

**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 збирання картоплі шляхом розробки
картоплекопача**

Виконав: студент 4 курсу, групи АІ-2-21 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Шевцов Максим Сергійович

Керівник: _____ Сокол Сергій Петрович

Рецензент: _____

Дніпро – 2025

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ТСГМ

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Теслюк Г. В.

(підпис) (прізвище, ініціали)

« ____ » _____ 2025 р.

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

Шевцову Максиму Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Удосконалення механізації збирання картоплі шляхом розробки картоплекопача

керівник роботи Сокол Сергій Петрович, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«7» травня 2025 року № 964.

2. Строк подання студентом роботи 10.06.2025 р.

3. Вихідні дані до проєкту Огляд стану питання збирання картоплі та засобів механізації для реалізації викопування та збирання картоплі. Інформація з патентів та проспектів сучасних збиральних машин, наукові звіти кафедри за даною тематикою.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). 1. Характеристика господарства. 2. Аналіз сучасних машин для збирання картоплі. 3. Обґрунтування схеми та розробка картоплекопача. 4. Охорона праці. 5. Техніко-економічна оцінка розробленого копача. Висновки та пропозиції. Бібліографічний список.

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

1. Аналіз господарської діяльності підприємства (А1). 2. Аналіз конструктивних рішень (А1). 3. Конструктивна схема (А1). 4. Складальне креслення (А1). 5. Деталювання (А1). 5. Економічні показники проекту (А1).

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	Сокол С.П., доцент		
нормоконтроль	Бойко В.Б., доцент		

7. Дата видачі завдання: 3.04.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 11.04.25	
2	Технологічний	до 25.04.25	
3	Конструктивний	до 14.05.25	
4	Охорона праці	до 22.05.25	
5	Економічний	до 28.05.25	
6	Графічна частина	до 12.06.25	

Студент

_____ **Шевцов М.С.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ **Сокол С.П.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Поз.	Форм.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
			<u>Текстові документи</u>		
	A4	52ДП.034.000.000ПЗ	Пояснювальна записка	73	
			<u>Графічні матеріали</u>		
1	A1	52ДП.034.000.000А	Аналіз господарської діяльності підприємства	1	
2	A1	52ДП.034.000.000А	Аналіз конструктивних рішень	1	
3	A1	52ДП.034.000.000ТХ	Конструктивна схема	1	
4	A1	52ДП.034.000.000СК	Складальне креслення	1	
5	A1	52ДП.034.000.000	Деталювання	1	
6	A1	52ДП.034.000.000Е	Економічні показники проекту	1	
			52.ДП.034.000.000.ПД		
Зм.	Арк.	№ докум.			
Розроб.		Шевцов М.С.			
Перев.		Сокол С.П.	Відомість дипломного проекту	Літ. у	Лист 4
Т.контр.				ДДАЕУ АІ-2-21	
Н.контр.		Бойко В.Б.			
Зат.		Теслюк Г.В.			

АНОТАЦІЯ

Шевцов М.С. Удосконалення механізації збирання картоплі шляхом розробки картоплекопача / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2025.

Кваліфікаційна робота присвячена покращенню процесу збирання картоплі за рахунок розробки конструкції картоплекопача.

Мета роботи розробка картоплекопача для малої механізації, що дозволить підвищити ефективність процесу збирання картоплі в невеликих за площею господарствах.

В першому розділі проведено аналіз господарської діяльності ТОВ «Колос» а саме рівень механізації загальна площа та продуктивність основних сільськогосподарських культур. Обґрунтовано актуальність розробки картоплекопача.

В другому розділі проведено аналіз конструкцій копачів та запропоновано конструкцію копача адаптованого для агрегування з тракторами малого та середнього тягового класу 6-14 кН.

В третьому розділі виконано основні конструктивні розрахунки копача

В четвертому розділі розроблено заходи з охорони праці на виконанні збирання картоплі машино-тракторним агрегатом.

В п'ятому розділі проведено техніко-економічну оцінку копача.

Ключові слова: копач, тягове зусилля, кривошипно-шатунний механізм, вал відбору потужності, тяговий опір, сепаратор.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1. КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА ТОВ «КОЛОС»	9
1.1. Загальні відомості про товариство	9
1.2. Характеристика рослинництва господарства	10
1.3. Машино-тракторний парк господарства	13
1.4. Нафто-господарство ТОВ «Колос»	16
1.5. Висновки	16
2. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЗАСОБІВ МЕХАНІЗАЦІЇ ЗБИРАННЯ КАРТОПЛІ	18
2.1. Особливості та перспективи вирощування картоплі в Україні	18
2.2. Основні та перспективні технології вирощування картоплі	19
2.3. Мета та задачі кваліфікаційної роботи	22
2.4. Особливості процесу механізації збирання картоплі	23
2.5. Аналіз засобів механізації збирання картоплі	26
2.6. Патентний пошук за темою	34
2.7. Висновки	38
3. ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ КАРТОПЛЕКОПАЧА ТА ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНІ РОЗРАХУНКИ	39
3.1. Конструктивна схема та опис картоплекопача	39
3.2. Розрахунок привода грохота	42
3.3. Розрахунок вібраційного грохота	45
3.4. Розрахунок тягового опору активного копача	49
3.5. Розрахунок вала на міцність	51
3.6. Розрахунок шпонкового з'єднання	53
3.7. Висновки	55

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	56
4.1. Аналіз стану з охорони праці в господарстві	56
4.2. Заходи по поліпшенню умов праці в господарстві	57
4.3. Інструкція з охорони праці при експлуатації розробленої картоплесаджалки в агрегаті з універсально-просапним трактором	58
4.4. Захист навколишнього середовища при експлуатації розробленої картоплесаджалки	60
4.5. Висновки	61
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ	62
5.1. Розрахунок економічних показників проекту	62
5.2. Висновки	68
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	69
ЛІТЕРАТУРА	70
ДОДАТКИ	73

ВСТУП

Оптимальний вибір машинного комплексу для вирощування сільськогосподарських культур є ключовим фактором підвищення ефективності виробництва, тому важливим є визначення можливості використання як вітчизняної, так і імпоротної техніки для реалізації прогресивних технологій [1].

На сьогодні в Україні функціонує велика кількість малих сільськогосподарських аграрних господарств та садово-паркових підприємств з площею землекористування від 50 до 500 га [2].

Багато з таких підприємств зацікавлені в розробці машин для агрегування з тракторами малого та середнього тягового зусилля 6-14 кН для виконання різних технологічних операцій від посіву до збирання врожаю.

Сьогодні аграрії, часто стикаються з проблемою використання важкої та великогабаритної техніки, що є економічно неефективним для обробки малих земельних площ. Тому для таких господарств виникає нагальна потреба в розробці машин та знарядь, які повинні відповідати специфічним вимогам щодо розмірів, продуктивності та здатності працювати з тракторами з тяговим зусиллям від 6 до 14 кН. Сучасні трактори цього класу широко використовуються в малих аграрних господарствах через їх компактність, маневреність та економічність, однак часто існує проблема з підбором відповідного обладнання для ефективного виконання агротехнічних операцій.

Для вирішення даних проблем в кваліфікаційній роботі буде розроблено конструкцію картоплекопача, адаптованого до технічних характеристик тракторів з малою та середньою тяговою потужністю, що дозволить покращити процес механізованого збирання картоплі. Це дасть змогу аграріям підвищити продуктивність праці, знизити витрати на технічне обслуговування та паливо, а також зменшити вплив на навколишнє середовище завдяки більш точному використанню ресурсів. Крім того, створення компактних та ефективних машин для малих господарств сприятиме їх подальшого розвитку.

1. КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА ТОВ «КОЛОС»

1.1. Загальні відомості про товариство

Агровпдприємство ТОВ «Колос» знаходиться в с. Царичанка Дніпровського району Дніпропетровської області. Відстань від обласного центру становить 100 км. Господарство має вигідне розташування завдяки розгалуженій транспортній мережі. Поруч з господарством проходить дорога Н31, яка зв'язує місто Дніпро з містом Київ. Поруч з землями господарства протікає мальовнича річка Оріль. Загальна площа угідь, а саме ріллі становить 552 гектар [3].

Основним напрямком господарства являється рослинництво та свинарство. Також на території господарства розміщується олійниця, яка надає послуги з переробки олійних культур для місцевого населення і не тільки. Основу земельного фонду господарства складають орендовані наділи селян.

Клімат в регіоні розташування господарства помірно-континентальний, з достатнім рівнем вологості, іноді з жарким літом та холодною зимою. Середньорічна температура повітря становить +13°C. За водним режимом цей регіон є помірно вологим, з річною кількістю опадів 425-452 мм, а під час вегетації основних сільськогосподарських культур випадає від 250 до 450 мм опадів. Більшість опадів припадає на літньо-осінній період. Перші осінні заморозки зазвичай трапляються в середині жовтня, а весняні закінчуються в квітні інколи в травні. Ґрунти господарства переважно чорноземи.

Для проведення польових робіт сприятливі умови виникають вже в першій декаді квітня, а тепла й суха перша половина осені дозволяє повністю завершити збирання врожаю сільськогосподарських культур.

Земельна територія включає різні типи сільськогосподарських угідь. Загалом, ґрунтово-кліматичні та економічні умови в цьому регіоні є достатньо сприятливими для вирощування зернових, технічних та овочевих.

1.2. Характеристика рослинництва господарства

Рослинництво є однією з основних складових сільськогосподарського виробництва, яке забезпечує потреби населення в продуктах харчування, а також сировиною для харчової, переробної та легкої промисловості. Крім того, рослинництво сприяє розвитку зовнішньої торгівлі через експорт сільськогосподарських товарів. Воно включає кілька основних напрямків: зернове господарство, цукрово-бурякове виробництво, вирощування олійних культур, картоплі, городини, кормових та інших культур.

У товаристві «Колос» основною галуззю є рослинництво, зокрема вирощування різноманітних сільськогосподарських культур. Основними культурами, які вирощуються в господарстві, є пшениця, ячмінь, кукурудза, соняшник, картопля та томати. Під ці культури відведено 552 га загальної посівної площі. Зокрема, частка кожної культури у загальному посіві виглядає так: пшениця – 23%, ячмінь – 15%, соняшник – 21%, кукурудза – 29%, картопля – 8%, томати – 4%.

З огляду на кліматичні умови та характер території, товариство «Колос» має можливість вирощувати ці культури з мінімальними затратами, забезпечуючи високий рівень врожайності. Практика сівозмін у господарстві допомагає уникнути захворювань рослин та виснаження ґрунтів, що сприяє підтримці родючості та підвищенню врожайності.

Більш детально розподілення посівної площі під сільськогосподарські культури за період з 2022 року по 2024 рік наведено в таблиці 1.1

Таблиця. 1.1 – Основні вирощувані культури ТОВ «Колос»

Культура	Рік/Площа (га/%)					
	2022		2023		2024	
Кукурудза	141	29	145	27,8	160	29,0
Пшениця	111	22,8	121	23,2	127	23,0
Ячмінь	73	15,0	86	16,5	88	15,9
Соняшник	110	22,6	113	21,7	115	20,8
Картопля	31	6,4	33	6,4	39	7,1
Томати	21	4,2	23	4,4	23	4,2
Всього	487	100	521	100	552	100

За результатами аналізу посіви кукурудзи в 2024 році порівняно з 2022 роком збільшилися на 13,5%, пшениці на 14,4%, ячменю на 20,5%, соняшника площа збільшилася на 5 га, або на 4,5%, але його частка в загальній площі знизилася, картоплі збільшилася на 8 га, або на 25,8%, томатів на 9,5%.

Загальні зміни посівної площі збільшилася на 65 га, або на 13,4%.

Таким чином, у 2024 році спостерігається збільшення площі під усіма культурами, за винятком соняшнику, частка якого знизилася в загальній площі, хоча площа все ж збільшилася.

Показники урожайності розглянутих культур залежать від багатьох факторів, зокрема кліматичних умов, таких як температура, вологість та кількість опадів, які впливають на розвиток рослин, їх стійкість до хвороб і шкідників. Важливим є також тип і якість ґрунту, наявність необхідних мікроелементів, а також правильно вибрані сорти культур, які адаптовані до місцевих умов. Агротехнічні заходи, такі як своєчасний посів, обробка та захист рослин, а також технічні інновації в агровиробництві сприяють підвищенню врожайності. Окрім того, генетична стабільність культур та правильне

використання ресурсів, таких як добрива, насіння та пестициди, також значно впливають на кінцевий результат.

Показники урожайності розглянутих культур за період з 2022 по 2024 роки наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Урожайності сільськогосподарських культур ТОВ «Колос»

Урожайність культури, ц/га	Рік		
	2022	2023	2024
Кукурудза	62	63	65
Пшениця	38	40	41,5
Ячмінь	32	33,5	33,8
Соняшник	18,7	20,8	21,3
Картопля	282	297	316
Томати	305,2	327,8	338,9

Аграрне господарство «Колос» для уникнення захворювань та виснаження родючості ґрунтів практикує використання сівозмін. Кліматичні умови та територія, на якій розташовано земельні ділянки дають змогу отримати високий урожай сільськогосподарських культур з мінімальними затратами.

Пропонується ввести наступну послідовність польової сівозміни:

План сівозміни

Кукурудза – Соняшник – Томати – Пшениця – Ячмінь – Картопля

В якості органічних добрив використовують добрива тваринницької галузі господарства. Також проводиться відновлення родючості ґрунтів шляхом використання мінеральних добрив та розчинів КАС в зимовий період.

Основні технологічні операції на вирощуванні сільськогосподарських культур. Основні технологічні операції на вирощуванні сільськогосподарських культур включають в себе ряд важливих етапів, що сприяють оптимальному розвитку рослин та отриманню високих

урожаїв. До основних операцій на вирощуванні рослинної продукції належать: підготовка ґрунту (оранка, культивація, прополювання, розпушування), внесення органічних та мінеральних добрив, посів, полив, підживлення, захист від шкідників і хвороб, формування рослин (проріджування), збір врожаю.

Технологічні операції на вирощуванні сільськогосподарських культур є важливим етапом у забезпеченні високих урожаїв і збереженні родючості ґрунтів. Своєчасне та правильне виконання кожної операції сприяє максимізації продуктивності і забезпеченню стабільного прибутку від сільськогосподарського виробництва.

