УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ

Допускається до захисту
Завідувач кафедри
_____ Войтік А.В.
“___” _____ 2025 р.

Кваліфікаційна робота (дипломний проект)

перший (бакалаврський)
(освітній рівень)

на тему **«Визначення складу комплексу машин для виробництва картоплі з розробкою операційної технології збирання врожаю»**

Виконав: студент 3 курсу, групи 31к-ім
Спеціальність Н7
«Агроінженерія»
Сергій ДРАЧ
(прізвище та ініціали)

Керівник Андрій ВОЙТІК
(прізвище та ініціали)

Рецензент Олександр ТРУС
(прізвище та ініціали)

Умань – 2025

УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ

Освітній рівень бакалавр
Спеціальність Н7 «Агроінженерія»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ Войтік А.В.
“___” _____ 2025 р.

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

Драчу Сергію Сергійовичу
(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема проекту «Визначення складу комплексу машин для виробництва картоплі з розробкою операційної технології збирання врожаю»
керівник проекту Войтік А.В., к.т.н., доцент
(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом вищого навчального закладу від
“ 01 ” кітня 20 25 р. № 01-06/63
2. Строк подання студентом проекту 01.06.2025 р.
3. Вихідні дані до проекту: звіти про виробничу діяльність господарства; виробничий процес – вирощування картоплі; технологічний процес – збирання картоплі двофазним способом; машина – картоплезбиральний комбайн.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): коротка характеристика господарства і аналіз господарської діяльності; розрахунок потреби в тракторах і сільськогосподарських машинах; розрахунок копачфів комбайну для збирання картоплі; питання охорони праці; економічне обґрунтування проекту.
5. Перелік графічного матеріалу (4-8 слайдів):
Характеристика господарства; склад МТП; загальний вигляд копача; схеми розрахунків на міцність; економічні показники.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Прокопенко Е.В., доцент		

7. Дата видачі завдання 22 вересня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1.	Підбір та вивчення літературних джерел, підготовка вступу	08.11.2024 р.	
2.	Підготовка розділу 1	15.12.2024 р.	
3.	Підготовка розділу 2	22.01.2025 р.	
4.	Підготовка розділу 3	29.03.2025 р.	
6.	Підготовка розділу 4	27.04.2025 р.	
7.	Підготовка розділу 5	10.05.2025 р.	
8.	Виконання графічної частини проекту:	20.05.2025 р.	
	– Представлення проекту керівнику на перевірку	01.06.2025 р.	

Студент _____ Сергій ДРАЧ
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту _____ Андрій ВОЙТІК
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

Вступ 4

РОЗДІЛ 1. ВИРОБНИЧО-ТЕХНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА 5

1.1. Адміністративно-організаційна структура 5

1.2. Машинно-тракторний парк. 6

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ІНДУСТРІАЛЬНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ 11

2.1. Розробка технологічної карти вирощування картоплі 11

2.2. Пропонована удосконалена технологія вирощування картоплі 14

РОЗДІЛ 3. УДОСКОНАЛЕННЯ КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА 17

3.1. Агротехнічні вимоги до картоплезбирачів 18

3.2. Будова та принцип роботи 18

3.3. Удосконалення викопуючої секції 21

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ 28

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ 32

ВИСНОВКИ 34

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 35

ВСТУП

Основні завдання агропромислового комплексу полягають у забезпеченні сталого зростання сільськогосподарського виробництва та надійного постачання держави продуктами харчування, а також сільськогосподарською сировиною. Ключове значення має координація зусиль усіх галузей комплексу, що дозволяє досягти високих кінцевих результатів. Це вимагає інтеграції та узгодженої роботи різних секторів, від вирощування до переробки та постачання продукції.

Ретельний аналіз наукових досліджень і узагальнення досвіду прогресивних господарств свідчать про те, що для успішного впровадження індустріальної технології виробництва картоплі необхідно розробити комплекс заходів. Ці заходи повинні включати агротехнічні, технічні та організаційно-економічні аспекти, спрямовані на підвищення врожайності, поліпшення якості кінцевої продукції та зменшення трудомісткості виробництва.

Технологія вирощування картоплі, яка орієнтована на максимальну механізацію процесів посадки, догляду та збирання, разом з оптимальною організацією праці, забезпечує стабільні врожаї на рівні не менше 250 центнерів з одного гектара. Водночас, ця технологія дозволяє знизити трудові витрати до показника, що не перевищує 1 людино-годину на виробництво 1 центнера продукції. Такий підхід сприяє оптимізації виробничих процесів, підвищенню ефективності роботи та зміцненню конкурентоспроможності агропромислового комплексу. Це забезпечує не лише економічні переваги, але й сприяє довгостроковій стійкості та розвитку сільськогосподарського сектору.

Розділ 1. ВИРОБНИЧО-ТЕХНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА

1.1. Адміністративно-організаційна структура

Клімат помірно-континентальний, достатньо вологий, з тривалим прохолодним літом і м’якою короткою зимою.

В цілому кліматичні умови господарства дозволяють вирощувати усі сільськогосподарські культури, районовані в даній зоні. По всій території господарства спостерігаються значні плоскорівнинні платоподібні ділянки, на яких сформувалися опідзолені ґрунти.

Виходячи з розрахунку балансу гумусу і існуючої структури посівних площ, внесення 10 –11 т/га органічних добрив, а також в залежності від реакції ґрунтового розчину – 2,2 – 3,0 т/га фізичного вапна щорічно забезпечить додатній баланс гумусу, а це підвищить родючість ґрунту.

Таблиця 1.1 – Структура сільськогосподарських угідь

Назва	Площа, га	Процентне відношення в структурі, %
Всього земельних угідь	6108,8	100
у тому числі с.г. угідь	5846	95,7
з них: ріллі	5746	94,1
пасовища та сінокоси	93	1,5
багаторічні насадження	7	0,1
землі резервного фонду	262,8	4,3

Скорочення чисельності працюючих вплинула на кількість відпрацьованих в сільському господарстві людино-годин. В 2024 р. на 124 тис.люд*год або на 18% відпрацьовано менше ніж 2022 р. За відсутністю коштів, вже на протязі більш як 7 років не купувалась нова техніка. У зв’язку з цим, з кожним роком скорочуються енергетичні потужності. У 2024 р. вони зменшилася на 2135 к.с., або на 10%, в порівнянні з 2022 р. Відповідно знизився показник енергетичних потужностей, що припадає на 100га с.-г. угідь, на 48к.с.,

або на 11% та на 1 середньорічного працівника на 2 к.с., або 7%, Ці показники свідчать про необхідність поновлення автотракторного парку в даному господарстві.

