

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи
другого (магістерського) рівня вищої освіти
на тему:

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ
КАРТОПЛІ З ОБГРУНТУВАННЯМ ПАРАМЕТРІВ
КАРТОПЛЕКОПАЧА**

Виконав: студент _____ Теслюк Сергій Іванович

Керівник: _____ Кобець Анатолій Степанович

Рецензент: _____

Дніпро 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин
 Освітній ступінь: "Магістр"
 Спеціальність: 208 "Агроінженерія"

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри тракторів і
сільськогосподарських машин

(назва кафедри)

ДОЦЕНТ

(вчене звання)

(підпис)

(прізвище, ініціали)

„_____” _____ 20__ р.

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____

керівник роботи _____

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “_____” _____ 20__ року

№ _____

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

5. Перелік демонстраційного матеріалу _____

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка

Студент

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Теслюк С.І. Удосконалення технології вирощування картоплі з обґрунтуванням параметрів картоплекопача/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» (спеціалізація «Механізація рослинництва»). – ДДАЕУ, Дніпро, 2025. – 85 с.

В роботі проведено аналіз сучасних технологій і розроблено технологію вирощування картоплі для умов і на замовлення селянського фермерського господарства «Нове» Царичанської громади Дніпропетровської області. Складено технологічну карту вирощування і визначено необхідний комплекс машин зі складанням графіків використання тракторів і сільськогосподарських машин.

Проведено аналіз способів збирання картоплі і конструкцій робочих органів для викопування бульб і розроблена конструкція і проведені розрахунки основних параметрів і режиму роботи картоплекопача.

Розроблені заходи з охорони праці можуть бути використані при проведенні інструктажів при вирощуванні картоплі і підвищать рівень безпеки працівників при виконанні технологічних операцій.

Річний економічний ефект від застосування розробок на практиці становить 30390 грн., а затрати на виготовлення окупляться протягом 1 року експлуатації.

Ключові слова: картопля, бульби, технологія, картоплекопач, параметри, режим роботи, продуктивність, охорона праці, економічний ефект.

З М І С Т

В С Т У П.	7
1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ І РЕКОМЕНДАЦІЇ ГОСПОДАРСТВУ.	
2 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ТА МАШИН ДЛЯ ЗБИРАННЯ КАРТОПЛІ.	
2.1 Аналіз технологій збирання картоплі.	
2.2 Аналіз конструкції робочих органів копачів картоплі.	
3 ОБҐРУНТУВАННЯ НАБОРУ МАШИН ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ.	
КАРТОПЛІ.	
3.1 Складання технологічної карти.	
3.2 Визначення потреби в техніці.	
4 ОБҐРУНТУВАННЯ СХЕМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ КАРТОПЛЕКОПАЧА. .	
5 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ КАРТОПЛЕКОПАЧА.	
5.1 Розрахунок геометричних параметрів котків грудкороздавлювачів. . .	
5.2 Розрахунок підкопуючого леміша.	
5.3 Розрахунок відкидних пальців.	
6 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ КАРТОПЛЕКОПАЧА.	
7 ОХОРОНА ПРАЦІ.	
7.1 Організація робіт з охорони праці і техніки безпеки у господарствах.	
7.2 Заходи безпеки при збиранні картоплі удосконаленим копачем.	
8 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ.	
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.	
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.	
ДОДАТКИ.	

ВСТУП

Картопля є однією з найважливіших культур у сільському господарстві, забезпечуючи значну частину продовольчого балансу у багатьох країнах світу. Її вирощування має багатовікову історію, але сучасні технології дозволяють значно підвищити врожайність, покращити якість продукції та знизити витрати на виробництво.

База FAOSTAT, оновлена наприкінці грудня 2023 року, містить статистичні дані про виробництво картоплі до 2022 року. Серед найбільших виробників – Китай, Індія, Україна та США [1]. У 2022 році у всьому світі було вироблено приблизно 375 млн тонн картоплі (за даними AggroTimes).

Китай виростив 95,6 млн тонн, Індія – 56,1 млн тонн, Україна – 20,9 млн тонн, росія – 18,9 млн тонн, США – 17,8 млн тонн. Німеччина виростила 10,6 млн. тонн, Бангладеш – 10,1 млн тонн, Франція – 8 млн тонн, Нідерланди – 6,9 млн тонн, Велика Британія – 4,8 млн тонн, Бельгія – 3,6 млн тонн, Єгипет – 6,1 млн тонн [1].

Загальна площа під картоплею у 2022 році в усьому світі становила 17,8 млн га, що трохи менше, ніж у попередньому році.

Вирощування картоплі вимагає комплексного підходу, що включає правильний вибір сорту, підготовку ґрунту, оптимальне живлення та ефективний захист від хвороб та шкідників. Дотримання агротехнічних рекомендацій на кожному етапі вирощування дозволяє досягти стабільно високих показників врожайності та отримати якісну продукцію.

Традиційно товарним вирощуванням бульби в Україні здебільшого займаються господарства населення. У 2017 році їх частка в структурі зібраної площі сягала 98,6%, тоді як на сільськогосподарські підприємства припадало лише 1,4%. Попри скорочення посівних площ виробництво її впродовж

останніх років перевищує 20 млн. т, що є результатом підвищення середньої урожайності з 12,16 т/га у 2000 році до 16,78 т/га торік. При цьому різниця у показниках між середньою урожайністю в сільськогосподарських підприємствах і господарствах населення, за даними 2017 року, становить 7,19 т/га, або в 1,4 рази є вищою у першій категорії господарств, ніж у другій. Водночас, за вказаний період середня урожайність вирощування картоплі зросла як у господарствах населення (у 1,4 рази), так і в сільськогосподарських підприємствах (у 2,2 рази).

Найбільші площі під картоплею були зосереджені у Вінницькій (108,5 тис. га, або 8,2% до загальної площі), Волинській (72,6 тис. га, або 5,5%), Дніпропетровській (53,1 тис. га, або 4,0%) областях. Основними регіонами з товарного виробництва картоплі є Вінницька, Київська, Львівська, Житомирська, Чернігівська і Хмельницька, Рівненська, Волинська, Сумська і Харківська області. Разом у цих регіонах виробляють 65% картоплі від усього загального обсягу в державі (рис. 1).

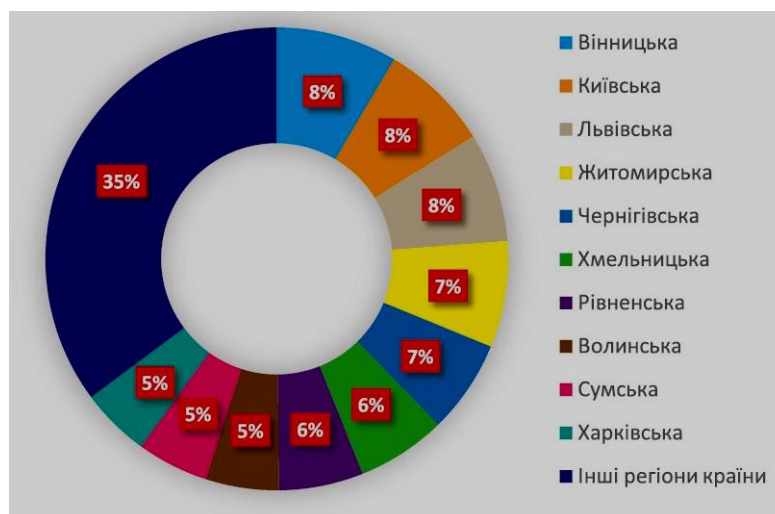


Рисунок 1 - Основні регіони виробництва картоплі в Україні за 2017 р.

Джерело: складено за даними Держслужби статистики України

Після повномасштабного вторгнення росії в Чернігівській, Сумській та Харківській областях площі під картоплею значно зменшилися.

Важливим фактором збільшення виробництва картоплі є створення високопродуктивних сортів з комплексом господарсько цінних ознак та впровадження їх у виробництво. Крім того, важливим фактором підвищення ефективності галузі є розробка нових технологій вирощування та збирання картоплі на базі удосконалених засобів механізації всіх процесів з урахуванням особливостей регіону і конкретних господарств.

Метою даної дипломної роботи є удосконалення технології вирощування картоплі з обґрунтуванням параметрів і режиму роботи копача. Робота виконана для умов селянського фермерського господарства «Нове» Царичанської територіальної громади Дніпропетровської області на замовлення даного господарства.

1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ І РЕКОМЕНДАЦІЇ ГОСПОДАРСТВУ

Світовий досвід і наукові дослідження показують, що найбільшу продуктивність картопля забезпечує при вирощуванні її в сівозмінах. Особливістю вирощування сільськогосподарських культур в господарствах України є вузька спеціалізація – господарства вирощують дві – три культури, тобто це практично умови монокультури. І на сучасному етапі ведення землеробства велику увагу приділяють короткоротаційним сівозмінам. При вирощуванні картоплі в степовій зоні рекомендовані наступні варіанти короткоротаційних сівозмін [2, 3]:

I.

1. Зайнятий пар.
2. Пшениця озима + післяжнивні посіви сидеральних культур.
3. Картопля.
4. Ячмінь + післяжнивні посіви сидеральних культур.

II.

1. Ячмінь з підсівом багаторічних трав.
- 2, 3. Багаторічні трави.
4. Пшениця озима + післяжнивні посіви сидеральних культур.
5. Картопля.

III.

1. Зернові культури + післяжнивні посіви сидеральних культур.
2. Картопля.
3. Ячмінь + післяжнивні посіви сидеральних культур.
4. Овочеві (капуста, огірки, цибуля).

IV.

1. Люцерна літнього посіву.
- 2, 3. Люцерна.
4. Овочеві.
5. Картопля.

Посіви картоплі з метою зменшення ураження хворобами і шкідниками слід повертати на попереднє місце не раніше, чим через 3 роки.

Всі операції на виробництві картоплі при комплексній механізації виконують комплексом машин у відповідності до технологічного процесу.

Система підготовки ґрунту повинна забезпечувати оптимальні для вирощування картоплі фізичні властивості, знищення бур'янів, шкідників, збудників хвороб, рівномірне загортання добрив, стерні та інших післяжнивних решток. Обробіток ґрунту необхідно виконувати у строки, пов'язані з фізичним станом ґрунту, який має характеризуватися енергоощадним та ґрунтозахисним спрямуванням. Система підготовки ґрунту включає основний обробіток (осінній (зяблевий) та передпосадковий) - весняну підготовку і складається з операцій, які багато в чому залежать від типу ґрунту і попередника. Всі види передпосадкового обробітку (боронування, дискування, культивація, переорювання), луцення стерні після озимих культур створюють у ґрунті несприятливі умови для розвитку збудників хвороб і шкідників, сприяють знищенню і пригніченню бур'янів.

Зяблеву оранку під картоплю виконують плугами з полицями і передплужниками, а на ґрунтах, схильних до вітрової ерозії, чизельними плугами. Перевагу необхідно віддавати використанню оборотних плугів, оскільки під час їх роботи рілля рівна, без звальних гребнів і розвальних борозн.

Викривлення рядів оранки допускається не більш ніж 1 м на 500 м довжини гону. Загортання рослинних решток, бур'янів і органічних добрив повинно становити не менш як 95%. Верхній шар зябу має бути розпушений і

дрібногрудочкуватий. Дрібних грудок діаметром до 5 см необхідно щоб було не менш ніж 80-90% від загальної їх кількості. Висота гребнів і глибина розвальних борозн - не більш як 7 см.

За безполицевої оранки ґрунт повинен бути розпушений на задану глибину без обертання пласта і перемішування горизонтів. Поля зі схилами (до 5°) обробляють упоперек схилу. При розміщенні картоплі після зернових культур та однорічних трав з метою провокації проростання насіння бур'янів перед зяблевою оранкою допустимий розрив між збиранням і луценням - не більше одного дня. Залежно від засміченості поля і попередньої культури застосовують різні знаряддя. На ділянках, засмічених переважно однорічними бур'янами, поле луцять дисковими знаряддями, а засмічених кореневідприсковими бур'янами - лемішними луцильниками. Стерню кукурудзи, соняшнику та інших просапних культур на сильноущільнених ґрунтах обробляють важкими дисковими боронами.

Глибина луціння дисковими луцильниками повинна становити 5-10 см, лемішними - 10-18 см. Її встановлюють у ґрунтово-кліматичних зонах з урахуванням стану ґрунту, видового складу бур'янів і висоти стерні. За одноразового луціння глибина обробітку має сягати 7-8 см. При луцінні у взаємоперпендикулярних напрямках перше виконують на глибину 5-7 см, друге (після проростання бур'янів кореневідприскових) - 8-10 см. За триразового пошарового луцення першу операцію виконують відразу після збирання на глибину 5-7 см, другу - після сходів бур'янів, третю - через 20-25 днів після другої на глибину 8-10 см. Відхилення середньої фактичної глибини обробітку від заданої для луцильників: дискових - не більш як $\pm 1,5$ см, лемішних - не більш ніж ± 2 см. Бур'яни повинні бути повністю підрізані, кількість незагорненої стерні допускається до 4%.

На схилах незалежно від розмірів поля і типу агрегату луцять і дискують ґрунт тільки упоперек схилів або за напрямками горизонталей складних схилів.

Ранньовесняне боронування зябу розпочинають з настанням фізичної стиглості ґрунту. Кількість слідів боронування вибирають, виходячи зі стану ґрунту. На легких пухких ґрунтах досить боронування в один слід. На ґрунтах вологих, запливаючих, боронують у два сліди середніми або важкими боронами.

На ущільнених ґрунтах ранньовесняне боронування замінюють неглибокою культивацією на глибину 5-6 см із боронуванням зубовими боронами, які вирівнюють поверхню поля, покращують кришіння ґрунту і вичісують бур'яни. Культивують впоперек або під кутом до напрямку оранки, на ділянках із вираженим рельєфом - упоперек напрямку схилу або по горизонталях.

Поверхня поля після культивації повинна бути вирівняною. Висота гребнів і глибина борозн - не більш ніж 4 см. Глибина обробітку - 12-13 см. Кількість ґрунтових агрегатів розміром до 25 мм повинна становити не менш як 90%. У кінці культивації обробляють поворотні смуги у поперечному напрямку, не залишаючи огріхів і необроблених ділянок.

Основне завдання передпосадкового обробітку ґрунту - створення пухкої, дрібногрудочкуватої структури ґрунту картопляного поля на глибині всього орного горизонту. До недавнього часу обов'язковим заходом, незалежно від типу ґрунту, вважалось раннє весняне боронування, так зване закриття вологи. Зі створенням вертикально-фрезерних культиваторів цей агрозахід на суглинкових ґрунтах, за наявності вирівняного зябу, замінюють фрезеруванням на глибину до 12-14 см при досягненні фізичної стиглості ґрунту. Картоплю садять слідом за фрезеруванням. Цей захід значно зменшує кількість операцій порівняно з традиційною технологією і скорочує терміни виконання весняних польових робіт.

Оскільки в господарстві немає тваринництва, удобрення ґрунту при вирощуванні картоплі слід проводити за рахунок застосування сидератів (зелені добрива) і мінеральних добрив.

Зелені добрива, зокрема сидерати, використовують як органічні добрива. Їх застосування пов'язано зі значно меншими витратами порівняно з внесенням гною, компосту та інших видів органічних добрив. На сидераті найчастіше вирощують такі культури, як ріпак, редьку олійну, гірчицю, озиме жито та інші. Ріпак і гірчицю висівають нормою 12-15 кг/га після, наприклад, однорічних трав або в системі пара і приорюють у фазі цвітіння, попередньо подрібнивши стебла. Озиме жито приорюють навесні, в основному у фазі кушіння, перед садінням картоплі. Крім збільшення урожайності жито має оздоровчий вплив, очищаючи ґрунт від шкідливих мікроорганізмів.