1.3. Машино-тракторний парк господарства

Для виконання технологічних операцій на вирощуванні сільськогосподарських культур розглянутих в попередньому пункті в ТОВ «Колос» використовується необхідний комплекс машин структура якого наведена в таблиці 1.3. Впровадження механізації дозволило підвищити продуктивність та ефективність виробничої діяльності. Ручна праця викоистовується тільки на виконанні формуванні густоти рослин в рядку та частково на виконанні вантажних операцій, але основна частина робіт виконується з використанням механізованих комплексів та машин.

На території садиби господарства (рис. 1.1) розташовується ангар для зберігання техніки 1 з ремонтною мастернею 8 де відбувається поточні та капітальні ремонти техніки. В ангарі 2 здійснюється зберігання збіжжя зернових та технічних культур. Очистка та мийка техніки здійснюєть на майданчику 5 поруч з приміщенням 6 для зберігання заправного інвентарю. Технічне обслуговування та заправка техніки здійснюється на майданчику 7. В головній садибі 3 розміщується адміністративний корпус та куточок з

охорони праці. Сховище для зберігання картоплі розміщується в приміщенні 4.

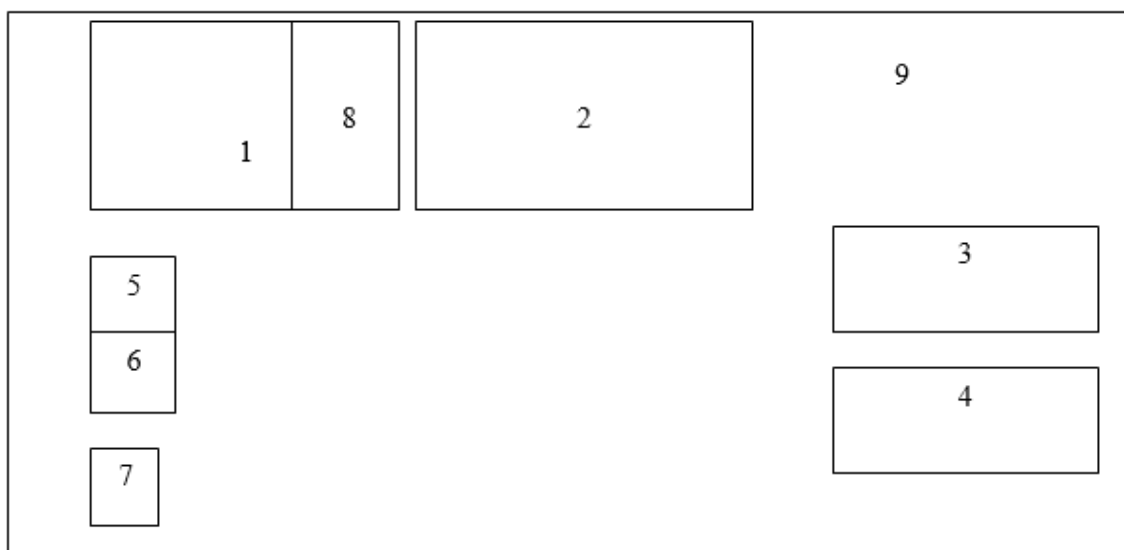


Рис. 1.1. План розміщення основних об'єктів ТОВ «Колос»

Таблиця 1.3. Засоби механізації ТОВ «Колос»

Найменування	Кількість, шт.
Автомобіль МАЗ-53366	2
Автомобіль КрАЗ-6230С4-330 "Караван"	1
Трактор ХТЗ-150К	3
Трактор ДТЗ-5504	2
Трактор МТЗ-80.1	2
Плуг ПЛН-2-35	2
Плуг ПЛН-3-35	3
Плуг ПЛН-5-35	3
Борона АГД - 2,5	3
Борона БДТ - 3	3
Культиватор КПСП - 4	2
Культиватор КРН – 5,6	2

Продовження табл. 1.3

1	2
Сівалка СЗ – 3,6	4
Сівалка УПС - 8	2
Картоплесаджалка ДТЗ КС-2М	2
Картоплекопач КТН-1-60	2
Причеп 2ПТС-4	2
Причеп 2ПТС-8	2
Опрыскувач ОП-2000	1
Розкидач РУМ-1000	2

Ефективне використання техніки на підприємстві залежить від взаємодії кожного працівника закріплених за технікою, а не лише від керівників підрозділів господарства. Усі питання, що виникають, вирішуються керівниками структурних підрозділів без затримок. Інші питання обговорюються на нарадах за участю керівника господарства.

Для забезпечення правильного і тривалого використання техніки на підприємстві вживаються всі необхідні заходи. Контроль за використанням техніки здійснює головний інженер.

Відповідальність за технічний стан тракторів покладається безпосередньо на трактористів, для чого вони мають всі необхідні інструменти та обладнання, такі як компресор, зварювальний апарат, станки та інші установки. На території бригади ведеться книга технічного огляду, де фіксується час роботи кожного трактора чи комбайна після певної кількості мотогодин.

Після 125 мотогодин (щомісячне технічне обслуговування) виконуються всі операції, передбачені для щоденного ТО, а також перевіряється і регулюється вся техніка, а трактора миються.

Після 1000 мотогодин (щоквартальне ТО) виконуються всі вищезгадані операції, а також здійснюється повна заміна масел та фільтрів, а за потреби — ремонт або заміна деталей, які потребують відновлення.

1.4. Нафто-господарство ТОВ «Колос»

На виробництво сільськогосподарської продукції витрачається значна кількість нафтопродуктів, тому правильне їх використання і зберігання, а також запобігання втратам — важлива умова ефективного їх використання. Так за рік господарство використовує близько 28 тон дизельного палива та близько 210 кг мастильних матеріалів та до 1,6 тон бензину.

Технічне обслуговування та заправка техніки здійснюється на майданчику 7 (рис. 1.1.) на території центральної садиби де розміщуються резервуари для палива. Поруч з місцем заправки розміщено необхідний інвентар для гасіння пожежі.

1.5. Висновки

1. ТОВ «Колос» має належну інфраструктуру та технічну базу для ефективного ведення сільськогосподарського виробництва, що дозволяє йому досягати високих результатів у вирощуванні сільськогосподарських культур та підтримувати сталий розвиток в умовах сучасних агрономічних вимог.

2. ТОВ «Колос» є аграрним підприємством, яке активно займається вирощуванням картоплі на значній площі земель (понад 30 гектарів під картоплю), що є важливою складовою його виробничої діяльності. З огляду

на важливість цієї культури для господарства, існуючі методи збору врожаю потребують значного покращення для підвищення ефективності та зниження витрат на працю. На даний момент використовуються менш ефективні методи, що вимагають багато ручної праці, що знижує загальну продуктивність та збільшує витрати. Розробка та впровадження картоплекопача адаптованого для агрегування з тракторами малого тягового зусилля є логічним кроком для оптимізації роботи господарства та підвищення його конкурентоспроможності.

3. Таким чином, аналіз поточного стану господарства та оцінка необхідності підвищення ефективності збору картоплі чітко вказують на актуальність розробки та впровадження картоплекопача в ТОВ «Колос». Це рішення дозволить значно підвищити економічні показники господарства, знизити витрати на працівників та покращити якість продукції, що в свою чергу сприятиме сталому розвитку підприємства.

2. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЗАСОБІВ МЕХАНІЗАЦІЇ ЗБИРАННЯ КАРТОПЛІ

2.1. Особливості та перспективи вирощування картоплі в Україні

На сьогодні в Україні рівень механізації процесів вирощування картоплі охоплює приблизно 70% від загальної площі посівів цієї культури [4]. У порівнянні з вирощуванням зернових та технічних культур, цей показник є нижчим приблизно на 20%. Основною причиною такого відставання є відсутність системного підходу до розвитку галузі картоплярства, що у свою чергу призвело до її поступової маргіналізації. Картопля, як одна з основних харчових культур, все частіше вирощується в особистих підсобних господарствах, які не мають можливості в повному обсязі використовувати передові технології та сучасну техніку.

У 2024 році до 65% обсягу картоплі було вирощено в домогосподарствах населення [5]. Проте поступове економічне відновлення та вирівнювання цінової політики у сфері закупівлі насіннєвого матеріалу та техніки сприяє зростанню інтересу до промислового вирощування картоплі. Зокрема, господарства починають орієнтуватися на виробництво насіннєвої картоплі для ринку, а також спеціалізованих сортів для переробки або екологічно чистої продукції. За умов зростання конкуренції конкурентні переваги здобудуть ті виробники, які забезпечать високу врожайність, якість і оптимальні витрати виробництва.

Продуктивність вирощування картоплі залежить від трьох ключових факторів: урожайності, якості бульб і затрат на їх виробництво. Основні чинники, що впливають на урожайність, – це сорт, родючість ґрунту, агротехніка і забезпечення поживними речовинами. Якість бульб визначається вимогами конкретного ринку – споживчого, переробного або насіннєвого – і залежить як від біологічних властивостей сорту, так і від умов вирощування.

У реєстрі сортів картоплі на 2024 рік було зареєстровано 127 сортів, з яких 76 (61%) – вітчизняного походження, а 51 (39 %) іноземної селекції [6]. Найбільш поширені у виробництві сорти – це Повінь, Слов'янка, Фантазія, Дніпрянка, Явір, Київський світанок, Червона рута, Обрій. Частина сортів, виведених Інститутом картоплярства, внесено до державних реєстрів інших країн, зокрема Білорусі, Литви, Молдови та Латвії.

2.2. Основні та перспективні технології вирощування картоплі

Інтенсивна технологія з міжряддям 70 см найбільше поширена серед аграріїв України за рахунок зменшення механічних обробок, а відповідно зниження витрати на енергоресурси проте вона має певні недоліки. Зокрема, така густота посівів обмежує площу живлення для кожної рослини, спричиняє ушкодження кореневої системи під час міжрядних обробітків і збільшує ризик захворювань через змикання ботви. Окрім того, це ускладнює формування великого бульбового гнізда в багато-бульбових сортів і знижує ефективність підгортання через дефіцит ґрунту [7].

Західноєвропейська (голландська) технологія передбачає міжряддя 75 см та садіння на рівній поверхні після одноразового передпосівного обробітку. Особливістю є формування високих, об'ємних гребенів через 8–15 днів після посадки, що створює сприятливі умови для розвитку бульб, полегшує збір урожаю та знижує механічні пошкодження під час копання. Живлення рослин забезпечується декількома етапами внесення добрив: до оранки, перед посадкою, під час садіння (за наявності відповідного обладнання) та у вигляді позакоренових обробок. Хімічний захист здійснюється широкозахватними обприскувачами [8].

Технологія вирощування на гребенях, сформованих з осені, ефективна в умовах обмеженого зволоження. Після осінньої оранки формуються гребені, які встигають увібрати вологу й до весни набувають дрібногрудкуватої структури. Весною такі гребені швидше прогрівуються, що дозволяє раніше висаджувати картоплю в оптимальні умови. Зменшення кількості проходів техніки у вегетаційний період знижує ущільнення ґрунту, зберігає вологу та покращує структуру ґрунтового шару в зоні розміщення бульб. Це сприяє підвищенню урожайності навіть у посушливих умовах та створює сприятливі умови для використання високопродуктивних збиральних машин [9].

Мостова технологія вирощування картоплі – це інноваційний підхід, що полягає у використанні мостового типу машин для всіх операцій вирощування: посадки, догляду та збирання [10]. Вона базується на створенні широких сталих технологічних колій, між якими не відбувається ущільнення ґрунту, оскільки вся техніка рухається строго по цим коліям. Це дозволяє зберегти структуру ґрунту в зоні росту картоплі, покращити аерацію та водопроникність.

Основу технології становить високоточне позиціонування всіх агротехнічних операцій. Посадка виконується строго по GPS-навігації, що дає змогу уникати повторного ущільнення ґрунту. Машини мостового типу не мають традиційних коліс, а підтримуються на спеціальних опорах або рельсоподібних направляючих, що проходять над грядками.

До переваг мостової технології належить мінімальне ущільнення ґрунту, висока точність обробки та догляду за рослинами, можливість автоматизації процесів (в тому числі внесення ЗЗР і добрив), підвищення врожайності за рахунок покращення ґрунтових умов та точності операцій.

Недоліком є висока вартість впровадження системи як у частині техніки, так і в необхідності перепланування полів.

Для порівняння особливостей кожної із розглянутих технологій в таблиці 2.1 наведено основні їх показники .

Таблиця 2.1 – Особливості технологій вирощування картоплі в Україні

Показник	Інтенсивна технологія (70 см)	Голландська технологія (75 см)	Гребенева технологія (осіннє формування)	Мостова технологія
Міжряддя	70 см	75 см	75 см	Гнучке, залежить від конфігурації системи
Структура ґрунту	Формується після підгортання	Дрібногрудкувата після культивації	Формується природно за зиму	Збереження природної структури ґрунту
Період садіння	Весна після зяблевої оранки	Весна після обробітки	Весна по осінніх гребенях	За точним GPS-планом
Умови для вологи	Помірні втрати	Стабільні	Мінімальні втрати	Максимальне збереження вологи
Механічне пошкодження бульб	Частіше	Знижене	Мінімальне	Мінімальне, точна обробка
Використання техніки	Часті міжрядні обробітки	Мінімізація проходів	Один прохід у вегетацію	Постійні технологічні колії
Потенціал урожайності	Середній	Високий	Високий навіть у посушливих умовах	Найвищий при автоматизації і точності

Узагальнюючи, можна стверджувати, що жодна з технологій не є універсальною. Вибір тієї чи іншої системи має базуватись на агрокліматичних умовах регіону, рівні забезпеченості технікою, специфіці сорту картоплі та ринковій стратегії господарства. Подальший розвиток картоплярства в Україні передбачає не лише збільшення рівня механізації, а й впровадження точних, адаптивних та економічно обґрунтованих агротехнологій.

2.3. Мета та задачі кваліфікаційної роботи

У сучасних умовах розвитку сільськогосподарського виробництва особливого значення набуває підвищення ефективності механізованих процесів збирання овочевих культур, зокрема картоплі. Цей етап є завершальним у технологічному циклі вирощування, і від його організації значною мірою залежить загальний обсяг, якість та рентабельність продукції.

В даній кваліфікаційній роботі за мету поставлено удосконалення механізації збирання картоплі шляхом розробки картоплекопача, що здатний забезпечити більш повне вилучення бульб з ґрунту при мінімальних втратах і пошкодженнях.

