

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ
ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА МАШИНОБУДУВАННЯ**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: **«Розроблення конструкції малогабаритної плугової картоплесаджалки шляхом модернізації двокорпусного плуга ПЛН-2-35»**

Виконав: студент групи Маш-41

Спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»
(шифр і назва)

Назар ПЕТРИК
(Ім'я та прізвище)

Керівник: Сергій БЕРЕЗОВЕЦЬКИЙ
(Ім'я та прізвище)

Дубляни 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА МАШИНОБУДУВАННЯ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри _____
(підпис)

д.т.н., професор Власовець В.М.
“ _____ ” _____ 2023 р.

З А В Д А Н Н Я
на кваліфікаційну роботу студенту
Петрику Назарію Романовичу

1. Тема роботи: **«Розроблення конструкції малогабаритної плугової картоплесаджалки шляхом модернізації двокорпусного плуга ПЛН-2-35»**

Керівник роботи: Березовецький Сергій Андрійович, к.т.н., доцент

Затверджена наказом по університету від 27.11.2023 року № 641/К-С

2. Строк здачі студентом закінченої роботи 21.06.2024 року

3. Вихідні дані: технічні характеристики картоплесаджалок; патенти на корисні моделі та винаходи; літературні джерела за тематикою картоплесаджалок; методики розрахунку та проектування картоплесаджалок; методики визначення економічної ефективності конструктивного удосконалення машини.

4. Перелік питань, які необхідно розробити:

1. Аналіз об'єкта проектування.

2. Технологічна частина

3. Конструктивна частина.

4. Охорона праці.

5. Економічна частина.

Висновки і пропозиції;

Бібліографічний список.

5. Перелік ілюстраційного матеріалу

1. Аналіз конструкцій картоплесаджалок - 1-ий аркуш.

2. Загальний вигляд плугової картоплесаджалки – 2-ий аркуш.

3. Збірні одиниці плугової картоплесаджалки – 3-ий аркуш

4. Деталі плугової картоплесаджалки – 4-ий арк.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1,2,3,5	Березовецький С.А. к.т.н., доцент кафедри машинобудування			
4	Городецький І.М., к.т.н., доцент кафедри фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва			

7. Дата видачі завдання: 29.12.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1.	<i>Виконання розділу: «Аналіз об'єкта проектування»</i>	<i>22.01.24-16.02.24</i>	
2.	<i>Виконання другого розділу: «Технологічна частина»</i>	<i>19.02.24-15.03.24</i>	
3.	<i>Виконання третього розділу: «Конструктивна частина»</i>	<i>18.03.24-03.05.24</i>	
4.	<i>Виконання розділу: «Охорона праці»</i>	<i>06.05.24-31.05.24</i>	
5.	<i>Виконання розділу: «Економічна частина»</i>	<i>03.06.24-14.06.24</i>	
6.	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки. Завершення роботи в цілому</i>	<i>17.06.24-21.06.24</i>	

Студент _____ Назарій ПЕТРИК
(підпис)Керівник роботи _____ Сергій БЕРЕЗОВЕЦЬКИЙ
(підпис)

УДК 621.22

Розроблення конструкції малогабаритної плугової картоплесаджалки шляхом модернізації двокорпусного плуга ПЛН-2-35.

Петрик Н.Р. – Кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2024.

56 с. текст. част., 26 рис., 2 табл., 20 джерел літератури, 5 арк. графіч. формату А1 (представлено у вигляді презентації).

У роботі розроблено конструкцію малогабаритної картоплесаджалки. Робота включає детальний аналіз поточного стану подібних пристроїв, виявлення їх недоліків та вдосконалення конструкції, що забезпечує підвищену продуктивність та ефективність.

На основі проведених досліджень було розроблено нову конструкцію малогабаритної плугової картоплесаджалки шляхом модернізації двокорпусного плуга ПЛН-2-35. На раму двокорпусного плуга встановлено розроблену конструкцію картоплесаджалки, яка таким чином забезпечує технологічний процес садіння без придбання нових, дорогих картоплесаджалок. Перед висаджуючим апаратом встановлено передній корпус плуга, який проорує борозну під садіння картоплі, а задній – заорує посадковий матеріал.

Розроблено заходи з питань охорони праці, які можуть бути використані перед початком польових робіт при проведенні інструктажів на робочому місці.

Результати розрахунків економічної ефективності показують, що застосування запроєктованої плугової картоплесаджалки дозволить, за рахунок зменшення витрат на придбання нової, фабричної техніки, отримати річний економічний ефект в сумі 324038 грн. Термін окупності витрат на удосконалення машини становить менше одного року

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ПРОЄКТУВАННЯ	8
1.1. Різновиди картоплесаджалок	8
1.2. Класифікація картоплесаджалок	9
1.2.1. Картоплесаджалки ручного типу.....	9
1.2.2. Самохідні моделі картоплесаджалок	10
1.2.3. Картоплесаджалки на ручній тязі.....	11
1.2.4. Класифікація картоплесаджалок за способом агрегування	12
1.2.5. Класифікація картоплесаджалок за кількістю оброблюваних рядків.....	13
1.2.6. Класифікація картоплесаджалок за автономністю роботи	14
1.3. Комплектуючі до картоплесаджалок	17
1.4. Додаткові функції картоплесаджалок	17
2. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ.....	19
2.1. Агротехнічні вимоги до посадки картоплі	19
2.2. Комплектування та підготовка МТА для посадки картоплі	19
2.3. Підготовка машини для посадки картоплі	20
2.4. Встановлення норми посадки бульб	22
2.5. Підготовка поля до садіння картоплі	23
2.6. Комплектування орних агрегатів.....	24
2.7. Налаштування плуга на задану глибину оранки.....	25
2.8. Посадка насінневої картоплі	26
3. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ КАРТООПЛЕСАДЖАЛКИ.....	28
3.1. Обґрунтування потреби у розробці	28
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	42

4.1. Загальні вимоги охорони праці при вирощуванні картоплі	42
4.2 Охорона праці при садінні картоплі	44
4.3 Розрахунок засобів індивідуального захисту	47
5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	49
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ	54
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	55

ВСТУП

Культура картопля є продуктом, котра має важливе значення в країні. роль і значення якого в нашій країні. Вона насичена амінокислотами, мікро- та макроелементами, які необхідні організму людини. Вирощують картоплю для згодовування худобі і і для харчування людей. Для отримання корисних елементів потрібно правильно і обробляти картоплю. Вирощують картоплю у різних регіонах України абсолютно різних кліматичних та ґрунтових умов.

