

ЖИТОМИРСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ

(повне найменування закладу освіти)

ВІДДІЛЕННЯ «АГРОІНЖЕНЕРІЯ»

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

ЦИКЛОВА КОМІСІЯ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «АГРОІНЖЕНЕРІЯ»

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи
фаховий молодший бакалавр
(освітньо-професійний ступінь)

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

Виконав: студент IV курсу, групи Аі-43
галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство»
спеціальності 208 «Агроінженерія»
(галузь знань, спеціальність)

Денис БОРТНИК
(власне ім'я та прізвище)

Керівник Микола ШМАЛЮК
(власне ім'я та прізвище)

Рецензент _____
(власне ім'я та прізвище)

м. Житомир - 2025 року

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

АНОТАЦІЯ

Вирощування картоплі є одним із ключових напрямів сільського господарства. Висока продуктивність картоплярства залежить від ефективності технологічного процесу догляду за посівами, включаючи обприскування. Важливим завданням є удосконалення комплексу машин для вирощування картоплі, зокрема обприскувача ОПШ-15, що дозволить підвищити якість захисту рослин, зменшити витрати пестицидів та покращити екологічну безпеку технологічного процесу.

Метою дипломного проєкту є розробка технологічного процесу обприскування картоплі та удосконалення конструкції обприскувача ОПШ-15 для підвищення ефективності його роботи в умовах Полісся.

Дослідження проводилося із застосуванням теоретичних і експериментальних методів.

Експериментальні дослідження показали, що модернізований обприскувач ОПШ-15 забезпечує зменшення витрат робочої рідини на 15–20% та підвищує якість покриття рослин на 25% у порівнянні зі стандартними обприскувачами.

Виконане дослідження дозволило запропонувати технологічний процес обприскування картоплі з використанням удосконаленого обприскувача ОПШ-15, що забезпечує ефективніший захист рослин, зниження витрат засобів захисту та покращення екологічної безпеки технологічного процесу. Результати можуть бути рекомендовані для впровадження в господарствах, що займаються картоплярством у зоні Полісся.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КАРТОПЛЯ, ОБПРИСКУВАННЯ, ОПШ-15, МЕХАНІЗОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ, ПОЛІСНЯ, УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ, ЗАСОБИ ЗАХИСТУ РОСЛИН, РІВНОМІРНІСТЬ ПОКРИТТЯ, ВИТРАТИ РОБОЧОЇ РІДИНИ, ПРОДУКТИВНІСТЬ.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1. ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТА МЕХАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА КАРТОПЛІ	10
1.1 Народногосподарське значення картоплі.....	10
1.2 Технологічні операції при вирощуванні картоплі.....	11
1.3 Розроблення технологічної карти.....	12
1.4 Розрахунок показників розробленої технології.....	15
1.5 Комплекс машин для виробництва картоплі.....	16
2. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ОБПРИСКУВАННЯ КАРТОПЛІ	17
2.1 Агротехнічні вимоги, екологічні та якісні показники до технологічної операції.....	17
2.2 Розрахунок основних експлуатаційних показників трактора.....	19
2.3 Комплектування агрегата.....	20
2.4 Технологічна наладка агрегата.....	23
2.5 Розрахунок продуктивності агрегату.....	24
2.6 Організація виконання технологічної операції.....	25
2.7 Операційно-технологічна карта.....	27
3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	29
3.1 Обґрунтування теми конструкторської розробки.....	29
3.2 Патентний пошук.....	30
3.3 Опис розроблюваної конструкції.....	31
3.4 Розрахунок стійки на міцність.....	32
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	36
4.1 Аналіз потенційних небезпек, які створюються на робочих місцях при вирощуванні картоплі.....	36

					ДП.208.043.467н.042.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата	«Удосконалення комплексу машин для вирощування картоплі з розробкою технологічного процесу обприскування»	Літера	Арк.	Аркуші
Розробив	Бортник						6	45
Керівник	Шмалюк							
Рецензент								
Н. Контр.	Вензовська							
Затвердив	Руденко					ЖАТФК, гр. Аі-43		

4.2 Техніка безпеки при роботі з обприскувачем ОПШ-15.....37

5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ

ОБПРИСКУВАЧА.....39

ВИСНОВОК.....43

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....44

					ДП.208.043.467н.042.ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Рівень механізації технологічних процесів у картоплярстві є одним із основних чинників, що впливає на продуктивність аграрного виробництва. Використання сучасних високопродуктивних машин і обладнання дає змогу суттєво знизити витрати ручної праці, підвищити якість виконуваних операцій та зменшити вплив людського фактора на кінцевий результат. Водночас процес внесення засобів захисту рослин потребує особливої уваги, оскільки неякісне обприскування може призвести до значних втрат урожаю, погіршення його якості та навіть екологічного забруднення.

Застосування традиційних методів обприскування, які не враховують сучасні агротехнологічні вимоги, може призвести до нерівномірного покриття рослин, втрат робочого розчину та низької ефективності дії препаратів. В умовах Полісся, де рівень вологості підвищений, а кліматичні умови сприяють розвитку грибкових захворювань, особливо важливо забезпечити оптимальний рівень покриття рослин препаратами.

Актуальність дослідження полягає у необхідності вдосконалення конструкції обприскувача ОПШ-15 з метою підвищення ефективності обприскування та зменшення витрат робочого розчину. Розробка технологічного процесу обприскування на основі удосконаленого обприскувача дозволить підвищити рівень захисту картопляних насаджень, що, у свою чергу, сприятиме збільшенню врожайності та покращенню економічних показників виробництва.

Мета і завдання дослідження. Метою дипломного проєкту є удосконалення комплексу машин для вирощування картоплі в зоні Полісся шляхом модернізації конструкції обприскувача ОПШ-15 та розробки ефективного технологічного процесу обприскування.

					ДП.208.043.467н.042.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата				
Розробив	Бортник				ВСТУП	Літера	Арк.	Аркуші
Керівник	Шмалюк						8	2
Рецензент						ЖАТФК, гр. Аі-43		
Н. Контр.	Вензовська							
Затвердив	Руденко							

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- проаналізувати сучасний стан механізації вирощування картоплі в зоні Полісся, зокрема технології обприскування;
- дослідити конструктивні особливості та експлуатаційні характеристики обприскувача ОПШ-15;
- виявити основні недоліки існуючих моделей обприскувачів та розробити шляхи їх усунення;
- розробити удосконалену конструкцію обприскувача та обґрунтувати її ефективність;
- розробити технологічний процес обприскування на основі модернізованого обприскувача;
- оцінити економічну ефективність запропонованих удосконалень.

Методи дослідження

У процесі виконання дослідження будуть застосовані аналітичні, експериментальні та розрахункові методи:

- аналіз наукової літератури та патентних матеріалів щодо удосконалення обприскувачів;
- математичне моделювання процесу обприскування;
- експериментальні дослідження ефективності внесення засобів захисту рослин;
- економічний аналіз впровадження удосконаленої конструкції обприскувача.

Дипломний проєкт є важливим етапом у вдосконаленні механізації вирощування картоплі та сприяє підвищенню ефективності аграрного виробництва в Україні.

					ДП.208.043.467н.042.ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

1. ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТА МЕХАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА КАРТОПЛІ

1.1 Народногосподарське значення картоплі

Картопля має величезне народногосподарське значення, оскільки є однією з найважливіших сільськогосподарських культур у світі. Вона використовується в харчовій, кормовій, промисловій та агротехнічній сферах.

1. Харчове значення

- Картопля є основним продуктом харчування для мільйонів людей у всьому світі.
- Вона містить багато корисних речовин: крохмаль, білки, вітаміни (особливо С, В1, В2, РР) і мінеральні речовини (калій, фосфор, магній).
- Використовується для приготування різних страв (пюре, варена, смажена, запечена, чипси тощо).

2. Кормове значення

- Картопля та її відходи широко використовуються для годівлі худоби (особливо свиней).
- Вона є цінним джерелом енергії для сільськогосподарських тварин.

3. Промислове значення

- Використовується у виробництві крохмалю, спирту, глюкози, декстрину.
- Є сировиною для фармацевтичної, текстильної та паперової промисловості.

4. Агротехнічне значення

- Картопля покращує структуру ґрунту, сприяє його розпушенню та збагаченню органічними речовинами.

