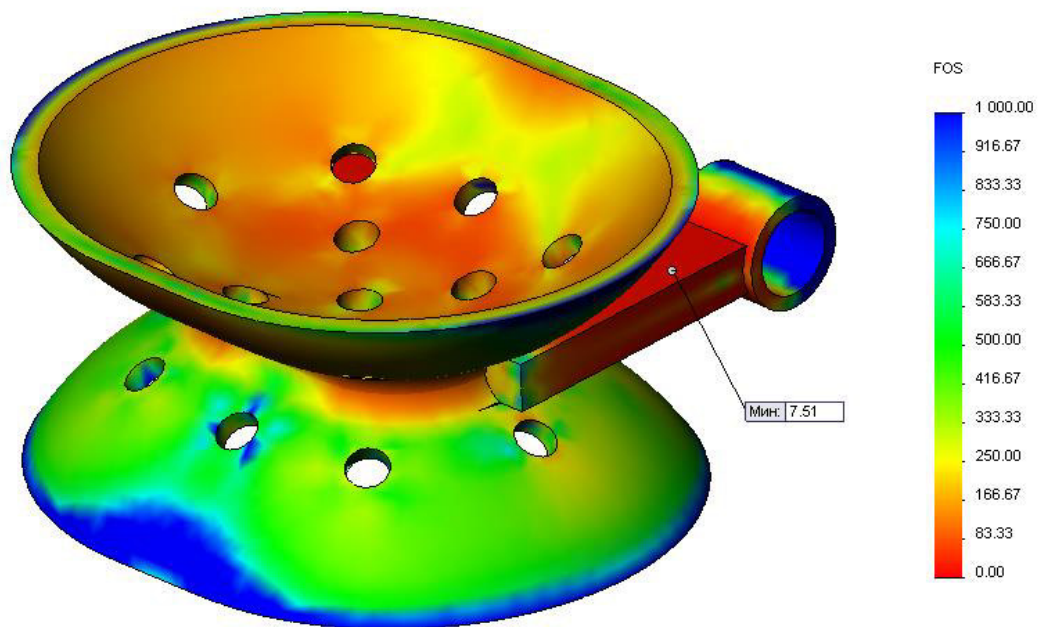


Рисунок 3.6. Розподіл запасу міцності (FOS)

Згідно з аналізом, мінімальне значення коефіцієнта запасу становить орієнтовно 7,5, що свідчить про достатню міцність елемента конструкції за умов експлуатаційного навантаження.

4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1. Техніка безпеки при експлуатації картоплесаджалки, обладнаної протруювачем картоплі

Експлуатація та ремонт картоплесаджалки здійснюється трактористом. Не допускаються до управління агрегатом особи, які не пройшли ознайомлення з будовою, роботою та правилами експлуатації картоплесаджалки, а також особи, які знаходяться у нетверезому та хворобливому стані.

При підготовці до роботи необхідно переконатися в повній справності трактора і картоплесаджалки.

Забороняється експлуатація агрегату без обладнання трактора Т-25А додатковою вагою загальною масою не менше 120 кг.

Приєднання картоплесаджалки до трактора (при заглушеному двигуні) здійснюється трактористом і робітником.

Знаходження робітника між колесами картоплесаджалки і трактора не допускається.

Завантаження картоплесаджалки картоплею виконувати при повній зупинці агрегата та в борозні. Не завантажувати в бункери картоплесаджалки більше 250 кг картоплі.

Транспортувати картоплесаджалку з незаповненим бункером з швидкістю не більше 20 км/год.

Не відкривати повністю завантажену картоплесаджалку від трактора. Не запускати агрегат у роботу, поки не переконаєтесь у відсутності людей перед і під картоплесаджалкою.

Всі операції технічного і технологічного обслуговування (крім завантаження картоплі) виконувати тільки при виключеному двигуні трактора.

Під час роботи і транспортуванні, знаходженні людей на картоплесаджалці забороняється.

У сільськогосподарському виробництві широко застосовуються хімічні засоби боротьби з шкідниками і хворобами сільськогосподарських рослин. Багато активних речовин, що застосовуються для обробки рослин або ґрунту, шкідливі для людей і тварин. Шкідливість застосовуваних речовин різна, а тому й різні засоби захисту від них.