Мінеральні добрива вносять розкидним способом і локально під час садіння бульб або під час передпосадкової підготовки ґрунту.

Добрива вносять у ґрунт, відхилення від заданої глибини загорання не повинно перевищувати 15-20%. Перекриття у стикових проходах повинне становити не більш як 5% від ширини захвату агрегату. Необроблення поворотних смуг на полі не допускається. Період між розкиданням і загоранням добрив сягає не більш ніж 12 год. Кращі результати забезпечують гранульовані добрива у вигляді нітроамофоски, суперфосфату.

Ефект від локального внесення отримують в основному за рахунок фосфору, калійні хлорвмісні добрива шкодять посівам через підвищений вміст хлору. Тому за такого способу краще використовувати концентровані складні добрива, а за їх відсутності - суміш азотно-фосфорних добрив без сирих хлорвмісних калійних, особливо на легких ґрунтах і за сухої погоди.

При внесенні оптимальних доз добрив на запланований врожай необхідно враховувати агрохімічний аналіз ґрунту. У кожному конкретному випадку ці норми уточнюють. Застосування добрив з урахуванням агрохімічних властивостей ґрунту сприяє підвищенню їх ефективності на 20% і більше. За низького рівня забезпечення ґрунту елементами живлення дози збільшують на 30%.

Висаджують картоплю з різною шириною міжрядь - 70, 75, 90 і 140 см

на рівній поверхні поля або на гребнях. Висаджують на гектар від 22-25 тис. бульб (насадження на грядках в один рядок) до 60-70 тис. бульб (на насіння). Найбільш поширені насадження з міжряддями 70 і 75 см, попри те, що розширені міжряддя і гряди мають ряд переваг.

Посіви сортів картоплі різного ступеня стійкості до фітофторозу варто ізолювати один від одного на відстань не менш ніж 500-1000 м. Це запобігає створенню граничної концентрації інфекційного гриба-збудника, необхідної для сильного розвитку захворювання на сортах із підвищеною стійкістю.

Кожен сорт картоплі висаджують на одному полі не більш, ніж за 8-10 днів, позаяк в іншому разі перші дві обробки фунгіцидами проти фітофторозу стають недостатньо ефективними (їх проведення тісно пов'язане з певною фазою розвитку рослин). Садити картоплю слід, коли температура ґрунту на глибині 8-10 см досягне 7-8°C. Зазвичай це буває при встановленні середньодобової температури повітря вище 8°C. Коріння утворюється за температури 7°C і вище. За нижчої температури висаджені бульби довгий час не проростають, на їх поверхні передчасно можуть з'являтися столони з великою кількістю бульбочок, відбувається зараження рослин ризоктоніозом.

Для отримання високих і сталих урожаїв картоплю необхідно висаджувати з суворим дотриманням агротехнічних вимог:

- в оптимальні зональні терміни впродовж 8-10 днів;
- фізична стиглість ґрунту за температури на глибині загортання бульб не нижче +7-8°C, тобто тоді, коли він піддається якісному обробітці з утворенням дрібногрудочкуватої структури в усьому орному шарі;
- глибина садіння в основних зонах вирощування картоплі на суглинкових ґрунтах становить 6-8 см, на супіщаних - 8-10 см, рахуючи від верхньої точки бульби до вершини гребня з відхиленням ± 2 см. У південних районах з сухим і спекотним кліматом можливе садіння на глибину до 12-14 см;
- гребні після проходу саджалки повинні мати овальну форму, бути

прямолінійними, кінці гонів на поворотній смузі необхідно щоб закінчувалися на одній лінії, між посадженими рядками повинен залишатися шар незайманої ріллі шириною не менш як 30-35 см, необхідний для формування повнооб'ємних гребнів під час догляду за посівами;

- залежно від маси насінневих бульб на 1 га доцільно висадити: у посівах продовольчої картоплі не більш ніж 45-50 тис., у посівах на грядках в один рядок - 22-25 тис.;

- садіння повинно забезпечувати рівномірність розкладання бульб не менш як 60%;

- середня лінія вершин гребнів повинна розташовуватися над рядком висаджених бульб з допустимим відхиленням не більш як 2 см;

- перекриття основних міжрядь не варто перевищувати 2 см, стикових – 10 см;

- у разі садіння пророщеними бульбами кількість обламаних і пошкоджених паростків не повинна перевищувати 25% від їх загальної кількості на бульбах, включаючи вантажно-розвантажувальні операції під час підвезення бульб до саджалки і її завантаження.

Догляд за насадженнями картоплі при використанні пасивних робочих органів складається з двох-трьох міжрядних обробітків з одночасним боронуванням до сходів (останній обробіток у разі потреби виконують після появи сходів) і одного-трьох міжрядних обробітків у період вегетації рослин.

Залежно від підготовки посадкового матеріалу, глибини загортання насіння і метеорологічних умов сходи з'являються через 14-30 днів після садіння, а багато бур'янів значно раніше.

Основну частину догляду - знищення бур'янів, розпушування міжрядь і гребнів, формування гребнів - виконують до появи сходів. Після цього здійснюють лише профілактичний догляд, одне-два розпушування міжрядь або підгортання. Під час досходових міжрядних обробітків з одночасним боронуванням розпушують міжряддя, вершини і відкоси гребнів та

підправляють гребні. Перший обробіток проводять не пізніше, ніж через п'ять-сім днів після садіння.

Для боротьби з бур'янами використовують як механічні заходи боротьби, у тому числі на основі пасивних робочих органів, так і хімічні із застосуванням гербіцидів. Механічні способи обробітку найбільш ефективні на початковій стадії розвитку бур'янів - стадії «білої ниточки». Раннім і своєчасним виконанням відходів можна знищити до 85-95% бур'янів. Запізнення з механічними обробітками призводить до знищення тільки незначної частини бур'янів. Застосування гербіцидів у системі механізованого догляду дасть можливість зменшити кількість міжрядних обробітків, призначених для боротьби з бур'янами. Перевага використання гербіцидів повинна віддаватися під час обробки насінневих посівів картоплі.

Робочі органи агрегатів під час роботи повинні рівномірно подрібнювати ґрунт на глибину 3-6 см, розпушувати ґрунтову кірку і знищувати бур'яни. Глибина розпушування у досходовий період залежить від погодних умов, стану і вологості ґрунту.

Перше підгортання виконують при досягненні рослинами висоти 18-20 см, друге - перед змиканням бадилля. За нестачі вологи здійснюють одне підгортання перед змиканням бадилля, а перше замінюють розпушуванням.

Під час підгортання рослин робочі органи культиватора повинні насипати пухкий і рівний шар ґрунту на весь гребінь із приляганням його до стебел картоплі, а також розпушувати дно борозни нижче основи гребня на 4-6 см. Товщина шару ґрунту над маточною бульбою після останнього підгортання повинна мати не менш як 18-22 см. Робочі органи культиватора не повинні підрізувати кореневу систему, висмикувати, пригортати та пошкоджувати рослини. Ширина захисної зони під час досходових обробітків становить 10-12 см, з появою сходів - 12-14 см. Допустиме відхилення - не більш ± 2 см. Обробіток посівів картоплі не повинен супроводжуватись вириванням бульб із ґрунту й ушкодженням більш ніж 2% рослин.

Догляд за посівами картоплі - комплекс агротехнічних заходів, спрямований на створення оптимальних умов для росту й розвитку рослин впродовж усього періоду вегетації і створення сприятливих умов для комбайнового збирання бульб. Для отримання позитивного результату від виконання операцій з догляду важливо, аби картопляні поля були чистими від бур'янів, з об'ємними гребнями з пухкого ґрунту з ущільненою поверхнею і з добрим розвитком рослин. До початку збирання на легких ґрунтах повинен бути сформований овальний гребінь заввишки 18-20 см, на важких ґрунтах - висотою 20-22 см у вигляді трапеції. Залежно від типу ґрунту, засмічення полів, стану рослин, погодних умов рекомендовано різні заходи догляду та їх поєднання: розпушування, підгортання, розпушування або підгортання з боронуванням, обробка гербіцидами. При цьому необхідно враховувати температурно-вологісний режим у гребні, стадію розвитку рослин, вид бур'янів і призначення картоплі. Усі вони спрямовані на підтримання ґрунту в пухкому стані за оптимальної щільності, боротьбу з бур'янами і створення до збирання заданих параметрів гребнів, у яких весь урожай знаходиться над дном борозни, що й забезпечує ефективне комбайнове збирання.

Проростаючи, бульби інтенсивно дихають, їм потрібен постійний доступ кисню. Унаслідок опадів може утворитися ґрунтова кірка, яка порушує газообмін і тим саме уповільнює проростання бульб. Тому потрібно забезпечити вільний доступ повітря до бульб, розпушуючи верхній шар ґрунту в період від садіння до появи сходів. Після обробітку пухкий шар на поверхні ґрунту полегшує надходження повітря у зону розміщення бульб і захищає нижні шари ґрунту від висихання і зайвого випаровування вологи.

Найбільш складна і трудомістка технологічна операція при вирощуванні картоплі – збирання врожаю. На її долю приходить до 60 % всіх затрат.

Таким чином, впровадження в господарстві удосконаленої технології вирощування картоплі і картоплекопача дасть можливість підвищити якість, зменшити затрати і підвищити економічну ефективність господарства.

2 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ТА МАШИН ДЛЯ ЗБИРАННЯ КАРТОПЛІ

2.1 Аналіз технологій збирання картоплі

Технологічний процес збирання картоплі залежно від використовуваних засобів механізації включає наступні основні операції: підкопування (викопування) бульб, відділення (сепарація) бульб від ґрунту, відрив бульб від бадилля, видалення бадилля і рослинних решток, відділення каміння і інших домішок, завантаження бульб в тару чи транспортуючі засоби. Можуть бути і додаткові операції: попереднє видалення бадилля або сортування бульб на фракції. При збиранні картоплі з сильно розвинутим бадиллям для запобігання забивання робочих органів начіпних машин так і комбайнів бадилля попередньо видаляють. Видалення бадилля (хімічним або механічним способом) полегшує не тільки роботу машини, а і роботу робітників, що зайняті на підборі бульб після картоплекопачів.

В теперішній час практичне застосування знаходять три основних способи збирання:

- викопування бульб картоплекопачами з вкладанням їх на поверхню поля і подальшим ручним підбором;
- збирання картоплекопачами з причіпними робочими столами, на яких робітники вручну відбирають бульби і пакують їх в тару;
- збирання комбайнами.

При останньому способі розділяють три варіанти: пряме комбайнування, роздільне (двофазне) комбайнове збирання (підбір комбайнами валків, попередньо вкладених на поверхню картоплекопачами) і збирання комбінованим способом.

Комбінований спосіб використовують в основному на легких ґрунтах. Він дозволяє значно підвищити продуктивність картоплезбиральних комбайнів. При цьому способі картоплекопач-валкоукладач викопує два ряди

картоплі, частково відділяє бульби від ґрунту, рослинних решток і вкладає картоплю в валок між двома сусідніми рядками. Картоплезбиральний комбайн, що рухається за копачем, підкопує незбирані рядки картоплі і одночасно підбирає валок, розташований між ними, доочищає бульби і завантажує їх в транспортні засоби. Таким чином, за один прохід комбайн обробляє бульби картоплі з чотирьох рядків, за рахунок чого підвищується продуктивність. Але використовувати комбінований спосіб можна тоді, коли комбайн задовільно працює при прямому комбайнуванні.

Роздільний спосіб доцільно використовувати в умовах підвищеної вологості. Картоплекопач викопує бульби, частково відділяє від них ґрунт і вкладає бульби в валок. Валок може бути утворений з двох або чотирьох викопаних рядків картоплі. В валках бульби підсихають і проходять стадію світлового гартування. Потім картоплезбиральний комбайн, обладнаний підбирачем, підбирає бульби, доочищає і завантажує їх в транспортні засоби.

Повна механізація збирання картоплі забезпечує викопування бульб, розділення вороху картоплі і виконання завантажувально-розвантажувальних робіт без використання ручної праці. Найбільш важковирішувальна і важлива задача – розділення вороху картоплі. Включає відділення від бульб дрібних грудок, бадилля, бур'янів. Із всіх перерахованих домішок важко піддаються видаленню грудки та каміння. В сучасних картоплезбиральних машинах широко використовується спосіб сепарації, заснований на різниці механічних властивостей бульб картоплі і грудок ґрунту.

Розділення по різниці геометричних розмірів (довжина, ширина, товщина).

Розділення з урахуванням різниці форми або коефіцієнта опору кочення по робочим органам машини.

Розділення по різниці властивостей поверхні, тобто з урахуванням різниці коефіцієнта тертя ковзання, тощо.

Вибір засобу механізації визначається конкретними умовами господарства, типом ґрунту. І вологістю його в період збирання, розміром і рельєфом полів, наявністю на них каміння, загальною площею зайнятої під картоплю, врожайністю картоплі і ін.

Наприклад комбайн доцільно використовувати на полях з легкими і середніми ґрунтами і високою врожайністю бульб, а картоплекопачі роторного типу – на малих ділянках з перезвоженим ґрунтом.

По характеру технологічного процесу викопування збиральні машини ділять на:

- копачі, (рис. 2.1 а) підкопують рядки картоплі, порушують зв'язок кущів з ґрунтом і частково виносять бульби картоплі на поверхню поля. Затрати праці на підбір бульб після підкопу їх копачами складають 190-250 люд-год./га. Втрати в ґрунті 30%.

- картоплекопачі роторного типу (рис. 2.1 б) викопують кущі і розкидають бульби і ґрунт із рядка в сторону, перпендикулярно ходу машини на відстань до 3,5 м.

Технологічний процес здійснюється наступним чином: при русі копача леміш підрізає шар ґрунту, який в момент сходу з лемеша руйнується і розкидається по поверхні поля гребінками обертаючого ротора. Після проходження копача утворюється смуга шириною 1,5 – 3 м на поверхні якої міститься основна маса бульб. Бригаду підбирачів (13 – 18 чол.) розміщують так, щоб кожний робітник мав ділянку довжиною 15 – 25 м.

Затрати праці на підбір бульб після копачів роторного типу на 20 – 20% вище, ніж після картоплекопачів просіваючого типу. Картоплекопачі просіваючого типу (рисунок 2.1 в) підкопують рядки і переміщують підкопаний шар ґрунту на сепарувальні робочі органи. Сепаруючі органи скоріш всього використовують двох основних типів: пруткові елеватори (картоплекопачі ТЕК – 2, КТН – 2, КТН – 2Б) і копачі грохоти (картоплекопачі КГ – 2 і КВН – 2М).

Підкопаний шар ґрунту разом з кущами картоплі поступає на елеватор (грохот), ґрунт просівається через щілини між пружинами, бульби, бадилля і грудки ґрунту, що залишається, скидається ззаду машини на поверхню поля. Потім бульби підбирають робочі. Для роботи в більш тяжких умовах в картоплекопачах встановлюють послідовно два - три пруткові елеватори (наприклад, копач КСТ – 1,4), а також обладнують їх бітерами, сепаруючими решітками тощо.

