

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ  
ІМ. ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

**ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ**

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: „Проект підвищення ефективності процесу збирання картоплі у  
СФГ „Вільна Україна” Радивилівського району Рівненської області з  
розробленням картоплекопалки”

Виконав: студент IV курсу групи Аін-43СП

Спеціальності 208 „Агроінженерія”  
(шифр і назва)

Лецишин Віталій Романович  
(Прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. Шарibuра А.О.  
(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2024

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**  
**ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ**  
**ТЕХНОЛОГІЙ**  
**КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ**  
**ІМ. ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Зав. кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис)  
к.т.н., доцент А.О. Шарибура  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 р.

**З А В Д А Н Н Я**  
на дипломний проєкт студенту  
**Лецишину Віталію Романовичу**

1. Тема роботи: **„Проект підвищення ефективності процесу збирання картоплі у СФГ „Вільна Україна” Радивилівського району Рівненської області з розробленням картоплекопалки ”**

Керівник роботи: Шарибура Андрій Остапович, к.т.н., доцент  
Затверджена наказом по університету 27.11.2023 року № 641/К-С

2. Строк здачі студентом закінченої роботи 7.06.2024 року.

3. Вихідні дані: \_\_\_\_\_  
3.1. Звіти господарської діяльності СФГ „Вільна Україна”;  
3.2. Методика розрахунку операційної системи;  
3.3. Методика обґрунтування параметрів конструкції;  
3.4. Методика визначення економічної ефективності.

4. Перелік питань, які необхідно розробити

Вступ  
4.1. Характеристика і аналіз діяльності господарства.  
4.2. Проектування організаційних обставин збирання картоплі;  
4.3. Розроблення картоплекопалки;  
4.4. Охорона праці.  
4.5. Економічна ефективність.  
Висновки та пропозиції  
Бібліографічний список

5. Перелік ілюстраційного матеріалу:

5.1. Аналіз виробничо-технічних ресурсів СФГ „Вільна Україна”;

5.2. Операційно-технологічна карта;

5.3. Схема розробленої картоплекопалки;

5.4. Вал ведучий (складальне креслення);

5.5. Робочі креслення деталей запропонованої конструкції;

5.6. Оцінення експлуатаційних витрат.

6. Консультанти розділів проєкту:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3, 5	Шарибура А.О., к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу ім. професора О.Д. Семковича			
4	Городецький І.М., к.т.н., доцент кафедри фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва			

7. Дата видачі завдання: 27.11.2023р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів проєкту	Відмітка про виконання
1.	<i>Написання розділу: «Характеристика і аналіз діяльності господарства»</i>	<i>27.11.23-20.01.24</i>	
2.	<i>Виконання другого розділу: «Проектування організаційних обставин збирання картоплі»</i>	<i>21.01.24-20.02.24</i>	
3.	<i>Виконання третього розділу: «Розробленням картоплекопалки»</i>	<i>21.02.24-21.04.24</i>	
4.	<i>Написання розділу: «Охорона праці»</i>	<i>22.04.24-30.04.24</i>	
5.	<i>Виконання розділу: «Економічна ефективність»</i>	<i>31.04.24-6.05.24</i>	
6.	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки.</i>	<i>11.05.24-25.05.24</i>	
7.	<i>Завершення роботи в цілому</i>	<i>26.05.24-07.06.24</i>	

Студент \_\_\_\_\_ Лецишин В.Р.  
(підпис)

Керівник проєкту \_\_\_\_\_ Шарибура А.О.

УДК 631.171...633.521

Лецишин В.Р. Проект підвищення ефективності процесу збирання картоплі у СФГ „Вільна Україна” Радивилівського району Рівненської області з розробленням картоплекопалки.

Дипломний проєкт. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2024.

59 с. текст. част., 17 рис., 5 табл., 6 арк. ілюстр. матер., А1, 21 бібліогр. джерел.

Охарактеризовано становище СФГ «Вільна Україна» Радивилівського району Рівненської області, зокрема надано загальну інформацію про господарство, проаналізовано технічний стан МТП, виробничо-фінансові результати господарства. надано за останні три роки.

Наведено організаційно-технічні аспекти підвищення ефективності збирання картоплі та запропоновано загальні принципи їх організації.

Розроблена оперативна схема збирання картоплі дає можливість якісно проводити процес збирання врожаю в господарстві за створених агротехнічних умов.

Розроблено конструкцію картоплекопачки. Наведено розрахунки на міцність елементів конструкції картоплекопачки.

Наведено заходи з охорони праці під час монтажних робіт.

Проведено техніко-економічну оцінку показників ефективності процесу збирання картоплі.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	6
1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ .....	8
1.1. Загальні відомості про господарство .....	8
1.2. Землекористування та структура посівних площ .....	10
1.3. Аналіз машинно-тракторного парку господарства .....	13
1.4. Обґрунтування теми проекту .....	18
2. ПРОЕКТУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ ОБСТАВИН ЗБИРАННЯ КАРТОПЛІ .....	19
2.1. Технології збирання картоплі .....	19
2.2. Агротехнічні вимоги до технологічного процесу збирання картоплі .....	21
2.3. Підготовка агрегату до роботи .....	22
2.4. Підготовка поля до роботи .....	25
2.5. Проектування операційної технології збирання картоплі .....	27
2.6. Контроль і оцінка якості роботи картоплезбирального агрегату .....	34
3. РОЗРОБЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ КАРТОПЛЕКОПАЧКИ .....	37
3.1. Огляд існуючих конструкцій картоплекопачок .....	37
3.2. Будова розробленої машини та принцип її роботи .....	40
3.3. Розрахунок привідного валу .....	41
3.4. Розрахунок зварного з'єднання зірочок приводу транспортера .....	44
3.5. Розрахунок шпонкового з'єднання ведучої зірочки транспортера ...	46
4. ОХОРОНА ПРАЦІ .....	48
4.1. Заходи з охорони праці під час виконання технологічної операції ..	48
4.2. Моделювання травмонебезпечних ситуацій .....	50
4.3. Розрахунок гальмівного шляху транспортного агрегату .....	52
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОЦІНЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЇ .....	54
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ .....	57
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК .....	58

## ВСТУП

Картопля є однією з найважливіших культур і має багато застосувань. Це надзвичайно важливий продукт харчування. Недаремно картоплю називають «другим хлібом», її цінність визначається її високою якістю та корисним для здоров'я людини хімічним складом.

Картопля містить в середньому 75...80% води і до 25% сухих речовин. Вміст крохмалю 14-22%, який легко засвоюється і розкладається на прості цукри, містить 1,5...3% білка, який легко засвоюється організмом людини. За амінокислотним складом білок близький до м'яса.

Вміст мінеральних речовин у бульбах 0,8...1%. Найбільше калію, кальцію, магнію, фосфору, заліза. Солі калію необхідні для нормальної роботи серця, вони сприяють виведенню зайвої рідини з організму.

У картоплі міститься багато клітковини (1%) і пектину (0,7%). Клітковина виводить токсини з організму, очищає організм, покращує обмін речовин. Клітковина і пектинові речовини відіграють важливу роль у травленні.

Бульби картоплі містять органічні кислоти - лимонну, щавлеву, яблучну (велика кількість вітамінів С, В, В2, В5, В6, В9, Р, РР, Е, І, Д К, провітамін А. Калорійність картоплі також є значним високим: бульби містять 83 калорії на 100 грамів, що вдвічі більше, ніж морква і в чотири рази більше, ніж помідори. У Європі споживається 90 кілограмів бульб на рік, що становить понад 50% від загальної кількості калорій. зібрані.

Картопля – цінна кормова і технічна культура. У 100 кг сирих бульб міститься 29,5 кормових одиниць. З нього виготовляють спирт, крохмаль, глюкозу, декстрин та ін. З 1 тонни бульб можна отримати 112 літрів спирту.

Як міжрядна культура картопля має важливе агротехнічне значення. Підгортають органічні та мінеральні добрива, а бур'яни видаляють з полів обробітком міжрядь. Тому картопля є хорошим попередником для зернових та інших культур.

Збільшення виробництва може бути досягнуто, зокрема, завдяки:

- створення площ з виробництва їстівної картоплі за базовими технологіями;
- подальша інтенсифікація вирощування картоплі, поглиблення регіональної спеціалізації та концентрація продовольчих культур у спеціалізованих господарствах, виробничих об'єднаннях і науково-виробничих системах;
- Розробка спеціалізованих сівозмін, у яких за механічним складом картопля займає 30...35%, переважно на легко- та середньорозораних ґрунтах;
- Збільшення внутрішньогосподарського виробництва насіння;
- розробити зональну агротехнічну систему для збільшення внесення органічних добрив і комплексного захисту посівів картоплі від шкідників, хвороб і бур'янів;
- виробництво фрезерно-гребневих машин, складних машин для обробітку ґрунту, обсипаного камінням, мацерації бульб;
- організувати базові господарства для освоєння технології виробництва картоплі;
- впровадження потужностей з переробки та виробництва картоплі.

Світове виробництво картоплі становить приблизно 300 мільйонів тонн. Є певні відхилення між роками. У світі картопля в основному вирощується в країнах Європи: Україні, Польщі, Німеччині, Франції, Італії, Білорусі. Основними виробниками на американському континенті є США та Канада, а в Азії – Китай та Індія. Картопля вирощується в більш ніж 130 країнах світу з різними ґрунтовими та кліматичними умовами.

## 1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ

### 1.1. Загальні відомості про господарство

Радвильський район розташований на південному заході Рівненської області, межує на заході з Волинською, на півдні з Львівською, на сході з Тернопільською, на півночі з Дубенською областями. Рівненська обл.

За адміністративними районами він включає: 73 мікрорайони (1 муніципальний район, 72 сільські мікрорайони). Область займає площу 745 квадратних кілометрів і має 39,3 тис. населення, у тому числі 11,2 тис. міських і 29,1 тис. сільських жителів.

Радивилів – місто районного значення, розташоване на правому березі річки Слонівка, притоки річки Стир, на міжнародній трасі Київ-Чоп, за 100 кілометрів від міст Рівне та Львів.

Промисловий потенціал району представлений переробною та харчовою промисловістю, легкою промисловістю, лісогосподарськими підприємствами, які виробляють борошно, комбікорми, крупи, консерви, хліб, хлібобулочні та ковбасні вироби, олію, оцет, одяг, меблі та металеві вироби легкої промисловості. Підприємства зони здійснюють зовнішньоекономічну діяльність.

В області триває реформування агропромислового сектору економіки, колишнє КСП перетворено на нову сільськогосподарську організацію, завершено паювання земель колективної власності, фермери отримали державні підряди на приватні права. власність.

Площа сільськогосподарських угідь становить 53,2 тис. га (52% всієї території), з них 44,9 тис. га орних земель.

Пріоритетними галузями для розвитку в районі є сільське господарство та промисловість, особливо переробна.



Одним із підприємств району є фермерське господарство «Вільна Україна», розташоване на території Михайлівської сільської ради Радивилівського району, приблизно за 10 кілометрів. До Радвилова.

Компанія заснована у квітні 2000 року. Метою створення та функціонування фермерських господарств є провадження комерційної, фінансово-господарської діяльності, що задовольняє потреби підприємств, організацій, установ і населення у виробленій продукції (сировині, товарах), роботах, послугах, а також створення високотехнологічного виробництва. І торгова інфраструктура новими високоякісними продуктами насичують ринок і отримують відповідні прибутки. Для досягнення поставлених цілей компанія здійснює такі основні види діяльності:

- посів, збирання, транспортування, зберігання, придбання, переробка та реалізація сільськогосподарської продукції;
- оренда та інші види користування сільськогосподарською та іншою технікою та обладнанням та надання послуг з їх допомогою;
- здійснення зовнішньоекономічної діяльності у сфері роздрібної та оптової торгівлі.

За ґрунтово-кліматичною зоною господарство розташоване на території Малої Полісся, для якої характерний континентальний, помірно вологий, теплий клімат.

Середньорічна температура  $+7^{\circ}\text{C}$ . Тривалість середньодобової температури вище  $+5^{\circ}\text{C}$  становить 210...215 діб, Період активного росту посівів (середньодобова температура вище  $+10^{\circ}\text{C}$ ) становить 160...165 днів. Перші осінні заморозки трапляються наприкінці жовтня, а останні весняні заморозки — на початку квітня. Опадів випадає 690...710 мм, в окремі роки 800 мм. Найбільше опадів випадає влітку (290...320 мм), найменше — взимку (90...100 мм). Проте в останні роки ця тенденція була зламана. Різкі перепади температури бувають рідко, переважно взимку, озимі посіви можуть частково вимерзати, особливо в малосніжні зими.

Переважають дернові та чорноземні лучні ґрунти, які характеризуються відсутністю торф'яного шару та темним, що світлішає з глибиною текстурою ґрунту. Загальна товщина рідко перевищує 50...70 см. Також зустрічається: середньосуглинковий, сірий стручковий ґрунт.

Аналіз фізико-хімічних властивостей вод ґрунтового покриву показує, що більшість різновидів ґрунту можна досить ефективно використовувати в сільськогосподарському виробництві лише за умов штучного поліпшення, тобто потрібне ґрунтове обґрунтування. Системи гідротехнічної та хімічної меліорації. Загалом родючість ґрунтів у господарстві середня. За умови дотримання агротехнічних умов землеробства та внесення необхідних обсягів органічних і мінеральних добрив з більшості сільськогосподарських культур можна отримати високі врожаї.

## 1.2. Землекористування та структура посівних площ

Структура капіталу сільськогосподарських угідь означає відсоток площі землі для різних видів використання до загальної площі землі або площі сільськогосподарської землі, доступної для ферми.

Земельний фонд фермерського господарства «Вільна Україна» та його структура станом на 1 січня 2012 року. Див. таблицю 1.1. Загальна площа земель становить 35 га, з них орних земель 33,6 га, що становить 96% від загальної структури земель.

СФГ «Вільна Україна» вирощує зернові, кормові, зернові та олійні культури (рис. 1.1 – 1.2).

Урожайність ґрунтується на наявній площі землекористування ферми. Це видно з малюнка. У 1.1 і 1.2 в структурі посівних земель переважають зернові та кормові культури.

