ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а
до дипломного проєкту
ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

Удосконалення механізації вирощування картоплі з розробкою культиватора для міжрядної обробки

Виконав: студент 3 курсу, групи АІС-4-23 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Тарасенко Олександр Михайлович

Керівник: _____ Теслюк Геннадій Володимирович

Рецензент: _____

Дніпро – 2026

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

ТСГМ

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

_____ Теслюк Г.В.

(підпис) прізвище, ініціали)

«05» травня 2026 р

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ

Тарасенко Олександр Михайлович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: Удосконалення механізації вирощування картоплі з розробкою культиватора для міжрядної обробки

керівник проєкту Теслюк Геннадій Володимирович, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від «5» травня 2026 року № 912

2. Строк подання студентом проєкту 12.06.2026 р.

3. Вихідні дані до проєкту Огляд стану питання в галузі рослинництва та існуючих засобів обробітку грунту. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). 1. Аналіз існуючих технологій вирощування картоплі. 2. Огляд існуючих конструкцій машин для догляду за ґрунтом. 3. Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів розробленого культиватора. 4. Охорона праці та захист навколишнього середовища 5. Техніко-економічні показники розробленого культиватора для міжрядної обробки картоплі. Висновки та пропозиції. Література.

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

1. Машини для міжрядного обробітку (А1). 2. Схема роботи культиватора (А1). 3 Культиватор. Вигляд загальний (А1). 4. Робоча секція. Складальне креслення (А2). 5. Палець верхній (А4). 6. П-подібна планка (А4). 7. Планка зварна (А4). 8. Швелер рамний (А2). 9. Економічні показники (А1).

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	Теслюк Г.В., доцент	05.05.2026	12.06.2026
нормоконтроль	Бойко В.Б., доцент		12.06.2026

7. Дата видачі завдання: 05.05.2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів проєкту	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 12.05.2026 р.	
2	Технологічний	до 19.05.2026 р.	
3	Конструкційний	до 26.05.2026 р.	
4	Охорона праці	до 02.06.2026 р.	
5	Економічний	до 09.06.2026 р.	
6	Графічна частина	до 12.06.2026 р.	

Студент _____ Тарасенко О.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

№ п/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Номер аркуша	Примітка
			Текстові документи			
1	А4	52ДП.079000.000.ПЗ	Пояснювальна записка	73		
			Графічні матеріали			
2	А1	52ДП.079000.000.ОК	Машини для міжрядного	1	1	
			обробітку			
3	А1	52ДП.079000.000.ТС	Схема роботи	1	2	
			культиватора			
4	А1	52ДП.079000.000.ВЗ	Культиватор.	1	3	
			Вигляд загальний			
5	А2	52ДП.079001.000.СК	Робоча секція.	1	4	
			Складальне креслення			
6	А4	52ДП.079001.001	Палець верхній	1	4	
7	А4	52ДП.079001.002	П-подібна планка	1	4	
8	А4	52ДП.079001.003	Планка зварна	1	4	
9	А4	52ДП.079001.004	Швелер рамний	1	4	
10	А1	52ДП.079000.100.ПЕ	Економічні показники	1	6	

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	52 ДП.079000.000.ПЗ		
Розробив		Тарасенко О.М.			Удосконалення механізації вирощування картоплі з розробкою культиватора для міжрядної обробки	аркуш	аркушів
Перевірив		Теслюк Г.В.				4	73
						ДДАЕУ АІС-4-23	
Н. контр.		Бойко В.Б.					
Затверд.		Теслюк Г.В.					

АНОТАЦІЯ

Тарасенко О.М. Удосконалення механізації вирощування картоплі з розробкою культиватора для міжрядної обробки / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2026.

Метою проєкту є підвищення ефективності механізації вирощування картоплі шляхом удосконалення технології міжрядного обробітку та розробки конструкції культиватора з обґрунтуванням його конструктивно-технологічних параметрів, що забезпечують якісне розпушування ґрунту, ефективне знищення бур'янів і мінімальне пошкодження рослин.

Кваліфікаційна робота присвячена удосконаленню механізації вирощування картоплі шляхом розроблення культиватора для міжрядного обробітку ґрунту. У роботі проаналізовано народногосподарське значення картоплі, її біологічні особливості та сучасні технології вирощування. Проведено огляд існуючих машин для догляду за посівами картоплі та визначено їх основні переваги й недоліки.

Запропоновано конструкцію модернізованого культиватора та виконано обґрунтування його конструктивно-технологічних параметрів. Проведено розрахунок основних елементів конструкції, що підтвердило достатній запас міцності. Розроблено операційно-технологічну карту міжрядного обробітку картоплі, розглянуто питання охорони праці та захисту навколишнього середовища, а також виконано техніко-економічну оцінку ефективності запропонованого технічного рішення.

Ключові слова: картопля, міжрядний обробіток, культиватор, механізація, ґрунтообробні машини, агротехнологія, техніко-економічна ефективність.

Зміст

ВСТУП.....7
1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ……..9
1.1 Народногосподарське значення картоплі…… 9
1.2 Біологічні особливості картоплі……...11
1.3 Агротехнологія вирощування картоплі……...13
1.4 Огляд і аналіз існуючих технологій вирощування картоплі……15
1.6 Догляд за посівами картоплі…… 19
1.5 Висновки з розділу…… 23
2 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ МАШИН ДЛЯ ДОГЛЯДУ ЗА ҐРУНТОМ……24
2.1 Призначення механічного догляду за ґрунтом……24
2.2 Короткий огляд машин для міжрядного обробітку картоплі……25
2.3 Конструкція та робота культиватора-окучника-гребенеутворювача КОН-2,8А…… 31
2.4 Опис розробки……36
2.5 Висновки з розділу…… 40
3 ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РОЗРОБЛЕНОГО КУЛЬТИВАТОРА……42
3.2 Розрахунок рамного швелера……... 44
3.3 Розрахунок зварного шва на відрив…… 46
3.4 Розроблення операційно-технологічної карти на міжрядний обробіток картоплі……...47
3.5 Висновки з розділу…… 51
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА… 53
5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ РОЗРОБЛЕНОГО КУЛЬТИВАТОРА ДЛЯ МІЖРЯДНОЇ ОБРОБКИ КАРТОПЛІ……..57
ВИСНОВКИ……61
БІБЛІОГРАФІЯ……63
ДОДАТКИ…… 66

ВСТУП

Картопля є однією з найважливіших продовольчих культур у світі та займає значне місце в структурі сільськогосподарського виробництва України. Вона має високу харчову цінність, широко використовується у харчовій промисловості, тваринництві та переробній галузі. Підвищення ефективності її вирощування є важливим завданням сучасного агропромислового виробництва, що потребує впровадження прогресивних технологій та удосконалення технічних засобів механізації.

Одним із ключових етапів технології вирощування картоплі є міжрядний обробіток ґрунту, який спрямований на розпушування ґрунту, знищення бур'янів, покращення повітряно-водного режиму ґрунту та створення сприятливих умов для росту і розвитку рослин. Якість виконання цієї операції значною мірою визначає рівень урожайності та економічну ефективність виробництва культури. Недостатній або несвоєчасний міжрядний обробіток призводить до ущільнення ґрунту, зниження аерації, посилення конкуренції бур'янів за поживні речовини та вологу.

Сучасні умови розвитку аграрного виробництва висувають підвищені вимоги до технічних засобів обробітку ґрунту. Використовувані культиватори не завжди повною мірою відповідають вимогам енергоефективності, якості виконання технологічної операції та адаптації до різних ґрунтово-кліматичних умов. Тому актуальним є удосконалення конструкцій машин для міжрядного обробітку картоплі, що дозволить підвищити продуктивність агрегатів, зменшити енерговитрати та забезпечити більш якісне розпушування ґрунту і знищення бур'янів.

У зв'язку з цим виникає необхідність удосконалення механізації вирощування картоплі шляхом розробки ефективного культиватора для міжрядної обробки, конструкція якого забезпечуватиме оптимальні технологічні параметри роботи, підвищення якості обробітку міжрядь та зменшення негативного впливу на рослини.

Мета дослідження – підвищення ефективності механізації вирощування картоплі шляхом удосконалення технології міжрядного обробітку та розробки конструкції культиватора з обґрунтуванням його конструктивно-технологічних параметрів, що забезпечують якісне розпушування ґрунту, ефективне знищення бур'янів і мінімальне пошкодження рослин.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі **завдання**:

1. Проаналізувати сучасні технології вирощування картоплі та технічні засоби для міжрядного обробітку ґрунту.
2. Провести аналіз конструкцій існуючих культиваторів для міжрядної обробки та визначити напрями їх удосконалення.
3. Обґрунтувати технологічні вимоги до виконання міжрядного обробітку картоплі.
4. Розробити конструктивну схему культиватора для міжрядної обробки картоплі.
5. Обґрунтувати основні конструктивно-технологічні параметри та режими роботи культиватора.
6. Виконати розрахунок основних елементів та параметрів розробленої конструкції.
7. Оцінити ефективність використання розробленого культиватора у технології вирощування картоплі.

Об'єкт дослідження – процес міжрядного обробітку ґрунту під час вирощування картоплі.

Предмет дослідження – конструктивно-технологічні параметри та режими роботи культиватора для міжрядної обробки картоплі, що впливають на якість обробітку ґрунту та ефективність вирощування культури.

1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ

1.1 Народногосподарське значення картоплі

Картопля є однією з найважливіших сільськогосподарських культур у світі та займає провідне місце у забезпеченні продовольчої безпеки населення. Вона широко використовується як харчовий продукт, сировина для переробної промисловості та корм для тварин. Завдяки високій врожайності, поживній цінності та універсальності використання картопля посідає важливе місце в агропромисловому комплексі багатьох країн (рис. 1.1). Вирощування картоплі в Україні на ведено на рис. 1.2.

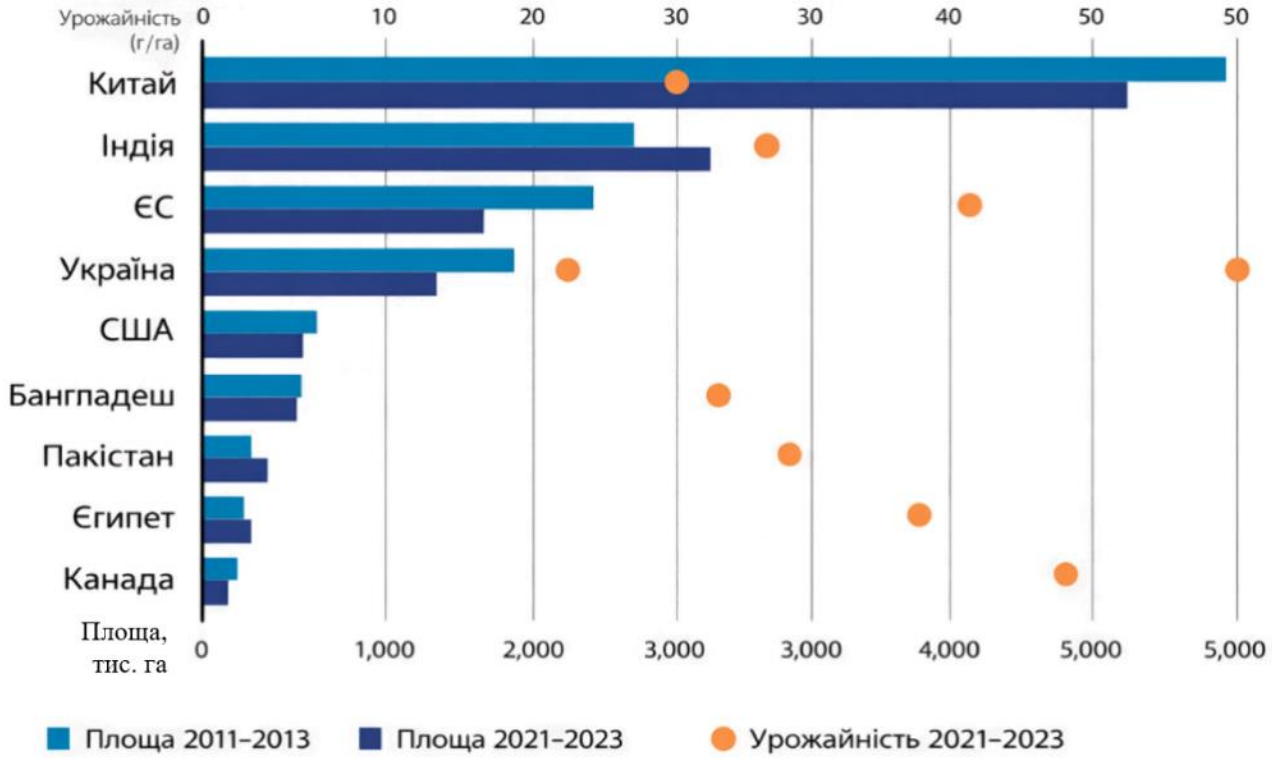


Рисунок 1.1 – Вирощування картоплі в світі

Бульби картоплі характеризуються значною поживною цінністю. У їх складі міститься близько 70–80 % води, 16–20 % крохмалю, 2–3 % білків, а також вітаміни групи В, С, РР, мінеральні речовини (калій, фосфор, магній, залізо) та

інші біологічно активні компоненти. Завдяки цьому картопля є важливим продуктом харчування для населення і входить до раціону більшості людей у багатьох країнах світу.

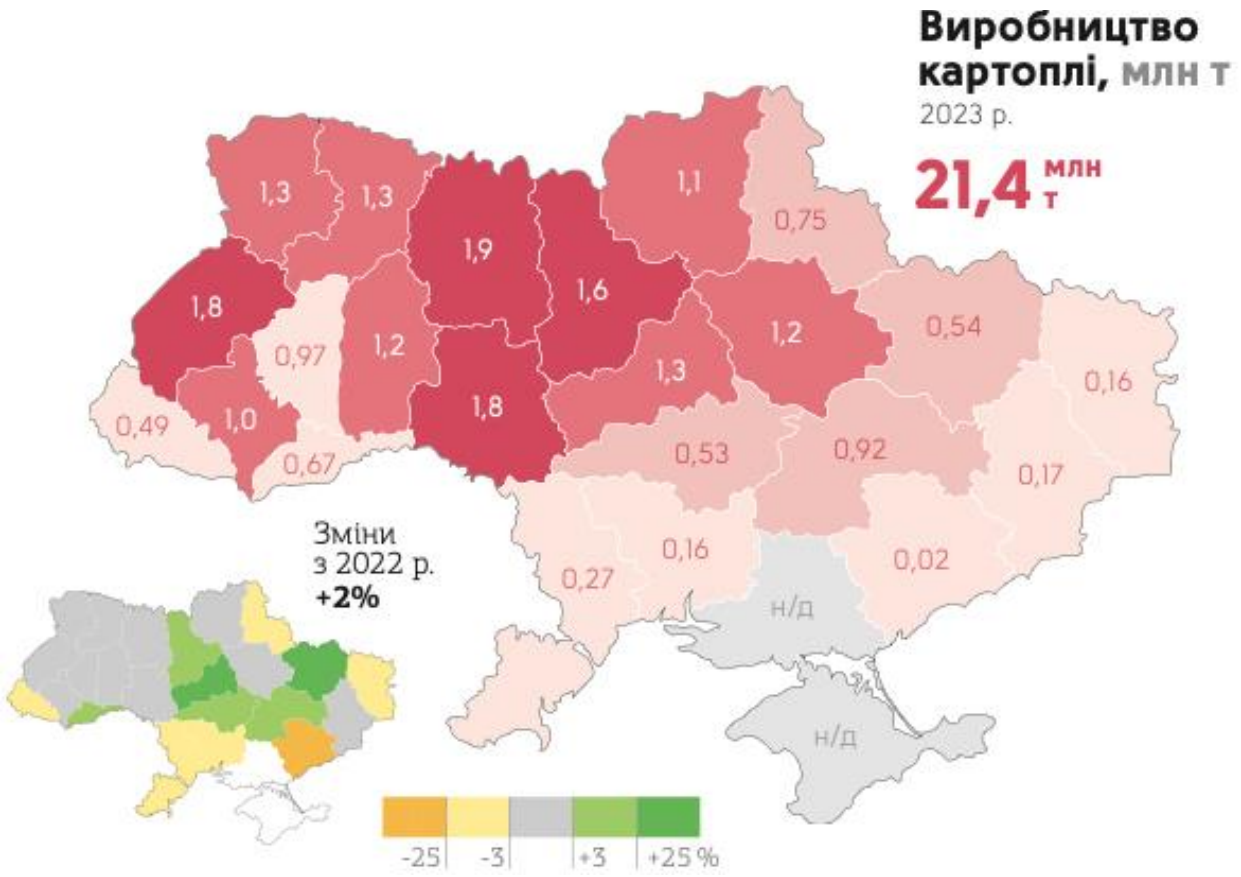


Рисунок 1.2 – Вирощування картоплі в Україні

У харчовій промисловості картоплю використовують для виробництва крохмалю, спирту, глюкози, патоки, картопляних пластівців, чипсів та інших продуктів. У тваринництві вона застосовується як цінний корм для великої рогатої худоби, свиней та птиці. Переробка картоплі дозволяє отримувати різноманітні побічні продукти, які також використовуються у кормовиробництві.

Важливе значення картопля має і для сільського господарства в цілому. Вона є культурою, що добре реагує на внесення органічних і мінеральних добрив, сприяє покращенню структури ґрунту та є хорошим попередником для багатьох сільськогосподарських культур у сівозміні. Вирощування картоплі

сприяє більш раціональному використанню земельних ресурсів, техніки та трудових ресурсів у господарствах.

В Україні картопля традиційно займає значні посівні площі та є однією з основних продовольчих культур. Вона вирощується в різних ґрунтово-кліматичних умовах і відіграє важливу роль у забезпеченні населення доступними продуктами харчування. Разом із тим підвищення ефективності виробництва картоплі потребує впровадження сучасних технологій вирощування, удосконалення машин і механізмів, що застосовуються під час виконання технологічних операцій.

Таким чином, картопля має велике народногосподарське значення як продовольча, кормова та технічна культура. Підвищення ефективності її виробництва є важливим завданням аграрного сектору, що обумовлює необхідність удосконалення технологій вирощування та механізації основних технологічних процесів.

1.2 Біологічні особливості картоплі

Картопля (Solanum tuberosum L.) належить до родини пасльонових (Solanaceae) і є багаторічною трав’янистою рослиною, яка в умовах сільськогосподарського виробництва вирощується як однорічна культура. Вона характеризується високою продуктивністю, порівняно коротким вегетаційним періодом та здатністю формувати врожай у різних ґрунтово-кліматичних умовах.

Коренева система картоплі мичкувата, порівняно слабо розвинена і розташована переважно у верхньому шарі ґрунту. Основна маса коренів зосереджена на глибині 20–40 см, що зумовлює підвищену вимогливість рослин до фізичного стану ґрунту, його вологості та аерації. Для нормального розвитку кореневої системи необхідний добре розпушений ґрунт із достатньою кількістю поживних речовин.