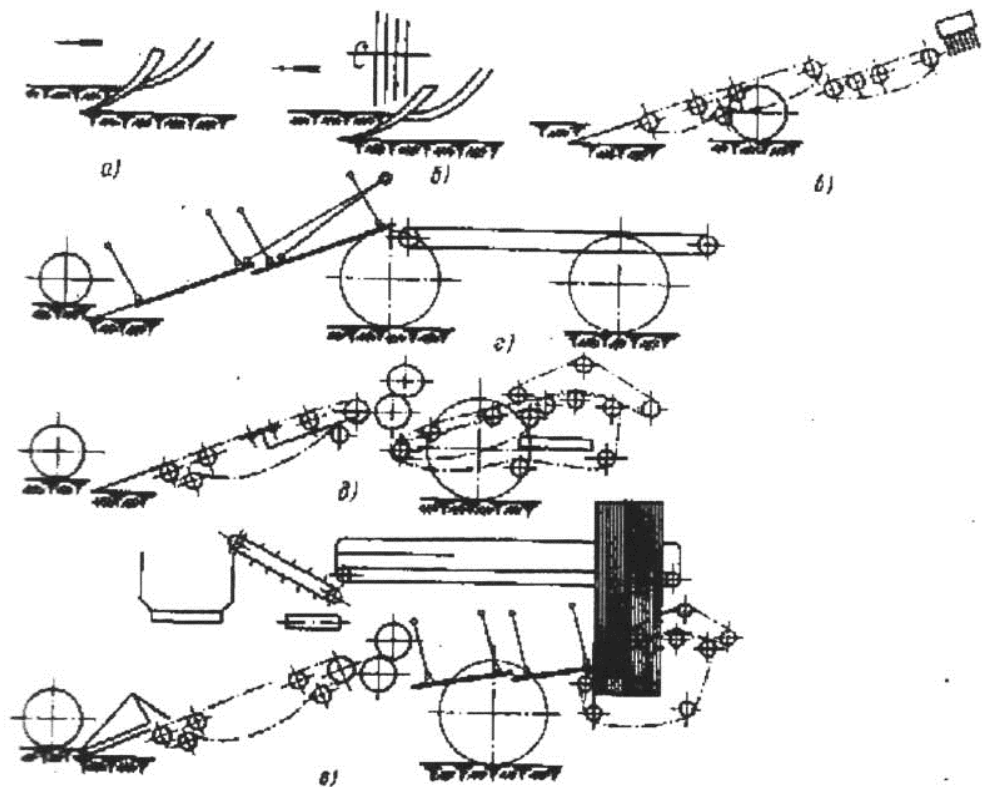


Рисунок 2.1 - Принципові схеми основних типів картоплезбиральних машин: *a* - копачі підкопують рядки картоплі; *б* – копачі роторного типу; *в* – картоплекопачі посіваючого типу; *г* – картоплекопачі з причіпними переборними столами; *д* – картоплекопачі-валкоукладачі; *е* – картоплезбиральні комбайни

Картоплекопачі з причіпними переборними столами (рис. 2.1 г) дозволяють отримати кондиційну картоплю шляхом перебору бульб робітниками і тарування їх в мішки чи корзини з допомогою відповідних пристроїв. Перевагою таких картоплекопачів на відміну від звичайних є полегшення умов праці робітників, а в порівнянні з картоплезбиральними

комбайнами менші пошкодження бульб.

Картоплекопачі з причіпними столами особливо доцільно використовувати при збиранні картоплі, що йде на посадку та ранньої. Але такий спосіб збирання можливий лише в легких умовах. При використанні причіпних переборних столів в легких умовах втрати праці можуть бути зменшені на 20 – 30% в порівнянні з підбором бульб вручну з поверхні поля.

Картоплекопачі - валкоукладачі (рис. 2.1 д) на відміну від звичайних картоплекопачів, як правило, мають додаткові пристрої для видалення бадилля із машини і поперечні транспортери, що дозволяють вкладати бульби в вузький рядок з двох, чотирьох або шести рядків. Прикладом такої машини є картоплекопач УКВ – 2, від дає можливість підвищити продуктивність праці робітників при підборі бульб, а також забезпечити дворядне збирання комбайнами. При підборі бульб вручну за машиною такого типу затрати праці знижуються на 30 - 50% в порівнянні з підбором картоплі за звичайним картоплекопачем, а при підборі комбайном затрати праці знижуються на 40 – 50% в порівнянні з прямим комбайнуванням.

Картоплезбиральні комбайни (рис. 2.1 є) здійснюють підкопування рядків, відділення бульб від ґрунту, бадилля і інших домішок і накопичення бульб в тару. Комбайни є найбільш ефективними машинами для збирання картоплі, що дозволяють навіть при наявності трьох – шести робочих, що обслуговують переборний стіл, знизити витрати праці в порівнянні з ручним підбором після картоплекопачів в 3 – 4 рази.

За кордоном, головними чином в США, знаходять деяке використання спеціальні машини-підбирачі, що застосовуються виключно для підбору бульб із валків, вкладених картоплекопачами-валкоукладачами. При прямому комбайнуванні ці машини працювати не можуть.

Підборщик по номенклатурі робочих органів мало відрізняється від комбайнів, але має більш вузьке призначення. Тому доцільно оснащувати картоплезбиральні комбайни пристроями для підбору валків [13].

Проаналізувавши різні технології збирання картоплі необхідно зробити вибір. Вибрана машина повинна мати нескладну конструкцію, можливість агрегатуватись з тракторами малого класу, хорошу маневреність, що дуже важливо при збиранні картоплі на малих ділянках, мати добрі показники щодо затрат праці та якості зібраної картоплі. Такими машинами є прості копачі, копачі роторного та посіваючого типів, а остаточно зробити вибір зможемо після огляду конструкцій машин цих типів.

2.2 Аналіз конструкції робочих органів копачів картоплі

Аналізуючи конструкції робочих органів картоплекопачів почнемо з найпростішого копача підкопуючим органом якого є двохполицевий корпус (типу корпусу підгортальника). При роботі корпус проходить по середині рядка, розриваючи його на дві сторони. Копачі цього типу агрегуються з садово-городніми тракторами та мотоблоками.

Картоплекопачі роторного типу (рис. 2.2) складаються з леміша коритоподібної форми, який підкопує рядок картоплі, ротора призначеного для розкидання підкопаної маси праворуч машини. Ротор складається з барабана, до якого прикріплено вісім кидальних гребінок. Кожна гребінка складається з чотирьох сталевих зігнутих пальців. Ротор приводиться в обертальний рух від вала відбору потужностей трактора через редуктор.

Копіювальне колесо, встановлене на копач, призначене для копіювання поверхні поля та регулювання глибини підкопування [12]. Прикладом таких машин є картоплекопачі КТН – 1А, КТН – 1,6.

Картоплекопачі просіваючого типу це, наприклад, картоплекопач однорядний Л-651 (рис 2.3 і 2.5) складається з леміша, що підкопує рядок картоплі, вертикальних дисків для обрізання бадилля по краях рядка та для усунення розвалу підкопаного лемішем рядка по сторонам, першого і другого сепаруючих елеваторів, де ґрунт відсівається від бульб, звужувальних решіток, що спрямовують бульби до центру, ложе утворювача, який вирівнює

та ущільнює ґрунт під валок, щоб покращити умови роботи людей, які збирають бульби вручну [15].

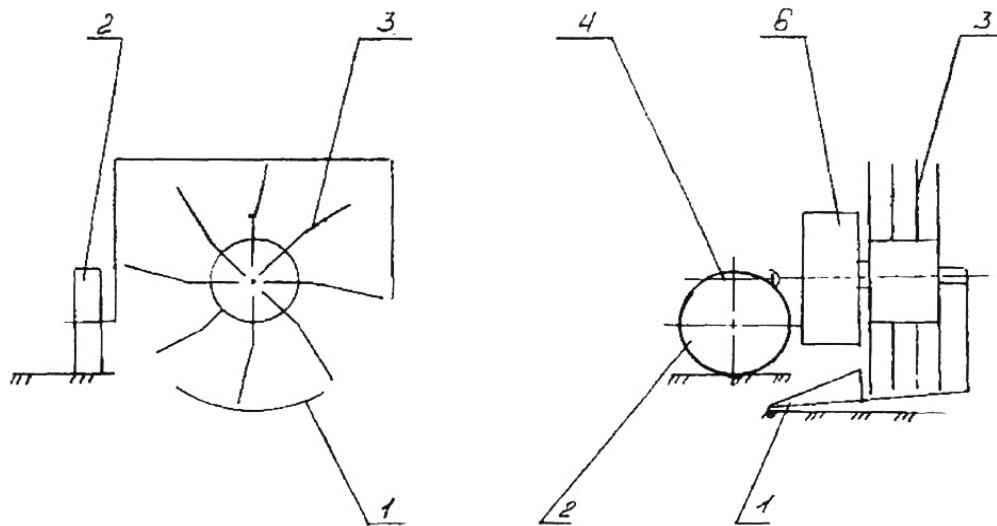


Рисунок 2.2 - Конструктивна схема копача роторного типу: 1 – леміш; 2 – пристрій для регулювання глибини підкопування (опорне колесо); 3 – ротор пальчастий; 4 – механізм привода копача; 6 – редуктор

Картоплекопач КСТ-1,4А (елеваторного типу) (рис 2.4 і 2.6) має в наявності два підкопувальні леміші (трапецевидної форми) у передній частині загострені, а в задній до них шарнірно приєднані клапани у вигляді пластин для запобігання заклинювання каміння між лемішами і швидкісним елеватором. Леміші під час роботи коливаються.

а

б

Рисунок 2.3 – Картоплекопачі Л-651 (а) і КТН-2В (б)

а)

б)

Рисунок 2.4 - Картоплекопач КСТ–1,4А (а) і КД 00.000 (б)

Швидкісний елеватор (пруткового типу) призначений для руйнування і сепарації підрізаного шару ґрунту та подачі вороха на основний елеватор для часткового видалення землі та переміщення вороха на каскадний елеватор. Основний елеватор має зірочки еліптичної форми, які приводять в коливальний рух верхню вітку елеватора і сприяють кращому просіванню ґрунту і скидає ворох картоплі на поверхню поля. Кожний другий пруток елеватора об гумований, що зменшує пошкодження картоплі.

Звужувальні щитки зміщують масу в центральну частину і формують валок. Глибину ходу лемішів регулюють гвинтовим механізмом копіювального колеса, частоту коливання лемішів та швидкість руху елеваторів – змінними зірочками механізму приводу [13].

Картоплекопач двохрядний КТН – 2В (рис. 2.3(б) і 2.7) складається з рами, замок автозчіпки, два основних і середній пасивні леміші, основний і

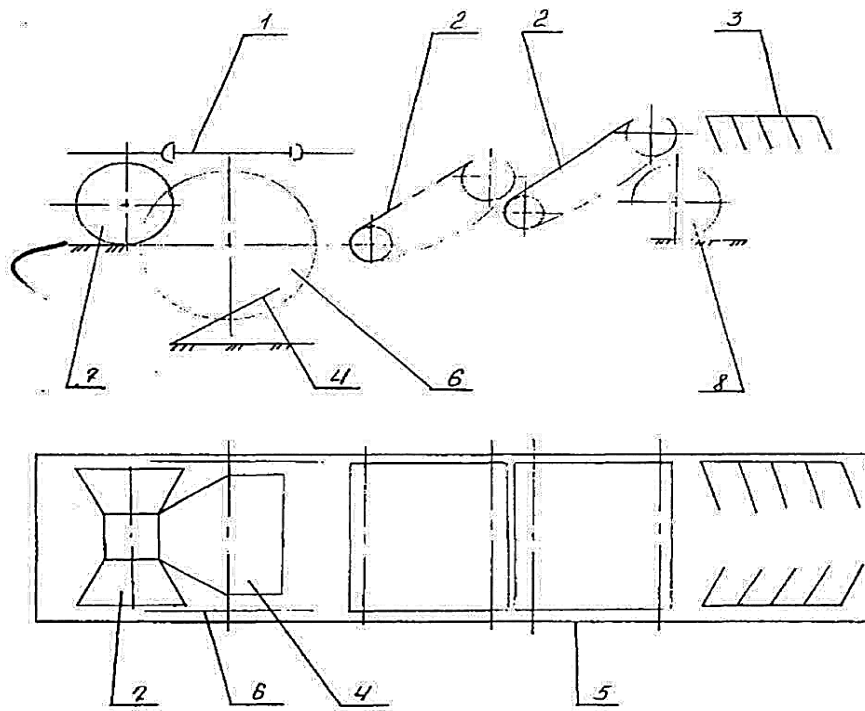


Рисунок 2.5 - Конструктивна схема копача Л-651:1 – механізм привода копача; 2 – сепаратор; 3 – щитки для утворення валка; 4 – леміш; 5 – рама; 6 – обрізувальні диски; 7 – коток копій; 8 – пристрій для вирівнювання ущільнювальної дії на поверхню поля

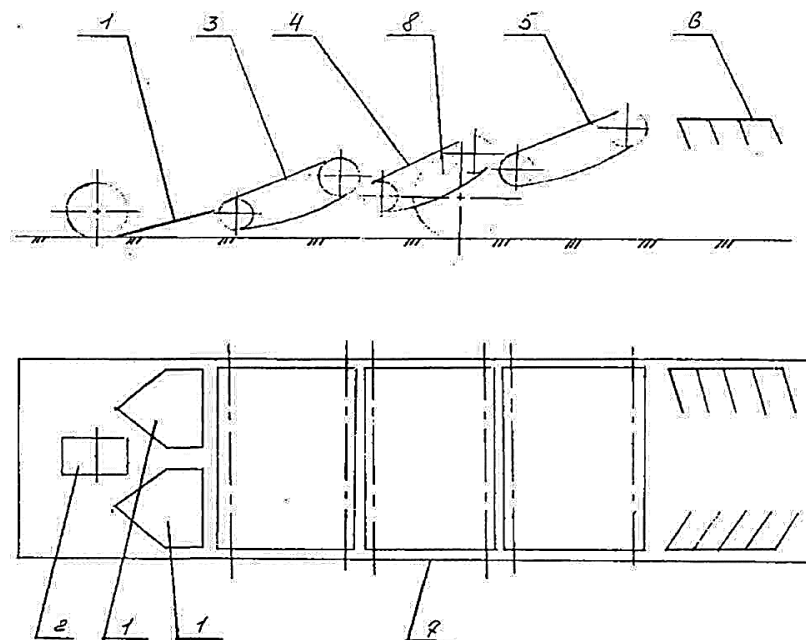


Рисунок 2.6 - Конструкційна схема копача КСТ-1,4:1 – активні леміші; 2 – копіювальне колесо; 3 – швидкісний елеватор; 4 – основний елеватор; 5 – каскадний елеватор; 6 – щитки для утворення валка; 7 – рама; 8 – ходове колесо.

каскадний елеватори, для просівання ґрунту, щити, що спрямовують бульби до центра рядка. Опорні колеса та механізм регулювання глибини ходу лемешів. Машина забезпечує відділення бульб від ґрунту, бадилля і викидання на землю для ручного підбору.

Аналогічна машина картоплекопач двохрядний начіпний КТН-2Б складається з рами, автозчіпки, двох лемешів для підрізання шару ґрунту, основного і каскадного елеваторів для просівання ґрунту, щитки, що спрямовують бульби до центру валка. Глибину ходу лемешів регулюють гвинтовим механізмом опорних коліс. Машина забезпечує підкопування картоплі на гребневих і гладких каскадах, відділення бульб від ґрунту і вкладання їх з бадиллям в валок на поле для зручного збирання [12].