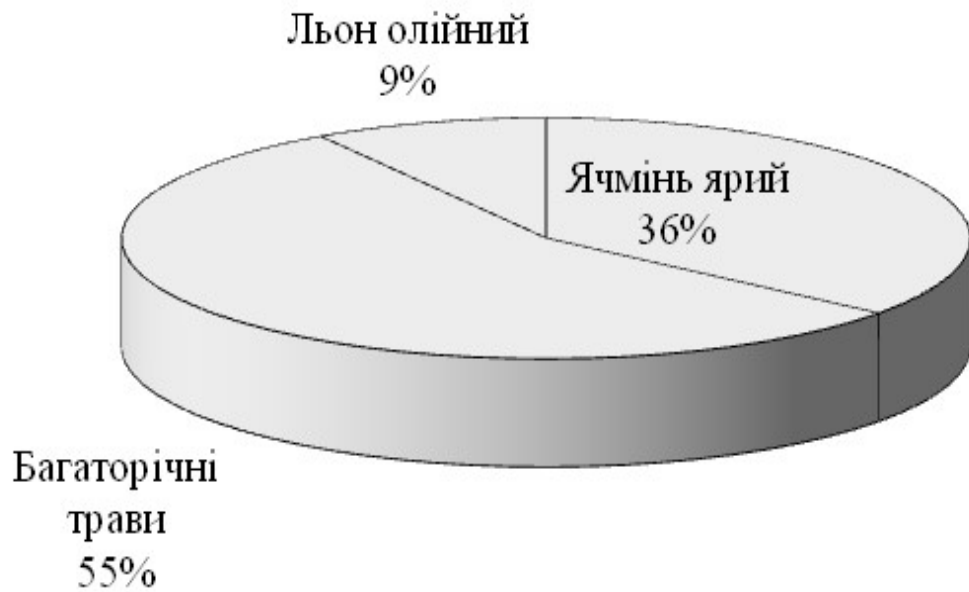


Рисунок 1.1 – Спеціалізація галузі рослинництва у СФГ «Вільна Україна» за 2022 рік

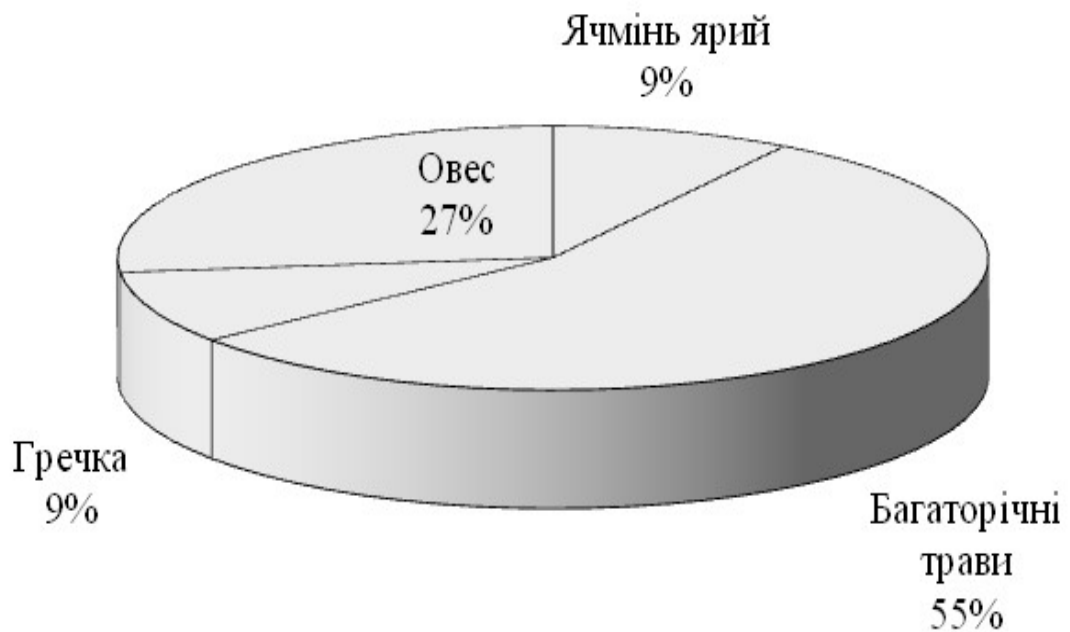


Рисунок 1.2 – Спеціалізація галузі рослинництва у СФГ «Вільна Україна» за 2023 рік

Аналіз питомої ваги кожної культури в структурі посівних земель (рисунок 1.3-1.4), можна визначити площу, яку вони займають (табл. 1.1).

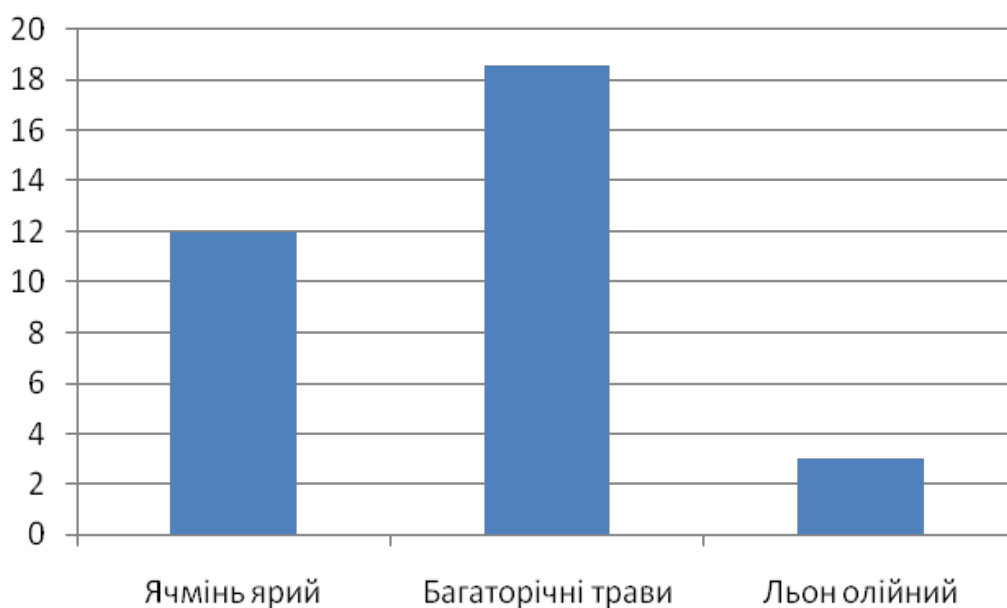


Рисунок 1.3 – Структура посівних площ у СФГ «Вільна Україна» у 2022 році

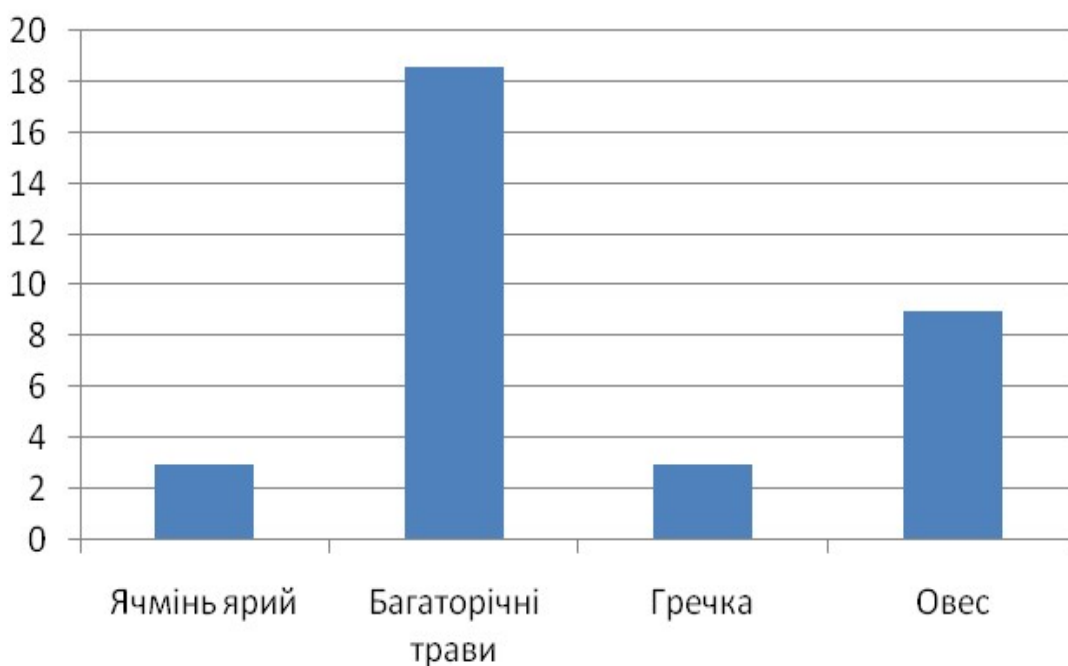


Рисунок 1.4 – Структура посівних площ у СФГ «Вільна Україна» у 2023 році

Таблиця 1.1 – Структура посівних площ СФГ «Вільна Україна»

Назва культур	РОКИ					
	2021		2022		2023	
	Площа посіву, га	% до заг. площі	Площа посіву, га	% до заг. площі	Площа посіву, га	% до заг. площі
Ячмінь ярий	3	8,92	12	35,71	3	8,92
Гірчиця	12	35,71	-	-	-	-
Багаторічні трави	18,6	55,35	18,6	55,35	18,6	55,35
Льон олійний	-	-	3	8,92	-	-
Гречка	-	-	-	-	3	8,92
Овес	-	-	-	-	9	26,78

Це видно з табл. 1.1 СФГ «Вільна Україна» спеціалізується на вирощуванні зернових та кормових культур, загальною площею

91%. Тому СФГ «Вільна Україна» реалізує попит на промислові товари (сировину, товари), робочі місця, послуги та насичення ринку новими якісними товарами підприємствами, організаціями, установами та населенням на внутрішньому та зовнішньому ринках, створення високотехнологічної виробничо-торговельної інфраструктури та отримання відповідних прибутків.

### 1.3. Аналіз машинно-тракторного парку господарства

Машинно-тракторний парк знаходиться в тракторній бригаді с. На території тракторної бригади в Михайлівці є ремонтна майстерня, склад запчастин, навіси для зберігання техніки та майданчики з твердим покриттям.

Тракторний парк налічує 5 фізичних одиниць. Якісно парк характеризується більшою різноманітністю, про що свідчать дані таблиці. 1.2.

Таблиця 1.2 – Склад тракторного парку в СФГ «Вільна Україна»

Марка трактора	Кількість, од	Рік випуску	Технічний стан
МТЗ-80	2	1994, 1995	Справний
Т-40А	1	1989	Справний
Т-150	1	1994	Справний
ДТ-75	1	1984	Справний
Всього:	5	-	

Як видно з таблиці відсоток гусеничних та колісних тракторів сільськогосподарського призначення становить 20 % та 80 % відповідно (рис. 1.5).

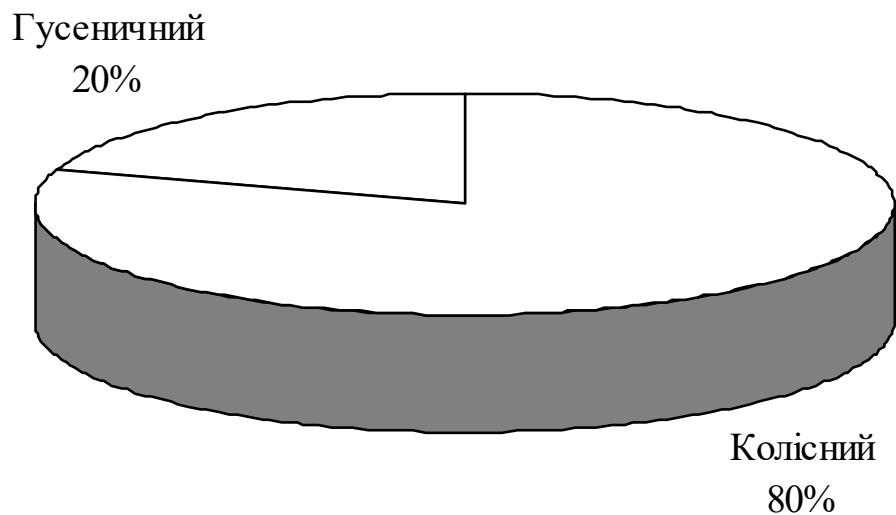


Рисунок 1.5 – Відсоток кількості гусеничних та колісних тракторів сільськогосподарського призначення у СФГ «Вільна Україна»

Більшість тракторів експлуатуються майже 30 років, тобто вичерпаний термін амортизації. Деякі машини не брали участь у польових роботах через серйозні поломки та відсутність паливних коштів. За останні роки господарство

не придбало жодної нової техніки. Тому питання раціонального використання наявних тракторних парків стало питанням економічного розвитку.

Фермерам достатньо тракторів для ведення господарства. Група сільськогосподарських машин вибирається виходячи з напряму виробничої діяльності господарства і включає техніку для основного та передпосівного обробітку ґрунту, догляду за посівами та збирання врожаю (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 – Склад парку сільськогосподарських машин у СФГ «Вільна Україна»

№ з/п	Назва с.-г. машини	Марка	Кількість, од	Технічний стан
1	2	3	4	5
1	Плуг	ПЛН-3-35	1	Справний
		ПЛ-5-40	1	Справний
2	Луцильник дисковий	ЛДГ-10	1	Справний
3	Каток	ЗККШ-6А	2	Справний
4	Розкидач мінеральних добрив	1РМГ-4	1	Справний
5	Обприскувач	ОПШ-2000	1	Справний
6	Косарка	КС-2,1	1	Справний
		КРН-1,5	1	Справний
7	Граблі	ГВК-6	1	Справний
8	Борона дискова	БДТ-7	2	Справний

Продовження табл. 1.3

1	2	3	4	5
9	Культиватор	КРН-4,2	1	Справний
10	Сівалка	СЗУ-3,6	1	Справний
11	Комбайн	СК-5-М-1	1	Справний
12	Причіп тракторний	2ПТС-4М	1	Справний
		1ПТС-9	1	Справний
13	Прес підбирач	РР-200	1	Справний

Склад парку сільськогосподарської техніки забезпечує комплексну роботу з професійного вирощування культур у господарстві. Значна частина машини досягла кінця свого рекомендованого терміну служби та потребує заміни.

Таблиця 1.4 – Склад автомобільного парку у СФГ «Вільна Україна»

Марка автомобіля	Кількість, од	Рік випуску	Номінальна вантажопідйомність, т	Технічний стан
МАЗ	1	1998	10	Справний
САЗ-3507	1	1994	3,2	Справний

З даних таблиці 1.4 видно, що більшість господарств оснащені хорошою вантажною технікою.

Всі автомобілі зберігаються в закритому гаражі, вся сільськогосподарська техніка – на закритому асфальтованому майданчику.