1.2. Машинно-тракторний парк

Основне завдання тракторної бригади - своєчасно, в агротехнічні строки, виконати механізовані роботи, щоб вирощувати високі і сталі врожаї всіх сільськогосподарських культур з мінімальними затратами праці. Тракторна бригада відіграє важливу роль у обробітку землі та відгодівлі тварин.

Таблиця 1.2 – Склад парку автомобілів

Марка автомобіля	Кількість, шт..
КАМАЗ - 5320	2
КАМАЗ - 5511	1
САЗ – 3507	2
САЗ – 3502	2
АЦ – 4,2-53А	1
УАЗ-469	1
УАЗ-452	1

Таблиця 1.3 – Склад парку тракторів

Марка трактора	Кількість, шт..
Джон Дір – 8440	2
ХТЗ-172021	4
Т-150К	2
Т-150	3
МТЗ-80/82	9
МТЗ-1221	1
ЮМЗ-6АЛ	3

Таблиця 1.4 – Склад парку комбайнів і складних сільськогосподарських машин

Марка машини	Кількість, шт..
Домінатор – 108SL	8
Ягуар 690	1
КСК-100	3
Е-281	1

Таблиця 1.5 – Склад парку сільськогосподарських машин та знарядь

Назва	Марка	Кількість, шт
Машини для обробітку грунту	ПЛН-5-35	3
	Плуг обертовий RMGTi	1
	ПНУ-8-40	2
	Ріпер Джон Дір - 512	2
	Культиватор Wil-Rich DCIII25	1
	КНП-8,4	2
	КПС-4	2
	КРН-5,6	2
Сівалки	Астра-6	5
	СЗ-10,8	1
	Planter - 1710	1
	СЗТ-3,6	1
	Веста-8	3
Причепи	1ПТС-9	4
	ПСС-12,5	3
	2ПТС-4-8875	8
	2ПТС-4-785	3
	2ПТС-4-793А	2
Машини для внесення добрив	ПРТ-10	3
	РУМ-8	1
	МВУ-5	1
	РУМ-5	1
Машини для захисту рослин	ОП-2000	3
	Case Patriot	2

Ефективність використання машинно-тракторного парку можна визначити, проаналізувавши техніко-економічні показники його використання. Приведемо ці показники у табл. 1.6

Таблиця 1.6 – Основні показники використання МТП за 2024 рік

Показники	Значення
Кількість умовних тракторів	26,53
Відпрацьовано трактороднів - всього	7868
на 1 еталонний трактор	208
Відпрацьовано тракторозмін	9487
Коефіцієнт змінності	1,2
Вироблено еталонних гектар	35661
Вироблено на 1 ет. тр. ум. ет. га.	1344
Вироблено за зміну ум.ет.га.	5,77
Щільність тракторних робіт	25,8
Собівартість 1 ум.ет.га	6,48
в т.ч. оплата праці	2,28
паливо і мастильні матеріали	0,77
амортизація	0,53
інші витрати	1,20
поточний ремонт	1,70

Технічне обслуговування – це сукупність операцій, які обов'язково треба виконувати в певні строки, щоб своєчасно перевірити технічний стан машин і їх механізмів.

Відповідно до наявності у господарстві техніки і засобів механізації процесів в господарстві побудовано центральну ремонтну майстерню, а в відділках – стаціонарні пункти технічного обслуговування до складу яких входять такі споруди:

1). Майстерня;

2). Пост технічного обслуговування;

3). Майданчик з твердим покриттям для складання і регулювання сільськогосподарських машин;

4). Майданчик з твердим покриттям для зберігання техніки;

5). Пост для очисно-мийних робіт;

6). Побутовий комплекс.

На базі господарства виконують ТО-1, ТО-2, ТО-3, ремонт проводиться на спеціалізованому ремонтному підприємстві.

Для проведення технічного обслуговування машин в господарстві застосовують пересувний агрегат АТЧ-11, що змонтований на основі шасі автомобіля ГАЗ-53. За допомогою цього агрегату очищають, миють машини, деталі і вузли, змащують, заправляють і ремонтують вузли та агрегати, підтягують кріплення, і усувають дрібні несправності, підкахують шини і продувають систему паливо проводів. Технічне діагностування машин провидиться за допомогою діагностичної установки.

Зберігання техніки в господарстві знаходиться в незадовільному стані. Лише автомобілі зберігаються в гаражах. А вся інша техніка зберігається під відкритим небом, під снігом і дощем, що різко зменшує її ресурс і строк експлуатації. Близько 10 – 12% всіх виходів з ладу машин проходить із-за цієї причини.

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ

2.1. Розробка технологічної карти вирощування картоплі

Розробка технологічної карти для вирощування картоплі є складним, але водночас необхідним процесом, що включає кілька ключових етапів. Цей процес допомагає оптимізувати аграрні операції та забезпечити максимальну врожайність і якість продукції. Ось детальний опис етапів, які варто врахувати при створенні такої карти:

Оцінка ґрунтово-кліматичних умов:

Спочатку необхідно провести аналіз типу ґрунту на площі вирощування, визначити його родючість, структуру та кислотність. Це дозволить зрозуміти, які агротехнічні заходи потрібні для підвищення ефективності вирощування.

Важливо також оцінити кліматичні умови регіону, такі як середньорічні температури, кількість опадів, ймовірність виникнення посухи або заморозків, що допоможе у виборі оптимальних строків агротехнічних операцій.

Вибір сортів картоплі:

Вибір відповідних сортів картоплі є критично важливим. Слід віддати перевагу тим сортам, які найкраще адаптуються до місцевих умов, мають високу стійкість до поширених хвороб і шкідників, а також відзначаються високою врожайністю.

Підготовка ґрунту:

Розробка плану підготовки ґрунту включає визначення необхідних агротехнічних заходів, таких як оранка, дискування та культивація.

Також слід скласти графік внесення органічних та мінеральних добрив для підвищення родючості ґрунту, що є важливим для успішного росту та розвитку картоплі.

Посадка:

Визначення оптимальних термінів посадки базується на кліматичних умовах та вимогах обраного сорту картоплі.

Необхідно підібрати відповідну техніку для посадки і скласти детальний план проведення посадкових робіт, щоб забезпечити рівномірність та якість посадки.

Догляд за посівами:

Розробка графіка поливу, підживлення та захисту рослин від шкідників і хвороб.