					ДП.208.043.467н.042.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата				
Розробив		Бортник			ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТА МЕХАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА КАРТОПЛІ	Літера	Арк.	Аркуші
Керівник		Шмалюк					10	7
Рецензент						ЖАТФК, гр. Аі-43		
Н. Контр.		Вензовська						
Затвердив		Руденко						

- Входить у сівоzmіни як важлива культура, що підвищує родючість землі.

5. Економічне значення

- Картопля є цінною експортною продукцією.
- Її вирощування приносить значний дохід фермерам та аграрним підприємствам.

Таким чином, картопля відіграє важливу роль у народному господарстві, забезпечуючи харчові потреби населення, розвиток промисловості та сільського господарства.

1.2 Технологічні операції при вирощуванні картоплі

Вирощування картоплі включає кілька технологічних операцій, які забезпечують високу врожайність та якість бульб. Основні етапи вирощування картоплі:

1. Підготовка ґрунту

- Оранка (глибина 25–30 см) або глибоке розпушування.
- Дискування або боронування для подрібнення грудок землі.
- Культивация для знищення бур'янів і вирівнювання поверхні.
- Внесення добрив (органічні: гній, компост; мінеральні: азотні, фосфорні, калійні).

2. Підготовка насіннєвого матеріалу

- Відбір якісних, здорових бульб.
- Прогрівання та озеленення (верналізація) протягом 2–3 тижнів.
- Протруювання проти хвороб і шкідників.
- Поділ великих бульб на частини (за необхідності).

3. Садіння картоплі

- Оптимальна глибина: 6–10 см.
- Відстань між рослинами: 25–35 см, міжряддя – 60–70 см.
- Використання картоплесаджалок або ручний спосіб.

4. Догляд за посівами

- Боронування до сходів для знищення бур'янів.

					ДП.208.043.467н.042.ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

- Підгортання (1-й раз при висоті 10–15 см, 2-й – через 2–3 тижні).
- Полив (особливо в період бутонізації та цвітіння).
- Підживлення (азотні добрива в першій половині росту, фосфорно-калійні – перед цвітінням).
- Боротьба з бур'янами, хворобами та шкідниками (обробка фунгіцидами, інсектицидами, гербіцидами).

5. Збирання врожаю

- Визначення строків збору (пожовтіння бадилля).
- Скошування бадилля за 7–10 днів до збирання.
- Викопування картоплі механізованим або ручним способом.
- Сортування, просушування, закладка на зберігання.

6. Зберігання картоплі

- Оптимальна температура: +2...+4°C.
- Вологість повітря: 85–90%.
- Періодична перевірка стану бульб.

Дотримання цих технологічних операцій дозволяє отримати високий урожай картоплі хорошої якості.

1.3 Розроблення технологічної карти

Технологічна карта – це документ, що містить поетапний опис технологічного процесу вирощування культури, використані ресурси, норми витрат і економічні розрахунки.

Основні дані розрахунку:

- площа – 210 га;
- попередник – зернові культури;
- планова врожайність – 250 ц/га.

1. Агрокліматичні умови та вимоги до ґрунту

- Оптимальна температура ґрунту для посадки: +8...+10°C
- Кислотність (pH): 5.5–6.5
- Оптимальна вологість ґрунту: 70–75% від повної вологоємності
- Попередники: зернові, бобові, льон, капуста

					ДП.208.043.467н.042.ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

2. Основні етапи вирощування картоплі

2.1. Підготовка ґрунту

- Оранка (глибина 22–27 см) – осінь
- Культивация (глибина 10–12 см) – перед посадкою
- Боронування (для розпушування ґрунту)

Розрахунок витрат на оранку:

$$V_{\text{оранка}} = N_{\text{норма}} \times S \times C_{\text{операція}} \quad (1.1)$$

де:

$N_{\text{норма}}$ – витрати пального на 1 га (л),

S – площа поля (га),

$C_{\text{операція}}$ – вартість 1 л пального (грн).

2.2. Внесення добрив

Органічні добрива

- Гній: 30–40 т/га
- Компост: 15–20 т/га

Мінеральні добрива

- NPK 10:26:26 (фосфорно-калійне добриво) – 250–300 кг/га
- Карбамід (сечовина, N 46%) – 50–100 кг/га

Розрахунок внесення добрив:

$$D_{\text{всього}} = N_{\text{добриво}} \times S \quad (1.2)$$

де:

$N_{\text{добриво}}$ – норма внесення (кг/га),

S – площа поля (га).

2.3. Посадка картоплі

- Схема посадки: 70 × 25 см
- Глибина посадки: 5–10 см
- Норма висадки: 2.5–3.5 т/га

Розрахунок необхідної кількості бульб:

$$M_{\text{насіння}} = N_{\text{бульби}} \times S \quad (1.3)$$

					ДП.208.043.467н.042.ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

де:

$N_{\text{бульби}}$ – норма висадки (т/га),

S – площа (га).

2.4. Догляд за посівами

Обробіток міжрядь та боротьба з бур'янами

- Гербіциди: Гліфосат (2–3 л/га), Метрибузин (0.7–1.0 кг/га)
- Механічний обробіток: 2–3 рази за вегетацію

Зрошення

- Оптимальні витрати води: 250–400 м³/га
- Кількість поливів: 3–5 за сезон

Розрахунок витрат води:

$$W_{\text{зрошення}} = N_{\text{полив}} \times S \quad (1.4)$$

де:

$N_{\text{полив}}$ – норма зрошення (м³/га),

S – площа поля (га).

2.5. Захист від шкідників і хвороб

- Колорадський жук: Інсектициди (Актара, 0.1 кг/га)
- Фітофтороз: Фунгіциди (Ридоміл Голд, 2.5 кг/га)

2.6. Збирання врожаю

- Орієнтовна врожайність: 25–40 т/га
- Втрати при збиранні: 5–10%
- Вологість бульб: 70–80%

Розрахунок очікуваного валового збору:

$$Y_{\text{загальний}} = Y_{\text{середній}} \times S \quad (1.5)$$

де:

$Y_{\text{середній}}$ – середня врожайність (т/га),

S – площа (га).

3. Економічні розрахунки

3.1. Собівартість виробництва 1 т картоплі

					ДП.208.043.467Н.042.ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

$$C_{\text{собівартість}} = \frac{C_{\text{загальні витрати}}}{Y_{\text{загальний}}} \quad (1.6)$$

де:

$C_{\text{загальні витрати}}$ – загальні витрати на вирощування (грн),

$Y_{\text{загальний}}$ – загальний врожай (т).

3.2. Прибутковість

$$P = (C_{\text{реалізація}} - C_{\text{собівартість}}) \times Y_{\text{загальний}} \quad (1.7)$$

де:

$C_{\text{реалізація}}$ – ціна реалізації 1 т (грн),

P – загальний прибуток (грн).

Застосування правильної технології вирощування картоплі дозволяє досягти врожайності 25–40 т/га при оптимальних витратах. Використання сучасних методів догляду, добрив і захисту від хвороб сприяє підвищенню ефективності виробництва.

1.4 Розрахунок показників розробленої технології

Щільність механізованих робіт за розробленою технологією становить

$$P_M = \frac{\sum_{i=1}^n \text{зр.6}}{Q}, \text{ ум.ет.га / га}, \quad (1.8)$$

$$P_M = \frac{3422,24}{210} = 16,3 \text{ ум.ет.га / га}$$

Затрати праці за розробленою технологією становлять

$$З_{II} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{зр.22}}{Q}, \text{ люд – год / га}, \quad (1.9)$$

$$З_{II} = \frac{10033,17}{210} = 47,78 \text{ люд – год / га}$$

Витрати палива за розробленою технологією становлять

$$B_{II} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{зр.24}}{Q}, \text{ кг / га}, \quad (1.10)$$

					ДП.208.043.467Н.042.ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

$$B_{\Pi} = \frac{50704,82}{210} = 241,45 \text{ кг / га}$$

Технологічна карта на вирощування ярого ячменю представлена на в додатках кваліфікаційної роботи.

1.5 Комплекс машин для виробництва картоплі

Згідно розрахунків технологічної карти складаємо комплекс машин для виробництва картоплі на площі 210га.

