

**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 дипломної роботи
освітнього ступеня "Бакалавр" на тему:

**Удосконалення механізації збирання картоплі з
модернізацією копача КТН-1А**

Виконав: студент 4 курсу,
за спеціальністю 208 "Агроінженерія"

_____Хрущ Владислав Васильович

Керівник: _____Пугач Андрій Миколайович

Рецензент: _____

Дніпро 2025

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Освітній ступінь: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

ТСГМ _____.

(назва кафедри)

доцент _____.

(вчене звання)

Теслюк Г.В.

(підпис)

ініціали

(прізвище,

« _____ » _____ 2025 р.

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

Хрущу Владиславу Васильовичу _____.

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Удосконалення механізації збирання картоплі з модернізацією копача КТН-1А

Пугач Андрій Миколайович, д.н. держ. упр., к.т.н., проф.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«07» травня 2025 року № 964

2. Строк подання студентом роботи 30.05.2025 р.

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

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Коротка характеристика підприємства. 2. Аналіз способів і технічних засобів. 3. Обґрунтування конструктивних параметрів. 4. Охорона праці та захист навколишнього середовища. 5. Техніко-економічне обґрунтування проєкту. Висновки та пропозиції. Список використаних джерел.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Огляд існуючих конструкцій. 2. Загальний вигляд машини (вузла) 3. Складальне креслення 4. Деталювання 5. Економічні показники. 6. Висновки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Пугач А.М., професор		
2	Пугач А.М., професор		
3	Пугач А.М., професор		
4	Пугач А.М., професор		
5	Пугач А.М., професор		
нормоконтроль	Теслюк Г.В., доцент		

7. Дата видачі завдання: 16.09.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 30.09.2024 р.	Виконав
2	Технологічний	до 28.10.2024 р.	Виконав
3	Конструкційний	до 24.02.2025 р.	Виконав
4	Охорона праці та захист навк. серед.	до 31.03.2025 р.	Виконав
5	Економічний	до 28.04.2025 р.	Виконав
6	Графічна частина	до 30.05.2025 р.	Виконав

Студент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

(прізвище та ініціали)

[illegible]

АНОТАЦІЯ

Хрущ Владислав Васильович Удосконалення механізації збирання картоплі з модернізацією копача КТН-1А / Випускний кваліфікаційний проєкт на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» - ДДАЕУ, Дніпро, 2025.

У першому розділі представлено аналіз діяльності базового господарства.

У другому розділі проведено огляд існуючих конструкцій та технічних рішень за темою проєкту.

У третьому розділі представлено обґрунтування технологічного процесу та конструкції.

У четвертому розділі приведено основні заходи з охорони праці при роботі з розробленою конструкцією.

У п'ятому розділі приведено оцінку економічної ефективності від впровадження.

Дипломний проєкт виконано на 68 сторінках машинописного тексту, містить 39 джерел використаної літератури.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА.....	10
Висновки.....	14
2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ І СПОСОБІВ	16
2.1 Вимоги до процесу агротехнічні	16
2.2 Існуючих конструкцій огляд	18
Висновки.....	36
3 КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБГРУНТУВАННЯ	38
3.1 Розробленої конструкції опис	38
3.2 Обґрунтування параметрів лемеша	40
3.3 Ланцюгової передачі розрахунок.....	42
3.4 Вхідного вала розрахунок.....	46
3.5 З'єднання шпонкового розрахунок.....	48
3.6. Показників експлуатаційних розрахунок.....	49
Висновки.....	51
4 ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ...52	
Висновки.....	59
5 ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ ЕКОНОМІЧНЕ	60
Висновки.....	62
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	63
ЛІТЕРАТУРА.....	66
ДОДАТКИ.....	69

ВСТУП

Картопля є однією з провідних продовольчих і технічних культур, яка займає значне місце в структурі сільськогосподарського виробництва багатьох країн, зокрема й України. Вирощування цієї культури потребує значних витрат праці, матеріально-технічних ресурсів та енергії, особливо на завершальному етапі – збиранні врожаю. Саме збирання картоплі, на відміну від багатьох інших коренеплодів, є вкрай чутливим до механічних пошкоджень, втрат і погіршення якості продукції. Тому питання механізації цього процесу потребує особливої уваги з боку аграрних технологів, інженерів і виробників.

Збирання картоплі здійснюється в умовах підвищеної агротехнічної складності, що пов'язано з нерівномірним розміщенням бульб у ґрунті, наявністю поживних залишків, змінами ґрунтової вологості та щільності, а також необхідністю забезпечення мінімального травмування бульб. Традиційні ручні методи збирання, які ще донедавна використовувались у господарствах невеликого масштабу, сьогодні практично повністю витіснені механізованими засобами, що дозволяють підвищити продуктивність, знизити собівартість продукції та зменшити втрати під час збирання.

Машини для збирання картоплі поділяються на кілька типів залежно від ступеня механізації та автоматизації процесу. До них належать картоплекопачі, які забезпечують часткову механізацію, та картоплезбиральні комбайни, що виконують повний цикл збирання: підкопування, відокремлення бульб від ґрунту та рослинних залишків, транспортування й завантаження врожаю в транспортні засоби. Сучасні моделі картоплезбиральних машин оснащуються системами очищення, оптичного сортування, інтелектуальними модулями керування та навігації, що сприяє підвищенню ефективності роботи в полі.

Особливе значення має відповідність конструкції збирання машин агротехнічним вимогам і природно-кліматичним умовам конкретного регіону.

Зокрема, параметри робочих органів повинні забезпечувати оптимальне проникнення в ґрунт, ефективне відокремлення бульб при мінімальному пошкодженні, а також дбайливе транспортування врожаю. Паралельно з цим, у конструкції враховується потреба в зменшенні енергоспоживання, підвищенні надійності та зручності обслуговування машин.

У зв'язку зі зростаючим попитом на якісну продукцію картоплярства та розвитком індустріального аграрного виробництва, актуальність досліджень, пов'язаних із вдосконаленням машин для збирання картоплі, залишається надзвичайно високою. Це стосується як модернізації існуючих моделей, так і розробки нових технічних рішень із використанням інноваційних матеріалів, електроніки, сенсорних систем і технологій точного землеробства.

У контексті сучасної аграрної науки та техніки особливу увагу приділяють дослідженню взаємозв'язку між агрофізичними властивостями ґрунту, морфологічними характеристиками бульб картоплі та роботою збирання техніки. Наприклад, зміна вологості ґрунту чи глибини залягання бульб безпосередньо впливає на ефективність роботи копальних органів, рівень втрат урожаю, а також на ступінь травмування продукції. Тому в процесі проектування і вибору картоплезбиральних машин доцільно враховувати широкий спектр змінних факторів, які визначають агротехнічну доцільність та енергетичну ефективність застосування певного технічного засобу в конкретних умовах.

Окреме місце посідає питання енергоощадності та екологічності машин для збирання картоплі. З огляду на сучасні виклики, пов'язані з раціональним використанням паливно-енергетичних ресурсів, підвищенням екологічної безпеки агротехнічних процесів та дотриманням стандартів сталого виробництва, конструктори все частіше застосовують новітні технічні рішення. Це, зокрема, включає впровадження електроприводів, оптимізацію конструкцій для зменшення маси та опору руху, автоматизоване регулювання робочих параметрів залежно від навколишніх умов.

Ураховуючи необхідність підвищення ефективності роботи збирання техніки в умовах великих товарних господарств, значного поширення набувають самохідні багаторядні комбайни, здатні працювати з високою продуктивністю протягом тривалого часу без зупинок. Водночас для фермерських та дрібнотоварних господарств перевагу мають причіпні або навісні машини з меншою вартістю та простішим технічним обслуговуванням. Таким чином, ринок машин для збирання картоплі диференціюється за функціональними можливостями, масштабами виробництва та рівнем технологічної оснащеності.

Інтеграція цифрових технологій, зокрема GPS-навігації, систем точного керування агрегатами та моніторингу технічних і агрономічних параметрів, сприяє вдосконаленню процесів збирання, зменшенню людського фактору та підвищенню ефективності управління виробничими операціями. У перспективі саме ці аспекти визначатимуть напрями подальшої еволюції машин для збирання картоплі – від автоматизованих до автономних систем.

Таким чином, питання проектування, удосконалення та експлуатації машин для збирання картоплі охоплює широкий комплекс інженерно-технічних, агрономічних, економічних та екологічних аспектів. Розгляд цих питань є необхідним для формування сучасної концепції ефективного та сталого картоплярства, що відповідає вимогам інтенсивного розвитку агропромислового комплексу.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА

Загальні відомості про господарство

ПП «Житиця» Широківського району Дніпропетровської області виникло завдяки політиці розпаювання земель сільськогосподарського призначення. Дякуючи передачі, населенням прилеглих сіл, земель в оренду й утворилося це підприємство. Знаходиться господарство на відстані 25 кілометрів від районного центру пгт Широке, та за 230 кілометрів від Дніпропетровська. Прокладено шляхи з твердим покриттям, які також слугують й дорогами сільського призначення. ПП «Житиця» розташоване на території Карпівської сільської ради, яка вміщує такі села як: Вишневе, Зелений гай, Олександрівку, Цвіткове. Загальна чисельність складає більше тисячі чоловік. Межує господарство й знаходиться в ділових зв'язках з новоутвореними сільськогосподарськими організаціями: «агрофірма Україна», ПП «Промінь». Площі, які займає ПП «Житиця» розміщені на півдні Дніпропетровської області. Тому вони характеризуються досить сприятливими умовами для вирощування сільськогосподарських культур. Клімат регіону виражається такими параметрами:

- переважаючий напрям вітрів – північно-західний.
- середня температура : влітку – +28°C, взимку – -15 °C.
- Річна кількість опадів – 500... 550 мм;
- Кількість сонячних днів за рік – 230... 250

На жаль, через велику неприбутковість підприємство відмовилось від утримання великої рогатої худоби (ВРХ), вирощування свиней та птиці.

Завдяки родючому чорнозему полів підприємства, отримують досить непогані показники врожайності як зернових так і технічних культур.

Але досягається також правильним веденням сівозмін й дотримуванням агротехнічних строків по вирощуванню сільськогосподарських культур. Зібраний врожай піддають первинній обробці на власному зернотоку й відправляють на подальшу переробку .

Як і всі аграрії, господарство займається вирощуванням зернових (озима пшениця, озимий ячмінь, ярий ячмінь, кукурудза) та соняшника. Для видачі за умовами договору та для власних потреб.

Таблиця 1.1.

Структура посівних площ за останні роки, га

Сільськогосподарська культура	Роки		
	2022	2023	2024
Пшениця озима	200	1200	1250
Пшениця яра	1185	152	-
Ячмінь ярий	350	314	400
Кукурудза на зерно	200	200	220
Соняшник	600	527	643
Пар чорний	500	642	530
Картопля	50	50	50
Всього	3085		

Для повної характеристики приведемо економічні показники по підприємству за 2023 рік наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Показники виробництва і реалізації с.-г. продукції за 2024 рік

Продукція рослинництва	Зібрана площа, га	Врожайність, ц/га	Валовий збір, ц	Затрати праці тис.людгод
Пшениця озима	1300	47,0	58648	58
Кукурудза на зерно	220	40,0	8010	68
Ячмінь	314	25,0	7710	47
Соняшник	527	11,5	6105	54
Всього	х	х	х	227

Машино-тракторний та автомобільний парк

ПП «Житниця» складається з одного машинного двора і автомобільного гаражу. У 2023 році придбало трактор марки John Deere 8430, який показав високі показники роботи та значно полегшив збирання врожаю. Дані по технічному оснащенню тракторного парку приведені в таблиці.

Таблиця 1.3

Склад та структура машинно-тракторного парку

Вид машини	Найменування	2022 рік	2023 рік	2024 рік
		кількість, шт.	кількість, шт.	кількість, шт.
Трактори	T-25	2	2	2
	MT3-82	5	5	6
	ЮМЗ-6М	1	1	3
	T-150K	1	2	3
	John Deere 8430	-	1	1
Комбайни	CLAAS Lexion	3	3	3
Навантажувачі	ПС-0,5	1	1	1
Екскаватори	MT3-82	1	1	1
Вантажні автомобілі	ГАЗ-3307	7	7	7
	КАМАЗ	5	5	5
	МАЗ-5551	1	1	1
	МАЗ-500	1	1	1

Таблиця 1.4

Технічне оснащення тракторного парку

№	Показник	2022р.	2023р.	2024р.
		шт.	шт.	шт.
1.	Всього причепів	10	10	10
2.	Причеми для соломи: 2 ПТС-447	2	2	2
3.	Одноосні причеми	3	3	3
4.	Прес-підбирач ПРФ-180	1	1	1
5.	Плуги: ПЛН-3-35	4	5	5

6.	ПЛН-5-35	5	5	5
7.	Культиватори: КПС-4	4	4	4
8.	КРН-5,6	2	2	2
9.	КШУ-12	2	2	2
10.	КРН-4,2	1	1	1
11.	Борони : БДТ-7	1	1	1
12.	ЗБП-0,6	15	15	15
13.	СПУ-11	1	1	1
14.	БД-10,5	1	1	1
15.	Сівалки : СУПН-8	3	3	5
16.	СЗ-3,6	4	4	4
17.	Розкидач мін.добрив МВД-0.5	3	3	3
18.	Копач картоплі КТН-1А	-	1	1

Забезпечення паливно-мастильними матеріалами

Більша частина паливо мастильних матеріалів (ПММ) витрачається на підтримання працездатності тракторів. До нафтосховищ паливо доставляють в господарство з району міста Кривий Ріг автомобілем SCANIA.

Мастила зберігаються у відведеному на машинному дворі місці. Відпрацьовані нафтопродукти після заміни, збираються в ємкості і здаються на нафтопереробне підприємство. Велике значення в господарстві приділяють якості ПММ, тому що зарубіжна техніка чутлива до неякісного пального і мастила. На жаль більша частина ємкостей не використовується.

Організація зберігання машин

Більшість часу сільськогосподарська техніка знаходиться на зберіганні, і від того, як організоване це зберігання залежить її працездатність.

У ПП «Житниця» с/г техніка зберігається в спеціально обладнаних приміщеннях та майданчику. Комбайни та трактори зберігаються у критих боксах 4,5,6 на бетонному полу. На майданчику 11 зберігається ґрунтообробна

та посівна техніка, причеви. На майданчику 9 відбувається налаштування та регулювання сівалок, культиваторів, лушчильників, плугів, котків.

У інших боксах 7,8 відбувається зберігання та ремонт вантажних автомобілів. Бокси обладнані оглядовими ямами.

Після закінчення збору врожаю комбайни ретельно очищуються від пилу та пожнивних решток за допомогою компресора, змащуються всі робочі вузли, відбувається оцінка технічного стану машин та відправка їх на зберігання.