Технічне обслуговування та ремонт машин здійснюються на базі цеху в складі господарства (рис. 1.6), поверховий план якого наведено на рис. 1.7.



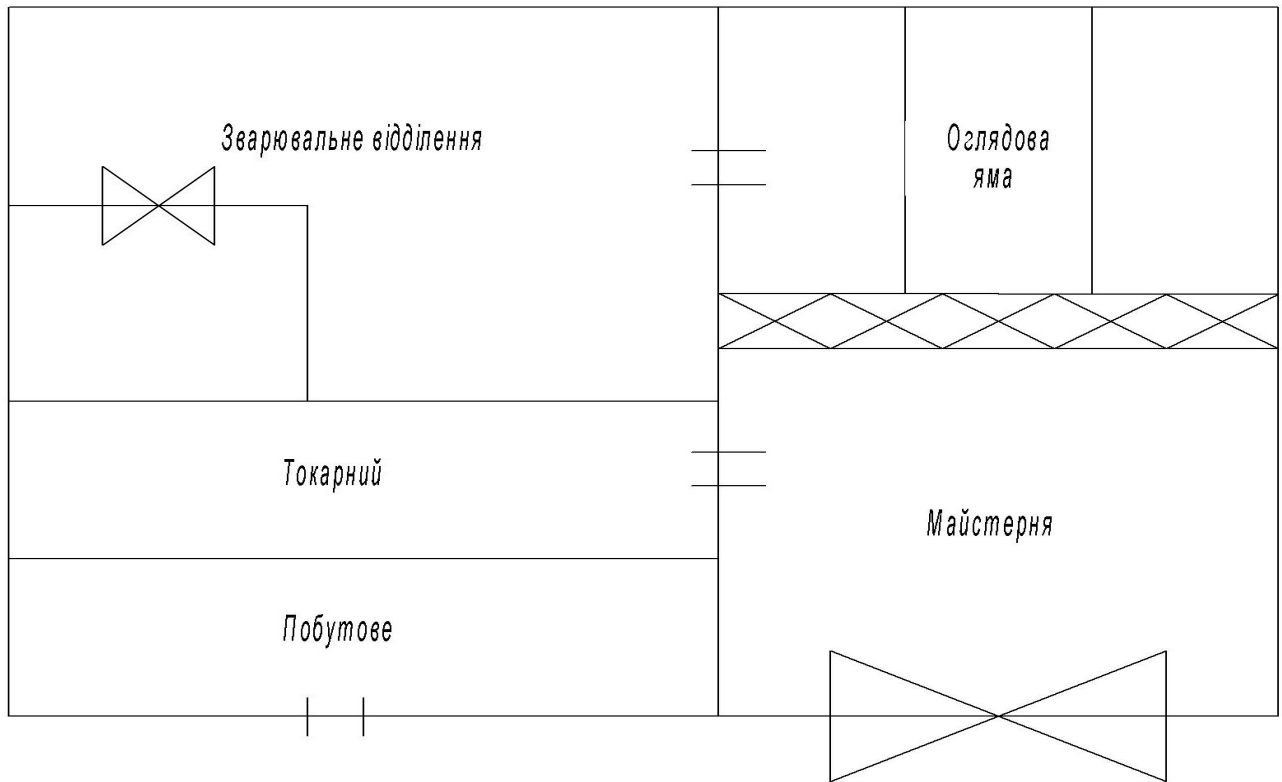


Рисунок 1.6 – План ремонтної майстерні в СФГ «Вільна Україна»

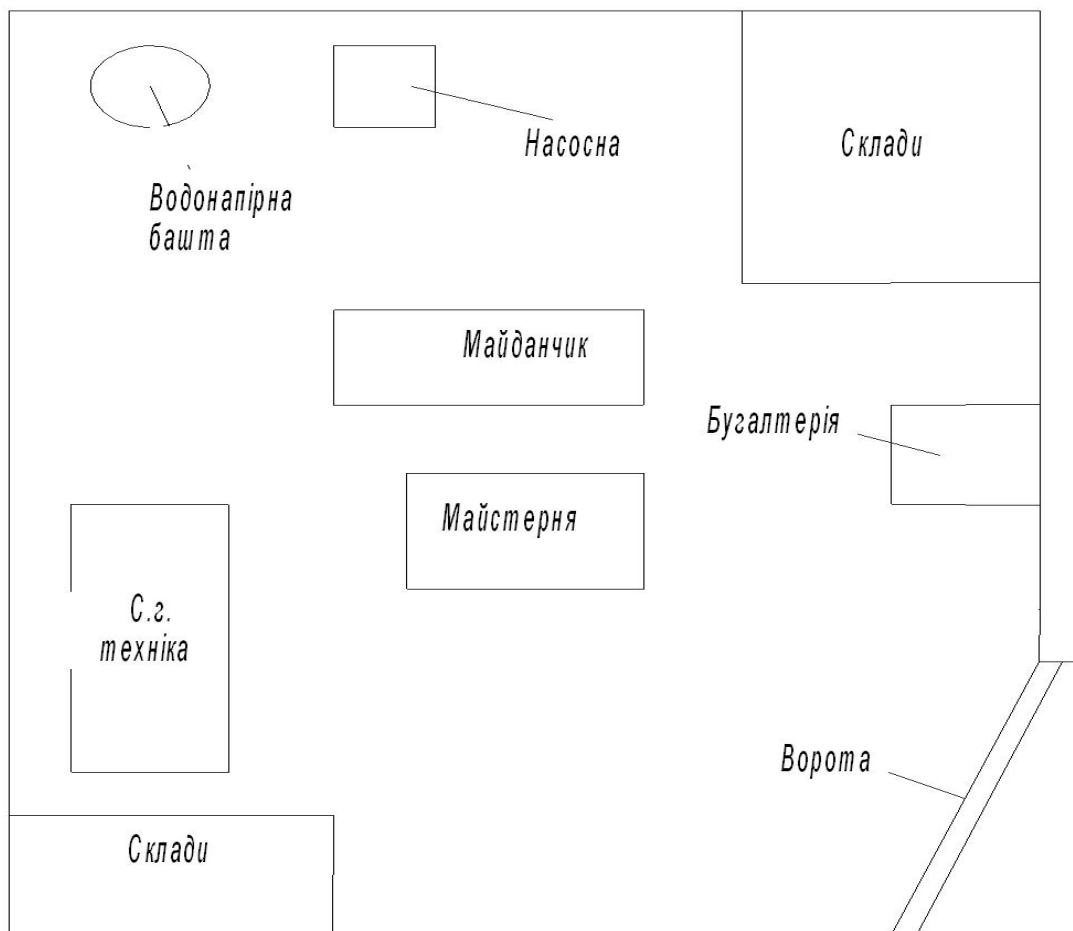


Рисунок 1.7 – План господарства СФГ «Вільна Україна».

#### 1.4. Обґрунтування теми проекту

СФГ «Вільна Україна» Радивилівського району Рівненської області лише нещодавно почала займатися вирощуванням картоплі, а згодом вирощуванням картоплі зацікавилася керівництво господарства, що й стало причиною потреби в цій галузі певної техніки. Також компанія зацікавлена в наданні послуг із збирання картоплі, що також стане джерелом додаткового доходу.

Враховуючи те, що господарство планувало включити картоплю в сівозміну в 2024 році, був потрібен картоплезбиральний комбайн. Але з метою економії пропонується розробити та виготовити картоплекопач власної конструкції, який буде агрегатуватися з трактором класу 1,4.

Рекомендуємо розробити картопляний екскаватор на базі КТН-2Б та внести певні зміни в конструкцію та технічні характеристики нової машини. Це зменшить витрати на закупівлю ферми.

Аналіз економічних показників у господарствах, які займаються вирощуванням та збиранням картоплі, показує, що собівартість продукції становить 500-700 тис. грн./га. При цьому грошовий дохід сягає 980-1600 тис. грн/га, що свідчить про високу рентабельність галузі. Такий рівень доходів і прибутковості забезпечує інтерес до культури.

## 2. ПРОЕКТУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ ОБСТАВИН ЗБИРАННЯ КАРТОПЛІ

### 2.1. Технології збирання картоплі

Збирання картоплі – це останній процес вирощування, який є найбільш складним і трудомістким. Від врожаю залежить якість бульб і їх лежкість. Його організація і методика пов'язані з площею плантації, умовами вирощування та технічною оснащеністю. Через невелику врожайність урожай збирають переважно вручну, викопуючи бульби лопатами або вилами. На великих площах картоплю збирають за допомогою комбайнів або екскаваторів.

Перед жнивими в різних галузях стоїть подвійне завдання – збір і заготівля власного насінневого матеріалу. Перед початком збору врожаю підготуйте необхідний інвентар: ящики, мішки, корзини. У коморі розклали стелажі та оглянули та продезінфікували приміщення для зберігання картоплі.

Технології збирання картоплі включають механізовану підготовку землі, хімічну обробку або скошування та транспортування до верхніх пунктів обробки, комбіноване збирання та транспортування картоплі до пунктів переробки, післязбиральну обробку та транспортування до місць зберігання, зони зберігання та транспортування до пунктів закупівлі. [1, 11, 19, 21].

Машина картоплезбирального комплексу повинні бути оснащені високою продуктивністю, щоб забезпечити безперервність механізованого процесу від поля до складу чи споживача.

Існуючий машинно-технічний комплекс дає змогу механізувати збирання картоплі лише на легких і середніх ґрунтах, торфовищах, ґрунтах із незначною кам'янистістю (до 10...15 т/га). На важких ґрунтах (глинисті, чорноземні) з підвищеним і низьким зволоженням, на схилах і полях із великою кількістю каміння ще неможливе комбіноване збирання. У такому стані збирають картоплю за допомогою картоплекопачки [9, 11, 19, 21].

Успішна робота картоплезбирального комбайна залежить від підготовки поля до збирання врожаю: обривання бадилля, поділ поля на ділянки і ділянок на загони, повернення смугам картоплі потрібної ширини для збирання та передзбиральної підготовки, розпушування міжрядь. при необхідності Грунт.

У процесі збирання картоплі послідовно виконують такі технологічні операції [9, 11, 19, 21]:

- збирати (знищувати) бадилля (за 10...14 робочих днів до викопування картоплі);
- рихлість міжрядь перед збиранням врожаю;
- викопайте кущ картоплі, піднявши його разом із шаром землі;
- сепарація (відділення) від ґрунту бульб, бадилля, бур'янів, рослинних залишків, каменів та інших домішок;
- збирати бульби в контейнери або транспортні засоби;
- транспортування бульб до місця сортування;
- очистіть і відсортуйте картоплю за розміром, потім помістіть бульби на зберігання.

На даний час найбільш поширеними є наступні технології збирання картоплі [1, 7, 8, 9, 11, 19, 21]:

частково механізована – досягається за допомогою картоплекопачки, яка викопує один або два ряди і розміщує відібрані бульби на поверхні поля, де їх потім збирають вручну;

потоково-комбайнова – в яких картоплезбиральний комбайн за один прийом викопує картоплю, видаляє з неї домішки і землю, а потім завантажує її на транспортний засіб;

роздільна – передбачає викопування та укладання шести рядів картоплі у валок за допомогою барабана картоплекопача з подальшим підбиранням бульб картоплезбиральною машиною;

комбінована – у цьому процесі картоплекопач-валкоукладач послідовно викопує картоплю з чотирьох рядків і укладає її у міжряддя двох середніх

рядів, які викопує картоплезбиральний комбайн з одночасним підбиранням вже вибраних картоплекопачем-валкоукладачем бульб.

Перш ніж викопувати картоплю, спочатку збирають бадилля. Для цього використовують подрібнювачі газонокосарки та спеціальні верхові подрібнювачі.

## 2.2. Агротехнічні вимоги до технологічного процесу збирання картоплі

Збирання картоплі – це енергоємний процес, під час якого машини підкопують рядки картоплі в середньому на глибину 20 сантиметрів, подрібнюють і просіюють ґрунт, відокремлюють бадилля та бульби.

Термін збору врожаю визначається виходячи з особливостей сорту, умов вирощування та призначення посіву. Настання відмирання верхівки свідчить про повну фізіологічну стиглість бульби.

Картоплю збирають у повністю дозрілому стані, щоб бульби були менш чутливі до пошкоджень і ударів, краще зберігалися та містили максимальну кількість сухої речовини.

Збирання починають з відмирання бадилля, а закінчують роботи за 20...25 днів до зниження середньодобової температури до 7°C. Механічні пошкодження бульб різко зростають при зниженні температури під час збирання. В результаті знижується їх якість і збільшуються відходи при зберіганні. Висота бульб, що скидаються під час завантаження та розвантаження, не повинна перевищувати 30 см.

При цьому бульби становлять лише 1...3% маси зрізаного шару ґрунту. Для вилучення 4...6 кг бульб машина повинна подрібнювати і просівати до 200 кг ґрунту за секунду [1, 8, 9, 19, 21].

На роботу машини впливають розмір, маса, форма і стан бадилля і бульб картоплі. Картопля легко пошкоджується від ударів і переміщень машин і транспортних механізмів.

Для якісного збирання картоплі машина повинна відповідати певним агротехнічним вимогам.

Тому при збиранні бадилля картоплі цілісність бадилля повинна бути не менше 80%, а висота бадилля від поверхні ґрунту або верхівки гряди не повинна перевищувати 20 см.

Відповідно до встановлених агротехнічних вимог картоплезбиральні комбайни повинні забезпечувати основні показники якості роботи [9, 19, 21]:

- цілісність верхнього зрізу шматочків картоплі повинна бути не менше 80%;
- верхівка зрізу не повинна перевищувати 20 см над поверхнею ґрунту або вершиною гряди;
- втрата бульб - до < 3%;
- бульби засмічені домішками - до 20%;
- пошкодження бульб - до 10%, особливо зрізаних - до 1%.

При механізованому процесі збирання техніка повинна забезпечувати високі показники функціональної якості виконання процесу для своєчасного виконання всіх монтажних робіт.

### 2.3. Підготовка агрегату до роботи

Перед виїздом на поле огляньте картоплекопач і підтягніть всі різьбові з'єднання. Зверніть особливу увагу на затягування корпусу опорних підшипників і високошвидкісних валів.

Основні регулювання [1, 8, 20].

*Регулювання глибини ходу.*

При першому запуску обладнання необхідно відрегулювати глибину ходу плуга. Плуг повинен входити в ґрунт під гніздами бульб картоплі, щоб не пошкодити бульби і не залишити їх у ґрунті. Глибину виїмки зазвичай встановлюють 16...20 см.