Таблиця 1.1 – Комплекс машин для виробництва картоплі на площі 210га

№ п/п	Назва техніки	Марки техніки	Потреба
1	2	3	4
1	Трактори	Т-150К	5
		Т-150	1
		ЮМЗ-6	1
		МТЗ-80	10
2	Автомобілі	ГАЗ-САЗ-3502	2
3	Луцильники	ЛДГ-15	1
4	Навантажувачі	ПФП-2	1
		ПЭ-0,8Б	1
5	Машини для внесення добрив: органічних мінеральних	ПРТ-10	4
		МВУ-5	1
6	Плуги	ПЛН-5-35	1
7	Зчіпки	С-18А	1
		СП-11	1
8	Борони	БЗТС-1	18
		БЗСС-1	8
9	Культиватори	КПС-4	2
		КОР-4,2	1
10	Картоплесаджалки	КСМ-6А	1
11	Машини для транспортування рідин	ЗЖВ-1,8	1
12	Машини для приготування робочих рідин	АПЖ-12	1
13	Обприскувачі	ОПШ-15	1
14	Косарки	КИР-1,5	2
15	Картоплезбиральні комбайни	ККУ-2	4
16	Причепи	2ПТС-4	4
17	Картоплесортувальні пункти	КСП-15	5

					ДП.208.043.467Н.042.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		16

2. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ОБПРИСКУВАННЯ КАРТОПЛІ

2.1 Агротехнічні вимоги, екологічні та якісні показники до технологічної операції

Обприскування картоплі є важливою технологічною операцією, яка впливає на врожайність і якість продукції. Основні вимоги до цього процесу можна поділити на агротехнічні, екологічні та якісні показники.

1. Агротехнічні вимоги:

Оптимальні строки проведення:

- Внесення засобів захисту рослин (ЗЗР) здійснюється в періоди, коли шкідники, хвороби чи бур'яни перебувають у фазах найбільшої чутливості до препаратів.

- Основні фази розвитку картоплі для обприскування:

- перед посадкою (зnezараження бульб),
- період сходів (профілактика грибкових захворювань),
- бутонізація та цвітіння (захист від колорадського жука, фітофторозу, альтернаріозу).

Норма витрати робочого розчину:

- В залежності від типу препарату та способу внесення, норма витрати води становить 200–400 л/га для наземного обприскування.

Рівномірність покриття рослин:

- Використання форсунок із правильним кутом розпилення (110–120°).
- Робочий тиск у системі має бути 2,5–5,0 бар для забезпечення дрібнодисперсного розпилення.

Швидкість руху агрегатів:

- Оптимальна швидкість самохідних і причіпних обприскувачів: 6–10 км/год (для забезпечення рівномірного розподілу рідини).

					ДП.208.043.467н.042.ПЗ							
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата								
Розробив		Бортник			ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ОБПРИСКУВАННЯ КАРТОПЛІ			Літера	Арк.	Аркушів		
Керівник		Шмалюк								17	12	
Рецензент								ЖАТФК, гр. Аі-43				
Н. Контр.		Вензовська										
Затвердив		Руденко										

Температурний режим:

- Оптимальна температура для обприскування – від +10°C до +25°C.
- Не можна обприскувати під час сильного вітру (>4 м/с) та перед дощем (мінімум за 4 години до опадів).

2. Екологічні вимоги:

Захист довкілля:

- Мінімізація знесення робочого розчину на сусідні культури та водойми.
- Використання буферних зон (не менше 10–20 м до водойм і житлових зон).

Дотримання норм безпеки для бджіл:

- Не проводити обприскування під час масового цвітіння картоплі.
- Використовувати препарати безпечні для комах-запилювачів або проводити обприскування у вечірній час.

Захист ґрунту та води:

- Виключення потрапляння ЗЗР у ґрунтові води через неправильне дозування або використання заборонених препаратів.

3. Якісні показники:

Ефективність обприскування:

- Відсутність пропусків і перевитрати препарату.
- Максимальне покриття листової поверхні.
- Відсутність крапельного стекання розчину з листків.

Фітотоксичність:

- Вибір препаратів, що не спричиняють опіків або зупинки росту картоплі.

Збереження якості бульб:

- Використання препаратів із коротким періодом очікування перед збиранням врожаю.

Контроль залишкових речовин:

					ДП.208.043.467Н.042.ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

- Дотримання регламенту застосування, щоб залишки пестицидів у бульбах не перевищували допустимі норми.

Дотримання агротехнічних, екологічних та якісних вимог при обприскуванні картоплі дозволяє підвищити врожайність, знизити втрати від хвороб і шкідників, а також забезпечити екологічну безпеку продукції. Важливо використовувати сертифіковані ЗЗР, дотримуватися рекомендованих норм і правил безпеки.

2.2 Розрахунок основних експлуатаційних показників трактора

Визначаємо величину тягового зусилля трактора на робочій передачі

$$P_{\text{зак}} = \frac{10^4 \cdot N_{\text{еф}} \cdot i_{\text{мп}} \cdot \eta_{\text{мп}}}{n_{\text{дв}} \cdot r_o} - Q_{\text{мп}} \cdot \left(f + \frac{i}{100} \right), \quad (2.1)$$

де $N_{\text{еф}}$ - ефективна потужність двигуна трактора, кВт.;

$i_{\text{мп}}$ - передаточне число трансмісії на вибраній передачі;

$\eta_{\text{мп}}$ - коефіцієнт корисної дії трансмісії;

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

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

$Q_{\text{мп}}$ - експлуатаційна вага трактора, Н.;

f - коефіцієнт опору руху трактора;

i - величина підйому.

Для колісних тракторів

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

де r_d - радіус сталюного диска заднього колеса, м.;

$h_{\text{ш}}$ - висота шини, м.;

λ - коефіцієнт, враховуючий деформацію шини

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

$$P_{\text{зак}} = \frac{10^4 \cdot 58,9 \cdot 68,0 \cdot 0,9}{2200 \cdot 0,73} - 31500 \cdot \left(0,12 + \frac{3}{100} \right) = 17812,7 \text{ Н} = 17,81 \text{ кН}$$

Визначаємо теоретичну швидкість трактора на робочій передачі

					ДП.208.043.467Н.042.ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

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

$$g_{теор} = 0,377 \cdot \frac{0,73 \cdot 2200}{68,0} = 8,87 \text{ км/год}$$

Визначаємо робочу швидкість трактора на робочій передачі

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

де δ - величина буксування, %

$$g_{роб} = 8,87 \cdot \left(1 - \frac{5}{100}\right) = 8,43 \text{ км/год}$$

Визначаємо корисну гакову потужність в заданих умовах

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

$$N_{зак} = \frac{17,81 \cdot 8,43}{3,6} = 41,7 \text{ кВт}$$

Визначаємо тяговий коефіцієнт корисної дії трактора

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

$$\eta = \frac{41,7}{58,9} = 0,71$$

2.3 Комплектування агрегата

Комплектування трактора МТЗ-80 з оприскувачем ОПШ-15 – це важливий аспект при підготовці техніки до польових робіт, зокрема для обприскування посівів. Ось основні моменти, які слід врахувати:

1. Основні характеристики техніки

- МТЗ-80 – універсальний колісний трактор потужністю 81 к.с., має задню навіску та вал відбору потужності (ВВП), що необхідно для роботи з обприскувачем.

- ОПШ-15 – причіпний штанговий обприскувач із шириною захвату 15 м та баком від 2000 до 2500 л.

2. Основні вимоги до агрегування

1. Зчеплення з трактором

					ДП.208.043.467Н.042.ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

○ Обприскувач ОПШ-15 є причіпним і агрегатується через нижню тягову щоку (фаркоп) трактора.

2. Підключення до гідросистеми

○ Гідроциліндри обприскувача підключаються до гідророзподільника трактора, що дає змогу керувати підйомом і складанням штанг.

3. Живлення насоса

○ Насос обприскувача приводиться в дію від валу відбору потужності (ВВП) МТЗ-80, що працює на 540 об/хв.

4. Електропідключення

○ Потрібно підключити електрокомандний блок для керування клапанами обприскувача.

5. Баластування трактора

○ Через велику вагу заповненого бака (до 2,5 т) можливе прослизання трактора. Для покращення зчеплення бажано:

- Використовувати баластні вантажі на передній осі.
- Застосовувати ширші шини для зменшення тиску на ґрунт.

6. Калібрування та налаштування

○ Перед початком роботи необхідно відрегулювати тиск насоса, калібрувати форсунки та визначити норму внесення робочої рідини.

3. Додаткові рекомендації

- Перевірити стан обприскувача перед роботою (шланги, форсунки, насос).
- Враховувати рельєф поля, оскільки причіпний обприскувач має обмеження на крутих схилах.
- Дотримуватися техніки безпеки, особливо при роботі з хімікатами.