Організація ремонту с.-г. техніки

Так як і всі підприємства сільськогосподарського виробництва ПП «Житниця» має свою ремонтно-обслуговуючу базу, де проводяться всі необхідні види ремонту, чергового технічного обслуговування та зберігання сільськогосподарської техніки. Вона складається з авто гаража, центрального машинного двору (ЦМД) та центральної ремонтної майстерні (ЦРМ).

Так в авто гаражі проводяться плановий поточний ремонт автомобілів їх номерні технічні обслуговування та зберігання. Частина цих робіт переводиться до ЦРМ: 40% поточного ремонту всіх автомобілів та 30% технічних обслуговувань. Це роботи з великою трудомісткістю, а також ті, що неможливо виконати в авто гаражі. На ЦМД проводиться зберігання та поточний ремонт сільськогосподарських машин та жатніх частин комбайнів. Роботи, що потребують спеціального обладнання виконуються на дільницях ЦРМ.

Висновки

В результаті аналізу діяльності підприємства ПП «Житниця» встановлено, що господарство підтримує стабільні посівні площі культур, а також їх співвідношення між собою, для ефективного рослинництва з якомога більшою рентабельністю. В основному прибуток господарства йде на формування резервного фонду та фонду розвитку. Взагалі, підприємство має

досить стійкий фінансовий рівень і потенційну можливість успішного розвитку в майбутньому. Для підвищення рівня рентабельності доцільно запровадити вирощування прибуткових культур. На теперішній час хороші прибутки для господарств приносить вирощування картоплі.

В даному проекті нами пропонується удосконалення механізації збирання картоплі з розробкою конструкції підкопувача картоплекопача КТН-1А.

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ І СПОСОБІВ

2.1 Вимоги до процесу агротехнічні

Основні агротехнічні вимоги до збирання картоплі

Мінімальне пошкодження бульб

Збирання повинно забезпечувати збереження товарного вигляду та біологічної цілісності бульб. Величина пошкоджених бульб не повинна перевищувати 3–5 % від загальної маси врожаю. Особливо важливо уникати механічних травм при збиранні продовольчої картоплі та насіннєвого матеріалу.

Повнота збирання врожаю

Залишки бульб у ґрунті після проходу машини не повинні перевищувати 1–2 % від урожайності на ділянці. Для цього конструкція робочих органів повинна забезпечувати ефективне підкопування та вивантаження бульб, з урахуванням глибини їхнього залягання.

Ефективне відділення бульб від ґрунту та рослинних залишків

Машини повинні забезпечувати якісне очищення картоплі від ґрунтових домішок, каміння, залишків бадилля. Частка домішок у зібраній масі не має перевищувати допустимі межі (не більше 3–5 %).

Збереження структури ґрунту

Агрегати мають забезпечувати мінімальний вплив на ґрунт, зокрема уникати переущільнення, особливо у вологих умовах. Тиск на ґрунт повинен бути оптимізованим через правильний вибір опорних елементів та розподіл маси машини.

Робота при допустимих ґрунтово-кліматичних умовах

Збирання слід проводити при оптимальній вологості ґрунту (18–22 %) та температурі повітря не нижче +5 °С. Порушення цих умов призводить до втрат і пошкодження бульб, а також до зниження продуктивності техніки.

Адаптивність до різних сортів та агрофонів

Збирання повинно бути ефективним незалежно від розміру, форми бульб, густоти посадки та інших сортових особливостей. Це досягається за рахунок регулювання глибини копання, швидкості руху, інтенсивності очищення тощо.

Безперервність технологічного процесу

Машини повинні бути здатні працювати тривалий час без зупинок на очищення або ремонт, забезпечуючи високу продуктивність при мінімальних простоях.

Узгодженість з попередніми та наступними операціями

Збирання має бути інтегроване в загальну технологічну схему вирощування та післязбиральної обробки картоплі, з урахуванням логістики, завантаження, транспортування та зберігання.

Своєчасність виконання збирання

Однією з критично важливих вимог є дотримання оптимальних строків збирання, які визначаються ступенем фізіологічної стиглості бульб, дозріванням шкірки та станом гички. Збирання раніше рекомендованих термінів призводить до зниження лежкості картоплі, тоді як запізнення — до підвищення втрат через розвиток хвороб, проростання або ушкодження бульб внаслідок зниження температури.

Врахування рельєфу місцевості та конфігурації поля

Агрегати повинні мати достатню маневровість і стабільність роботи на полях зі складним рельєфом, ухилами, неоднорідною щільністю та вологістю ґрунту. Важливим є також дотримання точності руху по рядках, що особливо актуально для технологій точного землеробства.

Технічна адаптивність машин до агрегування з сучасними тракторами

Машини повинні відповідати вимогам до зчеплення та енергозабезпечення сучасного тягового парку. Важливими є можливість регулювання швидкості обертання робочих органів, висоти захвату, кута нахилу та інших параметрів у процесі роботи.

Низький рівень енергоспоживання та економічна ефективність

Агротехнічні вимоги передбачають раціональне використання пального й енергоресурсів при одночасному забезпеченні високої продуктивності. Визначальним є показник витрат енергії на одиницю зібраної продукції, який повинен бути економічно обґрунтованим для конкретних умов експлуатації.

Можливість адаптації до кліматичних умов регіону

У різних зонах картопля вирощується за різними схемами, із застосуванням локальних технологічних особливостей. Машини мають бути універсальними або легко адаптованими до зміни глибини залягання бульб, типу ґрунтів (легкі, середні, важкі) і кліматичних умов.

Високий рівень надійності та безпеки роботи

Агротехнічні вимоги також включають дотримання безпечних умов праці для оператора, простоту технічного обслуговування та ремонтпридатність. У конструкції машин мають бути передбачені системи захисту від перевантажень, блокування аварійних режимів і автоматичне вимкнення при критичних несправностях.

Ці вимоги є базовими орієнтирами для оцінки якості роботи збирання техніки в агропромисловому виробництві. У сучасних умовах інтеграції цифрових технологій та елементів точного землеробства агротехнічні вимоги набувають комплексного характеру, поєднуючи механіко-технологічні, екологічні та економічні чинники. Вони є основою для розроблення конструкцій нових машин, вдосконалення існуючих технічних засобів і формування ефективних технологічних схем збирання картоплі.

2.2 Існуючих конструкцій огляд

Характеристика засобів і способів збирання картоплі

У сучасному картоплярстві застосовують різні способи збирання врожаю, які реалізуються за допомогою широкого спектра технічних засобів. Вибір конкретного способу залежить від масштабів господарства, рівня

механізації, агротехнічних вимог, типу ґрунтів та сорту картоплі. Основні способи збирання поділяються на роздільне та пряме (суцільне) збирання, які реалізуються за допомогою причіпних, навісних і самохідних засобів.

1. Способи збирання картоплі

Роздільне збирання передбачає виконання технологічного процесу у два етапи:

- на першому – здійснюється попереднє підкопування або скошування гички,
- на другому – збирання бульб, які після підкопування певний час залишаються на поверхні або в ґрунті для підсушування

Такий спосіб характерний для господарств, що застосовують просту техніку або орієнтовані на зменшення пошкодження бульб. Недоліками є збільшення тривалості збирання і ризик втрат за несприятливих погодних умов.

Пряме (суцільне) збирання передбачає повний цикл механізованого збирання за один прохід техніки, включаючи підкопування, відділення бульб від домішок, транспортування та завантаження у транспортний засіб. Це найбільш продуктивний спосіб, що використовується у великих агропромислових господарствах.

2. Засоби збирання картоплі

2.1. Картоплекопачі

Картоплекопачі – це машини, які забезпечують лише підкопування бульб та їх часткове відділення від ґрунту. Вони бувають:

- гравітаційні – з гичкозалишковими вібрувальними або транспортерними робочими органами;
- поворотні – із вивантаженням бульб збоку від рядка;
- стрічкові (транспортерні) – з системою очищення від ґрунту.

Картоплекопачі є економічними, простими в обслуговуванні, але потребують додаткового ручного збирання бульб, що обмежує їх використання в інтенсивному виробництві.

2.2. Картоплезбиральні комбайни

Комбайни забезпечують повний цикл механізованого збирання. Вони бувають:

- причіпні – агрегатуються з тракторами середнього класу, як правило, однорядні або дворядні;
- самохідні – багаторядні, оснащені високопродуктивними системами очищення, сортування, іноді – бункерами для накопичення врожаю.

Основні функціональні вузли комбайнів:

- підкопувальний орган (часто ножового типу),
- сепаруюча система (вібраційні решета, бичеві або стрічкові транспортери),
- очисні барабани або спіралі,
- сортувальна система та завантажувальний транспортер.

Сучасні комбайни можуть мати комп'ютеризоване керування, сенсорні системи, автоматичне регулювання параметрів залежно від умов роботи.

2.3. Допоміжна техніка

До неї належать:

- гичкозбиральні машини – для скошування або підрізання гички перед основним збиранням;
- транспортні засоби – для приймання та транспортування врожаю з поля;
- елеватори, сортувальні лінії, мобільні накопичувачі – що забезпечують післязбиральне обслуговування.

Характеристики технічних засобів збирання картоплі повинні відповідати агротехнічним вимогам, зокрема забезпечувати мінімальне пошкодження бульб, високу повноту збирання, ефективне очищення та продуктивність. Удосконалення засобів збирання відбувається в напрямку підвищення автоматизації, енергоощадності та адаптивності до складних умов експлуатації.

3. Порівняльна характеристика основних типів машин для збирання картоплі

Тип машини	оброблюваних рядків	Продуктивність, т/год	пошкодження бульб	Ефективність очищення	додатковій праці	Галузь застосування
Навісний/причіпний копач	1–2	2–5	Високий (до 8 %)	Низька	Висока (ручне збирання)	Малотоварні господарства
Причіпний картоплезбиральний комбайн	1–2	5–10	Середній (3–5 %)	Середня	Середня	Середні фермерські господарства
Самохідний комбайн	2–4	10–25+	Низький (до 2 %)	Висока	Низька	Великі агропідприємства

Самохідні моделі, попри високу вартість, забезпечують безперервний процес збирання та високу якість продукції, що знижує загальні витрати у великих господарствах. Причіпні моделі мають перевагу в гнучкості, можливості швидкої переорієнтації техніки та простоті обслуговування. Картоплекопачі залишаються актуальними для малих площ та ручного доопрацювання.

4. Сучасні тенденції у розвитку технічних засобів збирання

У світовій практиці помітно зростає попит на високотехнологічні рішення, що дозволяють:

- мінімізувати пошкодження бульб завдяки новим формам сепаруючих елементів та систем амортизації;
- підвищити точність регулювання робочих органів (глибина копання, інтенсивність вібрації, швидкість транспортування);
- запровадити автоматичне керування агрегатом за допомогою систем GPS та гідравлічного стабілізування руху;
- моніторити стан машин та потік продукції в реальному часі (датчики вологості, вагові системи, камери контролю бункера);
- зменшити енергоспоживання за рахунок оптимізації кінематичних схем та використання електроприводів.

Однією з перспективних тенденцій є створення роботизованих платформ, які виконують збирання автономно, з використанням систем комп'ютерного зору для ідентифікації бульб у ґрунті. Такі розробки поки перебувають на стадії дослідно-промислових зразків, однак демонструють потенціал для кардинальної зміни підходів до збирання у майбутньому.

Таким чином, сучасні способи збирання картоплі та засоби їх реалізації постійно вдосконалюються відповідно до зростаючих агротехнічних, екологічних та економічних вимог. Вибір конкретного типу техніки повинен базуватися на системному аналізі умов вирощування, виробничих обсягів, наявної інфраструктури та стратегічних цілей господарства.

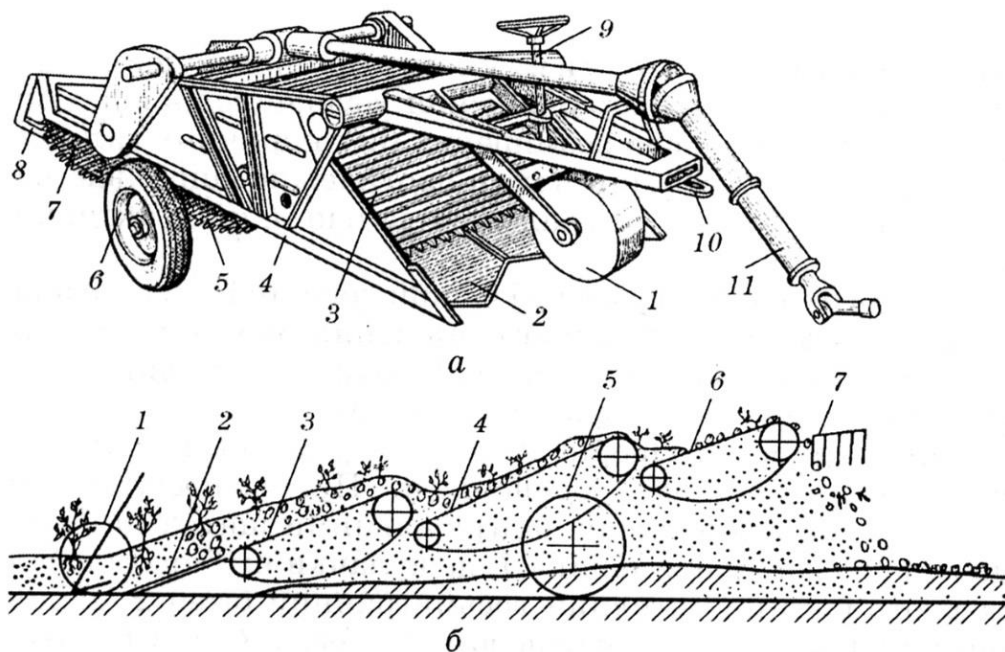


Рисунок 2.1 - КСТ-1,4А

Копачі являють собою ґрунтообробні знаряддя, призначені для розорювання картопляних грядок. Копачі за функціональним призначенням розділяють на двополицеві корпуси, на пристрої, що виносять бульби на денну поверхню (двополицевий корпус з гнучкими елементами), і копачі, що виштовхують бульби на денну поверхню без ґрунту (U-подібні лемеші).

Копачі з гнучкими елементами – це два розпушувачі 1 розташовані по краях знаряддя. Гнучкі елементи 2 складаються з відрізків тросів, які

розміщені з певним шагом по глибині розпушення. Кінці кожного відрізка кріпляться на одному рівні до суміжних стояків розпушувачів. Довжина відрізків зменшується зверху до низу. При переміщенні петель в ґрунті відбувається його активне кришення, підйом і переміщення бульб на поверхню.