Перш ніж приступити до обслуговування машин необхідно вивчити інструкції про поводження з хімічноактивними речовинами, суворо їх додержувати і перевіряти відповідність машин вимогам охорони праці.

Машини, призначені для боротьби з шкідниками та хворобами сільськогосподарських рослин повинні мати автоматичні пристрої для подачі отрутохімікатів до робочих органів, безпечні регульовальні пристрої, а також пристрої, що гарантують від проникнення отрутохімікатів назовні, механізовану заправку ємкостей, приготування сумішей та розчинів без затрат ручної праці.

Нагнітальні комунікації машин, на яких встановлено насоси, що розвивають тиск понад $0,7 \text{ кг/см}^2$, мають бути обладнані манометрами та запобіжними клапанами.

На машинах з отрутохімікатами повинні бути бачки з водою для миття рук обслуговуючого персоналу.

Ємкості, призначені для водного розчину аміаку, мають бути обладнані дихальними клапанами. Щоб уникнути вибуху пари аміаку, не можна закривати шланги та трубопроводи вентилями з обох кінців.

Особи, які обслуговують машини під час роботи з отрутохімікатами, повинні пройти спеціальний медичний огляд та інструктаж щодо безпечних методів роботи. До роботи з отрутохімікатами не допускаються підлітки молодші від 18 років, вагітні жінки, матері-годувальниці, а також механізатори з захворюваннями органів зору, серцево-судинної та нервової систем, шлунку, нирок, печінки та ін.

Пестициди, що використовуються для захисту рослин від шкідників і хвороб, отруйні і небезпечні для життя людини, а також тварин і птиці.

Працювати з пестицидами дозволяється лише в спеціальному одязі (комбінезоні, гумових чоботах і рукавицях), а з пило- і газоподібними речовинами – в захисному спецодязі і взутті з запобіжними окулярами та респіраторами.

Під час роботи з отрутохімікатами, що випаровуються або з яких виділяються гази (ціанплав, хлорпикрин), застосовуються промислові протигази. Під час обприскування або обпилювання отрутохімікатами обличчя і руки треба змащувати вазеліном. Спецодяг і засоби індивідуального захисту для роботи з отрутохімікатами треба зберігати у спеціальних ізольованих приміщеннях.

Прати такий спецодяг у водоймах, озерах та річках забороняється. Натільну білизну під час роботи з отрутохімікатами треба міняти через два-три дні. Їмкості для зберігання отрутохімікатів треба щільно закривати, щоб не було витоків. Обпилювання та обприскування під час сильного вітру проводити не бажано, бо пара або пил хімікатів можуть потрапити на необроблювану ділянку і завдати шкоди людям та тваринам, що там знаходяться.

Щоб уникнути отруєння організму під час роботи з отрутохімікатами, не можна курити, пити і приймати їжу. Перед курінням або прийняттям їжі треба старанно вимити з милом руки і обличчя.

Працювати з отрутохімікатами дозволяється не більш як 6 годин, а при сухому протруюванні з сильно діючими отрутами – 4 години. Потім працівника переводять на інші роботи.

Після закінчення обприскування всю тару треба промити 3 – 4%-ним розчином пральної соди на спеціально відведеному майданчику і здати на склад, а паперові мішки спалити. Склади для зберігання отрутохімікатів і протруєного насіння треба розміщувати на відстані не менш як 50 м від житлових і виробничих приміщень.

Захист культурних рослин від шкідників і збудників хвороб проводять під керівництвом агронома господарства. При роботі з пестицидами необхідно

виконувати правила, викладені в «Санітарних правилах по зберіганню, транспортуванню і використанню пестицидів у сільському господарстві».

Сухе протруювання насіння дозволяється проводити на відстані не менш як 200 м від житлових приміщень, тваринницьких ферм та пасовищ.

На місцях роботи і на дорогах, що проходять через оброблені отрутохімікатами поля, мають бути встановлені попереджувальні написи. Обпилювання і обприскування рослин має бути закінчене не пізніше як за 30 днів до збирання врожаю.

Працюючи з обприскувачами, постійно контролюють стан кріплення всіх з'єднань нагнітальної частини комунікації, перевіряють щільність посадки всмоктувального і нагнітального клапанів, контролюють стан поршневого насоса, а також правильність роботи редуційного клапана.