Для цього необхідно вирішити виконання наступних завдань:

- аналіз сучасного стану техніки для збирання картоплі. Вивчення конструкцій існуючих картоплекопачів, їх технічних характеристик, ефективності роботи та недоліків, які проявляються при експлуатації в різних ґрунтово-кліматичних умовах України.
- формулювання вимог до нової конструкції. Обґрунтування основних технічних і технологічних вимог до картоплекопача, виходячи з умов експлуатації, потреб господарств, специфіки сорту картоплі та типу ґрунтів.
- розробка удосконаленої конструкції. Створення ескізного або технічного проєкту картоплекопача з урахуванням удосконалених рішень щодо робочих органів, системи відділення та очищення бульб, енергетичного забезпечення агрегату.
- механіко-технологічні розрахунки. Проведення інженерних розрахунків для визначення оптимальних параметрів основних елементів машини (глибина копання, тяговий опір машини, швидкість руху, розміри основних робочих елементів).
- розглянути питання охорони праці. Розробити заходи з охорони праці на виконанні збирання картоплі.

- оцінка техніко-економічної ефективності. Порівняння розробленого картоплекопача з існуючими аналогами за основними показниками (продуктивність, ступінь пошкодження бульб, питомі витрати енергії, економічна доцільність використання).

Таким чином, реалізація поставленої мети сприятиме підвищенню якості процесу збирання картоплі, зменшенню втрат і пошкоджень продукції, а також покращенню умов праці операторів машин у польових умовах.

2.4. Особливості процесу механізації збирання картоплі

Збирання картоплі є завершальним і одним з найбільш енерго- та трудомістких етапів у технологічному процесі вирощування цієї культури. Від організації та технічного забезпечення цього процесу значною мірою залежать загальні втрати продукції, якість бульб, витрати праці та собівартість отриманої продукції [11, 12]. Механізація збирання дозволяє істотно підвищити ефективність господарств, зменшити затрати ручної праці та скоротити терміни проведення робіт у польових умовах.

Основні завдання процесу механізованого збирання картоплі. Головною метою є максимальне вилучення бульб із ґрунту з мінімальними втратами та пошкодженнями [13].

Процес збирання картоплі включає декілька технологічних операцій:

- зрізання та збирання ботви;
- підкопування ґрунту у зоні розташування бульб;
- відокремлення картоплі від землі та ботви;
- очищення бульб від частинок ґрунту;
- подача продукції до транспортного засобу або укладання у валок на поверхню поля.

Ці операції мають виконуватись із врахуванням біологічних особливостей культури та агротехнічних умов.

Одним із вирішальних факторів ефективності механізованого збирання є стан ґрунту під час проведення робіт. Надмірна вологість призводить до злипання ґрунту на робочих органах, що ускладнює очищення бульб і підвищує ризик пошкодження. Навпаки, надто сухий або ущільнений ґрунт ускладнює підкопування та збільшує навантаження на агрегати. Тому оптимальними вважаються умови, коли вологість ґрунту в зоні розміщення бульб становить 17–22%. Крім того, збирання має проводитися в погодні умови, що забезпечують збереження механічної цілісності бульб і запобігають утворенню гнилей при зберіганні.

Механізоване збирання здійснюється із застосуванням різних типів машин:

- ботвозбиральні машини, косарки,
- картоплекопачі, які підкопують та частково очищають бульби, залишаючи їх на полі для подальшого ручного або механізованого підбирання.
- комбайни для збирання картоплі. Більш складні агрегати, що виконують повний цикл операцій: зрізання ботви, підкопування, очищення, сортування та завантаження картоплі у транспортні засоби.

Вибір конкретного типу техніки залежить від площі обробітку, рівня механізації господарства та економічної доцільності.

Особливістю збирання ранньої картоплі є її збирання за технічної стиглості коли ботва ще зелена [14]. Перед збиранням за 1-2 дні ботва скошується косарками або кормозбиральними машинами КСТ-Ф70, КСК-100А та ін. Викопування картоплі виконується в валок для зменшення її пошкодження, що дещо ускладнює процес так як збирати картоплю приходится в ручну.

Збирання середніх та пізніх сортів починається з підсихання ботви і закінчується за 21-24 дні до встановлення температурного середньодобового показника на відмітці в 8 °С. Не дотримання цих вимог викликає збільшення травмування картоплин. Перед збиранням ботва скошується за 5-10 днів на

висоті не вище 6-10 при використанні копачів і 15-20 см з використанням комбайнів.

З метою зниження навантаження на копачі або комбайни (КПК-2, КПК-3, ін.) та травмування бульб перед викопуванням за 2-4 дні на важких ґрунтах проводять міжрядне розпушування на глибину від 15 до 17 см. Для цього використовують культиватори з долотами наприклад КРН-4,2Д або КОН-2,8А.

Збирання картоплі може виконуватися роздільним, комбінованим способом або прямим комбайнуванням [15].

Роздільний спосіб використовується за підвищеної вологості ґрунтів. Використовуючи копачі викопуються бульби та укладаються в валок. Після підсихання бульб виконується підбирання в ручну або комбайнами підбирачами.

Пряме комбайнування можна використовувати за умови чистої площі поля з легкими чи середніми ґрунтами. Згідно встановлених агрономог пошкодження картоплі не повинен перевищувати 3 відсотків.

Комбінований спосіб збирання бульб забезпечу викопування бульб копачами КСТ-1,4А або КТН-2В з наступним укладанням в міжряддя сусідніх невикопаних двох рядків. Послідуючі проходи здійснюються з пропуском невикопаних рядків на яких у міжрядді знаходиться бульба. Використовуючи комбайн КПК-2 відбувається викопування пропущених рядків з підбиранням картоплі в міжрядді.

Незважаючи на широке поширення техніки для збирання, процес і досі стикається з рядом проблем:

- пошкодження бульб через агресивну дію робочих органів;
- втрати продукції через недосконалу систему сепарації;
- ускладнення при збиранні в полі з високою гребеневістю або значною кількістю ботви.

Шляхи вирішення цих проблем полягають у вдосконаленні конструкцій робочих органів машин, застосуванні амортизуючих покриттів, використанні

автоматизованих систем регулювання глибини та швидкості обробітку, а також інтеграції сенсорів для контролю якості роботи в режимі реального часу.

Отже процес механізованого збирання картоплі є складною, багатокомпонентною операцією, ефективність якої залежить від погодних умов, стану ґрунту, конструкції машин і технічного забезпечення господарства. Удосконалення технічних засобів, адаптація під різні ґрунтово-кліматичні умови та впровадження інтелектуальних систем контролю є ключовими напрямками розвитку галузі, що забезпечать зменшення втрат і підвищення якості продукції при збиранні.

2.5. Аналіз засобів механізації збирання картоплі

У механізованому процесі збирання картоплі використовуються машини різного призначення та конструктивної складності, які можна умовно поділити на дві групи: машини часткового циклу (картоплекопачі) та машини повного циклу (картоплезбиральні комбайни).

Картоплекопачі.

ККН-1.4 (рис. 2.1)[16] – навісний картоплекопач вітчизняного виробництва (Львівсільмаш), призначений для підкопування та викладання бульб на поверхню поля. Має просту конструкцію з підкопувальними лемішами та грохотами. Ефективний на легких і середньо суглинистих ґрунтах.



Рис. 2.1. Картоплекопач ККН-1.4

Основні показники копача ККН-1,4 наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Основні показники копача ККН-1,4

Показник	Значення
Тип машини	Навісний дворядний картоплекопач
Агрегатування	трактор класу 14 кН (наприклад, ЮМЗ-8040)
Робочий орган копача	Два леміша
Маса, кг	320–350
Продуктивність, га/год	0,25–0,48
Ширина захвату, м	1,4
Робоча швидкість, км/год	3–5,5
Глибина копання, см	До 25
Висота вивантаження, см	До 50
Частота коливань грохота, кол/хв	Близько 320
Система сепарації	Грохотний транспортер
Кількість обслуговуючого персоналу	1 оператор

До переваг копача належить проста конструкція, доступна вартість. У порівнянні з імпортними аналогами машина є економічно вигідним варіантом для невеликих і середніх господарств. Надійність у роботі ККН-1.4 добре зарекомендував себе на легких і середньосуглинистих ґрунтах, зберігаючи стабільну якість копання. Досить хороша адаптивність може працювати з широким рядом тракторів класу 1,4 (МТЗ-80, ЮМЗ-8040 та ін), що є поширеними в Українських господарствах. Підвищена продуктивність у порівнянні з однорядними аналогами.

Недоліки картоплекопача ККН-1,4. Обмежена ефективність при важких ґрунтах. На вологих або ущільнених ділянках може забиватися або погано очищати бульби. Відсутність системи сортування. Копач лише піднімає та викладає бульби на поле — подальше підбирання і сортування виконується вручну або іншими засобами. Відсутність автоматичного регулювання глибини та частоти коливань сепаратора.

Ще одним представником вітчизняного виробництва являється причіпний копач КПК-3 (рис. 2.2). Це напівпричіпна трирядна машина, призначена для механізованого збирання картоплі, висадженої з міжряддям 70 см [17]. Він ефективно працює на легких, середніх та важких перезволожених ґрунтах, забезпечуючи повний цикл збирання: викопування, очищення від ґрунту та рослинних решток, а також завантаження бульб у бункер для подальшого транспортування. Основні показники копача наведено в таблиці 2.3.



Рис. 2.2. Напівпричіпний копач КПК-3

До переваг копача можна віднести високу ефективність підкопування. Леміші забезпечують глибоке та рівномірне підкопування ґрунту по всій ширині захвату, що сприяє якісному вилученню бульб навіть із важких та злежаних ґрунтів. Наявність прорізних дисків зменшує опір ґрунту, полегшує роботу

основних лемішів. Робочі органи мають просту конструкцію та легко піддаються регулюванню, заміні або заточуванню у польових умовах. У порівнянні з роторними або барабанними копачами, лемішний орган створює менше порушень ґрунтової структури після проходу машини.

Таблиця 2.3 – Основні показники напівпричіпного копача КПК-3

Параметр	Значення
Тип машини	Напівпричіпний трирядний копач
Тяговий клас трактора для агрегування, кН(тс)	14 (1,4) МТЗ-80/82, ЮМЗ-8040, ЮМЗ-8044, МТЗ-100
Викопуючий орган	Леміш з боковими дисками
Місткість бункера копача	1520 кг
Ширина захвату копача, м	2,1
Ширина міжряддя, м	0,70
Глибина копання, м	до 0,25
Робоча швидкість, км/год	2,5–5,8
Продуктивність копача, га/год	0,43–0,82
Маса копача, кг	5750
Габаритні розміри (Д×Ш×В), м	8×3,5×4,1

До недоліків копача можна віднести можливість пошкодження бульб, що пов'язано з не дотриманням швидкісного режиму або неправильному налаштуванні леміша, особливо при твердому або кам'янистому ґрунті.

В якості закордонного представника копачів розглянемо модель напівпричіпного копача GRIMME DR 1500 (Німеччина) (рис. 2.3) [18], яка отримала широке поширення серед аграріїв багатьох країн. Картоплекопач із системою двох грохотів і опційним м'яким вивантаженням.



Рис. 2.3. Напівпричіпний копач GRIMME DR 1500

Високопродуктивна машина, що може працювати у дворядному режимі з мінімальним пошкодженням бульб.

Основні переваги копача:

- Дворядна конструкція з високою продуктивністю. Копач здатен ефективно викопувати два рядки одночасно, що дозволяє збільшити площу обробки за зміну без втрати якості роботи.
- Використання зносостійких матеріалів забезпечують довготривалий ресурс роботи навіть у складних умовах.
- Система м'якого викладання картоплі. Завдяки спеціальним гумовим елементам транспортерів знижується ймовірність пошкодження бульб.
- Багаторівнева система грохотів та очисних валів дозволяє добре сепарувати землю, що мінімізує потребу у післязбиральному доочищенні.

- Сумісність із тракторною технікою різних класів від 80 к.с., що робить його зручним для середніх господарств.

Таблиця 2.4 – Основні показники напівпричіпного копача GRIMME DR 1500

Показник	Значення
Тип машини	Напівпричіпний картоплекопач
Кількість оброблюваних рядків	2
Викопуючий робочий орган	Леміш з боковими дисками
Робоча ширина	1,5 м (по міжряддю 0,75 м)
Глибина копання	Регулюється, до 0,25–0,30 м
Робоча швидкість	3,5–6,1 км/год
Продуктивність	0,4–0,7 га/год (залежно від умов)
Тип сепарації	Подвійний грохотний транспортер із очисними валами
Система викладання	М'яке викладання бульб у валок
Маса машини	2100–2250 кг
Агрегатування	Трактор потужністю від 80 к.с.
Потреба в обслуговуючому персоналі	1 оператор
Додаткове оснащення	Система гідравлічного регулювання, очисні вали, захисні крила

Основні недоліки копача. Висока вартість придбання. Через наявність великої кількості вузлів і механізмів обслуговування потребує кваліфікованого персоналу та регулярного технічного догляду.

Картоплезбиральні комбайни. Ще одним представником компанії GRIMME являється самохідний комбайн VARITRON 470 TERRA TRAC (рис. 2.4). Самохідна машина з функцією повного циклу: видалення ботви, підкопування, сепарації, очищення, сортування та завантаження в бункер. Оснащена системами автоматичного регулювання глибини та м'якими елементами для зменшення пошкоджень бульб. Завдяки поєднанню потужного двигуна, інноваційних систем управління та гумових гусениць, цей комбайн забезпечує високу продуктивність і мінімальний вплив на ґрунт. Основні показники машини наведено в таблиці 2.4 [19].



Рис. 2.4. Самохідний комбайн VARITRON 470 TERRA TRAC

Основні переваги машини. Висока продуктивність: Здатність обробляти великі площі з мінімальними втратами та пошкодженнями врожаю. Можливість адаптації до збирання різних культур, таких як картопля, цибуля та морква. Ергономічна кабіна з сучасними системами управління та відеоспостереження забезпечує зручність та безпеку роботи. Гумові гусениці знижують ущільнення ґрунту, що сприяє збереженню його структури та родючості.

Основні недоліки машини. Висока вартість: Інвестиції в таку техніку можуть бути значними, що може бути недосяжним для дрібних господарств. Складність обслуговування: Високотехнологічні системи потребують спеціалізованого обслуговування та навчання персоналу. Потреба в просторах полів: Оптимальна ефективність досягається на великих, рівних полях, що може бути обмеженням для деяких господарств.