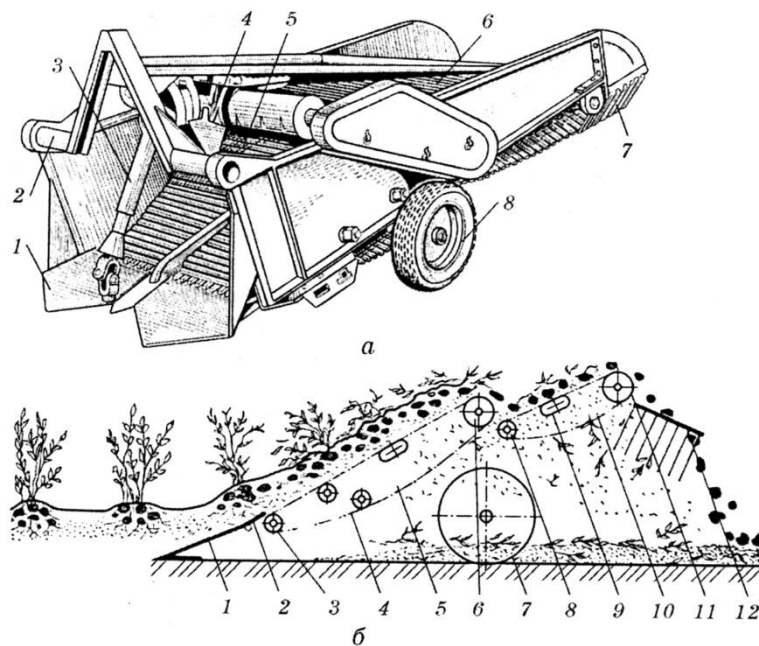


Рисунок 2.2 - КТН-2В

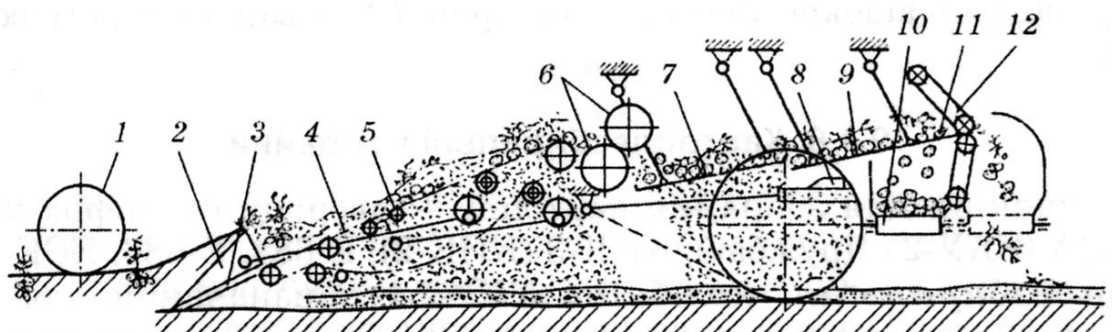


Рисунок 2.3 - УКВ-2

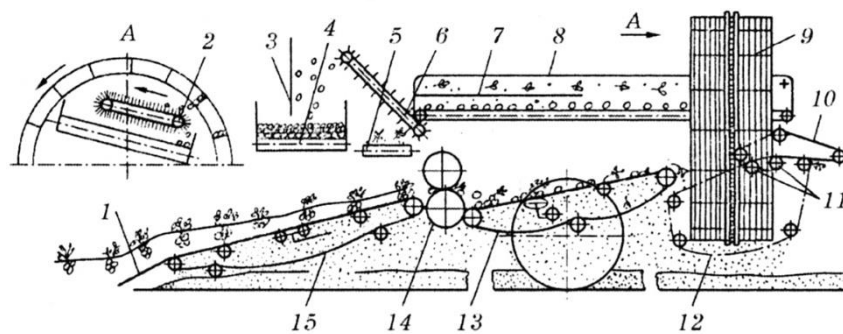


Рисунок 2.4 - ККУ-2А

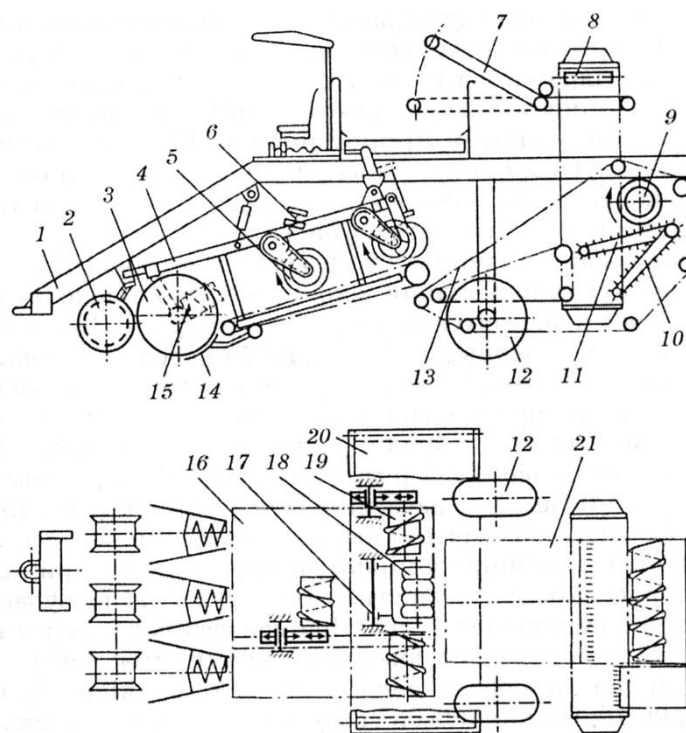


Рисунок 2.5 - КПК-3

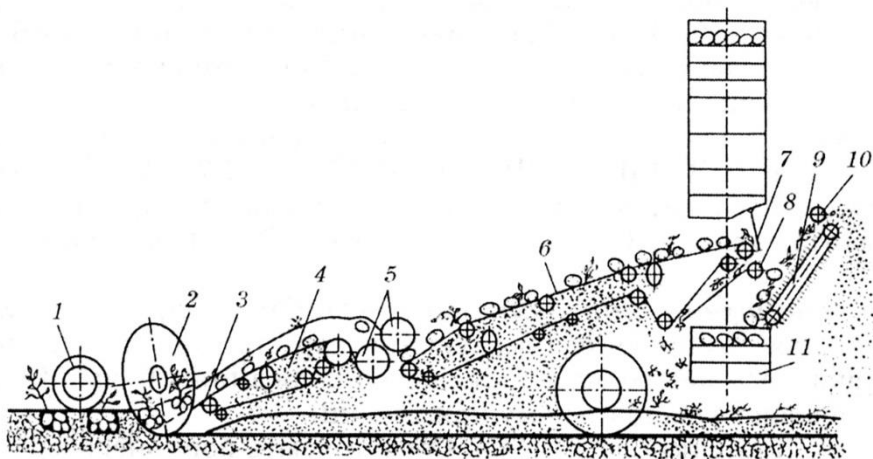


Рисунок 2.6 - Е-684

Двополицеві копачі, найчастіше однорядні з глибиною розпушування до 0,25 м і швидкістю руху 1,3–1,6 м/с, виконують кришення ґрунту і виносять на денну поверхню 60–80 % бульб. Основний недолік цих конструкцій – мала продуктивність і значні втрати бульб картоплі. Серед недоліків копачів з гнучкими елементами можна назвати низьку продуктивність, підвищену енергоємність розпушення ґрунту, великі пошкодження бульб за рахунок тертя їх по трасах гнучких елементів.

Копачі кидального типу підрізають лемешем шар ґрунту з бульбами, який під час сходу з лемеша руйнується і відкидається гребінками пристрою перпендикулярно напрямку руху машини. Кидалка роторного типу мають кисть – вісім гребінок. Гребінки мають три-п'ять круглих прутків діаметром 14-15 мм. Колова швидкість кінців гребінок не перевищує 6 м/с. При обертанні кидалки шар ґрунту вкладається тонким шаром на поверхні зібраного поля смугою 1,5-2,5 м. При цьому 90 % бульб знаходиться на виду. Швидкість руху копача не перевищує 1,5 м/с.

Копачі просіювального типу знайшли найбільше розповсюдження. Технологічний процес роботи відбувається в такий спосіб: лемешем підкопується ґрунт з бульбами і направляється на сепарувальні робочі органи. Ґрунт просіюється крізь зазори сепарувальної поверхні, а бульби, гичка і великі грудки ґрунту скидаються за машиною. Бульби збирають вручну. При

цьому затрати праці на підбиранні бульб на 20-25 % нижчі, ніж на збиранні копачами кидального типу.

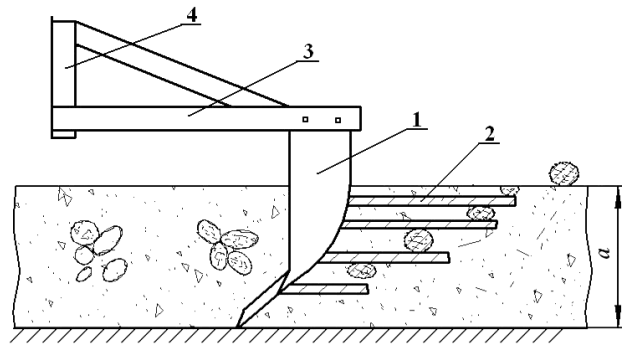


Рисунок 2.7 - Копача з елементами гнучкими

Сепарувальні робочі органи бувають трьох типів: елеваторні, грохотні і барабанні. Схема елеваторного копача представлена на рис. 3.8. Він складається з лемеша 1 і сепарувальних пруткових елеваторів 2 і 5, струшувальної решітки 7.

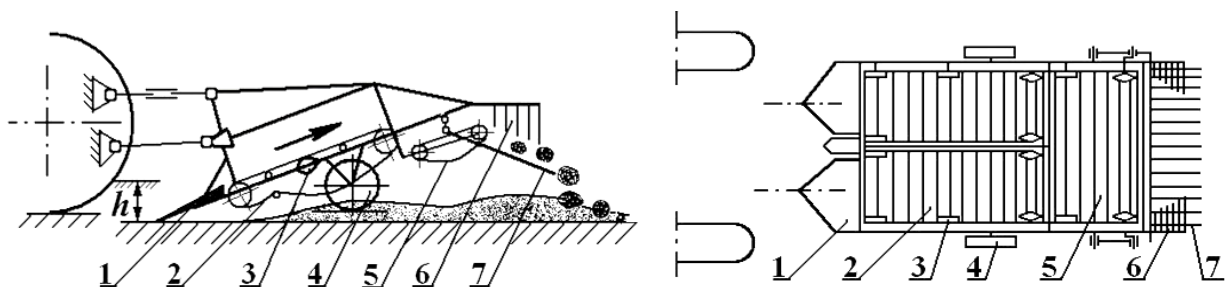


Рисунок 2.8 - Копач елеваторний

Пруткові елеватори, які мають один або декілька послідовно розташованих транспортерів, являють собою робочі поверхні з прутків із зазорами 25-30 мм для просіювання ґрунту. Полотно елеватора здійснює коливальні рухи за допомогою еліпсоподібної зірочки. Струшувальна решітка, коливаючись, виконує коливальні рухи, що сприяє руйнуванню грудок ґрунту, відриву бульб від гички.

Грохотні копачі (рис. 3.9) мають як сепарований робочий орган два коливальні грохоти з поступальним коливанням у протифазі. Поверхня грохотів складається з поздовжніх прутків зі зазорами 25-30 мм. Частота обертання ексцентрикового вала $150-200 \text{ хв}^{-1}$.

Підвищення продуктивності копачів шляхом збільшення робочої швидкості руху реалізовано в конструкції копача КСТ-1,4. Особливістю його є наявність активного коливального лемеша 2 і додаткового швидкісного пруткового елеватора 3, який робить можливим інтенсивне розтягування підкопаного шару.

Грохотні копачі мають активні лемеші, які кріпляться в передній частині першого грохота і здійснюють разом з решетом коливальні рухи. Застосування активного лемеша дозволяє знизити тяговий опір знаряддя на 25-30 %, збільшує подрібненість ґрунту в 1,3-1,5 рази. Але при цьому зростає кількість пошкоджених бульб в 1,5-1,8 рази а, ніж під час роботи елеваторних копачів (8-10 %)

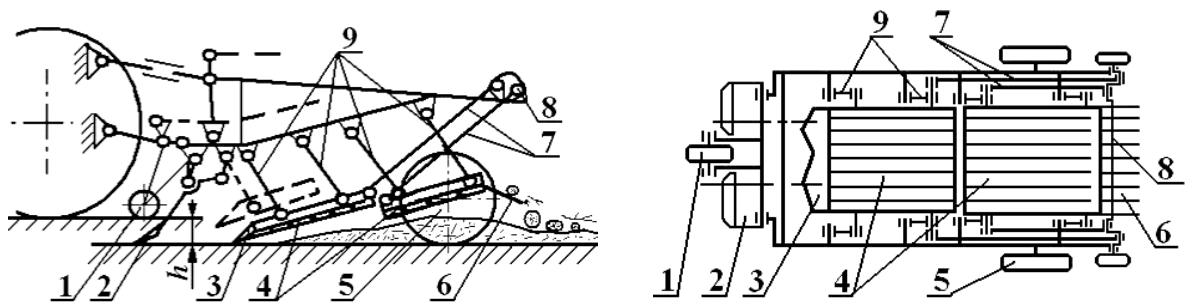


Рисунок 2.9 - Копач грохотний

Барабанні копачі мають конічні, або барабанні робочі органи сепарованої дії, поздовжня вісь яких співпадає з напрямком руху агрегату. Такі машини працюють наступним чином: леміш підрізає шар ґрунту з бульбами і направляє його в барабан. Барабан обертається з частотою обертання $150-200 \text{ хв}^{-1}$. Ґрунт всередині барабана розпушується і сепарується. Бульби пересуваються вздовж барабана і вузьким валком вкладаються, виходячи з

барабана за машиною на просіяний ґрунт. Швидкість руху копача не перевищує 1,4 м/с.

Недоліком конструкцій картоплезбиральних машин є низька швидкість руху машини (0,8-1,1 м/с), великі втрати бульб (до 8% і більше), великий процент травмування бульб (30-40 %). Крім того, ці комбайни мають великі робочі маси (4,5-12,0 т) і габаритні розміри. Підкопувальні робочі органи бувають пасивні, активні і комбіновані.

Комбіновані лемеші представляють собою робочі органи з пасивними лемешами і активними боковинами (рис. 3.10), гребінками, лопатями, спіралями, бітерами, гнучкими елементами, які можуть коливатися і обертатися. В будь-якому випадку активні елементи попереджують розвалювання підкопаного шару, усувають забивання лемеша гичкою і рослинними домішками, знижують тяговий опір. Недоліком комбінованих лемешів, як і інших видів, є мала швидкість руху (до 1,8 м/с).