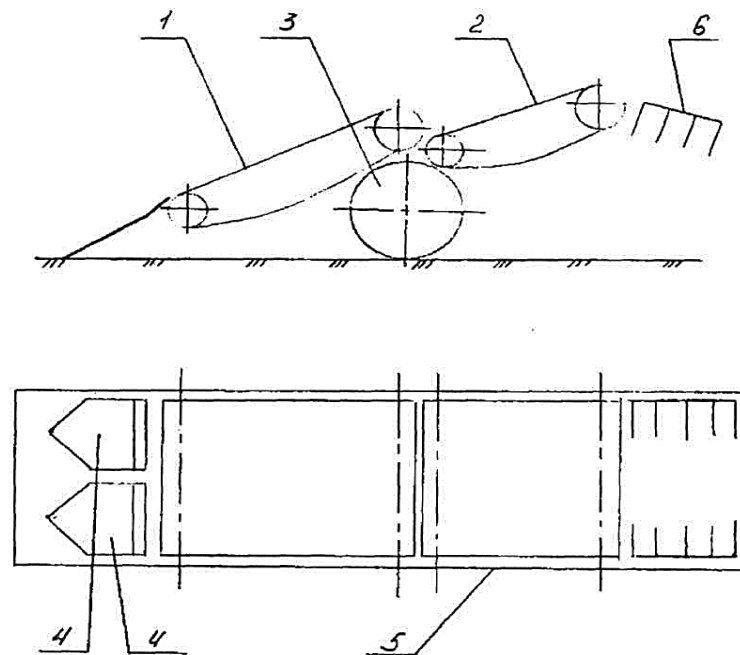


Рисунок 2.7 - Конструктивна схема копача КТН-2В: 1 – основний елеватор; 2 – каскадний елеватор; 3 – ходове колесо; 4 – пасивні лемеші; 5 – рама; 6 – щитки для формування валка

Розглянувши конструкції вибраних машин бачимо, найбільш оптимальною машиною для наших мов є картоплекопач роторного типу. Машина в порівнянні з простим копачем хоч і має складнішу конструкцію і більші габаритні розміри, значно зменшує затрати праці.

Рисунок 2.8 – Картоплезбиральний комбайн DEWULF

Рисунок 2.9 – Польський причіпний картоплекопач BOLKO

Порівнюючи картоплекопач з копачами просіваючого типу маємо недолік, пов'язаний з вищими затратами праці приблизно на 20 – 25%. Але переважає те, що начіпна машина, має меншу масу, менші габаритні розміри, що дуже важливо при збиранні картоплі на ділянках неправильної форми. Звертаємо увагу також на коритоподібну форму леміша. За даними досліджень, коритоподібні леміші в порівнянні з плоскими подають в машину менше ґрунту при гребеневій посадці на 25 – 30% при гладкій на 50 – 60% [19].

Сучасні картоплезбиральні комбайни досить якісно виконують технологічний процес підкопування, очищення та відділення землі і бадилля без значного пошкодження бульб. Використання їх доцільне на великих площах, адже вони досить дорого коштують.

3 ОБҐРУНТУВАННЯ НАБОРУ МАШИН ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ

3.1 Складання технологічної карти

Технологічна карта є основним технологічним документом на вирощування і збирання сільськогосподарської культури в господарстві. Розробляється вона на найближчий рік із врахуванням наявної в господарстві техніки та можливого використання нових машин, більш сучасних агротехнічних прийомів, які сприяють підвищенню врожайності і зменшенню затрат праці на одиницю продукції.

Розроблена технологічна карта вирощування та збирання картоплі включає такі основні блоки інформації:

- агрономічний блок, який містить назву операції, обсяг робіт, початок і тривалість робіт;
- технічне забезпечення операцій і нормативи використання техніки (змінна норма виробітку, норма витрати палива, еталонна продуктивність);
- потреба в ресурсах: кількість технічних засобів, виробничого персоналу, робочих днів і нормозмін, палива і технологічних матеріалів;
- показники ефективності: затрати праці, виробіток в еталонних одиницях обліку механізованих робіт.

Перед складанням технологічної карти були проаналізовані наступні умови господарства: агрокліматичні, ґрунтові з урахуванням питомого опору, конфігурації поля, довжину гонів, рельєф. Оскільки ці фактори значною мірою впливають на вибір технології вирощування.

При складанні технологічної карти були враховані такі первинні дані:

попередник (озима пшениця); площа, на якій планується вирощування картоплі (60 га); планова врожайність основної продукції (160 ц/га), норма витрати: насіння, пестицидів; норми внесення добрив, відстань перевезення: насіння, добрив, пестицидів, бульб. Крім того, було враховано стійкість ґрунтів до водної ерозії, ступінь забур'яненості поля.

Заповнювали технологічну карту так. В графу 1 «Шифр операції», проставляли порядковий номер операції. Перелік операцій, необхідних для вирощування і збирання заданої сільськогосподарської культури записували в графу 2.

«Обсяг робіт», Ω , (графа 3) визначається типом агрегату:

- для технологічних агрегатів (оранка, культивация, збирання врожаю), га,

$$\Omega = Fk \quad (3.1)$$

- для навантажувальних, т, ц, м³,

$$\Omega = Fg_m \quad (3.2)$$

- для транспортних, т або т · км,

$$\Omega = Fg_m L_{\Pi} \quad (3.3)$$

де F - площа вирощування сільськогосподарської культури, га;

k - коефіцієнт кратності виконання операцій;

g_m - норма витрати технологічних матеріалів, т/га;

L_{Π} - відстань перевезень, км.

Дата початку роботи (графа 4) та її тривалість (графа 5) обумовлюються агротехнікою вирощування сільськогосподарської культури. При розробці технологічної карти, календарні і агротехнічні строки виконання операцій приймали з урахуванням особливостей вирощування картоплі в центральному Степу України.

Роботу агрегатів рекомендується планувати в дві зміни. Тривалість зміни, $T_{зм}$, при цьому повинна становити 7 год., а при роботі з отрутохімікатами - не більше 6 год. При виконанні найбільш важливих і

термінових робіт допускається продовжувати робочу зміну до 10 год. Виходячи з цього, тривалість роботи агрегату за добу, T_d , год., записували в графу 6. Склад машинно-тракторних агрегатів (марку енергетичного засобу, сільськогосподарської машини і зчіпки, та їх кількість в агрегаті) записуємо в графі 7, 8 і 9. При цьому по кожній операції технологічного процесу вирощування і збирання цукрових буряків, для конкретних умов роботи (група поля, клас ґрунту), вибирали раціональний склад машинно-тракторного агрегату, за критеріями годинної продуктивності W_r і паливної економічності g_p , виходячи з наявної в господарстві техніки.

Змінну норму виробітку, $W_{зм}$, (графу 10) та витрату палива на одиницю роботи (графу 11) визначали згідно існуючих в господарстві норм виробітку і витрачання палива на механізовані роботи.

Норму витрати технологічних матеріалів (органічних та мінеральних добрив, насіння, пестицидів тощо) визначали відповідно з агротехнікою вирощування сільськогосподарської культури. Ці дані записували в графу 12.

Необхідну для виконання запланованого обсягу робіт, кількість агрегатів n_a (графу 13), визначали за формулою:

$$n_a = \frac{\Omega}{W_{зм} K_{зм} D_p} \quad (3.4)$$

де $K_{зм}$ – коефіцієнт змінності,

$$K_{зм} = \frac{T_d}{T_{зм}} \quad (3.5)$$

Необхідну кількість обслуговуючого персоналу визначали за формулами:

$$n_o = (m_m + m_d) n_a K_{зм} \quad (3.6)$$

де m_m і m_d - відповідно, кількість механізаторів та допоміжних робітників. Кількість механізаторів і допоміжних робітників, обслуговуючих агрегат, визначали в залежності від його складу, прийнятої в господарстві технологічної схеми роботи і рекомендацій заводів - виробників машин.

Кількість днів, протягом яких буде виконана робота (граф 15), підраховували діленням обсягу роботи Ω (граф 3) на кількість агрегатів n_a (граф 13) та добову продуктивність агрегату W_d , тобто:

$$D = \frac{\Omega}{n_a W_d} = \frac{\Omega}{n_a W_{3M} K_{3M}} \quad (3.7)$$

Виробіток машинно-тракторних агрегатів в умовних одиницях W_y (граф 16) визначали, помноживши значення годинної еталонної продуктивності λ [10] на кількість відпрацьованих нормо-змін N_{3M} та тривалість зміни T_{3M} .

$$N_{3M} = \frac{\Omega}{W_{3M}} \quad (3.8)$$

Затрати праці на виконання роботи (граф 17) підраховували за формулою:

$$Z_{\Pi} = (n_M + n_D) N_{3M} T_{3M} \quad (3.9)$$

де n_M і n_D – відповідно, кількість механізаторів і допоміжних робітників, що обслуговують агрегат.

Розрахунок показників технологічної карти покажемо на прикладі операції “Лущення стерні”.

В графу 1 «Шифр операції», проставляємо порядковий номер, 01. В графу 2 записуємо назву роботи “Лущення стерні в два сліди”.

«Обсяг робіт», Ω , (граф 3) визначаємо за формулою (5.1):

$$\Omega = 60 \cdot 2 = 120 \text{ га.}$$

Дата початку роботи (граф 4), одночасно із збиранням озимої пшениці, орієнтовно – 15 липня. Тривалість роботи (граф 5) обумовлюється агротехнікою, і відповідно до агротехнічних вимог становить 2 дні. Роботу агрегатів при лущенні стерні плануємо в дві зміни. Тоді тривалість роботи агрегату за добу, T_d , год, становить 14 годин (граф 6).

Вибираємо раціональний склад машинно-тракторного агрегату, за критеріями годинної продуктивності W_t і паливної економічності g_p , виходячи з наявної в господарстві техніки. Для машинно-тракторних агрегатів, які можна скомплектувати з наявної в господарстві техніки, (див. табл. 3.1 графа 2) записуємо значення годинної продуктивності W_j і витрати пального $g_{пj}$, (графи 3 і 4 табл. 5.1).

Для вибору оптимального складу МТА, необхідно, щоб пошук кращого варіанту зводився до максимізації критеріїв. У нашому випадку ця умова не дотримується, тому вводимо критерій $f_{п} = \frac{1}{g_{п}}$, тобто, обернений до величини витрати палива (графа 4). Такий критерій характеризує розмір площі, що обробляється при витраті 1 кг палива, а його покращення, як і продуктивності, спрямоване у бік зростання.

Таблиця 3.1 - Характеристика роботи луцильних агрегатів

Варіант	Склад МТА	W, га/год.	g_p , кг/га	f_p , га/кг	μ
1	Т-150К + ЛДГ-15	7,5	3,1	0,32	-0,435
2	Т-150К + ЛДГ-10	5,2	3,1	0,32	-0,265
3	Т-150 + ЛДГ-15	7,8	2,8	0,36	-0,050
4	Т-150 + ЛДГ-10	5,3	2,9	0,34	-0,235
5	ДТ-75М + ЛДГ-10	4,6	2,5	0,40	-0,205
6	Т-70С + ЛДГ-5	3,1	2,8	0,36	-0,300
7	МТЗ-80 + ЛДГ-5	3,2	2,8	0,36	-0,345
Ідеалізований варіант		7,8		0,40	

Записуємо критерії W і $f_{\text{п}}$ для ідеалізованого варіанту. Ідеалізований - це умовний варіант складу машинно-тракторного агрегату, якому приписують кращі значення критеріїв з усієї множини варіантів.

Для кожного j -го варіанту складу машинно-тракторного агрегату визначаємо показник віддаленості від ідеалу (відстані до цілі) за формулою:

$$\mu = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{U_{ij}}{U_{i0}} - 1 \quad (3.10)$$

де N – кількість критеріїв, $N = 2$;

U_{ij} і U_{i0} – відповідно, значення i -го критерію j -го МТА і значення i -го критерію ідеалізованого варіанту.

Підставляємо цифрові значення для агрегату Т-150К+ЛДГ-15, отримаємо

$$\mu = \frac{1}{2} \left(\frac{7,5}{8,3} + \frac{0,32}{0,40} \right) - 1 = -0,435.$$

Підрахувавши відстань до цілі для решти агрегатів (графа 6), визначаємо, що оптимальні показники роботи має агрегат Т-150+ЛДГ-15.

Склад вибраного машинно-тракторного агрегату (Т-150 + ЛДГ-15) записуємо в графи 7, 8 і 9.

Змінну норму виробітку, $W_{\text{зм}} = 54,6$ га, (графа 10) та витрату палива на одиницю роботи $g_{\text{п}} = 2,8$ кг/га (графа 11) визначаємо з існуючих в господарстві норм.

При луценні стерні, технологічні матеріали не витрачаються, тому в графу 12 не записуємо цифрових значень.

Необхідну для виконання запланованого обсягу робіт, кількість агрегатів n_a (графа 13), визначаємо за формулою (5.4):

$$n_a = \frac{120}{54,6 \cdot 2 \cdot 2} = 0,54$$

Приймаємо 1 агрегат.

Необхідну кількість обслуговуючого персоналу визначаємо за формулою (3.6):

$$n_o = (1 + 0) \cdot 1 \cdot 2 = 2 \text{ чол.}$$

Кількість днів, протягом яких буде виконана робота (графа 15), підраховуємо діленням обсягу роботи Ω (графа 3) на кількість агрегатів n_a (графа 13) та добову продуктивність агрегату W_d , тобто:

$$D = \frac{120}{1 \cdot 54,6 \cdot 2} = 1,09 \text{ дня.}$$

В графу 15 записуємо 1 день.

Підраховуємо кількість відпрацьованих нормо-змін по формулі (3.8),

$$N_{зм} = \frac{120}{54,6} = 2,2.$$

Виробіток машинно-тракторних агрегатів в умовних одиницях W_y визначаємо, помноживши значення годинної еталонної продуктивності $\lambda = 1,65$ на кількість відпрацьованих нормо-змін $N_{зм} = 1,65$ та тривалість зміни

$$T_{зм} = 7 \text{ год.}$$

$$W_y = 1,65 \cdot 2,2 \cdot 7 = 25,4 \text{ у.е.га.}$$

Затрати праці на виконання роботи (графа 17) підраховуємо за формулою (3.9)

$$Z_{п} = 2 \cdot 1,65 \cdot 7 = 23,1 \text{ люд.год.}$$

Аналогічно виконавши розрахунки для інших операцій технологічного процесу, їх значення записуємо в технологічну карту.

3.2 Визначення потреби в техніці

Потребу в техніці для вирощування картоплі можна визначити шляхом побудови графіків використання тракторів і сільськогосподарських машин. При побудові графіка використання тракторів по осі абсцис відкладаємо заданий календарний період виконання польових механізованих робіт, а по осі ординат – установлену розрахунком кількість тракторів відповідних марок, що

необхідна для виконання запланованого обсягу робіт по операції. Кожній операції на графіку відповідає один або кілька прямокутників, основою яких є тривалість виконання операції в календарних днях, а висотою – кількість тракторів, зайнятих на виконанні даної операції.

Графіки використання всіх запланованих марок тракторів будують на одному аркуші та на одній календарній шкалі (див. аркуш 4 графічної частини проекту). Якщо строки проведення робіт по кількох операціях збігаються, то прямокутники на графіках відповідних марок тракторів будують один над другим. Загальна висота їх у перерізу, перпендикулярному осі календарних днів, дорівнює в масштабі кількості тракторів, необхідних у даний момент для виконання запланованих робіт. Кожний прямокутник кодується номером тієї операції, на виконання якої запланований даний трактор.