Ця схема дозволяє ефективно використовувати трактор МТЗ-80 із ОПШ-15 для обприскування культур, забезпечуючи якісне внесення засобів захисту рослин.

					ДП.208.043.467н.042.ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

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

$$N_{\text{ввп}} = N_{\text{эф}} \cdot \eta_{\text{ввп}} - \frac{(R_{\text{тр}} + R_{\text{м}}) \cdot g_{\text{роб}} \cdot \eta_{\text{ввп}}}{3,6 \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot \eta_{\text{б}}}, \quad (2.7)$$

де $\eta_{\text{ввп}}$ - коефіцієнт, який враховує втрати в передавальних механізмах від колінчастого вала двигуна до ВВП;

$\eta_{\text{б}}$ - коефіцієнт буксування ходового апарата

$$\eta_{\text{б}} = 1 - \frac{\delta}{100}, \quad (2.8)$$

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

$R_{\text{тр}}$ - опір на пересування трактора, кН.

$$R_{\text{тр}} = Q_{\text{тр}} \cdot \left(f + \frac{i}{100} \right), \quad (2.9)$$

$$R_{\text{тр}} = 31,5 \cdot \left(0,12 + \frac{3}{100} \right) = 4,73 \text{ кН}$$

$R_{\text{м}}$ - опір на пересування сільськогосподарської машини, кН.

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

де $Q_{\text{м}}$ - експлуатаційна вага сільськогосподарської машини, кН.;

Q - вага розчину ядохімікатів, кН.

$$R_{\text{м}} = (10,0 + 20,0) \cdot \left(0,12 + \frac{3}{100} \right) = 4,5 \text{ кН}$$

$$N_{\text{ввп}} = 58,9 \cdot 0,9 - \frac{(4,73 + 4,5) \cdot 8,43 \cdot 0,9}{3,6 \cdot 0,9 \cdot 0,95} = 30,26 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{пр}} = 15 \text{ кВт} < N_{\text{ввп}} = 30,26 \text{ кВт}$$

Визначаємо додатковий опір агрегата

$$R_{\text{д}} = \frac{3,6 \cdot N_{\text{пр}} \cdot \eta_{\text{тр}}}{g_{\text{роб}} \cdot \eta_{\text{ввп}}}, \quad (2.11)$$

					ДП.208.043.467Н.042.ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

$$R_{\partial} = \frac{3,6 \cdot 15 \cdot 0,9}{8,43 \cdot 0,9} = 6,41 \text{кН}$$

Визначаємо зведений опір агрегата

$$R_{\text{агр}} = R_{\text{м}} + R_{\partial}, \quad (2.12)$$

$$R_{\text{агр}} = 4,5 + 6,41 = 10,91 \text{кН}$$

Визначаємо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора

$$\eta_{\text{м.з.}} = \frac{R_{\text{агр}}}{P_{\text{гак}}}, \quad (2.13)$$

$$\eta_{\text{м.з.}} = \frac{10,91}{17,81} = 0,61$$

2.4 Технологічна наладка агрегата

Технологічна наладка агрегата, що складається з трактора МТЗ-80 і оприскувача ОПШ-15, включає кілька ключових етапів:

1. Підготовка техніки:

- Перевірка технічного стану трактора МТЗ-80: рівень масла, охолоджувальної рідини, знос шин, робочі системи (гальма, трансмісія, електрика).
- Перевірка та підготовка оприскувача ОПШ-15: перевірка насосної системи, шлангів, розпилювачів і герметичності.

2. Налаштування робочих органів:

- Налаштування тиску в системі оприскувача для забезпечення необхідної форми і розміру крапель.
- Перевірка та регулювання кута нахилу розпилювачів для оптимального покриття оброблюваної площі.
- Встановлення висоти розпилювачів на відповідному рівні для рівномірного розподілу рідини.

3. Регулювання трактора:

- Підлаштування швидкості руху трактора для відповідної витрати робочої рідини.

					ДП.208.043.467Н.042.ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

- Перевірка роботи трансмісії трактора, гідравлічної системи для налаштування висоти оприскувача під час роботи.

4. Перевірка працездатності агрегату:

- Проведення пробного запуску агрегата для перевірки всіх функцій у польових умовах.

- Налаштування зчіпки між трактором і оприскувачем, коригування балансу і стійкості.

5. Завершальна перевірка та тестування:

- Перевірка витрати робочої рідини на одиницю площі та коригування за потреби.

- Тестування ефективності розпилення в реальних умовах (перевірка рівномірності покриття).

Правильна наладка агрегата дозволить забезпечити максимальну ефективність обробки площі, знизити витрату препаратів та зберегти технічний стан обох одиниць техніки.

2.5 Розрахунок продуктивності агрегату

Визначаємо годинну теоретичну продуктивність агрегата

$$W_{год}^{теор} = 0,1 \cdot B_k \cdot n_m \cdot \vartheta_{теор}, \quad (2.14)$$

де B_k - конструктивна ширина захвату машини, м.;

n_m - кількість машин в агрегаті

$$W_{год}^{теор} = 0,1 \cdot 15,0 \cdot 1 \cdot 8,87 = 13,31 \text{га} / \text{год}$$

Визначаємо змінну теоретичну продуктивність агрегата

$$W_{зм}^{теор} = 0,1 \cdot B_k \cdot n_m \cdot \vartheta_{теор} \cdot T_{зм}, \quad (2.15)$$

де $T_{зм}$ - час зміни, год. На роботах пов'язаних з отрутохімікатами $T_{зм} = 6 \text{год}$.

$$W_{зм}^{теор} = 0,1 \cdot 15,0 \cdot 1 \cdot 8,87 \cdot 6 = 79,83 \text{га}$$

Визначаємо годинну робочу продуктивність агрегата

$$W_{год}^{роб} = 0,1 \cdot B_{роб} \cdot n_m \cdot \vartheta_{роб} \cdot \tau, \quad (2.16)$$

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

τ - коефіцієнт використання часу.

					ДП.208.043.467Н.042.ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

$$B_{роб} = B_{\kappa} \cdot \beta, \quad (2.17)$$

де β - коефіцієнт використання ширини захвату.

$$B_{роб} = 15,0 \cdot 0,95 = 14,25 м$$

$$W_{зод}^{роб} = 0,1 \cdot 14,25 \cdot 1 \cdot 8,43 \cdot 0,8 = 9,61 га / год$$

Визначаємо змінну робочу продуктивність агрегата

$$W_{зм}^{роб} = 0,1 \cdot B_{роб} \cdot n_{\kappa} \cdot g_{роб} \cdot T_{роб}, \quad (2.18)$$

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

$$T_{роб} = T_{\kappa} \cdot \tau, \quad (2.19)$$

$$T_{роб} = 6 \cdot 0,8 = 4,8 год$$

$$W_{зм}^{роб} = 0,1 \cdot 14,25 \cdot 1 \cdot 8,43 \cdot 4,8 = 57,66 га$$

2.6 Організація виконання технологічної операції

Визначивши спосіб руху та вид повороту агрегата, розбиваємо поле на загінки. Приймаємо ширину загінки рівною змінній продуктивності агрегата

$$C = \frac{10000 \cdot W_{зм}^{роб}}{L_z}, \quad (2.20)$$

де L_z - довжина загінки, м.

$$C = \frac{10000 \cdot 57,66}{1000} = 576,6 м$$

Визначаємо кількість проходів на загінці

$$n_{пр} = \frac{C}{B_{роб}}, \quad (2.21)$$

$$n_{пр} = \frac{576,6}{14,25} = 40,5$$

Приймаємо найближче ціле число проходів $n_{пр} = 41$.

Тоді оптимальна ширина загінки буде становити

$$C_{опт} = n_{пр} \cdot B_{роб}, \quad (2.22)$$

$$C_{опт} = 41 \cdot 14,25 = 584,25 м$$

Ширина поворотної смуги буде становити

$$E = 3R + e, \quad (2.23)$$

					ДП.208.043.467Н.042.ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

де R - радіус повороту агрегата, м.;

e - довжина виїзду агрегата, м.

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

$$R = 1,2 B_{роб}, \quad (2.24)$$

$$R = 1,2 \cdot 14,25 = 17,1 м$$

Довжина виїзду залежить від кінематичної довжини трактора і сільськогосподарської машини

$$e = 0,5 \cdot (l_{тр} + l_{м}), \quad (2.25)$$

де $l_{тр}, l_{м}$ - відповідно кінематична довжина трактора і сільськогосподарської машини, м.