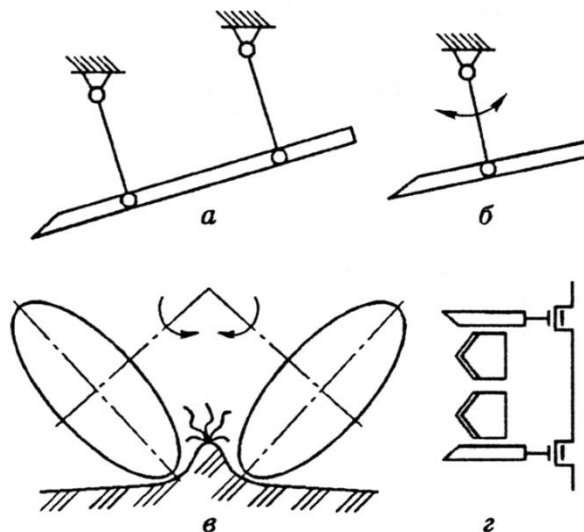


Рисунок 2.10 – Підкопувальні робочі органи: комбіновані і активні

1. Конструкція копачів картоплі

Копачі картоплі є спеціалізованими машинами, що забезпечують підкопування бульб з ґрунту і їх подальше очищення від залишків землі та рослинних решток. Вони можуть бути причіпними або самохідними, і зазвичай складаються з наступних основних елементів:

Підкопувальні органи – основний елемент, що підкопує ґрунт і виводить бульби на поверхню.

Системи очищення – механізми для видалення ґрунту та рослинних залишків, такі як транспортери, решета та вібробарабани.

Транспортери – для переміщення бульб з робочої зони до накопичувального бункера або транспорту.

Регулювальні механізми – для налаштування глибини копання, швидкості руху та інших параметрів роботи.

2. Типи копачів картоплі

2.1. Причіпні копачі

Причіпні копачі зазвичай використовуються в малих та середніх господарствах. Вони підключаються до тракторів і можуть працювати на одній або двох рядах. Вони характеризуються простотою конструкції та відносно низькою ціною.

Марка: КС-7

Призначення: причіпний копач для збирання картоплі з одного ряду.

Особливості конструкції: оснащений ножовими підкопувальними органами, транспортерними решетами для очищення бульб від ґрунту, механізмами для відбору та завантаження врожаю в приймальний бункер.

Продуктивність: до 5 т/год.

Марка: КС-10

Призначення: причіпний копач для збирання картоплі з двох рядів.

Особливості конструкції: наявність двох підкопувальних органів і транспортерів, що дозволяє збирати більшу кількість бульб за одиницю часу.

Продуктивність: до 10 т/год.

2.2. Самохідні копачі

Самохідні копачі – це більш потужні та універсальні машини, які здатні працювати без трактора. Вони мають більшу продуктивність, здатні працювати на великих площах та з високою ефективністю.

Марка: КСТ-2

Призначення: самохідний комбайн для збирання картоплі з двох рядів.

Особливості конструкції: оснащений системою відбору, очищення та транспортування бульб до бункера, з автоматичним контролем параметрів роботи.

Продуктивність: до 15 т/год.

Марка: Grimme G 270

Призначення: самохідний картоплекопач з двома рядами збору.

Особливості конструкції: висока продуктивність, система точної фіксації глибини копання, система очищення з віробарабанами та металевими решетами.

Продуктивність: до 25 т/год.

Марка: Rabe GKC 700

Призначення: самохідний картоплекопач з трьома рядами збору.

Особливості конструкції: вищий рівень автоматизації та точності при збиранні картоплі, система збору та очищення бульб від ґрунту, можливість регулювання глибини копання.

Продуктивність: до 30 т/год.

2.3. Особливості конструкцій самохідних і причіпних копачів

Підкопувальні органи можуть бути різної форми: від простих ножових механізмів до спеціалізованих віброзахватних елементів. Вібраційні системи забезпечують більш ефективне вивантаження бульб з ґрунту та мінімальне їх пошкодження.

Системи очищення здебільшого складаються з віробарабанів або транспортерів, що дозволяють очищати бульби від ґрунту, каміння та рослинних решток.

Транспортери можуть бути стрічковими або металевими, з можливістю автоматичного регулювання швидкості для зручності оператора.

3. Переваги та недоліки різних конструкцій копачів картоплі

Тип копача	Переваги	Недоліки
Причіпний копач	- Простота конструкції - Низька вартість - Легкість в обслуговуванні	- Низька продуктивність - Вимагає додаткової праці
Самохідний копач	- Висока продуктивність - Повна механізація процесу - Менше пошкодження бульб	- Висока вартість - Велика потреба в технічному обслуговуванні
Комбайни з великою кількістю рядів	- Висока продуктивність - Підходить для великих площ	- Висока вартість - Вимагає великого обслуговування та спеціалістів

4. Рекомендації щодо вибору копача картоплі

Вибір копача залежить від багатьох факторів, зокрема:

Розміру господарства.

Площі оброблюваних ділянок.

Потреби у швидкості та ефективності збирання.

Бюджету на закупівлю техніки.

Для великих агропідприємств найкращим вибором є самохідні копачі або комбайни, що мають високу продуктивність та мінімальні втрати. Для малих і середніх господарств більш підходящими є причіпні копачі, що забезпечують баланс між вартістю та ефективністю.

5. Інноваційні розробки та тенденції у конструкціях копачів картоплі

Сучасні технології та інновації в галузі сільськогосподарської техніки дозволяють розробляти нові конструкції копачів, які не тільки підвищують продуктивність, але й знижують витрати на технічне обслуговування та зменшують рівень пошкоджень бульб.

5.1. Автоматизація та роботизація в збиранні картоплі

Однією з останніх тенденцій є використання роботизованих копачів картоплі. Такі машини здатні працювати автономно, без втручання людини,

використовуючи технології комп'ютерного зору, GPS-навігацію та датчики для контролю глибини копання та пошуку бульб у ґрунті.

Марка: Ceres (Holland)

Призначення: автономний картоплекопач.

Особливості конструкції: обладнаний камерами і датчиками для точного визначення положення картоплини в ґрунті, автоматично коригує напрямок руху та глибину копання. Має можливість зв'язку з центральною системою для моніторингу стану.

Продуктивність: до 12 т/год.

Переваги: знижене пошкодження бульб, зменшення людського фактора, економія пального.

5.2. Енергозберігаючі та екологічні технології

Сучасні копачі картоплі оснащуються енергозберігаючими системами, що дозволяють знижувати витрати пального та зменшувати екологічний вплив. Наприклад, використання гібридних двигунів або електричних приводів.

Марка: Grimme Maxtron 620

Призначення: самохідний комбайн з гібридним двигуном.

Особливості конструкції: комбінує дизельний і електричний приводи для зниження витрат пального. Система адаптивного очищення з можливістю налаштування інтенсивності в залежності від стану ґрунту та бульб.

Продуктивність: до 20 т/год.

Переваги: зменшення викидів CO₂, оптимізація витрат пального, можливість працювати в різних агротехнічних умовах.

5.3. Покращені системи очищення та сортування

Інноваційні копачі оснащуються новими системами очищення, що включають в себе не лише механічне очищення, але й електростатичні та вібраційні технології, що дозволяють значно знижувати рівень ґрунту на бульбах та покращувати їх якість.

Марка: PÖTTINGER Eurotop 7400

Призначення: багаторядний картоплекопач з високоефективною системою очищення.

Особливості конструкції: має гнучкі транспортерні механізми для максимальної акуратності очищення, додаткові елементи для видалення дрібного ґрунту.

Продуктивність: до 40 т/год.

Переваги: знижене пошкодження бульб, високий рівень очищення, мінімальна кількість залишків ґрунту на картоплі.

6. Проблеми та обмеження у використанні копачів картоплі

Попри значний прогрес у технологіях збирання картоплі, існують і певні обмеження та проблеми, які потребують вирішення:

6.1. Пошкодження бульб

Незважаючи на інноваційні системи очищення та підкопувальні органи, пошкодження бульб залишається однією з головних проблем при збиранні картоплі. Бульби можуть бути пошкоджені через:

Невідповідність швидкості роботи (занадто висока або низька швидкість може призвести до пошкодження);

Нерівномірне підкопування або незадовільне очищення від ґрунту.

6.2. Високі експлуатаційні витрати

Особливо для самохідних та великих комбайнів, що мають високу вартість обслуговування і ремонту. Висока ціна також обмежує доступність таких машин для малих і середніх фермерських господарств.

6.3. Погодні умови

У складних погодних умовах (дощ, вологий ґрунт) багато типів копачів можуть втрачати ефективність через залипання ґрунту на транспортерних механізмах, що знижує продуктивність і збільшує втрати бульб.

7. Майбутні напрямки розвитку техніки для збирання картоплі

Перспективи розвитку техніки для збирання картоплі включають:

Інтеграція з технологіями точного землеробства: використання датчиків для аналізу стану ґрунту, стану рослин та оптимального вибору режиму роботи копачів.

Розвиток автономних систем: з появою автономних машин для збирання картоплі можна очікувати суттєвий ріст продуктивності і зниження потреби в робочій силі.

Зменшення втрат і пошкоджень: розробка нових матеріалів та конструкцій, які дозволяють зменшити механічні пошкодження бульб і підвищити якість зібраного врожаю.

8. Рекомендації щодо вибору копачів картоплі для різних умов господарства

Правильний вибір копача картоплі залежить від кількох факторів, серед яких розмір господарства, тип ґрунту, кліматичні умови, а також специфіка обробки картоплі та наявний бюджет. Ось деякі рекомендації щодо вибору техніки для збирання картоплі:

8.1. Для малих і середніх фермерських господарств

Для таких господарств, де площі обробки картоплі є обмеженими (до 10–20 га), оптимальним вибором є причіпні копачі. Вони забезпечують хорошу продуктивність при низьких експлуатаційних витратах і мають просту конструкцію, що робить їх доступними для малого бізнесу.

Приклад: КС-7, КС-10.

Переваги: низька ціна, зручність у транспортуванні, можливість обробки невеликих площ.

Недоліки: потребують додаткової праці, менша продуктивність порівняно з самохідними машинами.

8.2. Для великих агропідприємств

Для великих господарств, де площі обробки картоплі перевищують 100 га, доцільно використовувати самохідні комбайни з високою продуктивністю. Вони здатні забезпечити високу ефективність роботи, мінімізувати втрати бульб та знизити витрати на додаткову працю.

Приклад: Grimme G 270, Rabe GKC 700, PÖTTINGER Eurotop 7400.

Переваги: висока продуктивність, знижене пошкодження бульб, автоматизація процесу.

Недоліки: висока вартість, вимогливість до технічного обслуговування.

8.3. Для специфічних агротехнічних умов

Враховуючи специфічні умови збирання картоплі (вологий або кам'янистий ґрунт, високі чи низькі температури), важливо вибирати техніку з адаптованими системами очищення та вібраційними механізмами, що дозволяють ефективно працювати при будь-яких умовах.

Приклад: Ceres Autonomous, Grimme Maxtron 620.

Переваги: висока адаптивність до умов збирання, зниження витрат на робочу силу, високий рівень очищення.

Недоліки: висока ціна, залежність від погодних умов для роботи автономних систем.

9. Перспективи розвитку конструкцій копачів картоплі

Технології для збирання картоплі продовжують вдосконалюватися, і можна очікувати кілька ключових напрямків їх розвитку:

9.1. Інтеграція з агротехнологіями 4.0

З розвитком Інтернету речей (IoT) та аналітики великих даних у сільському господарстві, копачі картоплі можуть бути оснащені датчиками, які в режимі реального часу аналізуватимуть стан ґрунту, вологість, температуру та інші фактори. Це дозволить оптимізувати налаштування техніки для кожного конкретного поля, забезпечуючи максимальну ефективність та мінімальні втрати.

Приклад: використання дронів і сенсорів для моніторингу стану ґрунту і роботи копача.

9.2. Автономні та роботизовані системи

Якщо сьогодні автономні копачі тільки входять в практичне використання, у майбутньому вони можуть стати стандартом у великих агрогосподарствах. Роботи можуть здійснювати весь процес збору картоплі

без участі людини, що знизить витрати на робочу силу та зменшить людський фактор.

Приклад: розробки компанії FFRobotics, що займається автономними технологіями для збору овочів.

9.3. Покращення енергетичної ефективності та екологічності

Збільшення використання електричних приводів та гібридних технологій дозволить зменшити вплив сільськогосподарської техніки на навколишнє середовище. Розвиток альтернативних джерел енергії, таких як сонячні батареї або біопаливо, також буде сприяти зменшенню витрат пального і викидів CO₂.

Висновки

Ринок техніки для збирання картоплі постійно розвивається, і виробники пропонують різноманітні конструкції та моделі машин, що відповідають вимогам різних типів господарств. З одного боку, причіпні копачі залишаються оптимальним вибором для малих фермерів, з іншого — для великих господарств високопродуктивні самохідні копачі з автоматизацією та вдосконаленими системами очищення стають важливою складовою сучасного агровиробництва.

Подальший розвиток технологій в агротехніці буде сприяти зниженню витрат на збирання, зменшенню впливу на довкілля та покращенню ефективності збирання картоплі, що є важливим для зростання сільськогосподарського виробництва в умовах змін клімату та потреби в збільшенні врожайності.

Існуючі технічні засоби механізації процесу збирання картоплі на сьогодні не в повній мірі задовольняють вимогам щодо якісних показників виконання процесу, особливо у складних умовах роботи.

Проведений аналіз різних підкопувальних робочих органів дозволяє зробити висновок про те, що найбільш перспективним напрямком

подальшого удосконалення підкопувальних робочих органів є розробка пристроїв, які дозволяють проводити викопування бульб з ґрунту з винесенням їх на денну поверхню без ґрунту, спростити конструкцію машини, знизити робочу масу, забезпечити якісне викопування бульб, зберегти структуру ґрунту.

Використаємо конструкцію картоплекопача КТН-1А згідно патенту № **292813**.