Вибір ефективних засобів захисту рослин та добрив є ключовим для підтримки здоров'я посівів і забезпечення оптимального врожаю.

Збирання врожаю:

Визначення оптимальних строків збирання врожаю, виходячи з погодних умов і стану рослин.

Підбір відповідної техніки для збирання картоплі та планування логістичних операцій, що забезпечить збереження якості продукції.

Економічні розрахунки:

Проведення аналізу витрат на кожному етапі виробничого процесу.

Прогнозування очікуваного врожаю та прибутку, що допоможе у прийнятті обґрунтованих фінансових рішень.

Зразок технологічної карти для вирощування картоплі на площі 400 га

1. Аналіз ґрунту:

Тип ґрунту: Супіщаний, що забезпечує хорошу аерацію і дренаж.

Родючість: Висока, що сприяє доброму розвитку рослин.

Кислотність: Нейтральна (pH 6.0), що є оптимальною для картоплі.

2. Сорт картоплі:

Обраний сорт: "Белларoза" – відомий своїми високими врожайними характеристиками та стійкістю до фітофторозу і посухи.

3. Підготовка ґрунту:

Оранка: Виконується на глибину 25 см в кінці квітня, щоб покращити структуру ґрунту.

Дискування: Проводиться двічі на глибину 10 см для подрібнення грудок ґрунту.

Культивація: Здійснюється перед посадкою на глибину 5 см для вирівнювання ґрунту.

4. Посадка:

Терміни посадки: Планується на початок травня, враховуючи кліматичні умови.

Густота посадки: 45 000 бульб на гектар для оптимізації просторового розташування рослин.

Техніка: Використовується високоякісна сівалка Grimme GL 430 для забезпечення рівномірності посадки.

5. Догляд за посівами:

Полив: Крапельний полив з інтервалом раз на два тижні для забезпечення стабільного водопостачання.

Добрива: Азотні та фосфорні добрива вносяться перед посадкою, калійні – під час вегетаційного періоду.

Захист: Регулярна обробка фунгіцидами та інсектицидами за потреби для запобігання розвитку хвороб та шкідників.

6. Збирання врожаю:

Терміни: Планується на початок вересня, щоб уникнути несприятливих погодних умов.

Техніка: Використовується комбайн Grimme SE 150-60 для ефективного збирання картоплі.

7. Економічні розрахунки:

Витрати на гектар: Складають $1,200, що враховує всі агротехнічні заходи.

Очікуваний врожай: 35 тонн з гектара, що забезпечить високий рівень продуктивності.

Прогнозований прибуток: $2,500 за гектар, що свідчить про економічну вигоду вирощування картоплі.

2.2. Удосконалена технологія вирощування картоплі

Вирощування картоплі вимагає системного підходу, враховуючи новітні агротехнології та досягнення в агрономії. Нижче наведено покроковий опис сучасної методики вирощування картоплі, яка дозволяє досягнути високої врожайності та якості продукції.

Підготовка поля

Після збирання попередніх культур, зокрема зернових або трав, поле підлягає якісній обробці. Для цього використовуються сучасні дискові агрегати, які допомагають розпушити верхній шар ґрунту, забезпечити його аерацію та підготувати для внесення добрив. Якщо на полі виявлено коренепаросткові бур'яни, проводиться дворазове лущення на глибину 6-7 см, а також обробка лемішними агрегатами на глибину 10-12 см для повного їх знищення.

На дерново-підзолистих ґрунтах особливо важливо поглиблювати орний шар з обов'язковим внесенням 30-40 тонн/га органічних добрив. Це сприяє підвищенню родючості ґрунту та забезпечує кращі умови для розвитку картоплі.

Внесення добрив

Для досягнення оптимальних результатів врожайності в регіонах Полісся та західних областях України рекомендується восени внести 50-60 тонн/га гною. Весняне внесення органічних добрив менш бажане через ризик утворення ущільнень у вологих ґрунтах та перенесення насіння бур'янів.

Сучасні розкидачі добрив, такі як Amazone ZA-M або Rauch Axis, забезпечують точне і рівномірне внесення як органічних, так і мінеральних добрив. Фосфорні та калійні добрива доцільно вносити під час зяблевої обробки восени, тоді як азотні – весною, під час підготування гребенів для посадки картоплі.

Обробіток ґрунту

Сучасні технології обробітку ґрунту включають метод поверхневої обробки за допомогою зяблевої оранки. Це дозволяє зберегти структуру ґрунту, підтримувати його родючість та зменшити ерозію. Внесення гною під час цього обробітку може підвищити врожайність на 61-65 центнерів/га, а також збільшити вміст крохмалю на 7,3-9,0 центнерів/га.

Підготовка насіннєвого матеріалу

Підготовка насіння картоплі є ключовою складовою успішного вирощування. Насіння ретельно сортується і обробляється 3-5% суспензією фунгіцидів для захисту від хвороб. Використання передових систем, таких як протруювачі типу Grimme або AVR, дозволяє забезпечити якісну обробку та завантаження бульб у бункери саджалок.

Посадка

Посадка картоплі здійснюється за допомогою сучасних начіпних картоплесаджалок, таких як Grimme GL або AVR Spirit. Ці агрегати забезпечують точність висадки та оптимальну густоту посадки, яка складає 55-60 тисяч кущів для товарної картоплі та 70-75 тисяч для насіннєвої.

Догляд за посівами

Догляд за картопляними посівами включає кілька міжрядних обробок, які спрямовані на боротьбу з бур'янами та шкідниками. Застосування комбінованих систем, що поєднують механічні засоби з гербіцидами, дозволяє ефективно контролювати ріст бур'янів. Обприскування проти шкідників і хвороб здійснюється сучасними обприскувачами, такими як John Deere або Hardi, що забезпечує високу швидкість та точність обробки.

Збирання врожаю

Перед збиранням урожаю бадилля скошують за допомогою спеціальної техніки, що полегшує викопування бульб. Залежно від стану ґрунту, його забур'яненості та конфігурації поля, застосовуються різні технічні засоби – від потужних комбайнів Grimme або Ropa до копачів-валкоутворювачів для роздільного збирання.

Після збору картоплю сортують на сучасних сортувальних лініях та закладають на зберігання в спеціалізовані сховища з активною вентиляцією. Це забезпечує збереження якості продукції протягом тривалого періоду зберігання, знижуючи втрати і підтримуючи стабільний рівень якості.