Стебла картоплі прямостоячі або напіврозлогі, ребристі, висотою від 40 до 100 см залежно від сорту та умов вирощування. З підземної частини стебел

утворюються столони – видозмінені пагони, на кінцях яких формуються бульби. Саме бульби є основним господарсько цінним органом рослини і використовуються як продукт харчування та посадковий матеріал.

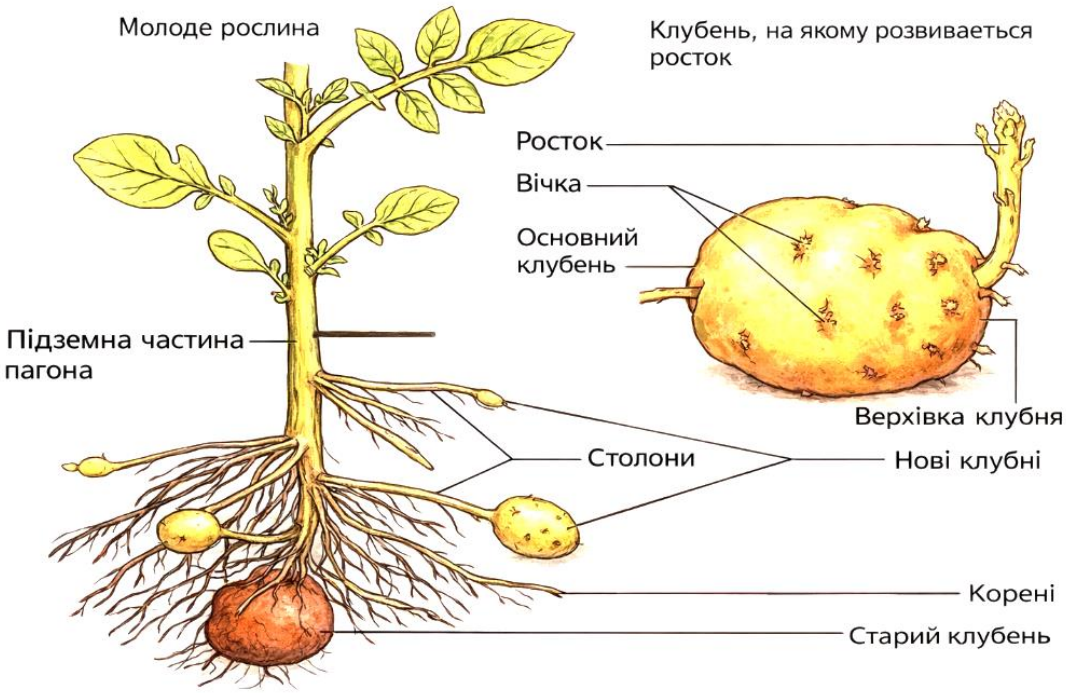


Рисунок 1.3 – Біологічні особливості картоплі

Листки картоплі складні, непарноперисті, темно-зеленого кольору. Вони виконують важливу функцію фотосинтезу, у результаті якого утворюються органічні речовини, що надходять до бульб і забезпечують їх ріст та розвиток. Інтенсивність фотосинтетичних процесів значною мірою залежить від освітленості, температурного режиму та забезпеченості рослин вологою і поживними речовинами.

Картопля є теплолюбною культурою. Оптимальна температура для проростання бульб становить 7–8 °С, а для інтенсивного росту і розвитку рослин – 18–20 °С. За температури нижче 0 °С рослини пошкоджуються або гинуть, тому картопля чутлива до весняних і осінніх заморозків. Формування бульб найкраще відбувається при температурі ґрунту 16–18 °С.

Рослини картоплі є досить вимогливими до вологості ґрунту, особливо в період бутонізації, цвітіння та інтенсивного бульбоутворення. Недостатня

кількість вологи в цей період призводить до зниження врожайності та погіршення якості бульб. Водночас надмірне зволоження ґрунту може викликати нестачу кисню в кореневій зоні, що негативно впливає на розвиток рослин.

Картопля добре росте на легких і середніх за механічним складом ґрунтах із достатньою кількістю гумусу та нейтральною або слабокислою реакцією ґрунтового розчину (pH 5,0–6,5). Найкращими для її вирощування є супіщані та легкі суглинкові ґрунти з доброю водопроникністю та аерацією.

Вегетаційний період картоплі залежить від сорту і може становити від 70 до 140 днів. За тривалістю вегетаційного періоду сорти поділяють на ранні, середньоранні, середньостиглі та пізньостиглі. Ранні сорти формують урожай швидше, але зазвичай мають дещо нижчу врожайність порівняно з пізнішими сортами.

Отже, біологічні особливості картоплі визначають вимоги культури до умов вирощування та технологічних прийомів обробітку ґрунту і догляду за посівами. Врахування цих особливостей є важливим фактором підвищення врожайності культури та ефективності її вирощування.

1.3 Агротехнологія вирощування картоплі

У більшості господарств вирощування картоплі здійснюється за заворівською технологією. Важливим технологічним етапом підготовки поля до садіння є попереднє формування гребенів. За рік до висаджування культури в ґрунт вносять до 70 ц/га органічних добрив і висівають жито або багаторічні трави, які є ефективними попередниками для картоплі. Після таких попередників, а також після проведення передпосівного обробітку, ґрунт набуває пухкої структури, що сприяє кращому розчиненню і засвоєнню внесених добрив.

Передпосівний обробіток ґрунту за цією технологією включає комплекс операцій: оранку зябу, закриття вологи, розподіл залишків соломи по поверхні поля, вирівнювання промоїн, внесення мінеральних добрив та повторну оранку. Закриття вологи здійснюється протягом двох–трьох днів за допомогою

машинно-тракторного агрегату, що складається з трактора МТЗ-82 і зчіпки СП-11. Зазвичай цю операцію виконують у період з 26 по 30 квітня. Інші заходи передпосівного обробітку проводять у проміжку з 7 до 17 травня.

Розподіл залишків соломи після її складування виконують бороною БЗТС-1,0 у агрегаті з трактором ДТ-75М. Солома сприяє збереженню пухкої структури ґрунту після висаджування картоплі, оскільки застосовувана технологія передбачає мінімізацію ущільнення ґрунту. Це обмежує частоту використання техніки на полі, тому міжрядний обробіток проводять лише один раз. Загорнута у ґрунт солома забезпечує необхідну пухкість ґрунтового шару без додаткових міжрядних обробітків.

Вирівнювання промоїн здійснюється одночасно з розподілом соломи з використанням культиватора КОН-2,8. Однак ця операція проводиться відносно рідко, оскільки її необхідність виникає лише за наявності значних ерозійних пошкоджень поверхні поля. Внесення мінеральних добрив виконується протягом двох днів. У господарстві застосовують нітроамофоску в нормі 6–8 ц/га.

Садіння картоплі проводять у період з 15 до 30 травня. Транспортування насіннєвого матеріалу зі складу до поля здійснюється автомобілями марки ГАЗ. Висаджування бульб виконують картоплесаджалкою КСМ-4, агрегатованою з трактором МТЗ-82. Садіння здійснюється у ґрунт, прогрітий до температури 14–15 °С, на глибину 8–10 см. Застосовується напівгребеневий спосіб садіння, при цьому використовують попередньо пророщені бульби.

Після появи сходів виконують міжрядний обробіток культиваторами КОН-2,8 або ротаційними боронами БРУ-0,7. Другий довсходовий обробіток проводять через 6–8 днів після першого, коли починають проростати пізні ярі бур’яни. Для боротьби з бур’янами за 3–4 дні до появи сходів поле обробляють гербіцидами. Обприскування виконують обприскувачем ОПШ-2000, агрегатованим із трактором МТЗ-82.

Коли висота рослин досягає приблизно 10 см, проводять перший післясходовий обробіток. Для цього на культиватор встановлюють лапи-

відвальчики, двоярусні стрілчасті лапи шириною захвату 270 мм, а також сітчасті або ротаційні борони. У подальшому, у процесі розвитку рослин, виконують ще 1–2 підгортання із застосуванням двоярусних стрілчастих лап.

Під час боротьби з колорадським жуком у господарстві дещо відходять від традиційної технології. Згідно з технологічними рекомендаціями передбачено дворазову обробку, однак фактично її проводять один раз – на четвертій стадії розвитку личинок, коли ефективність впливу є максимальною як на личинок, так і на дорослих комах. Такий підхід забезпечує достатню ефективність і водночас дозволяє зменшити витрати.

Цю операцію також виконують обприскувачем ОПШ-2000. Тією ж машиною проводять шість обробок посівів картоплі проти фітофторозу. Перше обприскування здійснюють 10–12 червня, а інтервал між наступними обробками становить 7–10 днів. За два тижні до збирання врожаю проводять десикацію бадилля препаратом реглон.

За кілька днів до збирання картоплі бадилля скошують за допомогою машини КИР-1,5, агрегатованої з трактором МТЗ-82. Збирання врожаю виконують картоплекопачами КПС-4 у агрегаті з трактором МТЗ-82, після чого підбір бульб здійснюється вручну.

1.4 Огляд і аналіз існуючих технологій вирощування картоплі

Однією з поширених систем вирощування картоплі є заворівська технологія. Її основною вимогою до обробітку ґрунту є створення добре розпушеного орного шару. З цією метою органічні добрива вносять переважно восени під зяблеву оранку або під попередню культуру. Весняний обробіток ґрунту включає культивацію та глибоке розпушування безполицевими або чизельними плугами. Передпосадковий обробіток передбачає ретельне розпушування ґрунту (при цьому на поверхні не повинно залишатися грудок діаметром понад 5 см) та формування гребенів.

Передпосадкове розпушування зазвичай виконують боронами ЗБЗТС-1 за один або два проходи. Надалі, залежно від типу та стану ґрунту, проводять культивацію, обробіток комбінованими агрегатами РВК-3,6 або повторну оранку. Важливим технологічним прийомом підготовки поля є попереднє нарізання гребенів. Цю операцію виконують для прискорення прогрівання і підсушування важких суглинкових та перезволожених ґрунтів, а також для додаткового розпушування поверхневого шару. Гребені повинні формуватися прямолінійними та однаковими за висотою, при цьому відхилення від заданої ширини міжрядь не повинно перевищувати ±2 см.

Для формування гребенів із одночасним внесенням добрив застосовують туковисівні гребенеутворювачі УК-2,8, УКГ-4,2, а також культиватори-підгортачі КНО-4,2, КОН-2,8, КРН-4,2Д і КРН-5,6Д, оснащені відповідними робочими органами. Зазначені машини агрегатують із тракторами тягового класу 1,4–2 кН. Перед початком роботи поле розбивають на загони, відмічають поворотні смуги, визначають лінію першого проходу та місця заправки техніки. Рух агрегатів здійснюється човниковим способом без використання маркерів, орієнтуючись по останній нарізаній борозні.

Догляд за посівами картоплі включає розпушування ґрунту в міжряддях, знищення бур’янів на гребенях, підгортання рослин, підживлення мінеральними добривами, а також захист від шкідників і хвороб. Гребенева система садіння дає можливість проводити міжрядний обробіток до появи сходів без ущільнення рядків колесами трактора. Для догляду за посівами на ґрунтах, що не містять каміння, застосовують культиватори-підгортачі КОН-2,8А, культиватори-рослинопідживлювачі КРН-4,2Д і КРН-5,6Д, які агрегатуються з тракторами МТЗ-80 і Т-70С. На кам’янистих ґрунтах використовують культиватори-підгортачі КНО-2,8 і КНО-4,2. Для суцільного обробітку до появи сходів культиватори додатково комплектують сітчастими боронами БСО-4,2А або ротаційними боронами БРУ-0,7. Після появи сходів набір робочих органів змінюють відповідно до технологічних вимог.

Інтенсивна технологія вирощування картоплі «Заворово-2» відрізняється від базової тим, що бульби висаджують за грядово-стрічковою схемою. Перед садінням проводять локальне внесення мінеральних добрив культиватором-гребенеутворювачем та органічних добрив за допомогою переобладнаного розкидача гною РОУ-6. Перемішування органічних добрив із верхнім шаром ґрунту здійснюється фрезою КФЛ-4,2 зі спеціальною шнековою приставкою. Садіння пророщених бульб виконують у два рядки в шаховому порядку з відстанню між рослинами 250–300 мм на глибину 80–100 мм. Застосування такого комплексу агротехнічних заходів дозволяє істотно підвищити врожайність картоплі та забезпечити більш ранні строки збирання врожаю.

Ще одним варіантом є кам'янецька технологія вирощування картоплі. У цьому випадку поле попередньо маркують спеціальним культиватором шириною захвату 5,6 м, який має дев'ять секцій робочих органів. Садіння проводять картоплесаджалками, при цьому бульби загортають на невелику глибину – 1–4 см. Для цього частину загортаючих дисків на саджалці демонтують, а глибину роботи інших дисків відповідно регулюють.

Такий спосіб садіння має низку переваг: дозволяє висаджувати бульби у максимально ранні строки, сприяє їх загартуванню та озелененню, що зменшує ураження хворобами і шкідниками та дозволяє скоротити використання пестицидів. Крім того, у зоні розміщення бульб покращуються умови прогрівання та аерації ґрунту, активізуються мікробіологічні та нітрифікаційні процеси, а також стимулюється проростання бур'янів, які надалі знищуються механічними агротехнічними прийомами без застосування гербіцидів.

Міжрядні обробітки за цією технологією проводять 3–4 рази протягом вегетаційного періоду. Їх починають приблизно через 20–25 днів після садіння спеціальним культиватором, оснащеним долотоподібними або підрізними лапами, сферичними дисками та боронами. Перед цим мінеральні добрива вносять розкидним способом. У процесі міжрядного обробітку знищуються бур'яни та формуються гребені висотою 16–20 см.

Таблиця 1.1 – Аналіз існуючих технологій вирощування картоплі

№	Технологія вирощування	Основні технологічні особливості	Переваги	Недоліки
1	Заворівська технологія	Передбачає створення добре розпушеного орного шару. Органічні добрива вносять восени під зяблеву оранку або під попередник. Навесні проводять культивацію, глибоке розпушування чизельними або безполицевими плугами, передпосадкове розпушування та формування гребенів. Для формування гребенів використовують культиватори та гребенеутворювачі.	Забезпечує оптимальну структуру ґрунту, сприяє кращому прогріванню та аерації ґрунту, покращує умови формування бульб.	Потребує значної кількості механізованих операцій та використання техніки.
2	Інтенсивна технологія «Заворово-2»	Передбачає грядово-стрічковий спосіб садіння. Застосовується локальне внесення мінеральних та органічних добрив. Органічні добрива перемішуються з ґрунтом фрезами. Садіння пророщених бульб проводиться у два рядки в шаховому порядку.	Значно підвищує врожайність, забезпечує ранні строки збирання врожаю.	Потребує спеціалізованої техніки та підвищених витрат на технологічні операції.
3	Кам’янецька технологія	Передбачає маркування поля спеціальним культиватором. Бульби висаджують на невелику глибину (1–4 см). Міжрядний обробіток виконують 3–4 рази протягом вегетації культиваторами з долотоподібними лапами, дисками та боронами.	Дає можливість раннього садіння, зменшує ураження рослин хворобами і шкідниками, дозволяє зменшити застосування гербіцидів.	Потребує частого міжрядного обробітку та точного дотримання агротехнічних строків.
4	Традиційна гребенева технологія	Органічні і мінеральні добрива вносять восени або під попередник. Садіння проводять рядковим способом на глибину 5–10 см із міжряддям 70 см. У процесі вегетації проводять багаторазове розпушування міжрядь і підгортання.	Простота технології, можливість застосування стандартної сільськогосподарської техніки.	Значна кількість механічних операцій і використання хімічних засобів захисту рослин.
5	Голландська технологія	Передбачає інтенсивну підготовку ґрунту, використання елітного насіннєвого матеріалу, точне дозування добрив. Передсадивний обробіток виконують вертикальними фрезами. Садіння проводять пророщеними бульбами, формуючи високі пухкі гребені.	Забезпечує високі врожаї, ефективне використання ресурсів, менші витрати праці.	Висока вартість насіннєвого матеріалу та потреба у сучасній техніці.

За традиційної гладкої технології садіння органічні та мінеральні добрива вносять восени або під попередню культуру. Бульби висаджують рядковим способом на глибину 5–10 см із міжряддям 70 см. У подальшому під час багаторазового розпушування міжрядь та підгортання рослин поступово формуються гребені. Інтенсивна механічна обробка ґрунту, яка значною мірою забезпечує знищення бур'янів, доповнюється застосуванням хімічних засобів захисту рослин від шкідників і хвороб.

Широкого поширення набула також голландська технологія вирощування картоплі, яка дозволяє отримувати високі врожаї при значно менших витратах праці, тому її інколи називають «безлюдною» технологією. Органічні добрива вносять під попередню культуру або восени під зяблеву оранку, забезпечуючи вміст гумусу в ґрунті не менше 2 %. Навесні проводять дворазове боронування та загортання мінеральних добрив. Передсадивний обробіток виконують домінатором (вертикальною фрезою) на глибину 100–120 мм, який одночасно розпушує, вирівнює та ущільнює ґрунт.

Для садіння використовують елітний насіннєвий матеріал із сортовою чистотою 100 %, який зберігають у картоплесховищах у ящиках по 12 кг при температурі близько +4 °С. Перед висаджуванням бульби проходять теплову та світлову обробку, у результаті чого формуються міцні паростки довжиною приблизно 2 см, а також здійснюється точний розрахунок норми висіву.

Садіння проводять пророщеними бульбами картоплесаджалками з стрічковим висаджувальним апаратом. Підгортання виконують один раз через два тижні після садіння за допомогою пропашної фрези, яка формує пухкий гребінь висотою близько 230 мм. Така структура гребеня створює оптимальні умови для проростання бульб і розвитку рослин.

1.6 Догляд за посівами картоплі

Догляд за посівами картоплі має бути спрямований на створення сприятливих умов для появи дружних сходів, активного росту і розвитку рослин, а також

формування високоякісного врожаю бульб. Одним із основних агротехнічних заходів у системі догляду є міжрядний обробіток посадок.

Головною метою міжрядного обробітку є формування об’ємного ґрунтового гребеня, що сприяє ефективному знищенню бур’янів, підтриманню оптимальної щільності ґрунту, а також покращенню водного та повітряного режимів у зоні утворення бульб.

Тривалість довсходового періоду картоплі (від садіння до появи сходів) залежить від біологічних особливостей сорту та погодних умов і може становити від 10–15 до 30 і більше днів.

На легких ґрунтах формування об’ємного гребеня зазвичай здійснюють за один прийом приблизно через 12–14 днів після садіння. На суглинкових ґрунтах перший міжрядний обробіток виконують на 5–7-й день після садіння, а другий – через 10–15 днів, після чого вносять ґрунтові гербіциди.