Побудова графіків використання тракторів, одночасно з визначенням комплексу машин для виконання циклу механізованих робіт, дає можливість визначити завантаження всього тракторного парку підрозділу в заплановані календарні строки виконання будь-якої операції: які трактори і скільки уже заплановано до використання у ці ж строки, які та скільки ще вільні. Це дозволяє ще на ранній стадії складання плану виконання робіт та проведення відповідних розрахунків виявити грубі прорахунки в розподілі тракторів за операціями та помилки в розрахунках, встановити причину підвищеної потреби в тракторах та механізаторах і визначити, яким чином зменшити цю потребу: або “передати роботу” на другу, менш завантажену марку трактора, якщо він може якісно виконати даний вид роботи, або збільшенням тривалості робочого дня в цей період, або зміною інтенсивності роботи в межах агротехнічного строку, або зміною виконання процесу.

Після побудови графіка використання тракторів та його коригування по ньому визначаємо найбільшу кількість тракторів кожної марки, що одночасно зайняті на виконанні механізованих робіт, яку й приймаємо за потребу в них.

Одночасно з побудовою графіка використання тракторів будуємо графік використання сільськогосподарських машин (див. аркуш 5 графічної частини проекту). Для цього по осі абсцис графіка відкладаємо, як і в першому випадку, календарні дати, а по осі ординат – найменування та марку сільськогосподарських машин та сумарну потребу в цих машинах. Використання сільськогосподарських машин на цих графіках позначаємо лінією паралельною осі абсцис, довжина якої у відповідному масштабі дорівнює розрахунковій тривалості роботи сільськогосподарської машини на виконанні технологічної операції. Над лінією проставляємо розрахункову кількість тих машин, що використовуються на даній операції, а під лінією – номер цієї операції в переліку запланованих робіт по вирощуванні заданої культури.

Складені графіки, наочно показують, на який строк, яких і скільки треба підготувати машин, а також дають змогу спланувати їх ремонт.

4 ОБҐРУНТУВАННЯ СХЕМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ КАРТОПЛЕКОПАЧА

Збирання картоплі є найбільш трудомістким процесом. Затрати праці складають 45-60% загальних затрат на вирощування картоплі. Специфічна важкість механізації збирання картоплі пов'язана головним чином з тим, що бульби цієї культури знаходяться під поверхнею ґрунту. Машина викопує їх разом із землею, яку потім роздрібноє і відсіває. Цей процес важкий ще й тим, що у пласті ґрунту вміст бульби за масою складає 1 - 10%. Щоб відділити 4-6 кг бульби дворядна машина повинна роздробити і відсіяти 200 кг ґрунту, крім того, ступінь можливого подрібнення і відсіювання обмежена міцністю бульб. На роботу машини впливають також розміри, маса і форма картоплиння і бульби.

Розроблено ряд економічних і продуктивних картоплезбиральних машинах, які відповідають певним агротехнічним вимогам і користуються попитом споживача, однак і ці конструкції не можна вважати повністю досконалими.

Виходячи із вище наведеного, удосконалення конструкцій існуючих картоплекопачів є актуальним.

Технологічний процес роботи проектованої конструкції (рис.4.1), як і усіх картоплезбиральних машин, ґрунтується на підкопуванні пласту з наступною його сепарацією, але у ньому є свої особливості.

Поставлена у дипломній роботі мета досягається використанням активних грядообтискаючих котків, які забезпечують збільшення часу дії на грядку сепаруючих і грудкороздавлюючих органів. Крім того, виникла необхідність заміни механічного приводу на гідропривід, що у кінцевому результаті позитивно вплине на якість збирання картоплі.

Картоплекопач навісний двохрядний КТН-2В призначений для викопування картоплі, часткового відділення бульб від ґрунту та укладання їх на поверхню поля для подальшого підбирання.

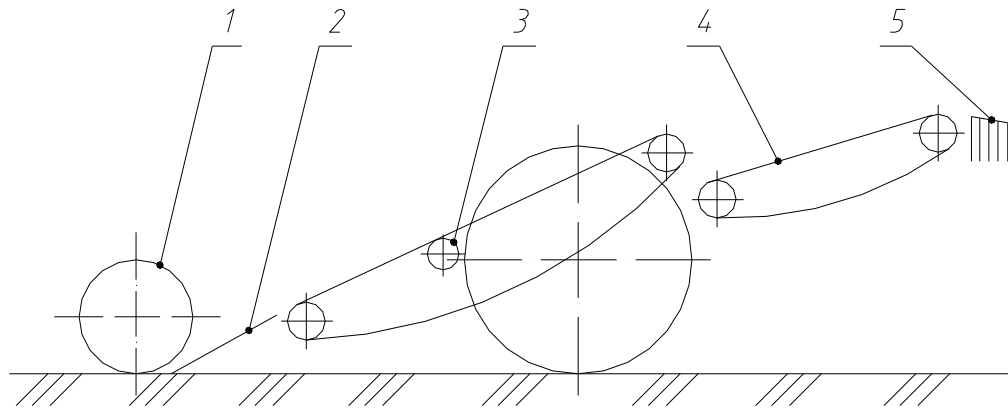


Рисунок 4.1 - Технологічна схема модернізованої машини:
1 – котки-грудкороздавлювачі, 2 – леміші, 3 – елеватор основний,
4 – елеватор каскадний, 5 – відбивачі

Картоплекопач КТН-2В можна використовувати для роботи на всіх видах ґрунтів, у тому числі і на суглинистих і важких ґрунтах при їх вологості до 27%. Також він може бути застосований на вологих торф'яниках і на ґрунтах, середньо засмічених камінням (8 – 9 т/га).

Картоплекопач працює на грядках і гребневих посадках картоплі з міжряддями 60 – 70 см. Для нормальної роботи копача необхідною є прямолінійність рядків і дотримання необхідно величини міжрядь, що забезпечується механізованою посадкою і міжрядним обробітком.

Картоплекопач може бути використаний для збирання буряка, моркви та інших коренеплодів, які посаджені з міжряддями, які дозволяють збирати їх без пошкоджень.

Основними вузлами картоплекопача є: рама, леміші, котки-грудкороздавлювачі, елеватор основний, елеватор каскадний, опорні колеса, гідропривід.

Рама призначена для кріплення всіх вузлів копача - це просторова зварна конструкція із штампованих боковин і прокатних профілів.

Котки-грудкороздавлювачі, що йдуть спереду, перекочуються по картопляній грядці і одночасно коливаються у поздовжній площині, чим сприяють руйнуванню земельних грядок і відриванню бульб від картоплиння. Підрізаний лемішами пласт грядки поступає на основний елеватор машини. За час переходу на елеватор пласт піддається розтягуванню за рахунок різниці поступальної швидкості трактора і швидкості полотна елеватора.

На основному елеваторі частина ґрунту, яка поступила, просівається через просвіти між прутками. Для прискорення процесу просівання ґрунту робоча гілка основного елеватора зазнає вертикального струшування, яке здійснюється струшувачами еліптичної форми. Не просіяна маса ґрунту з бульбами картоплі і картоплинням з основного елеватора поступає на каскадний, який, працюючи аналогічно до основного, просіває решту ґрунту.

Регулювання глибини ходу лемішів здійснюється за допомогою верхньої тяги навісної системи трактора.

Регулювання параметрів роботи робочих органів здійснюється як з кабіни трактора при допомозі розподільника, так і на агрегаті дроселями і запобіжними клапанами.

При роботі елеватора полотна приробляються і подовжуються, у результаті чого вітки полотен провисають і можуть зачепити за брус лемішів. Необхідний натяг полотен проводять видаленням одного або кількох прутків. При сильних натягах полотен можливе обривання їх і передчасне зношування зірочок. Довжина полотна повинна бути такою, щоб забезпечувалась нормальна робота струшувачів.

Робочі параметри машини:

- ширина міжряддя збиральної картоплі – 70 см;
- кількість рядків, що одночасно збираються – 2;
- максимальна глибина підкопування – 22 см;

- продуктивність за час чистої роботи – до 0,6 га/год;
- маса машини – 500-700 кг;
- ширина захвату 1400 мм;
- дорожній просвіт 300 мм;
- радіус повороту агрегату на крайній точці – 6,2 м;
- габаритні розміри:
- довжина – 2960 мм;
- ширина – 1720 мм;
- висота – 1250 мм.

Агрегується з тракторами класу 1,4.

Ці параметри необхідні для визначення параметрів, режиму роботи і технологічних показників збирання картоплі даним агрегатом.

5 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ КАРТОПЛЕКОПАЧА

5.1 Розрахунок геометричних параметрів котків грудкороздавлювачів

Розроблена у дипломному проєкті конструкція вібраційного котка-грунтороздавлювача показана на рис. 5.2 і у графічній частині проєкту.

Проведемо конструктивний розрахунок пропонованого удосконалення.

Із умов намотування картоплиння на коток визначаємо менший (внутрішній) діаметр котка d_K (рис. 5.1) за формулою

$$d_K = l_b / \pi ; \quad (5.1)$$

де l_b - довжина картоплиння, максимальне значення, $l_b = 0,5 \dots 0,7$ м;

$$d_K = 0,6 / 3,14 = 0,19 \text{ м};$$

приймаємо $d_K = 0,2$ м.

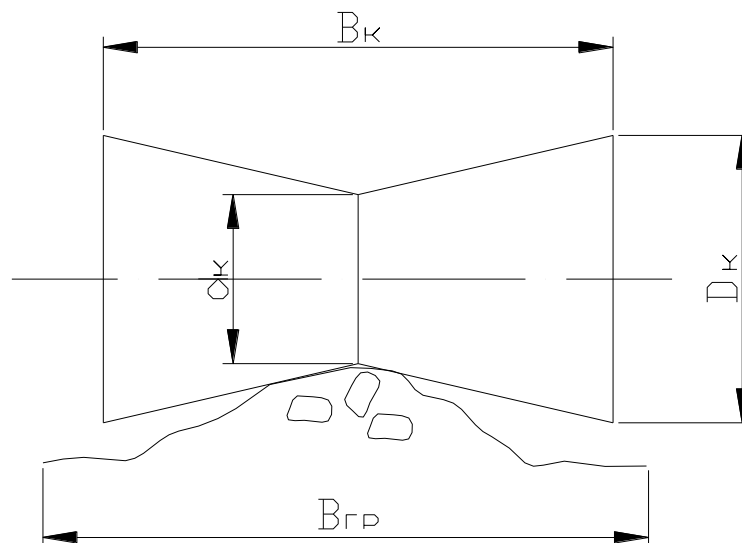


Рисунок 5.1 - Схема для розрахунку котків-грудкороздавлювачів:

1 – гряда, 2 – коток-грудкороздавлювач

Тоді

$$D_K = 0,2 + 2 \cdot 0,15 \cdot 0,52 = 0,356 \text{ м}; \quad (5.3)$$

приймаємо $D_K = 0,35$ м.

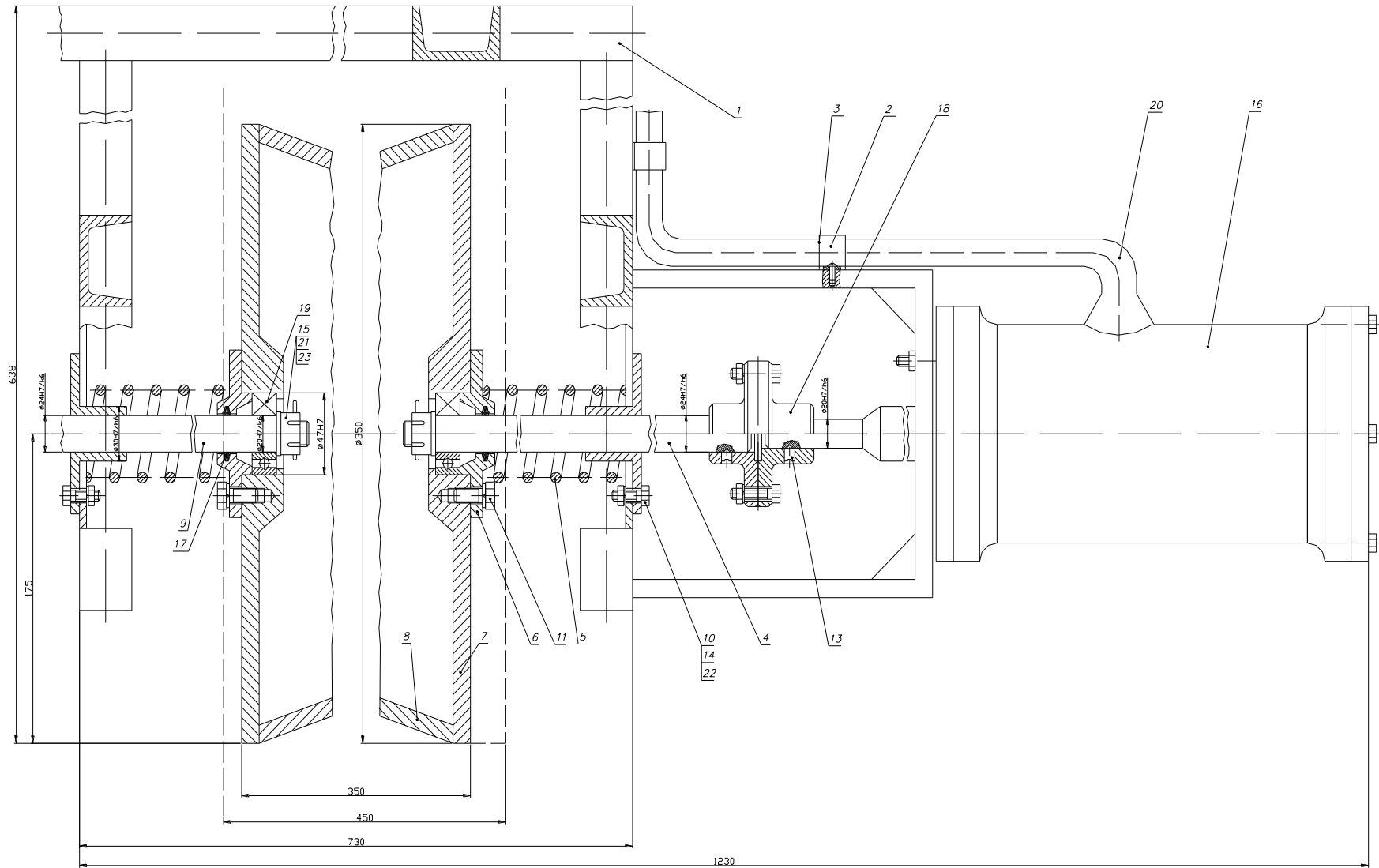


Рисунок 5.2 - Вібраційний коток-грудкороздавлювач картоплекопача КТН-2В

Із умов компоновки і максимально активної дії на земельну грядку визначаємо ширину котка за формулою:

$$B_K = B_M - B_{III}; \quad (5.3)$$

де B_M - ширина міжряддя, $B_M = 0,7$ м;

B_{III} - ширина шини трактора, $B_{III} = 0,35$ м.

Тоді

$$B_K = 0,7 - 0,35 = 0,35 \text{ м.}$$

Частоту поперечного коливання котка-грудкороздавлювача приймаємо рівною частоті коливань гідровібратора $h_R = 2...4 \text{ с}^{-1}$.

5.2 Розрахунок підкопуючого леміша

Леміш (рис. 5.3) має трапецієвидну форму, у передній частині загострений, а у задній до нього шарнірно приєднані відкидні пальці у вигляді пластин для запобігання заклинювання камінням між лемішем і елеватором; призначений для підкопування роздробленого котком-грудкороздавлювачем бульбоносного шару.