Впровадження цих сучасних методик та технологій значно підвищує ефективність вирощування картоплі, забезпечуючи високу врожайність та якість продукції, що є ключовими показниками для успішного аграрного бізнесу.

РОЗДІЛ 3. УДОСКОНАЛЕННЯ ВИКОПУЮЧОЇ СЕКЦІЇ КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНОГО КОБАЙНА

3.1. Агротехнічні вимоги до картоплезбирачів

Збирання картоплі є енергомістким процесом, під час якого машини підкопують рядки картоплі в середньому на глибину до 20 см, подрібнюють і відсівають грунт, відокремлюють бадилля та бульби. При цьому в підрізаному шарі грунту бульби складають за масою тільки 1—3 %. Щоб виділити 4—6 кг бульб машина повинна подрібнити і відсіяти за секунду до 200 кг грунту. На роботу машин впливають розміри, маса, форма і стан бадилля та бульб картоплі. Бульби легко пошкоджуються при ударах та переміщенні по робочих і транспортувальних органах машин. Для машинного збирання картоплі у рядках повинні бути компактні гнізда, а бульби — мати округлу, вирівняну за розмірами форму і легко відокремлюватись від столонів.

При збиранні картоплі виконують послідовно такі технологічні операції: збирання бадилля, підкопування картоплі, виділення бульб, очищення і сортування картоплі.

Збирають картоплю, потоково-комбайновим роздільним частково механізованим та роздільним способами. При потоково-комбайновому способі збирання викопують картоплю комбайнами. Бульби від комбайна відвозять транспортними засобами до картоплесор-тувальних пунктів, де їх очищають і сортують.

Роздільний частково механізований спосіб збирання, полягає , в тому, що машинами викопують картоплю, відокремлюють її від землі та домішок і укладають на полі у валок, який після підсихання підбирають вручну.

Перед викопуванням картоплі спочатку збирають бадилля. Для цього використовують косарки-подрібнювачі КИР-1.5Б та поірібнювачі бадилля БД-6. Для викопування картоплі застосовують картоплекопачі і картоплезбиральні комбайни.

Післязбиральний обробіток картоплі проводять на картоплесортувальних пунктах або з використанням окремих машин-картоплесортувалок.

Завантажують картоплю у сховища транспортерами-завантажувачами, а вивантажують зі сховищ транспортерами-підбирачами.

Для якісного збирання картоплі машини повинні забезпечувати певні агротехнічні вимоги. Так, при збиранні бадилля картоплі повнота зрізування має складати не менше 80 %, висота зрізу бадилля над поверхнею грунту або вершиною гребеня — не перевищувати 20 см. Картоплезбиральні машини повинні викопувати не менш як 97—98 % бульб картоплі, відокремлювати їх від землі, бадилля та рослинних решток. При цьому не пошкоджувати картоплю понад 3—5%, а при збиранні комбайнами — 4—10%. Чистота зібраних бульб, що надходять від комбайнів, має становити не менше 80 %.

На картоплесортувальних машинах можливе пошкодження до 5 % бульб і втрати до 0,5 %.

3.2. Будова та принцип роботи

Картоплезбиральний комбайн призначений для збирання картоплі, посадженої гребеневим способом з міжряддями 70 см на легких, середніх і важких перезволожених грунтах. Комбайн напівначіпний. Агрегатують із тракторами класу 1,4, 2 і 3.

Основними складальними одиницями комбайна є два опорних котки, дискові копачі, підкопувальні лемеші, перший та другий елеватори пруткового типу, сепаратори шнекового типу, грудко-подрібнювач, рідкопрутковий транспортер, два похилих пальчастих транспортери, кошовий елеватор, транспортери (супровідний та завантажувальний), бункер вантажомісткістю 1500 кг, основна та рухома рами, два опорних пневматичних колеса, причіпний пристрій, механізм привода та гідросистема.

Опорні котки 1 (рис. 3.1) під час роботи утримують на заданій глибині підкопувальні лемеші, копіюють поверхню гребенів. Вони являють собою порожнисті циліндри, закріплені на осі у стояках.

Дисковий копач 2 складається з двох плоских дисків, встановлених на кінцях колінчастої осі з невеликим розвалом.

Лемеші 3 комбайна мають трапецієподібну форму і в задній частині обладнані відкидними клапанами.

У верхній частині дискових копачів розміщені три поздовжніх шнеки 4. При роботі вони переміщують скиби на основний елеватор 5 та подрібнюють їх.

Основний елеватор (пруткового типу) забезпечує сепарацію грунту та переміщує ворох „вверх до рідкопруткового транспортера 9. Елеватор має два податна, причому праве у два рази ширше, ніж ліве. Над елеватором розміщені три шнеки. Один нижній центральний 6 і два бокових верхніх 7. Центральний шнек подрібнює грудки і сприяє сепарації, а бокові — звужують масу і спрямовують її до грудкоподрібнювача 20. Шнеки являють собою циліндри, на поверхні яких закріплені гумові зубоподібні лопаті.

Відстань між прутками основного елеватора і лопатями шнеків регулюють гвинтовим механізмом.

Грудкоподрібнювач забезпечує подрібнення грудок у звуженому потоці вороху. Він складається з вала, двох дисків, на які натягнуте гумове полотно.

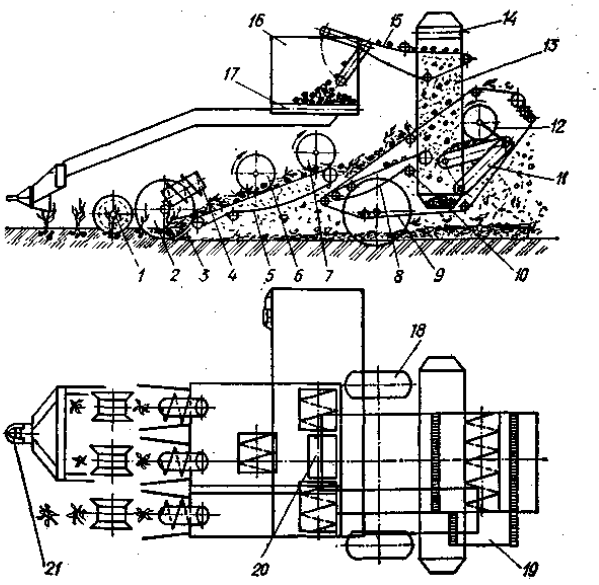


Рисунок3.1 – Схема робочого процесу картоплезбирального комбайна:
1—опорні котки; 2 —дисковий копач; 3 —леміш; 4 —поздовжній шнек; 5 —основний елеватор; 6 — центральний шнек; 7 — боковий шнек; 8 — другий елеватор; 9 — рідкопрутко-вий транспортер; 10 — підтримувальний коток. 11—широка гірка; 12 — задній шнек; 13 — ковшовий транспортер; 14 — супровідний транспортер; 16 — транспортер завантаження бункера; 16 —бункер; 17 — транспортер; 18,—ходове колесо; 19 —вузька гірка; 20 — грудко-подрібнювач; 21 — причіп

Другий елеватор 8 призначений для сепарації грунту і транспортування бульб з домішками на широкий пальчастий транспортер 11. Останній забезпечує відокремлення дрібних домішок і подачу бульб у ковшовий елеватор. Він являє собою безконечну стрічку з прогумованого матеріалу з пальчиками на поверхні. Кут похилу транспортера можна регулювати.