Вона добре розвивається на легкому, родючому ґрунті з дрібнозернистим складом, який підтримує вологість протягом сезону. В залежності від типу ґрунту та клімату для створення найбільш прийнятної структури ґрунту використовуються різноманітні машини і технології.

Обговорюючи технологію виробництва картоплі, перше припущення має полягати в тому, що метод вирощування повинен максимально забезпечити біологічну сумісність культури.

Щоб отримати максимально високі врожаю картоплю вирощують на землях з глибоким орним шаром і достатньою кількістю вологи. Внесенням відповідних доз органічних і мінеральних добрив досягають високих урожаїв. Картопля вибаглива до поливання і за його відсутності фермери мають втрати урожаю.

1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ПРОЄКТУВАННЯ

1.1. Різновиди картоплесаджалок

Фермери можуть витратити величезну кількість часу не тільки на збирання врожаю картоплі, а й на її посадку. Ситуація ускладнюється, якщо площа фермерських угідь перевищує кілька гектарів. У такому разі вручну здійснювати посадку не варіант. Сучасна картоплесаджалка підвищить продуктивність роботи.

Існує багато видів саджалок, які класифікуються за способом кріплення, кількістю рядків, продуктивністю, автономністю тощо. Всі вони мають свій принцип роботи за різних умов експлуатації [4, 7, 8].

Картоплесаджалки поділяються на дві групи: ручні і механічні. Щодо ручних, то вони є дешевими і легкими у експлуатації, та мають один єдиний недолік – потребують витрати великих фізичних сил.

Картоплесаджалки - це універсальний пристрій, який можна використовувати не тільки для посадки картоплі, а й для догляду за кущами. Деякі з моделей мають спеціальні плуги, невеликі виступи яких дозволяють здійснювати спущування землі навколо кущів картоплі, що з'явилися [7].

В основі класичної конструкції картоплесаджалки лежить плуг, який робить борозенки всередині землі. Саме у ці борозенки вкладають бульби картоплі.

Робочий елемент техніки - міцний металевий каркас, який має витримувати вагу інших агрегатів та вузлів. Ця частина призначена для забезпечення жорсткості техніки.

Для накопичення посадкового матеріалу використовується завантажувальний бункер. Деякі моделі доповнені окремим бункером для добрив. Форма таких накопичувачів може відрізнятися. У класичному варіанті це конусоподібні ємності, які роблять посадку картоплі максимально зручною та швидкою [8].

Викопуючий механізм. Пристрій призначений для захоплення бульби та направлення їх у необхідне місце.

Як підгортальник використовують спеціальні диски, основне завдання яких - засипати посаджені бульби.

Механізм приводиться в дію з використанням спеціальних коліс, які з'єднуються з редуктором.

1.2. Класифікація картоплесаджалок

1.2.1. Картоплесаджалки ручного типу

Найбільш популярний картоплесаджалка - конусна, яка є дуже простою та зручною у застосуванні. За ціновими характеристиками конусні саджалки (рис. 1.1) коштують дешево, Ці інструменти є практично аналогом лопати, а використовується він для пришвидшеної посадки бульби. Основною перевагою даного пристрою є те, що фермеру не потрібно викопувати, а потім закопувати ямки. Бульбу картоплі кладуть у конусний бункер, який заглиблюють у ґрунт і, за допомогою спеціального важеля, завдяки якому розкривається отвір, посадкове насіння потрапляє в ґрунт. Витягування пристрою з ґрунту призводить до самовільного засипання посадкового матеріалу [6].



Рис. 1.1 – Конусна ручна саджалка картоплі

Також є чимось схожа на попередній інструмент Т-подібна лопата (рис. 1.2) у якої відсутній конусний бункер та натомість є конструкція у вигляді склянки. У застосуванні даний інструмент також дуже простий.



Рис. 1.2 – Т-подібна ручна саджалка картоплі

Цікавою конструкцією ручної саджалки (рис. 1.3) є потрійна саджалка, яка підходить для її використання на невеликих полях [8]. Потрійна саджалка є простим у застосуванні інструментом, виготовляється з металу, оснащуються трьома лункоутворюючими деталями. Її конструкція передбачає також місце під ногу, для натискання і опускання у ґрунт до основи. Принцип роботи такий же, як у вищезгаданих конструкціях.



Рис. 1.3 – Т-подібна модель ручної саджалки картоплі

Зазначені ручні інструменти застосовують великих присадибних ділянках, що робить їх затребуваними і популярними.

1.2.2. Самохідні моделі картоплесаджалок

В даному випадку функції тягового пристрою виконує спеціальна самохідна техніка (рис. 1.4).



Рис. 1.4 – Картопляна саджалка, агрегатована з трактором МТЗ

Бюджетна машина для посадки бульб – трубна, яка у своїй конструкції має трубу, якою посадковий матеріал транспортується з бункера до лунки. Механізм простим та зрозумілим і за принципом роботи також не складний [3, 6]. Застосовується трубна картоплесаджалка для посадки і будь-яких овочевих культур (рис. 1.5).



Рис. 1.5 – Трубна дворядкова саджалка картоплі

1.2.3. Картоплесаджалки на ручній тязі.

Зазвичай ці саджалки урухомлюються за допомогою кінської тязі, тобто коня. Зараз фабрики виготовляють конструкції з ручним приводом, які дуже нагадують візки для саду і розраховані вони на двох людей [6, 8].