За потреби перед змиканням бадилля проводять третій міжрядний обробіток, який забезпечує додаткове розпушування ґрунту та високе підгортання рослин. Такий прийом сприяє зменшенню позеленіння бульб. Високе підгортання має важливе значення і в боротьбі з фітофторозом: бульби, що розташовані на глибині понад 10–15 см, уражуються цією хворобою у 5–10 разів рідше, ніж ті, що знаходяться на глибині 3–5 см.

У разі утворення ґрунтової кірки, особливо на суглинкових ґрунтах, її необхідно зруйнувати не пізніше ніж через 48 годин після появи. Інакше існує значна загроза загибелі більшості проростків унаслідок ураження їх ризоктоніозом.

Для міжрядного обробітку на ґрунтах легкого та середнього механічного складу доцільно застосовувати культиватори з пасивними робочими органами, зокрема КНО-2,8, ОКГ-4, АК-2,8 та інші. На цих машинах можуть встановлюватися різні робочі органи: дво- і триярусні стрілчасті лапи, ротаційні та пружинні борони, підгортальні корпуси, розпушувальні долота. Вибір робочих органів залежить від стану ґрунту, рівня засміченості бур’янами, наявності каміння та вологості ґрунту.

Культиватор КГО-3,0 доцільно використовувати на ділянках із легкими ґрунтами, що не містять каміння. Для обробітку суглинкових ґрунтів у довсходовий

період рекомендується застосовувати роторні активні фрези, такі як МРП-2,1, ПАН-2,8, ПАН-3, КФК-2,8, Grimme DF 3000 та інші. Використання цих машин забезпечує формування об’ємного гребеня та оптимальної щільності ґрунту в зоні утворення бульб. Фрезерування з формуванням гребенів проводять не пізніше ніж через 14–18 днів після садіння.

Глибина міжрядного обробітку залежить від типу ґрунту. На супіщаних ґрунтах під час першого обробітку вона становить 10–12 см, при наступних – 6–8 см, а за умов недостатньої вологості – 5–6 см. На середньосуглинкових ґрунтах перший обробіток проводять на глибину 14–16 см, а наступні – 10–12 см; за дефіциту вологи відповідно 8–10 і 6–8 см.

Культиватори-підгортачі за шириною захвату повинні відповідати параметрам садильного агрегату та рухатися по його колії. Посадки картоплі з міжряддям 70 см повинні мати гребені трапецієподібної форми висотою до 28–30 см, шириною вершини 10–15 см та площею поперечного перерізу не менше 800 см². За міжряддя 90 см висота гребеня має становити до 30 см, ширина вершини – 18–20 см, а площа поперечного перерізу – 1200–1300 см².

Ефективність догляду за посівами значною мірою залежить від правильного комплектування машинно-тракторних агрегатів і використання тракторів із вузькими пропашними шинами шириною 9,5 дюйма (241,3 мм). Застосування стандартних універсальних шин шириною 15,5 дюйма (393,7 мм) на тракторах тягового класу 1,4 призводить до надмірного ущільнення ґрунту і вважається порушенням технології вирощування картоплі.

Більшість сучасних технологій вирощування картоплі передбачає багаторазове застосування хімічних препаратів (пестицидів), які забезпечують тривалий захисний ефект від шкідників, хвороб і бур’янів.

Однак інтенсивне використання хімічних засобів може призводити до накопичення їх у бульбах, негативно впливати на сівозміну та порушувати екологічну рівновагу агроекосистем. Відомо, що значна частина гербіцидів є токсичною для людей, домашніх і диких тварин, птахів, риб, бджіл та інших корисних комах. До недоліків застосування пестицидів також належать їх висока

вартість, інколи недостатня ефективність та негативний вплив на ґрунтову мікрофлору.

У запропонованій технології передбачається часткове зменшення використання хімічних препаратів завдяки застосуванню культиватора для міжрядного обробітку картоплі. Удосконалення технології базується на використанні спеціалізованого культиватора, який забезпечує ефективне механічне знищення бур'янів і покращення агрофізичних властивостей ґрунту.

Технологічний процес роботи культиватора полягає в такому. Після садіння під час першого довсходового обробітку руйнуються ґрунтові грудки та формується оптимальна структура ґрунту, що створює сприятливі умови для одночасного проростання бур'янів і бульб картоплі. Надалі, у міру проростання бур'янів, через 5–7 днів у фазі «білої нитки» вони знищуються комплектом робочих органів, до складу якого входять двоярусні лапи, ротаційні борони та підгортачі.

Двоярусні лапи підрізають бур'яни та розпушують верхній шар ґрунту в міжряддях у щадному режимі, що дозволяє уникнути пошкодження кореневої системи рослин. Ротаційні борони, переміщуючись по поверхні гребеня, додатково розпушують ґрунт, вичісують бур'яни та порушують зв'язок їх кореневої шийки з ґрунтом. Підгортачі виконують повторне підрізання бур'янів, глибше розпушують ґрунт і збільшують висоту гребеня приблизно на 4–6 см.

Через 10–15 днів після садіння технологічна операція повторюється. Після появи сходів проводять ще два підгортання, у результаті чого висота гребеня поступово доводиться до 25 см.

Запропонований культиватор для міжрядного обробітку картоплі забезпечує ефективне знищення бур'янів і покращує ґрунтові умови для розвитку рослин навіть на засмічених полях. При цьому зменшується потреба у застосуванні гербіцидів і підвищується врожайність культури. Послідовне формування гребеня протягом тривалого періоду сприяє збереженню оптимального запасу вологи в ґрунті навіть у посушливих умовах, а до моменту збирання форма і висота гребеня забезпечують відведення надлишкової вологи у разі перезволоження ґрунту.

1.5 Висновки з розділу

Картопля є однією з найважливіших продовольчих культур, що має значне народногосподарське значення завдяки високій поживній цінності, універсальності використання та широкому застосуванню у харчовій, переробній і кормовій галузях. Вона відіграє важливу роль у забезпеченні продовольчої безпеки населення, а також є важливим елементом сільськогосподарського виробництва та сівозмін.

Біологічні особливості картоплі, зокрема поверхневе розташування кореневої системи, підвищена потреба у пухкому ґрунті, достатній вологості та сприятливому температурному режимі, визначають специфічні вимоги до технології її вирощування. Для формування високого врожаю необхідно забезпечити оптимальні умови росту і розвитку рослин, що досягається завдяки правильному обробітку ґрунту, своєчасному внесенню добрив, ефективному догляду за посівами та захисту рослин від бур’янів, шкідників і хвороб.

Аналіз існуючих технологій вирощування картоплі показує, що вони передбачають комплекс агротехнічних заходів, спрямованих на формування сприятливого ґрунтового середовища, створення гребеневої структури ґрунту та забезпечення належного догляду за посівами. Водночас значна частина сучасних технологій базується на широкому застосуванні хімічних засобів захисту рослин, що може мати негативний вплив на довкілля, якість продукції та економічні показники виробництва.

Важливим напрямом підвищення ефективності вирощування картоплі є удосконалення механізації технологічних процесів, зокрема міжрядного обробітку ґрунту. Використання сучасних культиваторів дозволяє ефективно знищувати бур’яни, покращувати агрофізичні властивості ґрунту, формувати оптимальні гребені та зменшувати потребу у використанні гербіцидів.

Таким чином, удосконалення технології вирощування картоплі шляхом застосування ефективних технічних засобів міжрядного обробітку є актуальним напрямом підвищення врожайності культури, покращення якості продукції та зниження негативного впливу на навколишнє середовище.

2 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ МАШИН ДЛЯ ДОГЛЯДУ ЗА ҐРУНТОМ

2.1 Призначення механічного догляду за ґрунтом

Догляд за ґрунтом є важливим елементом технології вирощування сільськогосподарських культур, зокрема картоплі. Основними завданнями цього процесу є розпушування верхнього шару ґрунту, знищення бур’янів, покращення водно-повітряного режиму, а також створення сприятливих умов для розвитку кореневої системи рослин. Для виконання зазначених технологічних операцій застосовують різні типи ґрунтообробних машин і знарядь.

Одними з найпоширеніших машин для догляду за ґрунтом є культиватори. Вони призначені для розпушування ґрунту, руйнування ґрунтової кірки, знищення бур’янів і формування оптимальної структури орного шару. Культиватори можуть використовуватися як для суцільного обробітку ґрунту, так і для міжрядного обробітку посівів. Їх робочими органами є лапи різних типів (стрілчасті, долотоподібні, плоскорізні), які розпушують верхній шар ґрунту та підрізають бур’яни. Більшість сучасних культиваторів агрегатуються з тракторами за допомогою триточкової навіски або причіпного пристрою.

Залежно від призначення культиватори поділяються на суцільні (польові) та міжрядні. Польові культиватори застосовуються для передпосівного обробітку ґрунту та підготовки насіннєвого ложа. Вони мають широку раму, на якій розміщені стояки з лапами, а також вирівнювальні пристрої для формування рівної поверхні поля. Міжрядні культиватори використовують для обробітку ґрунту між рядками рослин. Вони забезпечують розпушування ґрунту та знищення бур’янів без пошкодження культурних рослин, а також можуть одночасно вносити мінеральні добрива.

Широко застосовуються також ротаційні культиватори та фрези, які виконують активний обробіток ґрунту. Їх робочими органами є обертові ножі або зуби, що приводяться в дію від вала відбору потужності трактора. Такі машини

забезпечують інтенсивне розпушування ґрунту, подрібнення рослинних решток та формування рівної поверхні поля. Ротаційні культиватори особливо ефективні на важких ґрунтах і можуть використовуватися для формування гребенів у технології вирощування картоплі.

Для поверхневого обробітку ґрунту після оранки застосовують борони, які призначені для подрібнення грудок, вирівнювання поверхні поля та знищення молодих бур'янів. Найпоширенішими є дискові, зубові, пружинні та сітчасті борони. Борони працюють по всій поверхні поля, розпушуючи верхній шар ґрунту і формуючи структуру, придатну для висіву або подальшого догляду за посівами.

Крім того, у сучасному землеробстві застосовують комбіновані ґрунтообробні агрегати, які поєднують кілька операцій за один прохід. Такі машини можуть виконувати культивацію, боронування, вирівнювання та ущільнення ґрунту. Використання комбінованих агрегатів дозволяє зменшити кількість проходів техніки по полю, знизити енергетичні витрати та підвищити продуктивність праці.

Таким чином, сучасні машини для догляду за ґрунтом представлені широким спектром конструкцій – культиваторами, боронами, ротаційними фрезами та комбінованими агрегатами. Вибір конкретної машини залежить від технології вирощування культури, ґрунтово-кліматичних умов, ступеня засміченості поля та необхідної якості обробітку ґрунту. Удосконалення конструкцій цих машин спрямоване на підвищення ефективності розпушування ґрунту, зниження енергетичних витрат і забезпечення оптимальних умов для росту та розвитку рослин.

2.2 Короткий огляд машин для міжрядного обробітку картоплі

Своєчасний і якісний догляд за посівами картоплі має вирішальне значення для отримання високих і стабільних урожаїв. Особливо важливим є поєднання ефективного догляду з правильним виконанням інших агротехнічних заходів,

таких як обробіток ґрунту, внесення добрив, підготовка насіннєвого матеріалу та своєчасне садіння бульб. За даними наукових досліджень і виробничої практики, навіть без внесення добрив ретельний і своєчасний догляд за посівами може підвищити врожайність картоплі приблизно на 25 %, а за умови застосування добрив – до 80–85 %.

Основною метою догляду за посівами картоплі є створення оптимальних умов для росту і розвитку рослин. Це досягається шляхом систематичної боротьби з бур'янами, руйнування ґрунтової кірки, захисту рослин від хвороб і шкідників, а також забезпечення рослин необхідними поживними речовинами. Міжряддя та рядки рослин повинні підтримуватися у розпушеному стані та бути чистими від бур'янів. Такий стан ґрунту сприяє збереженню вологи, покращує доступ повітря до кореневої системи та забезпечує більш ефективне використання поживних речовин.

Для виконання цих технологічних операцій використовують різноманітні культиватори та культиватори-підгортачі, які повинні відповідати ряду агротехнічних вимог. Робочі органи машин мають формувати рівномірний і пухкий гребінь, підгортати рослини без ущільнення бокових поверхонь гребеня та забезпечувати розпушування дна борозни для збереження ґрунтової вологи. Водночас робочі органи не повинні пошкоджувати надземну частину рослин, столони та кореневу систему картоплі. Крім підгортання, вони повинні ефективно знищувати бур'яни як у міжряддях, так і на схилах гребенів.

Регулювальні механізми культиваторів повинні забезпечувати зміну глибини обробітку в межах приблизно 6–15 см, а також дозволяти регулювати форму та висоту гребеня. Для нормального розвитку рослин гребінь не повинен бути надто загостреним, оскільки картопля потребує достатнього об'єму пухкого ґрунту для формування столонів і бульб. Захисна зона під час обробітку міжрядь повинна регулюватися залежно від способу садіння та типу робочих органів. Крім того, культиватор має забезпечувати повне підрізання бур'янів по всій ширині проходу лап без перевертання ґрунтового шару.

Сучасні культиватори для міжрядного обробітку можуть мати як пасивні, так і активні робочі органи. Пасивні робочі органи виконують обробіток ґрунту за рахунок тягового зусилля трактора, тоді як активні робочі органи приводяться в дію від вала відбору потужності та забезпечують більш інтенсивне розпушування ґрунту. За типом приводу розрізняють ручні культиватори, мотокультиватори та культиватори, що агрегатуються з тракторами.

Однією з машин, що застосовується для формування гребенів під час вирощування картоплі, є культиватор-гребенеутворювач КГО-3,0. Він призначений для передпосадкового формування гребенів, а також для довсходового і післясходового формування трапецієподібних гребенів у чотирирядних посадках картоплі. Машина забезпечує якісне розпушування ґрунту на задану глибину та ефективне знищення бур’янів.



Рисунок 3.1 – Культиватор-гребенеутворювач КГО-3,0

Іншою поширеною машиною є культиватор-гребенеутворювач КГП-4, який призначений для міжрядного обробітку ґрунту з одночасним формуванням об’ємних гребенів із міжряддям 75 см. За потреби культиватор може бути

переналаштований на міжряддя 70 або 80 см. Машина може використовуватися як до садіння картоплі для формування гряд, так і після садіння для догляду за рослинами. Основне застосування культиватора КГП-4 – вирощування картоплі за грядовою технологією.



Рисунок 3.2 – Культиватор-гребенеутворювач КГО-3,0

Конструктивно культиватор-гребенеутворювач КГП-4 складається з рами з навісним пристроєм, робочих балок, на яких встановлені чизельні розпушувачі, підпружинені диски та рихлячі ножі. Гребенеутворювач оснащений механізмами регулювання положення робочих органів відносно рами культиватора, що дозволяє змінювати форму і розміри гребенів залежно від умов роботи.

У сучасному виробництві також широко застосовуються імпортні машини, зокрема культиватор-гребенеутворювач Rumptstad RSF 2000, призначений для розпушування ґрунту в міжряддях шириною 75–90 см з одночасним формуванням високих об’ємних гребенів після садіння картоплі до появи сходів. Сформовані гребені мають дрібнокомкувату структуру і здатні зберігати форму протягом усього періоду вегетації, що створює оптимальні умови для розвитку кореневої системи та формування бульб.



Рисунок 3.3 – Культиватор-гребенеутворювач Rumptstad RSF 2000

Для міжрядного обробітку картоплі широко використовується культиватор КОН-2,8, який призначений для довсходового та післясходового обробітку міжрядь чотирирядних посадок картоплі. Машина може виконувати розпушування ґрунту, підгортання рослин, боронування сходів та підживлення мінеральними добривами. Паралелограмна підвіска секцій робочих органів забезпечує копіювання рельєфу поля та стабільну глибину обробітку.



Рисунок 3.4 – Культиватор для міжрядного обробітку ґрунту КОН-2,8

Для ресурсозберігаючих технологій вирощування картоплі застосовують фрезерний культиватор-гребенеутворювач КФК-2,8, який призначений для розпушування міжрядь із одночасним формуванням високих гребенів із дрібнокомкуватою структурою ґрунту. За необхідності машина може бути переобладнана для суцільного обробітку ґрунту.



Рисунок 3.5 – Культиватор-гребенеутворювач фрезерний КФК-2,8

Серед сучасних високопродуктивних машин варто відзначити роторний гребенеутворювач Baselier 4FK310, який оснащений активним ротором із вигнутими зубами та приводом від вала відбору потужності трактора. Машина призначена для формування гребенів під час вирощування картоплі та інших культур. Завдяки інтенсивному розпушуванню ґрунту вона забезпечує формування рівномірних гребенів із добре розпушеною структурою.

Таким чином, сучасні машини для міжрядного обробітку картоплі представлені широким спектром конструкцій, які відрізняються типом робочих органів, способом приводу та технологічними можливостями. Використання цих машин дозволяє ефективно знищувати бур’яни, покращувати агрофізичні властивості ґрунту та створювати сприятливі умови для росту і розвитку рослин картоплі. Водночас подальше удосконалення конструкцій культиваторів

спрямоване на підвищення продуктивності, зменшення енергетичних витрат та покращення якості міжрядного обробітку.