Над верхньою частиною похилого транспортера встановлений шнек 12, який лопатями зміщує великі домішки на вузький транспортер, а дрібні проходять у зазорі між шнеком і транспортером. Вузький похилий транспортер додатково очищає ворох і подає бульби у ковшовий елеватор 13. Останній являє собою стрічковий транспортер барабанного типу з ковшами із прогумованої тканини.

Бункер-нагромаджувач 16 складається з рухомої і трьох нерухомих стінок, лотка і ланцюгово-планчастого транспортера 17.

Робочі органи, елеватори і транспортери приводяться в рух від ВВП трактора.

Гідросистема комбайна складається із гідророзподільника, маслопроводів, гідромотора для приведення в рух транспортера бункера, гідроциліндрів для піднімання рухомої рами та зміни положення рухомої стінки завантажувального транспортера.

Робочий процес. Під час руху комбайна, опорні котки 1 переміщуються по гребенях, копіюють їх рельєф і забезпечують задану глибину ходу лемешів 3. Диски копача 2 відрізують скибу з боків гребеня, а лемеші підрізують її знизу. Скиба стискається дисками і переміщується на основний елеватор 5. Поздовжні шнеки натискають на скибу зверху, додатково подрібнюють її, відривають частково бадилля від бульб картоплі.

На основному елеваторі значна частина грунту просіюється між прутками. Центральний і бокові шнеки та грудкоподрібнювач, розміщені над елеватором, подрібнюють грудки і сприяють інтенсивній сепарації грунту.

Основний елеватор переміщує ворох до рідкопруткового транспортера. Тут бульби, грудки та інші дрібні домішки провалюються між прутками на

другий елеватор, а довге бадилля, великі рослинні рештки зависають на прутках і виносяться з комбайна на поле.

На другому елеваторі продовжується сепарація, вороху і одночасне переміщення до широкого пальчастого транспортера (гірки) 11. Оскільки транспортер похилий, то бульби скочуються з його поверхні в ковшовий елеватор 13, дрібні домішки виводяться назовні, а решта вороху шнеком спрямовується на вузький пальчастий транспортер. Тут бульби скочуються з його, поверхні у ковшовий елеватор, а домішки випадають на поле.

Із ковшового елеватора бульби (чисті та з бадиллям) потрапляють на супровідний транспортер 14. Бадилля зависає на прутках транспортера, протягується між обгумованим барабаном, відривається і падає вниз, а бульби потрапляють на завантажувальний транспортер 15. Останній спрямовує їх у бункер-нагромаджувач 16.

Вивантажують бульби з бункера у транспортні засоби на ходу або при зупиненому агрегаті.

Регулювання. Глибину ходу лемешів регулюють гвинтовими механізмами опорних котків. Ширину захвату і ступінь стискання підрізаного шару грунту копачами регулюють поворотом зігнутої осі і суміщенням отворів на кронштейні, осі та секторі стояка, інтенсивність сепарації на основному елеваторі — зміною зазора між лопатями бокових шнеків та елеватором за допомогою гвинтових механізмів, кут похилу пальчастих транспортерів та положення заднього шнека — рукояткою механізму піднімання, а відбійного валика — гвинтовим механізмом.

3.3. Удосконалення викопуючої секції

Розрахунок конструктивно-кінематичних параметрів сферичного диска. Основними геометричними параметрами сферичного диска є: діаметр диска Д (рис.3.2), радіус кривизни сфери диска r, кут ε_1, який з ними зв’язаний і дорівнює половині центрального кута дуги діаметрального перерізу диска, кут заточки і, кут нахилу фаски диска до основи диска ω, кут різання α, затилочний кут ε_2

(задній кут) і товщина диска δ. Кожний із цих параметрів має певне технологічне значення.

На основі досвіду рекомендується співвідношення між діаметром диска Д і глибиною ходу h:

$$Д = kh, \tag{3.1}$$

де k - коефіцієнт.

В нашому випадку сферичний диск працює подібно диску лущильника, тому значення коефіцієнта k, як встановлено досвідом, становить для лущильників 5,0-6,0.

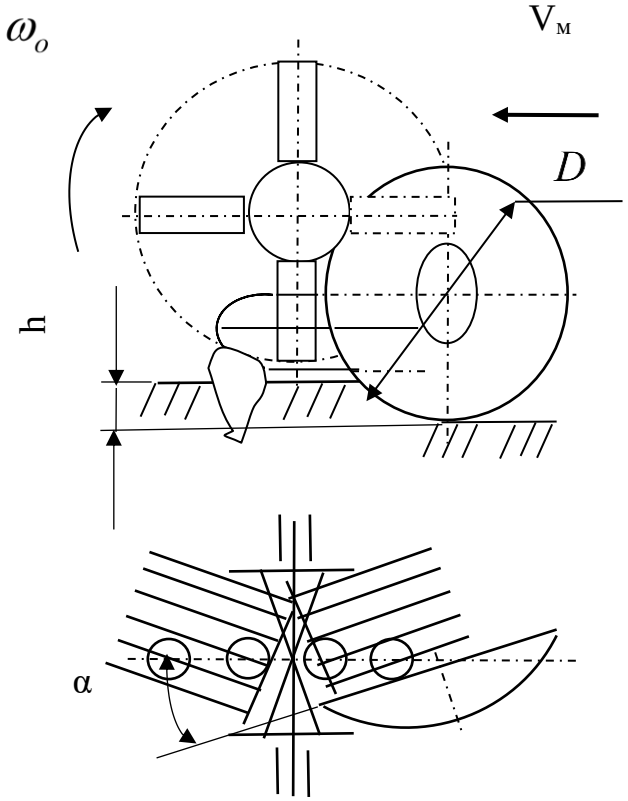


Рисунок 3.2 – Схема для розрахунку основних параметрів сферичного диска

Глибина ходу h викопуючого сферичного диска повинна бути більшою або рівною середній глибині залягання картоплі в грунті. Згідно агрофізичної характеристики картоплі, їх глибина залягання в грунті знаходиться в межах 4,0 -14 см, тобто середня глибина становить 9,0 см.