Забороняється працювати з несправним манометром. При тиску в нагнітальній комунікації обприскувача понад 2,5 МПа роботу слід негайно припинити.

Забороняється промивати резервуари, насоси, всмоктувальні і нагнітальні трубопроводи обприскувачів поблизу водойм. Їх промивають тільки в спеціально відведених місцях. Тару з-під пестицидів забороняється використовувати для господарських потреб.

4.2. Ідентифікація джерел підвищеної небезпеки

Питання ідентифікації джерел підвищеної небезпеки (віднесення потенційно небезпечного об'єкту до категорії джерел підвищеної небезпеки) продовжує залишатись досить актуальним у юридичній науці та практиці правозастосування. Питання щодо ідентифікації приміром таких джерел, як тваринницькі комплекси чи молокозаводи, м'ясокомбінати тощо не є однозначним і позадискусійним, хоча діяльність кожного з таких промислових підприємств потенційно може створювати загрозу для життя і здоров'я.

Проблема ускладнюється тією всезагальною та об'єктивною закономірністю, що людство у процесі своєї еволюції постійно розширює межі власної практики перетворення буття (винаходить і використовує нові джерела енергії, запроваджує нові процеси виробництва, нові форми організації соціуму, видозмінює та використовує об'єкти матеріального світу, здійснює їх присвоєння тощо). Це і обумовлює об'єктивну неможливість санкціонування вичерпного переліку джерел підвищеної небезпеки на нормативно-правовому рівні.

Питання встановлення режиму джерела підвищеної небезпеки щодо певного об'єкту пов'язане не тільки із особливостями відповідальності їх власників (так звана абсолютна, сувора, форсована відповідальність), але й з особливостями змісту правовідносин на регулятивній фазі розвитку (особливо у частині встановлення кола обов'язків власників джерел підвищеної небезпеки) та особливостей правосуб'єктності їх власників, адже встановлення статусу власника джерела підвищеної небезпеки покладає на таких суб'єктів низку додаткових, насамперед економічно, матеріально, організаційно, технічно обтяжливих суб'єктивних обов'язків щодо упередження прояву небезпечних властивостей джерела. Так, якщо власник транспортного засобу зобов'язаний отримати необхідний рівень знань, підтверджений спеціальним дозвільним документом на керування транспортним засобом, підтвердити у встановленій формі технічну придатність транспортного засобу, проводити встановлені регламентні роботи, дотримуватись спеціальних правил безпеки руху під час його експлуатації, здійснювати обов'язкове страхування відповідальності тощо, то уже власник промислового підприємства, враховуючи ступінь ймовірності заподіяння шкоди, зобов'язаний: забезпечити отримання персоналом підприємства необхідного рівня знань, встановлювати запобіжно-профілактичне обладнання, організовувати технологію виробничого процесу відповідно до вимог, норм, нормативів та правил безпеки, організовувати виробничий контроль за дотриманням правил безпеки, організовувати локальне нормативно-правове забезпечення безпечності діяльності підприємства,

здійснювати облік потенційно-небезпечних речовин, сплачувати необхідні платежі і збори, пов'язані із реалізацією державної політики у галузі запобігання промисловим інцидентам, аваріям та катастрофам і т. д. Із забезпеченням безпеки потенційно небезпечних джерел пов'язані і досить коштовні процедури ліцензування, стандартизації, сертифікації (продукції та діяльності), акредитації персоналу, регламентації технологічно-експлуатаційних процесів. Таким чином, ідентифікація промислового підприємства як джерела підвищеної небезпеки для промисловців є до певної міри не вигідним і обтяжливим, і, між іншим, актуалізує проблему намагання уникнути ідентифікації у якості такого джерела.

Саме з цієї точки зору, не пересічно важливим є питання щодо вироблення чітких, зрозумілих, виважених, і, головне, таких, які б однозначно тлумачились, ідентифікуючих критеріїв джерела небезпеки.