Рис. 1.6 – Картопляна саджалка, яка працює із застосуванням ручної роботи

1.2.4. Класифікація картоплесаджалок за способом агрегування

Сучасні картоплесаджалки класифікуються і за способом агрегування з сільськогосподарськими машинами, тому є наступні види пристроїв: причепні, напівнавісні, навісні [3, 6, 8].

Щодо причепного виду, то ці пристрої обладнані колесами для зручного їх переміщення по полю (рис. 1.7).



Рис. 1.7 – Причїпна картоплесаджалка

У конструкціях *напівнавісних* моделей (рис. 1.8) присутні не тільки допоміжні колеса але і передбачаються кріплення для агрегування з певним тяговим механізмом.

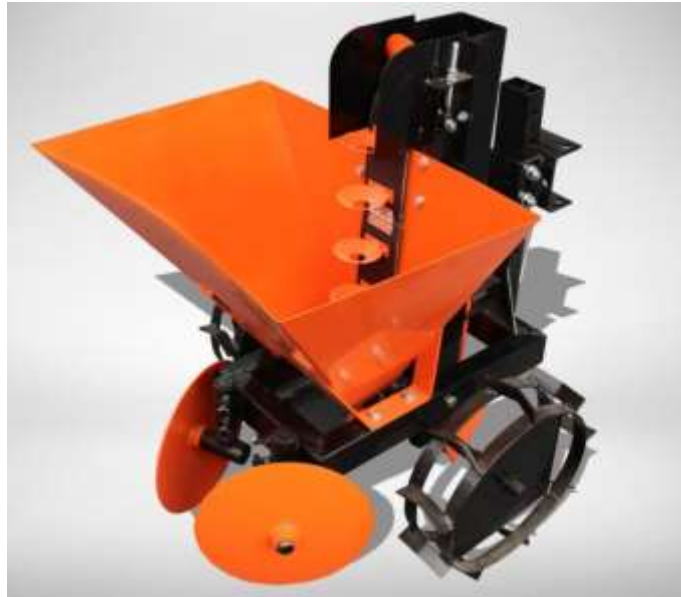


Рис. 1.8 – Напівнавісна картоплесаджалка

Вищезгадані навісні картоплесаджалки (рис. 1.9) не обладнуються ні колесами, ні опорними елементами. Їх агрегатують з трактором на триточкову систему навіски.



Рис. 1.9 – Навісна картоплесаджалка

1.2.5. Класифікація картоплесаджалок за кількістю оброблюваних рядків

Картоплесаджалки (рис. 1.10) поділяються на: одно-, дво-, три-, чотири-, шести- та восьмирядні [8]. Всі вони характеризуються за способом агрегатування, машиною, продуктивністю, з контейнером для добрив чи без тощо. Наприклад, однорядні та дворядні саджалки сумісні із сучасними міні-тракторами та мотоблоками, а от шестирядні вже можуть обладнуватися контейнером для добрив.



Рис. 1.10 – Одно-, дво-, та чотирирядкові саджалки картоплі (зліва направо)

1.2.6. Класифікація картоплесаджалок за автономністю роботи

Картоплесаджалки за автономністю роботи класифікуються на такі дві групи (рис. 1.11): напівавтоматичні і автоматичні [8, 12].

Напівавтоматичні агрегують з мотоблоками чи мотокультиваторами і потребують обов'язкової наявності оператора.

Автоматичні саджалки здійснюють всі операції в автономному режимі і не потребують застосування ручної сили.



а)



б)

Рис. 1.11 – Напівавтоматична (а) та автоматична (б) саджалки картоплі

В Україні найбільш затребуваними картоплесаджалками є декілька варіантів саджалок [8, 12]. Наприклад, професійна картоплесаджалка, транспортна швидкість якої становить 20 км/год - напівнавісна 4-рядна модель Л-207 для тракторів МТЗ. Об'єм бункера становить 1 200 л, а ширина міжряддя змінна, регульована за потребою. Повна маса саджалки – 1 900 кг.



Рис. 1.12 - Напівнавісна чотирирядна модель Л-207 для тракторів МТЗ

На ринку також є високоякісна чеська модель саджалки дворядного типу Agrozet SA 2-087/2-084, яка може ефективно висаджувати картоплю навіть на важких забитих ґрунтах [8, 12]. Дана саджалка комплектується бункером. Маса її є досить велика і становить 0,32 т.



Рис. 1.13 - Саджалка дворядна Agrozet SA 2-087/2-084 (Чехія)

Ще однією з розповсуджених на території України саджалок навісного типу є картоплесаджалка однорядна Нева КСБ, яка призначена для посадки бульби механічним способом [8, 12]. Вона агрегується з мотоблоками або міні-тракторами, має об'єм бункера - 28 л, і ширину колії – 50 см.



Рис. 1.14 – Саджалка однорядна Нева КСБ навісного типу

Дворядна модель картоплесаджалки Скаут S239 характеризується швидкістю руху агрегату, яка не перевищує 4 км/год [8, 12]. Садіння бульб проводиться з застосуванням ланцюгового передачі і приводом від опорного колеса з ґрунтозачепами.



Рис. 1.15 – Саджалка дворядна Скаут S239

Дворядна збільшена модель бункерної картоплесаджалки Bomet, оснащена трьома стрілочастими підгортачами та змінними ґрунтозачепами на колесах, що дозволяють розвинути швидкість руху агрегату не більше 6 км/год.



Рис. 1.16 – Дворядна модель картоплесаджалки Bomet

1.3. Комплектуючі до картоплесаджалок

Картоплесадильні машини можуть комплектуватися різноманітними допоміжними запчастинами та корисними деталями. Такі елементи слід підбирати в кожному конкретному випадку для конкретної моделі обладнання. На сьогоднішній день представлені запчастини для саджалок розкидачів мінеральних добрив, сівалок, а також інша додаткова техніка - манометри, ковпачки, засувки тощо (рис. 1.17).