Тоді згідно (3.1)

$D = 5{,}5 \times 0{,}09 = 0{,}495$ (м).

Діаметри дисків стандартизовані - на лущильниках вони становлять 450-610 мм. Приймаємо діаметр сферичного диска D = 0,45 м виходячи з конструктивних міркувань.

Радіус кривизни сфери диска r впливає на кришіння, розпушування і обертання скиби. Інтенсивність деформаційної дії диска зростає із зменшенням радіуса кривизни.

Проте вибір радіуса кривизни залежить від діаметра диска Д. Залежність між Д і r має вигляд:

$$r = Д / 2\sin\varepsilon_1, \tag{3.2}$$

де ε_1 - половина центрального кута дуги діаметрального перерізу диска.

Величину кута ε_1 приймають для лущильників 26-32^0.

Тоді, згідно (3.2)

$r = 0{,}45 / 2 \times sin 30^o = 45^0$.

Кут заточки і також значно впливає на технологічні властивості роботи диска. Заточують сферичні диски, як правило, із зовнішнього випуклого боку. Для дисків лущильників приймають і = 10-20^0. Диски, які використовують на твердих ґрунтах, заточують із внутрішнього боку. Приймаємо середнє значення кута заточки, тобто i = 15^0.

Кут нахилу фаски диска до основи диска ω зв’язаний із кутом ε_1, що є половиною центрального кута дуги діаметрального перерізу диска, та кутом заточки і, тобто:

$$\omega = i + \varepsilon_1. \tag{3.3}$$

Кут різання α залежить від кута заточки і та затилочного кута ε_2, тобто:

$$\alpha = i + \varepsilon_2. \tag{3.4}$$

Затилочний кут ε_2 по висоті диска міняється, що веде до зміни кута різання. Від його величини залежить витрата енергії на викопування картоплі і навіть роботоздатність диска. Нормальна робота диска забезпечується тоді, коли величина заточки кута буде позитивна на поверхні поля.

Товщина диска δ визначається за емпіричною формулою:

$$\delta = 0{,}008Д, \qquad (3.5)$$

де Д- діаметр диска, мм.

Тоді, згідно формули (3.5) $\delta = 0{,}008 \times 450 = 3{,}6$ (мм).

Для дисків, які працюють на важких ґрунтах:

δ = 0,008Д + 1 = 3,6 + 1 = 4,6 (мм).

До регульованих параметрів дисків, які мають технологічне значення, відносяться: кут α між площиною обертання диска і напрямком поступального руху машини (кут атаки), кут θ нахилу площини обертання диска від вертикалі або кут між віссю обертання диска і горизонталлю.

Кут нахилу диска до площини обертання має місце в дискових плугах і становить θ = 15-25^0. Приймаємо кут нахилу диска до площини обертання θ = 20^0.

При переміщенні сферичного диска під кутом α до напрямку руху, він, завдяки зчепленню з ґрунтом, обертається і вирізає з нього скибу еліптичного перерізу.

Кут атаки α диска впливає на процес його роботи. Чим більший кут атаки, тим більше кришиться та розпушується ґрунт і краще підрізаються бур'яни. Проте черезмірне збільшення кута атаки затрудняється сповзання частинок ґрунту з поверхні диска, а також призводить до скупчування ґрунту перед диском. При невеликих кутах атаки (10-20^0) диски розрізають верхній шар ґрунту і лише частково кришать і розпушують його. В лущильниках диски розміщуються під кутом атаки α = 10-35^0.

Кут атаки α при відомому діаметрі Д і заданій глибині ходу диска можна

визначити, користуючись номограмою розробленою проф. Сінеоковим.

Приймаємо кут атаки α рівним 30^0 виходячи із технологічних міркувань.

Розрахунок на міцність стояка диска

Розрахунок приводимо для стояка сферичного диска.

Основна сила, діюча в конструкції при роботі агрегату, це сила опору грунту із якою діє грунт на внутрішню поверхню сферичного диска.

Із попередніх розрахунків при глибині ходу диска 9,0 см ця сила дорівнює 4,85 kH.

Визначаємо максимальні напруження, що діють на стояк диска.

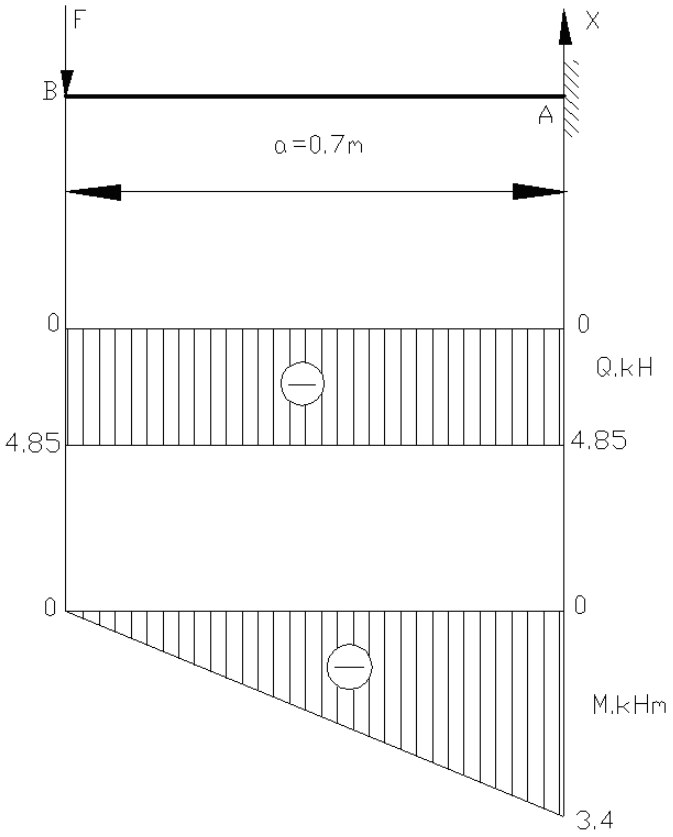


Рисунок 3.3 – Епюра навантаження і згинального моменту стояка сферичного диска

Визначаємо реакцію опори проектуючи силу на вісь OX (рис. 3.3)

$$\sum X = 0;$$

$$F - X_a = 0;$$

$F = X_a$;

$X_{a} = 4{,}85$ кН.