Рисунок 3.5 – Роторний гребенеутворювач Baselier 4FK310

2.3 Конструкція та робота культиватора-окучника-гребенеутворювача КОН-2,8А

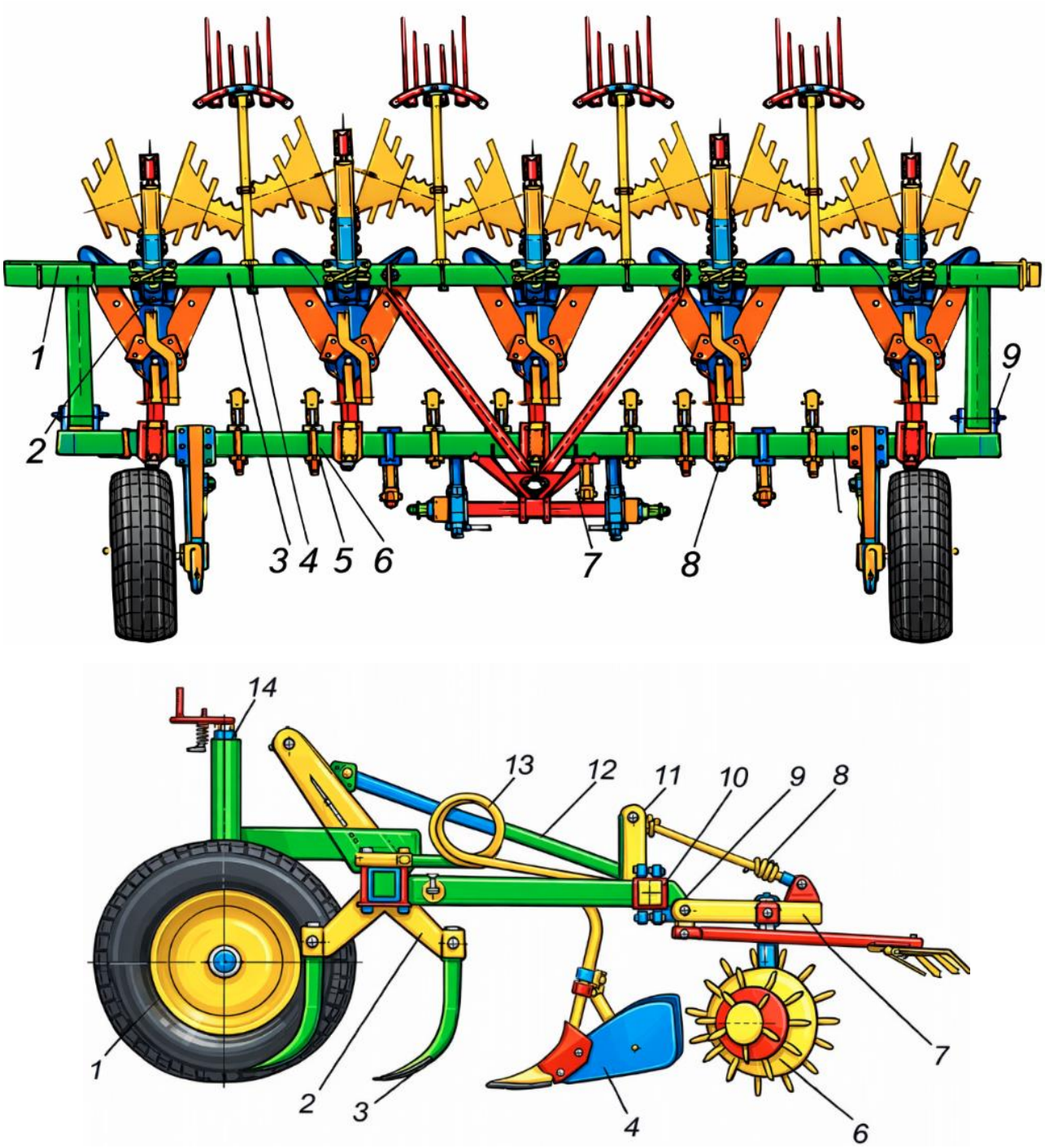
Культиватор призначений для роботи на полях із вологістю ґрунту не більше 20 %. Допустимий ухил поверхні поля не повинен перевищувати 8°.

Конструктивно культиватор складається з основної рами, задньої рами, двох опорних коліс та п’яти секцій робочих органів. До робочих органів належать долотоподібні лапи, окучники, роторні борінки, гребінки, а також допоміжні елементи – кронштейни, пружини, стяжки та сигнальні щитки.

Конструкція культиватора. Культиватор навішується на трактор за допомогою автоматичної навісної системи.

На основній рамі встановлені:

- дві стійки для приєднання центральної тяги навіски трактора;
- кронштейни для з’єднання з нижніми важелями навісної системи;
- проушини для кріплення задньої рами.



1 – сигнальний щиток; 2 – пружина; 3 – задня рама; 4 – гребінка; 5 – скоба кріплення лапи; 6 – основна рама; 7 – стяжка; 8, 9 – кронштейни

Рисунок 3.6 – Культиватор-підгортач-гребенеутворювач КОН-2,8А

Задня рама з’єднується з основною за допомогою осей та додатково підсилюється двома стяжками, що забезпечують жорсткість конструкції.

На основній рамі за допомогою спеціальних кріпильних скоб встановлюються кронштейни, на яких закріплюються два опорних

пневматичних колеса. Також на рамі розміщені основні робочі органи – долотоподібні лапи та окучувальні корпуси.

До задньої рами кріпляться роторні борінки та гребінки. Роторні борінки встановлюються на шарнірних кронштейнах і притискаються до поверхні ґрунту за допомогою пружинного механізму, що забезпечує їх заглиблення. Гребінки мають форму «котячої лапки» та оснащені пружинними зубами для обробітку верхньої частини гребеня.

Регулювання глибини обробітку. Необхідна глибина обробітку встановлюється шляхом переміщення опорних коліс. Зміщення стійки колеса на одну поділку змінює глибину обробітку приблизно на 1 см.

Окучувальні корпуси призначені для формування ґрунтового гребеня вздовж рядка рослин, знищення бур’янів у борозні та засипання бур’янів у захисних зонах. Вони використовуються під час підгортання просапних культур, зокрема картоплі, а також під час нарізання гребенів перед садінням.

Окучувальний корпус складається з: пружної стійки; розпушувальної лапи; грудей окучника; правого і лівого відвалів; регулювальних тяг.

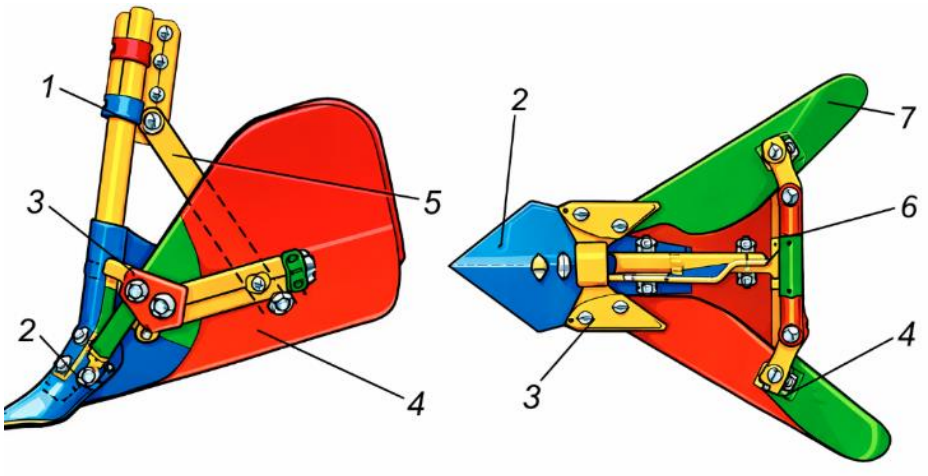
Під час роботи лапа підрізає ґрунт, після чого він піднімається по поверхні відвалів, розпушується і переміщується до рядка рослин, формуючи гребінь. Змінюючи положення відвалів за допомогою регулювальних тяг, можна змінювати висоту гребеня залежно від фази розвитку рослин.

Глибина обробітку окучувальними корпусами становить приблизно 16 см, при цьому висота сформованих гребенів може досягати 25 см.

Долотоподібні лапи являють собою стійку із загнутим вперед носком, на кінці якої закріплено долото шириною близько 20 см. Лапи можуть розташовуватися в один або два ряди – перед рамою або позаду неї.

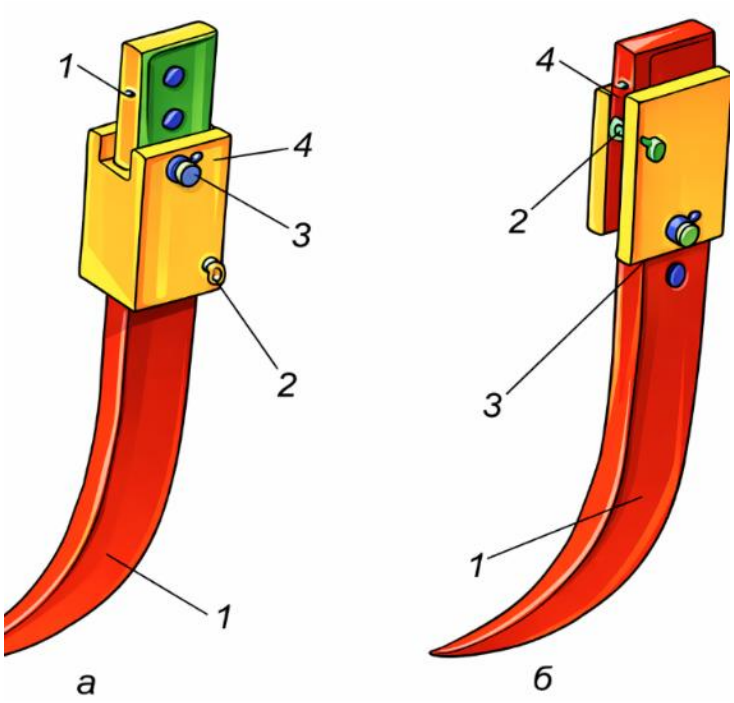
Кріплення лап здійснюється у спеціальних держателях за допомогою пальців і запобіжного штифта, який зрізається при наїзді на перешкоду, запобігаючи пошкодженню конструкції.

Глибина обробітку лап регулюється переміщенням долота в держателі: переміщення на одне отвір збільшує глибину обробітку приблизно на 3 см.



1 – стійка підгортальника; 2 – розпушувальна лапа (наральник); 3 – грудка підгортальника; 4 – лівий відвал; 5, 6 – регулювальні тяги; 7 – правий відвал

Рисунок 3.7 – Підгортальний корпус



а – передні (виконання 1); б – задні (виконання 2); 1 – долото; 2 – запобіжний штифт; 3 – пальці кріплення; 4 – тримач

Рисунок 3.8 – Долота

Такі лапи застосовуються для розпушування міжрядь на глибину до 16 см без винесення на поверхню вологого шару ґрунту.

Роторні борінки складаються з двох конічних півсекцій із зубчастими кільцями. Під час роботи зуби взаємодіють із ґрунтом, змушуючи півсекції обертатися. У результаті відбувається розпушування ґрунту та вичісування бур’янів на схилах гребенів.

До секцій можуть встановлюватися спеціальні циліндричні барабани для прикочування верхньої частини гребеня.

Роторні борінки застосовують для:

- передпосівного обробітку,
- довсходового обробітку,
- післясходового догляду за посівами картоплі та інших культур.

Гребінки з пружинними зубами використовуються для розпушування верхньої частини гребенів і додаткового знищення бур’янів.

Підготовка агрегату до роботи включає:

– підготовку трактора,

– навішування культиватора,

– регулювання робочих органів відповідно до схеми посадки.

– Підготовка трактора передбачає:

– встановлення колії коліс (1400 мм при міжряддях 70 см);

– регулювання тиску в шинах;

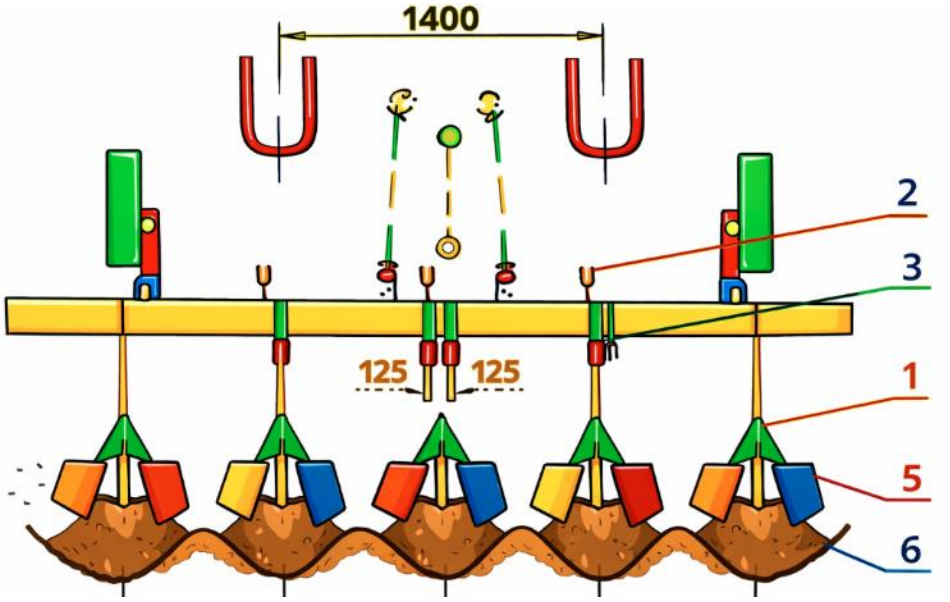
– налаштування довжини розкосів навісної системи;

– забезпечення паралельності рами культиватора до поверхні поля.

Навішування культиватора здійснюється за допомогою автоматичної зчіпки.

Після цього проводиться регулювання розташування робочих органів відповідно до ширини міжрядь і встановлення необхідної глибини обробітку.

Під час експлуатації культиваторів можуть виникати різні несправності, зокрема наведені в таблиці 2.1.



1 – підгортальник; 2 – переднє долото; 3 – заднє долото; 4 – ротаційна борінка; 5 – рамка; 6 – гребінка

Рисунок 3.9 – Схема розміщення робочих органів культиватора

Таблиця 2.1 – Можливі несправності просапних культиваторів та способи їх усунення

Несправність	**Причина**	**Спосіб усунення**
Погане підрізання бур'янів	Затуплення робочих органів	Регулярне заточування лап
Засипання рослин у рядках	Забивання робочих органів бур'янами	Очищення робочих органів
Утворення гребнистої поверхні	Налипання ґрунту	Очищення робочих органів
Погане заглиблення робочих органів	Неправильне встановлення лап	Регулювання положення лап
Припинення висіву добрив	Утворення склепінь у бункері	Розпушування та просіювання добрив
Забивання тукопроводів	Висока вологість добрив	Підсушування і очищення добрив

2.4 Опис розробки

У сучасних умовах розвитку аграрного виробництва використання технічних засобів для вирощування картоплі, розроблених кілька десятиліть тому, стає дедалі менш ефективним. Зміна технологій вирощування, підвищення вимог до якості обробітку ґрунту та необхідність зниження витрат ресурсів

зумовлюють потребу в удосконаленні існуючих машин і створенні нових технічних засобів для догляду за посівами цієї культури.

З метою визначення перспективних напрямів удосконалення було проведено аналіз існуючих машин і знарядь для міжрядного обробітку картоплі. На сьогодні у невеликих та середніх господарствах найчастіше використовується культиватор-підгортальник КОН-2,8А. Проте конструкція цієї машини не забезпечує необхідної якості міжрядного обробітку за сучасних технологічних вимог.

Основними недоліками даної конструкції є такі:

1. Недостатня довжина поперечної балки рами, що обмежує можливість налаштування робочих секцій на збільшену ширину міжрядь, наприклад 75 см, яка застосовується у голландській технології вирощування картоплі.

2. Складність конструкції кронштейнів кріплення гряділів, які виготовляються методом лиття, що ускладнює їх виробництво та збільшує витрати на виготовлення.

3. Недостатня стійкість ротаційних розпушувачів, які приєднуються до гряділів за допомогою довгих поводків. Така схема кріплення не забезпечує стабільного руху робочих органів у міжряддях і може спричиняти пошкодження культурних рослин.

Метою запропонованого технічного рішення є спрощення конструкції культиватора, полегшення його налаштування відповідно до умов експлуатації, а також підвищення надійності та універсальності машини без зниження якості виконання технологічного процесу.Загальний вигляд машини – на рис. 3.10.

Досягнення поставленої мети забезпечується завдяки таким конструктивним рішенням.

Верхню тягу механізму виконано нерегульованою і рівною за довжиною відстані між шарнірами нижніх тяг. Це виключає зміну геометрії паралелограмного механізму, а відповідно і кута входження робочих органів у ґрунт під час копіювання мікрорельєфу міжрядь. Використання нерегульованої верхньої тяги значно спрощує конструкцію культиватора та його налаштування.

У цьому випадку встановлення гряділів у горизонтальне положення для всіх паралелограмних секцій виконується одночасно шляхом зміни довжини верхньої тяги навіски трактора.

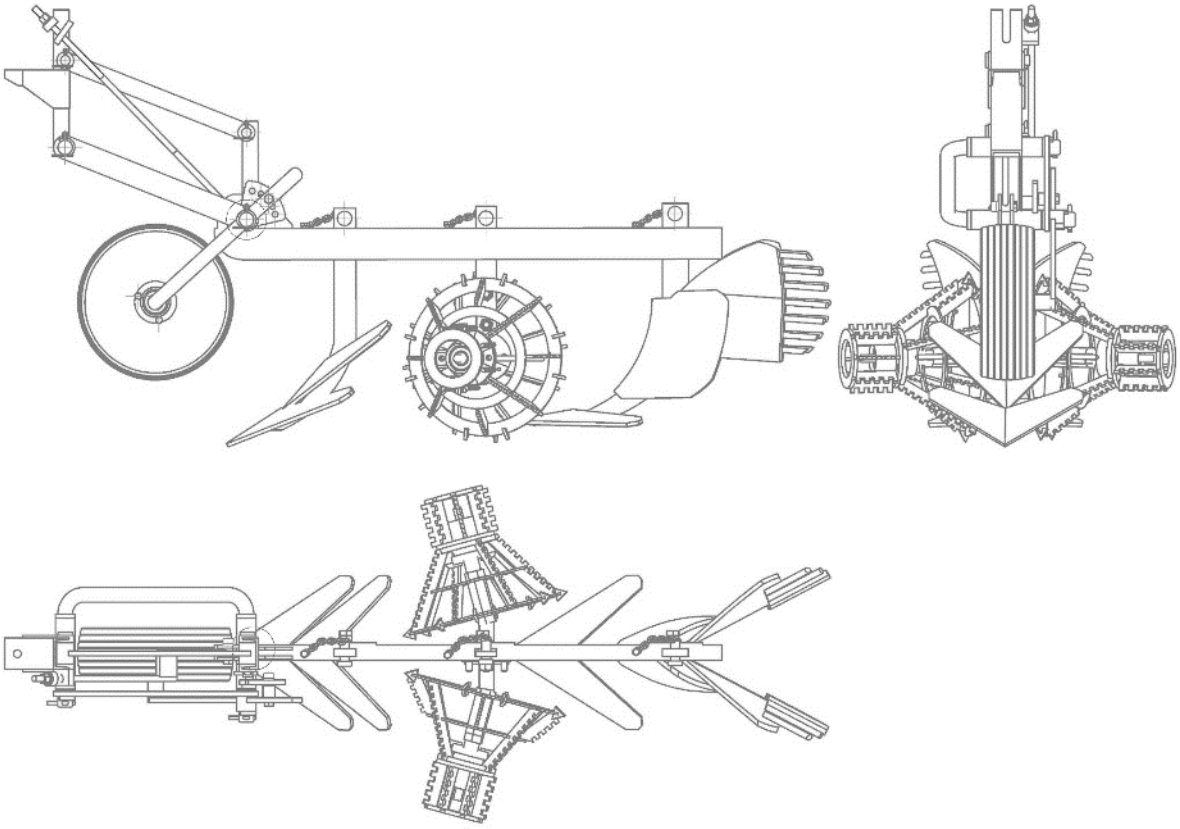


Рисунок 3.10 – Конструктивно-технологічна схема культиватора для міжрядної обробки

Нижню тягу виконано цільною П-подібною, зі збільшеною поперечною базою, що забезпечує достатню стійкість руху робочої секції у поздовжньо-вертикальній площині. Зовні на неї встановлюється замок-тяга, який забезпечує надійне з’єднання елементів конструкції.

Поперечну базу рами культиватора збільшено таким чином, щоб забезпечити можливість налаштування машини на ширину міжрядь 75 см, що відповідає вимогам голландської технології вирощування картоплі.