Рис. 1.17 – Допоміжні запчастини та комплектуючі до картоплесаджалок

1.4. Додаткові функції картоплесаджалок

Ці функції не є обов'язковими, але істотно спрощують процес посадки, дозволяючи розширити сферу застосування техніки. Для полегшення роботи на раму можуть додатково навішувати спеціальні розпушувачі [8, 12]. Основне їх призначення - робити ґрунт пухнастим. Це дозволяє наситити ґрунт киснем, прискорити процес формування пагонів. Щоб відстань між рядами була однаковою, може використовуватися борозна. Пристрій, який дозволяє розсовувати ґрунт, формуючи канаву чи невелику траншею.

При виборі пристрою враховують продуктивність техніки. Оптимальним варіантом є тракторні моделі, які зможуть за годину висадити понад 1 га картоплі. Однак для маленьких угідь підійдуть звичайні причіпні, навісні моделі, що застосовуються разом із мотоблоком. Їхня швидкість невелика, але все ж таки посадку вдасться істотно прискорити. Продуктивності буде достатньо для невеликих городів.

2. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ

2.1. Агротехнічні вимоги до посадки картоплі

До посадки картоплі висуваються такі вимоги: найкраще картопля росте на легкому суглинку або супіщаному ґрунті. Важкі глинисті ґрунти менш придатні, оскільки вони ускладнюють розвиток коренів і бульб. Ґрунт має бути добре удобрений, бажано органічними добривами, такими як гній або компост. Оптимальна кислотність (рН) для картоплі 5,5-6,5. Глибоке перекопування або обробка ґрунту восени може допомогти знищити бур'яни та покращити структуру ґрунту. Перед посадкою навесні ґрунт необхідно розпушити і вирівняти. Це допоможе забезпечити рівномірний ріст рослин [5, 11].

Вибирати сорти потрібно, які адаптовані до місцевих кліматичних умов і мають сильну стійкість до хвороб, тобто районовані. Посадковий матеріал повинен бути здоровим і не мати ознак хвороб і пошкоджень.

За кілька тижнів до посадки бульби необхідно проростити в світлому місці з температурою 15-20°C. Бульби можна розрізати на половинки чи четвертинки залишаючи на кожній ділянці по кілька вічок.

Картоплю можна садити, коли температура ґрунту на глибині 10 см досягне 8-10°C. Важливо враховувати прогноз погоди, щоб уникнути можливих заморозків. Зазвичай бульби садять на глибину 8-10 см, оптимальна відстань між бульбами в рядах 30-40 см, між рядами 60-70 см.

Добриво або компост можна вносити під час оранки або безпосередньо в яму під час посадки. Застосування мінеральних добрив залежить від потреби ґрунту в певних макро- і мікроелементах. Дотримання цих вимог дозволить отримати високі врожаї картоплі та забезпечити здоровий ріст рослин [5, 11].

2.2. Комплектування та підготовка МТА для посадки картоплі

Комплектування та підготовка машино-тракторних агрегатів (МТА) для посадки картоплі є важливим етапом для забезпечення високоякісної посадки та подальшого урожаю [12].

Для посадки картоплі використовуються спеціалізовані машини та трактори. Вибір техніки залежить від площі обробки та типу ґрунту. Зазвичай використовують трактори з відповідною потужністю та характеристиками, а також картоплесаджалки, які можуть бути механічними, напівмеханічними або автоматичними.

Перед початком посадки необхідно підготувати ґрунт. Це включає глибоку оранку або рихлення ґрунту для покращення його структури. Далі проводиться дискування та культивація для вирівнювання поверхні поля та знищення бур'янів. Важливим етапом також є внесення добрив, як органічних, так і мінеральних, для покращення родючості ґрунту.

Комплектування машино-тракторного агрегату включає вибір та налаштування основних елементів. Трактор потрібно перевірити на технічний стан, налаштувати двигун та трансмісію. Картоплесаджалку слід перевірити та налаштувати всі її механізми, такі як механізм подачі картоплі, глибина посадки, відстань між рядами та рослинами [8].

Обладнання потребує налаштування для досягнення оптимальних результатів. Регулювання глибини посадки здійснюється відповідно до вимог сорту картоплі та умов ґрунту. Розташування бульб має бути також скориговано відповідно до агротехнічних рекомендацій для обраного сорту картоплі. Після налаштування необхідно провести пробну посадку для перевірки роботи всіх механізмів та коригування налаштувань, якщо це потрібно. Це допоможе виявити можливі недоліки та забезпечити рівномірне висаджування картоплі на всій площі поля.

Таким чином, правильне комплектування та підготовка МТА для посадки картоплі є ключовими для забезпечення ефективної роботи та високих врожаїв.

2.3. Підготовка машини для посадки картоплі

На початку налагодження машини для посадки картоплі (рис. 2.1) потрібно перевірити роботу вичерпних і висівних апаратів провести змащення картоплесаджалки відповідно до мастильної схеми [14].

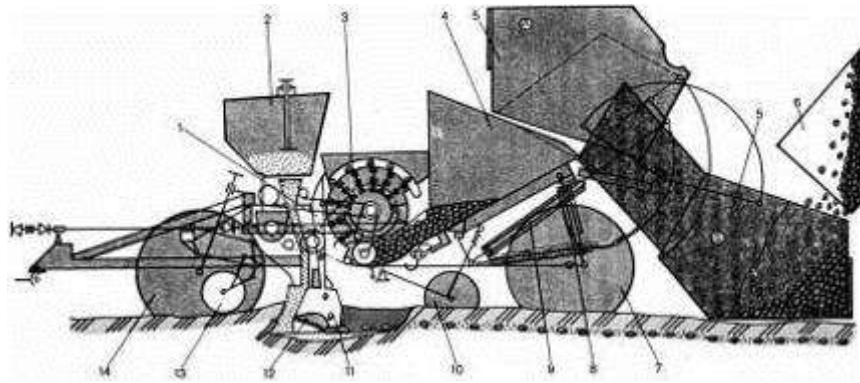


Рис. 2.1 - Схема роботи картоплесаджалки КСМ

Провівши перевірку роботи завантажувального бункера потрібно також відрегулювати сошники, перевірити кут входження у ґрунт та встановити їх глибину. Для цього потрібно встановити картоплесаджалку на рівну площадку та опустити її у робоче положення. Потім підняти за допомогою гідросистеми трактора, щоб задній край нижнього зрізу кожного сошника піднявся відносно переднього на 40-50 мм (рис. 2.2).