3 КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБГРУНТУВАННЯ

3.1 Розробленої конструкції опис

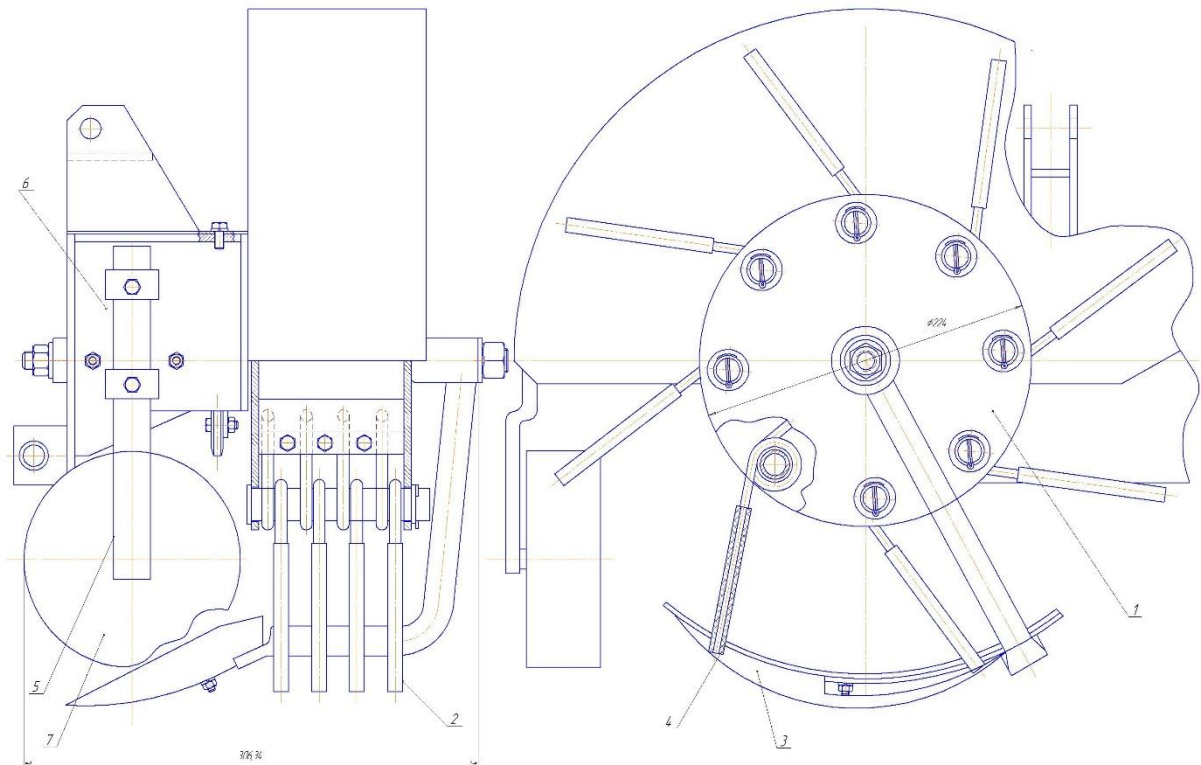


Рисунок 3.1 - Картоплекопач КТН-1АМ

1 - диск; 2,4 - палець; 3 - леміш; 5 - стояк; 6 - рама; 7 - колесо

Існуючі конструкції машин, призначених для виконання основних операцій технологічного процесу збирання картоплі можна поділити на чотири групи: копачі, копачі швиляльного типу, копачі просіваючого типу, комбайни і сортувальні столи. Кожна з цих груп машин призначена для виконання одної або декількох операцій

Картоплекопачі слугують технічними засобами для викопування одного або кількох рядків картоплі, розпушування й подрібнення піднятого шару ґрунту, його просіювання з метою відокремлення бульб. Це забезпечується шляхом вібрації, розтягування, ударних і стисних дій, а також шляхом

фільтрації дрібнозернистих часток. Відібрані бульби укладаються у валки або рівномірно розподіляються на поверхні поля в межах робочої ширини машини.

Такі копачі належать до ґрунтообробних агрегатів і обладнані двохвідвальним корпусом із можливістю регулювання кута атаки, що дає змогу розорювати картопляні грядки. Проте недоліками їх конструкції є недостатнє подрібнення ґрунтових мас і значні втрати продукції, оскільки лише 75–80% бульб виявляються на поверхні поля.

У копачах-валкоутворювачах два суміжні рядки підрізаються одночасно, після чого пласт подається на робочі органи, що здійснюють сепарацію ґрунту за допомогою елеваторних прутків. Подальше очищення та подрібнення грудок виконується в балонах-грудкоподавлювачах, де бульби звільняються від залишків землі. Заключний етап – проходження через грохот і транспортування на поперечний конвеєр, після чого очищена картопля укладається на полі в рядки. Через 2–3 години підсушування врожай збирається вручну (потреба у щонайменше 12 працівниках) або за допомогою картоплезбирального комбайна, що може призводити до травмування бульб через інтенсивний механічний вплив. У підсумку, це ускладнює весь технологічний процес і підвищує витрати на збирання.

Однорядні роторні копачі призначені для викопування одного рядка картоплі з подальшим розкиданням бульб у межах до 1,5 м. Серед їхніх переваг – компактність, висока маневровість, здатність працювати на кам'янистих або засмічених полях, а також можливість агрегатування з малогабаритними енергетичними засобами. Вони особливо ефективні для господарств із площами картоплі до 20 га, оскільки забезпечують економію ресурсів та витрат.

Зважаючи на обмеженість функціональності копачів щодо очищення бульб і необхідність їх ручного збору, виникає потреба у вдосконаленні процесу – зокрема, очищення картоплі із одночасним її завантаженням у транспортні засоби. Цю задачу частково вирішують картоплезбиральні

комбайни, проте їх ефективність обмежується переважно легкими (піщаними та супіщаними) ґрунтами, де ризик пошкодження бульб зменшується.

Отже, для конкретних умов господарства найдоцільнішим варіантом є роторний копач типу КТН-1А. Для підвищення його продуктивності та зниження втрат доцільно удосконалити ключові елементи конструкції, такі як підкопувальний робочий орган (леміш), ротор та привід.

Леміш, що безпосередньо взаємодіє з ґрунтом, суттєво впливає на загальний опір під час руху машини. Раціональна форма цього елемента дозволяє знизити енергозатрати, тому пропонується використання лемеша коритоподібної форми. Регулювання глибини підкопування доцільно реалізовувати через гвинтовий механізм, який переміщує опорне колесо відносно рами.

Роторні пальці, які розпушують ґрунт, можуть ушкоджувати бульби при зіткненні. З метою мінімізації цього впливу передбачається встановлення на роторі восьми гнучких гребінок, кожна з яких має по чотири зігнуті пальці, що охоплюють трубу у вигляді витка. Така пружна конструкція дозволяє їм відхилятися у разі навантаження. Додатково, усі пальці вкриті гумовим покриттям для амортизації ударів.

Технологічний процес удосконаленого картоплекопача залежить від наступних параметрів: робочої швидкості машини, розмірів і форми лемеша, частоти обертання і потужності приводу ротора.

Тому метою розрахунків є визначення основних конструктивних і кінематичних параметрів копача.

3.2 Обґрунтування параметрів леміша

Характер деформації ґрунту під дією клина залежить від величини кута підрізання α . Для отримання мінімального зусилля, що затрачається на підрізання можна отримати, якщо форма поверхні лемеша буде змінною, тобто кут α набиратиме різних значень по довжині лемеша (рис. 3.2).

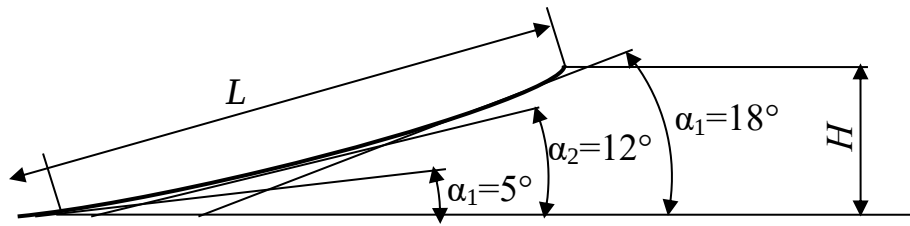


Рисунок 3.2 Схема для визначення параметрів лемеша

При цьому шар ґрунту не тільки піднімається на потрібну висоту H , але й додатково кришиться безпосередньо на поверхні лемеша.

$$B = b + 2\delta, \quad (3.1)$$

$$\gamma = \frac{\pi}{2} - \varphi, \quad (3.2)$$

$$N = N_o + N_e \quad (3.3)$$

$$N_o = \frac{10^{-4} kchzn\alpha_c}{6}, \quad (3.4)$$

$$n = \frac{\lambda V_p \cdot 30}{\pi R}, \quad (3.5)$$

$$N_e = 5 \cdot 10^{-4} \delta Q_n \omega_p^2 \quad (3.6)$$

$$N_e = 5 \cdot 10^{-4} \cdot 0,5 \cdot 61,82 \cdot 4,23^2 = 0,274 \text{ кВт.}$$

Підставивши отримані значення у формулу будемо мати:

$$N = 3,62 + 0,274 = 3,896 \text{ кВт.}$$

Потужність на валу ВВП визначається за формулою:

$$N_{\text{ген}} = \frac{N}{\eta_l^2 \eta_m} \quad (3.7)$$

де η_l , η_m – відповідно коефіцієнт корисної дії ланцюгової передачі (0,96) та запобіжної муфти (0,98).

$$N_{\text{ген}} = 3,896 / 0,96^2 \cdot 0,98 = 4,30 \text{ кВт.}$$

Таким чином, максимальна потужність приводу ротора картоплекопача від ВВП трактора становить 4,30 кВт.

3.3 Ланцюгової передачі розрахунок

$$t = 280 \cdot \sqrt[3]{\frac{N_1 k_e}{z_1 \omega_1 [p] m_p}} \quad (3.8)$$

$$t = 280 \cdot \sqrt[3]{\frac{4,22 \cdot 1,25}{15 \cdot 56,52 \cdot 24 \cdot 10}} = 17,85 \text{ мм.}$$

$$\epsilon = \left(\frac{z_1 - z_2}{2\pi} \right)^2 = \left(\frac{45 - 15}{2 \cdot 3,14} \right)^2 = 22,82.$$

$$a = \frac{t}{4} (L_t - a_1 + \sqrt{(L_t - a_1)^2 - 8 \cdot \epsilon}) \quad (3.9)$$

$$a = \frac{19,05}{4} (74,0 - 30 + \sqrt{(74,0 - 30)^2 - 8 \cdot 22,82}) = 408,97 \text{ мм.}$$

$$\nu = \frac{2 \cdot z_1 \omega_1}{\pi L_t} \leq [\nu], \quad (3.10)$$

$$\nu = \frac{2 \cdot 15 \cdot 56,52}{3,14 \cdot 74} \leq [35].$$

$$F_t = \frac{1000N_1}{V_n} \quad (3.11)$$

$$V_n = \frac{z_1 \cdot t \cdot \omega_1}{2000 \cdot \pi} . \quad (3.12)$$

$$V_n = \frac{15 \cdot 19,05 \cdot 56,52}{2000 \cdot 3,14} = 2,57 \text{ м/с.}$$

$$F_t = \frac{1000 \cdot 4,22}{2,57} = 1642,02 \text{ Н.}$$

$$F_q = k_f \cdot q \cdot a \cdot g \quad (3.13)$$

$$F_y = q \cdot V_n^2 , \quad (3.14)$$

$$F_y = 1,9 \cdot 2,57^2 = 12,54 \text{ Н.}$$

$$F_{\text{заг1}} = F_t \cdot k_{\partial} + F_q + F_y . \quad (3.15)$$

$$F_{\text{заг1}} = 164202 \cdot 1,25 + 45,47 + 12,54 = 2110,53 \text{ Н.}$$

$$F_{\text{заг2}} = F_q + F_y \quad (3.16)$$

$$F_{\text{заг2}} = 45,47 + 12,54 = 58,01 \text{ Н.}$$

$$F_{\text{с}} = F_t \cdot k_{\partial} + 2F_q \quad (3.17)$$

$$F_e = 164202 \cdot 1,25 + 245,47 = 2143,46 \text{ Н.}$$

$$p = \frac{F_t \cdot k_e}{S \cdot m_p \cdot 10^2} \leq [p], \quad (3.18)$$

$$p = \frac{1642,02 \cdot 1,15}{1,05 \cdot 1 \cdot 10^2} = 19,54 \leq [24] \text{ МПа.}$$

$$n = \frac{Q}{F_{3a21}} \geq [n] \quad (3.19)$$

$$n = \frac{31800}{2110,53} = 15,06 \geq [9,3].$$

$$d_0 = \frac{t}{\sin \frac{180}{z}} \quad (3.20)$$

Ведуча зірочка: $d_0 = \frac{19,05}{\sin \frac{180}{15}} = 91,62 \text{ мм.}$

Ведена зірочка: $d_0 = \frac{19,05}{\sin \frac{180}{45}} = 273,09 \text{ мм.}$

Діаметр зовнішніх кіл:

$$d_{amin} = d + 0,5d_1 \quad (3.21)$$

$$d_{amax} = d + 1,25t - d_1 \quad (3.22)$$

Ведуча зірочка: $d_{amin} = 91,62 + 0,5 \cdot 11,91 = 97,50 \text{ мм,}$

$$d_{amax} = 91,62 + 1,25 \cdot 19,05 - 11,91 = 103,52 \text{ мм.}$$

Ведена зірочка: $d_{amin} = 273,09 + 0,5 \cdot 11,91 = 279,04 \text{ мм,}$

$$d_{amax} = 273,09 + 1,25 \cdot 19,05 - 11,91 = 296,90 \text{ мм.}$$

Радіус впадин:

$$r_{imin} = 0,505 \cdot d_1 \quad (3.23)$$

$$r_{imax} = 0,505 \cdot d_1 + 0,069 \cdot \sqrt[3]{d_1} \quad (3.24)$$

Ведуча зірочка: $r_{i\min} = 0,505 \cdot 11,91 = 6,01$, мм,

$$r_{i\max} = 0,505 \cdot 11,91 + 0,069 \cdot \sqrt[3]{11,91} = 6,17 \text{ , мм.}$$

Радіус впадин веденої зірочки вибираємо аналогічний.

Діаметр кола впадин:

$$d_f = d - 2 \cdot r_1 \quad (3.25)$$

Ведуча зірочка: $d_f = 91,62 - 2 \cdot 6,01 = 79,6$ мм,

Ведена зірочка: $d_f = 273,09 - 2 \cdot 6,01 = 261,07$ мм.