Таблиця 2.5 – Основні показники комбайна VARITRON 470 TERRA TRAC

Параметр	Значення
Тип машини	Самохідний комбайн для збирання коренеплодів
Кількість рядків	4
Енергетична установка	Mercedes-Benz OM 470-1 LA, Stage V
Потужність двигуна, кВт	420
Повна маса комбайна, кг	від 27000
Об'єм бункера, кг	7000
Рушії комбіновані	Напрямні колеса Легка напівгусениця TERRA TRAC
Викопуючий робочий орган	4-Леміші з боковими дисками
Керування параметрами комбайна	Сенсорне керування за допомогою екрана 12,1 і блока CCI 1200
Габаритні розміри (Д×Ш×В), м	13,5×3,5×4,2
Керування очищенням робочих вузлів	Автоматичне регулювання швидкості транспортерів Speedtronic-Web
Розвантаження з бункера	до 4,3 м (з використанням подовжувача)
Контроль врожаю	Система картографування урожайності
Культури	столовий буряк, картопля, морква, цибуля

Ці машини можуть комплектуватися додатковими модулями: автоматичними сепараторами, інфрачервоними камерами для контролю якості, механізмами сортування та подачі в контейнери або транспортні засоби. Вибір конкретної моделі залежить від розміру господарства, рівня механізації та економічної доцільності.

Інтеграція сучасних картоплезбиральних машин у виробництво дозволяє скоротити витрати ручної праці, зменшити втрати врожаю, підвищити якість товарної продукції та ефективність логістики на полі

2.6. Патентний пошук за темою

Проведемо аналіз найбільш актуальних конструктивних рішень за обраною тематикою. Винахідниками з Вінницької овочевої дослідної станції запропоновано корисну модель картоплекопача (рис. 2.5) [20], який повинен забезпечити зниження енергозатрат та підвищити ефективність та продуктивність процесу механізації викопування бульб.

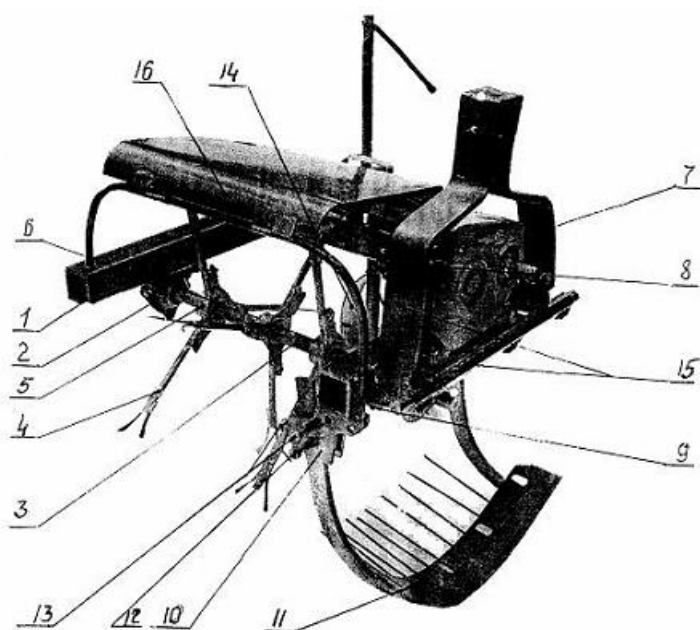


Рис. 2.5. Картоплекопач патент UA 16693

Робота копача відбувається в наступній послідовності. Трактор з тяговим зусиллям не менше 2 кН переміщує навісний копач з U подібним лемішем 11 підкопуючи ґрунт з картоплею. Бульби при цьому піднімаються разом з ґрунтом на елементи сепаруючого пристрою що складається з прутків закріплених на леміші та активних бил 4 розміщених на роторі в три ряди. Привід ротора здійснюється від вала відбору потужності трактора. Глибина підкопування регулюється за допомогою зміни висоти положення опорного колеса 14. Робочі рухливі елементи копача захищені кожухом 16, що убезпечує травмування обслуговуючого персоналу. Орієнтовно швидкість руху повинна складати не менше 6 км/год, що забезпечить хорошу продуктивність копача в межах 0,28-0,32 га/год. Окрім глибини також регулюється кут атаки леміша та частота обертання бил.

Перевагами такої конструкції є її простота та надійність, що забезпечують хорошу продуктивність. До недоліків можна віднести ручну працю на збиранні викопаної картоплі.

Ще одне конструктивне рішення копача від компанії Панголіна заслуговує на увагу завдяки своїй простоті та ефективності, що досить актуально для невеликих аграрних підприємств. В основу запропонованого конструктивного рішення копача (рис. 2.6) [21] поставлена задача підвищення ефективності викопування картоплі за рахунок інтенсифікації процесу шляхом регулювання зони сходу підкопаного пласта ґрунту з бульбою.

Як це досягається розглянемо проаналізувавши роботу запропонованої конструкції. Переміщуючись за трактором леміш 5 копача підкопує пласт ґрунту з картоплею. Відбувається поступове його руйнування за рахунок звуження підкопуючої частини копача та контакту пласта з гнучкими прутками 4, які його підхоплюють. За рахунок використання дисків 8 закріплених на рамі 2 відбувається підрізання пласта та спрямування його на основний леміш копача. Таке конструктивне рішення забезпечує попереднє руйнування пласта та полегшує роботу леміша. Диски встановлені з кутом атаки відносно

напрямку руху машино-тракторного агрегату. Глибина їх роботи регулюється зміщенням опорної стійки відносно рами 2. Зміщуючи стійки котка 6 відносно рами здійснюється регулювання глибини копання копачем.

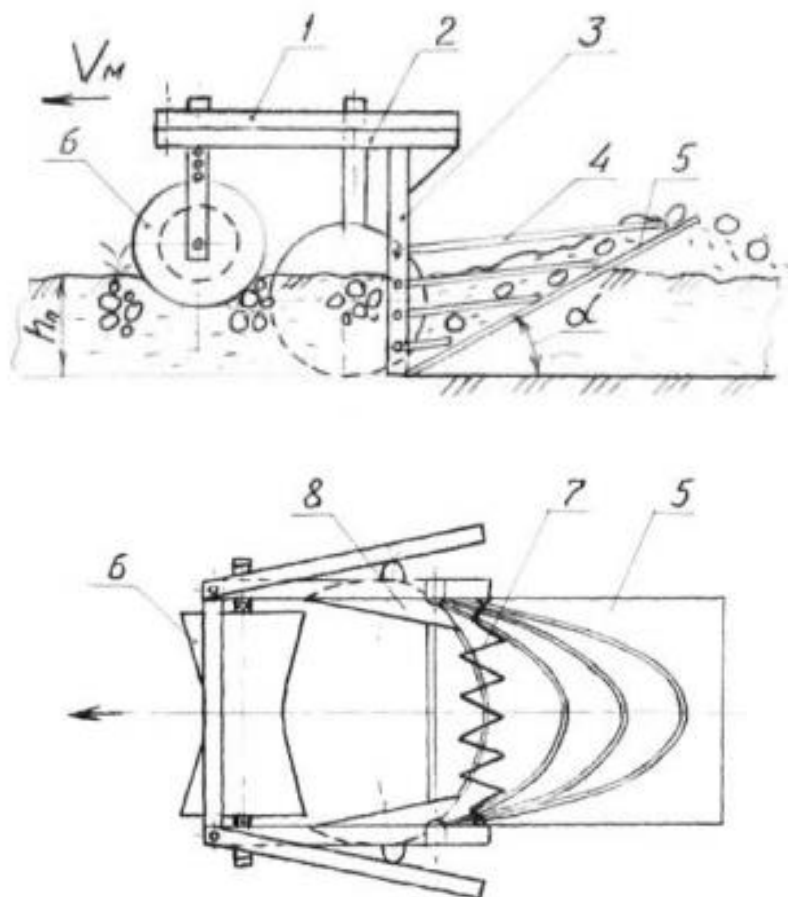


Рис. 2.6. Картоплекопач патент UA 88722

Як і в попередньому випадку до переваг такої конструкції копача можна віднести її простоту та надійність, що забезпечують хорошу продуктивність. До недоліків можна віднести ручну працю на збиранні викопаної картоплі. Відсутність регулювань сепаруючої частини не дозволяє використовувати такий копач в умовах підвищеної засміченості ділянки де збирається картопля.

Науковцями кафедри тракторів і сільськогосподарських машин ДДАЕУ запропоновано конструкцію копача (рис. 2.7) [22], що дозволить знизити тяговий опір машин для викопування корене-бульбоплодів за рахунок його роботи з деякою вібрацією.

Перед початком роботи в залежності від культури та властивостей ґрунту виконуємо налаштування кута атаки скоби 1 і 6 з лезами 7 та жорсткості

пружини 4 вібратора 3. Також відбувається регулювання глибини викопування ґрунту. Рухаючись в здовж рядка леміш 5 разом лезами скоби підрізає ґрунт з розташованими в ньому корене-бульбоплодами і піднімає зрізану масу на поверхню. При цьому підрізання виконується з одночасним коливанням, яке покращує кришіння зрізаного пласта та знижує опір робочого органу копача. Робота копача відбувається без додаткових витрат енергії на роботу коливальної системи. Енергія витрачається тільки на подолання тягового опору робочого органу копача.

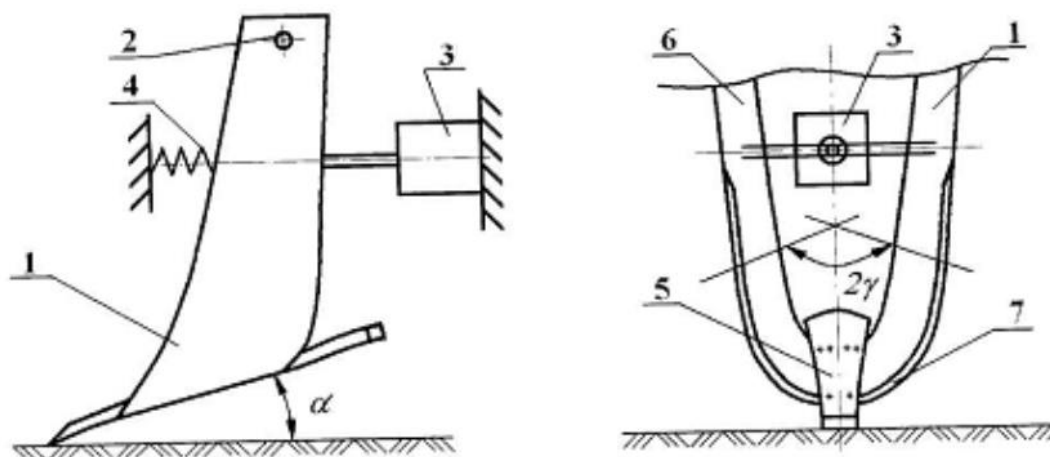


Рис. 2.7. Копач вібраційної дії, патент України № 56385

Перевагами даної конструкції копача є зниження тягового опору завдяки вібраційній дії робочих органів копача значно зменшується опір ґрунту при викопуванні, що знижує навантаження на трактор і економить паливо. Покращене кришіння ґрунту забезпечує виділення корене-бульбоплодів з загальної маси підрізаного пласта.

Окрім переваг копач має і недоліки. Для досягнення ефективної роботи необхідне точне попереднє регулювання кута атаки та пружин, що може бути складним для малодосвідченого оператора. Підвищене зношування пружин та вузлів вібратора.

2.7. Висновки

1. Проведений аналіз сучасного стану технологій вирощування та механізованого збирання картоплі в Україні засвідчив наявність значного потенціалу для підвищення ефективності цих процесів. Незважаючи на поступове зростання рівня механізації, збирання картоплі все ще залишається однією з найбільш енерго- та трудомістких операцій. Існуючі технічні засоби, особливо у сегменті картоплекопачів, мають як переваги, так і численні обмеження, зокрема: високу частку пошкоджень бульб, недостатню ефективність роботи на важких і зволжених ґрунтах, а також відсутність автоматичних систем налаштування робочих параметрів.

2. В результаті проведеного аналізу техніки, як вітчизняного, так і закордонного виробництва, виявлено значні відмінності в конструктивних особливостях, рівні автоматизації, якості сепарації та рівні адаптації до різних ґрунтово-кліматичних умов. Особливої уваги заслуговують напівпричіпні моделі, які поєднують високу продуктивність із функціональністю, проте є малодоступними через високу вартість. З іншого боку, доступніші навісні копачі не завжди відповідають вимогам сучасного виробництва, особливо в контексті мінімізації пошкоджень врожаю та універсальності застосування.

3. З огляду на вищезазначене, розробка удосконаленого картоплекопача є актуальною та доцільною. Така машина повинна поєднувати переваги різних типів копачів: мати адаптивну конструкцію, здатність працювати в широкому діапазоні ґрунтів, низький рівень пошкодження бульб та ефективну систему сепарації. Важливими критеріями також є енергетична ефективність, простота обслуговування, надійність, а також можливість агрегування з розповсюдженими моделями тракторів класу 1,4 тс.

3. ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ КАРТОПЛЕКОПАЧА ТА ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНІ РОЗРАХУНКИ

3.1. Конструктивна схема та опис картоплекопача

Підвищення ефективності механізації збирання картоплі, яка широко вирощується в Україні, зокрема у малих і середніх аграрних господарствах та приватному секторі, залишається актуальним питанням, що потребує розробки досить простих а відповідно надійних та ефективних машин.

Одним із найперспективніших напрямів удосконалення процесу збирання коренеплодів є створення і дослідження робочих органів, здатних ефективно розпушувати ґрунт на всіх етапах викопування плодоносного шару. Досягти цього можна завдяки застосуванню активних копаючих механізмів, у яких підвищення інтенсивності процесу забезпечується додатковим динамічним впливом на елементи зрізаного ґрунту, оптимізованою формою лемеша та використанням сепаруючого пристрою після нього для якіснішого відокремлення бульб з загального об'єму плодоносного шару. У зв'язку з цим удосконалення та аналіз конструкцій копаючих елементів картоплезбиральної техніки є важливою та актуальною задачею для сільського господарства.