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

$$E = 3 \cdot 17,1 + 2,22 = 53,52 м$$

Ширину поворотної смуги приймаємо кратну ширині захвату агрегата

$$E_{онм} = K \cdot B_{роб}, \quad (2.26)$$

$$K = \frac{E}{B_{роб}}, \quad (2.27)$$

$$K = \frac{53,22}{14,25} = 3,8$$

Результат заокруглюємо до цілого числа $K = 4$.

$$E_{онм} = 4 \cdot 14,25 = 57 м$$

Визначаємо загальну довжину всіх робочих ходів агрегата на загінці

$$S_{роб} = \frac{C_{онм}}{B_{роб}} \cdot (L - 2E), \quad (2.28)$$

$$S_{роб} = \frac{584,25}{14,25} \cdot (1000 - 2 \cdot 57) = 36326 м$$

Визначаємо загальну довжину холостих ходів агрегата на загінці

$$S_x = \frac{2C_{онм}}{B_{роб}} (3R + e), \quad (2.29)$$

					ДП.208.043.467Н.042.ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

$$S_x = \frac{2 \cdot 584,25}{14,25} (3 \cdot 17,1 + 2,22) = 4388,64_m$$

Визначаємо коефіцієнт використання робочих ходів агрегата

$$\varphi = \frac{S_{роб}}{S_{роб} + S_x}, \quad (2.30)$$

$$\varphi = \frac{36326}{36326 + 4388,64} = 0,89$$

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

2.7 Операційно-технологічна карта

Операційно-технологічна карта обприскування картоплі містить кроки та рекомендації для правильної організації і виконання цього процесу. Ось приклад такої карти:

Операційно-технологічна карта обприскування картоплі

1. Мета операції:
 - Захист картоплі від шкідників, хвороб, бур'янів.
2. Тип обприскування:
 - Проти шкідників (наприклад, колорадський жук, картопляна міль).
 - Проти хвороб (наприклад, фітофтора, альтернаріоз).
 - Для гербіцидної обробки.
3. Обладнання:
 - Обприскувач (ручний, механічний, тракторний).
 - Форсунки, що забезпечують рівномірний розподіл робочої рідини.
4. Підготовка до обприскування:
 - Перевірка технічного стану обприскувача.
 - Підготовка робочої рідини відповідно до інструкцій на упаковках пестицидів чи гербіцидів.
 - Розрахунок необхідної норми витрати робочої рідини (зазвичай 200-400 л/га).

					ДП.208.043.467н.042.ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

5. Кількість обприскувань:
 - 1-3 обприскування за сезон залежно від типу шкідників або хвороб.
 - Обприскування проводяться в ранкові чи вечірні години, щоб уникнути сонячного перегріву або опадів.
6. Етапи обприскування:
 - Ретельне покриття всієї рослини (особливо нижньої частини листя та стебел).
 - Використання рівномірного і тонкого розпилення.
 - Контроль за швидкістю руху і висотою розпилення для забезпечення ефективності.
7. Погодні умови:
 - Температура: 10-25°C.
 - Вітр: не більше 5 м/с.
 - Відсутність опадів протягом 4-6 годин після обприскування.
8. Техніка безпеки:
 - Використання засобів індивідуального захисту (рукавички, маска, окуляри, спеціальний одяг).
 - Після обприскування ретельно вимити руки і обличчя.
9. Зберігання та утилізація пестицидів:
 - Пестициди зберігати в оригінальній упаковці, в сухому і прохолодному місці, подалі від продуктів харчування і кормів.
 - Утилізувати залишки пестицидів відповідно до екологічних норм.
10. Контроль та оцінка результатів:
 - Перевірка стану рослин після обприскування.
 - Оцінка ефективності обробки через 7-10 днів (відсутність нових пошкоджень від шкідників або ознак хвороб).

ОТК зображено в додатках проєкту.

					ДП.208.043.467Н.042.ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

3.1 Обґрунтування теми конструкторської розробки

Розрахунки на перспективу показують, що використання засобів захисту врожаю від шкідників і хвороб може забезпечити величезну економію витрат праці за рахунок застосування сучасних засобів механізації. Боротьбу зі шкідниками, хворобами та бур'янами сільськогосподарських культур проводять різними методами: агротехнічним, хімічним і біологічним. Ще з давніх часів набув широкого поширення хімічний метод захисту рослин. Позитивними особливостями цього методу є швидкість дії, висока технічна ефективність, економічність у зв'язку з невеликою витратою отрутохімікатів, доступність застосування в кожному господарстві та простота в організації його використання. Однак застосування нових інсектицидів і фунгіцидів зумовлює необхідність детального вивчення їхньої токсичності та тривалості ефективної дії на шкідників і збудників хвороб, а також необхідність вивчення фітонцидної дії препарату на рослини та загалом на навколишнє середовище.

Повна ліквідація втрат, що спричиняються шкідниками і хворобами рослин - одне з найважливіших завдань, які стоять перед наукою і працівниками сільського господарства. Економічна ефективність застосування отрутохімікатів проти шкідників і хвороб не обмежується кількістю збереженого врожаю цього року. Винищення шкідників і хвороб попереджає розмноження їх у наступні роки.

Хімічний спосіб захисту в поєднанні з агротехнічними прийомами забезпечує найбільший ефект у боротьбі зі шкідниками та хворобами сільськогосподарських культур.

За останні роки в механізації хімічного захисту рослин відбулися значні зміни. Розроблено й освоєно низку високопродуктивних машин для протруювання та гідротермічного знезараження насіння зернових культур і

					ДП.208.043.467н.042.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата				
Розробив	Бортник				КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА		Літера	Арк.
Керівник	Шмалюк							Аркуші
Рецензент								
Н. Контр.	Вензовська						29	7
Затвердив	Руденко						ЖАТФК, гр. Аі-43	

цукрових буряків, які працюють за автоматичним циклом, широке застосування набув комплексний спосіб проектування й виробництва тракторних обприскувачів, створено сімейство високоуніфікованих навісних обприскувачів із широким використанням пластмас, низьколегованих і неіржавких сталей.

Нові машини для хімічного захисту рослин стали складнішими, але завдяки механізації та автоматизації низки процесів дають змогу вдвічі зменшити витрати праці під час протруєння насіння, на 12-20% - під час обприскування сільськогосподарських культур на рівнинних полях і ще значно значно більше - під час оброблення культур, вирощуваних на полях зі складним рельєфом.

Ефективність захисних заходів істотно збільшується в разі проведення їх в оптимальні та максимально стислі агротехнічні строки, зумовлені фенологією видів шкідників і хвороб культур, що захищаються.

3.2 Патентний пошук

Джерелом інформації під час проведення патентного пошуку був патентний фонд НУБІП. У результаті було виявлено кілька аналогів запропонованої конструкторської розробки.

Відомий ротаційний розпилювач рідини, що містить чашу, що обертається, та крильчатку вентилятора, насаджені на спільний вал, що приводиться в обертання електродвигуном. Розмір крапель можна регулювати швидкістю обертання приводного вала і заслінками, що регулюють швидкість повітряного потоку. Основним недоліком розглянутої конструкції є наявність електродвигуна на кожному розпилювачі, що істотно ускладнює і збільшує вартість конструкції.

Відомий також штанговий обприскувач, що має обертовий розпилювач, розміщений у захисних екранних кожухах із вікнами в бік оброблюваної поверхні. Усередині захисних кожухів встановлено рухомі відсікачі у вигляді дугоподібних штор, закріплених на стійках, що обертаються відносно осі обертання розпилювача, які з'єднані з датчиками

					ДП.208.043.467Н.042.ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

положення відносно оброблюваної поверхні, кінематично пов'язаними з механізмами приводу відсікачів. До недоліків можна віднести складність конструкції, а також можливі витoki робочого розчину через розпилювачі.

Розпилювач рідини (патент на корисну модель UA 54291, 2006), який складається з розпилювального органу, екрана, паттрнка для подачі та повернення рідини до розпилювального органу. Ця розробка відрізняється від розглянутих раніше, оскільки рослини змочуються тільки рідиною потрібної дисперсності, чим досягається підвищення якості обробітку, а повернута на повторне розпилення рідина дає змогу економити робочий розчин. Однак поряд із позитивними якостями слід зазначити і недолік: оскільки розпилювачі мають механічний привід, необхідний індивідуальний привід кожного розпилювача від ВВП трактора або опорних коліс, що істотно здорожує і ускладнює конструкцію.