Радіус спряжень: $r_{l\min} = 0,12 \cdot d_1 (z + \alpha)$ (3.26)

$$r_{l\min} = 0,008 \cdot d_1 (z^2 + 180) \quad (3.27)$$

Ведуча зірочка: $r_{l\min} = 0,12 \cdot 11,91 \cdot (15 + 2) = 24,29$ мм,

$$r_{l\min} = 0,008 \cdot 11,91 \cdot (15^2 + 180) = 38,58 \text{ мм.}$$

Ведена зірочка: $r_{l\min} = 0,12 \cdot 11,91 \cdot (45 + 2) = 67,17$, мм,

$$r_{l\min} = 0,008 \cdot 11,91 \cdot (45^2 + 180) = 210,09 \text{ , мм.}$$

Кут спряження:

$$\alpha_{\min} = 120^\circ - \frac{90^\circ}{z}; \quad (3.28)$$

$$\alpha_{\max} = 140^\circ - \frac{90^\circ}{z}. \quad (3.29)$$

Ведуча зірочка: $\alpha_{\min} = 120^\circ - \frac{90^\circ}{15} = 114^\circ$;

$$\alpha_{\max} = 140^\circ - \frac{90^\circ}{15} = 134^\circ.$$

Ведена зірочка: $\alpha_{\min} = 120^\circ - \frac{90^\circ}{45} = 118^\circ$.

$$\alpha_{\max} = 140^\circ - \frac{90^\circ}{45} = 138^\circ$$

Радіус заокруглень ведучої та веденої зірочок:

$$r_x = 1,5 \cdot d_1 = 1,5 \cdot 11,91 = 17,86 \text{ мм.}$$

Ширина зуба:

$$b_{f1} = 0,93 \cdot b_1 = 0,93 \cdot 127 = 118,1 \text{ мм.}$$

Визначаємо орієнтовний діаметр отворів під вали за формулою:

$$d_{\epsilon} = 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{T}{0,2 \cdot \tau_{кр}}} \quad (3.30)$$

де T – крутний момент на валу зірочок, Н·м;

$\tau_{кр}$ – допустиме напруження при крученні.

$$\text{Ведуча зірочка} \quad d_{\epsilon} = 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{76,66}{0,2 \cdot 20}} = 26,52 \text{ мм}; \quad \text{приймаємо } d_{\epsilon} = 25 \text{ мм.}$$

$$\text{Ведена зірочка:} \quad d_{\epsilon} = 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{214,96}{0,2 \cdot 20}} = 37,73 \text{ мм}; \quad \text{приймаємо } d_{\epsilon} = 40 \text{ мм.}$$

Визначаємо діаметр маточини:

$$d_{cm} = (1,8 - 2,0) d_{\epsilon} \quad (3.31)$$

$$\text{Ведуча зірочка} \quad d_{cm} = 1,8 \cdot 25 = 45 \text{ мм.}$$

$$\text{Ведена зірочка:} \quad d_{cm} = 1,8 \cdot 40 = 72 \text{ мм.}$$

Довжину ступиць l_{cm} ведучої і веденої зірочки приймаємо рівною 50 мм.

3.4 Вхідного вала розрахунок

Мета розрахунку – визначити допустимі напруження, сили й моменти, що діють на вал та встановити аналітично його геометричні розміри.

Визначаємо допустимі напруження при крученні:

$$\sigma_{up} = \frac{\sigma_{-iu}}{n_{-i}} \quad (3.32)$$

де σ_{-iu} – допустиме напруження (межа міцності), для сталі $\sigma_{-iu} = 280$ МПа.

n_{-i} – коефіцієнт запасу міцності, $n_{-i} = 3,2$.

$$\text{Тоді} \quad \sigma_{up} = \frac{280}{3,2} = 87,5 \text{ МПа.}$$

Визначаємо сумарний згинальний момент і реакції в опорах (рис. 3.3).

$$\sum M_A = -F_B \cdot a_1 + R_C \cdot (a_1 + a_2) = 0;$$

$$\sum M_C = R_A \cdot (a_1 + a_2) + F_B \cdot a_2 = 0.$$

Тоді
$$R_A = \frac{F_B \cdot a_2}{a_1 + a_2} = \frac{2143,46 \cdot 40}{60 + 40} = 857,38 \text{ Н};$$

$$R_B = \frac{F_B \cdot a_1}{a_1 + a_2} = \frac{2143,46 \cdot 60}{60 + 40} = 1286,07 \text{ Н}.$$

Будуємо епюри згинальних моментів (див. рис. 3.2).

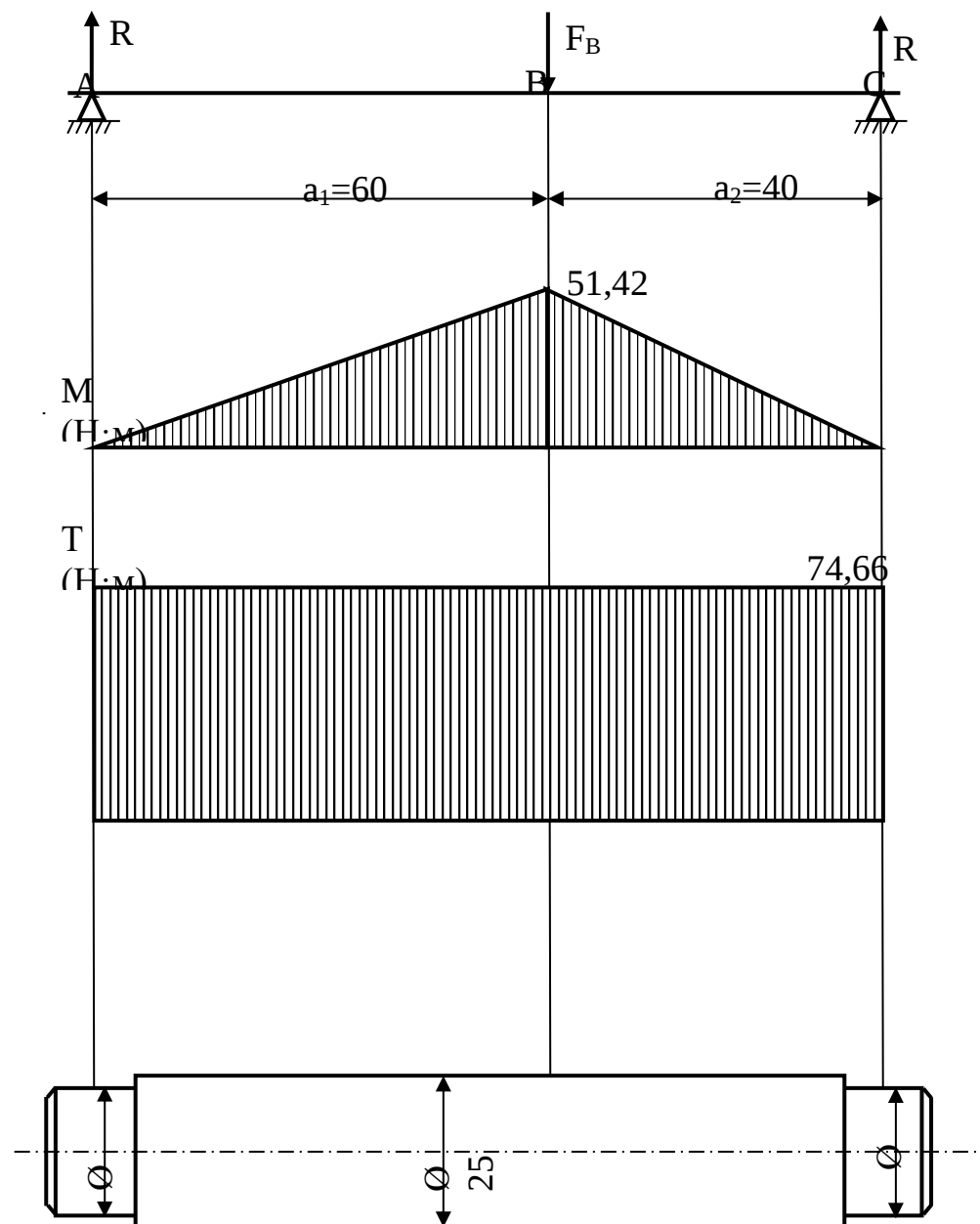


Рисунок 3.3 - Геометричних розмірів вала схема

$$M_A = 0;$$

$$M_B = R_A \cdot a_1 = 857,07 \cdot 0,06 = 51,42 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_C = R_A \cdot (a_1 + a_2) - F_B \cdot a_2 = 857,07 \cdot (0,06 + 0,04) - 2143,46 \cdot 0,04 = 0.$$

Визначаємо діаметр вала в найбільш небезпечному перерізі (точка С).

Еквівалентний момент визначається з умови:

$$M_{ek} = \sqrt{M^2 + 0,75 \cdot T^2} = \sqrt{51,42^2 + 0,75 \cdot 74,66^2} = 82,61 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Таким чином, діаметр вала буде становити:

$$d = 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_{ek}}{\pi \cdot \sigma_{-up}}}, \quad (3.33)$$

$$d = 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 82,61}{3,14 \cdot 87,5}} = 21,26 \text{ мм}.$$

Приймаємо остаточний діаметр вала $d=25$ мм. Під підшипникові опори діаметр вала зменшуємо до 20 мм.

3.5 З'єднання шпонкового розрахунок

Для розрахованого діаметра вала згідно вибираємо призматичну шпонку з наступними параметрами: $b=8$ мм, $h=$ мм, $t=$ мм, $t_1=$ мм; приймаємо довжину шпонки $l=37$ мм.

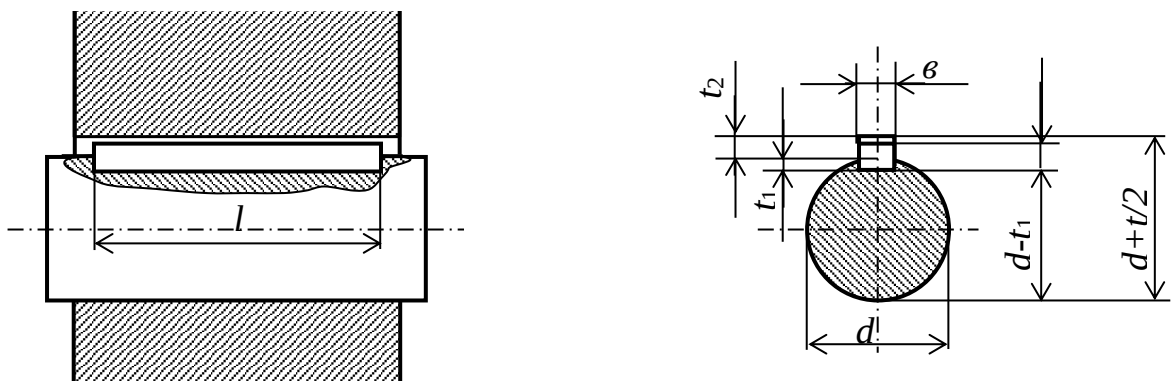


Рисунок 3.4 - Схема для розрахунку шпонкового з'єднання

$$\sigma_{3M} = \frac{2T}{dl(h - t_1)} \leq [\sigma_{3M}] \quad (3.34)$$

$$\sigma_{3M} = \frac{2 \cdot 74,66 \cdot 10^3}{25 \cdot 37 \cdot (7 - 3,3)} = 43,63 \text{ МПа}.$$

$$\tau_{3P} = \frac{2T}{d \cdot l \cdot \theta} \leq [\tau_{3P}] \quad (3.35)$$

$$\tau_{3P} = \frac{2 \cdot 74,66 \cdot 10^3}{25 \cdot 37 \cdot 8} = 20,17 \text{ МПа}.$$

3.6 Показників експлуатаційних розрахунків

Для визначення технологічних показників процесу збирання картоплі приймаємо наступні вихідні дані:

- площа поля – 50 га;
- довжина поля – 1200 м;
- урожайність картоплі – 224 ц/га;
- ширина міжрядь – 70 см;
- картоплю висаджують саджалкою СКМ-6 з шириною захвату $B_c = 4,2$ м.

До складу агрегату входить енергетичний засіб Т-25 та модернізований картоплекопач КТН-1А.

$$W_{3M} = 0,1 \cdot B_P \cdot V_P \cdot T_{3M} \cdot \tau \quad (3.36)$$

$$W_{3M} = 0,1 \cdot 0,55 \cdot 4,2 \cdot 7 \cdot 0,72 = 1,16 \text{ га}$$

де W_{3M} , га/зм

T_{3M} , хв;

τ - коеф.

$$\tau = \frac{T_P}{T_{3M}} \quad (3.37)$$

$$\tau = \frac{5,1}{7} = 0,72$$

$$T_3 = \frac{T_{3M} - T_{ПЗ} - T_{ЦГО} - T_{\Phi} - T_{ПЕР} - T_{ТЕХН}}{60(1 + \tau_{ПОВ})} \quad (3.38)$$

$$T_3 = \frac{420 - 4 - 32 - 30 - 26}{60(1 + 0,07)} = 5,1 \quad \text{год}$$

$$\tau_{ПОВ} = \frac{V_{П} \cdot t_{ПОВ}}{3,6L} \quad (3.39)$$

$$\tau_{ПОВ} = \frac{8,4 \cdot 40}{3,6 \cdot 1200} = 0,07$$

$$g_{ГА} = \frac{G_P T_P + G_{ПОВ} T_{ПОВ} + G_{ПЕР} T_{ПЕР} + G_{3УП} T_{3УП}}{W_{3M}} \quad (3.40)$$

$$g_{ГА} = \frac{5 \cdot 5,1 + 3 \cdot 0,35 + 2 \cdot 0,43 + 0,7 \cdot 0,57}{1,16} = 23,97 \quad \text{кг / га}$$

$$T_{ПОВ} = \tau_{ПОВ} T_P \quad (3.41)$$

$$T_{ПОВ} = 0,07 \cdot 5,1 = 0,35 \quad \text{год}$$

$$T_{3УП} = T_{3УП} T_{\Phi} \quad (3.42)$$

$$T_{зуп} = 0,07 + 0,5 = 0,57 \text{ год}$$

Висновки

При роботі удосконаленого картоплекопача леміш підкопує один рядок картоплі і скеровує його до ротора, пальці якого вдаряють по масі, розбивають ґрунт на дрібні частини й вивільняють бульби, що укладаються на поверхні поля.

Привід ротора від ВВП трактора здійснюється через ланцюгову передачу, це дозволяє збільшити крутний момент на валу картоплекопача, зменшити його габарити та енергомісткість.

Суть удосконалення картоплекопача КТН-1А полягає в оптимізації форми лемеша, встановлення пружинних прогумованих пальців та зміни приводу вала ротора. Довжину лемеша та висоту розташування заднього його обрізу приймаємо: $L=280$ мм; $H=55$ мм. Ширина коритоподібного лемеша становить 540 мм. Максимальна потужність приводу ротора картоплекопача від ВВП трактора становить 4,30 кВт. Діаметр вхідного кінця привідного ротора $d=25$ мм. Під підшипникові опори діаметр вала зменшуємо до 20 мм. Діаметр d_0 ділильного кола приводних зірочок ланцюгової передачі становить 91,62 мм (ведуча зірочка) та 273,09 мм (ведена зірочка). Для розрахованого діаметра вала згідно вибираємо призматичну шпонку з наступними параметрами: $b=8$ мм, $h=$ мм, $t=$ мм, $t_1=$ мм; приймаємо довжину шпонки $l=37$ мм.