Не вдаючись до відомої наукової полеміки 60-70-х років про субстрат небезпечності, яка виникла між прихильниками “теорії речовин (матеріальних об’єктів)” та “теорії діяльності” (та їх модифікацій більш пізнього періоду) і того намагання віднайти компроміс між цими науковими платформами, який був втілений у п.4 Постанови Пленуми ВСУ від 27 березня 1992р. №6, результатом якого стало визнання субстратом небезпечності і “речовину” і “діяльність” одночасно, сконцентруємо увагу на тих підходах до “промислової безпеки”, які були сформовані у межах деліктологічних підходів екологічного права. Адже маючи генетичний зв’язок із цивілістичною деліктологією, актуальні питання правового забезпечення безпеки набули міждисциплінарного забарвлення і знайшли своє відображення і у екологічному праві (екологічна безпека, природно-техногенна безпека), і у межах трудового права (технічна безпека, технологічна безпека, охорона праці, промислова безпека), що пов’язано із диференціацією правового регулювання з огляду на бурхливі процеси індустріалізації та науково-технічних перетворень. Встановлення обов’язків, щодо забезпечення безпеки і зниження ризику заподіяння шкоди, попередження виникнення інцидентів, аварій, катастроф здійснюється на

еколого-правовому рівні та через систему правового забезпечення безпеки праці. У той же час відшкодування шкоди, заподіяної життю, здоров'ю чи майну громадян опосередковується нормами цивільного права, на що зокрема вказує ст.69 Закону України “Про охорону навколишнього природного середовища”. Отже і ідентифікація джерел підвищеної небезпеки, встановлення особливостей правосуб'єктності учасників екологічно-небезпечної діяльності, формування кола спеціальних обов'язків як елементу змісту правовідносин охоплюється предметом екологічного права.

Міжнародне екологічне право виробило досить ефективний, послідовний і зрозумілий алгоритм ідентифікації джерел підвищеної небезпеки через встановлення “рівнів екологічно небезпечної діяльності” як основних юридичних критеріальних ідентифікуючих ознак. Такі рівні виходять із реальної наявності небезпечної речовини на об'єкті. Так, зокрема, відповідно до Ст.1 Конвенції ООН 1992 р. про транскордонний вплив промислових аварій небезпечною діяльністю визнається будь-яка діяльність, у ході якої одна чи більше ніж одна небезпечна речовина присутня чи може бути присутня у кількостях, що дорівнюють чи перевищують граничні кількості, які перераховані у додатках до конвенції. Додатки до конвенції містять перелік небезпечних речовин та їх граничні кількості. З цих же позицій виходить і Директива Ради Європи 96/82/ЄС від 9 грудня 1996 р. “Про стримування небезпеки великих аварій, пов'язаних з небезпечними речовинами”, яка прямо визнає, що шлях ідентифікації через формування Переліків небезпечних підприємств, яким раніше йшли більшість країн Європи є хибним, оскільки дозволяє уникати регулювання багатьом підприємствам і натомість санкціонує ідентифікацію через встановлення Переліку небезпечних речовин (як додатка до даної Директиви). Безперечно, що така модель правовідносин не є новою для нашої правової доктрини і є нічим іншим, як трансформацією вітчизняної “теорії речовин (матеріальних об'єктів)” (Красавчиков О.О., 1968 р.).

Українське законодавство пішло дещо іншим шляхом у цій частині. Кабінетом Міністрів України Постановою від 27 липня 1995 р. N 554 було

затверджено Перелік видів діяльності та об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку, який в цілому із певними застереженнями можна відносити до апологетики “теорії діяльності”.

Гармонізуючи власне законодавство із Європейськими та світовими підходами щодо ідентифікації джерел підвищеної екологічної небезпеки 18 січня 2001 р. Верховна Рада приймає Закон України “Про об'єкти підвищеної небезпеки”, яким визначає, що об'єкт підвищеної небезпеки - об'єкт, на якому використовуються, виготовляються, переробляються, зберігаються або транспортуються одна або кілька небезпечних речовин чи категорій речовин у кількості, що дорівнює або перевищує нормативно встановлені порогові маси, а також інші об'єкти як такі, що відповідно до закону є реальною загрозою виникнення надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру.

Звичайно, залишається відкритим питання про співвідношення вимог цього Закону із ст.450 чинного ЦК України та ст. 1264 (1236) ініційованого нового ЦК України. Проте слід відмітити загальну тенденцію щодо розширення меж деліктології за кордони суто галузевих досліджень і синтезування доробків доктрин різного галузевого спрямування у рамках міждисциплінарної юридичної науки, що стимулює взаємне збагачення наукових скарбниць як цивільного, так і екологічного і інших галузей права.