3.3 Опис розроблюваної конструкції

Обприскування картопляних кущів проводиться за допомогою штангового обприскувача ОПШ-15, однак його використання не дозволяє обробити кущ з усіх боків. Листки обприскуються лише з верхньої частини, що знижує ефективність боротьби з шкідниками та хворобами рослин, зокрема з колорадським жуком, личинки якого знаходяться на нижній стороні листка. Запропоновано використати нову конструкцію обприскувача, схема якого показана на рис. 3.1, що дозволить обробляти картоплю, наносячи пестициди в зони найбільшого скупчення шкідників.

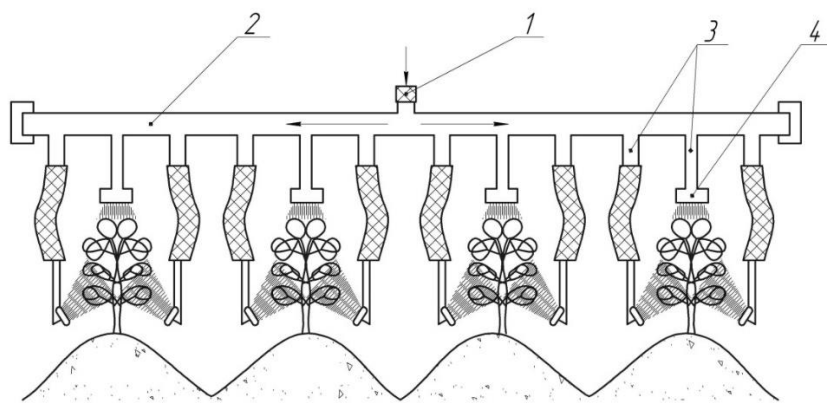


Рис. 3.1 Схема удосконаленого обприскувача ОПШ-15

					ДП.208.043.467н.042.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		31

1-трубопровід від насоса; 2-штанга з тгрнопроводами; 3-штуцери;
4-розпилювач.

Пропонується встановити вертикальні стійки на штангу двох удосконалених обприскувачів, з відстанню між ними, що відповідає стандартній ширині міжрядь 70 см. Тгрнопроводи опускаються по стійках і з'єднуються з основним тгрнопроводом через штуцери. Розпилювачі, розташовані на стійках і основному тгрнопроводі, здійснюють обприскування куща картоплі з трьох сторін. Загальна кількість розпилювачів, враховуючи ті, що на стійках, становить 43 одиниці при збереженні конструктивної ширини обприскувача. Подача розчину ядохімікатів здійснюється за допомогою штатного поршневого насоса обприскувача ОПШ-15, привід якого здійснюється від ВВП трактора.

Стійки зварюються до основної штанги обприскувача. У нижній частині стійок встановлюються центробіжні розпилювачі з тангенціальними отворами, які спрямовані в протилежні боки. Завдяки центробіжній силі утворюється дрібнодисперсне розпилювання, що формує «туман» в нижній частині куща, забезпечуючи більш ретельну обробку бадилля картоплі, зокрема з нижнього боку листя. У верхній частині куща використовуються стандартні розпилювачі.

Застосування трьохстороннього обприскування картопляних кущів забезпечить більш ефективну та якісну обробку.

3.4 Розрахунок стійки на міцність

На стійку діє розтягувальне зусилля від самої ваги стійки і згинальний момент від сил впливу бадилля під час руху агрегату по полю.

Найнебезпечнішим перерізом стійки є місця, де виконано отвори для кріплення тгрнок, що підводять розчин отрутохімікатів.

Для забезпечення міцності під час роботи на розтяг стиск має забезпечуватися умова:

$$[\sigma] \geq \frac{F_P}{S_C} \quad (3.1)$$

					ДП.208.043.467н.042.ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

де $[\sigma]$ – гранично допустиме напруження матеріалу стійки, МПа;

F_P – розтягувальне зусилля, що діє на стійку, Н;

S_C – площа перерізу стійки в найбільш небезпечному місці, мм².

Розтягувальне зусилля, що діє на стійку, викликане власною масою стійки, і визначається за формулою:

$$F_P = m \times g \quad (3.2)$$

де m – маса стійки, кг;

g – прискорення вільного падіння, м/с².

$$F_P = 2,5 \times 9,81 = 24,5 \text{ Н}$$

Гранично допустиме напруження матеріалу стійки визначають відповідно до допустимого напруження на розтягнення-стиснення і коефіцієнта запасу міцності, який призначають з огляду на умови роботи конструкції.

$$[\sigma] \leq \frac{[\sigma_P]}{n} \quad (3.3)$$

де $[\sigma_P]$ - допустиме напруження матеріалу стійки під час розтягування, МПа. Стійку виготовляємо з матеріалу сталь Ст 3, для якого допустиме напруження становить $[\sigma_P]=115$ МПа;

n – коефіцієнт запасу міцності, $n=2$.

$$[\sigma] \leq \frac{115}{2} = 57,5 \text{ МПа}$$

Виконавши перетворення формули 3.1 і підставляючи відомі значення, отримаємо величину поперечного перерізу стійки:

$$S_C \geq \frac{F_P}{[\sigma]} \quad (3.4)$$

$$S_C \geq \frac{63,8}{57,5} = 1,12 \text{ мм}^2$$

Стійку, виходячи з конструктивних міркувань, виготовляємо з профілю прямокутного перерізу, що має такі характеристики 40х40х5, площу перерізу в місці виконаного отвору визначаємо за формулою:

					ДП.208.043.467Н.042.ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

$$S_{\text{ПР}} = (a \times b) - ((a - h) \times (b - h)) - 2 \times d \times h \quad (3.5)$$

де a – ширина профілю, мм;

b – висота профілю, мм;

h – товщина стінок, мм;

d – діаметр просвердленого отвору, мм;

$S_{\text{ПР}}$ – величина перерізу обраного профілю, мм².

Для забезпечення міцності має дотримуватися умова:

$$S_{\text{ПР}} > S_C \quad (3.6)$$

$$S_{\text{ПР}} = (40 \times 40) - ((40 - 5) \times (40 - 5)) - 2 \times 9 \times 5 = 285 \text{ мм}^2$$

285 мм² > 1,12 мм² Умова міцності дотримується.

Під час розрахунку стійки на міцність, під час впливу згинального моменту від сил тертя бадилля, під час роботи агрегату, можна уявити її як балку із защемленим кінцем.

Максимальну величину згинального моменту визначаємо за формулою:

$$M_{3Г}^{\text{max}} = F_B \times l \quad (3.7)$$

де F_B – сила дії бадилля на стійку, Н;

l – повна довжина стійки з розпилювальною головкою, м.

Сила дії бадилля на стійку визначається за формулою:

$$F_B = B_K \times k_0 \quad (3.8)$$

де B_K – ширина стійки, що являє собою суму товщини стінок використовуваного профілю, м;

k_0 – питомий опір, який чинить бадилля, під час переміщення стійки, $k_0 = 0,2$ кН/м.

$$F_B = 0,1 \times 0,2 = 0,002 \text{ кН} = 2 \text{ Н}$$

$$M_{3Г}^{\text{max}} = 19 \times 0,455 = 3,64 \text{ Н} \times \text{м}$$

Щоб не сталася поломка стійки, необхідно, щоб дотримувалася умова міцності, описувана формулою:

					ДП.208.043.467Н.042.ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

$$\sigma_{MAX}=M_{3Г}/W\leq[\sigma_{II}] \quad (3.9)$$

де $M_{3Г}$ – максимальний згинальний момент, що діє на небезпечний переріз стійки, Н×м;

W – момент опору, м³;

$[\sigma_{II}]$ – гранично допустиме напруження вигину матеріалу стійки, МПа.

Як конструкційний матеріал для виготовлення стійки застосовуємо матеріал Ст. 3, для якого $[\sigma_{II}]=120$ МПа.

$$W = W_{II} - \frac{h \times d^2}{6} \quad (3.10)$$

де W_{II} – момент опору профілю, $W_{II}=7,1 \times 10^{-6}$ м³.

$$W = 7,1 \times 10^{-6} - \frac{5 \times 10^{-3} \times (9 \times 10^{-3})^2}{6} = 7,09 \times 10^{-6} \text{ м}^3$$

Величину максимального згинального моменту в місці розташування отвору визначаємо за формулою:

$$M_{3Г} = F_B \times (l - l_1) \quad (3.11)$$

де l_1 – відстань від верхньої частини стійки до місця розташування отвору для кріплення ттрнок, що підводять розчин отрутохімікатів до розпилювачів, встановлених на стійках, м.

$$M_{3Г} = 8 \times (0,48 - 0,2) = 2,24 \text{ Н} \times \text{м}$$

Виходячи з максимальної величини згинального моменту, визначимо гранично допустиму напругу вигину матеріалу стійки в небезпечному перерізі розташування отвору і в точці кріплення стійки до штанги.