Розрахунки експлуатаційних показників свідчать про достатньо оптимальні показники роботи картоплекопача: продуктивність – 1,16 га/зм, витрата пального – 23,97, коефіцієнт використання часу зміни – 0,72.

4 ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

1. Загальні вимоги:

Навчання та інструктаж: Перед початком робіт усі працівники повинні пройти інструктаж з охорони праці та техніки безпеки, а також бути ознайомленими з інструкцією з експлуатації машин для збирання картоплі.

Медичні огляди: Працівники, які працюють з сільськогосподарськими машинами, повинні пройти попередні медичні огляди та періодичні медогляди, щоб запобігти виникненню професійних захворювань.

Правильне використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ): Працівники повинні використовувати засоби індивідуального захисту (рукавички, спецвзуття, захисні окуляри, каски) для захисту від механічних ушкоджень, пилу та хімічних речовин.

2. Безпека при роботі з картоплекопачами:

Перевірка технічного стану машин: Перед початком робіт необхідно перевірити технічний стан картоплекопачів (підключення, рівень палива, гальмівну систему, шини, ланцюги, роботу двигуна). Переконалися в наявності всіх необхідних запчастин.

Управління машиною: Особи, які керують картоплекопачами, повинні мати відповідні навички та допуски. Забороняється передавати керування машиною особам без відповідної підготовки.

Технічне обслуговування під час роботи: Технічне обслуговування (мастило, налаштування тощо) повинно проводитись лише при вимкненій машині, з особливою обережністю до рухомих частин.

Перевірка безпеки механізмів: Перевіряти надійність всіх механізмів, зокрема їх наявність в захисних кожухах. У разі виявлення поломок, машина повинна бути негайно зупинена і відправлена на ремонт.

3. Вимоги при виконанні робіт на полі:

Обережність на полі: Працівники повинні бути обережними, перебуваючи поруч з робочими машинами. Не можна стояти перед або за працюючими машинами на короткій відстані, щоб уникнути травм від відкинутих каменів, гілок та інших предметів.

Робоча зона: Не допускається наближення до робочої зони картоплекопачів без необхідної безпеки, особливо до обертових або рухомих частин.

Метеорологічні умови: Роботи з використанням картоплекопачів не повинні проводитись при поганих метеорологічних умовах (дощ, сильний вітер, туман), які можуть погіршити видимість і безпеку роботи.

4. Вимоги щодо перевезення та зберігання:

Перевезення картоплі: Вантажопідйомні пристрої та транспорт, що використовуються для перевезення картоплі, повинні відповідати вимогам безпеки, включаючи справність гальмівних систем, наявність необхідних знаків і сигналів.

Зберігання картоплі: Зберігання картоплі в місцях, де є небезпека падіння або руху важких предметів, повинно бути організоване таким чином, щоб уникнути травм і ушкоджень.

5. Особливості техніки безпеки при роботі з електричними і механічними частинами:

Електричні установки: Усі електричні компоненти повинні бути заземлені, а електричні кабелі та роз'єми мають бути захищені від пошкоджень. Не можна працювати з електричними установками під час дощу або вологих умов.

Механічні частини: Рухомі частини картоплекопачів (ланцюги, валки, ротори) повинні мати захисні кожухи. Працівники повинні уникати контакту з ними під час роботи машини, а також під час технічного обслуговування.

6. Заходи першої допомоги та ліквідація аварійних ситуацій:

Пожежна безпека: На робочому місці повинні бути вогнегасники, а також чітко визначені маршрути евакуації у разі виникнення пожежі або іншої аварії.

Перша допомога: У разі травм або нещасних випадків, персонал повинен мати знання з надання першої допомоги, а також бути ознайомленим із місцезнаходженням аптечок, засобів для надання допомоги при нещасних випадках.

Аварійна зупинка: У разі виникнення аварійної ситуації (поломка машини, зупинка робіт, загроза виникнення травм), працівники повинні негайно зупинити роботу машини, повідомити керівника та вжити відповідних заходів безпеки.

Ці вимоги спрямовані на забезпечення безпеки працівників і зниження ризиків травмування при виконанні робіт з викопування картоплі. Здійснення нагляду за їх дотриманням є важливою частиною організації безпечного виробничого процесу.

7. Вимоги щодо безпеки при роботі з хімічними засобами:

Застосування пестицидів та гербіцидів: Якщо при підготовці поля або збиранні картоплі використовуються пестициди чи інші хімічні засоби, працівники повинні дотримуватися всіх норм і вимог щодо їх застосування. Необхідно використовувати засоби індивідуального захисту (маски, рукавички, костюми), щоб запобігти потраплянню хімікатів на шкіру, слизові оболонки або в органи дихання.

Місця зберігання хімічних засобів: Зберігання пестицидів і гербіцидів повинно здійснюватися в спеціально обладнаних місцях, захищених від впливу вологи і прямих сонячних променів. Необхідно чітко позначати місця зберігання таких речовин відповідними знаками безпеки.

Інструктаж щодо хімічної безпеки: Потрібно проводити регулярні інструктажі для працівників, які працюють з хімічними засобами, і забезпечити їх необхідними знаннями щодо правил безпечного використання і утилізації відходів.

8. Охорона праці під час роботи в умовах нестабільного ґрунту:

Перевірка ґрунту: Перед початком роботи на полі необхідно оцінити стан ґрунту. Якщо є підвищена ймовірність утворення ям чи обвалів, необхідно вжити відповідних заходів для забезпечення безпеки робіт.

Особливі умови в умовах мокрого ґрунту: Під час дощу чи після тривалих дощів потрібно дотримуватися обережності при роботі на важких або зволжених ґрунтах, що можуть спричинити втрату контролю над машинами, їх замулення чи застрягання.

9. Безпека при роботі з транспортними засобами:

Забезпечення безпеки перевезення картоплі: При транспортуванні картоплі важливо дотримуватися правил безпеки для запобігання травмам. Транспортування має проводитись з використанням відповідного транспорту, що має надійні гальмівні системи, рівновагу вантажу, а також позначення для водіїв.

Перевірка стану транспортних засобів: Транспортні засоби, що використовуються для перевезення картоплі, повинні регулярно перевірятись на справність. Особливу увагу треба приділяти технічним вузлам (гальма, шини, освітлення).

Обережність при роботі на трасах: Під час роботи на дорогах і в місцях з великим рухом транспорту необхідно встановити попереджувальні знаки, обмеження швидкості та правила для водіїв, щоб забезпечити безпеку на дорогах і на місці збирання.

10. Забезпечення безпеки під час очищення і технічного обслуговування техніки:

Перевірка і очищення машин: Після завершення роботи необхідно очищати машини від ґрунту, каміння та інших відходів. Під час очищення слід переконатися, що всі механізми вимкнені, а також не проводити технічне обслуговування на рухомих частинах машини.

Технічне обслуговування і ремонт: Технічне обслуговування або ремонт картоплекопачів повинен проводитись тільки після вимкнення машини та перекриття джерел енергії (електричних, механічних або пневматичних). При заміні або ремонті важливих частин машини необхідно дотримуватись всіх стандартів і інструкцій для забезпечення безпеки.

11. Сигналізація і взаємодія між працівниками:

Забезпечення чіткої комунікації: На полі, де працюють кілька осіб та машин, необхідно забезпечити чітку комунікацію між працівниками. Для цього можна використовувати радіостанції або інші засоби зв'язку, щоб попереджати один одного про небезпеку, рух машин і виконувати операції.

Попереджувальні знаки і сигнали: Необхідно встановлювати попереджувальні знаки та маркування для робочих зон, де працюють картоплекопачі. Це дозволяє знизити ймовірність нещасних випадків.

12. Забезпечення психологічного комфорту працівників:

Перерви і відпочинок: Протягом тривалих змін необхідно організовувати регулярні перерви для працівників, щоб уникнути перевтоми, що може призвести до зниження пильності і нещасних випадків.

Охорона здоров'я: Забезпечення доступу до води, комфортних умов праці в спекотну погоду, а також організація місць для відпочинку, важлива частина охорони праці. Також варто звертати увагу на психологічний стан працівників, щоб попередити стресові ситуації або надмірне навантаження.

Всі ці заходи спрямовані на забезпечення безпеки працівників і запобігання нещасним випадкам при роботах з викопування картоплі. Вони включають як загальні вимоги, так і специфічні аспекти роботи з технікою, хімічними засобами, а також організацію робочих процесів для максимального захисту працівників.

13. Вимоги щодо організації роботи в групах:

Безпека при роботі в складі бригад: Якщо на полі працює кілька працівників, необхідно забезпечити організовану взаємодію між ними. Кожен

працівник має чітко розуміти свою роль і відповідальність в межах робочого процесу.

Координація дій: Під час роботи на великій площі важливо координувати дії працівників, щоб уникнути ситуацій, коли людина може перебувати в небезпечній зоні роботи машини або може бути неуважною до можливих небезпек.

Постійний контроль за станом колег: Оператори та інші працівники повинні бути уважними до стану колег, своєчасно реагувати на можливі проблеми чи інциденти і надавати необхідну допомогу.

14. Заходи щодо зниження шумового та вібраційного навантаження:

Захист від шуму: Картоплекопачі створюють значний рівень шуму, тому необхідно застосовувати засоби захисту від шуму, такі як навушники або беруші. Це важливо для запобігання виникненню втраченого слуху або інших порушень здоров'я через постійний вплив шуму.

Захист від вібрацій: Техніка, що використовує великі механізми для викопування картоплі, також створює вібрацію, яка може бути шкідливою для здоров'я. Робітники повинні використовувати спеціальне взуття та рукавички для зменшення впливу вібрації на організм.

15. Вимоги до очищення та утилізації відходів:

Очищення робочого місця: Після завершення робіт важливо очистити поле від залишків картоплі, забруднень, каменів, гілок та інших відходів. Це не лише підвищує ефективність роботи, а й забезпечує безпеку наступних етапів робочого процесу.

Утилізація відходів: Всі відходи, пов'язані з роботою техніки (відпрацьовані масла, паливо, старі запчастини), повинні бути утилізовані відповідно до екологічних норм. Викидання хімічних чи механічних відходів на відкриті ділянки заборонено.

16. Контроль за здоров'ям працівників:

Періодичні медичні огляди: Регулярні медичні огляди працівників, які займаються механізацією робіт, важливі для своєчасного виявлення

професійних захворювань, таких як хвороби опорно-рухового апарату, порушення слуху, проблеми з дихальними шляхами через пил та інші.

Забезпечення доступу до води та харчування: Під час роботи на відкритому повітрі важливо забезпечити працівників достатньою кількістю питної води, а також організувати місце для харчування та відпочинку.

17. Безпека при роботі в нічний час:

Освітлення робочої зони: При роботі в нічний час необхідно забезпечити достатнє освітлення робочої зони, щоб уникнути нещасних випадків через погану видимість. Це включає як освітлення машин, так і загальне освітлення поля.

Попереджувальні сигнали: Для безпеки працівників важливо використовувати додаткові попереджувальні сигнали, такі як світлові маяки, щоб машина була добре помітна в темряві.

18. Пожежна безпека та безпека при роботі з паливом:

Запобігання загорянням: Машини, що працюють на паливі, повинні бути перевірені на наявність витоків пального, а також на працездатність системи гальмування. Особливу увагу слід приділяти технічному стану трубопроводів та паливних баків.

Пожежний інвентар: У кожній робочій зоні має бути забезпечено наявність вогнегасників та інших засобів для боротьби з пожежами. Пожежні інвентарі повинні бути легкодоступними і регулярно перевірятися.

Дії у разі загоряння: У разі загоряння машини або робочого обладнання працівники повинні швидко зреагувати, зупинити техніку, евакуюватися з небезпечної зони та викликати відповідні аварійні служби.

19. Нормативно-правові акти та вимоги:

Виконання вимог державних стандартів і нормативів: Усі робочі процеси повинні проводитися відповідно до норм та стандартів, встановлених державними органами охорони праці та техніки безпеки. Це включає дотримання правил технічної експлуатації машин і механізмів, а також дотримання вимог до безпеки праці на робочих місцях.

Ведення документації: Для забезпечення належної організації охорони праці, на підприємстві повинні вестися відповідні журнали обліку робіт, що виконуються, а також журнали технічного огляду та перевірки машин. Усі документи повинні бути доступні для перевірки контролюючими органами.

Висновки

Вимоги охорони праці та техніки безпеки при викопуванні картоплі є основою для забезпечення безпечних і ефективних умов праці на сільськогосподарських підприємствах. Вони включають як технічні аспекти (правильне використання машин та обладнання), так і організаційні заходи (навчання працівників, контроль за їх здоров'ям). Дотримання цих вимог допомагає знизити ризик нещасних випадків і забезпечити високу продуктивність при виконанні робіт на полі.

5 ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ ЕКОНОМІЧНЕ

Таблиця 5.1.