Проведений аналіз в попередньому розділі дозволив визначитися з основними перевагами та недоліками копачів різних типів врахувавши, які розроблено конструкцію активного копача адаптованого для агрегаткування з найбільш поширеними до 80% енергетичними засобами малих та середніх агрогосподарств тобто з тракторами малого тягового класу 6 кН (використанням одного робочого органу) так із універсально-просапними тракторами з тяговим зусиллям 14 кН з двома (важкі ґрунти) або трьома (легкі піщані ґрунти) робочими органами копача. При розробці конструкції активного копача в якості прототипу копаючого органу взято конструктивне рішення запропоноване в роботі [22] з вирішення недоліків даної конструкції

пов'язаних з неякісним відділенням бульб із загального вороху шляхом доповнення конструкції сепаратором активної дії.

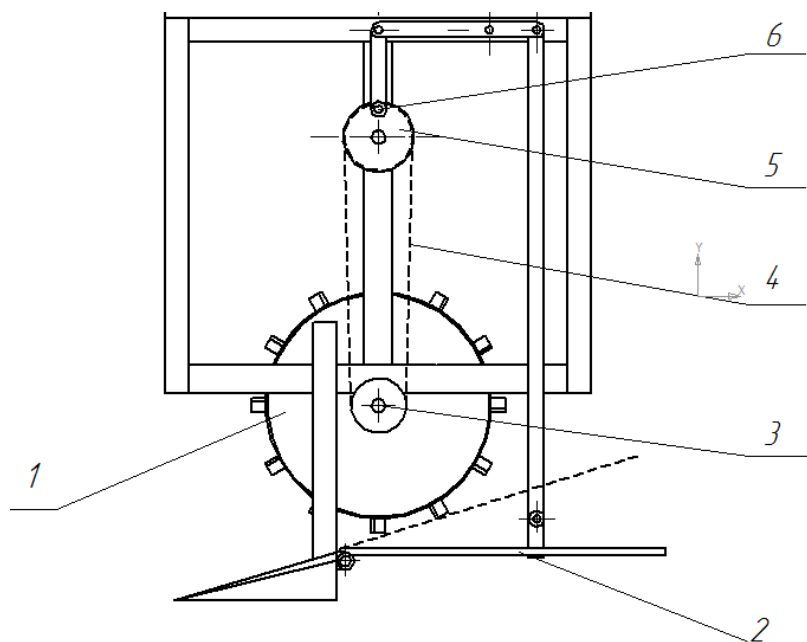


Рис. 3.1 Копач активної дії

- 1 – опорні ведучі колеса; 2 – прутковий сепаратор; 3 – ведуча зірочка;
 4 – ланцюгова передача грохота; 5 – грохот пруткового сепаратора;
 6 – ведена зірочка; 7 – V-подібний робочий орган копача

Перед початком роботи в залежності від властивостей ґрунту виконуємо налаштування кута атаки скоби робочого органу 7 та жорсткості пружини 8 вібратора 9. Також відбувається регулювання глибини викопування ґрунту. Рухаючись в здовж рядка леміш робочого органу копача 7 разом з лезами скоби підрізає ґрунт з розташованими в ньому бульбами картоплі і піднімає зрізану масу на поверхню. При цьому підрізання виконується з одночасним коливанням, яке покращує кришіння зрізаного пласта та знижує опір робочого органу копача. Розпушений шар ґрунту з бульбами подається далі на прутковий сепаратор 2 привід якого організовано від опорних коліс 1 ланцюгової передачі 4 та грохота 5 пруткового сепаратора.

Оскільки амплітуда руху грохоту не велика, це забезпечує якісну сепарацію без травмуванням коренебульбоплодів.

Найвідповідальнішими елементами картоплекопача являються механізм сепарації викопного ґрунту і картоплі та робочий орган копача. Проведемо розрахунки основних параметрів цих механізмів. Вихідні дані для розрахунку копача наведено в таблиці 3.1 та додатку А.

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для розрахунку

Величина	Значення
1	2
Номінальне тягове зусилля , в кН	14
Маса в спорядженому стані, кг	140
Кількість лемішів	2
Ширина захвату, м	1,4
Радіус опорного колеса, м	0,2
Максимальна глибина викопування, м	0,25
Ширина опорного колеса, м	0,12
Швидкість руху копача, м/с	1,5-2
Кількість опорних коліс	2
Відстань між ведучою і веденою зірочками	0,34
Радіус кривошипа, м	0,035
Дотична сила на колесі, Н	392
Частота коливань грохоту, Гц	2-3
Кут нахилу поверхні поля, град.	2
Маса вороху, кг	30
Амплітуда коливань сепаратора грохота, м	0,05

3.2. Розрахунок привода грохота

Привод грохоту рис. 3.1 організовано від опорного колеса 4 картоплекопача. Під час руху картоплекопача опорне колесо надійно відштовхується грутозачепами та приводить в дію колінчастий вал грохота 5 пруткового сепаратора.

Розрахунок виконуємо з використанням загальноприйнятих методик [23]. Розпочинаємо з визначення частоти обертання ведучого вала та зірочки 3 опорного колеса через лінійну швидкість:

$$m_g \cdot l = m_d \cdot Z \cdot r, c^{-1} \quad (3.1)$$

де R – радіус опорного колеса, згідно табл.3.1;

V_1 – швидкість руху копача, згідно табл.3.1.

Вважаємо, що частота обертання колінчастого валу дорівнює числу коливань грохоту. Привід колінчастого вала грохота організовано за допомогою ланцюгової передачі 4 від ведучої зірочки валу 3 до веденої зірочки 6 колінчастого валу грохота 5. Проведемо розрахунок передаточного числа передачі для виконання умови роботи грохота з частотою коливань в межах $f_z = 2-3$ Гц.

Передаточне число ланцюгової передачі визначаємо по відношенню діаметрів зірочок для цього приймаємо стандартні розміри зірочок згідно ДСТУ 13568:2006 [24] на рис. 3.2 приведена кінематична схема приводу:

$$i = \frac{d_1}{d_2} = \frac{70,27}{86,14} = 0,815 \quad (3.2)$$

де d_1, d_2 – відповідно діаметр ведучої і веденої зірочок, згідно [23] число зубів відповідно веденої і ведучої зірочок становить $z_1=79$ і $z_2=63$.

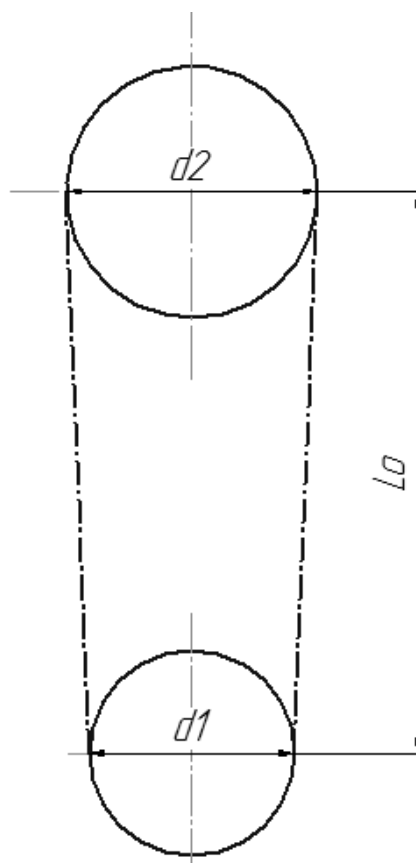


Рис. 3.2. Кінематична схема приводу

Перевіримо виконання умови витримування заданої частоти коливань грохота сепаратора картоплекопача, визначимо частоту обертання колін вала коливальної ланки вібраційного грохоту:

$$n_2 = \frac{n_1}{i} = \frac{1,67}{0,815} = 2,04 \text{ c}^{-1}, \quad (3.3)$$

Отже $n_2 = f_2$ умова забезпечення необхідних коливань грохоту для підтримання якісної сепарації картоплі від ґрунту виконується.

Враховавши габаритні розміри зірочок та відстань між ними згідно ДСТУ 13568:2006 обираємо роликовий однорядний приводний ланцюг рис. 4.3 ПР-12.7-9 [23] з кроком роликів $t=12,7$ мм, діаметр роликів 7.75 мм, $b=7$ мм, $d=3,33$ мм, $b=12$ мм (додаток Б).

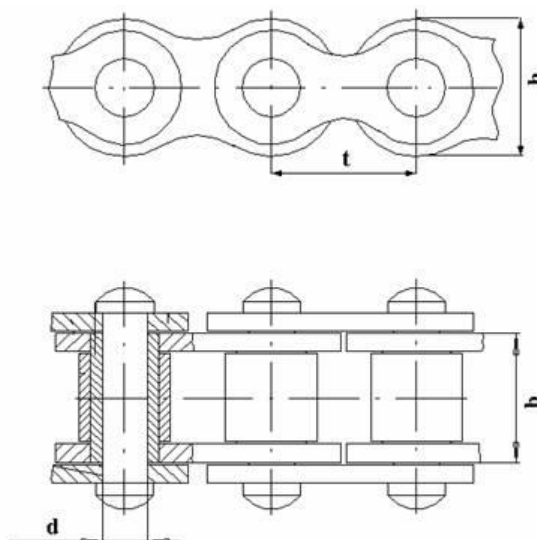


Рис. 3.3. Однорядний ланцюг

Визначимо довжину ланцюга:

$$L_l = 2 \cdot L_o + \frac{\pi \cdot (d_1 + d_2)}{2} \quad (3.4)$$

$$L_l = 2 \cdot 340 + \frac{3,14(70,27 + 86,14)}{2} = 925,56 \text{ мм},$$

де L_o – міжосьова відстань між зірочками, згідно табл.3.1.

Враховуючи крок ланцюга приймаємо довжину 927 мм. Регулювання натягу ланцюга здійснюється зміщенням опорних кришок привода вібраційного грохота.

Швидкість ланцюга:

$$V_l = \frac{z_2 \cdot t \cdot n_1}{1000} = \frac{63 \cdot 12,7 \cdot 1,67}{1000} = 1,33 \text{ м/с}, \quad (3.5)$$

де z_2 – число зубців меншої зірочки;

t – крок ланцюга, мм.

Окружна сила на зірочках:

$$F_1 = \frac{2000 \cdot M_1}{d_1} = \frac{2000 \cdot F_k \cdot R}{d_1} \quad (3.6)$$

$$F_1 = \frac{2000 \cdot 392 \cdot 0,2}{70,27} = 2231 H,$$

де M_1 – крутний момент на ведучому валу, Н·м;

F_k – дотична сила на ведучому колесі, Н згідно табл. 3.1;

R – радіус ведучого колеса, м згідно табл. 3.1.

Навантаження, що діє на вал грохоту від привода

$$F_v = F_1 \cdot k_g = 2231 \cdot 1,05 = 2342,5 H, \quad (3.7)$$

де k_g – коефіцієнт навантаження, згідно [23] $k_g = 1,05$.

Потужність приводу

$$N_{np} = F_1 \cdot V_1 = 2231 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} = 3,34 \text{ кВт}, \quad (3.8)$$

де V_1 – швидкість руху копача, згідно табл. 3.1

3.3. Розрахунок вібраційного грохота

Вібраційний грохот приводиться в дію від опорного колеса через ланцюгову передачу. Обертаючись ведена шестерня 1 рис. 3.4 приводить в дію колінчастий вал, який складається з опорних шийок 2 і 4, де балансних вантажів 5, шатунної шийки 3 зв'язаної через систему важелів з прутковим сепаратором грохоту.

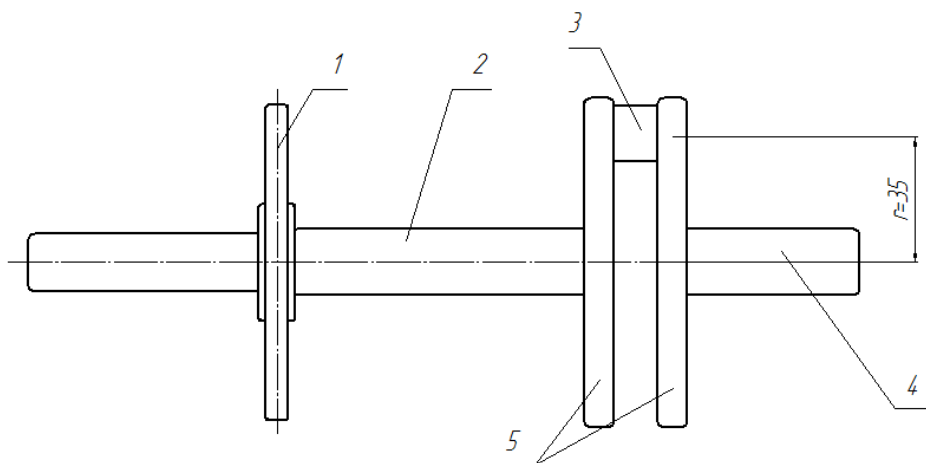


Рис. 3.4. Грохот прутково-сепаруючого пристрою

1 – ведена зірочка ланцюгового привода; 2 – права опорна шийка колінчастого вала; 3 – шатунна шийка вала; 4 – ліва опорна шийка колінчастого вала; 5 – дебалансні вантажі.

Визначимо параметри дебалансних вантажів з рівняння балансу

$$m_{\delta} \cdot l = m_{\delta} \cdot Z \cdot r \quad (3.9)$$

де m_{δ} – маса дебалансного вантажу, кг ;

r – радіус центра мас дебалансного вантажу, м згідно табл. 3.1;

Z – число дебаланснених вантажів, $Z = 2$;

m_{δ} – маса вороху, кг згідно табл. 3.1;

l – амплітуда коливання пруткового сепаратора, м згідно табл. 3.1

$$m_{\delta} = \frac{m_{\delta} \cdot l}{Z \cdot r} = \frac{15 \cdot 0,05}{2 \cdot 0,035} = 10,71 \text{ кг}$$

Визначаємо відцентрові сили від дебалансного вантажу:

$$P_{\text{ц}} = m_{\delta} \cdot \omega^2 \cdot r = G_{\delta} \cdot r \cdot n^2, \text{ Н} \quad (3.10)$$

де ω – кутова швидкість дебалансного валу, рад/с;

G_b – вага дебалансного вантажу $G_b = g \cdot m_d$;

G – прискорення вільного падіння $9,81 \text{ м/с}^2$;

тоді:

$$P_u = 10,71 \cdot 9,81 \cdot 0,35 \cdot 2,04^2 = 15330 \text{ Н}.$$

Розрахунок потужності на привід грохоту

Споживана грохотом потужність витрачається на подолання тертя в опорах колінчастого вала.

$$T = P_u \cdot f = 15330 \cdot 1,3 = 19894 \text{ Н}, \quad (3.11)$$

де T – сила тертя в опорах, Н;

f – коефіцієнт тертя вала в опорах, згідно [23] 1,3.