Для місця розташування отвору

$$\sigma_{MAX}=2,24/(7,09 \times 10^{-6})=2,83 \times 10^7 \text{ Па}$$

28 МПа ≤ 120 МПа Умова міцності для цього перерізу дотримується.

Для місця кріплення стійки

$$\sigma_{MAX}=3,64/(7,09 \times 10^{-6})=5,1 \times 10^4 \text{ Па}$$

0,05 МПа ≤ 120 МПа Умова міцності для цього перерізу дотримується.

					ДП.208.043.467Н.042.ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

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

При вирощуванні картоплі на робочих місцях можуть виникати різні небезпеки, які можуть загрожувати здоров'ю та безпеці працівників. Ось деякі з них:

1. Механічні небезпеки:

- Пошкодження через сільськогосподарську техніку: використання тракторів, культиваторів, сівалок та іншої техніки може призвести до травм, якщо працівники не дотримуються правил безпеки.

- Травми від інструментів: при ручному обробітку землі можуть виникати порізи або інші травми від лопат, сапок, мотик.

2. Хімічні небезпеки:

- Токсичні пестициди та добрива: використання хімічних засобів для боротьби з шкідниками та підживлення рослин може спричинити отруєння або подразнення шкіри та дихальних шляхів. Працівники повинні носити захисний одяг і маски.

- Алергії та подразнення: деякі хімічні речовини можуть викликати алергічні реакції, якщо з ними не працювати належним чином.

3. Фізичні небезпеки:

- Тривала фізична праця: при вирощуванні картоплі часто потрібно виконувати важку фізичну роботу, що може призвести до перевтоми, болів у спині, травм м'язів і суглобів.

- Висока або низька температура: працюючи в польових умовах, працівники можуть піддаватися впливу екстремальних температур, що може призвести до перегріву або переохолодження.

4. Біологічні небезпеки:

					ДП.208.043.467н.042.ПЗ						
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата							
Розробив	Бортник				ОХОРОНА ПРАЦІ			Літера	Арк.	Аркуші	
Керівник	Шмалюк									36	3
Консульт.	Герасимчук							ЖАТФК, гр. Аі-43			
Н. Контр.	Вензовська										
Затвердив	Руденко										

- Контакт з шкідниками та інфекціями: картопляні поля можуть бути джерелом поширення різних хвороб, що передаються через ґрунт або рослини. Наприклад, захворювання, що передаються через інфіковані рослини, або укуси комах.

- Погіршення стану здоров'я через забруднене повітря: у деяких випадках великі концентрації пилу на полях можуть викликати проблеми з диханням.

5. Небезпеки, пов'язані з організацією праці:

- Невиконання правил охорони праці: недостатнє навчання або порушення техніки безпеки може призвести до аварійних ситуацій, травм і нещасних випадків.

- Неналежна організація робочого процесу: надмірне навантаження на працівників, відсутність перерв для відпочинку або неправильний розподіл обов'язків може викликати професійні хвороби.

Для зменшення ризиків важливо забезпечити працівників відповідним захисним спорядженням (рукавички, окуляри, маски, спеціальне взуття), проводити навчання з техніки безпеки та регулярно перевіряти стан техніки та засобів захисту.

4.2 Техніка безпеки при роботі з обприскувачем ОПШ-15

При роботі з обприскувачем ОПШ-15 необхідно дотримуватися таких основних вимог техніки безпеки:

1. Підготовка до роботи:

- Перевірте справність обприскувача, зокрема шланги, форсунки, насос і резервуар для розчину.

- Перед запуском двигуна обов'язково перевірте рівень пального та олії в моторі.

- Відповідно до інструкцій виробника, налаштуйте робочі параметри обприскувача.

2. Особистий захист:

					ДП.208.043.467Н.042.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		37

- Обов'язково використовуйте засоби індивідуального захисту (ЗІЗ): респіратор, захисні окуляри, гумові рукавички, костюм, що захищає від хімічних речовин.

- Не допускайте попадання хімічних речовин на відкриті ділянки шкіри.

3. Під час роботи:

- Переконайтесь, що обприскувач працює стабільно, а не виходить з ладу під час роботи.

- Під час обприскування уникайте попадання розчинів на ґрунт, вода або інші об'єкти, зокрема на джерела води.

- Не працюйте при сильному вітрі, щоб уникнути розпилення отруйних речовин в непотрібному напрямку.

4. Після роботи:

- Після завершення роботи ретельно вимийте обприскувач, шланги та форсунки від залишків хімікатів.

- Утилізуйте залишки хімічних препаратів відповідно до вимог.

- Зберігайте обладнання в належних умовах, забезпечивши захист від можливих пошкоджень.

5. Загальні вимоги:

- Не залишайте працюючий обприскувач без нагляду.

- Проводьте технічне обслуговування обприскувача в строки, зазначені в інструкції.

Ці рекомендації допоможуть мінімізувати ризики та забезпечити безпечну експлуатацію обприскувача.

					ДП.208.043.467Н.042.ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ ОБПРИСКУВАЧА

Витрати на модернізацію обприскувача визначаємо за формулою:

$$C_{МП} = C_M + C_{ИД} + C_{ПД} + C_{СБК.} + C_{ОП}, \quad (5.1)$$

де C_M – вартість матеріалу для виготовлення деталей, грн;

$C_{ИД}$ – витрати на виготовлення деталей, грн;

$C_{П.Д}$ – ціна покупних деталей, грн;

$C_{СБ.К}$ – зарплата виробничих робітників, зайнятих на складанні конструкції, грн;

$C_{О.П}$ – загальновиробничі витрати на модернізацію, грн.

Вартість матеріалу для виготовлення деталей визначаємо за формулою:

$$C_M = Q_M \times C_{К.Д.}, \quad (5.2)$$

де Q_M – маса матеріалу витраченого на виготовлення деталей, кг;

$C_{К.Д}$ – середня вартість 1 кг матеріалу, грн.

$$C_M = 67 \times 51,3 = 3437,1 \text{ грн.}$$

Витрати на виготовлення деталей визначаємо за формулою:

$$C_{И.Д} = C_{ПР} + C_D + C_{СОЦ.СТР} \quad (5.3)$$

де $C_{ПР}$ – заробітна плата виробничих робітників, зайнятих на виготовленні конструкції, грн.;

C_D – додаткова заробітна плата, грн.;

$C_{СОЦ.СТР}$ – нарахування із соціального страхування, грн.

Основну заробітну плату визначаємо за формулою:

$$C_{П.Р} = t_1 \times C \times k, \quad (5.4)$$

де t_1 – середня трудомісткість на виготовлення окремих деталей, люд.год;

					ДП.208.043.467н.042.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата				
Розробив		Бортник			ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ ОБПРИСКУВАЧА		Літера	Арк.
Керівник		Шмалюк						
Консульт.		Веремій					39	4
Н. Контр.		Вензовська					ЖАТФК, гр. Аі-43	
Затвердив		Руденко						

C – годинна ставка робітників, яку обчислюють за середнім розрядом, грн.;

k – коефіцієнт, що враховує доплати до основної зарплати, $k = 1,03$.

$$C_{П.Р} = 29,6 \times 24,3 \times 1,03 = 740,86 \text{ грн.}$$

Додаткову заробітну плату визначаємо за формулою:

$$C_{Д} = \frac{10 \times C_{П.Р.}}{100} . \quad (5.5)$$

$$C_{Д} = \frac{10 \times 740,86}{100} = 74,09 \text{ грн.}$$

Нарахування єдиного соціального податку визначаємо за формулою:

$$C_{соц.стр} = \frac{20,2 \times (C_{П.Р} + C_{Д})}{100} ; \quad (5.6)$$

$$C_{соц.стр} = \frac{20,2 \times (740,86 + 74,09)}{100} = 164,62 \text{ грн.}$$

Виходячи з отриманих даних визначаємо витрати на виготовлення деталей

$$C_{И.Д} = 740,86 + 74,09 + 114,09 = 1720,43 \text{ грн.}$$

Основну заробітну плату виробничих робітників, зайнятих на складанні конструкції, визначаємо за формулою:

$$C_{СБ.} = T_{СБ} \times C_r \times k , \quad (5.7)$$

де $T_{СБ}$ – трудомісткість, що витрачається на складання конструкції, люд.год.