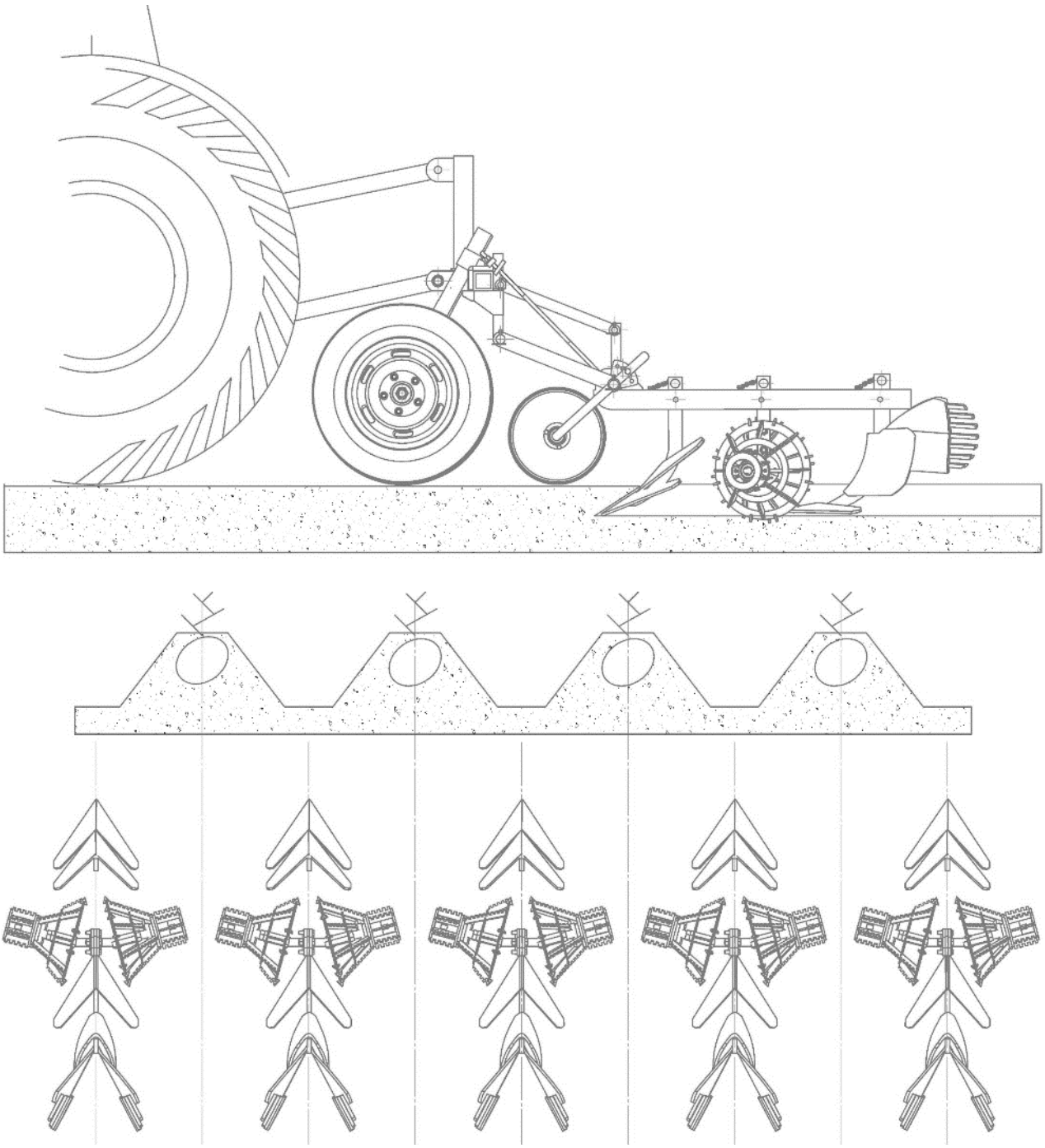


Рисунок 3.11 – Схема роботи культиватора

На стійках робочих органів передбачені конічні заглиблення, які забезпечують надійну фіксацію стійки на грядилі за допомогою болта з конічним наконечником. Крім того, у верхній частині стійок виконані додаткові отвори для встановлення запобіжних пальців, які запобігають випадінню робочих органів у разі самовідгвинчування болта під час транспортування культиватора або

розвороту агрегату в кінці гону. Палець з’єднується з грядилем за допомогою якірного ланцюга.

Кронштейни паралелограмного механізму та інші елементи культиватора виконані зварними з прокатного металу, що значно спрощує технологію виготовлення у порівнянні з аналогічними конструкціями, де використовуються литі деталі. Це дозволяє зменшити виробничі витрати, а також уникнути екологічно шкідливих процесів лиття та додаткових витрат на транспортування литих заготовок до місця механічної обробки та складання.

2.5 Висновки з розділу

У результаті проведеного аналізу встановлено, що механічний догляд за ґрунтом є одним із ключових елементів технології вирощування картоплі, який суттєво впливає на формування врожаю. Основними завданнями цього процесу є розпушування верхнього шару ґрунту, знищення бур’янів, покращення водно-повітряного режиму, а також створення сприятливих умов для росту та розвитку кореневої системи рослин і формування бульб.

Дослідження показало, що для виконання операцій догляду за ґрунтом застосовується широкий спектр ґрунтообробних машин, зокрема культиватори, борони, ротаційні фрези та комбіновані агрегати. Найбільш поширеними для догляду за посівами картоплі є міжрядні культиватори та культиватори-підгортальники, які забезпечують розпушування ґрунту, формування гребенів, знищення бур’янів і підживлення рослин мінеральними добривами.

Аналіз конструкцій сучасних машин для міжрядного обробітку картоплі, таких як КГО-3,0, КГП-4, Rumptstad RSF 2000, КОН-2,8 та КФК-2,8, показав, що вони відрізняються типом робочих органів, способом приводу, технологічними можливостями та рівнем продуктивності. Використання таких машин дозволяє значно підвищити ефективність агротехнічних операцій, покращити агрофізичні властивості ґрунту та забезпечити оптимальні умови для розвитку рослин картоплі.

Разом із тим встановлено, що конструкція широко застосовуваного культиватора-підгортальника КОН-2,8А має ряд недоліків, пов’язаних із обмеженими можливостями налаштування на різну ширину міжрядь, складністю окремих конструктивних елементів та недостатньою стійкістю роботи деяких робочих органів. Це обумовлює необхідність удосконалення існуючих конструкцій культиваторів з метою підвищення їх надійності, універсальності та якості виконання міжрядного обробітку.

Таким чином, проведений аналіз підтверджує доцільність розроблення вдосконаленої конструкції культиватора для міжрядного обробітку картоплі, яка б забезпечувала підвищення ефективності технологічного процесу, покращення якості обробітку ґрунту та зниження енергетичних витрат у процесі вирощування культури.

3 ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РОЗРОБЛЕНОГО КУЛЬТИВАТОРА

3.1 Розрахунок несівної балки рами

Основним несівним елементом конструкції культиватора є балка рами, оскільки саме на неї припадають основні навантаження, що виникають у процесі роботи машини. У зв’язку з цим для перевірки надійності та працездатності конструкції необхідно виконати розрахунок балки на міцність.

Під час розрахунків приймаємо, що сила опору культиватора дорівнює тяговому зусиллю на гаку трактора:

$$P_1 = F_т = 14 \text{ кН} \tag{3.1}$$

Для подальших обчислень складаємо розрахункову схему несівної балки рами.

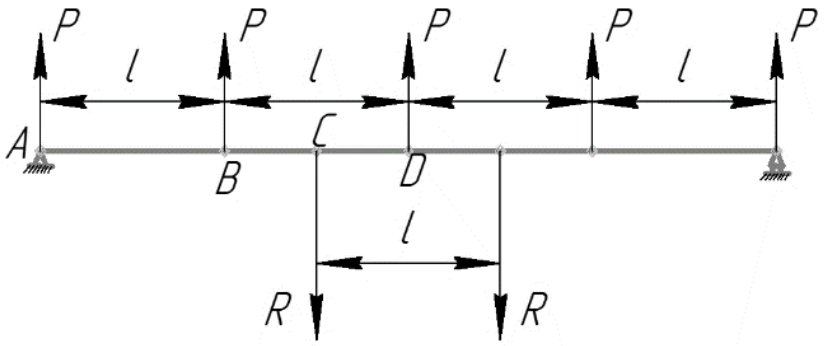


Рисунок 3.1 – Розрахункова схема несівної балки рами

Оскільки величини згинальних моментів відносно точки D є однаковими, необхідно визначити моменти лише в характерних точках A, B, C і D. З урахуванням умови, що в опорних точках згинальний момент дорівнює нулю, одержуємо:

$$M_A = 0 \text{ Нм} \tag{3.2}$$

Згинальний момент у точці B визначається за формулою:

$$M_B = -Pl, \tag{3.3}$$

де P – сила опору робочої секції, Н; l – ширина міжряддя, l=0,7 м.

Силу опору P визначаємо за виразом:

$$P=\frac{1}{5}P_1, \tag{3.4}$$

Після підстановки числових значень одержуємо:

$$P=\frac{1}{5}\cdot 14000 = 2800\ \text{Н}.$$

Знаючи величину сили P, обчислюємо згинальний момент у точці B:

$$M_B = -2800 \cdot 0.7 = 1960\ \text{Н}\cdot\text{м}.$$

Згинальний момент у точці C дорівнює:

$$M_C = -P \cdot 1{,}5l - P \cdot 0.5l = -2Pl, \tag{3.5}$$

Після підстановки числових значень у формулу (3.5) отримуємо:

$$M_C = -2 \cdot 2800 \cdot 0.7 = 3920\ \text{Н}.$$

Згинальний момент у точці D визначається за формулою:

$$M_D = -P \cdot 2l - P \cdot l + R \cdot 0{,}5l = l(-3P + 0{,}5R), \tag{3.6}$$

де R – сила тяги; R=0,5, P1=7 кН.

Тоді:

$$M_D = 0{,}7(-3 \cdot 2800 + 0{,}5 \cdot 7000) = 3430\ \text{кН}.$$

На основі отриманих значень будуємо епюру згинальних моментів.

Далі виконуємо перевірочний розрахунок балки на міцність за умовою:

$$\sigma_{max} = \left|\frac{M_z}{W_z}\right|_{max} \leq [\sigma], \tag{3.7}$$

де σ_{max} – максимальне напруження, Па; M_z – максимальний згинальний момент, Н·м; W_z – момент опору порожнистого квадратного профілю, м³; [σ] – допустиме напруження для матеріалу, Па.

Невідому величину W визначаємо за формулою:

$$W_z = \frac{a^4+a_1^4}{6a}, \tag{3.8}$$

де a – зовнішня сторона порожнистого квадратного профілю, a=0,065 м; b – внутрішня сторона профілю, b=0,049 м.

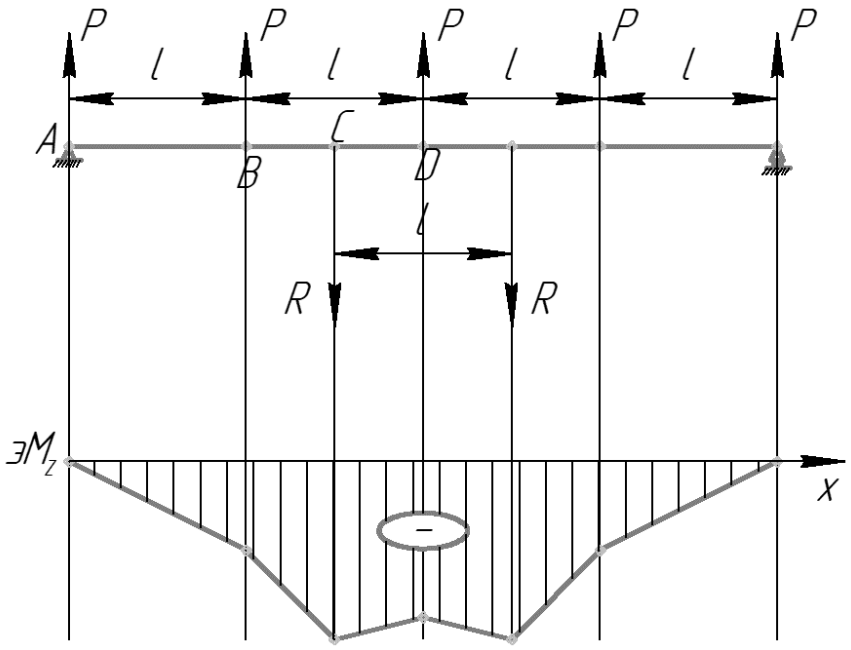


Рисунок 3.2 – Епюра згинальних моментів для несівної балки рами

Після підстановки числових значень отримуємо:

$$W_z = \frac{0{,}065^4 + 0{,}049^4}{6 \cdot 0{,}065} = 6 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3,$$

$$\sigma_{max} = \left| \frac{-3920}{6 \cdot 10^{-5}} \right| = 64 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{max} = 64 \text{ МПа} \leq [\sigma] = 120 \text{ МПа}$$

У результаті розрахунку встановлено, що максимальне напруження в балці не перевищує допустимого значення. Це свідчить про правильність вибору матеріалу та геометричних параметрів профілю. Отже, несівна балка рами має достатній запас міцності й може бути використана в конструкції розроблюваного культиватора.

3.2 Розрахунок рамного швелера

Для визначення міцності рамного швелера складаємо розрахункову схему навантаження елемента конструкції.

Виходячи з умови, що згинальні моменти в точках опор дорівнюють нулю, маємо:

$$M_A = M_C = 0 \text{ Нм} \tag{3.9}$$

Згинальний момент у точці В визначають за таким виразом:

$$M_B = -P\frac{l}{4}, \tag{3.10}$$

де Р – сила опору робочої секції, (Р = 2800) Н; l – міжосьова відстань, l = 0,18 м.

$$M_B = -2800\frac{0.18}{4} = -126 \text{ Нм}.$$

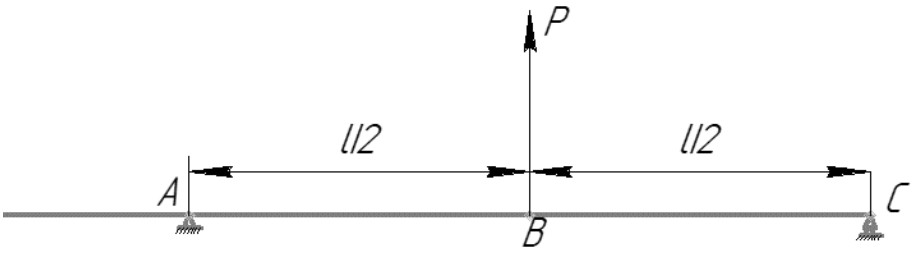


Рисунок 3.3 – Розрахункова схема рамного швелера

Використовуючи отримані результати розрахунків, будуємо епюру згинальних моментів.

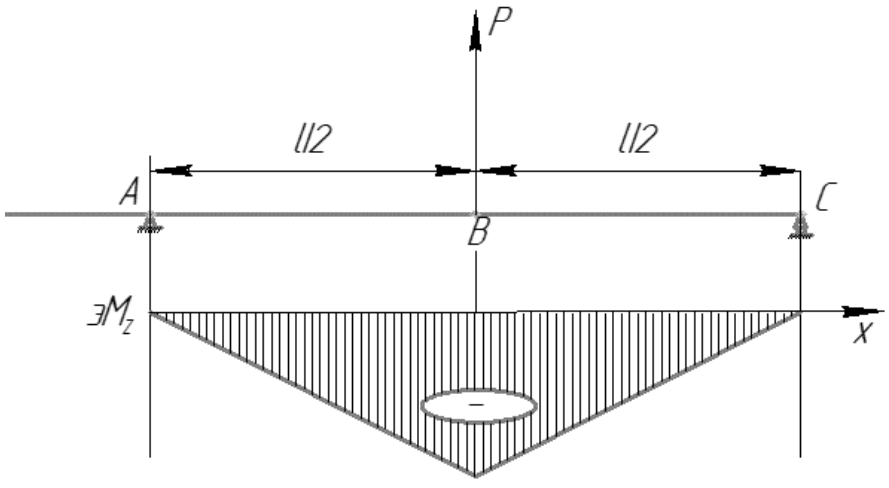


Рисунок 3.4 – Епюра розподілу згинальних моментів у рамному швелері

Далі виконуємо перевірочний розрахунок на міцність за умовою:

$$\sigma_{max} = \left|\frac{M_z}{W_z}\right|_{max} \leq [\sigma], \tag{3.11}$$

де σ_{max} – максимальне напруження, Па; M_z – максимальний згинальний момент, Н·м; $M_z = M_B = -126$ Нм; W_z – момент опору швелера, $W_z = 2{,}75 \cdot 10^{-6}$ м^3; $[\sigma]$ – допустиме напруження для матеріалу, $[\sigma] = 120$ МПа.

У результаті проведених розрахунків встановлено, що фактичні напруження не перевищують допустимих значень $\sigma_{max} = 45{,}8$ МПа $\leq [\sigma] = 120$ МПа. Це свідчить про правильність вибору матеріалу та перерізу елемента. Отже, рамний швелер має достатній запас міцності та може бути використаний у конструкції розроблюваного культиватора.

3.3 Розрахунок зварного шва на відрив

Для перевірки надійності з'єднання виконуємо розрахунок зварного шва на відрив. Умова міцності зварного з'єднання визначається виразом:

$$\sigma = \frac{P}{F_{св}} \leq [\sigma], \tag{3.12}$$

де P – сила опору робочої секції, P=2800 Н; F – площа зварного шва, м²; $[\sigma]$ – допустиме напруження для зварного з'єднання $[\sigma] = 120$ МПа.

Площа зварного шва визначається за формулою:

$$F_{св} = l \cdot \delta, \tag{3.13}$$

де a – катет зварного шва, м; l – довжина зварного шва, м.

Довжину зварного шва визначаємо за формулою:

$$l = R \cdot \alpha, \tag{3.14}$$

де R – радіус дуги, м; φ – центральний кут дуги, рад.

Після підстановки числових значень отримуємо:

$$l = 0{,}02 \cdot 3.04 = 0{,}061 \text{ м.}$$

$$F_{св} = 0{,}061 \cdot 0{,}0035 = 2{,}1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

$$\sigma = \frac{2800}{2{,}1 \cdot 10^{-4}} = 13{,}3 \text{ МПа.}$$

У результаті проведених розрахунків встановлено, що фактичні напруження у зварному шві не перевищують допустимих значень $\sigma_{max} =$

$13{,}3\ \text{МПа} \leq [\sigma] = 120\ \text{МПа}$. Це свідчить про правильний вибір типу зварного з'єднання та наявність достатнього запасу міцності. Отже, обране зварне з'єднання може бути надійно використане в конструкції культиватора.

3.4 Розроблення операційно-технологічної карти на міжрядний обробіток картоплі

Операційна технологія — це комплекс агротехнічних, технічних і організаційних заходів, спрямованих на раціональне використання машинно-тракторних агрегатів та забезпечення високої якості виконання механізованих польових робіт.