№	Показник	Розмірність	Технологічна машина	
			базова	проект
1	Річний обсяг роботи	га	50	50
2	Продуктивність	га/год	0,14	0,165
3	Витрати ПММ	кг/га	26,36	23,97
4	Вартість:	грн.		
	трактора		110000	110000
	копача		2700	3200
	Всього		112700	113200
5	Кількість обслуговуючого персоналу		1	1

$$K_{НГ} = \frac{W_{СЕЗ}}{W_{ГОД}} = \frac{50}{0,14} = 357,14 \text{ год} \quad K_{НГ} = \frac{W_{СЕЗ}}{W_{ГОД}} = \frac{50}{0,165} = 303,03 \text{ год} \quad (5.1)$$

$$B_{П} = 357,17 \text{ год} \quad B_{П} = 303,03 \text{ год} \quad (5.2)$$

$$П = \frac{C_T}{W_{ГОД}} \cdot K_1 \cdot K, \quad (5.3)$$

$$П_6 = 589,28 \text{ грн./га} \quad П_{пр} = 500 \text{ грн./га}$$

$$A_{ТР}^6 = \frac{110000 \cdot 15}{100 \cdot 1000 \cdot 0,14} = 117,85 \text{ грн./га}$$

$$A_{ТР}^П = \frac{110000 \cdot 15}{100 \cdot 1000 \cdot 0,165} = 1000 \text{ грн./га}$$

$$A_M^6 = \frac{2700 \cdot 12,5}{100 \cdot 360 \cdot 0,14} = 6,69 \text{ грн./га}$$

$$A_M^П = \frac{3200 \cdot 12,5}{100 \cdot 360 \cdot 0,165} = 6,73 \text{ грн./га}$$

$$B_{\text{ПММ}}^6 = 1581,6 \text{ грн./га}$$

$$B_{\text{ПММ}}^{\text{п}} = 1438,2 \text{ грн./га}$$

$$B = \frac{B_{\text{Б}} \cdot (\alpha_{\text{ТО}} + \alpha_3 + \alpha_{\text{ТР}})}{100 \cdot K_{\text{НГ}} \cdot W_{\text{ГОД}}}, \quad (5.4)$$

$$B_{\text{ТР}}^6 = \frac{110000 \cdot (11 + 8 + 0,2)}{100 \cdot 357,14 \cdot 0,14} = 422,40 \text{ грн./га}$$

$$B_{\text{ТР}}^{\text{п}} = \frac{110000 \cdot (11 + 8 + 0,2)}{100 \cdot 303,03 \cdot 0,165} = 422,40 \text{ грн./га}$$

$$B_{\text{М}}^6 = \frac{2700 \cdot (8 + 0,2)}{100 \cdot 357,14 \cdot 0,14} = 4,43 \text{ грн./га}$$

$$B_{\text{М}}^{\text{п}} = \frac{3200 \cdot (8 + 0,2)}{100 \cdot 303,03 \cdot 0,165} = 5,24 \text{ грн./га}$$

$$E_{\text{Б}}^6 = 589,28 + 124,54 + 1581,6 + 426,83 = 2722,25 \text{ грн./га}$$

$$E_{\text{Б}}^{\text{п}} = 500 + 106,73 + 1438,2 + 427,64 = 2472,57 \text{ грн./га}$$

$$E_{\Sigma}^6 = E_{\text{Б}} \cdot W_{\text{СЕЗ}} = 2722,25 \cdot 50 = 136112,5 \text{ грн.} \quad E_{\Sigma}^{\text{п}} = 123628,5 \text{ грн.}$$

Капітальні вкладення на 1 га:

$$K_{\text{Б}}^6 = \frac{B_{\text{Б}}}{W_{\text{СЕЗ}}} = \frac{110000}{50} = 2200 \text{ грн./га}$$

$$K_{\text{Б}}^{\text{п}} = \frac{B_{\text{Б}}}{W_{\text{СЕЗ}}} = \frac{110000}{50} = 2200 \text{ грн./га}$$

$$K_{\text{Б}}^6 = \frac{2700}{50} = 54 \text{ грн./га}$$

$$K^{\text{п}}_{\text{в}} = \frac{3200}{50} = 64 \text{ грн./га}$$

$$K^{\text{б}}_{\text{в}} = 2200 + 54 = 2254 \text{ грн./га}$$

$$K^{\text{п}}_{\text{в}} = 2200 + 64 = 2264 \text{ грн./га}$$

$$\Pi^{\text{б}}_{\text{в}} = 2722,25 + 0,15 \cdot 2254 = 3060,35 \text{ грн./га}$$

$$\Pi^{\text{п}}_{\text{в}} = 2472,57 + 0,15 \cdot 2264 = 2812,17 \text{ грн./га}$$

$$\Pi^{\text{б}}_{\text{в}\Sigma} = 153017,5 \text{ грн.}$$

$$\Pi^{\text{п}}_{\text{в}\Sigma} = 140608,5 \text{ грн.}$$

$$E_{\text{е}} = 153017,5 - 140608,5 = 12409 \text{ грн.}$$

$$N = 0,1$$

Проекту ефективність економічна приведена в додатку А

Висновки

Аналіз економічної ефективності процесу викопки картоплі засвідчив, що раціональний вибір і застосування сучасних машин і технологій забезпечує суттєве зниження витрат ручної праці, скорочення енергетичних затрат та зменшення втрат урожаю. Розрахунки економічної доцільності свідчать про ефективність інвестування в технічне переоснащення господарств, що займаються вирощуванням та збиранням картоплі, з огляду на короткі строки окупності й перспективу зростання прибутків. Таким чином, оптимізація технологічного процесу викопки є одним із ключових чинників підвищення загальної економічної ефективності картоплярства.

Ефект від впровадження складе 12409 грн. при терміні окупності 0,1 року

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. В результаті аналізу діяльності підприємства встановлено, що господарство підтримує стабільні посівні площі культур, а також їх співвідношення між собою, для ефективного рослинництва з якомога більшою рентабельністю. В основному прибуток господарства йде на формування резервного фонду та фонду розвитку. Взагалі, підприємство має досить стійкий фінансовий рівень і потенційну можливість успішного розвитку в майбутньому. Для підвищення рівня рентабельності доцільно запровадити вирощування прибуткових культур. На теперішній час хороші прибутки для господарств приносить вирощування картоплі. В даному проекті нами пропонується удосконалення механізації збирання картоплі з розробкою конструкції підкопувача картоплекопача КТН-1А.

2. Приведенні агротехнічні вимоги до збирання картоплі.

3. Існуючі технічні засоби механізації процесу збирання картоплі на сьогодні не в повній мірі задовольняють вимогам щодо якісних показників виконання процесу, особливо у складних умовах роботи. Проведений аналіз різних підкопувальних робочих органів дозволяє зробити висновок про те, що найбільш перспективним напрямком подальшого удосконалення підкопувальних робочих органів є розробка пристроїв, які дозволяють проводити викопування бульб з ґрунту з винесенням їх на денну поверхню без ґрунту, спростити конструкцію машини, знизити робочу масу, забезпечити якісне викопування бульб, зберегти структуру ґрунту. На підставі проведеного огляду сучасних конструкцій нами прийнято рішення для ґрунтово-кліматичних умов Дніпропетровської області модернізувати конструкцію картоплекопача КТН-1А взявши за основу авторське свідоцтво **№ 292813**.

4. В запропонованій конструкції робочий процес відбувається наступним чином: леміш підкопує один рядок картоплі і скеровує його до ротора, пальці якого вдаряють по масі, розбивають ґрунт на дрібні частини й

вивільняють бульби, що укладаються на поверхні поля. Привід ротора від ВВП трактора здійснюється через ланцюгову передачу, це дозволяє збільшити крутний момент на валу картоплекопача, зменшити його габарити та енергомісткість.

5. Проведені розрахунки дозволили встановити наступні параметри окремих робочих органів, вузлів та передач:

Суть удосконалення картоплекопача КТН-1А полягає в оптимізації форми лемеша, встановлення пружинних прогумованих пальців та зміни приводу вала ротора;

Довжину лемеша та висоту розташування заднього його обрізу приймаємо: $L=280$ мм; $H=55$ мм. Ширина коритоподібного лемеша становить 540 мм;

Максимальна потужність приводу ротора картоплекопача від ВВП трактора становить 4,30 кВт.

Діаметр вхідного кінця привідного ротора $d=25$ мм. Під підшипникові опори діаметр вала зменшуємо до 20 мм.

Діаметр d_0 дільного кола приводних зірочок ланцюгової передачі становить 91,62 мм (ведуча зірочка) та 273,09 мм (ведена зірочка);

Для розрахованого діаметра вала згідно вибираємо призматичну шпонку з наступними параметрами: $b=8$ мм, $h=$ мм, $t=$ мм, $t_1=$ мм; приймаємо довжину шпонки $l=37$ мм.

6. Розрахунки експлуатаційних показників свідчать про достатньо оптимальні показники роботи картоплекопача: продуктивність – 1,16 га/зм, витрата пального – 23,97, коефіцієнт використання часу зміни – 0,72.

7. Розглянуто охорону праці в господарстві, приведені вимоги безпеки перед початком роботи, під час роботи, при складанні агрегату, при роботі в нічний час, по закінченню роботи, протипожежної безпеки. Внесені у конструкцію машини зміни не погіршили стану техніки безпеки і охорони навколишнього середовища.

8. Аналіз економічної ефективності процесу викопки картоплі засвідчив, що раціональний вибір і застосування сучасних машин і технологій забезпечує суттєве зниження витрат ручної праці, скорочення енергетичних затрат та зменшення втрат урожаю. Запровадження високопродуктивних картоплекопачів сприяє підвищенню продуктивності праці, зменшенню собівартості викопки та збільшенню рівня рентабельності виробництва картоплі. Розрахунки економічної доцільності свідчать про ефективність інвестування в технічне переоснащення господарств, що займаються вирощуванням та збиранням картоплі, з огляду на короткі строки окупності й перспективу зростання прибутків. Таким чином, оптимізація технологічного процесу викопки є одним із ключових чинників підвищення загальної економічної ефективності картоплярства.

Ефект від впровадження складе 12409 грн. при терміні окупності 0,1 року

ЛІТЕРАТУРА

1. Березівський П.С. Організаційно-економічні параметри ресурсоощадних технологій виробництва продукції рослинництва і тваринництва / П.С. Березівський, Б.В. Більський, Я.Я. Дудаш. – Львів: Українські технології, 2000. - 223 с.
2. Войтюк Д. Г. Дипломне та курсове проектування / Д. Г. Войтюк, О. В. Дацишин, Н.В. Колісник. – К.: Урожай, 1996. - 192с.
3. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища / В.С. Джигирей. – К.: Знання, – 2000. - 205 с.
4. Довідник з машиновикористання в землеробстві / За ред. В.І. Пастухова – Харків: "ВЕСТА", 2001, - 347 с.
5. Діденко М.К. Експлуатація машинно-тракторного парку / М.К. Діденко. – К.: Вища школа, – 1983.
6. Ільченко В.Ю. Машиновикористання в землеробстві / В.Ю. Ільченко. –К.: Вища школа, – 1996. - 314 с.
7. Ільченко В.Ю. Машиновикористання в землеробстві / В.Ю. Ільченко, Ю. П. Нагірний, П. А. Джолос. – К.: Урожай, – 1996. - 384 с.
8. Лехман С.Д. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві / С.Д. Лехман. – К.: Урожай, 1993. - 268 с.
9. Медведовський О.К. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві / О.К. Медведовський, П.І. Іваненко. – К.: Урожай, – 1988. - 204 с.
10. Шикула М.К. Охорона ґрунтів : Навч. посіб. / М.К.Шикула, О.Ф.Ігнатенко, Л.Р.Петренко. – К.: “Знання”, КОО, – 2001. - 398 с.
11. Охорона праці в сільському господарстві. Довідник. – К.: Агросвіт. – 2000. - 214 с.
12. Фортуна В.Й. Технологія механізованих сільськогосподарських робіт / В.Й. Фортуна, С.К. Миронюк. – К.: Вища школа, – 1991.

13. Галєєв, А. С. "Механізація збирання картоплі в умовах інтенсивного землеробства. – Київ: Наукова думка, 2016.
14. Шевченко, В. В., Лисенко, П. М. "Машина для збирання картоплі та її удосконалення. – Житомир: Полісся, 2018.
15. Куликов, О. А. "Механізація картоплярства в умовах сучасних технологій. – Харків: ХНАУ, 2017.
16. Опис і експлуатація картоплекопачів та картоплезбиральних машин. – Київ: Укрсільгоспмаш, 2019.
17. Grimme Company (Офіційний сайт) Технічні брошури та специфікації самохідних та причіпних копачів картоплі, а також сучасні інновації у сфері картоплезбиральних машин. <https://www.grimme.com>
18. Механізація сільського господарства: Новітні технології в картоплярстві. – Журнал "Аграрна техніка", 2021.
19. Шевченко, Л. Г. "Основи механізації сільського господарства. – Київ: Вища школа, 2014.
20. Бойко, С. А., Тарасенко, Ю. В. "Механізація процесів вирощування та збирання картоплі. – Львів: НУ ЛП, 2020.
21. Петренко, І. О. Розробка і удосконалення машин для збирання картоплі та інших овочів. – Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, Харків, 2019.
22. Технічні доповіді з удосконалення картоплекопачів – Звіт про науково-дослідну роботу, Київ: Інститут механізації та електрифікації сільського господарства, 2021.
23. Розробка та випробування нових конструкцій картоплекопачів – Звіт Державної сільськогосподарської науково-дослідної установи, 2018.
24. ДСТУ 3339:2015. Машина сільськогосподарські. Копачі картоплі. Технічні вимоги. – Київ: Держстандарт України, 2015.
25. Технічні характеристики сільськогосподарської техніки для картоплекопання. – Видавництво Техніка, 2017.

26. Agricultural Machinery for Potato Harvesting: Trends and Innovations. – International Journal of Agricultural Engineering, Vol. 8, Issue 2, 2020.
27. Potato Harvesting Machines: Global Trends and the Latest Technologies. – FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2019.
28. Сучасні технології збирання картоплі: Інтернет-портал аграрної техніки." – <https://www.agro-portal.com>
29. Техніка для картоплярства: Офіційний сайт компанії Grimme. – <https://www.grimme.com>
30. Федоренко, В. О., Ярмоленко, С. П. "Інженерні рішення для підвищення ефективності картоплекопачів. – Харків: Харківський національний аграрний університет, 2021.
31. Грішко, І. І. "Механізація технологічних процесів в картоплярстві. – Львів: Львівська політехніка, 2020.
32. Сільськогосподарська техніка і технології – Науковий журнал, видання 2022.
33. Механізм і техніка в аграрному виробництві – Збірник наукових статей, 2018.
34. Аналіз ринку сільськогосподарської техніки для збирання картоплі: тенденції та прогнози. – Агропромисловий комплекс, 2021.
35. Аналіз ефективності використання картоплекопачів в умовах різних типів ґрунту. – Звіт агрономічної компанії AgriTech, 2020.
36. Technological Advances in Potato Harvesting Machines: A Global Perspective. – World Potato Congress, 2019.
37. Potato Harvesting Technologies and Their Adoption in Europe and the USA. – Agricultural Machinery International Journal, 2021.
38. Механізація та автоматизація сільськогосподарських процесів. – Київ: Наукова думка, 2018.
39. Інноваційні машини для збирання картоплі та їх технології. – Міжнародний науково-практичний збірник, 2020.

ДОДАТКИ

Проекту ефективність економічна

№	ПОКАЗНИКИ	Варіант	
		базовий	проект
1	Вид роботи	підкопування картоплі	
2	Обсяг роботи, га	50	50
3	Склад агрегату: трактор картоплекопач	Т - 25 КТН-1А	Т - 25 КТН-1АМ
4	Продуктивність, га/год.	0,14	0,165
5	Кількість обслуговуючого персоналу	1	1
6	Норма витрати пального, кг/га	6,72	6,08
7	Балансова вартість, грн.: трактора машини	110000 2700	110000 3200
8	Експлуатаційні витрати, грн/га у тому числі: - основна і додаткова заробітна плата - амортизаційні відрахування - витрати на ПММ - витрати на ТО, ПР, КР, зберігання	2722,25 589,28 124,54 1581,6 426,83	2472,57 500 106,73 1438,2 427,64
9	Капітальні вкладення, грн./га	2254	2264
10	Приведені затрати, грн./га	3060,35	2812,17
11	Річний економічний ефект, грн.	-	12409
12	Термін окупності, років		0,1