Для перевірки даного регулювання саджалки необхідно підняти саджалку у транспортне положення і переконатися, що болт обмежувача впирається в обмежувач [9]. Далі виміряти і перевірити відстань між рамою, переднім, заднім шарнірами кожного сошника, де відхилення розмірів може бути ± 10 мм (рис. 2.3).

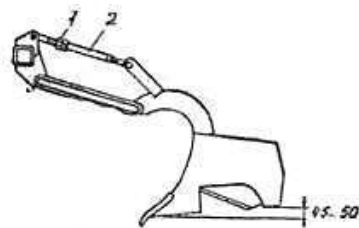


Рис. 2.2 – Схема установки кута входження сошника в ґрунт: 1 – контрґайка тяги підвіски; 2 – регульовальна тяга підвіски сошника.

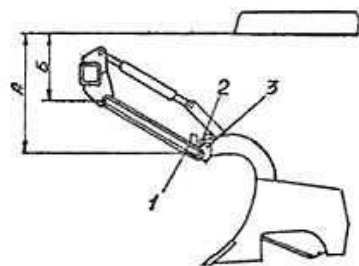


Рис. 2.3 – Схема установки обмеження опускання: 1 – стопор; 2 – контрґайка тяги підвіски; 3 - болт

Регулювання глибини сошників проводять злегка піднявши сажалку і вимірявши розміри А і Б (рис. 2.4), різниця яких повинна становити 100-110 мм. Після того переставляємо вилку копіювального колеса (позиція 2), щоб дана відстань була на 10-15 мм менша заданої глибини сошника. Далі замикаємо вилку важілем 3.

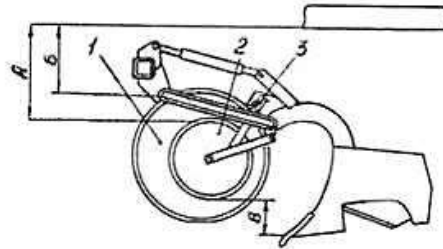


Рис. 2.4 – Схема регулювання глибини сошника: 1 – колесо; 2 – копіювальне колесо; 3 - важіль копіюючого колеса

2.4. Встановлення норми посадки бульб

Під час посадки картоплі бажано, щоб картоплесаджалка агрегувалася з гусеничним трактором класу 3,0 і привод робочих агрегатів був здійснений від ВВП трактора [7]. Режим роботи приводу, який був здійснений від ВВП трактора визначаємо за рис. 2.5.

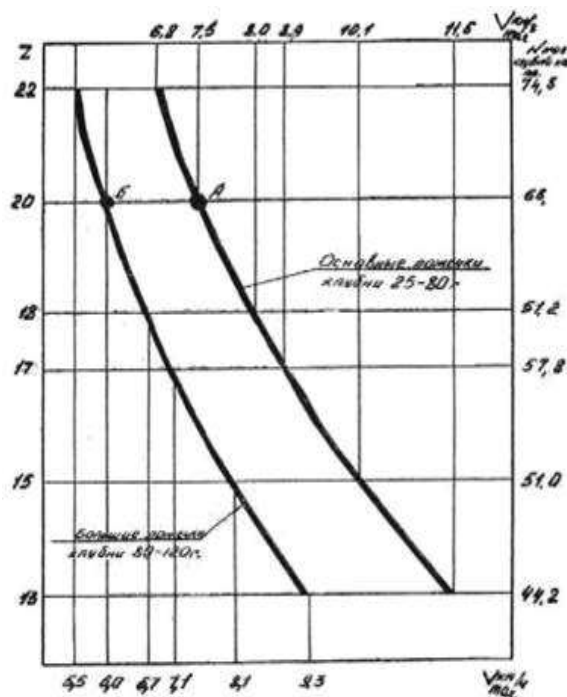


Рис. 2.5 - Графік визначення режиму роботи приводу від ВВП трактора

Допустима швидкість руху картоплесаджалки не має перевищувати вказаних на графіку (рис. 2.5) значень.

Так як робочі швидкості агрегату завжди відмінні від розрахункових, то остаточне регулювання саджалки потрібно проводити у полі під час перших проходів.

2.5. Підготовка поля до садіння картоплі

Підготовка поля для садіння картоплі є ключовим етапом, що впливає на врожайність [1, 2]. Спершу потрібно вибрати відповідне місце: картопля потребує багато сонця, тому слід обирати добре освітлену ділянку. Також важливо, щоб ґрунт був добре дренованим, оскільки застій води може спричинити гниття бульб.

Наступним кроком є підготовка ґрунту. Ранньою весною або ще восени попереднього року потрібно провести оранку або глибоке розпушування ґрунту. Це допоможе знищити бур'яни та поліпшить структуру ґрунту. Далі варто внести органічні добрива, наприклад, перепрілий гній або компост, що збагатить ґрунт поживними речовинами.

Перед садінням важливо провести культивацію, щоб розбити великі грудки ґрунту і зробити поверхню рівною. Це забезпечить кращий контакт бульб з ґрунтом і сприятиме рівномірному проростанню. Після цього слід провести боронування для знищення бур'янів і додаткового розпушування верхнього шару ґрунту.

Варто також перевірити кислотність ґрунту. Картопля найкраще росте в слабокислому ґрунті з рН 5.5-6.5. За необхідності можна провести вапнування, щоб знизити кислотність.

Садіння картоплі можна починати, коли ґрунт прогріється до температури приблизно 8-10°C. Зазвичай це припадає на квітень або початок травня. Садять бульби на глибину 10-15 см, на відстані 30-40 см одна від одної, а міжряддя роблять шириною 60-70 см [1, 2].