Складаємо рівняння відносно точки А і визначаємо максимальний момент, оскільки найбільш напружена точка – точка А

$$M_{max} = F \cdot a$$

$$M_{max} = 4{,}85 \cdot 0{,}7 = 3{,}4 kH \cdot м$$

Підбираємо переріз за нормальними напруженнями

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_{oc}} \le [\sigma],$$

де W_{oc} -- осьовий момент перерізу

$[\sigma]$ -- допустимі напруження на згин (для сталі $[\sigma] = 18 kH / cm^2$)

$$W_{oc} = \frac{M_{\max}}{[\sigma]},$$

$$W_{oc} = \frac{3400}{1.8} = 1888{,}9 cm^3$$

$$W_{oc} = \frac{bh^2}{6},$$

$$\frac{b}{h} = 0.45$$

$$(0.45 \cdot h \cdot h^2) = 0.12h^3$$

$$0.12 \cdot h^3 = W_{oc}$$

$$h = \sqrt[3]{\frac{W_{oc}}{0.12}}$$

$$h = \sqrt[3]{\frac{1888.9}{0.12}} = 25cm$$

$$b = 0.45 \cdot 25 = 11cm$$

Мінімальний переріз із умови міцності становить 25 х 11 см, але враховуючи тяжкі умови роботи сферичного диска приймаємо 26 х 10 см.

Основний висновок: діаметр сферичного диска – 0,45 м; кут атаки диска – 30^0; глибина ходу диска – 9 см.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

В основному на сівбі тракторист обходиться без допомоги причіплювачів. Проте внаслідок недосконалості конструкцій деяких сівалок, а також складності технологічних процесів, наприклад при садінні розсади, ще використовується праця садильників.

Робочі місця на машинах обладнують підніжною дошкою (на зернових сівалках) чи сидіннями (на садильних машинах). Іноді підніжна дошка призначається для підвищення зручності обслуговування під час заправки сівалки насінням і добривами. Сидіння на машинах, як правило,

малі, не відповідають стандартам по висоті, ширині та глибині. Крім того, вони не регулюються по висоті і положенню. Простір для ніг вкрай обмежений. Все це зумовлює незручну, без можливості зміни робочу позу з елементами статичних напруг, що особливо характерно для машин для садіння цукрових буряків.

Робоча поза тракториста під час роботи із сівалками нераціональна. Для контролю за точністю руху по сліду маркера він змушений нахилятися вперед і праворуч, а при роботі без причіплювача — постійно повертатися назад для контролю за якістю сівби. В останні роки розроблені і встановлюються автоматичні пристрої для контролю за роботою висівних апаратів і рівнем насіння у ящиках зернових і бурякових сівалок. Робота на сівалках досить трудомістка, внаслідок ручного перенесення насіння і добрив під час завантаження сівалок, очищення сошників. Якість сівби оцінюється, в першу чергу, прямолінійністю і точністю руху агрегату по сліду маркера, що дуже складно забезпечити внаслідок нестійкості машин. При цьому механізатор змушений робити до 60 робочих рухів рульовим колесом за хвилину, що, природно, призводить до швидкого стомлення.

Велика-частота робочих рухів (до 50—60 на хвилину) спостерігається також у робітників під час виконання операцій на садильних машинах, що також пов'язане із небезпекою травмування.

Сівалки, як правило, не є джерелом шуму. Проте в останні роки розробляються агрегати, на яких насіння вноситься в грунт повітряним потоком. Встановлені на них компресори є джерелами високочастотного шуму.

Робота на сівалках пов'язана із значною вібрацією, яка часто обмежує робочу швидкість агрегату. Сошники, котки і колеса сівалок, особливо на сівбі культур у теплий період при низькій вологості грунту (наприклад, кукурудзи, рису, картоплі, озимих культур), спричиняють значну запиленість повітря.

Насіння майже всіх культур протруюється, тому можливе ураження працюючих під час його навантаження. При роботі сівалок з компресорами частинки пилу з насіння можуть потоком повітря відноситися у зону дихання механізаторів.

Технічне обслуговування більшості сівалок через особливості конструкції утруднене. Так, незважаючи на розробку і впровадження автоматичних зчіпок, компоновка агрегата з трактооа і сівалки у деяких випадках складна і небезпечна (СПЧ-6М, СЗУ-3,6), особливо при складанні агрегатів з кількох сівалок (2СУПП-6). Трудомістким є переобладнання сівалок (ССТ-18) з робочого положення у транспортне і, в першу чергу, встановлення маркерів і фіксація коліс.

До транспортування по дорогах більшість сівалок погано пристосована (за винятком сівалки ССТ-18). їх габарити у транспортному положенні утруднюють зустрічний роз'їзд та обгін під час руху по дорогах.

Технологічне обслуговування сівалок також складне внаслідок великої висоти підніжних дощок, відсутності на них опорно-запобіжних спинок і значної висоти завантажувальних отворів тукових баків. Найбільш трудомісткі і не-зручні операції — очищення сошників насіннє- і туковисівних апаратів. Сівалки мають також велику кількість точок мащення, до того ж доступ до них утруднений.

В господарстві за період 2021 - 2023 роки при недотриманні правил безпеки зафіксовано чотири травми, при цьому потерпілі були в стані непрацездатності протягом 76 днів. Визначимо ряд показників за допомогою яких можна провести аналіз стану травматизму в агрофірмі. Це такі показники

як частота травм (Кч), показник важкості травматизму який показує скільки днів непрацездатності в середньому припадає на одну травму (Кт) та показник втрат, характеризується кількістю днів непрацездатності, що припадають на 1000 працюючих (Кн). Розрахунок ведеться за формулами:

$$К_ч=1000*Т/П;$$

де Т - загальна кількість травм, що виникла на підприємстві;

П - загальна кількість працюючих на підприємстві за звітній період.

$$К_т=Д/Т;$$

де Д - сумарна кількість днів тимчасової непрацездатності по всіх нещасних випадках.

$$К_н=К_ч-К_т= 1000*Д/П;$$

Отримані дані зведемо в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 – Аналіз стану виробничого травматизму

Показники	Роки			Всього
	2022	2023	2024	
Середня спискова чисельність працівників, чол.	1019	1100	1218	
Число потерпілих з втратою працездатності, або зі смертельними наслідками, із них:				
з втратою працездатності більше одного дня, чол.	1	2	1	4
зі смертельними наслідками, чол.	0	0	0	0
Частота травм на 1000 чоловік, чол.	1,1	2,7	1,7	1,8
В середньому припадає на одну	1,2	1,9	2,8	2,0
Втрати часу в зв'язку з непрацездатністю, днів	132	513	476	354

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

В конструкційній розробці було удосконалено виконуючий орган. Це дає змогу розширити функціональні можливості, підвищити продуктивність і спростити конструкцію.