При проходженні плуга на більшу глибину збільшується тяговий опір, знижується продуктивність агрегату, збільшується витрата палива. Щоб уникнути зменшення глибини ходу та збільшення пошкоджень бульб при роботі на легких ґрунтах необхідно збільшити попередню швидкість техніки. Регулювання глибини ходу плуга здійснюється за допомогою верхнього тягового зусилля шарнірної системи трактора. При скороченні тяги глибина ходу збільшується, а при подовженні тяги зменшується.

*Регулювання запобіжної муфти [1, 8, 20].*

Запобіжна муфта налаштована на заводі для передачі відповідної потужності 7,355...8,826 кВт (13,5...16 кгсм) крутного моменту при 448 об/хв, що відповідає довжині пружини  $88 \pm 5$  мм.

Під час роботи необхідно перевіряти правильність регулювання муфти відповідно до конкретних умов (вологість, склад ґрунту тощо). При перевантаженні (глибока виїмка, попадання сторонніх предметів в ліфт) муфта може зісковзнути і відключити передачу ліфта.

Ні в якому разі не можна підтягувати пружину зчеплення до усунення пробуксовки, слід усунути причину спрацьовування зчеплення, а потім перевірити регулювання. Якщо зчеплення спрацьовує під нормальним навантаженням машини, зчеплення слід відрегулювати, затягнувши відповідну гайку натискної пружини. Не дозволяється натягувати пружину до зімкнутих витків.

Правильно відрегульоване зчеплення захистить робочі механізми машини від пошкоджень при перевантаженні.

*Елеватор [1, 8, 20].*

Під час роботи елеватора полотно створюється і подовжується так, що гілки полотна звисають і можуть досягати планки лемеша. Натяг виконується видаленням однієї або декількох ниток елеваторного полотна. Якщо ремінь елеватора сильно розтягнутий, зірочки можуть зламатися та передчасно зношуватися.

Довжина полотна повинна забезпечувати нормальну роботу розгойдування. Нормальний натяг ланцюга передачі (відхилення при натисканні рукою), максимум 15 мм.

*Агрегування картоплекопалки [1, 8, 20].*

Навіску картоплекопалки проводять в такій послідовності:

1. Встановіть картоплекопач на платформу і опустіть упори. Відхилення фіксатора рами картопле-екскаватора від вертикального положення не повинно перевищувати:

- нахил в перед – 5°;
- нахил назад – 3°;
- перекіс машини щодо трактора в горизонтальній площині – 6°;
- поперечний нахил – 10°;
- осьове зміщення – 60 мм

2. При необхідності відрегулювати положення регулювального важеля 6 так, щоб зазор між регулювальним важелем і зачепними зубами 3 був мінімальним (рис. 2.1). Відрегулюйте обертанням ексцентрикової шайби.

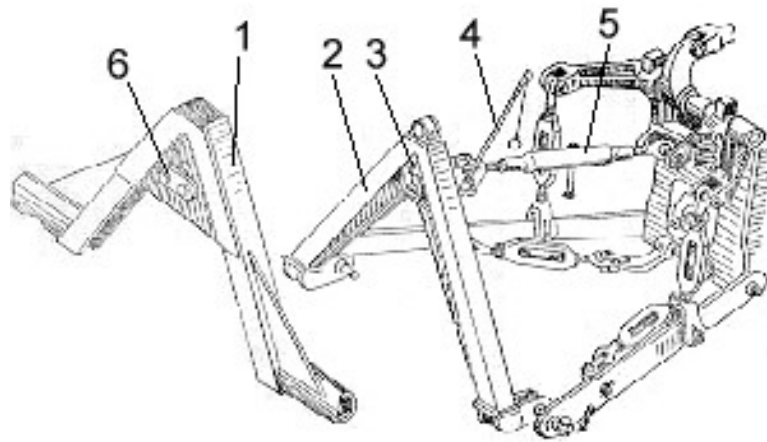


Рисунок 2.1 – Механізм навішування: 1 – замок автозчепу; 2 – автозчепка; 3 – собачка; 4 – трос; 5 – верхня тяга трактора; 6 – регулювальна планка



3. Опустити вниз гідравлікою автозчеп 2 , здати трактором назад і ввести зчеплення в порожнину замку 1. Потім підняти навісною зчеплення до заскакування зуба собачки 3 за регулювальну планку 6.

4. Виїхати на горизонтальну площадку і відрегулювати, при необхідності, верхню тягу навішування трактора 5.

5. Вручну приєднати передній кінець карданної передачі до ВВП трактора.

6. Встановити і закріпити вантажі на передній брус трактора

7. Підняти і закріпити упору картоплекопача.

Щоб від'єднати картоплекопач, необхідно: Від'єднати карданний привід від трактора за допомогою троса, що тягнеться в кабінку трактора, Блоком відвести блок від зчеплення, а за допомогою задньої тяги плавно опустити механізм зчеплення. і відпустити зчеплення з замка.

#### 2.4. Підготовка поля до роботи

Від підготовки поля залежить успішна робота картоплезбиральних комбайнів і картоплекопачів.

За 10...15 днів до збирання картоплі обріжте бадилля. Грунт швидше висихає і бульби менше уражаються хворобами. Верхня частина може бути хімічно пошкоджена. Це зменшує захворювання, сприяє зміцненню шкірки бульб і прискорює фізіологічне дозрівання. Механічне скошування зупиняє ріст бульб, а хімічне – навпаки, і поживні речовини продовжують надходити з верхівки в бульби, збільшуючи врожайність. За 12-14 днів до збирання картоплю обробіть хлоратом магнію (25-30 кг/га), реглоном (2 л/га) або бастою (3 л/га).

Бадилля збирають роторними косарками-подрібнювачами КІР-1,5, КІР-1,5Б та агрегатують з тракторами МТЗ-80 або МТЗ-82. Газонокосарка КІР-1,5Б оснащена бункером для збору матеріалу. Не рекомендується агрегатувати КІР-

1,5 з трактором-причепом типу 2ПТС-4, оскільки рейки причепа не підходять для міжрядь [1, 8, 14].

Ширина колії трактора та коліс косарки встановлюється на 1400 мм перед скошуванням верхньої частини газону. Під час збирання картоплі комбайном висота зрізу бадилля встановлюється в межах 18...20 см, а екскаватором – 10 см. Це пов'язано з недостатнім відривом бадилля від робочого механізму. Комбайн впає у транспортний засіб разом із бульбами.

Найкращі результати дає механічне скошування в поєднанні з підсушуванням хлористою магнію (25...30 кг/га). При сухій погоді спочатку обробіть верх десикантом, а потім після висихання косіть газонокосаркою КІР-1,5Б. Десикантна обробка посівів за допомогою пристроїв, призначених для боротьби зі шкідниками та хворобами картоплі.

Після цього необхідно обробити смугу повороту, щоб комбайн міг зробити поворот без петель, оскільки під час маневрування утворюються глибокі колії, руйнується родючий шар ґрунту, збільшується тривалість повороту, а також є можливість виходу машини з ладу. збільшити. Після поворотної смуги шириною 10...12 м поле поділяють на 12...16 рядів загонів для дворядних комбайнів і 36...45 рядів загонів для трирядних комбайнів.

Щоб запобігти втраті бульб у міру заглиблення плуга комбайна, зробіть один рух жатки вбік, щоб обробити кінці рядків. [1, 8, 14].

На важких, ущільнених і надмірно зволжених ґрунтах за 3-4 дні до збирання врожаю розпушують ґрунт у міжряддях на глибину 14-16 см культиваторами КОН-2,8ПМ і КРН-4,2, на його частинах двома тільки долотоподібними лапами. із захисною смугою 20...25 см або кігтем стріли. Цей агротехнічний захід покращує екранування ґрунту під час роботи картоплезбирального комбайна.

При збиранні картоплі можна застосовувати пряме збирання, комбіноване та роздільне збирання, а також збирання екскаватором. Їх збирають безпосереднім збиранням в умовах задовільного просіювання ґрунту на робочому механізмі комбайна. При цьому глибину викопування встановлюють

на 2...3 см більше глибини бульб, щоб розріз бульб не перевищував 0,5 % (усі бульби еквівалентні 200 повним бульбам). Швидкість жатки вибирають так, щоб на першому сепараційному підйомі відокремлювалося 70...75 % ґрунту. Це необхідно для того, щоб на другому сепараційному підйомі був шар ґрунту, що зменшує пошкодження бульб. Амплітуда вібрації верхньої стрічки першого сепараційного елеватора регулюється залежно від типу ґрунту та його вологості. Його слід мінімізувати на легких ґрунтах і максимально збільшити на важких.

Спосіб збирання картоплі залежить від призначення продукції, врожайності та відносної вологості ґрунту [1, 8, 14].

Збирають польову і ранньостиглу картоплю картоплекопачами КТН-2Б і КСТ-1,4, потім збирають бульби вручну. За допомогою картоплекопачки збирають картоплю на липкому ґрунті, в цьому випадку застосування зернозбиральних комбайнів і способи сепарації стають неефективними.

Для збирання столової картоплі розрізняють пряме збирання, комбіноване та роздільне збирання.

Трирядні комбайни КПК-3 і Е-684 використовують для шестирядних посівів, оскільки в чотирирядних посівах є втрати в суміжних рядках.

При збиранні картоплі роздільно не зрізайте бадилля. Це полегшує роботу прес-підбирачів УКВ-2 і зернозбиральних комбайнів ККУ-2А.

## 2.5. Проектування операційної технології збирання картоплі

Збирання картоплі проводять згідно агротехнічних термінів. В процесі підготовки площі збирають бадилля та усувають наявні перешкоди. Спосіб руху агрегату – човниковий. Під час збирання картоплі періодично перевіряється якість виконання роботи [2, 3, 4, 14].

Вибираємо трактор МТЗ-80 (маса  $G_{mp}=33400$  Н) і розроблену навісну дворядну картоплекопалку (маса  $G_M=4200$  Н); коефіцієнт опору коченню  $f=0,1$ ,

механічний коефіцієнт корисної дії ВВП  $\eta_{\text{ввп}}=0,95$ ; величина буксування  $\delta=13\%$ ; питома потужність на приведення в дію робочих органів копача розробленої картоплекопалки,  $N_n=4,5$  кВт·с/кг.

Обґрунтування складу агрегату виконуємо в такій послідовності [2, 3, 4]:

1. Згідно з нормативами агротехнічних швидкостей на цій операції рух агрегату допускається в межах 1,8...3,4 км/год.

2. Такому діапазону швидкостей відповідає перша та друга передачі трактора  $V_m^I = 2,5$  км/год та  $V_m^{II} = 4,26$  км/год.

Визначаємо тягове зусилля трактора на відповідній передачі

$$P_{\text{зак}} = \frac{10^4 \cdot N_e \cdot i_m \cdot \eta_{mp}}{n \cdot r} - G_{mp} \cdot (f + i). \quad (2.1)$$

де  $N_e$  – ефективна потужність двигуна ( $N_e=58,9$ кВт);

$i_m$  – передаточне число трансмісії на відповідній передачі ( $i_m^I=242$ ),

$$i_m^{II}=142;$$

$\eta_{mp}$  – механічний ККД трансмісії ( $\eta_{mp} = 0,92$ );

$n$  – номінальна частота обертання колінчастого вала, хв.<sup>-1</sup>  
( $n=2200$  хв.<sup>-1</sup>);

$r$  – радіус ведучих коліс, м ( $r = 0,79$ м);

$G_{mp}$  – маса трактора, кН;

$f$  – коефіцієнт опору коченню ( $f= 0,1$ );

$i$  – величина підйому ( $i = 0,03$ ).

Тягове зусилля трактора на кожній з передач визначаємо з урахуванням конкретних умов [2, 3, 4, 14]:

для першої передачі

$$P_{\text{зак}}^I = \frac{10^4 \cdot 58,9 \cdot 242 \cdot 0,92}{2200 \cdot 0,79} - 33,4 \cdot (0,2 + 0,02) = 75447,30 = 75,44 \text{ кН};$$

для другої передачі

$$P_{зак}^{II} = \frac{10^4 \cdot 58,9 \cdot 142 \cdot 0,92}{2200 \cdot 0,79} - 33,4 \cdot (0,2 + 0,02) = 44268,94 = 44,26 \text{ кН}.$$

3. Визначаємо робочу швидкість на відповідній передачі

$$V_p = V_m \cdot \left(1 - \frac{\delta}{100}\right); \quad (2.2)$$

де  $V_m$  – теоретична швидкість, км/год;

$\delta$  – коефіцієнт буксування ( $\delta = 6...20\%$  для колісних тракторів; у нашому випадку для збирання картоплі  $\delta = 13\%$ ) [2, 14].

Отже, для першої та другої передачі передачі

$$V_p^I = 2,5 \cdot \left(1 - \frac{13}{100}\right) = 2,18 \text{ км/год};$$

$$V_p^{II} = 4,26 \cdot \left(1 - \frac{13}{100}\right) = 3,71 \text{ км/год}.$$

4. Для роботи агрегату потрібно забезпечити таку умову [2, 14]:

$$N_{np} \leq N_{ввп}, \quad (2.3)$$

де  $N_{np}$  – потужність для приведення в дію механізмів машини, кВт;

$N_{ввп}$  – потужність яка може передаватись через ВВП при русі агрегату, кВт.

Необхідна потужність для приведення в дію механізмів машини визначається за формулою [2, 14]:

$$N_{np} = N_n \cdot g; \quad (2.4)$$

де  $N_n$  – питома потужність для приведення в дію робочих органів, кВт·с/кг ( $N_n = 4,5$  кВт·с/кг);

$g$  – секундна подача маси в машину, кг/с I передача ( $g^I = 2,36$  кг/с), II передача ( $g^{II} = 4,02$  кг/с).

Отже,

$$N_{np}^I = 4,5 \cdot 1,86 = 8,37 \text{ кВт};$$

$$N_{np}^{II} = 4,5 \cdot 3,17 = 14,27 \text{ кВт}.$$

Потужність при русі агрегату, яка може передаватись через ВВП, визначаємо за формулою [2, 14]:

$$N_{ввп} = N_E \cdot \eta_{ввп} - \frac{(R_{коч.тр} + R_{коч.м}) \cdot V_p \cdot \eta_{ввп}}{3,6 \cdot \eta_{тр} \cdot \eta_{б}}, \quad (2.5)$$

де  $N_E$  – ефективна потужність двигуна, кВт ( $N_e = 58,9$  кВт);

$\eta_{ввп}$  – ККД трансмісії ВВП ( $\eta_{ввп} = 0,95$ );

$V_p$  – робоча швидкість агрегату, км/год;

$\eta_{тр}$  – ККД трансмісії трактора ( $\eta_{тр} = 0,93$ );

$\eta_{б}$  – коефіцієнт буксування ( $\eta_{б} = 0,87$ );

$R_{коч.тр}$  – опір на пересування трактора, кН;

$R_{коч.м}$  – опір на пересування сільськогосподарської машини, кН.