Для конкретних умов господарства технологія виконання окремих операцій оформлюється у вигляді операційно-технологічної карти, у якій визначаються склад агрегату, режими його роботи, порядок організації виконання технологічного процесу та методи контролю якості.

У цій роботі розроблено операційно-технологічну карту виконання міжрядного обробітку картоплі культиватором у складі машинно-тракторного агрегату з трактором МТЗ-80.

Агротехнічні вимоги до проведення міжрядного обробітку картоплі передбачають визначення строків і тривалості виконання цієї операції з урахуванням призначення продукції, біологічного стану рослин та наявності відповідних технічних засобів.

Основні агротехнічні вимоги до виконання операції такі:

- перше розпушування міжрядь виконують на глибину 4–7 см, а при наступних обробітках глибину збільшують до 10–12 см;
- відхилення середньої глибини обробітку від заданої не повинно перевищувати ±1 см;
- ширина захисної зони при першому міжрядному обробітку становить 8–10 см, при наступних – 13–15 см;

– ширина захвату культиватора повинна відповідати ширині захвату картоплесаджалки, а проходи культиватора мають збігатися з проходами садильного агрегату;

– робочі органи не повинні пошкоджувати сходи та витягувати бульби із ґрунту;

– борони повинні розпушувати ґрунт на глибину 3–6 см, руйнувати ґрунтову кірку та знищувати бур’яни;

– після обробітку розмір ґрунтових грудок не повинен перевищувати 3–5 см;

– не допускається пошкодження кореневої системи рослин, їх виривання або засипання;

– підгортальні корпуси повинні формувати рівномірний шар пухкого ґрунту товщиною 5–8 см на поверхні гребеня;

– поверхня міжрядь після обробітку повинна бути рівною, без великих грудок і гребенів.

Насіння більшості однорічних бур’янів починає проростати вже на 4–5 день після садіння картоплі, тому важливо своєчасно провести перший міжрядний обробіток. Найдоцільніше виконувати довсходову культивацію через 5–7 днів після садіння, коли бур’яни знаходяться у фазі «білої ниточки». У цей період знищується до 80 % проростків бур’янів.

Затримка з проведенням обробітку значно ускладнює боротьбу з бур’янами, оскільки їх коренева система встигає заглибитися у ґрунт.

Крім того, після садіння картоплі часто випадають опади, що призводить до утворення ґрунтової кірки, яка погіршує газообмін і сповільнює проростання бульб.

Комплектування машинно-тракторного агрегату. Комплектування агрегату та підготовку техніки до роботи виконують бригадир і тракторист-машиніст.

Основні параметри агрегату:

– продуктивність машини – 1,75 га/год;

- робоча швидкість – 6 км/год;
- ширина захвату – 2,8 м;
- глибина обробітку – 7 см;
- габаритні розміри – 2223×3500×1245 мм;
- агрегатується з трактором тягового класу 14 кН (МТЗ-80).

Для визначення ефективності роботи машинно-тракторного агрегату необхідно розрахувати ступінь завантаження трактора під час роботи з даною машиною.

Питомий робочий опір агрегату визначають за формулою

$$K_v = K_o\left[1+\frac{\Delta C}{100}(V_p - V_o)\right], \tag{3.15}$$

де k_0 – середній питомий опір машини; а – темп зростання питомого тягового опору, а=1,5 кН/м; V_p – робоча швидкість агрегату, V_p=5 км/год; V_0=4,4 км/год – базова швидкість.

Загальний тяговий опір машини визначають за формулою

$$K_v = 4,5\left[1+\frac{0,015}{100}(5-4,4)\right] = 4,5006\text{кН}. \tag{3.16}$$

де b_p – робоча ширина захвату машини, м.

Ступінь використання тягових можливостей трактора визначають за формулою

$$R_м = K_v в_p, \tag{3.17}$$

де R_n – номінальна сила тяги трактора на IV передачі, R_n=12,3 кН; G – експлуатаційна маса трактора, G=33,5 кН; і – ухил місцевості, і=3%.

Підготовка робочої ділянки. Підготовку поля до виконання технологічної операції здійснюють агроном і тракторист-машиніст.

Вихідні дані: площа оброблюваного поля – 1 га; довжина гону – 200 м.

Кінематична довжина агрегату визначається як

$$L_к = L_{тр+}L_м = 2,23 + 2,22 = 4,45 \text{ м}. \tag{3.18}$$

Кінематична ширина агрегату

$$E = 2,8R_o + 0,5d_k + l, \tag{3.19}$$

Радіус повороту агрегату приймаємо R_o=5…6 м

Довжина виїзду агрегату визначається в межах

$$l = 0,1 \cdot 4,45 = 0,445\text{м}.$$

Робочу довжину гону визначають з урахуванням ширини поворотної смуги

$$L_р = 200 - 2E,$$

де Е – ширина поворотної смуги, м.

Ширину поворотної смуги визначають за формулою

$$E = 2,8R_о + 0,5d_k + l, \quad (3.20)$$

де R_0 – радіус повороту агрегату, м; d_k – кінематична ширина агрегату, м; l – довжина виїзду агрегату, м.

Коефіцієнт робочих ходів визначають за формулою

$$\phi = \frac{L_р}{L_р + 6R_о + 2l}. \quad (3.21)$$

$$\phi = \frac{167,6}{167,6 + 6 \cdot 5 + 2 \cdot 0,445} = 0,84.$$

Основним способом руху машинно-тракторного агрегату є човниковий спосіб. Під час роботи агрегат здійснює петльові грушоподібні повороти.

Довжину повороту визначають за формулою

$$L_х = (0,66...8)R_о + 2l \quad (3.22)$$

$$L_х = 7 \cdot 5 + 2 \cdot 0,445 = 36\text{м}$$

Чистий робочий час визначають розрахунковим шляхом на основі раціонального балансу часу зміни, який включає: підготовчо-завершальні операції; робочий час; час на повороти та заїзди; технічне обслуговування; регулювання і контроль якості; час на відпочинок та особисті потреби.

Чистий робочий час визначають на основі балансу часу зміни:

$$T_р = \left(T_{см} - \left(T_{пз} + T_{кач} + T_{рег} + T_{тех} + T_{отл}\right)\right) / (1 + \tau_{пов} + \tau_{пер} + \tau_{то} + \tau_{под} + \tau_{оч}). \quad (3.23)$$

де $T_{зм}$ – тривалість зміни (7 год); $T_{пз}$ – підготовчо-заключний час; $T_р$ – чистий робочий час; $T_{пов}$ – час на повороти; $T_{оч}$ – час на очищення робочих органів; $T_{кач}$ – час на контроль якості; $T_{рег}$ – час на регулювання; $T_{тех}$ – час на технічне обслуговування; $T_{отл}$ – час на відпочинок.

Чистий робочий час становить: $T_р$=3,9 год

Змінну продуктивність визначають за формулою

$$W_{см} = 0{,}1 \cdot B_р \cdot V_р \cdot T_р, \quad (3.24)$$

де $B_р$ – ширина захвату агрегату, м; $V_р$ – робоча швидкість, км/год; $T_р$ – чистий робочий час, год.

$$W_{см} = 0{,}1 \cdot 2{,}8 \cdot 5 \cdot 3{,}8 = 5{,}32 га / зміну.$$

Витрати палива на 1 га визначають за формулою

$$\theta = \frac{G_{Тр} T_р + G_{Тх} T_х + G_{То} T_о}{W_{см}}, \quad (3.25)$$

де $G_{тр}$ – витрата палива при робочому ході; $G_х$ – витрата при холостому ході; $G_о$ – витрата при зупинках; Орієнтовні значення: $G_{тр}$=5 кг/год; $G_х$=10,5 кг/год; $G_о$=1,4 кг/год.

Контроль якості виконання міжрядного обробітку здійснюють агроном разом із трактористом-машиністом. Оцінювання результатів роботи проводять за такими основними показниками: відповідність заданій глибині розпушування, рівень пошкодження культурних рослин, ефективність знищення бур'янів, а також відсутність забивання робочих органів ґрунтом або рослинними рештками.

Перевірку якості виконання операції проводять 2–3 рази протягом зміни. Глибину обробітку визначають у різних частинах поля, виконуючи не менше 20 вимірювань. Середнє значення отриманих результатів не повинно відхилятися від встановленої глибини більш ніж на ±1 см.

Ефективність підрізання бур'янів перевіряють на контрольних ділянках площею 1 м², розміщених по діагоналі поля. На кожній такій ділянці допускається наявність не більше 1–3 бур'янів, що залишилися непідрізаними.

3.5 Висновки з розділу

У результаті виконаних досліджень і розрахунків обґрунтовано необхідність модернізації культиватора для міжрядного обробітку картоплі. Встановлено, що вдосконалення конструкції є доцільним з огляду на підвищення

вимог до якості обробітку ґрунту, надійності роботи машини та її пристосованості до сучасних технологій вирощування картоплі.

Проведений міцнісний розрахунок основних елементів конструкції підтвердив працездатність запропонованого технічного рішення. Розрахунок несівної балки рами показав, що максимальні напруження не перевищують допустимих значень, а отже вибраний профіль і матеріал забезпечують необхідний запас міцності. Аналогічно розрахунок рамного швелера засвідчив, що при напруженні σ_{max}=45,8 МПа воно є меншим за допустиме значення [σ]=120 МПа, що підтверджує надійність цього елемента. Перевірка зварного шва на відрив також показала достатній запас міцності, оскільки фактичне напруження σ_{max}=13,3 МПа є значно меншим за допустиме.

Розроблена операційно-технологічна карта міжрядного обробітку картоплі дала змогу встановити основні агротехнічні вимоги до виконання операції, параметри машинно-тракторного агрегату та умови його ефективної роботи. Визначено, що використання культиватора у агрегаті з трактором МТЗ-80 забезпечує виконання міжрядного обробітку з дотриманням установленої глибини, мінімальним пошкодженням культурних рослин і достатньою ефективністю знищення бур’янів.

У ході розрахунків експлуатаційних показників встановлено раціональні параметри роботи агрегату, зокрема робочу швидкість, ширину захвату, ступінь завантаження трактора, чистий робочий час зміни, змінну продуктивність і витрати палива. Це підтверджує можливість ефективного використання розробленої конструкції в умовах господарства.

Отже, модернізований культиватор відповідає вимогам міцності, надійності та технологічної ефективності. Запропоноване конструктивне рішення може бути рекомендоване для використання при міжрядному обробітку картоплі з метою підвищення якості обробітку ґрунту, зниження енерговитрат і покращення умов формування врожаю.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Охорона праці та захист навколишнього середовища є важливими складовими організації сучасного сільськогосподарського виробництва. Виконання технологічних операцій під час вирощування картоплі, зокрема міжрядного обробітку ґрунту, пов’язане з використанням машинно-тракторних агрегатів, що створює певні виробничі небезпеки для працівників та може негативно впливати на стан навколишнього природного середовища. Тому організація робіт повинна здійснюватися відповідно до чинних нормативних документів з охорони праці, техніки безпеки, санітарних норм і екологічних вимог.

Міжрядний обробіток картоплі виконується машинно-тракторними агрегатами, які складаються з трактора та культиватора або культиватора-підгортача. Під час роботи агрегату виникають такі потенційно небезпечні виробничі фактори, як рухомі та обертові частини машин, підвищений рівень шуму та вібрації, пил, можливість травмування працівників під час регулювання або технічного обслуговування обладнання, а також ризик наїзду техніки на людей. Крім того, негативний вплив можуть спричиняти вихлопні гази двигуна внутрішнього згоряння, які містять шкідливі речовини. З огляду на це під час виконання технологічної операції необхідно передбачити комплекс організаційних, технічних та санітарно-гігієнічних заходів, спрямованих на забезпечення безпечних умов праці.

До керування трактором і роботи з сільськогосподарськими машинами допускаються особи, які досягли 18-річного віку, мають відповідну професійну підготовку, посвідчення тракториста-машиніста та пройшли обов’язковий медичний огляд. Перед початком виконання робіт працівники повинні пройти інструктаж з охорони праці та техніки безпеки. Під час інструктажу їх ознайомлюють із будовою машинно-тракторного агрегату, правилами його

експлуатації, вимогами безпечного виконання робіт, а також із порядком дій у випадку виникнення аварійних або небезпечних ситуацій.

Перед початком роботи необхідно виконати ретельний технічний огляд трактора та культиватора. Особливу увагу слід приділити перевірці справності гальмівної системи, рульового керування, навісного механізму, освітлювальних приладів, а також надійності кріплення робочих органів культиватора. Не допускається експлуатація машин із несправними вузлами або механізмами. Усі захисні кожухи та огородження повинні бути встановлені на своїх місцях, а рухомі частини машин повинні бути надійно захищені.

Під час агрегатування культиватора з трактором необхідно дотримуватися встановленої послідовності операцій. Агрегатування здійснюють на рівному майданчику при вимкненому двигуні трактора. Приєднання навісного обладнання виконують за допомогою стандартної триточкової навісної системи. Усі пальці, шплінти та інші елементи кріплення повинні бути надійно зафіксовані. Після завершення агрегатування перевіряють правильність встановлення робочих органів, регулювання глибини обробітку та відповідність ширини захвату міжряддям.

Під час роботи агрегату на полі тракторист-машиніст повинен постійно контролювати роботу машини, дотримуватися встановленої швидкості руху та не допускати перевантаження агрегату. Під час руху забороняється перебування сторонніх осіб поблизу робочої зони машини. Мінімальна безпечна відстань від працюючого агрегату до інших працівників повинна становити не менше 20 м. Під час виконання поворотів у кінці гону необхідно зменшувати швидкість руху та піднімати робочі органи культиватора.

Особливу увагу слід приділяти безпеці під час виконання регулювальних і ремонтних робіт. Усі операції з очищення робочих органів від рослинних решток або ґрунту необхідно виконувати тільки після повної зупинки агрегату та вимкнення двигуна трактора. Забороняється виконувати будь-які ремонтні роботи або регулювання під час руху агрегату. Для очищення робочих органів слід використовувати спеціальні інструменти, а не руки.

З метою забезпечення безпечних умов праці тракторист повинен використовувати засоби індивідуального захисту. До таких засобів належать спецодяг, захисне взуття, рукавиці та головний убір. У разі роботи в умовах підвищеної запиленості рекомендується застосовувати респіратори або захисні маски. Спецодяг повинен бути зручним, не мати вільних елементів, які можуть потрапити до рухомих частин машин.

Важливим фактором безпеки є дотримання правил пожежної безпеки. Трактор і сільськогосподарські машини повинні бути обладнані справними вогнегасниками. Забороняється виконувати заправлення паливом при працюючому двигуні. Під час роботи необхідно уникати потрапляння пального або мастильних матеріалів на гарячі поверхні двигуна. Куріння поблизу місць зберігання пального категорично забороняється.

Під час виконання польових робіт значну увагу приділяють також санітарно-гігієнічним умовам праці. Робоче місце тракториста повинно бути обладнане сидінням із амортизацією, що зменшує вплив вібрації на організм людини. Кабіна трактора повинна мати достатній рівень шумоізоляції та вентиляції. Робоча зміна тракториста не повинна перевищувати встановленої тривалості, а впродовж зміни необхідно передбачати перерви для відпочинку.

Під час виконання міжрядного обробітку картоплі необхідно враховувати також екологічні аспекти виробництва. Одним із важливих завдань є збереження родючості ґрунтів та запобігання їх деградації. Правильно виконаний міжрядний обробіток сприяє покращенню структури ґрунту, зменшенню випаровування вологи та боротьбі з бур’янами без застосування хімічних засобів. Водночас надмірне або неправильне розпушування може призводити до руйнування структури ґрунту, підвищення ризику ерозії та втрати гумусу.

Для зменшення негативного впливу на довкілля необхідно дотримуватися оптимальних режимів роботи машинно-тракторного агрегату. Робочу швидкість, глибину обробітку та ширину захвату слід встановлювати відповідно до агротехнічних вимог. Надмірна швидкість руху агрегату може призводити до

підвищеного руйнування ґрунтової структури та збільшення викидів шкідливих речовин у атмосферу.

Важливим аспектом екологічної безпеки є зниження рівня викидів вихлопних газів тракторного двигуна. Для цього необхідно забезпечувати своєчасне технічне обслуговування двигуна, використання якісного пального та мастильних матеріалів, а також підтримання оптимального режиму роботи двигуна. Справний технічний стан двигуна сприяє зменшенню викидів оксидів азоту, оксиду вуглецю та інших шкідливих речовин.

Особливу увагу слід приділяти запобіганню забрудненню ґрунтів і водних ресурсів паливно-мастильними матеріалами. Усі операції з технічного обслуговування машин повинні виконуватися на спеціально обладнаних майданчиках. Забороняється зливати використані мастильні матеріали на ґрунт або у водойми. Відпрацьовані мастила повинні збиратися у спеціальні ємності та передаватися для подальшої утилізації.

Для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище рекомендується застосовувати сучасні енергоощадні технології обробітку ґрунту. Використання комбінованих агрегатів, які виконують декілька операцій за один прохід, дозволяє зменшити кількість проходів техніки по полю, знизити ущільнення ґрунту та скоротити витрати пального.

Таким чином, забезпечення безпечних умов праці та захист навколишнього середовища під час міжрядного обробітку картоплі передбачає комплекс організаційних, технічних і санітарно-гігієнічних заходів. Дотримання правил охорони праці, своєчасне технічне обслуговування машинно-тракторного агрегату, використання засобів індивідуального захисту та раціональне використання природних ресурсів сприяють підвищенню ефективності виробництва, збереженню здоров’я працівників і мінімізації негативного впливу на довкілля.

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ РОЗРОБЛЕНОГО КУЛЬТИВАТОРА ДЛЯ МІЖРЯДНОЇ ОБРОБКИ КАРТОПЛІ

Під час розроблення або модернізації сільськогосподарської машини необхідно оцінювати не лише її конструктивні та технологічні переваги, а й економічну доцільність використання. У сучасних умовах господарювання важливого значення набувають показники, що характеризують вартість виготовлення машини, витрати на її експлуатацію, рівень енергоємності процесу, трудомісткість виконання робіт, а також строк окупності капіталовкладень. Саме тому поряд із технічним удосконаленням конструкції культиватора для міжрядного обробітку картоплі доцільно провести техніко-економічне обґрунтування запропонованої розробки.

Балансову вартість нової конструкції визначають розрахунковим способом, виходячи з вартості виготовлення основних вузлів, покупних елементів, а також витрат на складання та підготовку машини до роботи. Для більш реалістичної оцінки приймаємо, що балансова вартість проектованого культиватора становить 120000 грн, тоді як балансова вартість базової машини дорівнює 100000 грн.

Для порівняльної економічної оцінки приймаємо такі вихідні дані: маса базової конструкції – 445 кг, проектованої – 851 кг; витрати палива відповідно 1,4 л/га і 0,9 л/га; кількість обслуговуючого персоналу в обох випадках — одна особа; погодинна тарифна ставка механізатора – 150 грн/год; норма амортизації – 12 %; норма витрат на ремонт і технічне обслуговування – 12 % для обох варіантів. Річний обсяг робіт приймаємо 500 га, що відповідає умовам середнього фермерського господарства.