ВИСНОВКИ

Однією з основних причин зниження врожайності та товарної якості картоплі є ураження рослин збудниками хвороб, шкідниками та негативний вплив бур'янової рослинності. За відсутності належного захисту, втрати врожаю можуть становити від 30 до 50 %, що є критично високим показником для сучасного агропромислового виробництва. Особливу загрозу становлять фузаріози, ризоктоніоз, фітофтороз, нематоди, а також комахи, які пошкоджують бульби або передають вірусні інфекції. Одночасно з цим, конкуренція з боку бур'янів за вологу, світло і поживні речовини також істотно знижує потенціал продуктивності культури.

У зв'язку з цим, захист рослин є не лише обов'язковим елементом агротехнічних заходів, а й пріоритетною складовою сучасної інтегрованої системи землеробства. За даними наукових досліджень, внесок заходів із захисту рослин у загальну продуктивність рослинництва становить до 45 % у структурі впливу агрономічних факторів. Ефективність таких заходів багато в чому залежить від їхньої своєчасності, точності дозування та раціонального поєднання з іншими технологічними операціями.

У межах даної кваліфікаційної роботи запропоновано удосконалення конструкції картоплесаджалки, що дозволяє поєднати процес висаджування насінневого матеріалу з операцією протруювання бульб методом занурення. Такий підхід забезпечує обробку насінневого матеріалу безпосередньо під час виконання основного технологічного процесу – посадки картоплі. Це дозволяє зменшити загальну кількість агротехнічних операцій, уникнути необхідності попереднього або окремого протруювання, скоротити використання оприскувачів та пов'язаних з ними витрат.

Реалізація протруювання у межах роботи картоплесаджалки також дозволяє знизити пестицидне навантаження на навколишнє середовище. Завдяки локалізованій подачі препарату безпосередньо на бульби, мінімізується його контакт із ґрунтом і атмосферою, що позитивно позначається на

екологічному стані агроєкосистеми. Відсутність зайвого розпилення препаратів знижує ризики їхньої міграції у ґрунтові води та вторинного забруднення посівних площ.

Крім того, вдосконалення конструкції ложечок висаджувального апарата, яке враховує специфіку обробки пророщеної картоплі, дозволяє мінімізувати механічні пошкодження паростків під час транспортування бульб до зони висаджування. Особливості конструкції обладнання для протруювання методом занурення сприяють забезпеченню рівномірного покриття поверхні бульб робочим розчином, що підвищує ефективність фунгіцидного чи інсектицидного впливу. Сукупність цих технічних рішень сприяє не лише зниженню фітосанітарного ризику, а й забезпечує оптимальні умови для розвитку рослин на ранніх етапах вегетації.

Таким чином, запропонована в роботі конструкція є ефективним інженерним рішенням, яке поєднує агротехнічні вимоги до посадки картоплі із завданнями інтегрованого захисту рослин, підвищуючи загальну ефективність технології вирощування цієї культури.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бабій А.В., Довбуш Т.А., Бабій М.В., Ткаченко О.І., Сташків М.Я. Динаміка машин. Навчальний посібник для студентів денної та заочної форм навчання спеціальностей 133 «Галузеве машинобудування» та 208 «Агроінженерія» для здобуття освітнього ступеня «Магістр». Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя. 2023. 246 с.
2. Войтюк Д.Г., Яцун С.С., Довжик М.Я. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку: Навчальний посібник / За ред. Д.Г.Войтюка. – Суми: Університетська книга, 2008. - 543 с.
3. Гайченко В.А. Основи безпеки життєдіяльності людини. – К.: МАУП, 2002. – 232с.
4. Гевко Р. Б., Ткаченко І. Г., Павх І. І. Машини сільськогосподарського виробництва. Тернопіль, 2005. 228 с.
5. Довбуш Т.А. Опір матеріалів: навчальний посібник до виконання розрахунково-графічних робіт і самостійної роботи / Т.А. Довбуш, Н.І. Хомик, А.В. Бабій, Г.Б. Цьонь, А.Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП ПаляницяВ.А.,2022. 220 с.
6. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Т.1. Машини та знаряддя для обробітку ґрунту. – Харків: Око, 2001. – 444 с.
7. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень/ Р.Н. Кветний, І.В. Богач, О.Р. Бойко та ін. / За ред. Р.Н. Кветного. – У двох част. – Вінниця: ВНТУ, 2012.
8. М. Підгурський, М. Сташків. Методи визначення КІН для дефектних елементів відкритого профілю // Вісник ТДТУ, 2006. – Т. 11. - № 2. – С. 92 – 108.
9. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія» / Олексюк В.П., Сташків М.Я. – Тернопіль: ТНТУ ім. І Пулюя, 2022. – 47 с.