Опір на пересування трактора та сільськогосподарської машини визначають за формулою [2, 14]:

$$R_{коч.тр} = G_{тр} \cdot (f + i); \quad (2.6)$$

$$R_{коч.м} = G_m \cdot (f + i).$$

де  $G_{тр}$ ,  $G_m$  – маса трактора і маса сільськогосподарської машини, кН;

$f$  – коефіцієнт опору перекочуванню ( $f = 0,1$ );

$i$  – величина підйому ( $i = 0,03$ ).

Отже,

$$R_{коч.тр} = 33,4 \cdot (0,1 + 0,03) = 4,34 \text{ кН};$$

$$R_{коч.м} = 4,2 \cdot (0,1 + 0,03) = 0,55 \text{ кН}.$$

Отже, підставивши дані у формулу 2.5 отримаємо:

$$N_{\text{ввп}}^I = 58,9 \cdot 0,95 - \frac{(4,34 + 0,55) \cdot 2,18 \cdot 0,95}{3,6 \cdot 0,93 \cdot 0,86} = 52,49 \text{ кВт};$$

$$N_{\text{ввп}}^{II} = 58,9 \cdot 0,95 - \frac{(4,34 + 0,55) \cdot 3,71 \cdot 0,95}{3,6 \cdot 0,93 \cdot 0,86} = 50,05 \text{ кВт}.$$

Перевірка даних за умовою 2.3,  $8,37 < 52,49$  та  $14,27 < 50,05$  засвідчила, що вона виконується.

Отже, укомплектований агрегат буде працювати нормально.

5. Для оцінки раціонального комплектування агрегату необхідно визначити коефіцієнт використання тягового зусилля трактора [2, 14]

$$\eta_{\text{т.з}} = \frac{R_{\text{агр}}}{P_{\text{н.зак}}}. \quad (2.7)$$

де  $R_{\text{агр}}$  – загальний опір агрегату, кН;

$P_{\text{н.зак}}$  – тягове зусилля трактора відповідної передачі, кН.

$$R_{\text{агр}} = R_{\text{коч}} + R_{\text{нід}} + R_{\text{д}}. \quad (2.8)$$

де  $R_{\text{коч}}$  – опір перекочуванню машини, кН;

$R_{\text{нід}}$  – опір підйому машини, кН;

$R_{\text{д}}$  – додатковий опір, який чинять робочі органи, що приводяться в дію ВВП.

Опір перекочуванню машини визначаємо за формулою [2, 14]:

$$R_{\text{коч}} = G_{\text{м}} \cdot f. \quad (2.9)$$

Отже,

$$R_{\text{коч}} = 4,2 \cdot 0,1 = 0,42 \text{ кН}.$$

Опір підйому машини визначаємо за формулою [2, 14]:

$$R_{\text{нід}} = G_{\text{м}} \cdot i. \quad (2.10)$$

Отже,

$$R_{\text{нід}} = 4,2 \cdot 0,03 = 0,13 \text{ кН}.$$

Визначаємо за формулою додатковий опір, який чинять робочі органи, що приводяться в дію ВВП

$$R_{\delta} = \frac{3600 \cdot N_{\text{нр}} \cdot \eta_{\text{нр}}}{V_p \cdot \eta_{\delta}} \quad (2.11)$$

Отже,

$$R_{\delta}^I = \frac{3600 \cdot 8,37 \cdot 0,93}{2,18 \cdot 0,87} = 14815,86 = 14,82 \text{ кН};$$

$$R_{\delta}^{II} = \frac{3600 \cdot 14,27 \cdot 0,93}{3,71 \cdot 0,87} = 14815,86 = 14,82 \text{ кН};$$

Підставивши значення у формулу (2.8) отримаємо:

$$R_{\text{агр}}^I = 0,42 + 0,13 + 14,82 = 15,36 \text{ кН};$$

$$R_{\text{агр}}^{II} = 0,42 + 0,13 + 14,82 = 15,36 \text{ кН};$$

Підставивши значення у формулу (2.7) отримаємо:

$$\eta_{\text{м.з}}^I = \frac{15,36}{75,45} = 0,20.$$

$$\eta_{\text{м.з}}^{II} = \frac{15,36}{44,27} = 0,35.$$

6. Визначаємо зміну продуктивність агрегату за формулою [2, 14]:

$$W_{\text{зм}} = 0,1 B_p \cdot V_p \cdot T_p \text{ га/зм.} \quad (2.12)$$

де  $B_p$  – робоча ширина захвату агрегату, м;

$B_{\kappa}$  – конструктивна ширина захвату машини, м ( $B_{\kappa} = 1,1$  м);

$\beta$  – коефіцієнт використання ширини захвату (для розкидача органічних добрив ( $\beta = 0,97$ ));

$T_p$  – робочий час зміни.

Робочу ширину захвату агрегату визначають за формулою:

$$B_p = B_{\kappa} \cdot \beta \quad (2.13)$$



Отже,

$$B_p = 1,1 \cdot 0,97 = 1,06 \text{ м.}$$

Робочий час зміни визначають за формулою:

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau, \quad (2.14)$$

де  $T_{зм}$  – час зміни ( $T_{зм} = 7 \text{ год.}$ );

$\tau$  – коефіцієнт використання часу зміни ( $\tau = 0,70$ ).

Отже,

$$T_p = 7 \cdot 0,70 = 4,9 \text{ год.}$$

Підставивши отримані значення в формулу (2.12) отримаємо:

$$W_{зм}^I = 0,1 \cdot 1,06 \cdot 2,18 \cdot 4,9 = 1,13 \text{ га/зм,}$$

$$W_{зм}^{II} = 0,1 \cdot 1,06 \cdot 3,71 \cdot 4,9 = 1,92 \text{ га/зм.}$$

7. Визначаємо витрату палива на 1 га обробітку, кг/га

$$Q_{га} = \frac{Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot T_x + Q_3 \cdot T_3}{W_{зм}}, \quad (2.15)$$

де  $Q_p, Q_x, Q_3$  – годинна витрата палива при виконанні роботи, холостому русі, на зупинках з працюючим двигуном

( $Q_p^I = 3,14 \text{ кг/год.}$ ;  $Q_x^I = 1,98 \text{ кг/год.}$ ;  $Q_3^I = 0,39 \text{ кг/год.}$ ),

( $Q_p^{II} = 5,34 \text{ кг/год.}$ ;  $Q_x^{II} = 3,37 \text{ кг/год.}$ ;  $Q_3^{II} = 0,66 \text{ кг/год.}$ ) [2, 14];

$T_p, T_x, T_3$  – час роботи, холостих рухів, зупинок, год.

Час роботи, холостих рухів, зупинок визначають за формулою:

$$T_x = T_3 = \frac{T_{зм} - T_p}{2}; \quad (2.16)$$

Отже,

$$T_x = T_3 = \frac{7 - 4,9}{2} = 1,05 \text{ год.}$$

Підставивши отримані значення в формулу (3.15) отримаємо:

$$Q^I_{га} = \frac{3,14 \cdot 4,9 + 1,98 \cdot 1,05 + 0,39 \cdot 1,05}{1,13} = 15,86 \text{ кг/га,}$$

$$Q^{II}_{га} = \frac{5,34 \cdot 4,9 + 3,37 \cdot 1,05 + 0,66 \cdot 1,05}{1,92} = 15,86 \text{ кг/га.}$$

Розрахунки показують, що скомплектований агрегат працюватиме ефективно.

## 2.6. Контроль і оцінка якості роботи картоплезбирального агрегату

Для контролю якості збору використовували металеву лінійку довжиною 50 см, градуйовану дерев'яну рейку довжиною 1 м, лопати, мішковину та поштові ваги, розраховані на 50 кг.

Якість врожаю оцінювали за втратами, чистотою картоплі в тарі та пошкодженням бульб.

Втрати бульб викликані неглибоким перекопуванням, розкиданням просіяного ґрунту на робочий механізм комбайна, випаданням бульб на поверхню поля за жаткою.

Всі види втрат визначають на площі  $1,4 \times 1,4$  м, для чого по кутах прямокутника встановлюють чотири цвяхи і з'єднують з цією площею шпагатом або прямокутною рамою з довжиною сторони 1,4 м. Ширину проходу у дворядних, а у три- і чотирирядних комбайнів визначають за площею, перекопаною лемішом. Втрати підраховуються по діагоналі п'ять разів на збірному полі [2, 3, 4, 14].

Спочатку збирають бульби з землі на певних ділянках. Потім лопатою або граблями вибрати присипані землею бульби, перекопати ділянку, а решту зібрати комбайном.

Усі зібрані бульби зважували на індивідуальних вагах і визначали втрати. Втрати в результаті множення кожної ваги на 5000 відносяться до врожаю картоплі на даному полі та визначаються у відсотках. Потім обчисліть загальні втрати для кожної секції та середнє значення всіх п'яти секцій.

Картопля вагою до 15 грам втратою не вважається.

Загальні втрати не повинні перевищувати дозволених агротехнічних вимог (3%).

Чистоту картоплі в тарі визначте, вийнявши з бункера комбайна або транспортного засобу 50 кг. Покладіть на мішковину щось важке, щоб відокремити бульби від ґрунту і рослинних домішок.

Зважують окремо картоплю та домішки та визначають відсоток домішок за їх масою. Вони не повинні перевищувати 20%.

Чистоту картоплі визначають випробуванням картоплі на ступінь ураження картоплі. Відібрати з них 200 бульб і візуально оглянути ті бульби, які пошкоджені, мають тріщини довжиною понад 20 мм і мають тріщини на м'якоті більше 5 мм бульб і подрібніть їх. Кількість пошкоджених бульб співвідноситься з кількістю непошкоджених бульб, а загальна кількість пошкоджених бульб розраховується у відсотках. Вони також не повинні перевищувати шкоди, дозволеної агротехнічними вимогами (не більше 12%).

Втрати, пошкодження та чистоту бульб вимірюють один раз за зміну. При відхиленні визначених показників від допустимих агротехнічними вимогами несправності комбайна усувають.

Якість картоплі прямого збирання оцінюють за певними показниками (табл. 2.1).

Основними факторами, що впливають на економічність того чи іншого способу збирання картоплі, є продуктивність, умови збирання, продуктивність техніки та чисельність обслуговуючого персоналу [2, 3, 4, 14].

Таблиця 2.1 – Оцінка якості збирання картоплі прямим комбайнуванням

№ з/п	Показник	Значення	Бали
1	Втрати бульб, %	до 3	2
		3...5	1
		більше 5	0
2	Засміченість бульб домішками, %	до 10	2
		10...20	1
		більше 20	0
3	Пошкодження бульб, %	до 8	3
		до 12	2
		13...20	1
		більше 20	0
4	Різані бульби, %	До 1	3
		1...2	2
		Більше 2	0

На полях, вкритих камінням і грудками, де обсяги збирання досягають 100 т/га, найзручніше збирати картоплю екскаватором.

Оскільки врожайність зростає, а умови стають зручнішими, екскаваторний збір вимагає більше працівників для збору та завантаження бульб. У цьому випадку рекомендується використовувати зернозбиральний комбайн, оскільки підвищиться продуктивність і зменшаться витрати праці.

Але найбільш ефективними вважаються комбінований і роздільний способи збору. Не дивлячись на одночасне використання двох машин (валкового і жатки), продуктивність кожної машини значно зростає. Практика показала, що порівняно з прямим збиранням за допомогою цих способів збирання можна зменшити витрати праці майже на 50 % і втрати капіталу на 25 %, підвищити продуктивність картоплезбиральних машин у 1,5...2,5 рази [2, 3, 4, 14].

### 3. РОЗРОБЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ КАРТОПЛЕКОПАЧКИ

#### 3.1. Огляд існуючих конструкцій картоплекопачок

Картоплекопач дворядний напівнавісний КСТ-1,4 призначений для викопування картоплі, часткового відокремлення бульб від ґрунту та розміщення їх на поверхні поля для подальшого складання (рис. 3.1). Рекомендується для всіх типів робочих ґрунтів, у тому числі суглинкові і важкі глинисті ґрунти з вологістю 10...27%. Також можна використовувати на вологих торфовищах [17, 18].

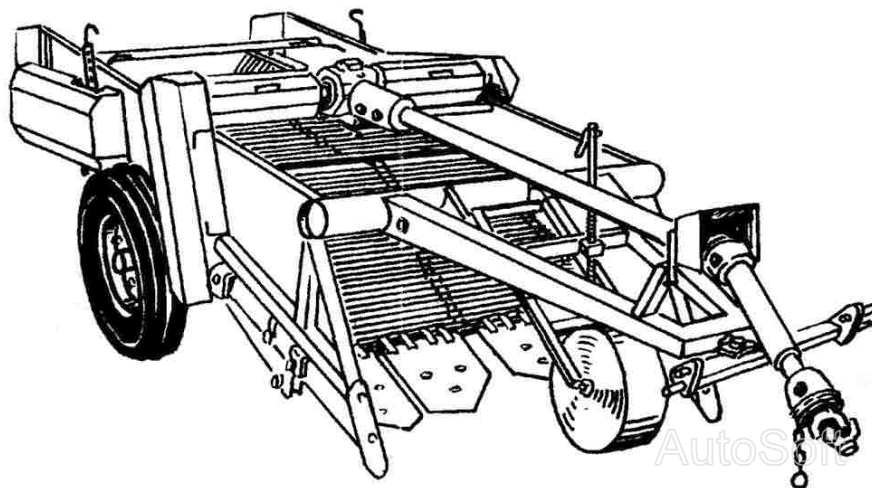


Рисунок 3.1 – Картоплекопач КСТ-1,4

Ширина виїмки 1,4 м, робоча швидкість 1,9...8 км/год. Машина має продуктивність до 0,9 га/год, її вага 1320 кг. Машину обслуговує тракторист.

Завдяки широкій універсальності машина може працювати на рівних і гребневих посадках картоплі з міжряддям 60...70 см. Наявність копіювального колеса забезпечує стабільну глибину лемеша екскаватора. Пасивні боковини, встановлені перед плугом у поєднанні з активним плугом, запобігають переміщенню ґрунту в приймальній секції та усувають навислі рослинні залишки та бадилля. Активна плужна картоплекопач КСТ-1,4 добре подрібнює шар ґрунту та знижує опір різанню. Завдяки встановленню триступневих

підйомників з різними лінійними швидкостями покращується пошкодження пласта та збільшується сепарація ґрунту.