Визначаємо ширину лемеша за формулою [8]

$$B_L = B_M - B_{III} + 2\Delta B_M; \quad (5.4)$$

де ΔB_M - величина, на яку збільшується ширина лемеша з метою

попередження пересипання підкопаної маси пласта через краї,

$$\Delta B_M = 0,07 - 0,12 \text{ м;}$$

тоді

$$B_L = 0,7 - 0,35 + 2 \cdot 0,10 = 0,55 \text{ м.}$$

З умови ковзання підкопаної маси визначаємо кут встановлення лемеша до горизонту за формулою

$$\alpha_L \leq \varphi_m; \quad (5.5)$$

де φ_m - це кут тертя ґрунту до матеріалу леміша (сталь), $\varphi_m = 24^\circ$;

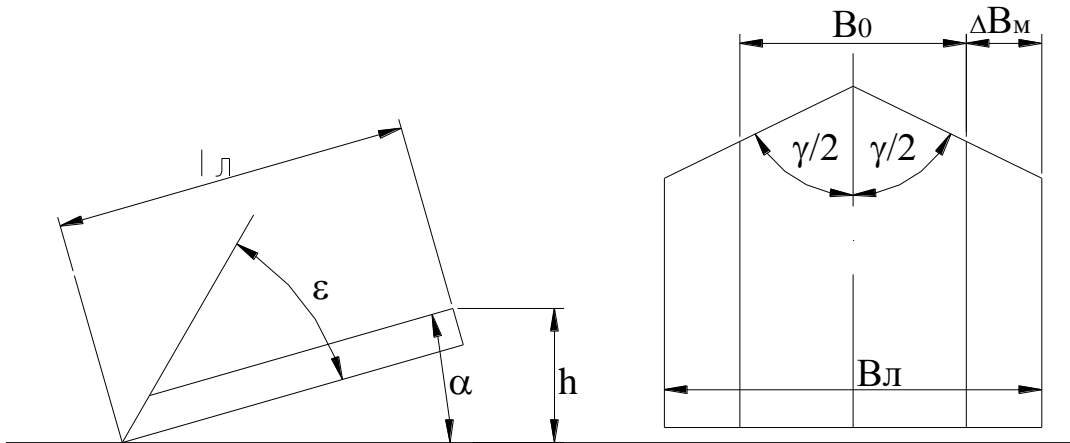


Рисунок 5.3 - Схема для розрахунку підкопуючого леміша

тобто $\alpha_{\text{л}} \leq 24^{\circ}$.

Довжину леміша визначаємо за формулою :

$$l_{\text{л}} = h_{\text{ГР}} / \sin \alpha_{\text{л}}; \quad (5.6)$$

де $h_{\text{ГР}}$ - висота гряди, $h_{\text{ГР}} = 0,15$ м; тоді

$$l_{\text{ГР}} = 0,15 / \sin 24^{\circ} = 0,368 \text{ м};$$

приймаємо $l_{\text{ГР}} = 0,4$ м.

Кут леміша у плані приймаємо конструктивно, визначаємо із умови самоочищення леміша за формулою:

$$\frac{\pi}{2} - \frac{\gamma}{2} > \varphi_{\text{ГР}}; \quad (5.7)$$

де $\varphi_{\text{ГР}}$ - кут тертя рослинних і корневих залишків до леза леміша, $\varphi_{\text{ГР}} = 40 - 50^{\circ}$.

З виразу (5.7) визначимо кут $\gamma = 90^{\circ}$.

Кут загострення леза леміша ε приймаємо аналогічно до ґрунтообробних машин, $\varepsilon = 11 - 13^{\circ}$.

5.3 Розрахунок відкидних пальців

Відкидні пальці (рис. 5.4) – це пластини, які шарнірно кріпляться на леміш, і призначені для запобігання заклинювання каміння між лемешем і елеватором. Ширину пальців приймаємо залежно від розміру каміння, грудок за формулою:

$$l_{\text{ПЛ}} \geq S_{\text{max}}; \quad (5.8)$$

де S_{max} - найбільший розмір твердих грудок, каміння, які можуть бути на полі, $S_{\text{max}} = 0,06 - 0,08$ м; отже $l_{\text{ПЛ}} = 0,07$ м.

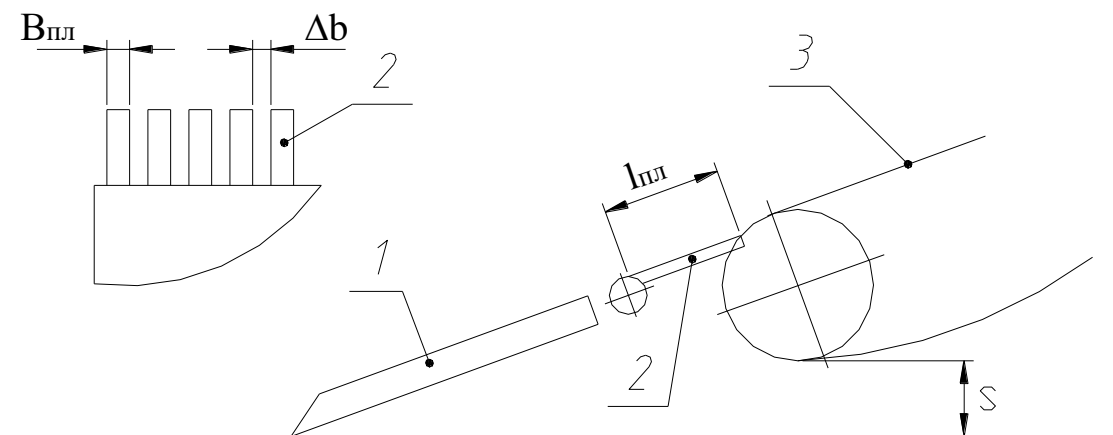


Рисунок 5.4 - Схема розрахунку відкидних пальців:

1 – леміш, 2 – відкидні пальці; 3 – прутковий елеватор

Кількість пальців визначаємо за формулою [13]

$$Z_{\text{П}} = B_{\text{Л}} / (B_{\text{ПЛ}} + \Delta b); \quad (5.9)$$

де $B_{\text{ПЛ}}$ - ширина пальців, приймаємо конструктивно $B_{\text{ПЛ}} = 0,02 - 0,04$ м;

Δb - монтажний зазор між пальцями, $\Delta b = 0,02$ м;

тоді

$$Z_{\text{П}} = 0,55 / (0,03 + 0,02) = 11 \text{ шт};$$

приймаємо $Z_{\text{П}} = 11$ шт.

Конструктивні параметри враховуємо при визначенні технологічних показників.

6 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ КАРТОПЛЕКОПАЧА

Рух машинних агрегатів на збиранні картоплі характеризується визначеною циклічністю. В кожен цикл входить робочий хід і поворот для зміни напрямку руху на зворотній або під деяким кутом до робочого ходу. До елементів руху машинних агрегатів відносяться також додаткові заїзди і переїзди, наприклад з загінки в загінку.

Спосіб руху – закономірність циклічно повторюваних елементів руху машинного агрегату. При викопуванні картоплі найбільш часто використовується гоновий спосіб руху – “човником”. Він характеризується чергуванням робочих ходів довжиною L_p і холостих поворотів довжиною L_x на кут 180 градусів.

Для характеристики кінематики машинного агрегату при виконанні технологічних операцій введені деякі умовні поняття та позначення [12].

Кінематичним центром (Π_a) називають таку точку агрегату, відносно траєкторії якої розглядають кінематику всіх інших його точок. Для нашого агрегату, який складається з колісного трактора класу 1,4 і начіпного картоплекопача, кінематичним центром агрегату є проекція на площину руху точки середини ведучої осі.

Кінематична довжина l_a – це проекція відстані між Π_a та лінією розміщення найвіддаленішого робочого органа при прямолінійному русі, вона складається із кінематичної довжини трактора l_t і картоплекопача l_k .

Кінематична ширина d_k – це проекція відстані між повздовжньою віссю та крайніми точками по ширині агрегату. В несиметричних агрегатах розрізняють праву і ліву кінематичну ширину.

Довжина виїзду e – це відстань, на яку необхідно проїхати кінематичним центром агрегату Π_a від контрольної лінії на поворотній смузі до початку повороту, щоб попередити пошкодження бульби і огріхи при викопуванні.

Центром повороту $\text{Ц}_п$ називається точка, відносно якої в даний момент здійснюється поворот $\text{Ц}_а$. Радіус повороту R – це відстань між $\text{Ц}_а$ та $\text{Ц}_п$. При повороті з постійним радіусом $\text{Ц}_п$ не змінює свого положення.

При розрахунках основних технологічних показників приймаємо наступні вихідні дані:

1. Площа поля - $F = 60$ га.
2. Довжина поля - $L = 600$ м.
3. Урожайність бульб - $Q_б = 25,0$ т/га.
4. Ширина міжрядь - $e = 70$ см.
5. Нахил місцевості - $\alpha = 2^\circ$.

При викопуванні картоплі в основному використовується петльовий грушоподібний спосіб повороту агрегату і мінімальна ширина поворотної смуги визначається рівнянням:

$$E_{\text{мін}} = 2,8R + e + d_k \quad (6.1)$$

Для агрегатів з заднім розташуванням машин відносно центра агрегату [12]

$$e = 0,5l_k \quad (6.2)$$

Значення l_k для начіпних агрегатів визначається як

$$l_k = d_T + d_k = 1,2 + 1,6 = 2,8 \text{ м} \quad (6.3)$$

$$e = 0,5 \times 2,8 = 1,4 \text{ м.}$$

Радіус повороту агрегату визначається рівнянням [12]:

$$R = 1,1 B_k, \quad (6.4)$$

де B_k – ширина захвату картоплекопача.

$$R = 1,1 \times 0,7 = 0,77 \text{ м.}$$

Тоді мінімальна ширина поворотної смуги буде дорівнювати:

$$E_{\text{мін}} = 2,8 \times 0,77 + 1,4 + 1,0 = 4,56 \text{ м.}$$

Приймаємо ширину поворотної смуги кратною кількості проходів збирального агрегату ($n = 6$) - $E = 6$ м.

Довжина робочого ходу картоплекопача на полі буде дорівнювати:

$$L_p = L - 2E \quad (6.5)$$

$$L_p = 600 - 2 \times 6 = 588 \text{ м}$$

Довжина холостого ходу на поворотній смузі при петльовому способі повороту визначається рівнянням:

$$L_x = (6,6 \dots 8,0)R + 2e; \quad (6.6)$$

$$L_x = (6,6 \dots 8,0) \times 0,77 + 2 \times 1,4 \approx 9 \text{ м.}$$

Затрати часу на холостий хід агрегату і робочий рух характеризуються коефіцієнтом робочих ходів, який дорівнює:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + L_x} \quad (6.7)$$

$$\varphi = \frac{588}{588 + 9} = 0,98$$

При подальших розрахунках приймаємо, що швидкість руху агрегату на поворотній смузі дорівнює робочій швидкості руху машини, тобто

$$V_p = V_x \quad (6.8)$$

Коефіцієнт тривалості поворотів дорівнює:

$$\tau = \frac{1 - \varphi}{\varphi} \quad (6.9)$$

$$\tau = \frac{1 - 0,98}{0,98} = 0,02$$

Один із основних показників роботи агрегату є продуктивність – обсяг роботи нормативної якості, що виконується агрегатом за одиницю часу. Розрізняють продуктивність теоретичну, що обчислюється як потенційно можлива продуктивність агрегату при повному використанні конструктивної ширини захвату, теоретичної швидкості руху і часу, до якого відноситься продуктивність (здебільшого до години); продуктивність агрегату за годину чистої (основної) роботи, яка враховує ступінь технічно можливого (оптимального) використання ширини захвату, швидкості руху і часу; технічний (нормативний) змінний виробіток, що враховує оптимальне використання ширини захвату, швидкості руху та часу зміни роботи агрегату; фактичну продуктивність і фактичний змінний виробіток, які визначають за реально виконаним обсягом роботи, при фактичних (робочих) ширині захвату, швидкості руху і часу корисної (продуктивної) роботи.

Продуктивність картоплекопача за зміну визначається рівнянням:

$$W = 0,1B_p V_p T_{зм} t_{зм}, \quad (6.10)$$

де B_p – робоча ширина захвату картоплекопача;

V_p – робоча швидкість руху агрегату;

$T_{зм}$ – час зміни (приймається рівним 7 год.);

$t_{зм}$ – коефіцієнт використання часу зміни.

$$t_{зм} = \frac{T_p}{T_{зм}}, \quad (6.11)$$

T_p – чистий робочий час за зміну.

$$T_p = \frac{T_{зм} - (T_T + T_{ТО} + T_\phi + T_{ОР})}{1 + \tau}, \quad (6.12)$$

де T_T – час, затрачений на технологічне обслуговування агрегату;

$T_{ТО}$ – час на технічне обслуговування агрегату;

T_{ϕ} – час на фізіологічні потреби обслуговуючого персоналу;

T_{op} – час на організаційні заходи, пов'язані з процесом збирання врожаю.

$$T_p = \frac{7 - (0,1 + 0,25 + 0,1 + 0,1)}{1 + 0,02} = 6,4 \text{ год.}$$

По рівнянню (6.11) визначаємо коефіцієнт використання часу зміни:

$$t_{zm} = \frac{6,4}{7} = 0,9$$

І змінна продуктивність агрегату на викопуванні картоплі розробленим копачем буде дорівнювати:

$$W_{zm} = 0,1 \times 1,4 \times 6,5 \times 7 \times 0,9 = 5,8 \text{ га/зміну}$$

Продуктивність агрегату за годину буде:

$$W_{\Gamma} = 0,1 \times 1,4 \times 6,5 \times 0,9 = 0,82 \text{ га/год.}$$

При аналізі роботи машинно-тракторних агрегатів використовується, також, такий показник, як витрати палива. Розрізняють годинну витрату палива (кг/год.) на відповідних режимах роботи; змінну витрату, яку визначають за часом роботи та годинною витратою палива на кожному режимі; питому витрату палива на одиницю потужності двигуна або на одиницю гакової потужності трактора при відповідних режимах роботи; погектарну витрату палива; питому витрату, віднесену до одиниці вирощеної продукції, наприклад, на 1 т вирощеного і зібраного врожаю чи на 1 т обробленого на току зерна та на одиницю витрачених коштів (кг/грн.).

Витрати палива на одиницю виконаної картоплекопачем роботи визначаються відношенням кількості витраченого за зміну палива до змінної продуктивності агрегату (або за годину). При цьому необхідно враховувати, що агрегат працює на холостому ході під час поворотів і переїздів, а також при тимчасових зупинках.