Робота тертя в опорах

$$A_T = T \cdot d \cdot n_2 = 19894 \cdot 0,018 \cdot 2,04 = 730 \text{ Дж}, \quad (3.12)$$

де d – діаметр валу, приймаємо 0,018 м

Споживана потужність грохота

$$N_z = \frac{A_T \cdot Z}{1000} = \frac{730 \cdot 2}{1000} = 1,461 \text{ кВт}. \quad (3.13)$$

Визначимо необхідну потужність приводу

$$N_n = \frac{N_z}{\eta} = \frac{1,461}{0,9} = 1,62 \text{ кВт}, \quad (3.14)$$

де η – ккд ланцюгового приводу становить 0,9.

Згідно формули 3.8 потужність приводу $N_{np} = 3,34$ кВт, отже від однієї пари коліс можна забезпечити привід двох прутково сепаруючих пристроїв копача з двома робочими органами для викопування ґрунту з бульбами.

Визначення продуктивності грохоту

Продуктивність вібраційних грохотів не піддається точному розрахунку і є величиною дослідною, однак можна вказати, що вона пропорційна ширині грохоту, висоті шару ґрунту з бульбою на грохоті і швидкості його руху вздовж пруткового сепаратора. Остання в свою чергу залежить від кута нахилу грохоту, частоти вібрації і амплітуди коливань сепаратора. Орієнтовно її можна визначати наступним чином. На похилому сепараторі шар ґрунту з бульбою в результаті його вібрації підкидається на висоту, що дорівнює амплітуді вібрації, тобто $2e$, потім під дією сили ваги падає вертикально, просуваючись вздовж сепаратора на величину, рівну:

$$S = 2e \cdot \operatorname{tg} \alpha = 2 \cdot 0,05 \cdot 0,122 = 0,026 \text{ м/с} \quad (3.15)$$

Орієнтовно продуктивність грохоту ($\text{м}^3/\text{год}$) можна визначити за формулою:

$$Q = 120 \cdot B \cdot h \cdot e \cdot n_2 \cdot \rho_n \cdot \operatorname{tg} \alpha, \text{ м}^3 / \text{год} \quad (3.16)$$

де B – ширина поверхні, що просіює ворох приймаємо $B = 0,38$ м;

h – висота шару матеріалу, м $h = d \cdot \mu$;

d – розмір найбільших частинок викопного шару приймаємо $d = 0,15$ м;

μ – коефіцієнт рихлення шару ґрунту $\mu = 0,06$ [25];

e – амплітуда вібрації грохота згідно табл. 3.1 $e = 0,05$ м;

ρ_n – щільність шару ґрунту, $\rho_n = 1000 \text{ кг/м}^3$ [26]

n_2 – частота обертання вала, $n_2 = 2,04 \text{ с}^{-1}$;

α – кут нахилу сепаратора, згідно табл. 3.1;

$$Q = 120 \cdot 0,38 \cdot 0,15 \cdot 0,06 \cdot 0,05 \cdot 2,04 \cdot 1000 \cdot 0,26 = 10,88 \text{ м}^3 / \text{год}$$

3.4. Розрахунок тягового опору активного копача

Значення питомого тиску на ґрунт активного копача розрахуємо за формулою:

$$q = \frac{9,81(L_1 - e) \cdot G}{L_1 \cdot \pi \cdot B \sqrt{\frac{2,94D_0 \cdot G(L_1 - e)}{p \cdot L_1} \cdot \sqrt{\frac{1}{D_0 \cdot B} - \frac{8,64G^2(L_1 - e)^2}{L_1^2 \cdot p^2}} \cdot \frac{1}{D_0 \cdot B}}}, \text{кН} / \text{м}^2 \quad (3.17)$$

де L_1 – відстань від осі опорно-приводного колеса до осі робочого органу копача приймаємо $L_1 = 0,27 \text{ м}$;

e – ексцентриситет розташування робочої маси копача відносно осі опорного ведучого колеса, $e = 0,12 \text{ м}$;

G – робоча маса активного копача, т приймаємо згідно табл. 3.1;

B – ширина опорного ведучого колеса, приймаємо $0,12 \text{ м}$;

D_0 – діаметр опорного ведучого колеса, згідно табл. 3.1. $D_0 = 0,4 \text{ м}$;

p – тиск в шині, кПа, для залізних коліс $p = 1$;

$$q = \frac{9,81 \cdot (0,27 - 0,12) \cdot 0,14}{0,27 \cdot 3,14 \cdot 0,12 \sqrt{\frac{2,94 \cdot 0,4 \cdot 0,14 \cdot (0,27 - 0,12)}{1 \cdot 0,27} \cdot \sqrt{\frac{1}{0,4 \cdot 0,12} - \frac{8,64 \cdot 0,14^2 \cdot (0,27 - 0,12)^2}{0,27^2 \cdot 1^2}} \cdot \frac{1}{0,4 \cdot 0,12}}} = 1,21 \text{ кН} / \text{м}^2$$

Знаходимо опір руху коліс активного копача за виразом:

$$W_f = G \cdot 9,81 \cdot f_p, H \quad (3.18)$$

$$W_f = 9,81 \cdot 140 \cdot 0,1 = 164,7 H$$

f_p - коефіцієнт опору перекочування сталевго колеса по ґрунту, 0,1:

Значення опору руху активного копача на уклін визначимо за формулою:

$$W_i = \frac{9,81 \cdot G(L_1 - e)}{L_1} \cdot i, H \quad (3.19)$$

де i – ухил поля, $i = \operatorname{tg} \alpha = 0,52$;

$$W_i = \frac{9,81 \cdot 140(0,27 - 0,02)}{0,27} \cdot 0,52 = 661,27 H.$$

Опір інерції при зрушенні з місця активного копача визначмо за формулою:

$$W_3 = G \cdot 9,81 \frac{V \cdot (1 - \delta)}{t_p} \quad (3.20)$$

де V – швидкість копалки, м/с;

δ – коефіцієнт буксування, приймаємо $\delta = 0,01$;

t_p – час резонансу, с; приймаємо $t_p = 3$ с.

$$W_3 = 140 \cdot 9,81 \frac{1,5 \cdot (1 - 0,01)}{3} = 679 H.$$

Опір що створюють робочі органи активного копача знаходимо за рівнянням:

$$W_p = a \cdot v \cdot f_k \cdot n, H \quad (3.21)$$

де f_k – питомий опір робочого органу копача, приймаємо згідно експериментальних даних кафедри ТСГМ [29]; $f_k = 1 \text{ Н/ см}^2$;

n – кількість робочих органів, згідно табл. 3.1

a – глибина ходу робочого органу копача, м згідно табл. 3.1;

v – ширина підкопуючого шару, приймаємо 0,38 м;

$$W_p = 25 \cdot 38 \cdot 1 \cdot 2 = 1900 H$$

Сумарний тяговий опір активного копача розрахуємо за виразом:

$$\Sigma W = W_f + W_i + W_z + W_p, H \quad (3.22)$$

$$\Sigma W = 164,7 + 661,27 + 679 + 1900 = 3404,97 H$$

Отже для агрегування запропонованої конструкції активного копача за умови використання двох робочих органів активного копача достатньо трактора з тяговим зусиллям 6 кН.

3.5. Розрахунок вала на міцність

Розрахунок виконуємо з використанням загальноприйнятих методик [28].

Вихідні дані для побудови епюр згинаючих та крутних моментів:

- відстань між опорними становить $v = 0,085 \text{ м}$;
- плече колінчастого вала (радіус кривошипа) $a = 0,08 \text{ м}$,

Розрахункова схема вала наведена на рис. 3.5.

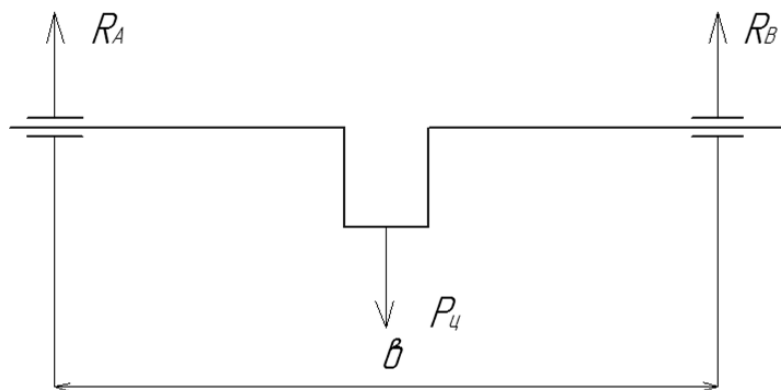


Рис. 3.5. Розрахункова схема вала

Реакції опор:

$$R_A = R_B = \frac{P_q}{2} = \frac{15330}{2} = 7665 \text{ Н}, \quad (3.23)$$

де P_q – відцентрові сили від дебалансного вантажу, Н.

Максимальний згинаючий момент виникаючий посередні вала

$$M_{u \max} = \frac{R_A \cdot \delta}{2} = \frac{7665 \cdot 0,085}{2} = 325,76 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (3.24)$$

Крутний момент:

$$M_{кр} = \frac{N_n}{\pi \cdot n_2 \cdot 30} = \frac{1,62 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 2,04 \cdot 30} = 8,43 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (3.25)$$

В розрахунках на міцність вала крутним моментом можна знехтувати

Схема епюри згинаючого моменту наведено на рис. 3.6

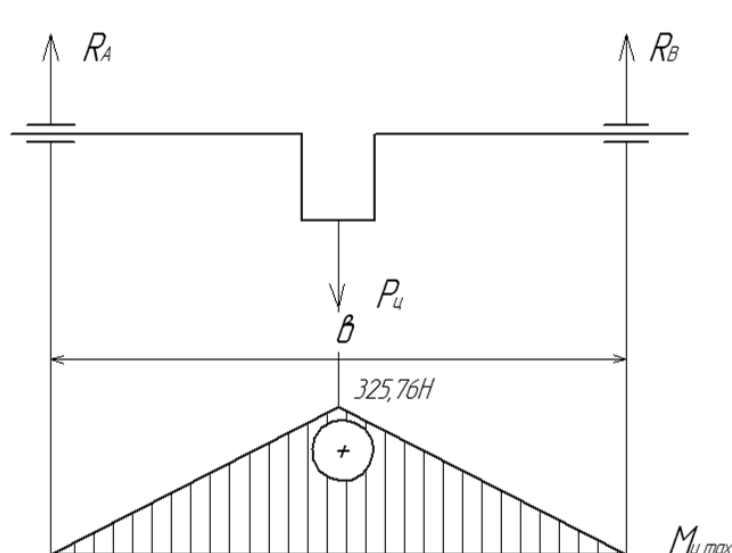


Рис. 3.6. Епюра згинаючого моменту

Умова міцності:

Із умови міцності визначимо необхідний момент опору не симетричного небезпечного перерізу вала:

$$\sigma_{\text{н}} = \frac{M_{u \max}}{W_{\text{н}}} \leq [\sigma_{\text{н}}]_{\text{w}}, \quad (3.26)$$

де $\sigma_{\text{н}}$ – межа міцності вала на згин сталь 20л ДСТУ 8920:2019 $\sigma_{\text{н}} = 170$ МПа;

$W_{\text{н}}$ – момент опору не симетричного небезпечного перерізу вала, м^3 ;

Тоді:

$$W_{\text{н}} = \frac{M_{u \max}}{\sigma_{\text{н}}} = \frac{325,76}{170 \cdot 10^6} = 1,91 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

3.6. Розрахунок шпонкового з'єднання

Для з'єднання вала з зведеною шестернею застосовуємо шпонкове призматичне з'єднання ДСТУ 23360-98. Призматичні шпонки перевіряємо на зминання при $[\tau_{\text{зм}}] = 80 \dots 150$ МПа і на зріз $[\tau_{\text{зр}}] = 0,6 \cdot [\tau_{\text{зм}}] = 0,6 \cdot 150 = 90$ МПа

Діаметр дебалансного вала $d=16$ мм, крутний момент на валу дебалансного вала $M_{кр} = 8,43$ Н·м.

Розміри шпонки під ведену зірочку

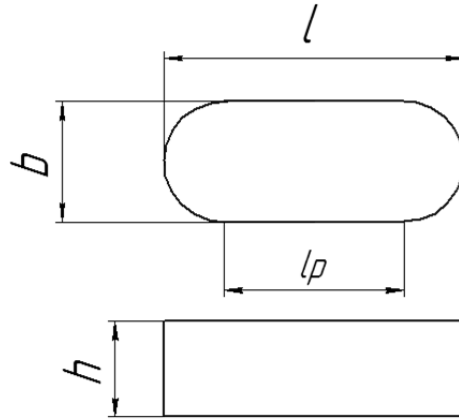


Рис. 3.7. Габаритні розміри шпонки

Де $b \times h \times l = 4 \times 3,5 \times 10 \times 6$ мм.

Перевірка шпонки на зминання

$$\tau_{зм} = \frac{4M_{кр}}{(h \cdot l_p \cdot d)} = \frac{4 \cdot 8,43 \cdot 10^3}{3,5 \cdot 6 \cdot 16} = 101 \text{ МПа}, \quad (3.27)$$

де $M_{кр}$ – момент, що передає шпонкове з'єднання, Н·м;

d – діаметр вала, мм;

h – висота шпонки, мм;

l_p – робоча довжина шпонки, мм;

умова міцності на зминання виконується $101 < 150$ МПа.

Перевірка шпонки на зріз

$$\tau_{зр} = \frac{2M_{кр}}{(b \cdot l_p \cdot d)} = \frac{2 \cdot 8,43 \cdot 10^3}{4 \cdot 6 \cdot 16} = 43,9 \text{ МПа}, \quad (3.28)$$

умова міцності на зріз виконується $43,9 \text{ МПа} < 90 \text{ МПа}$.

3.7. Висновки

1. Обґрунтовано конструкцію активного картоплекопача, призначеного для механізованого викопування картоплі в умовах малих і середніх агропідприємств. Розроблена машина орієнтована на агрегування з тракторами тягового класу 6 та 14 кН і адаптована для роботи на ґрунтах різної складності: легких, середніх та важких.