Годинну продуктивність агрегату визначають за залежністю:

$$W_{\text{ч}} = 0,36 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau$$

де $B_р$ – ширина захвату, м; $V_р$ – робоча швидкість руху, м/с; τ – коефіцієнт використання часу зміни.

За ширини захвату 2,8 м, швидкості руху 3 м/с та коефіцієнта використання часу 0,6 продуктивність становить:

$$W_ч = 0,36 \cdot 2,8 \cdot 3 \cdot 0,6 = 1,8 \text{ га/год}$$

Металоємність процесу визначають як:

$$M_e = \frac{G}{W_ч \cdot T_{год} \cdot T_{сл}}$$

де G – маса машини, кг; $T_{год}$ – річне завантаження; $T_{сл}$ – строк служби машини.

Для строку служби 12 років та річного обсягу робіт 500 га:

$$M_{e0} = \frac{445}{500 \cdot 12} = 0,074 \text{ кг/га}$$

$$M_{e1} = \frac{851}{500 \cdot 12} = 0,142 \text{ кг/га}$$

Фондоємність процесу визначають:

$$F_e = \frac{C_б}{W_ч \cdot T_{год}}$$

Для базового варіанта:

$$F_{e0} = \frac{100000}{500} = 200 \text{ грн/га}$$

Для проектованого:

$$F_{e1} = \frac{120000}{500} = 240 \text{ грн/га}$$

Трудомісткість процесу:

$$T_e = \frac{N}{W_ч}$$

де (N) – кількість обслуговуючого персоналу.

Оскільки агрегат обслуговує один механізатор:

$$T_e = \frac{1}{1,8} = 0,56 \text{ люд.-год/га}$$

Витрати на оплату праці визначають:

$$C_{зп} = z \cdot T_e \cdot K_{соц}$$

де z=150 грн/год; $K_{соц}$=1,22.

$$C_{зп} = 150 \cdot 0,56 \cdot 1,22 \approx 102 \text{ грн/га}$$

Витрати на паливо при вартості дизельного палива 55 грн/л становлять:

для базового варіанта:

$$C_{е0} = 55 \cdot 1,4 = 77 \text{ грн/га}$$

для проектованого:

$$C_{е1} = 55 \cdot 0,9 = 50 \text{ грн/га}$$

Витрати на ремонт і технічне обслуговування:

$$C_{рто} = \frac{C_б \cdot H_{рто}}{500}$$

Для базового варіанта:

$$C_{рто0} = \frac{100000 \cdot 0,12}{500} = 24 \text{ грн/га}$$

Для проектованого:

$$C_{рто1} = \frac{120000 \cdot 0,12}{500} = 28,8 \text{ грн/га}$$

Амортизаційні відрахування:

$$A = \frac{C_б \cdot H_a}{500}$$

Для базового варіанта:

$$A_0 = \frac{100000 \cdot 0,12}{500} = 24 \text{ грн/га}$$

Для проектованого:

$$A_1 = \frac{120000 \cdot 0,12}{500} = 28,8 \text{ грн/га}$$

Інші витрати приймаємо на рівні 8 % від суми основних витрат.

Тоді повна собівартість міжрядного обробітку становить:

для базового варіанта:

$$S_0 = 102 + 77 + 24 + 24 + 18 \approx 245 \text{ грн/га}$$

для проектованого варіанта:

$$S_1 = 102 + 50 + 28,8 + 28,8 + 17 \approx 227 \text{ грн/га}$$

Отже, зниження собівартості становить:

$$\Delta S = 245 - 227 = 18 \text{ грн/га}$$

Річна економія:

$$E_{\text{р}} = 18 \cdot 500 = 9000 \text{ грн}$$

Економія палива:

$$(1,4 - 0,9) \cdot 500 = 250 \text{ л}$$

що у грошовому вираженні становить:

$$250 \cdot 55 = 13750 \text{ грн}$$

Строк окупності:

$$T_{\text{ок}} = \frac{120000}{90000} \approx 1,3 \text{ року}$$

Отже, проведений техніко-економічний аналіз показав, що модернізований культиватор забезпечує зменшення витрат палива, зниження експлуатаційних витрат та покращення економічних показників виконання міжрядного обробітку картоплі. Собівартість виконання робіт знижується приблизно на 18 грн/га, а річна економія при обробітку 500 га становить близько 9 тис. грн. Додатково досягається економія дизельного палива в обсязі 250 л за сезон, що відповідає майже 13,8 тис. грн. Строк окупності модернізованої конструкції становить приблизно 1,3 року.

ВИСНОВКИ

1. Картопля є важливою продовольчою культурою, яка має значне значення для забезпечення продовольчої безпеки населення та розвитку сільськогосподарського виробництва. Її біологічні особливості зумовлюють підвищені вимоги до умов вирощування, зокрема до структури ґрунту, вологості, температурного режиму та системи догляду за посівами. Ефективне вирощування картоплі можливе лише за умови застосування комплексу агротехнічних заходів, що забезпечують сприятливі умови для росту і розвитку рослин. Аналіз сучасних технологій вирощування картоплі свідчить про важливу роль механізації процесів догляду за посівами, особливо міжрядного обробітку ґрунту. Використання сучасних технічних засобів дозволяє підвищити якість обробітку, ефективно знищувати бур’яни, покращувати агрофізичні властивості ґрунту та зменшувати застосування хімічних засобів захисту рослин. Отже, удосконалення технічних засобів і технологій міжрядного обробітку картоплі є важливим напрямом підвищення ефективності виробництва, що сприяє зростанню врожайності культури, покращенню якості продукції та зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище.

2. У результаті проведеного аналізу встановлено, що механічний догляд за ґрунтом є важливою складовою технології вирощування картоплі та суттєво впливає на формування врожаю. Найбільш ефективними для виконання цих операцій є міжрядні культиватори та культиватори-підгортальники, які забезпечують розпушування ґрунту, знищення бур’янів і формування гребенів. Разом із тим аналіз існуючих машин показав, що деякі з них, зокрема культиватор КОН-2,8А, мають конструктивні недоліки, які обмежують їх технологічні можливості та якість роботи. Це підтверджує доцільність удосконалення конструкції культиваторів для міжрядного обробітку картоплі з метою підвищення ефективності технологічного процесу, покращення якості обробітку ґрунту та зниження енерговитрат.

3. Проведені дослідження та розрахунки підтвердили доцільність модернізації культиватора для міжрядного обробітку картоплі з урахуванням сучасних вимог до якості обробітку ґрунту та надійності сільськогосподарської техніки. Міцнісний аналіз основних елементів конструкції показав, що напруження в несівній балці рами, рамному швелері та зварних з'єднаннях не перевищують допустимих значень, що свідчить про достатній запас міцності та надійність конструкції. Розроблена операційно-технологічна карта дозволила визначити оптимальні параметри роботи машинно-тракторного агрегату та агротехнічні вимоги до виконання міжрядного обробітку картоплі. Установлено, що використання модернізованого культиватора в агрегаті з трактором МТЗ-80 забезпечує ефективне розпушування ґрунту, знищення бур'янів та дотримання необхідних технологічних режимів роботи. Отже, запропонована конструкція культиватора відповідає вимогам міцності, надійності та технологічної ефективності і може бути рекомендована для практичного застосування у виробництві з метою підвищення якості обробітку ґрунту та ефективності вирощування картоплі.

4. Забезпечення безпечних умов праці та захист навколишнього середовища під час міжрядного обробітку картоплі передбачає комплекс організаційних, технічних і санітарно-гігієнічних заходів. Дотримання правил охорони праці, своєчасне технічне обслуговування машинно-тракторного агрегату, використання засобів індивідуального захисту та раціональне використання природних ресурсів сприяють підвищенню ефективності виробництва, збереженню здоров'я працівників і мінімізації негативного впливу на довкілля.

5. Проведений техніко-економічний аналіз показав, що модернізований культиватор має енергоємність та менші експлуатаційні витрати порівняно з базовим варіантом. Собівартість виконання робіт знижується приблизно на 18 грн/га, а річна економія при обробітку 500 га становить близько 9 тис. грн. Додатково досягається економія дизельного палива в обсязі 250 л за сезон, що відповідає майже 13,8 тис. грн. Строк окупності модернізованої конструкції становить приблизно 1,3 року.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Aliiev, E., & Tesliuk, H. (2024). Analytical justifications of constructive parameters of bionic colters for vertical soil treatment. Machinery & Energetics, 15(3), 129–139. https://doi.org/10.31548/machinery/3.2024.129

2. Веселовська, Н. Р., Руткевич, В. С., & Шаргородський, С. А. (2019). Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування. Вінниця: ВНАУ.

3. Сокол, С. П. (2015). Викопування коренеплодів удосконаленим копачем вібруючої дії. Вісник ДДАЕУ, 3, 76–78.

4. Aliiev, E., Tesliuk, H., Puhach, A., Kobets, O., Zolotovska, O., & Boiko, V. (2023). Improving the work process efficiency of a tillage module for pre-sowing tillage. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4(1(124)), 60–71. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.284597

5. Войтюк, Д. Г., Аніскевич, Л. В., Волянський, М. С., Мартишко, В. М., & Гуменюк, Ю. О. (2017). Сільськогосподарські машини. Київ: Агроосвіта.

6. Шевченко, І. А., Лабатюк, Ю. М., & Алієв, Е. Б. (2014). Експериментальні дослідження ярусного глибокорозпушувача для зрошуваних ґрунтів. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН, 20, 224–229.

7. Кравченко, В. М., Горюнов, О. І., & Грищенко, С. А. (2017). Дослідження фізико-механічних властивостей ґрунту: методи та прилади. Київ: КНУБА.

8. Kozachenko, O., Aliiev, E., & Sedykh, K. (2021). Results of investigation of the spring shank disc harrow performance. U.P.B. Scientific Bulletin, Series D, 83(4), 123–140.

9. Теслюк, Г. В., Алієв, Е. Б., & Золотовська, О. В. (2024). Обґрунтування форми пазуреподібного прутка ґрунтообробного агрегату для передпосівного обробітку. Сільськогосподарські машини, 50, 7–17. https://doi.org/10.36910/acm.vi50.1313

10. Михайлов, В. М. (2017). Ґрунтозахисні технології в землеробстві. Київ: НУБіП України.

11. Pastukhov, V., Mogilnay, O., Bakum, M., Melnyk, O., Grabar, I., Kyrychenko, R., Krekot, M., Tesliuk, H., Boiko, V., & Sysenko, I. (2020). Energy-efficient and ecologically friendly technology for growing potatoes under straw mulch. Ukrainian Journal of Ecology, 10(1), 317–324.

12. Harris, P. M. (Ed.). (2013). The potato crop: The scientific basis for improvement. Springer.

13. Кравченко, В. М., Мельник, С. М., & Коноваленко, В. В. (2017). Дискові знаряддя для обробітку ґрунту та їх розрахунок. Київ: НАУ.

14. Цилюрик, О. І. (2024). Агрономія точного землеробства. Агробізнес Сьогодні, 19–20, 19–21.

15. Кобець, А. С. (Ред.). (2023). Теоретичні та практичні питання аграрної науки. Дніпро: ЛІРА.

16. Деркач, О. Д., & Макаренко, Д. О. (2017). Розробка системи підвищеної коректності копіювання поверхні ґрунту. У Сучасні проблеми землеробської механіки (с. 79–82). Кам’янець-Подільський: ПДАТУ.

17. Іщенко, Р. С. (2024). Удосконалення механізації збирання картоплі з розробкою копача-сепаратора (Кваліфікаційна робота бакалавра). Дніпровський державний аграрно-економічний університет.

18. Каніболодський, В. Ю. (2021). Підвищення ефективності використання техніки при вирощуванні картоплі застосуванням методів цифрового землеробства (Магістерська робота). Дніпровський державний аграрно-економічний університет.

19. Шевченко, М. В. (2021). Удосконалення технології вирощування картоплі з розробкою і обґрунтуванням параметрів картоплесаджалки (Магістерська робота). Дніпровський державний аграрно-економічний університет.

20. Stevenson, W. R., Loria, R., Franc, G. D., & Weingartner, D. P. (2001). Compendium of potato diseases. American Phytopathological Society.

21. Шапар, С. В. (2023). Удосконалення процесу механізації збирання картоплі з розробкою конструкції картоплекопача (Кваліфікаційна робота бакалавра). Дніпровський державний аграрно-економічний університет.

22. Хрущ, В. В. (2025). Удосконалення механізації збирання картоплі з модернізацією копача КТН-1А (Кваліфікаційна робота бакалавра). Дніпровський державний аграрно-економічний університет.

23. Мицик, Д. О. (2024). Підвищення ефективності мостового землеробства шляхом розробки пристрою для розпізнавання бур'янів (Магістерська робота). Дніпровський державний аграрно-економічний університет.

24. Gopal, J., & Khurana, S. M. P. (2006). Handbook of potato production, improvement, and postharvest management. Haworth Press.

25. Navarre, R., & Pavek, M. J. (2014). The potato: Botany, production and uses. CABI Publishing.

26. Баштаненко, Є. С. (2023). Обґрунтування параметрів і режимів роботи активних робочих органів для мостового землеробства (Магістерська робота). Дніпровський державний аграрно-економічний університет.

27. Буряк, Т. Ю. (2020). Обґрунтування конструктивних параметрів і режимів роботи дискатора в умовах органічного землеробства (Магістерська робота). Дніпровський державний аграрно-економічний університет.

28. Третьяк, І. Л. (2020). Обґрунтування конструктивних параметрів і режимів роботи катка-подрібнювача для роботи в умовах органічного землеробства (Магістерська робота). Дніпровський державний аграрно-економічний університет.

29. Сінішин, С. (2025). Ефективність використання техніки застосуванням методів цифрового землеробства (Магістерська робота). Дніпровський державний аграрно-економічний університет.

30. Allen, E. J., & Wurr, D. C. E. (2014). The potato crop: The scientific basis for improvement. Springer.

ДОДАТКИ

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗАЦІЇ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ З РОЗРОБКОЮ КУЛЬТИВАТОРА ДЛЯ МІЖРЯДНОЇ ОБРОБКИ

Демонстраційний матеріал до дипломного проєкту освітнього ступеня «Бакалавр»

Виконав: студент 3 курсу, групи АІ-4-23 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»
Тарасенко Олександр Михайлович

Керівник: к.т.н., доцент
Теслюк Геннадій Володимирович

Дніпро, 2026

52ДП.079000.000.0К

Машини для міжрядного обробітку

Культиватор-гребнеутворювач КГО-3,0



Робоча ширина захвату, м	3,0
Продуктивність, га/година	2,0-3,0
Глибина обробки ґрунту, см	16
Ширина міжрядь (регульована), см	70/75
Агрегатується з тракторами класу	1,4-2,0
Габаритні розміри, мм д/ш/в	1700/3100/1250
Маса, кг	850

Культиватор-гребнеутворювач КДП-4



Число формованих гребенів	4
Продуктивність за 1 годину, макс., га до	2,0-2,5
Ширина захоплення, м	2,8-3,6
Глибина обробітку ґрунту, макс., мм	до 150
Потужність трактора, к.с.	от 80

Культиватор-гребнеутворювач Rumptstad RSF 2000



Число формованих гребенів	4
Продуктивність за 1 годину, макс., га до	12-14,5
Ширина захоплення, м	2,8-3,6
Глибина обробітку ґрунту, макс., мм	до 150
Потужність трактора, к.с.	от 80

Культиватор для міжрядного обробітку КОН-2,8



Робоча ширина захвату, м	2,8
Продуктивність, га/година	2,0
Глибина обробки ґрунту, см	5-6
Ширина міжрядь (регульована), см	70
Агрегатується з трактором, клас	1,4-2,0
Габаритні розміри, мм д/ш/в	2450/3200/1620
Маса, кг	660

Культиватор гребенеутворювач фрезерний КФК-2.8



Число формованих гребенів	4
Продуктивність за 1 годину, макс., га до	2,0-2,5
Ширина захоплення, м	2,8
Глибина обробітку ґрунту, макс., мм	до 150
Потужність трактора, к.с.	от 80

Роторний гребенеутворювач Baselier 4FK310



Робоча ширина захвату, м	3,0
Продуктивність, га/година	1,2
Глибина обробки ґрунту, см	до 15
Ширина міжрядь (регульована), см	75
Агрегатується з трактором, класу	1,4-2,0
Габаритні розміри, мм д/ш/в	1900/34.00/1500
Маса, кг	660

						52ДП.079000.000.0К	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		Літ.	Маса	Масштаб
Розроб.		Прогонюк О.П.			Машини для міжрядного обробітку			
Перев.		Гусаков Г.В.				Аркуш	Аркушів 1
Н.контр.						ДДАЕУ	
Затверд.		Сахно І.О.					
Копіював		Гусаков Г.В.					