Екскаваторами можна прибирати буряки, моркву та деякі інші коренеплоди, якщо ширина міжрядь дозволяє виконувати цю операцію без пошкодження продукту. Ця машина агрегується з тракторами МТЗ-80, МТЗ-82 і ДТ-75М. Робочий механізм картоплекопачки працює від ВВП.

Під час руху агрегату по полю (рисунок 3.2) леміш 2 розкопує дві сусідні грядки. Викопані пласти разом з бульбами та бадиллям спочатку з великою швидкістю (2,03; 2,28; 2,54 м/с) подають на мобільний підйомник 3. Підйомна стрічка 3 рухається з більшою швидкістю, ніж екскаватор. Оскільки шар, що доходить до нього, щільно розбитий, це сприяє відбору бульб. Процес руйнування та відокремлення ґрунту триває на головному підйомнику 4 та підйомнику 6 зі значними поверхнями просіювання.

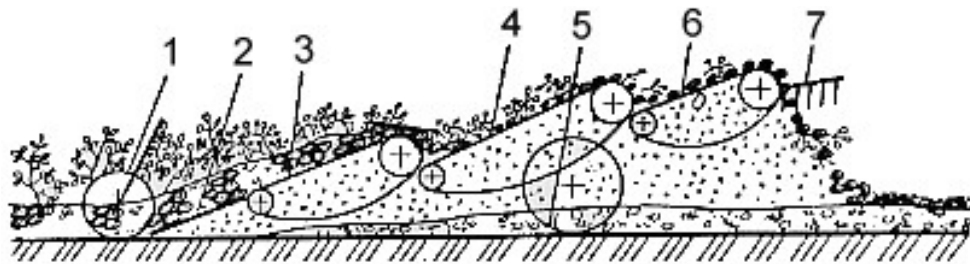


Рисунок 3.2 – Технологічна схема роботи картоплекопача КСТ-1, 4

Картоплекопач КТН-2Б - підйомник шарнірний дворядний призначений для викопування картоплі, відокремлення бульб від частин ґрунту та розміщення їх на поверхні поля для подальшого збирання. Основними вузлами та механізмами картоплекопачки є: рама 1, леміш 2, головний елеватор 3, ступінчастий елеватор 4, універсальний передавальний пристрій 6, редуктор 7, опорне колесо 5, відбивачі 8 (рис. 3.3) [Помилка! Джерело посилання не знайдено.].

Картоплекопач призначений для легких і середніх ґрунтових робіт, де вологість повітря не перевищує 27%, вага каменю не перевищує 8...9 т/га, твердість ґрунту не перевищує 20 кг/см<sup>2</sup>.

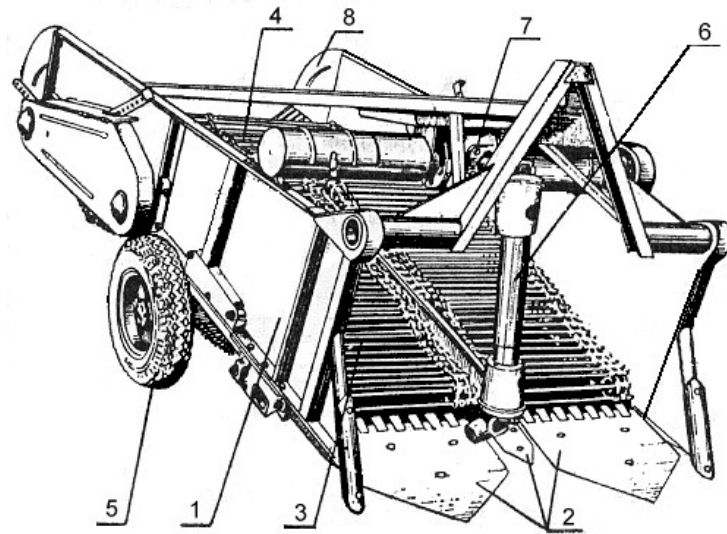


Рисунок 3.3 – Картоплекопач КТН-2В: 1 – рама; 2 – лемеші; 3 – основний елеватор; 4 – каскадний елеватор; 5 – колесо опорне; 6 – передача карданна; 7 – редуктор; 8 – відбивач

Підрізаний лемешами пласт грядки надходить на основний елеватор машини. Під час переходу на елеватор пласт піддається руйнуванню за рахунок різниці поступальної швидкості трактора і швидкості полотна елеватора (рис.3.4).

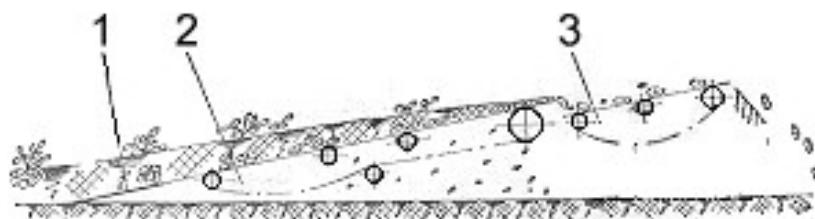


Рисунок 3.4 – Технологічна схема КТН-2В: 1 – леміш; 2 – основний елеватор; 3 – каскадний елеватор [17, 18].

На головному підйомі частина ґрунту, що надходить, проходить через щілину між прутками. Для прискорення процесу просіювання ґрунту робоча гілка головного елеватора має вертикальне погойдування і виконує еліптичне погойдування. Непросіяний ґрунт з бульбами та бадиллям картоплі з основного

елеватора надходить на ступінчастий елеватор, який працює аналогічно основному і також просіює ґрунт. Непросіяні грудки ґрунту, бульби та бадилля картоплі викидаються гусеницями машини на поверхню поля [17, 18, 20].

### 3.2. Будова розробленої машини та принцип її роботи

Розроблений нами картоплекопач – елеваторний, навісний, дворядний призначений для викопування картоплі, часткового відділення бульб від ґрунту і укладання їх на поверхню поля для подальшої збірки (рис. 3.5).

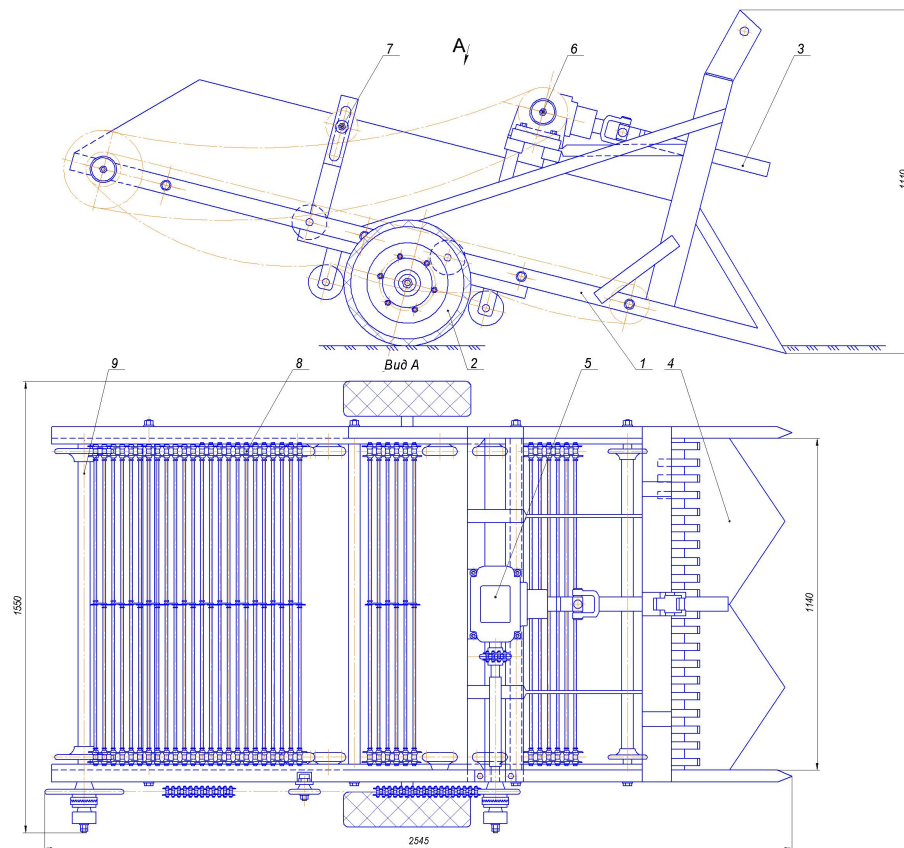


Рисунок 3.5 – Схема розробленої картоплекопачки: 1 – рама; 2 – опорне колесо; 3 – карданна передача; 4 – лемеші; 5 – редуктор; 6 – ланцюгова передача вала приводу транспортера; 7 – натяжний пристрій; 8 – транспортер; 9 – ведуча зірочка транспортера; 10 – ведучий вал транспортера.

Основними вузлами і механізмами картоплекопача є: саморобна рама 1 (рис. 3.5), опорні колеса 2, які взяті із гичкозбиральної машини БМ-6, карданної



передачі 3, лемешів 4, які взяті з КТН-2В, редуктора 5 з БМ-6, ланцюгової передачі 6, натяжного пристрою 7, транспортера 8 взятого із бурякозбирального комбайна РКС-6, розробленого ведучого вала транспортера 9.

Грунт який надійшов на елеватор проходить крізь проsvіти між прутками. Не просіяні грудки ґрунту, бульби картоплі та бадилля викидаються на поверхню поля по сліду машини. Більш детально на технологічній схемі (рис.3.6)

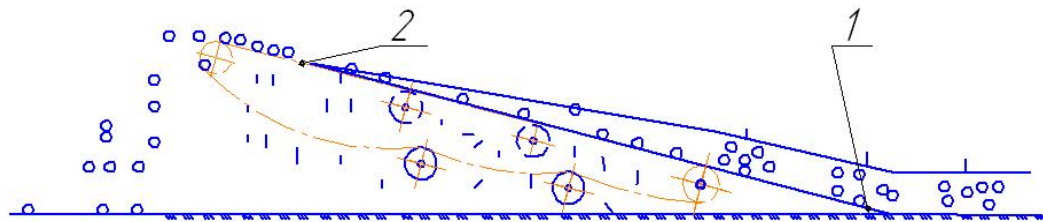


Рисунок 3.6 – Технологічна схема: 1 – лемеші; 2 – елеватор.

### 3.3. Розрахунок привідного валу

Проведемо розрахунок привідного валу [13, 16]:

Визначаємо діаметр вихідного кінця вала:

$$d_{e2} \geq 6,2 \cdot \sqrt[3]{T_T}, \text{ мм} \quad (3.1)$$

Тоді,

$$d_{e2} \geq 6,2 \cdot \sqrt[3]{615} = 52 \text{ мм}$$

приймаємо  $d_{e2} = 56 \text{ мм}$

Діаметр вала під підшипниками визначаємо за формулою:

$$d_{п2} \geq d_{e2} + 2 \cdot t_{цш} = 56 + 2 \cdot 4 = 62 \text{ мм} \quad (3.2)$$

де  $t_{цш} = 4 \text{ мм}$ , приймаємо  $d_{п2} = 65 \text{ мм}$

Діаметр буртиків перед підшипниками:

$$\begin{aligned} d_{БП2} &\geq d_{п2} + 3 \cdot r \\ d_{БП2} &\geq 65 + 3 \cdot 3,5 = 75,5 \text{ мм} \end{aligned} \quad (3.3)$$

де  $r = 3,5 \text{ мм}$ , приймаємо  $d_{БП2} = 75 \text{ мм}$ .

Діаметр вала під колесом:

$$d_{К2} \geq d_{БП2} = 75 \text{ мм}. \quad (3.4)$$

$l_1=112$  мм;  $l_2=74$  мм;  $F_{t2}=2879$  Н;  $F_{r2}=973$  Н;  $F_{a2}=389$  Н

Визначимо реакції в опорах [13, 16]:

Площина YOZ:

$$\sum M(C) = 0 \quad -F_{r2} \cdot l_1 + R_{DY} \cdot (l_1 + l_2) - Ma = 0 \quad (3.5)$$

$$R_{DY} = \frac{F_{r2} \cdot l_1 + Ma}{l_1 + l_2} = 1838 \text{ Н}$$

$$\sum M(D) = 0 \dots\dots -F_{r2} \cdot l_2 - R_{CY} \cdot (l_1 + l_2) + Ma = 0 \quad (3.6)$$

$$R_{CY} = \frac{-F_{r2} \cdot l_2 + Ma}{l_1 + l_2} = 1500 \text{ Н}$$

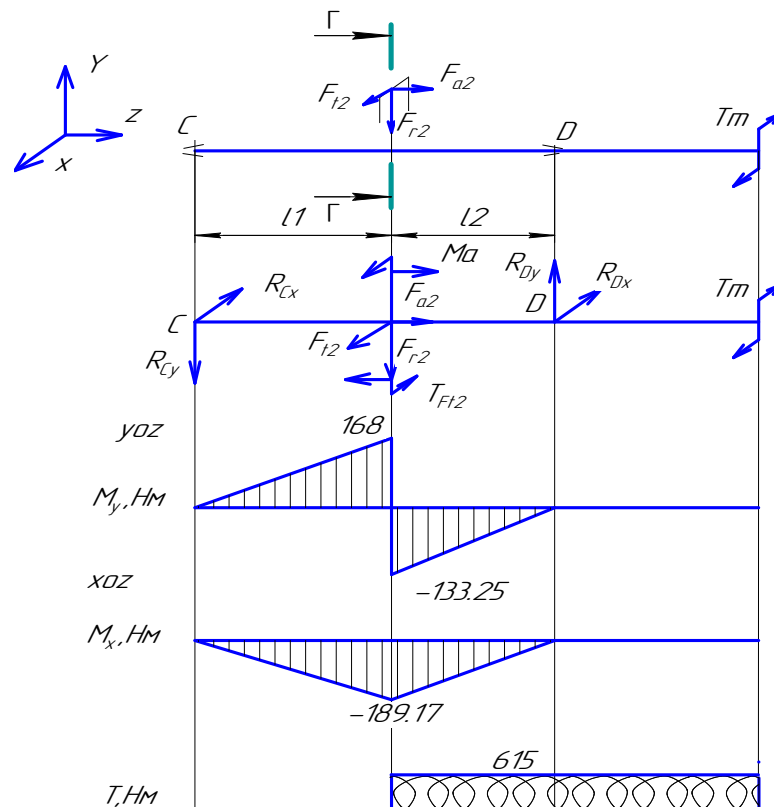


Рисунок 3.7 – Схема навантаження тихохідного вала, епюра сил і моментів

Площина XOZ:

$$\sum M(C) = 0; \quad -F_{t2} \cdot l_1 + R_{DX} \cdot (l_1 + l_2) = 0, \quad (3.7)$$

$$R_{DX} = \frac{F_{t2} \cdot l_1}{l_2 + l_1} = 2610 \text{ Н}.$$

$$\sum M(D) = 0; \quad F_{t2} \cdot l_2 - R_{CX} \cdot (l_1 + l_2) = 0 \quad (3.8)$$

$$R_{CX} = \frac{F_{t2} \cdot l2}{l2 + l1} = 1689 \text{ Н.}$$

Повна реакція в опорі С:

$$R_C = \sqrt{R_{CY}^2 + R_{CX}^2};$$

$$R_C = \sqrt{1500^2 + 1689^2} = 2259 \text{ Н.} \quad (3.9)$$

Повна реакція в опорі D:

$$R_D = \sqrt{R_{DY}^2 + R_{DX}^2};$$

$$R_D = \sqrt{1838^2 + 2610^2} = 3192 \text{ Н.} \quad (3.10)$$

Найбільший згинальний момент

$$M_{\max} = \sqrt{M_Y^2 + M_X^2};$$

$$M_{\max} = \sqrt{168^2 + 187.53^2} = 253 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.11)$$

Матеріал валу – Сталь 45,  $\sigma_e = 570 \text{ МПа}$ ,  $\sigma_m = 290 \text{ МПа}$

Небезпечний переріз – Г-Г,  $d = 75 \text{ мм}$ .

$$\sigma_{-1} = 0.43 \cdot \sigma_e = 245.1 \text{ МПа} \quad (3.12)$$

$$\tau_{-1} = 0.58 \cdot \sigma_{-1} = 142.1 \text{ МПа} \quad (3.13)$$

Прийняті коефіцієнти:  $\beta = 0.94$ ,  $k_\sigma = 1.6$ ,  $k_\tau = 1.5$ ,  $\varepsilon_\sigma = 0.76$ ,  
 $\varepsilon_\tau = 0.65$ ,  $\psi_\sigma = 0.2$ ,  $\psi_\tau = 0.1$ .