$$T_{СБ} = k_C \times \sum t_{СБ} , \quad (5.8)$$

де k_C – коефіцієнт, що враховує співвідношення між повним і оперативним часом складання складових частин.

$$T_{СБ} = 1,08 \times 10,4 = 11,23 \text{ люд.год}$$

Тоді:

$$C_{СБ} = 11,23 \times 24,3 \times 1,03 = 281,08 \text{ грн}$$

Додаткову заробітну плату на складанні визначаємо за формулою:

					ДП.208.043.467Н.042.ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

$$C_{Д.СБ} = \frac{10 \times C_{СБ}}{100}. \quad (5.9)$$

$$C_{Д.СБ} = \frac{10 \times 281,08}{100} = 28,11 \text{ грн}$$

Нарахування єдиного соціального податку визначаємо виходячи з формули:

$$C_{СОЦ.СТР} = \frac{22 \times (C_{СБ} + C_{Д.СБ})}{100}. \quad (5.10)$$

$$C_{СОЦ.СТР} = \frac{22 \times (281,08 + 28,11)}{100} = 62,46 \text{ грн.}$$

Повну заробітну плату виробничих робітників, зайнятих на складанні конструкції, визначаємо за формулою:

$$C_{СБ.К} = C_{СБ} + C_{Д.СБ} + C_{СОЦ.СТР}. \quad (5.11)$$

$$C_{СБ.К} = 281,08 + 28,11 + 62,46 = 352,48 \text{ грн.}$$

Загальновиробничі витрати на модернізацію конструкції визначаємо за формулою:

$$C_{О.П} = \frac{C_{ПР} \times R_{О.П}}{100}, \quad (5.12)$$

де $C_З$ - повна заробітна плата виробничих робітників, грн;

$R_{О.П}$ – відсоток загальновиробничих накладних витрат, %.

$$C_{ПР} = C_{ИД} + C_{СБ.К} + C_{М} + C_{ПД}. \quad (5.13)$$

$$C_{ПР} = 929,04 + 352,48 + 1214,1 + 3520 = 6015,62 \text{ грн.}$$

Тоді:

$$C_{О.П} = \frac{6015,62 \times 12}{100} = 721,87 \text{ грн.}$$

Кінцеві витрати на модернізацію конструкції визначаємо за формулою (5.1):

$$C_{М.П.} = 3437,1 + 929,04 + 6520 + 1214,1 + 352,48 + 721,87 = 14000 \text{ грн.}$$

					ДП.208.043.467Н.042.ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

Річна економія від модернізації обприскувача буде зумовлена підвищенням урожайності картоплі. Згідно з рекомендаціями, застосування хімічних способів боротьби зі шкідниками та хворобами підвищують урожайність картоплі на 5-10%.

Річну економію визначаємо за формулою:

$$\mathcal{E}_{\Gamma} = \text{ВП}_1 \times 0,05 \times S_1, \quad (5.14)$$

де S_1 – собівартість картоплі за проектованою технологією, грн/ц,

ВП_1 – валовий збір за проектованою технологією, ц.

$$\mathcal{E}_{\Gamma} = 4500 \times 0,05 \times 575,15 = 130000 \text{ грн.}$$

					ДП.208.043.467Н.042.ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

У результаті виконаної роботи було розроблено модернізацію обприскувача ОПШ-15 для покращення ефективності обробки картопляних полів у зоні Полісся. Удосконалення включає в себе ряд змін, спрямованих на підвищення точності та рівномірності обприскування, зменшення витрат робочих розчинів та зниження негативного впливу на навколишнє середовище.

Розроблений технологічний процес обприскування передбачає врахування специфіки агрокліматичних умов Полісся, таких як вологість, температура та тип ґрунтів. Оптимізація параметрів роботи обприскувача дозволяє підвищити продуктивність обробки, скоротити час на проведення обприскувальних робіт і знизити трудозатрати.

Модернізація обприскувача ОПШ-15 включає удосконалення конструктивних елементів, таких як система подачі робочого розчину, розпилювачі та механізми регулювання висоти обприскувача, що дозволяє ефективно обробляти рослини на різних етапах їхнього розвитку. Це сприяє не тільки підвищенню якості виконаних робіт, але й зменшенню шкоди для навколишнього середовища завдяки точнішому застосуванню пестицидів та добрив.

В цілому, результати роботи можуть бути використані для подальшого впровадження у практику сільськогосподарських підприємств, що займаються вирощуванням картоплі, зокрема в умовах Полісся, що дозволить значно покращити ефективність виробництва та знизити витрати на проведення обробки рослин.

					ДП.208.043.467н.042.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата				
Розробив	Бортник				ВИСНОВОК		Літера	Арк.
Керівник	Шмалюк							43
Рецензент								1
Н. Контр.	Вензовська						ЖАТФК, гр. Аі-43	
Затвердив	Руденко							

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гнатюк І. А. Техніка для обробки ґрунту та вирощування картоплі / І. А. Гнатюк, І. Ю. Лисенко, М. М. Боднар. – Київ: Агроуніверситет, 2020. – 256 с.
2. Давидов С. М. Обприскування сільськогосподарських культур / С. М. Давидов, В. М. Тимошенко. – Харків: ХНУ, 2019. – 312 с.
3. Рибак О. В. Машини для обробки ґрунту та догляду за рослинами / О. В. Рибак, С. А. Протасов. – Львів: Львівська політехніка, 2021. – 184 с.
4. Лаврова І. С. Технології вирощування картоплі: теорія і практика / І. С. Лаврова, М. А. Лук'яненко. – Одеса: Одеський національний аграрний університет, 2022. – 220 с.
5. Степаненко В. О. Сільськогосподарські машини: конструкція, експлуатація та обслуговування / В. О. Степаненко, А. І. Чапленко. – Київ: Вища школа, 2018. – 300 с.
6. Кочарян С. С. Технічні засоби для захисту рослин / С. С. Кочарян, В. М. Зінченко. – Черкаси: Черкаський національний університет, 2020. – 245 с.
7. Бондаренко В. О. Вирощування картоплі в умовах південного заходу України / В. О. Бондаренко. – Херсон: Херсонський державний аграрний університет, 2021. – 168 с.
8. Шмідт М. В. Машини для обробки ґрунту та зрошення сільськогосподарських культур / М. В. Шмідт, С. О. Залізний. – Київ: Наукова думка, 2017. – 210 с.
9. Маслов М. М. Основи експлуатації сільськогосподарських машин / М. М. Маслов. – Суми: Сумський державний аграрний університет, 2019. – 140 с.

					ДП.208.043.467н.042.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата				
Розробив	Бортник				СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ		Літера	Арк.
Керівник	Шмалюк							44
Рецензент								2
Н. Контр.	Вензовська						ЖАТФК, гр. Аі-43	
Затвердив	Руденко							

10. Тищенко І. В. Обприскувачі та їх застосування в агрономії / І. В. Тищенко, В. П. Ковальчук. – Полтава: Полтавський аграрний університет, 2020. – 202 с.

11. Горбаченко Л. А. Техніка і технології вирощування картоплі: навчальний посібник / Л. А. Горбаченко, І. М. Клименко. – Вінниця: Вінницький національний аграрний університет, 2021. – 180 с.

12. Савченко Т. О. Машини для зрошення та обробки рослин / Т. О. Савченко. – Чернівці: Чернівецький національний університет, 2020. – 175 с.

13. Козаченко І. В. Інноваційні технології обробки ґрунту та вирощування картоплі / І. В. Козаченко, А. І. Барбаш. – Київ: НТУУ "КПІ", 2022. – 230 с.

14. Іванов В. О. Машини для захисту рослин від хвороб і шкідників / В. О. Іванов, О. Ю. Федоренко. – Харків: Харківський державний університет, 2018. – 150 с.

15. Петров І. М. Агромеханізація та обробка сільськогосподарських культур / І. М. Петров, Р. В. Вишневський. – Дніпро: Дніпровський національний університет, 2021. – 200 с.

					ДП.208.043.467н.042.ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		