2. Виконано необхідні інженерні розрахунки, серед яких: визначення потужності приводу грохота, частоти коливань, крутного моменту, довжини ланцюга, реакцій опор та згинаючих моментів вала.

3. Розраховано сумарний тяговий опір активного копача, який складає приблизно 3405 Н, що дозволяє використовувати дану машину з малогабаритними тракторами без перевантаження.

4. Розрахунок вала на міцність показав, що максимальні згинаючі напруження не перевищують допустиме значення для сталі 20Л (170 МПа). Отже, вал працює з необхідним запасом міцності та є надійним для умов експлуатації

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1. Аналіз стану з охорони праці в господарстві

Безпечні умови праці – це необхідна передумова ефективного функціонування будь-якого сільськогосподарського підприємства. У сучасних умовах господарювання охорона праці виступає не лише юридичним обов'язком роботодавця, а й економічною потребою, оскільки травматизм і захворювання працівників негативно впливають на продуктивність та рентабельність виробництва.

Аналіз стану охорони праці у господарстві свідчить про наявність основних організаційних заходів: проводяться інструктажі (вступний, первинний, повторний), ведеться документація з техніки безпеки, працівники забезпечуються засобами індивідуального захисту відповідно до виду виконуваних робіт. Особлива увага приділяється підготовці механізаторів, які працюють з причіпною технікою, включаючи картоплесаджалки.

Водночас виявлено ряд проблем: у частини працівників недостатній рівень знань про небезпечні виробничі фактори; захисні окуляри, респіратори й рукавиці часто зношені або використовуються неналежним чином; є випадки нехтування технікою безпеки при обслуговуванні механізмів у польових умовах; недостатньо обладнані пункти медичної допомоги.

Серед найпоширеніших виробничих небезпек при роботі на картоплесаджалці: контакт з обертовими робочими органами (дисковими ножами, зірочками, ланцюгами), небезпека затискання одягом, підвищений рівень шуму та вібрації, ризик пилового навантаження та перегріву при тривалій роботі в полі. Часто робота виконується в умовах відкритого простору за підвищених або знижених температур, що також впливає на безпеку праці.

Крім того, у господарстві недостатньо автоматизовані процеси моніторингу технічного стану обладнання. Частина техніки морально застаріла, зношені вузли підвищують ймовірність аварійних ситуацій. Планове техобслуговування проводиться нерегулярно, що створює передумови для виникнення несправностей у процесі польових робіт.

Аналіз результатів внутрішніх перевірок за останній рік показав, що найбільше порушень стосується недотримання правил з охорони праці під час виконання ремонтних робіт, відсутності блокувальних пристроїв на активних елементах машин та відсутності маркування зон підвищеної небезпеки.

Узагальнюючи результати аналізу, можна зробити висновок, що, незважаючи на наявність базових елементів системи охорони праці, її фактичний стан потребує посилення профілактичної роботи, оновлення інструментальної бази, вдосконалення інструкцій та розширення навчальних програм з безпечної експлуатації сільськогосподарської техніки.

4.2. Заходи по поліпшенню умов праці в господарстві

З метою підвищення рівня безпеки праці й зниження ризиків виробничого травматизму в господарстві доцільно впровадити комплекс організаційних, технічних і санітарно-гігієнічних заходів. Основними напрямками покращення умов праці є:

Оновлення технічної бази. Заміна або модернізація застарілої техніки, зокрема картоплесаджалок, дозволить зменшити кількість аварійних ситуацій. Важливо забезпечити машини захисними кожухами на обертових елементах, блокуванням небезпечних зон і сенсорними системами, які відключають приводи при відхиленні від робочого режиму.

Покращення матеріально-технічного забезпечення. Регулярне постачання засобів індивідуального захисту: захисних окулярів, навушників, рукавиць, фільтрувальних респіраторів, жилетів із світловідбивальними

елементами. Створення пунктів обслуговування техніки з тіньовими навісами для захисту від перегріву.

Навчання та контроль знань. Впровадження системи тестування працівників перед допуском до роботи з новими типами агрегатів. Розробка відеоінструкцій і наочних посібників з охорони праці при роботі з кожною конкретною машиною.

Санітарно-побутові заходи. Обладнання робочих місць мобільними модулями для відпочинку в польових умовах, встановлення бака з питною водою, аптечок з індивідуальним складом, санітарних засобів для миття рук після контакту з агрохімікатами.

Профілактика професійних захворювань. Введення обов'язкових щорічних медичних оглядів, особливо для трактористів-машиністів та працівників, які працюють у контакті з пилом, вібрацією та підвищеним шумом.

Оптимізація робочого навантаження. Складання графіків із чергуванням фізичної й інтелектуальної праці, обмеження тривалості безперервного перебування на спецї, ротація персоналу на довготривалих видах робіт.

Завдяки впровадженню зазначених заходів покращиться самопочуття працівників, знизиться рівень травматизму, зменшиться кількість аварійних зупинок машин, що позитивно вплине на продуктивність сільськогосподарських робіт.

4.3. Інструкція з охорони праці при експлуатації розробленої картоплесаджалки в агрегаті з універсально-просапним трактором

Картоплесаджалка — це агрегат із підвищеним рівнем механічної небезпеки, тому її використання вимагає дотримання суворих правил

охорони праці. Інструкція з охорони праці передбачає дії працівників до початку, під час і після завершення польових робіт.

До початку роботи:

1. Провести технічний огляд трактора та картоплесаджалки: перевірити кріплення, рівень масла, тиск у шинах, наявність мастильних матеріалів, стан робочих органів.
2. Переконатися, що всі захисні елементи (кожухи, огорожі) встановлені і надійно закріплені.
3. Провести первинний інструктаж працівників. Перевірити наявність ЗІЗ у кожного: рукавиці, респіратор, захисні окуляри, беруші або навушники.

Під час роботи:

1. Заборонено перебувати поблизу робочих органів під час їх обертання.
2. Не допускається виконання регулювальних або ремонтних робіт при включеному двигуні.
3. У разі виявлення сторонніх предметів або збоїв у роботі сівалки — агрегат повинен бути негайно зупинений.
4. При завантаженні насіннєвого матеріалу слід користуватися рукавицями, уникати піднімання важких мішків без допомоги.
5. При русі по полі або транспортних шляхах дотримуватися швидкісного режиму та безпечної дистанції.

Після завершення роботи:

Очистити сівалку від залишків ґрунту й насіння, перевірити технічний стан вузлів, при необхідності провести мастило.

Перевезти техніку в місце зберігання на мінімальній швидкості з дотриманням правил дорожнього руху.

Зняти ЗІЗ, провести гігієнічні процедури (миття рук, обличчя, промивання очей у разі потрапляння пилу).

Забороняється:

1. Працювати без захисного одягу або в несправному взутті.
2. Залишати картоплесаджалку в полі з увімкненими приводами.
3. Знаходитись між трактором і сівалкою при агрегуванні без встановлених упорів.

Правильне виконання інструкцій з охорони праці — це основа збереження життя і здоров'я персоналу, а також гарантія безпечної експлуатації техніки.

4.4. Захист навколишнього середовища при експлуатації розробленої картоплесаджалки

Екологічна безпека є невід'ємною складовою сучасного сільського господарства. Експлуатація розробленої картоплесаджалки повинна враховувати вплив на природне середовище, аби зменшити негативні наслідки для ґрунтів, водних ресурсів, атмосфери та біорізноманіття.

У конструкції сівалки враховані кілька екологічно орієнтованих рішень:

- Рівномірне внесення насіння та добрив. Сучасна конструкція забезпечує точне дозування, що запобігає надлишковому удобренню, яке може спричинити забруднення ґрунтових вод нітратами і фосфатами.
- Мінімальне розпушення ґрунту. Робочі органи адаптовані для збереження структури ґрунту, що зменшує ерозійні процеси та покращує вологоутримувальні властивості.

- Використання екологічно безпечних матеріалів. Основні елементи виготовлені з металів, що піддаються вторинній переробці, а фарбування здійснюється з використанням нетоксичних покриттів.

Також важливо впровадити організаційні заходи, що мінімізують екологічне навантаження:

- Чітке планування маршрутів проходу агрегату з метою уникнення повторного ущільнення ґрунту;
- Ретельне технічне обслуговування вузлів і з'єднань, щоб уникнути витікання мастил або пального;
- Збір і утилізація залишків упаковок від насінневого матеріалу й добрив відповідно до норм екологічної безпеки.

Реалізація цих заходів дозволяє поєднати високу продуктивність сільськогосподарських робіт із дбайливим ставленням до довкілля, зберігаючи екосистему для наступних поколінь.

4.5. Висновки

У результаті проведеного аналізу охорони праці та екологічної безпеки встановлено, що в господарстві вже діють основні механізми забезпечення безпечних умов праці, однак є потреба в їх посиленні й модернізації. Основні небезпеки при роботі з картоплесаджалкою пов'язані з обертальними елементами, пиловим середовищем, навантаженням на опорно-руховий апарат та ризиками при технічному обслуговуванні.

Розробка та впровадження інструкції з охорони праці при експлуатації картоплесаджалки дозволяє чітко регламентувати дії персоналу і знизити ймовірність травматизму. Використання якісних засобів індивідуального захисту, регулярне навчання та контроль, оновлення техніки й впровадження санітарно-побутових рішень сприяють підвищенню загальної безпеки праці.

5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

5.1. Розрахунок економічних показників проекту

Сучасне картоплярство потребує ефективних, доступних і малогабаритних технічних рішень для механізованого збирання врожаю, особливо в умовах дрібнотоварного або фермерського виробництва. У цьому сегменті господарств широко використовуються трактори малого тягового класу, проте існуючі зразки картоплекопачів часто не відповідають вимогам щодо маси, габаритів та енергоспоживання, що обмежує їхнє використання.

Запропонований у межах даного проєкту картоплекопач розроблений спеціально для агрегування з малопотужними тракторами. Його конструкція дозволяє ефективно здійснювати викопування бульб з мінімальними втратами, одночасно забезпечуючи простоту в обслуговуванні та адаптацію до різних умов ґрунту.

Метою розрахунку економічної ефективності є визначення доцільності впровадження цієї техніки в господарську діяльність. Аналіз базується на порівнянні витрат та отриманого ефекту у двох варіантах: традиційне збирання вручну або за допомогою стандартної техніки і з використанням удосконаленого картоплекопача.

Результати розрахунків дозволяють оцінити рівень економії ресурсів, рентабельність інвестицій, строк окупності та загальний вплив проєкту на продуктивність і ефективність аграрного виробництва.

Економічну ефективність від впровадження розробленого картоплекопача активної дії КАД-1,4 визначимо за загальноприйнятими методиками [32] з використанням порівняльного аналізу для базового та проектного варіантів. Для проведення розрахунків приймемо вихідні дані наведені в таблиці 5.1 та додатках А, В і Г.

Таблиця 5.1 – Вихідні дані базового і удосконаленого варіантів

Показники	Позн.	Базовий	Проектний
Склад машино-тракторного агрегату	-	ДТЗ-5504 + КТН-2-70	ДТЗ-5504 + КАД-1,4
Агротехнологічна операція	-	Викопування картоплі	Викопування картоплі
Річне завантаження картоплекопача, га/рік	S	30	30
Кількість рядків, шт	n_p	2	2
Маса картоплекопача, кг	m_c	190	140
Ширина захвату копача, м	B_p	1,4	1,4
Вартість копача, грн	B	62000	63650
Робоча швидкість агрегату, км/год	V_p	3,8	4,1
Годинна тарифна ставка, грн	C	128	128
Витрати пального на гектар, кг/га	$Bz_{пмм}$	5,8	5,3
Витрати ПММ на всю площу, кг	$Bz_{пмм}$	812	742
Кількість працівників що обслуговують машину, люд	N	1	1
Тривалість зміни, год	T	10	10

Розрахунок розпочинаємо зниження експлуатаційних витрат для двох варіантів за формулою:

$$Ec = (BP_1 - BP_2) \cdot Z_a \quad (5.1)$$

де E_c – економічний ефект, грн;

Z_a – завантаження агрегату протягом року, год/рік.

BP_1 та BP_2 – відповідно приведені витрати для проектного та базового варіанту копачів, грн

Приведені витрати складаються з витрат на експлуатацію:

$$BP = EB \quad (5.2)$$

де EB – витрати на експлуатацію агрегата, грн/га;

Продуктивність копача:

$$W_\tau = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau \quad (5.3)$$

де τ – коеф. ефективності використання часу зміни, 0,85;

Витрати на експлуатацію агрегата:

$$EB = BO + A + TP + BP + I, \quad (5.4)$$

де: BO – оплата праці працівникам, грн;

A – амортизація, грн;

TP – поточний ремонт та техогляди, грн;

BP – енергоресурси, грн;

I – інші витрати, грн.

Оплата праці працівників:

$$BO = \Phi O + 0,23 \cdot \Phi O, \quad (5.5)$$

де: ΦO – фонд оплати праці, грн. (за рік);

Фонд оплати праці:

$$\Phi O = T \cdot N \cdot Z_A \cdot C, \quad (5.6)$$

де: N – чисельність працівників, чол;

Z_A – завантаженість агрегату, днів/рік.

C – тарифна ставка, грн/год.

T – тривалість зміни, год;

Амортизаційні відрахування на експлуатацію визначаємо за формулою:

$$A = \frac{B_m \cdot \alpha \cdot T \cdot D}{100 \cdot D \cdot Z_k \cdot T} \quad (5.7)$$

де: B_m – вартість агрегату балансова, грн;

α – норма відрахувань амортизація, 15%.

T – тривалість зміни, год.

D – завантаженість на викопуванні протягом року, год/рік;

Z_k – кількість змін, приймаємо одну;

T – тривалість зміни, год.

Витрати поточний ремонт та ТО:

$$T = \frac{B_m \cdot p \cdot T \cdot D}{100 \cdot D \cdot Z_k \cdot T} \quad (5.8)$$

де: p – відрахування на ремонти та ТО, $p=10\%$.

Витрати на енергоресурси:

$$BP = Bz_{пмм} \cdot Ц, \text{ грн} \quad (5.9)$$

де $Bz_{пмм}$ – витрати ПММ на всю площу викопування, кг;

$Ц$ – вартість ПММ грн/кг, приймаємо 49,5 грн/кг.