Середнє значення дотичних напружень [13, 16]:

$$\tau_m = \tau_a = \frac{T}{W_\rho} = \frac{T}{(\pi \cdot d^3 / 16)};$$

$$\tau_m = \frac{615}{(\pi \cdot 0.075^3 / 16)} = 11.8 \text{ МПа.} \quad (3.14)$$

Амплітуда нормальних напружень:

$$\sigma_a = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{M_{\max}}{(\pi \cdot d^3 / 32)};$$

$$\sigma_a = \frac{253}{(\pi \cdot 0.075^3 / 32)} = 7.5 \text{ МПа.} \quad (3.15)$$

Середнє значення нормальних напружень (по симетричному циклу):

$$\sigma_m = 0 \text{ МПа}$$

Коефіцієнт запасу за нормальними напруженням [13, 16]:

$$s_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k_\sigma}{\varepsilon_\sigma \cdot \beta} \cdot \sigma a + \psi_\sigma \cdot \sigma_m};$$

$$s_\sigma = \frac{245.4}{\frac{1.6}{0.76 \cdot 0.94} \cdot 7.5} = 14.6. \quad (3.16)$$

Коефіцієнт запасу по дотичним напруженням:

$$s_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_\tau}{\varepsilon_\tau \cdot \beta} \cdot \tau a + \psi_\tau \cdot \tau_m};$$

$$s_\tau = \frac{142.1}{\frac{1.5}{0.65 \cdot 0.94} \cdot 11.8 + 0.1 \cdot 11.8} = 4.7. \quad (3.17)$$

Загальний коефіцієнт запасу

$$s = \frac{s_\sigma \cdot s_\tau}{\sqrt{s_\sigma^2 + s_\tau^2}} = 4.4 > 2.5. \quad (3.18)$$

Умова міцності виконана.

### 3.4. Розрахунок зварного з'єднання зірочок приводу транспортера

Зірочка 2 з'єднана з корпусом 1 зварним тавровим з'єднанням (рис. 3.8).

Окрім того необхідно враховувати, що на зварний шов діє згинальний момент  $M = 170 \text{ Н}\cdot\text{м}$  та крутний момент  $T = 180 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ,  $d_l = 53 \text{ мм}$ .

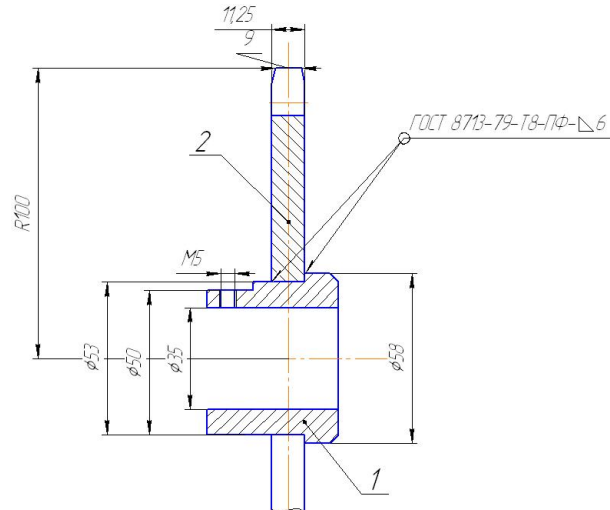


Рисунок 3.8 – Зірочка приводу транспортера: 1 – корпус; 2 – зірочка.

Зварювання ручне дугове електродом Э 50А. Матеріали деталей сталь 40.

Розраховуємо межу міцності сталі [13, 16]

$$[\sigma]_p = \frac{\sigma_T}{s}, \quad (3.19)$$

де  $\sigma_T$  – межа текучості сталі зірочки ( $\sigma_T = 220$  МПа);

$s$  – коефіцієнт запасу міцності (від 1,4 до 1,6).

Отже, використовуючи формулу 3.19:

$$[\sigma]_p = \frac{220}{1,4} = 157,14 \text{ МПа}$$

Допустиме напруження зрізу розраховуємо за формулою

$$[\tau'] = [\sigma]_p \cdot v \quad (3.20)$$

де  $v$  – коефіцієнт допустимого напруження при зрізі (від 0,5 до 0,65).

Отже, використовуючи формулу 3.20:

$$[\tau'] = 157,14 \cdot 0,55 = 86,42 \text{ МПа}$$

Мінімальна довжина катета зварного шва визначаємо за формулою

$$k \geq \frac{1}{[\tau']} \cdot \sqrt{\frac{(2M)^2}{(0,7d^2\pi)^2}} \quad (3.21)$$

Отже, використовуючи формулу 3.3 знаходимо мінімальну довжину катета зварного шва для диску 1 та корпусом захисного кожуха 2:

$$k = \frac{1}{86,42} \cdot \sqrt{\frac{(2 \cdot 180)^2}{(0,7 \cdot 0,053^2 \cdot 3,14)^2}} = 0,0038 \text{ м} \approx 4 \text{ мм}$$

### 3.5. Розрахунок шпонкового з'єднання ведучої зірочки транспортера

Вихідною умовою для розрахунку шпонкового з'єднання є діаметр вала  $d = 35$  мм, згідно із стандартом вибираємо такі розміри з'єднання: ширина шпонки  $b = 10$  мм; висота  $h = 8$  мм; глибина паза на валу  $t_1 = 5$  мм і у маточині втулки  $t_2 = 3,3$  мм. Розрахункова схема на (рис.3.9).

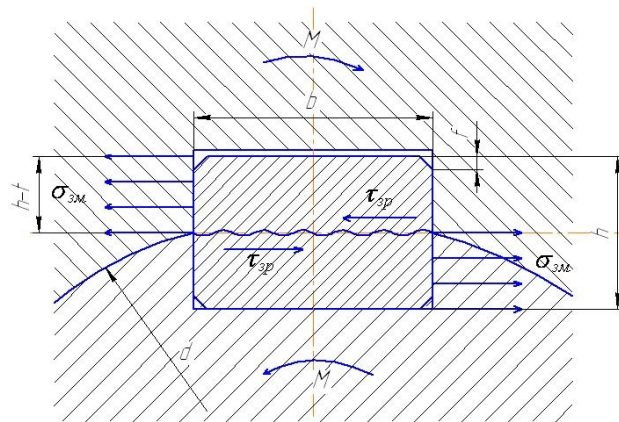


Рисунок 3.9 – Розрахункова схема з'єднання призматичною шпонкою

Для сталевого колеса з характерним постійним навантаження беремо допустиме напруження змінання  $[\sigma]_{zm} = 150$  МПа.

Потрібну робочу довжину шпонки визначаємо за формулою [13, 16]:

$$l_0 = \frac{2 \cdot T}{[d \cdot (h - t_1) \cdot [\sigma]_{zm}]} \quad (3.22)$$

де  $T$  – крутний момент на валу  $T = 180$  Н·м;

отже,

$$l_0 = \frac{2 \cdot 180 \cdot 10^3}{[35 \cdot (8 - 5) \cdot 150]} = 22,9 \text{ мм.}$$

Повна довжина шпонки [13, 16]

$$l = l_0 + b \quad (3.23)$$

тоді,

$$l = 22,9 + 10 = 32,9 \text{ мм.}$$

Згідно стандарту вибираємо довжину  $l = 34$  мм. Отже, задане з'єднання можна здійснити призматичною шпонкою 10x8x34 ГОСТ 23360-80.

## 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1. Заходи з охорони праці під час виконання технологічної операції

Перед початком роботи на проектованій ділянці необхідно перевірити справність устаткування, пристосувань і інструмента, огорож, захисного заземлення, вентиляції. Перевірити правильність складування заготівель і напівфабрикатів. Під час роботи необхідно виконувати всі правила використання технологічного устаткування дотримуватися правила безпечної експлуатації транспортних засобів, тари та вантажопідіймальних механізмів, дотримуватися вказівки про безпечне утримання робочого місця [115, 12].

В аварійних ситуаціях необхідно неухильно виконувати всі правила, що регламентують поведінку персоналу при виникненні аварій і ситуацій, які можуть призвести до аварій і нещасних випадків. По закінченні роботи повинно бути вимкнено все електроустаткування, проведена прибирання відходів виробництва та інші заходи, що забезпечують безпеку на ділянці. Ділянка має бути оснащена необхідними попереджувальними плакатами, обладнання повинно мати відповідне забарвлення, повинна бути виконана розмітка проїжджої частини, проїздів. Сама ділянка повинна бути спланований згідно вимогам техніки безпеки, а саме дотримання: ширини проходів, проїздів, мінімальна відстань між обладнанням. Всі ці відстані повинні бути не менше припустимих.

Щоб запобігти негативному впливу виявлених небезпечних та шкідливих виробничих факторів на здоров'я працівників, попередити виникнення виробничого травматизму при виконання технологічного процесу виготовлення деталі передбачаємо проведення наступних заходів загального характеру: раціональна організація робочих місць; регулярний контроль правильності всіх прийомів праці при виконанні операцій технологічного процесу; своєчасне проведення планово-попереджувальних ремонтів виробничого обладнання та інструменту; підтримування проїздів та проходів в



належному порядку; раціональні режими виконання всіх основних та допоміжних операцій технологічного процесу; ефективно використання засобів індивідуального захисту, своєчасний контроль їх стану, дотримання потрібної (встановленої нормами) періодичності їхньої заміни; використання сучасних запобіжних пристроїв і огороження робочих зон; проведення систематичного контролю стану обладнання та допоміжних пристроїв та інших.

Техніка безпеки під час збирання картоплі [5, 12]:

- На картоплезбиральних машинах дозволяється працювати тільки особам, які мають право на керування, знайомлені з їх пристроєм, володіють необхідними навичками і знаннями по регулюванню машин та догляду за ними.
- До початку роботи машини обслуговуючий персонал повинен ознайомитися з правилами техніки безпеки, виробничої санітарії і пройти відповідний інструктаж.
- Перед початком кожної зміни тракторист повинні ретельно оглянути машини і переконатися в їх справності, надійності болтових і шарнірних кріплень, а також у справності всіх захисних щитків та огорож.
- Під час роботи не дозволяється перебувати попереду трактора, картоплекопача.
- При транспортуванні картоплекопача та під час його роботи забороняється на ходу сідати в трактор.
- Під час руху та роботи забороняється перебувати на картоплезбиральному агрегаті.
- Не дозволяється перебувати поблизу карданного валу при включеному ВВП.
- Тракторист, що транспортує копач, повинен уважно слідкувати за ВОМ трактора, щоб не було самовключення, як на ходу трактора, так і на місці.
- Забороняється змащувати й очищати машину під час її роботи в полі, а також при прокручуванні на місці.
- Очищення, змащування, ремонт деталей, технічний догляд робити тільки при повній зупинці копальника, при заглушеному двигуні трактора.

- При підтягуванні буксуючої запобіжної муфти не стояти навпроти кінця валу (стояти збоку).
- Забороняється працювати без запобіжних кожухів і щитків.
- Одяг у тракториста не повинна мати звисаючих частин і кінців.
- Під час руху необхідно систематично перевіряти роботу гальм, рульового управління та механізму перемикання передач.
- Забороняється проводити очищення і змащення, а також регулювання і ремонт під час руху та при зупинках з включеним ВОМ трактора.
- Всі види регулювання, техобслуговування і ремонт необхідно проводити тільки при заглушеному двигуні.

#### 4.2. Моделювання травмонебезпечних ситуацій

При проведенні будь-якої технологічної операції безпека праці виконавця має найважливіше значення. Можливими травмонебезпечними чинниками при внесенні органічних добрив є [5, 12]:

- 1) механічне ураження рухомими частинами машини;
- 2) несправність органів керування, гальм;
- 3) недотримання правил поведінки з ПММ;
- 4) несправність системи вентиляції кабіни;
- 5) відмова одного з вузлів енергозасобу;
- 6) несправність або відмова вузлів розкидача;
- 7) недотримання правил техніки безпеки при внесенні добрив;
- 8) алкогольне сп'яніння виконавця (-ців).

Одним із методів оцінки реальності небезпеки є метод моделювання процесу виникнення травм та аварій.

Метод логічного моделювання процесів формування, виникнення небезпечних ситуацій та їх наслідків доцільно застосовувати для аналізу

існуючих або потенційних небезпек, що виявлені при обстеженні робочих місць, окремих марок машин, агрегатів, а також різних споруд будівель, виробничих операцій і технологій. Але, як показали дослідження, будь-яка аварія може бути наслідком однієї або багатьох потенційно небезпечних ситуацій. Тому метод логічного моделювання не може бути застосований для моделювання складних аварій і катастроф (табл. 4.1) [5, 12].