Витрати палива на гектар зібраної картоплі можуть бути визначені приблизно по рівнянню:

$$g_{za} = \frac{G_T \cdot K_T}{W_T}, \quad (6.13)$$

де G_T – витрати палива за годину при номінальній ефективній потужності двигуна [13];

K_T – поправочний коефіцієнт, який враховує неповне завантаження двигуна при холостому ході на поворотах, переїздах і зупинці трактора з працюючим двигуном [13].

$$g_{га} = \frac{4,75 \cdot 0,84}{0,82} = 4,86 \text{ кг/га}$$

Рух машинних агрегатів в загінці характеризується циклічністю. Час всього циклу включає тривалість робочого і холостого ходів, а також технологічних зупинок:

$$t_{ц} = \frac{2L_p}{V_p} + \frac{2L_x}{V_x} + t_o, \quad (6.14)$$

де t_o – час технологічних зупинок агрегату за цикл.

$$t_{ц} = \frac{2 \cdot 0,588}{6,5} + \frac{2 \cdot 0,012}{6,5} + 0,06 = 0,18 \text{ год.}$$

Кількість циклів роботи агрегату за зміну дорівнює:

$$n_{ц} = \frac{T_{зМ} - T_{пз} - T_B - T_{пр}}{t_{ц}}, \quad (6.15)$$

де $T_{пз}$ – час на виконання підготовчо-заключних робіт;

T_B – час перерв на відпочинок і особисті потреби механізатора і обслуговуючого персоналу згідно регламенту робіт;

$T_{пр}$ – час переїздів агрегату з однієї загінки в іншу.

$$n_{ц} = \frac{7 - 0,5}{0,18} = 36 \text{ циклів.}$$

Продуктивність агрегату за цикл:

$$W_{\text{ц}} = \frac{B_p \cdot 2L_p}{10000} \quad (6.16)$$

$$W_{\text{ц}} = \frac{1,4 \cdot 2 \cdot 588}{10000} = 0,16 \text{ га/цикл}$$

Витрати палива за цикл будуть дорівнювати:

$$g_{\text{ц}} = g_{\text{га}} W_{\text{ц}} \quad (6.17)$$

$$g_{\text{ц}} = 9,98 \times 0,16 = 1,6 \text{ кг/цикл}$$

Порядок роботи і регулювань картоплекопача заключається в наступному. Якщо гичка сильно розвинута її необхідно зібрати з поля за 1 – 2 дні до викопування картоплі. Після цього проводиться викопування бульб на поворотних смугах. Викопування бульби проводиться підряд. Викопувати картоплю можна й загінковим способом з шириною загінки в 12 – 14 рядків, при цьому площадка для повороту агрегату потребується меншою – біля 5-6 метрів. Після проходу машини в землі залишається деяка кількість бульб, тому після збирання картопляне поле необхідно заборонувати в два сліди або переорати і підібрати картоплю.

Основним регулюванням агрегату є регулювання глибини ходу лемешів при викопуванні рядків картоплі. Лемеші повинні йти в ґрунті дещо нижче гнізд бульб картоплі, щоб не пошкодити і не залишати їх в землі.

При більшій глибині ходу лемешів збільшується тяговий опір, зменшується продуктивність агрегату, збільшуються витрати палива, тому треба слідкувати за дотриманням необхідної глибини ходу лемешів.

Регулювання глибини ходу лемешів проводиться за допомогою верхньої тяги начіпної системи трактора. При скороченні тяги глибина ходу лемешів збільшується, при подовженні – зменшується.

7 ОХОРОНА ПРАЦІ

7.1 Організація робіт з охорони праці і техніки безпеки у господарствах

При організації охорони праці в господарстві слід керуватися «Правилами охорони праці у сільськогосподарському виробництві», затвердженими наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018 року № 1240 (Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542).

В підприємствах з виробництва сільськогосподарських машин і у господарствах, де їх застосовують необхідно дотримуватися засобів техніки безпеки, які дозволяють звести до мінімуму виробничий травматизм і професійні захворювання.

Відповідальним за організацію роботи з охорони праці у господарствах є головний інженер, який розподіляє відповідні напрямки роботи керівникам певних підрозділів. За дотримання вимог техніки безпеки при проведенні технічного обслуговування відповідальними особами можуть бути: інженери з експлуатації, механіки, бригадири, майстри або інші керівники. Ці особи зобов'язані:

- стежити за справністю пересувних засобів технічного обслуговування і справністю устаткування, що знаходиться на стаціонарному пункті технічного обслуговування, а також за наявністю і справністю всіх передбачених правилами техніки безпеки запобіжних пристроїв, огорож і засобів індивідуального захисту на машинах і механізмах, що забезпечують безпечні умови праці;
- не допускати перевірки робочого стану тракторів, комбайнів, самохідних та інших машин під час руху агрегату чи виконання технологічного процесу;

- не допускати до роботи на пересувних засобах технічного обслуговування, до проведення електрозварювальних та інших робіт осіб, які не мають відповідних посвідчень;
- визначати маршрут проходження пересувних засобів технічного обслуговування до місця роботи;
- вимагати дотримання робітниками правил та інструкцій з техніки безпеки, стежити за дотриманням безпечних методів праці і використанням наявних захисних і запобіжних пристроїв.

Всі працівники на робочих місцях повинні проходити первинний інструктаж з техніки безпеки, через кожні шість місяців роботи пройти періодичний інструктаж. Працівники, які зайняті на особливо важких і шкідливих роботах періодичний інструктаж проходять кожні три місяці.

На виробництві і у господарствах необхідно організувати куточок з техніки безпеки, розміщений у спеціальному приміщенні, який обладнується зразками захисних пристроїв і засобів індивідуального захисту, аптечкою для надання першої медичної допомоги.

До роботи з технічного обслуговування, транспортування, обкатки і використання машини допускаються особи, які досягли 18 років, пройшли медичний огляд, спеціальну підготовку, інструктаж з техніки безпеки і протипожежної безпеки при наявності відповідного посвідчення.

При одночасному обслуговуванні, ремонті машин кількома виконавцями необхідно призначити старшого групи, доручивши йому контроль за дотриманням правил техніки безпеки (черговості робіт).

Працювати необхідно у зручному одязі, щоб не допустити його попадання у рухомі частини машини. Інструменти, прилади і обладнання для технічного обслуговування і ремонту повинні використовуватись тільки за своїм призначенням, бути справними і забезпечити безпечність проведення робіт. У машині повинна бути аптечка з необхідними медикаментами.

7.2 Заходи безпеки при збиранні картоплі удосконаленим копачем

Представлені нижче заходи безпеки можуть бути використані при проведенні інструктажу на робочому місці для всіх робітників, які приймають участь у збиранні картоплі. Основні заходи полягають в наступному:

- до управління збиральним агрегатом допускаються тільки механізатори, які пройшли спеціальну підготовку і мають документ на право управління машиною. Підсобними працівниками можуть працювати особи не молодші 18 років;

- перед початком збирання картоплі механізатори і робітники, задіяні в процесі збирання, проходять інструктаж з безпечних методів роботи, розписуються в журналі реєстрації інструктажів і отримують на руки пам'ятки з техніки безпеки;

- всім учасникам збиральних робіт необхідно виконувати тільки ту роботу, яка доручена адміністрацією.

- одяг у механізаторів і обслуговуючого персоналу не повинна мати довгих частин і кінців, які звисають. Дозволяється працювати тільки в застібнутій і ретельно заправленому одязі і головному уборі. Працювати в фартухах забороняється;

- до роботи на збиральному агрегаті можна приступати тільки при його повній справності і відповідності вимогам експлуатації машинно-тракторного парку і "Правил техніки безпеки";

- категорично забороняється працювати в стані навіть легкого алкогольного чи іншого сп'яніння;

- забороняється розташовуватись на відпочинок, в тому числі і короткочасний, на ділянках, де працюють агрегати, а також біля них під час їх зупинки. Відпочивати треба на спеціально відведеному місці;

- при підготовці агрегату до роботи слід перевіряти наявність і справність запобіжних кожухів і огорожень карданної і ланцюгової передач. При відсутності або несправності їх робота не дозволяється;

- карданний вал повинен бути міцно з'єднаним з валом відбору потужності трактора і закритий захисним кожухом. Огородження не повинно обертатися разом з валом, а має бути зафіксованим з нерухомими частинами машини;

- перед початком роботи необхідно перевіряти наявність справного інструменту і аптечки;

- трактор повинен мати дзеркало заднього виду, справне рульове керування, добре відрегульовані гальма, муфту зчеплення, коробку передач. Бак і паливопроводи не повинні мати течії палива;

- слід постійно слідкувати за станом гнучких шлангів гідросистеми, щільністю затягування з'єднувальних штуцерів маслопроводів. При несправності гідросистеми працювати на агрегаті не дозволяється;

- механізм регулювання глибини підкопування бульб повинен вільно переміщатися і надійно фіксуватися в установленому положенні;

- під час обслуговування і регулювань слід користуватися тільки справним інструментом і пристроями;

- забороняється очищати руками підкопуючі леміші, роторні сепаратори, елеватори, транспортери і інші робочі органи. Очистку проводити тільки за допомогою призначених для цього крючків і чистиків, які додаються до машини. Очистку і всі роботи по проведенні технічного обслуговування слід проводити тільки при виключеному валу відбору потужності і заглушеному двигуну трактора;

- під час роботи під картоплекопачем, у випадку необхідності його підняття домкратом, слід користуватися підставками, які забезпечують стійке і безпечне положення. Забороняється для підставок використовувати ящики, каміння, цеглу, деталі машин і т. ін.;

- при роботі лежачи під машиною на землю слід покласти дошки, листи фанери, мати або користуватися дерев'яними лежаками з підголівником;

- під час приєднання картоплекопача до трактора забороняється робочим знаходитися між трактором і машиною і в безпосередній близькості від них;

- під'їжджати до копача слід обережно (без ривків), при малих обертах двигуна. Тракторист повинен дивитися в напрямку руху і слідкувати за процесом, ногу при цьому тримати на педалі муфти зчеплення;

- перед виїздом в поле необхідно випробувати роботу картоплекопача на холостому ході;

- перед початком руху агрегату механізатор повинен впевнитися в відсутності людей в безпосередній близькості від агрегату і дати сигнал про початок руху;

- під час роботи забороняється знаходження в кабіні сторонніх людей;

- забороняється під час руху агрегату перевіряти і регулювати робочі органи і механізми, надівати і натягувати ланцюги, усувати несправності, змащувати вузли, очищати підкопуючі леміші, транспортери, сепаратори і інші робочі органи;

- в кінці гону тракторист повертає агрегат тільки тоді, коли робочі органи повністю вийшли з ґрунту;

- перед початком повороту на поворотній смузі і при короткочасній зупинці вал відбору потужності треба відключати;

- в місцях повороту агрегату не повинні знаходитися люди і різні транспортні засоби;

- після виконання яких-небудь ремонтних робіт в польових умовах не можна залишати на транспортерах копача інструмент і інші сторонні предмети;

- під час грози робота на агрегаті зупиняється, а люди віддаляються від машин на відстань 30-50 м;

- після дощу переїжджати через канави, рухатися вздовж схилів, на поворотах і т. ін. слід тільки на першій передачі;

- на межі полів, які прилягають до ярів або круч, поворотні смуги слід позначити контрольною борозною;

- забороняється стоянка і короткочасна зупинка поблизу крутих схилів і ярів. В випадку вимушеної зупинки слід заглушити двигун трактора і загальмувати його. Під колеса слід покласти упори;

- по закінченні роботи поставити агрегат на місце стоянки, оглянути, очистити від пилу і бруду, привести в порядок робоче місце. Зняти і привести в порядок спецодяг, помитися;

- перед транспортним переїздом шосейних доріг необхідно зупинитися і впевнитися в тому, що шлях безпечний і немає транспорту, який наближається;

- під час руху по шосе в нічний час картоплекопач повинен бути означений (габаритні розміри) світловими знаками або лампочками.

- при зустрічному роз'їзді слід триматися правого боку на відстані не менше 2 м від зустрічного транспорту;

- на спуску з гори і підйманні на гору трактор повинен рухатися повільно (на першій передачі і на малих обертах двигуна), а тракторист повинен бути готовим користуватися гальмами. Максимально допустимий схил не повинен перевищувати 12° ;

- забороняється перевозити людей і вантажі на картоплекопачеві;

- при зупинці агрегату ставити його тільки на узбіччі дороги і при умові достатньої ширини дороги для проїзду, а в нічний час обладнати світловими знаками;

- під час руху заднім ходом, а також при розворотах і поворотах слід подавати сигнали і впевнитися в відсутності людей на шляху руху. Рухатися необхідно на малому газі, не знімаючи ноги з муфти зчеплення;

- під час переїзду через мости слід керуватися встановленими знаками вантажопідйомності і ширини між перилами;

- в тумані і під час дощу, коли видимість недостатня (менше 20 м), слід включати світло і періодично подавати звуковий сигнал;

- під час руху по слизькій дорозі слід дотримуватись особливої уваги. Не можна різко гальмувати і змінювати напрямок руху;

- при переїзді через залізницю слід керуватися попереджувальними знаками, показаннями світлофорів, звуковими сигналами, положенням шлагбаума. Переїжджати через переїзд слід зі швидкістю 3-4 км/год, при цьому

перемикати передачу не дозволяється. Особливо треба бути уважним при переїздах в нічний час.

Розроблені заходи з охорони праці можуть бути використані в господарстві.

8 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

Збирання картоплі – один із найбільш трудомістких процесів при обробітці цієї цінної сільськогосподарської культури. Зібрати картоплю з поля за короткий період і без варіант – завдання першочергової ваги.

У даній дипломній роботі удосконалюється серійний картоплекопач КТН-2В для роботи у кліматичній зоні Степу з важкими суглинистими чорноземами.

Тип машини – картоплезбиральна. Цільове призначення машини – викопування картоплі на важких ґрунтах (при вологості не більше 27%, не засмічених камінням, при твердості ґрунту до 8 Н/см²), часткове відокремлення бульби від землі і укладання їх на поверхню поля для подальшого їх підбирання.

Економічну оцінку удосконаленої машини проведемо порівняно із серійною машиною, вихідні дані для розрахунку наведені у таблиці 8.1.

Таблиця 8.1 - Вихідні дані для розрахунку

Назва параметра	Значення показника	
	базової машини КТН-2В	удосконаленої машини КТН-2ВМ
Маса, m , кг	730	540
Ширина захвату, B , м	1,4	1,4
Робоча швидкість, V , км/год	2 - 4,4	3 - 5
Вартість, B_M , грн	35000	37500
Агрегатується	Трактор класу 1,4	Трактор класу 1,4

Для порівняння визначаємо продуктивність W , га/год, базового агрегату за формулою:

$$W = 0,1B \cdot V ; \quad (8.1)$$

де B - ширина захвату машини, $B=1,4$ м;

V - робоча швидкість машини, км/год.

Підставивши у формулу (8.1) значення, отримаємо продуктивність за годину для базового копача:

$$W_{БГ} = 0,1 \cdot 1,4 \cdot 3,2 = 0,45 \text{ га/год};$$

За зміну:
$$W_{ЗМ} = W \cdot \tau; \quad (8.2)$$

$$W_{ЗМ.Б} = 0,45 \cdot 7 = 3,15 \text{ га/зміну}.$$

З розділу 6 для удосконаленого копача ми визначили:

$$W_{УГ} = 0,82 \text{ га/год}; \quad W_{УЗМ} = 5,8 \text{ га/зм}.$$

Енергомiсткiсть $F_{(ГА)}$ операції визначаємо за формулою:

$$F_{(ГА)} = N/W; \quad (8.3)$$

де N - потужність двигуна трактора, $N = 59$ кВт.

Визначимо для:

- базової конструкції

$$F_{(ГА)Б} = 59/0,45 = 130,7 \text{ кВт} \cdot \text{год/га};$$

- проектованої

$$F_{(ГА)П} = 59/0,82 = 71,95 \text{ кВт} \cdot \text{год/га}.$$

Енергомiсткiсть, приведену до 1 центнера продукції, визначаємо за формулою:

$$F_{(Ц)} = \frac{N}{W \cdot U} = \frac{F_{(ГА)}}{U}; \quad (8.4)$$

де U - урожайність, $U = 170$ ц/га.