Інші витрати:

$$IB = \frac{B_{on} + A + T + B_{pec}}{100} \cdot 5, \quad (5.10)$$

Для визначення терміну окупності додаткових капітальних вкладень по проекту, в роках, скористаємося наступною формулою:

$$T = \frac{K}{E_c}, \quad (5.11)$$

де: E_c – річний економічний ефект, грн.

K – капіталовкладення

Результати економічного розрахунку за приведеною методикою по двом варіантам для аналізу ефективності зведемо в таблицю 5.2.

Таблиця 5.2 – Економічні показники проекту

Показник	Одиниця виміру	Базовий варіант	Проектний варіант	Різниця (проект - базовий)
Машино-тракторний агрегат	-	ДТЗ-5504 + КТН-2-70	ДТЗ-5504 + КАД-1,4	-
Агротехнічна операція	-	Викопування картоплі	Викопування картоплі	-
Площа обробки	га	30	30	-
Продуктивність агрегату	га/год	4,52	4,88	0,36
Балансова вартість агрегату	грн	62000	63650	1650
Витрати пального	кг/га	27,07	24,73	-2,33
Ціна пального	грн/кг	49,5	49,5	0
Вартість пального	грн/га	1339,8	1224,3	-115,5
Оплата праці з нарах,	грн/га	1280,0	1280,0	0
Амортизація	грн/га	310,0	313,5	3,5
Поточний ремонт	грн/га	31,0	31,35	0,35
Інші витрати	грн/га	64,0	64,0	0,0
Загальні витрати	грн/га	3024,8	2913,15	-111,65
Річний економічний ефект з га	грн/га	111,65		
Річний економічний ефект загальний	грн	3349,5		
Термін окупності	років	0,5		

5.2. Висновки

У результаті техніко-економічного обґрунтування встановлено, що впровадження розробленого картопле копача дозволяє знизити витрати пального, зменшити витрати на ремонт та експлуатацію.

Річний економічний ефект становить 3349,5грн, а термін окупності лише 0,5 року, що свідчить про високу ефективність проєкту та доцільність впровадження нової техніки у виробництво.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. У процесі виконання кваліфікаційної роботи було проведено комплексне дослідження стану механізації збирання картоплі в умовах малих та середніх сільськогосподарських господарств, зокрема на прикладі ТОВ «Колос». Аналіз господарської діяльності підприємства, технічного парку та структури вирощуваних культур засвідчив актуальність удосконалення засобів збирання картоплі, зважаючи на зростаючі площі під цією культурою та недостатній рівень механізації процесів викопування.

2. У роботі обґрунтовано доцільність створення картоплекопача, адаптованого до тракторів малого тягового класу (6–14 кН), які широко застосовуються в дрібних фермерських господарствах.

3. Розроблено конструктивну схему копача з урахуванням вимог до агротехнічних параметрів, мінімізації пошкоджень бульб та оптимального енергоспоживання. Проведені розрахунки дозволили встановити ключові технічні характеристики елементів машини, зокрема глибину копання, тяговий опір, частоту коливань сепаруючих елементів тощо.

4. Значну увагу приділено заходам з охорони праці при експлуатації копача, що сприяє підвищенню безпеки робочого процесу.

5. Техніко-економічна оцінка показала, що впровадження розробленого копача дозволить зменшити витрати на збирання врожаю, скоротити залучення ручної праці та підвищити загальну ефективність агровиробництва. Встановлено, що впровадження розробленого картоплекопача дозволяє знизити витрати пального, зменшити витрати на ремонт та експлуатацію. Річний економічний ефект становить 3349,5грн, а термін окупності лише 0,5 року.

Отже, результати виконаної роботи підтверджують ефективність запропонованого технічного рішення для умов малого та середнього агробізнесу, а також відкривають перспективи для подальших досліджень і вдосконалень у сфері механізації процесів збирання картоплі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Смаглій О. Ф., Дереча О. А., Рябчук П. О. та ін. Технології та технологічні проекти вирощування основних сільськогосподарських культур: навчальний посібник. – Житомир: Поліський національний університет, 2020. – 292 с.
2. Перспективи другого хліба <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/216-perspektyvy-druhoho-khliba.html>
3. Звітна інформація ТОВ «Колос» за 2022-2024 рік.
4. Барабаш О. Ю. Овочівництво: Підручник.- К.: Вища шк., 1994 – 374 с.: іл.
5. Зінченко О.І. та ін. Рослинництво: Підручник / О.І Зінченко. В. Н. Салатенко, М. А. Білоножко; За ред. О. І. Зінченка. – К.: Аграрна освіта, 2001. – 591 с.: іл.
6. Дудченко І.В. Картопля на городах, присадибних і дачних ділянках. Л: Вид. Каменяр. – 2013. – 85 с.
7. Алексеев І.В. Інтенсивна технологія виробництва картоплі . І.В. Алексеев, І.Б. Хома. – Львів: «Бескид Біт», 2003. – 152 с.
8. Бурковська А.В. Культура картоплі на півдні України. Економіка АПК. – 2004. - № 12. – С. 107-109.
9. Влох.В.Г. Рослинництво. В.Г.Влох, С.В. Дубровицький, Г.С. Кияк, Д.М. Онищук. – К: Вища школа. 2005. – 382 с.
10. Uleksin V.A. Bridge farming / Dnepropetrovsk State Agr. University. – Dnepropetrovsk, 2008. – 134 p.
11. Калькулювання собівартості сільськогосподарської продукції: Монографія. Сук Л.К., Сук П.Л., Нестеренко С.С. Видавництво: Каравела, 2023. – 296 с.
12. Жук В.М. Облік витрат і калькулювання собівартості сільськогосподарської продукції Жук В.М., Мельничук Б.В., Панадій О.П. та

інші. Видавництво: Національний науковий центр «Інститут аграрної економіки», 2017. – 144 с.

13. Агротехніка та механізація збирання картоплі
<https://propozitsiya.com/ua/agrotehnika-ta-mehanizaciya-zbirannya-kartopli>

14. Комбайни для збирання молодії картоплі
https://uvc.com.ua/product/imac-special/?srsId=AfmBOorvgvfqZcLkuv9GugVfGwgDU_S4XOHDknQY6U7r3F8HGGWLwFge

15. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д.Ішенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2004. – 544 с.; іл.

16. Картоплекопач навісний ККН-1.4. https://agrovektor.com/ua/physical_product/347231kartofelekopalka-navesnaya-kkn-14-s-podrezatelyami.html

17. Агротехніка та механізація збирання картоплі.
https://propozitsiya.com/ua/agrotehnika-ta-mehanizaciya-zbirannya-kartopli?utm_source=chatgpt.com

18. Комбайн для збирання картоплі GRIMME DR 1500.
https://agroflyer.com/kombajn-dla-zbiranna-kartopli-grimme-dr-1500-lvivska-oblast-35420.html?srsId=AfmBOopaGGPx6wiQERt4JHkJ8CAqj-PS3GbjwWrA_3m43Nxqdj-a6XwD.

19. Особливості продукту VARITRON 470 TERRA TRAC.
<https://products.grimme.com/de/p/varitron-470-terra-trac-gen3>

20. Патент UA 16693 України МПК: A01D 21/00, A01D 19/00. Картоплекопач. Опубл. 15.08.2006

21. Патент № 88722 України МПК A01D13/00. Картоплекопач. Опубл. 25.03.2014

22. Патент № 56385 Україна, МПК A01D 25/00. Викопувальний орган коренезбиральної машини / Кобець А.С., Науменко М.М., Кобець О.М.,

Сокол С.П., Пугач А.М.; Дніпропетровський ДАУ. – № u2010 08527; заявл. 08.07.2010; опубл. 10.01.2011, Бюл. № 1

23. Деталі машин : підручник / [А. В. Міняйло, Л. М. Тіщенко, Д. І. Мазоренко, В. І. Дирда та ін.]. – К. : Агроосвіта, 2013. – 448 с.

24. Ланцюги приводні роликові та втулкові. ДСТУ ГОСТ 13568:2006. Від 26.12.2006

25. Технічна механіка (складові загальноінженерної компетентності): Навч. посібник / В. І. Мороз, О. В. Братченко, В. І. Громов та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2023. – 135 с., рис. 41, табл. 4.

26. Барабаш О. Ю. Овочівництво: Підручник.- К.: Вища шк., 1994 – 374 с.: іл.

27. Шемавнєв В.І., Лазарева О.М., Грекова Н. В., Олексюк О. М., Любович О. А. Овочівництво: Навчальний посібник / Під ред. Професора В. І. Шемавнєва. – Дніпропетровськ: ДДАУ, 2001. – 392.с.

28. Шваб'юк В.І. Опір матеріалів: Підручник. – К.: Знання, 2016. —. 400 с.

29. Математична модель взаємодії рухомого клина з ґрунтом / А.С. Кобець, М.М. Науменко, С.П. Сокол, А.М. Пугач // Наук. вісник НУБіП України. – К., 2010. – Вип. 144, ч. 1. – С. 43–50.

30. Запорожець О. І., Протоєрейський О. С., Франчук Г. М., Боровик І. М. Основи охорони праці. Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 264 с.

31. Ткачук К. Н. Основи охорони праці: підручник. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний та ін. – К.: Основа, 2006. – 448 с.

32. Шпилько О.В. Методика визначення економічної ефективності технології та сільськогосподарської техніки / А.В. Шпилько, В.І. Драгай. – К.: ВНДІЕСТГ, 1998. - 219 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Вихідні дані для розрахунку

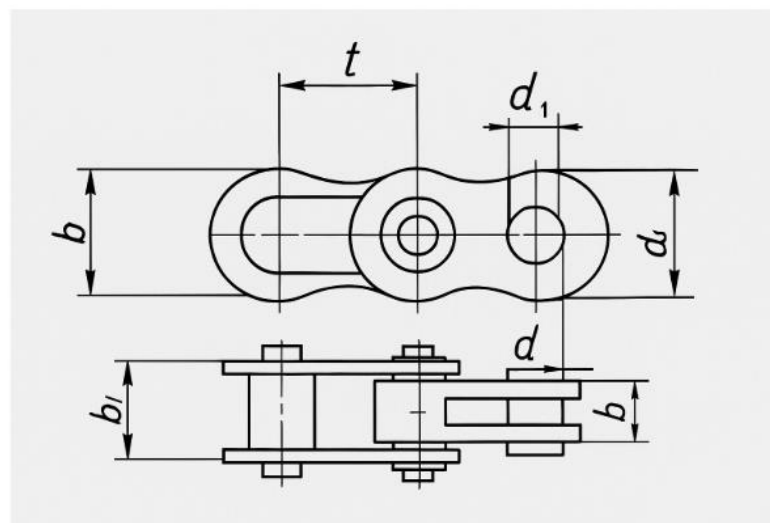
Величина	Значення
1	2
Номінальне тягове зусилля , в кН	14
Маса в спорядженому стані, кг	140
Кількість лемішів	2
Ширина захвату, м	1,4
Радіус опорного колеса, м	0,2
Максимальна глибина викопування, м	0,25
Ширина опорного колеса, м	0,12
Швидкість руху копача, м/с	1,5-2
Кількість опорних коліс	2
Відстань між ведучою і веденою зірочками	0,34
Радіус кривошипа, м	0,035
Дотична сила на колесі, Н	392
Частота коливань грохоту, Гц	2-3
Кут нахилу поверхні поля, град.	2
Маса вороху, кг	30
Амплітуда коливань сепаратора грохота, м	0,05

Додаток Б

Характеристика ланцюгового привода копача

№	Параметр	Позначення	Значення
1	Крок ланцюга	t	12,7 мм
2	Діаметр ролика	d_1	7,75 мм
3	Ширина внутрішньої пластини	b_1	7,00 мм
4	Діаметр пальця	d	3,33 мм
5	Загальна ширина по валику (зовнішня)	b	12,0 мм
6	Тип ланцюга	—	роликовий, однорядний
7	Нормативний документ	—	ДСТУ 13568:2006

Загальний вигляд ланцюга



Додаток В

Технічна характеристика картоплекопача КТН-2-70

№	Параметр	Значення
1	Назва машини	Картоплекопач транспортерний КТН-2-70
2	Тип машини	Причіпна, дворядна
3	Призначення	Викопування картоплі з ґрунту з подальшим очищенням і укладанням у валок
4	Робоча ширина захвату, м	1,4
5	Кількість викопуваних рядків, шт	2
6	Глибина копання, см	20 – 25
7	Продуктивність, га/год	0,2 – 0,3
8	Робоча швидкість, км/год	3,5 – 4
9	Агрегаткування	Трактори потужністю не нижче 50 к.с.
10	Привід робочих органів	Від вала відбору потужності трактора
11	Маса машини, кг	190
12	Основні робочі органи	Леміш, транспортери, вібросито
13	Відстань між рядами, см	70
14	Особливості конструкції	Забезпечує мінімальні пошкодження бульб, можливість регулювання глибини та частоти вібрації
15	Умови використання	середньої щільності ґрунти без великої кількості каміння

Додаток Г

Загальний вигляд трактора ДТЗ-5504



Технічна характеристика енергетичного засобу

№	Параметр	Значення
1	Марка трактора	ДТЗ-5504
2	Тип машини	Колісний універсально-просапний трактор
3	Потужність двигуна, к.с.	55
4	Тип двигуна	Дизельний, чотиритактний, з водяним охолодженням
5	Кількість циліндрів	4 (рядне розташування)
6	Об'єм двигуна, л	~2,9
7	Привід	Повний (4×4)
8	Коробка передач	Механічна, 8 передач вперед / 8 назад
9	Тип щеплення	Сухе, однодискове, постійно замкнене
10	Гідравлічна система	Із плаваючим положенням, з регулюванням глибини
11	ВВП (вал відбору потужності)	Незалежний, 540/1000 об/хв
12	Рульове управління	Гідропідсилене
13	Колісна база, мм	1 950
14	Дорожній просвіт, мм	350 – 380
15	Мінімальний радіус розвороту, м	3,5 – 4
16	Швидкість руху, км/год	Від 2 до 34
17	Маса трактора, кг	~2 650 – 2 750
18	Максимальна вантажопідйомність, кг	До 850 на задній навісній системі
19	Паливний бак, л	60
20	Призначення	Виконання широкого спектра сільськогосподарських, комунальних і транспортних робіт