Таблиця 4.1 – Аналіз умов формування та виникнення травмонебезпечних і аварійних ситуацій під час збирання картоплі

Вид робіт	Виробнича небезпека			Можливі наслідки	Заходи запобігання небезп. ситуац.
	Небезпечна умова (НУ)	Небезпечна дія (НД)	Небезпечна ситуація (НС)		
Регулювання механізмів під час працюючого двигуна	Ланцюгова передача немає кожуху НУ	Можливий контакт із обертовими частинами НД	Захват одягу тракториста НС	Травма	Регулювання необхідно виконувати при виключеному двигуні та ВВП
Модель процесу НУ → НД → НС → Т					
Вхід та вихід тракториста із кабіни	Відсутня запобіжна огорожа НУ	Втрата рівноваги НД	Падіння тракториста НД	Травма	Встановлення огорожі
Модель процесу НУ → НД → НС → Т					

Аналіз моделей процесів формування й виникнення аварій, травм показав, що вони повністю імітують усі процеси та явища, що беруть участь у їх зародженні й виникненні. У зв'язку з цим, моделі, що отримали назву „Дерево відмов техніки і помилок оператора” можна назвати імітаційними. А оскільки виникнення кожної наступної події знаходять шляхом логічного

аналізу попередніх, то для кращого розуміння суті таких моделей, їх також називають логічно-імітаційними.

### 4.3. Розрахунок гальмівного шляху транспортного агрегату

Під час переїзду агрегату з господарства до місця виконання робіт по дорогах загального призначення на його безпечну експлуатацію значно впливає час спрацювання системи гальмування [5, 12].

Період часу з моменту виявлення небезпеки і до повної зупинки агрегату можна зобразити у вигляді складових частин.

$$t = t_1 + t_2 + t_3, \quad (4.1)$$

де  $t_1$  – реакція оператора,  $t_1 = 0,8$ с;

$t_2$  – час спрацювання гальмівного приводу,  $t_2 = 0,2$ с;

$t_3$  – час гальмування до повної зупинки,  $t_3 = 1,6$ с.

Такий показник як час реакції оператора залежить від індивідуальних особливостей, віку професійного рівня тощо, час спрацювання гальмівного приводу залежить від досконалості конструкції і виду гальм, а час гальмування приймають для сухих доріг в межах 1,1...2 с.

Оцінка ефективності гальмування здійснюється за величиною шляху, який пройде машина з моменту виявлення небезпеки і до повної зупинки. Такий шлях визначають за формулою (4.2).

$$S = (t_1 + t_2 + 0,5t_3) \frac{V_0}{3,6} + \frac{f_e \cdot V_0^2}{254 \cdot f} \cdot \frac{G_m + G_n}{G_m}, \text{ м} \quad (4.2)$$

де  $V_0$  – швидкість руху агрегату на початку гальмування,  $V_0 = 20$  км/год;

$f_e$  – коефіцієнт експлуатаційних умов гальмування,  $f_e = 1$ ;

$f$  – коефіцієнт зчеплення шин з покриттям дороги,  $f = 0,75$ ;

$G_m$  – маса трактора,  $G_m = 3340$  кг;

$G_n$  – маса розробленого картоплекопача,  $G_n = 420$  кг.

Підставивши значення отримаємо

$$S = (0,8 + 0,2 + 0,5 \cdot 1,6) \cdot \frac{20}{3,6} + \frac{1 \cdot 20^2}{254 \cdot 0,75} \cdot \frac{3340 + 420}{3340} = 12,3 \text{ м}$$

До гальмівної системи державним стандартом передбачено такі вимоги:

- а) стале уповільнення в процесі гальмування повинне становити не менше  $3,5 \text{ м/с}^2$ ;
- б) непрямолінійність руху в процесі гальмування не більше  $0,5\text{м}$ ;
- в) зупинку і утримання машини на схилі, що передбачений нормативно-технічною документацією;
- г) безвідмовна робота протягом встановленого періоду.

У разі переїзду через тунелі, мости, греблі, залізничні переїзди (якщо дозволяють габарити і вантажопідйомність) необхідно тільки на знижених швидкостях, з дотриманням всіх запобіжних заходів [5, 12].

Категорично забороняється знаходитися людям на причіпних і начіпних знаряддях під час їх транспортування. При спусках і підйомах слід дотримуватися черговості проїзду, рухатися на зниженій передачі при включеній муфті зчеплення. Переводити в транспортне положення і транспортувати агрегат потрібно відповідно до заводської інструкції.

## 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОЦІНЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЇ

Впродовж усього періоду роботи машини (агрегату) на полях господарство несе наступні витрати: 1) експлуатаційні витрати; 2) втрати через несвоєчасність збиральних робіт.

Питомі експлуатаційні витрати на одиницю виконаної машиною (агрегатом) роботи, (грн/га) визначають [10, 15]:

$$C_V = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 \quad (5.1)$$

де  $C_1$  – оплата праці персоналу, який обслуговує машину (агрегат), грн/га;

$C_2$  – вартість витрачених паливно-мастильних матеріалів, грн/га;

$C_3$  – відрахування на реновацію машини, грн/га;

$C_4$  – відрахування на ремонт та технічне обслуговування, грн/га.

Оплата праці обслуговуючого персоналу дорівнює, грн/га;

$$C_1 = \frac{n_1 \cdot T_1 + n_2 \cdot T_2 + \dots + n_6 \cdot T_6}{W_{\text{год}}} \quad (5.2)$$

де  $n_1, n_2, \dots, n_6$  – чисельність працівників, які обслуговують машину (агрегат), окремо за кожною кваліфікацією (розрядом);

$T_1, T_2, \dots, T_6$  – годинна оплата праці, грн./год;

$W_{\text{год}}$  – годинна продуктивність машини (агрегату), га/год.

Вартість паливно-мастильних матеріалів:

$$C_2 = C_K \cdot G_{II} \quad (5.3)$$

де  $C_K$  – комплексна ціна одного кілограма палива, грн/га;

$G_{II}$  – погектарна витрата палива машиною (агрегатом), кг.

Питомі витрати на амортизацію машини (агрегату):

$$C_3 = \frac{B_K \cdot a_K \cdot k_r}{100 \cdot S_c} \quad (5.4)$$

де  $B_K$  – балансова вартість машини (трактора та с.г. машини), грн;

$a_K$  – відсоток відрахування на реновацію, %;

$k_r$  – коефіцієнт зайнятості;

$S_c$  – сезонна площа вирощування картоплі, га.

Питомі відрахування на ремонт і технічне обслуговування становлять:

$$C_4 = \frac{B_K \cdot P_K}{W_K^{\text{год}} \cdot T_K} \quad (5.5)$$

де  $P_K$  – відсоток відрахувань на ремонт і технічне обслуговування машини для трактора  $P_K = 9,9\%$  та кароплекопалки  $P_K = 15\%$ ;

$W_K^{\text{год}}$  – годинна продуктивність машини, га/год;

$T_K$  – нормативне річне завантаження  $r$ -ї машини (для трактора  $T_K = 1350$  год та кароплекопалки  $T_K = 110$  год) [10, 15].

Наведемо приклад визначення питомих експлуатаційних витрат підприємства для технологічної операції викопування картоплі. Зазначимо, що площа, на якій виконується операція становить 10 га.

За формулою (5.2) визначаємо питомі витрати коштів на оплату праці тракториста.

$$C_1 = \frac{1 \cdot 108,84}{0,27} = 403,12 \text{ грн/га.}$$

Вартість паливно-мастильних матеріалів визначаємо за формулою (5.3):

$$C_2 = 57 \cdot 15,86 + 0,1 \cdot 310 = 935,02 \text{ грн/га;}$$

Питомі відрахування на амортизацію визначаємо за формулою (5.4). Норма відрахувань на амортизацію приймаємо для трактора  $a_K = 15\%$  та для с.г

машини  $a_k = 10\%$ ; коефіцієнт зайнятості для трактора  $k_r = 0,03$  для с.г. машини  $k_r = 1$  [10, 15]:

для трактора

$$C_{31} = \frac{850000 \cdot 15 \cdot 0,03}{100 \cdot 10} = 382,50 \text{ грн/га};$$

для кароплекопалки

$$C_{32} = \frac{150000 \cdot 10 \cdot 1}{100 \cdot 10} = 1500 \text{ грн/га}.$$

Питомі відрахування на ремонт і технічне обслуговування становлять:

для трактора

$$C_{41} = \frac{850000 \cdot 0,099}{0,27 \cdot 1350} = 230,86 \text{ грн/га};$$

для кароплекопалки

$$C_{42} = \frac{150000 \cdot 0,15}{0,27 \cdot 110} = 757,58 \text{ грн/га}.$$

Тоді, питомі експлуатаційні витрати господарства на виконання операції викопування картоплі розробленою машиною на площі 10 га становлять:

$$C_v = 403,12 + 935,02 + 382,5 + 1500 + 230,86 + 757,58 = 4209,08 \text{ грн/га}.$$

Отже, виконання вищенаведених розрахунків дає змогу встановити експлуатаційні витрати коштів на виконання операції збирання картоплі у СФГ „Вільна Україна” Радивилівського району Рівненської області становить 42090,8 грн.

Встановлені показники експлуатаційних витрат підприємства дають змогу оцінити ефективність виробництва картоплі у СФГ „Вільна Україна”.



## ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Аналізом землекористування та структури сільськогосподарських угідь СФГ «Вільна Україна» встановлено, що у ньому вирощуються: зернові, кормові, зернові та олійні культури. Аналіз показує, що господарство займається вирощуванням продовольчих і кормових культур, на які припадає 91% від загальної площі.

Аналіз тракторного парку показує, що більшість тракторів експлуатуються майже 30 років, тобто вийшли на амортизаційний термін. Склад парку сільськогосподарської техніки забезпечує комплексну роботу з посіву та збору спеціалізованих культур у господарстві. Але значна частина машини досягла кінця свого рекомендованого терміну служби та потребує заміни. На жаль, за останні роки господарство не придбало нову техніку. Тому, актуальним для СФГ «Вільна Україна» є питання раціонального використання наявних механічних тракторних парків та поповнення їх новою технікою.

Під час збирання картоплі особливу увагу слід приділяти конфігурації поля, тобто міжряддям, яких слід суворо дотримуватися, щоб не наштовхнутися на сусідні ряди і тим самим не пошкодити бульби.

Розроблена картоплекопалка дозволяє істотно заощадити кошти господарства в порівнянні з придбанням нової КНТ-2Б. Даний екскаватор має хорошу ефективність в процесі збирання картоплі.

Розробка та впровадження заходів з охорони праці дозволяє запобігти можливим небезпечним ситуаціям у період збирання картоплі, тим самим знизити рівень виробничого травматизму та покращити умови праці.

Економічні розрахунки показують, що питомі експлуатаційні витрати складають 4209,08 грн/га.

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Бондарчук А.А. Картопля: вирощування, якість, збереженість. Київ : Кит, 2009. 232 с.
2. Довідник з машиновикористання в землеробстві / За ред. В. І. Пастухова. Харків: "Веста" 2001. 347 с.
3. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний посібник / Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М. та ін. Київ : Аграрна освіта, 2010. 617 с.
4. Експлуатація машин і оладнання: навчально-методичний комплекс [навч. посіб. Для студентів інженерних спеціальностей осв.-кваліф. Рівня «Бакалавр»] / І.М. Бендера, В.П. Грубий, П.І. Роздорожнюк та ін. / за ред. І.М. Бендери, В.П. Грубого, П.І. Роздорожнюка. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин Я.І., 2013. 576 с.
5. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці: підруч. / В. Ц. Жидецький. – 3-тє вид., перероб. і доп. Львів : Укр. акад. друкарства, 2006. 336 с.
6. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві / С.Д. Лахман, В.І. Рубльов, Б.І. Рябцев. Київ : Урожай, 2003. 272с.
7. Картопля / За ред. В.А. Вітенка і Г.С. Куценка. Київ: Урожай, 1990 256 с.
8. Картоплярство : навчальний посібник / І.О. Федосій, О.О. Комар, М.М. Фурдига, Н.А. Захарчук. Київ : ФОП Ямчинський, 2022. 382 с.
9. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів: НВФ „Українські технології”, 2006. 760 с.
10. Марченко В. Методика визначення показників економічної ефективності використання комплексів машин та машинно-тракторного парку / В. Марченко // Збірник наук.пр. НАУ. Механізац. с.г. ви-ва. Т.ХІV. 2003. С. 189-194.
11. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Полісся і західного регіону України / [редкол. : М. В. Зубець (гол. редколегії) та ін.]. Київ

: Урожай, 2004. 560 с.

12. Охорона праці (гігієна праці та виробнича санітарія): навчальний посібник / Пістун І.П., Березовецький А.П., Тимочко В.О., Городецький І.М.; за ред. І.П. Пістуна. Львів: Тріада плюс, 2017. Ч.1. 620 с.

13. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунку деталей машин. Львів : Афіша, 2003. 560 с

14. Практикум із машиновикористання в рослинництві. Навчальний посібник / За ред. Мельника І.І. Київ: Кондор. 2009. 284 с.

15. Про затвердження Методики обчислення вартості машино-дня та збитків від простою машин” постанова Кабінету міністрів України від 12 липня 2004 р. N 885.

16. Рудь Ю.С. Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. 2-е вид., переробл. Кривий Ріг: Видавець ФОП Чернявський Д.О., 2015. 492 с.; з іл.

17. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку : підруч. / Д. Г. Войтюк, та ін.; за ред. Д. Г. Войтюка. К. : Вища освіта, 2005. 464 с.

18. Сільськогосподарські та меліоративні машини : підруч. / Войтюк Д. Г. та ін.; за ред. Д. Г. Войтюка. Київ : Вища освіта, 2004. 544 с.

19. Сучасна технологія вирощування картоплі. URL: <https://uapg.ua/blog/suchasna-tehnologiya-viroshhuvannya-kartopli/> (Дата звернення 18.01.2024).

20. Технологічна наладка та усунення несправностей сільськогосподарських машин. Довідник [Г.Р. Гаврилюк, Г.І. Живолуп, П.С. Короткевич та ін.] ; за ред. Г.Р. Гаврилюка. Київ : Урожай, 1988. 256 с.

21. Технологія вирощування картоплі. URL: [https://ikar.in.ua/potato\\_intresting/technology/](https://ikar.in.ua/potato_intresting/technology/). (Дата звернення 21.01.2024).