2.6. Комплектування орних агрегатів

Комплектування орних агрегатів для садіння картоплі передбачає підбір відповідної техніки, яка забезпечить якісну підготовку ґрунту та ефективну висадку картоплі [4, 6]. Основними машинами, які використовуються для цих робіт, є трактори, плуги, культиватори, борони та картоплесаджалки, серед яких популярні марки John Deere, Case IH, New Holland, Massey Ferguson, Lemken, Kuhn, Kverneland та Grimme.

Трактори, наприклад, John Deere 6R або Case IH Маххум, є основним джерелом тяги для всіх навісних та причіпних агрегатів. Вони повинні мати достатню потужність, щоб працювати з важким обладнанням, таким як плуги та культиватори. Вибір трактора залежить від типу ґрунту, площі поля та інших агротехнічних вимог.

Плуги, такі як Lemken Opal або Kverneland EG, використовуються для глибокої оранки ґрунту, що дозволяє знищити бур'яни та підготувати поле до садіння картоплі. Важкі моделі плугів, наприклад, Kuhn Vari-Master, рекомендуються для обробки твердих ґрунтів, забезпечуючи глибоку і якісну оранку.

Культиватори, наприклад, Kuhn Kultimer або Lemken Korund, застосовуються для розпушування ґрунту після оранки. Вони подрібнюють великі грудки та вирівнюють поверхню поля, що забезпечує кращий контакт бульб з ґрунтом. Ротаційні культиватори, такі як Maschio Gaspardo, ефективні для дрібного розпушування та підготовки посадкової площі.

Борони, наприклад, John Deere 2623VT або Lemken Rubin, використовуються для додаткового вирівнювання поверхні та знищення бур'янів. Вони допомагають створити оптимальні умови для проростання картоплі, розпушуючи верхній шар ґрунту та зменшуючи ризик ущільнення.

Картоплесаджалки, такі як Grimme GL 34T або AVR Spirit, є спеціалізованими машинами для висадки картоплі. Вони забезпечують точне розміщення бульб на заданій глибині та з необхідним інтервалом. Сучасні

моделі можуть бути обладнані системами для внесення добрив та засобів захисту рослин під час садіння, що покращує умови для росту картоплі.

Комплектування орних агрегатів вимагає не лише правильного вибору марок машин, але й їх налаштування та регулярного технічного обслуговування. Це забезпечить ефективну роботу техніки та високу якість виконання агротехнічних заходів.

2.7. Налаштування плуга на задану глибину оранки

Налаштування плуга ПЛН-3-35 на задану глибину оранки вимагає кілька кроків. Перш за все, важливо вибрати правильний трактор, який забезпечить достатню тягову потужність для роботи з цим плугом. Після цього необхідно провести загальний огляд плуга та переконатися, що всі його частини знаходяться в справному стані, а ножі та лемеші гострі [9].

Для початку слід встановити плуг на рівній поверхні і з'єднати його з трактором, використовуючи триточкову навіску. Після цього необхідно відрегулювати верхню тягу навіски так, щоб рама плуга була паралельна поверхні землі. Це забезпечить рівномірну глибину оранки.

Для встановлення глибини оранки слід відрегулювати опорні колеса плуга. Потрібно підняти або опустити їх, змінюючи таким чином глибину проникнення лемешів у ґрунт. Важливо перевірити, щоб обидва колеса були відрегульовані на однакову висоту, інакше плуг буде працювати нерівномірно.

Далі необхідно провести пробну оранку. Для цього потрібно проїхати невелику ділянку поля та зупинитися для перевірки глибини оранки. Глибину можна виміряти лінійкою або спеціальним інструментом. Якщо глибина оранки не відповідає заданій, слід знову відрегулювати опорні колеса [9].

Після досягнення бажаної глибини оранки важливо перевірити правильність роботи всіх корпусів плуга. Вони повинні рівномірно проникати в ґрунт і створювати рівні борозни. При необхідності можна провести додаткові налаштування, регулюючи нахил плуга за допомогою верхньої тяги та бокових регулювальних тяг.

Крім цього, варто звернути увагу на правильність кута атаки лемешів. Якщо плуг занурюється в ґрунт занадто глибоко або, навпаки, не проникає на потрібну глибину, потрібно відрегулювати кут атаки за допомогою спеціальних гвинтів або регулювальних тяг.

Регулярний контроль та коригування налаштувань під час роботи дозволять зберегти стабільну глибину оранки та забезпечать ефективну роботу плуга ПЛН-3-35 на всій площі поля [9].

2.8. Посадка насіннєвої картоплі

Після завантаження бункера сажалки насіннєвою картоплею необхідно перевірити рівномірність розподілу бульб у бункері, щоб забезпечити постійну подачу матеріалу під час садіння. Далі слід встановити потрібну глибину висадки, регулюючи відповідні налаштування на сажалці. Зазвичай глибина посадки варіюється від 10 до 15 см в залежності від типу ґрунту та сорту картоплі [5].

Після налаштування глибини потрібно виставити інтервал між бульбами, щоб забезпечити оптимальну густоту посадки. Це досягається шляхом регулювання швидкості подачі бульб або налаштування механізму, що відповідає за розподіл насіннєвого матеріалу. Важливо, щоб інтервал між бульбами був рівномірним, оскільки це впливає на рівномірний ріст рослин та загальну врожайність.

Перед початком садіння необхідно перевірити роботу сажалки на невеликій ділянці поля. Це дозволить переконатися, що всі налаштування встановлені правильно, і всі механізми працюють без збоїв. Якщо все працює належним чином, можна приступати до основного етапу посадки.

Трактор з картоплесажалкою починає рух по полю, дотримуючись рівних рядків. Важливо підтримувати постійну швидкість руху, щоб забезпечити рівномірний розподіл бульб та уникнути пропусків або надмірного скупчення насіннєвого матеріалу. Оператор повинен постійно контролювати роботу сажалки, звертаючи увагу на можливі збої або несправності [5].