Тоді:

- для базової машини

$$F_{(Ц)} = \frac{130,7}{170} = 0,768 \text{ кВт} \cdot \text{год/ц};$$

- для проектованої

$$F_{(U)} = \frac{71,95}{170} = 0,42 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{ц}.$$

Матеріалоємність операції визначаємо за формулою:

$$M_{(GA)} = M/W_{3M}; \quad (8.5)$$

де M - маса машини, кг.

Тоді для:

- базової машини

$$M_{(GA)_B} = 730/3,15 = 231,74 \text{ кг}/\text{га};$$

- для проектованої машини

$$M_{(GA)_П} = 540/5,8 = 93,1 \text{ кг}/\text{га}.$$

Матеріалоємність операції, приведена до 1 (одного) центнера продукції, визначимо за формулою:

$$M_{(U)} = \frac{M}{W_{3M} \cdot U} = \frac{M_{(GA)}}{U}. \quad (8.6)$$

Відповідно

- для базового агрегату

$$M_{(U)_B} = 231,74/170 = 1,36 \text{ кг}/\text{ц};$$

- для проектованого

$$M_{(U)_П} = 93,1/170 = 0,55 \text{ кг}/\text{ц}.$$

Енергонасиченість E агрегату визначаємо за формулою:

$$E = N/W. \quad (8.7)$$

Відповідно для агрегатів:

- базового

$$E_B = 59/730 = 0,08 \text{ кВт/га};$$

- проектованого

$$E_{II} = 59/540 = 0,09 \text{ кВт/га}.$$

Затрати праці визначаємо за формулою:

$$T_O = T/W. \quad (8.8)$$

Відповідно:

- для базового агрегату

$$T_{OB} = 1/0,45 = 2,22 \text{ люд}\cdot\text{год/га};$$

- для проектованого

$$T_{OII} = 1/0,82 = 1,22 \text{ люд}\cdot\text{год/га}.$$

Трудоємність операції, приведену до 1 (одного) центнера продукції визначаємо за формулою:

$$T_{(U)} = \frac{T}{W \cdot U} = \frac{T_O}{U}. \quad (8.9)$$

Визначимо відповідно:

- для базового агрегату

$$T_{(U)B} = \frac{1}{0,45 \cdot 170} = 0,013 \text{ люд}\cdot\text{год/ц};$$

- для проектованого

$$T_{(U)II} = \frac{1}{0,82 \cdot 170} = 0,007 \text{ люд}\cdot\text{год/ц}.$$

Зниження затрат праці буде становити:

$$T_{O3} = 2,22 - 1,22 = 1,0 \text{ люд}\cdot\text{год/га}.$$

Прямі експлуатаційні витрати при викопуванні картоплі визначаються за рівнянням:

$$C = C_o + C_a + C_p + C_{\text{пмм}}; \quad (8.10)$$

де C_o – оплата праці з нарахуваннями;

C_a – амортизаційні відрахування;

C_p – витрати на ремонт і технічне обслуговування машини;

$C_{\text{пмм}}$ – витрати на паливо-мастильні матеріали.

Проводимо розрахунки по кожній із складових. Оплата праці проводиться за виконану норму роботи по тарифній сітці. Викопування картоплі відноситься до складних механізованих сільськогосподарських робіт і оплата праці механізатору проводиться по 6 розряду тарифної сітки. З врахуванням збільшення мінімальної заробітної плати до 8000 грн оплата праці за зміну становить 348 грн [26].

За 1 га зібраної площі оплата праці становить:

$$C'_o = \frac{C^T}{W_{\text{зм}}}, \quad (8.11)$$

де C^T - оплата праці за тарифною сіткою;

$W_{\text{зм}}$ – продуктивність машини за зміну, га/зм.

Для механізатора, який працює на базовому картоплекопачеві, оплата праці за 1 га зібраної площі дорівнює:

$$C'_{o.б} = \frac{348}{3,15} = 110,5 \text{ грн/га.}$$

Крім того, в господарстві на цю суму нараховується 20 % за класність механізатора (1 клас), що становить 22,1 грн/га, а також 50 % за складність збиральних робіт, що становить 55,3 грн/га. Тоді оплата праці з нарахуваннями становить:

$$C_{o.б.н} = 110,5 + 22,1 + 55,3 = 187,9 \text{ грн/га.}$$

Резерв по соціальному страхуванню розраховується на весь фонд заробітної платні з урахуванням всіх доплат в розмірі 38 % (коефіцієнт 1,38). І загальна сума оплати праці на викопуванні картоплі і нарахуваннями

визначається її загальною сумою, помноженою на коефіцієнт 1,38. При роботі базової машини загальна сума оплати праці становить:

$$C_{o.б} = 187,9 \times 1,38 = 259,3 \text{ грн/га.}$$

Аналогічно проводимо розрахунки оплати праці механізатора, який працює на розробленому картоплекопачеві. Оплата праці за 1 га зібраної площі становить:

$$C'_M = \frac{348}{5,8} = 60,0 \text{ грн/га.}$$

Відповідні нарахування за класність механізатора і складність збиральних робіт становлять 12,0 і 30,0 грн/га. І оплата праці з нарахуваннями становить:

$$C_{o.м.н} = 60,0 + 12,0 + 30,0 = 102,0 \text{ грн/га.}$$

Загальна сума оплати праці з урахуванням соціального страхування для механізатора, який працює на розробленій машині, становить:

$$C_{o.м} = 102,0 \times 1,38 = 140,76 \text{ грн/га.}$$

Визначаємо амортизаційні відрахування на машину, виходячи з норм річних відрахувань, за рівнянням:

$$C_a = \frac{S \cdot \alpha}{100D \cdot K \cdot W_{зм}}, \quad (8.12)$$

де S – ціна машини, грн.;

α - річна норма відрахувань на амортизацію машини, %;

D – кількість днів роботи за рік;

$W_{зм}$ – продуктивність машини за зміну, га;

K – коефіцієнт змінності роботи агрегату.

За нормативами річна норма відрахувань для картоплекопача становить 15 %. Тоді відрахування на амортизацію для базової машини становить:

$$C_{a.б} = \frac{35000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 3,15} = 30,9 \text{ грн/га.}$$

Відрахування на амортизацію для розробленого копача становлять:

$$C_{a.м} = \frac{37500 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 5,8} = 18,0 \text{ грн/га.}$$

Затрати на ремонт та технічне обслуговування машин також визначається за нормативами, які для картоплекопача становлять 15 %. Для базового копача ці затрати становлять:

$$C_{p.б} = \frac{35000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 3,15} = 30,9 \text{ грн/га.}$$

Для розробленого копача затрати на ремонт і технічне обслуговування становлять:

$$C_{p.м} = \frac{37500 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 5,8} = 18,0 \text{ грн/га.}$$

Затрати на паливо і мастильні матеріали визначаються за формулою:

$$C_{пмм} = C_k g_{га}, \quad (8.13)$$

де C_k – комплексна ціна палива і мастильних матеріалів, грн.;

$g_{га}$ – витрати палива на 1 га зібраної площі, л/га.

Комплексна ціна 1 кг палива розраховується виходячи з нормативів витрат мастил в % до основного палива: моторне масло – 3,8 %; індустриальне масло – 0,4 %; трансмісійне масло – 0,6 %; пластичні мастила – 0,04 %. Розрахувати постійні значення комплексної ціни на сьогодні неможливо, так як ціни на ринку коливаються в залежності від економічної ситуації в країні, постачальника і т. ін. Приймаємо ціну 59,9 грн/л.

Затрати на паливо і мастильні матеріали для базового агрегату дорівнюють:

$$C_{б.пмм} = 59,9 \times 7,15 = 428,3 \text{ грн/га}$$

Аналогічні затрати при роботі агрегату з розробленим картоплекопачем становлять:

$$C_{м.пмм} = 59,9 \times 4,86 = 291,1 \text{ грн/га.}$$

Загальні прямі експлуатаційні затрати при викопуванні картоплі базовим картоплекопачем становлять:

$$C_б = 259,3 + 30,9 + 30,9 + 1463,4 = 1784,5 \text{ грн/га.}$$

При викопуванні картоплі розробленим копачем прямі затрати становлять:

$$C_м = 185,1 + 23,6 + 23,6 + 1045,7 = 1278,0 \text{ грн/га.}$$

Зниження прямих затрат при запровадженні нової машини становить:

$$E = C_6 - C_m = 1784,5 - 1278,0 = 506,5 \text{ грн/га.} \quad (8.14)$$

Таблиця 7.2 - Основні техніко-економічні показники проекту

Показники	Значення показників	
	Базова машина КТН-2В	Розроблений картоплекопач
1. Продуктивність, га/год	0,45	0,63
2. Питомі витрати палива, кг/га	27,15	19,4
3. Затрати праці, люд.-год/га	2,22	1,59
4. Енергоємність, кВтгод/га	130,7	93,65
5. Прямі експлуатаційні затрати, грн/га:	1784,5	1278,0
в тому числі:- оплата праці з нарахуваннями	259,3	185,1
- амортизаційні відрахування	30,9	23,6
- затрати на ремонт і ТО	30,9	23,6
- затрати на паливо і мастила	1463,4	1045,7
6. Зниження прямих затрат, грн/га	-	506,5
7. Затрати на модернізацію, грн.	-	2500
8. Річний економічний ефект, грн.	-	30390
9. Строк окупності затрат, років	-	0,08

В відсотках економічний ефект становить:

$$E_B = \frac{506,5 \cdot 100}{1784,5} = 28,4 \%$$

При використанні розробленого картоплекопача-валкоутворювача в умовах господарства на площі 60 га річний економічний ефект буде становити:

$$E_p = 506,5 \times 60 = 30390 \text{ грн.}$$

Визначені в процесі розрахунків в дипломному проекті основні економічні показники зводимо в таблицю 8.2.

Строк окупності затрат на розробку нового картоплекопача визначається рівнянням:

$$Z_o = \frac{Z_M}{E_p}, \quad (8.15)$$

де Z_M – затрати на модернізацію однієї машини;

E_p – річний економічний ефект.

Підставивши в рівняння (8.15), отримаємо:

$$Z_o = \frac{2500}{30390} = 0,08 \text{ років.}$$

Аналіз прямих затрат показує, що найбільший відсоток витрат становлять паливо і мастильні матеріали внаслідок їх високої ринкової ціни.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. На підставі аналізу сучасних технологій розроблена удосконалена технологія вирощування картоплі для умов господарства, визначено набір машин і основні технологічні показники.

2. Основним напрямком поліпшення роботи збиральних машин є введення в конструкцію копача додаткових активних робочих органів, які більш інтенсивніше розпушують підкопаний шар ґрунту з бульбами.

3. Розроблена конструкція картоплекопача, яка дозволяє більш інтенсивніше проводити підкопування вороху і вкладати бульби на зібране поле в валок. Проведені розрахунки дозволили визначити оптимальні значення параметрів і режиму роботи копача. Виконання машини в начіпному варіанті дає всі переваги збиральному агрегату, які характерні для начіпних машин.

4. Розроблені заходи по безпечній експлуатації розробленого картоплекопача-валкоутворювача дозволяє покращити охорону праці в господарстві.

5. Економічна ефективність розробленого проекту становить 506,5 грн/га, а річний економічний ефект при впровадженні розробки в господарстві на площі 60 га становить 30390 грн. Затрати на модернізацію агрегату окупаються на протязі першого року експлуатації картоплекопача.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лиса А. Україна посіла третє місце у світі за обсягом вирощування картоплі//<https://landlord.ua/news/ukraina-posila-tretie-mistse-u-sviti-za-obsiahom-vyroshchuvannia-kartopli/>.
2. Чи буде у 2023 році Україна з картоплею? <https://east-fruit.com/uk/novyny/chy-bude-u-2023-rotsi-ukrayina-z-kartopleyu/>.
3. Ситуація із захмарними цінами на картоплю у 2024-2025 МР не вирівняється - віце-президент УАВК// <https://interfax.com.ua/news/interview/972814.html>.
4. «Картоплярські» регіони звільнили від окупації: чи зможе Україна посадити «другий хліб»?//<https://agravery.com/uk/posts/show/kartoplarski-regioni-zvlnili-vid-okupacii-ci-zmoze-ukraina-posaditi-drugij-hlib>.
5. Кобець А.С., Іщенко Т.Д., Волик Б.А., Демидов О.А. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Навчальний посібник. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2009. – 84 с.
6. Борзенко В. Картоплекомбайни: 5 брендів//Агробізнес сьогодні. - №17 (264), вересень 2013. – с. 58 - 62.
7. Кернасюк Ю. Ринок картоплі: основні тренди //Агробізнес сьогодні. - 14 травня 2018.
8. Каленська С.М. Картопля: біологія та технологія вирощування. Монографія / С.М. Каленська, Н.В. Кнап, І.О. Федосій. https://agromage.com/stat_id.php?id=876.
9. Коденська М.Ю. Стан розвитку сільськогосподарського виробництва та концептуальні засади його інвестування// Економіка АПК.- № 5, 2004.–с. 71–78.
10. Кононученко В. Картоплярство України: стан та проблеми виробництва// Пропозиція. - № 1, 2000. – с. 36 – 37.
11. Залужний В., Думич В. Техніка для збирання картоплі// Пропозиція. - № 10, 2011. – с. 72 – 77.

12. Бондарчук А.А. Перспективи розвитку картоплярства в Україні// Агроном, №1 (лютий), 2010. – с.76 – 77.
13. Буняк М.Н. Економічна ефективність виробництва та реалізації картоплі// Вісник аграрної науки. – Лютий 2002. – с. 73 – 75.
14. Шувар І. Особливості технології вирощування картоплі// Агробізнес сьогодні. – 2011, №12 (17 червня).
15. Войтюк В.С., Гапоненко Д.Г. Сільськогосподарські машини.- К.: Урожай, 1988.- 384с.
16. Машиновикористання в землеробстві /В.Ю.Ільченко, Ю.П.Нагірний, А.П. Джолос та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка і Ю.П. Нагірного. – К.: Урожай, 1996. – 384 с.
17. Кобець А.С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин: навчальний посібник / Дніпропетровський державний аграрний університет. – Дніпропетровськ, 1999. – 204 с.
18. Кобець А.С., Іщенко Т.Д., Волик Б.А., Демидов О.А. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Навчальний посібник. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2009. – 84 с.
19. Механізація вирощування сільськогосподарських культур в Україні/ А.С. Кобець, О.Д. Деркач, М.І. Ролдугін, В.М. Яцук, П.М. Кухаренко, А.М. Пугач; Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет. – Дніпропетровськ, 2014. – 285 с.
20. Сільськогосподарські машини: підручник/ Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред.. Д.Г. Войтюка. – К.: «Агросвіт», 2015. – 679 с.
21. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. - Харків, Око. – 2003. – с. 375.
22. Практикум з використання машин у рослинництві/ В.Ю.Ільченко та ін.; Дніпропетр. держ. агр. ун-т.- 2002.

23. Сисолін П.В, Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Кн.1. Машини для рільництва /За ред. Чорновола М.І.- К.: Урожай, 2001. - 384с.

24. Машиновикористання та екологія довкілля: Підручник/ Головчук А.Ф., Лімонт А.С., Бондаренко М.Г. За ред. А.Ф.Головчука. – К.: Грамота, 2007.- 360 с.

25. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві// Затверджені наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018 року № 1240, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542.

26. Вініченко І.І, Сітковська А.О. Методичні рекомендації з економічного обґрунтування дипломних робіт для студентів факультету механізації сільського господарства// Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2016. – 27 с.