Розглянемо деякі економічні показники, які характеризують доцільність удосконалення картоплезбирального комбайна:

Капітальні вкладення

К = $G_м \cdot B_м$ =6000·2.5 = 15000 грн,

де $G_м$ - вага матеріалу, кг;

$B_м$- вартість матеріалу, грн/кг.

Експлуатаційні затрати

Е = $З_п + B_е + H_{с.в} + B_а$ = 574 +15.28 + 21.24 +1762.5 = 1856.43 грн,

де $З_п$ - заробітна плата (82 грн за 7 год робочого дня), оскільки витрати часу на всі роботи пов'язані з удосконаленням становлять 98 год, то $З_п$ -574 грн;

$B_е$ - вартість затраченої електроенергії, оскільки 1 кВт/год коштує 1,56 грн, то $B_е$ =15.28грн;

$H_{с.в}$ - нарахування на соціальні витрати, $H_{с.в}$ =0.37$\cdot З_п$ =21.24 грн,

$B_а$ - витрати на амортизацію, $B_а$ = 0.15 ·К = 1762.5грн.

Витрати палива при агрегатуванні машини за 1 год на середніх грунтах

$$G_{пр} = \frac{g_e}{1000} \cdot \eta_e \cdot N_e = \frac{250}{1000} \cdot 0.864 \cdot 20 = 4.32$$ кг,

де g_e - питома витрата палива на одиницю потужності, g_e -250 г/кВт·год;

N_e- ефективна потужність двигуна трактора, N_e =20 кВт;

η_e -коефіцієнт використання ефективної потужності, η_e =0.864.

Таблиця 5.1 – Економічна ефективність удосконаленої машини

Показники	удосконалена	існуюча
Продуктивність,	0.30-0.45	0.30-0.45
Урожайність, т/га	40	40
Кількість бульб, %	10	17
Кількість бульб, т	336.0	571.2
Річний економічний ефект, грн/га.	1880,1	—

Річний економічний ефект

Е = $(C_1 - C_2) \cdot Ц$ = (571.2-336.0)·8*10^{-3} =1880,1 грн.

де C_1- втрати картоплі при збиранні існуючим комбайном, т;

C_2 - втрати картоплі при збиранні удосконаленим комбайном, т;

Ц - ціна картоплі, грн/кг.

С = $Q \cdot У \cdot N \cdot n \cdot В$,

де Q - продуктивність комбайну, га/год;

У- урожайність картоплі, т/га;

N- термін збирання картоплі, днів;

п- тривалість робочого дня, год;

В - втрати, %. C_1 =0.4·40·30·7·17% = 571.2m; C_2 = 0.4 ·40 ·ЗО · 7 ·10% = 336.0 m.

Таким чином річний економічний ефект удосконалення становитиме 1881 грн.

ВИСНОВКИ

1. Господарство на сьогоднішній день повністю забезпечена тракторами і комбайнами. Тракторна бригада забезпечена працівниками добре. Але тільки 65 – 70 % техніки фактично працює. Це пов’язано насамперед з тим, що в господарстві не вистачає коштів на придбання запасних частин, а також поганою якістю паливо-мастильних матеріалів, що сприяє швидкому спрацюванню деталей, вузлів і агрегатів.

2. Картопля є однією з найважливіших продовольчих культур. ЇЇ вирощують також і як кормову культуру, а також для технічної переробки.

3. Бульби картоплі – прекрасна сировина для виробництва багатьох видів цінної продукції. З картоплі отримують крохмаль, спирт, декстрин, патоку, глюкозу та інші корисні продукти. Крохмаль, який отримують з картоплі, на сьогоднішній день є незамінним продуктом в харчовій, текстильній та паперовій промисловості.

4. Розроблена технологія вирощування картоплі має такі показники: щільність механізованих робіт 22 ум.га/га; витрати палива 250,7 кг./га; затрати праці 50,8 люд.год на га.

5. В результаті конструкційної розробки було удосконалено викопуючу секцію дворядного картоплекомбайна, де встановлено викопуючий диск з наступними параметрами: діаметр сферичного диска – 0,45 м; кут атаки диска – 300; глибина ходу диска – 9 см. Економічна ефективність конструкторської розробки складе 1881 грн. в рік.

6. Річний економічний ефект від застосування пропонованої технології вирощування картоплі складе 326695,40 грн (чистий прибуток за три роки), рівень рентабельності – 27%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кучка А.А. Довідник картоплера, -К.: Урожай, 1991. - 232 с.
2. Войтюк Д.Г., Гаврилкж Г.В. Сільськогосподарські машини. - К.: Урожай,1993.-492с.
3. Діев Л.П., Снігур Д.Ф. Техніка безпеки для механізаторів сільского господарства. - К.: Урожай 1981. -128 с.
4. Лехман С.Д., Рубльов В.І., Рябцев Б.І. Запобігання аварійності і травматизму в сільскому господарстві. - К.: Урожай. 1993 - 272 с.
5. Самокиш М.І., Ермантраут Е.Р. Організація і технологія механізованих робіт. - К.: Урожай, 1991. - 160 с.
6. Демидко М.О., Гречкосій В.Д. Методичні вказівки до виконання дипломних проектів з дисципліни "Експлуатація машинно-тракторного парку". - К.: УСГА, 1991. - 27 с.
7. Довідник сільського інженера /В.Д.Гречкосій, О.М.Погорілець, І.І.Ревенко та ін./; За ред. В.Д.Гречкосія. - 2-е вид., перероб. і доп. - К.: Урожай, 1991. - 400 с.
8. Гаврилюк Г.Р. Технологічна наладка та усунення несправностей сільськогосподарських машин; Довідник. - К.: Урожай , 1988. - 256 с.
9. Довідник з охорони праці в сільському господарстві /Лехман С.Д. - К.: Урожай, 2004. - 399 с.
10. Бураков С.А. Охорона праці в сільському господарстві. - К.: Вища школа. - 2003. - 255 с.