52ДП079000.000.ТС

Схема роботи культиватора

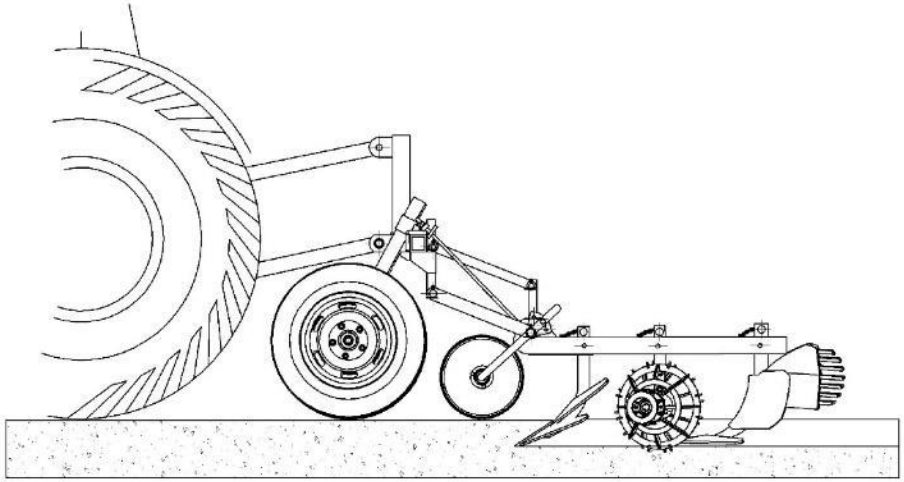
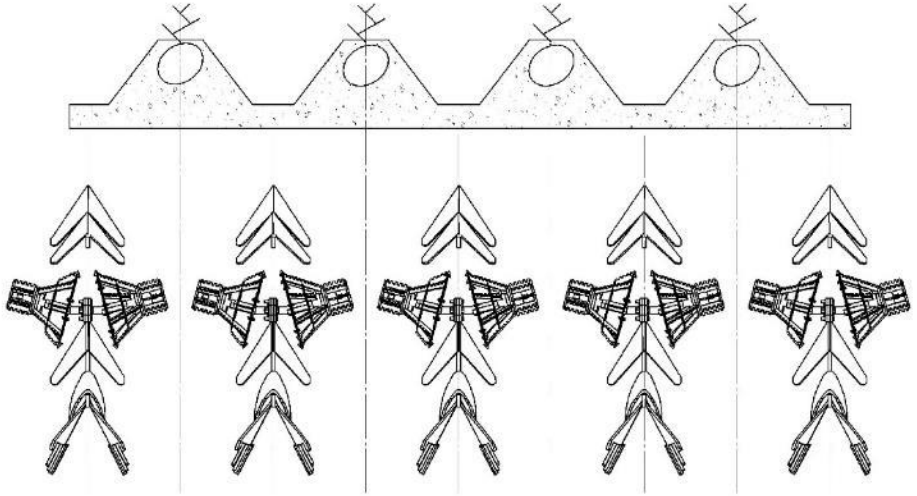
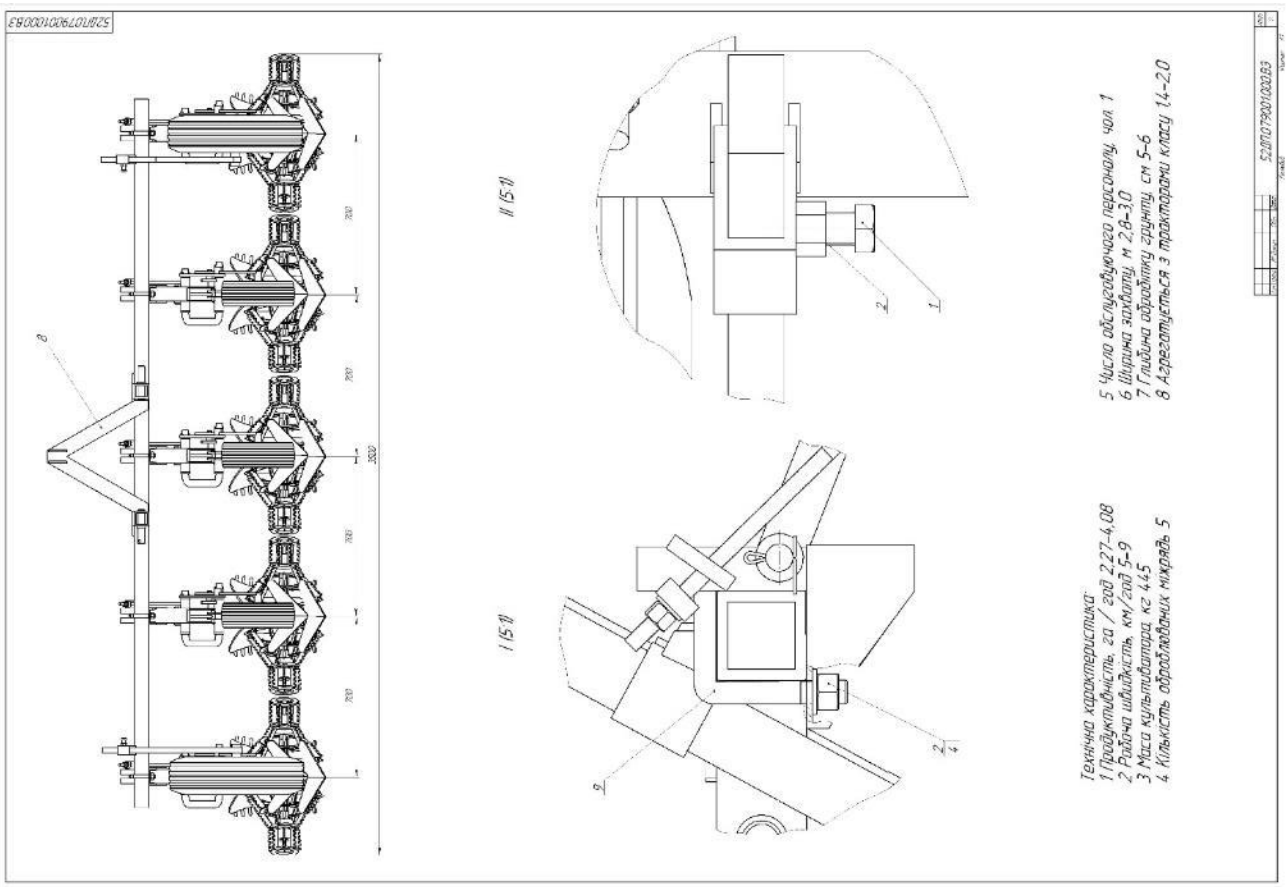


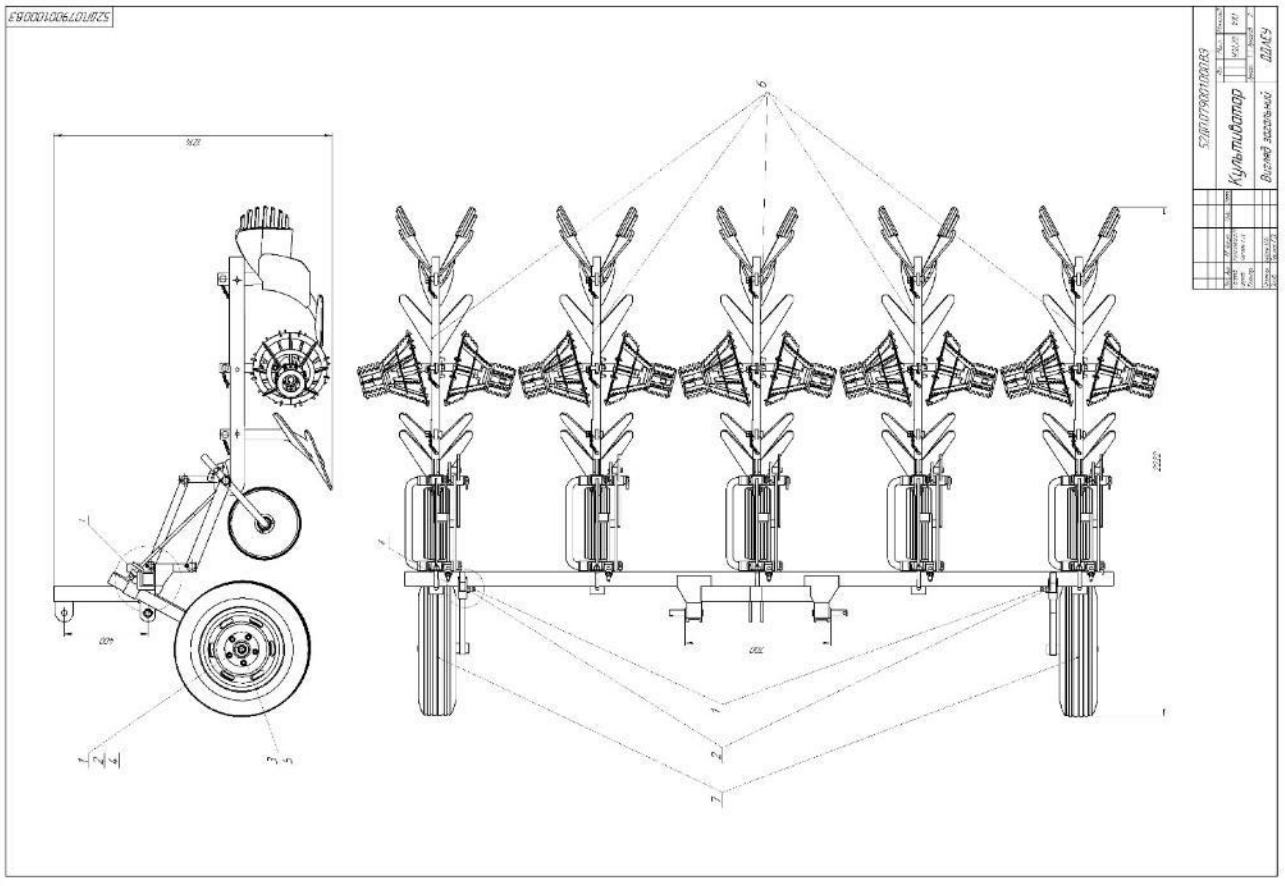
Схема розміщення робочих органів на культиваторі

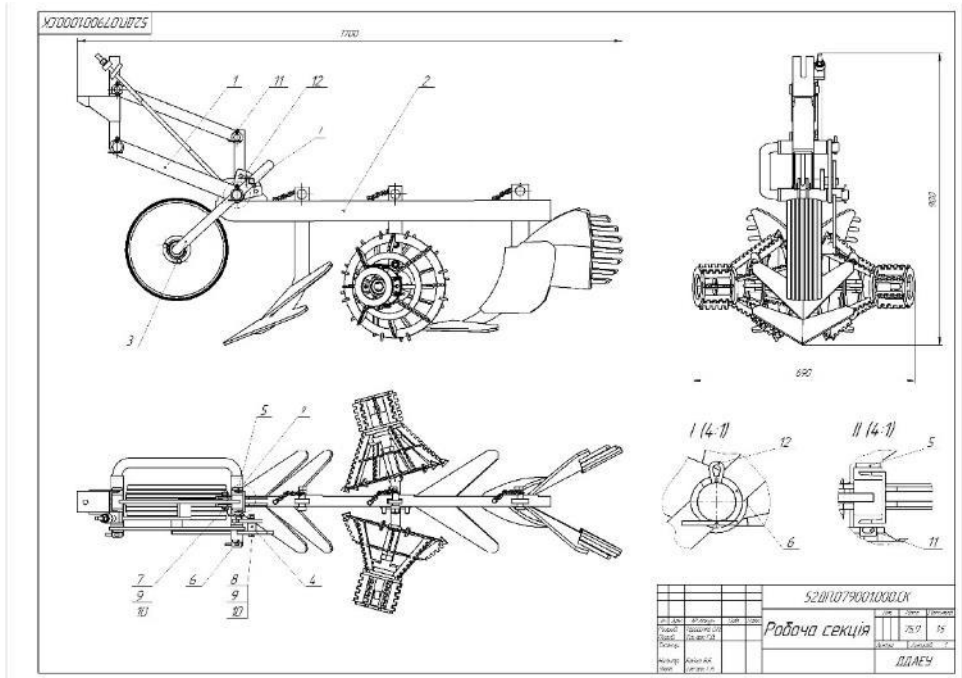


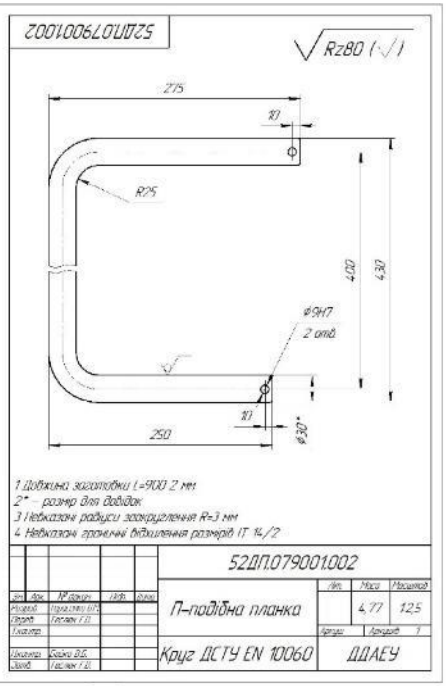
					52ДП.079000.000.ТС	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Схема роботи культиватора	Літ. / Маса / Масштаб
Розроб.		Ковальчук П.О.				
Керівн.		Ніколаєв І.Ф.				Аркуш / Аркушів 1
Н.контр.		Ніколаєв І.Ф.				ДДАЕУ
Затв.		Ніколаєв І.Ф.				

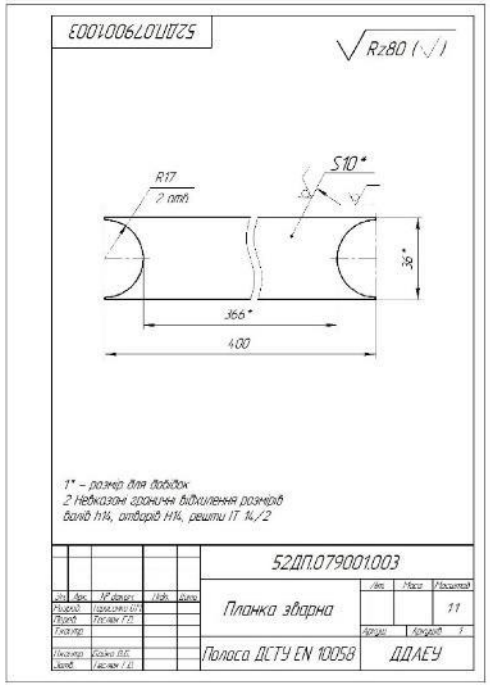
4

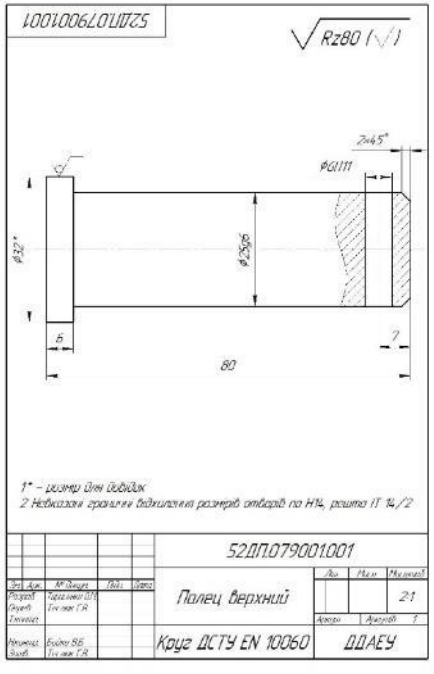

Технічна характеристика:
1 Продуктивність, га / год 2,27-4,08
2 Робоча швидкість, км/год 5-9
3 Маса культиватора кг 445
4 Кількість оброблюваних міжрядь 5
5 Число обслуговуючого персоналу, чол 1
6 Ширина захвату, м 2,8-3,0
7 Глибина обробітку ґрунту, см 5-6
8 Агрегатується з тракторами класу 1,4-2,0
II (5:1)
I (5:1)

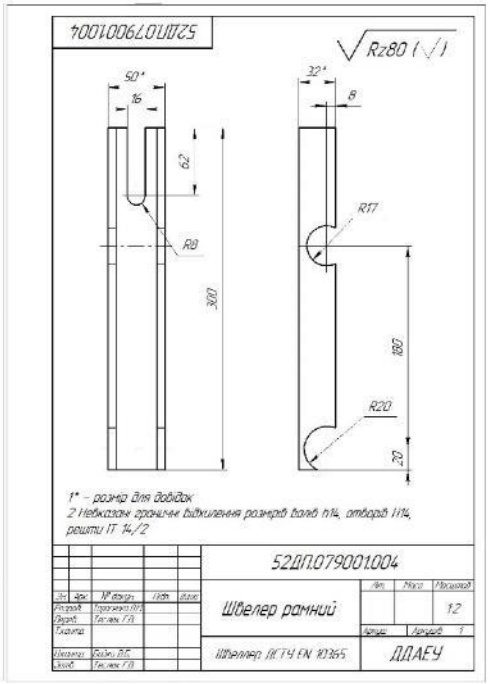

Культиватор
Вигляд зліва
Вигляд зверху


52ДП.079001000СК
1100
1
11
12
2
3
5
9
7
9
10
6
8
9
10
4
I (4:1)
12
6
II (4:1)
5
11
692
Робоча секція
ДДАЕУ


52ДП.079001002
Rz80 (√)
275
10
R25
400
430
ф9Н7
2 отв.
10
250
ф30°
1. Довжина заготовки L=900 2 мм
2* – розмір для довідок
3. Невказані радіуси заокруглення R=3 мм
4. Невказані граничні відхилення розмірів IT 14/2
52ДП.079001002
П-подібна планка
4,77
12,5
Круг ДСТУ EN 10060
ДДАЕУ


52ДП.079001003
Rz80 (√)
R17
2 отв.
S10*
36*
366*
400
1* – розмір для довідок
2 Невказані граничні відхилення розмірів валів h14, отворів H14, решти IT 14/2
52ДП.079001003
Планка зварна
11
Полоса ДСТУ EN 10058
ДДАЕУ


52ДП.079001001
Rz80 (√)
2х45°
ф8,111
ф32*
ф25р6
6
7
80
1* – розмір для довідок
2 Невказані граничні відхилення розмірів отворів по H14, решта IT 14/2
52ДП.079001001
Полец верхній
2:1
Круг ДСТУ EN 10060
ДДАЕУ


52ДП.079001004
Rz80 (√)
50*
16
32*
8
62
R8
300
R17
180
R20
20
1* – розмір для довідок
2 Невказані граничні відхилення розмірів валів h14, отворів H14, решти IT 14/2
52ДП.079001004
Швеллер рамний
1:2
Швеллер ДСТУ EN 10365
ДДАЕУ

52ДП.079000.000ПЕ

Узагальнені техніко-економічні показники культиваторів

Показник	Базовий культиватор	Проєктований культиватор	Відхилення
Маса конструкції, кг	445	851	+91,2 %
Балансова вартість, грн	100 000	120 000	+20,0 %
Продуктивність, га/год	1,8	1,8	0
Витрати палива, л/га	1,4	0,9	–35,7 %
Економія палива, л/рік	–	250	–
Вартість палива, грн/л	55	55	0
Витрати на паливо, грн/га	77	50	–35,1 %
Трудомісткість, люд.-год/га	0,56	0,56	0
Витрати на оплату праці, грн/га	102	102	0
Витрати на ремонт і ТО, грн/га	24	28,8	+20,0 %
Амортизаційні відрахування, грн/га	24	28,8	+20,0 %
Інші витрати, грн/га	18	17	–5,6 %
Повна собівартість обробітку, грн/га	245	227	–7,3 %
Зниження собівартості, грн/га	–	18	–
Річний обсяг робіт, га	500	500	0
Річна економія коштів, грн	–	9 000	–
Економія на паливі, грн/рік	–	13 750	–
Орієнтовний строк окупності, років	–	1,3	–

52ДП.079000.000ПЕ
Економічні показники
ДДАЕУ

№	Напис	Кіл.	№	Напис	Кіл.
				Документація	
А1	52ДП.079000.000.ВЗ			Загальний вид	
				Покупні вироби	
		1		Болт М16х50	12
		2		Гайка М16	22
		3		Гайка М24	2
		4		Шайба 16	20
		5		Шайба 24	2
				Складальні одиниці	
	52ДП.079001.000.СК	6		Рабоча секція	5
	52ДП.079002.000.СК	9		Опорне колесо	2
	52ДП.079003.000.СК	9		Рама	1
	52ДП.079004.000.СК	9		Хомут	5

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	52ДП.079000.000		
Розроб.		Тарасенко О.М.			Культиватор	Арк.	Аркуш 1 / Аркушів 1
Перев.		Теслюк Г.В.					
Н.контр.		Бойко В.Б.				ДДАЕУ	
Затв.		Теслюк Г.В.					