10. Механіко – технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів / О.М. Царенко, Д.Г. Войтюк, В.М. Швайко та ін. / За ред. С.С. Яцуна. – К.: Мета, 2003. – 448 с.
11. Підгурський М. Особливості дослідження напружено-деформівного стану будівельних сталевих перфорованих балок методом скінчених елементів / М. Підгурський, І. Підгурський, М. Сташків, В. Ігнат'єва, С. Данильченко, Д. Биків, О. Підлужний // Вісник ТНТУ. – Тернопіль: ТНТУ, 2023. – Том 111. – № 3. – С. 126 – 138.
12. Підгурський М., Сташків М.. Розвиток наскрізних тріщин в гнutoзварних тонкостінних елементах коробчастого профілю // Вісник ТДТУ, 2006. – Т. 11. – № 4. – С. 78 – 86.
13. Попович П. Уніфікація дослідження напружено-деформованого стану несучих конструктивних систем / П. Попович, М. Сташків, Т. Довбуш // Вісник ТНТУ – Тернопіль : ТНТУ, 2015. – Том 78. – № 2. – С. 153-163.
14. Практикум із машиновикористання в рослинництві: Навч. Посібник / За ред. І.І. Мельника. – К.: Кондор, 2004. – 284 с.
15. Примак І. Д. Екологічні проблеми землеробства / І. Д. Примак, Ю. П. Манько, Н. М. Рідей та ін. / За ред. І. Д. Примака. – К.: Центр учбової літератури, 2010. – 456 с.
16. Рибак Т., Підгурський М., Сташків М.. Проблеми пошукового конструювання сільськогосподарських машин // Техніка АПК, 2007.- №11-12. – С. 6-9.
17. Рибак Т.І. Пошукове конструювання на базі оптимізації ресурсу мобільних сільськогосподарських машин. Тернопіль: ВАТ ТВПК „Збруч”, 2003. 332 с.
18. Рибак Т.І., Попович П.В., Сташків М.Я. Концепція пошукового конструювання мобільної техніки в АПК // Загальнодержавний міжвідомчий наук.-техн. зб. «Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин». – Вип. 39. – Кіровоград: КНТУ, 2009. – С. 40-47.

19. Рослинництво: Підручник / О.І. Зінченко, В.Н. Салатенко, М.А. Білоножко; За ред. О.І. Зінченка. – К Аграрна освіта, 2001. – 591 с.
20. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. – Т.1. Машини для рільництва. – К.: Урожай, 2001. – 384 с.
21. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.
22. Сільськогосподарські машини: підручник / Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: «Агроосвіта», 2015. – 679 с.
23. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2004. – 544 с.
24. Сташків М. Визначення КІН для кутової наскрізної тріщини у тонкостінному стержні прямокутного профілю при дії згинального моменту // Вісник ТДТУ, 2003. – Т.8. – №3. – С. 32 – 38.
25. Хомик Н.І. Агрозахист: навчальний посібник / Н.І. Хомик, В.В. Мартинюк, А.В. Бабій, Г.Б. Цьонь, Т.А. Довбуш, А.Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2025. 520 с.
26. Nanka, A., Morozov, I., Morozov, V., Krekot, M., Poliakov, A., Kiralhazi, I., Lohvynenko, M., Ryndiaiev, V., Dyakonov, S., & Stashkiv, M. (2021). Substantiation of the presence and parameters of seed guides in the openers, which increase the quality of sowing and yield. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, Vol. 4, №. 1 (112), 61–75.
27. Stashkiv, Mykola & Matsiuk, Oleksandr (2021) nCode GlyphWorks Software Use for Test Data Processing. The 1st International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems 2021 (ITTAP 2021). Vol-3039. 192-205.
28. www.grundfos.com.

ДОДАТКИ

Додаток А

Конструкція гідронасоса