Після завершення посадки на певній ділянці поля необхідно перевірити глибину та рівномірність розміщення бульб у ґрунті. Це можна зробити, вибравши кілька випадкових місць та оглянувши висаджені бульби. Якщо виявлено невідповідності, слід внести корективи в налаштування сажалки та повторно перевірити роботу на невеликій ділянці.

Після закінчення посадки всього поля важливо провести технічне обслуговування сажалки, очистити її від залишків ґрунту та бульб, а також провести огляд на предмет зносу або пошкоджень [5]. Це забезпечить тривалу та надійну роботу обладнання в наступних сезонах.

3. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ КАРТООПЛЕСАДЖАЛКИ

3.1. Обґрунтування потреби у розробці

Картопля відноситься до енергоємних культур. За останні два роки картопля займає 5 га землі і має достатню кількість посадкової техніки, але зараз простоє [2, 5].

Проаналізувавши стан картоплярських агрегатів, слід зазначити, що їх завантаження становить 28...30% від нормативного річного навантаження. При такому навантаженні збільшуються енергетичні витрати на виконання робіт, а значить, використання високопродуктивної сівалки КСМ-6, як у господарстві, на площі менше 10 га є невиправданим.

Для вирощування картоплі на невеликих площах ми пропонуємо розроблену нами плужну картоплесаджалку. Машина компактна, легка, проста в обслуговуванні і може використовуватися будь-яким виробником. Його можна виготовити в сільськогосподарській майстерні або перетворити на двокорпусний плуг.

3.2. Будова та робота

Картоплесаджалка встановлена на базі двокорпусного плуга ПЛН-2-35 з модифікованою рамою. Також модифікували опорне колесо, яке на модифікованій машині стало ведучим. Ми збільшили його діаметр, приварили куточки для кращого зчеплення з поверхнею ґрунту, частково замінили ступицю.

Ми встановили ковш для розсади на рамі плуга і закріпили його на рамі плуга болтами в трьох точках. Корпус підшипника, на якому кріпився вал сівалки, ми прикрутили до бункера. Одним кінцем вала ведена зірочка ведучої ланцюгової передачі насаджена на шпонку, а іншим – на диск садильного пристрою. Для цього використовуємо картоплесаджалку СН-4Б. Закриваємо привід і саму сівалку захисним кожухом [3, 4].

Пристрій для садіння - це диск з п'ятнадцятьма ковшами. Після виходу ложки з картопляного шару ручку затискача від'єднують від копіра 27 і

пальцями фіксують бульбу, що знаходиться на ложці. Над сошником (борозною) рукоятка знову знаходить той самий копір, який має вигнуту форму, а пальці звільняють бульби.

Перед висаджувачем апаратом встановлено передній корпус плуга, який проорує борозну під садіння картоплі, а задній – заорує посадковий матеріал.

Бульби скочуються з похилого дна бункера через отвори в камеру вирощування. Висота внутрішнього шару бульб регулюється заслінками.

Щільність посадки картоплі можна регулювати зміною передавального числа приводу і перестановкою ведучої зірочки. Після зміни передавального числа за допомогою натягувача натягніть ланцюгову передачу.

3.3. Розрахунок приводу

Картоплесаджалка приводиться в рух опорним колесом плуга через ланцюгову передачу [3].

Обчислимо кут повороту за якого колесо проходить відстань між двома бульбами під час посадки. Цей кут визначаємо виходячи із співвідношення:

$$\frac{360}{\beta} = \frac{l}{l_1}, \quad (3.1)$$

де: β – кут повороту колеса;

l – шлях пройдений колесом за повний оберт, мм;

l_1 – відстань між двома сусідніми бульбами, мм.

$$\beta = \frac{360^\circ \cdot l_1}{l};$$

$$l = \pi \cdot D. \quad (3.2)$$

де $D = 450$ мм. - діам. приводного колеса, мм.

$$l = 3,14 \cdot 450 = 1413 \text{ мм}$$

$$\beta = \frac{360 \cdot 270}{1413} = 69^\circ.$$

Визначаємо передавальне число приводу:

$$\frac{\beta^\circ}{\alpha^\circ} = n, \quad (3.3)$$

де α – кут повороту садильного апарату для висадки 1 картоплини,
 $\alpha = 24^\circ$.

$$n = \frac{69^\circ}{24^\circ} = 2,88.$$

За кінематичною схемою приводу (рисунок 3.1), числом зубів веденої зірочки і передавальним числом розраховуємо число зубів веденої зірочки за формулою [3]:

$$\frac{z_2}{z_1} = n, \quad (3.4)$$

$$z_1 = \frac{z_2}{n},$$

де z_1 – кількість зубів ведучої зірочки;

z_2 – кількість зубів веденої зірочки, $z_2 = 41$,

$$z_1 = \frac{41}{2,88} = 14,3 \approx 15.$$

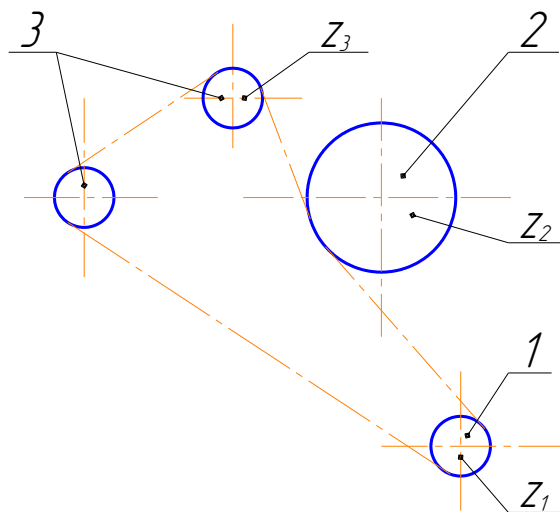


Рис. 3.1. Кінематична схема приводу картоплесаджалки

1 – зірочка ведуча; 2 – зірочка ведена; 3 – зірочки натяжні.

Проведений розрахунок дозволяє визначити відстань між бульбами в сантиметрах.

Для інших густот посадки розрахунки проводять аналогічно. Результати розрахунків зведені в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 - Результати розрахунків числа зубців ведучої зірочки

Відстань між бульбами	Кут повороту колеса, β°	Кут повороту диска садильного апарату, α°	Кількість зубів змінної зірочки, z_1	Передаточне число, n
20...24	56	24	18	2,34
25...29	69	24	15	2,88
30...35	84	24	13	3,5

Для розрахунку основних параметрів ланцюгової передачі вказуємо кроки ланцюга, які будуть використовуватися.

Спочатку розрахуємо параметри зірки. Градуйований діаметр визначаємо за формулою:

$$d_{\text{дін.}} = \frac{t}{\sin \frac{180}{z}}; \quad (3.4)$$

де t – крок ланцюга, $t=19,05$ мм [3];

z – кількість зубців зірочки.

Діаметр зірочки ведучої :

$$d_{\text{дін.1}} = \frac{19,05}{\sin \frac{180}{13}} = 79,5 \text{ мм}$$

$$d_{\text{дін.2}} = \frac{19,05}{\sin \frac{180}{15}} = 91,5 \text{ мм}$$

Ділильний діаметр зірочки веденої :

$$d_{\text{дін.в.}} = \frac{19,05}{\sin \frac{180}{41}} = 248,9 \text{ мм}$$

Ділильний діаметр зірочок натяжних :

$$d_{\text{дін.н.}} = \frac{19,05}{\sin \frac{180}{21}} = 127,9 \text{ мм.}$$

Діаметр виступів і западин розраховувати не будемо, так як зуби зірочки нарізаються по ГОСТ 591-69.

Для визначення інших параметрів ланцюгової передачі нам потрібно обчислити крутний момент для руху сівалки. Розрахувати цей момент можна, знаючи діаметр коліс садильного пристрою при їх проходженні крізь шар картоплі та силу, яка витрачається на переміщення самого пристрою.

Отже, момент дії приладу дорівнює:

$$M = \frac{D}{2}(F_a + F_k), \quad (3.5)$$

де D – діаметр колеса садильного апарату, $D = 680\text{мм}$;

F_a – сила опору апарату, $F_a = 30\text{Н}$ [3];

F_k – сила опору шару картоплі, $F_k = 70\text{Н}$.

$$M = \frac{0,68}{2}(30 + 70) = 34\text{Нм}$$

Знаючи крутний момент, необхідний для переміщення сівалки, ми можемо визначити окружну силу, що діє на ведену зірочку.

$$F_k = \frac{2M}{d_{\text{дв.}}}; \quad (3.7)$$

$$F_k = \frac{2 \cdot 34}{0,249} = 272\text{Н}.$$

За кінематичною схемою передавального механізму можна знайти довжину ланцюга з геометричної точки зору. Більш того, ми можемо визначити його з досить високим ступенем похибки. Але так як ми встановили натяжний механізм, то він компенсує неточність розрахунку. З огляду на це ми розрахували умовно розтягнуту довжину ланцюга між направляючою зірочкою 2 і натяжною зірочкою 3 між двома натягувачами і між натяжною зірочкою 4 і направляючою 2. Схема показана на рисунку 3.2.

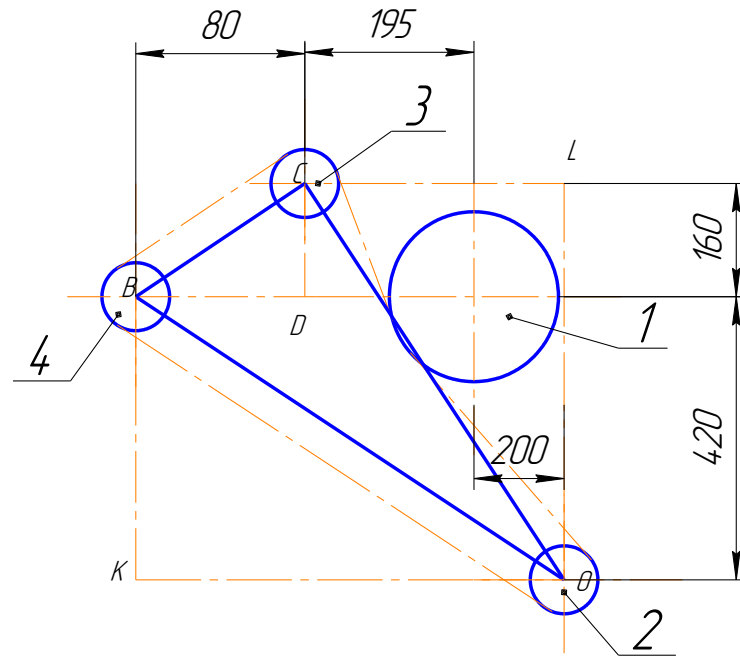


Рис. 3.2. Кінематична схема приводу

1 – ведена зірочка; 2 – ведуча зірочка; 3,4 – натяжні зірочки.

Осьова відстань між зірками визначається за теоремою Піфагора $\triangle OLC$; $\triangle CBD$; $\triangle BKO$.

$$OC = \sqrt{CL^2 + OL^2}; \quad (3.8)$$

$$OC = \sqrt{395^2 + 580^2} = 701 \text{ мм}$$

$$BC = \sqrt{CD^2 + DB^2}; \quad (3.9)$$

$$BC = \sqrt{160^2 + 80^2} = 179 \text{ мм}$$

$$OB = \sqrt{BK^2 + KO^2}; \quad (3.10)$$

$$OB = \sqrt{420^2 + 475^2} = 634 \text{ мм.}$$

Визначивши відстань між осями, можна знайти довжину ланцюга через кількість ланок за формулою [3]:

$$L_{\text{л}} = \frac{\frac{2OB}{t} + \frac{z_2 + z_3}{2} + \left(\frac{z_3 - z_4}{2\pi}\right) \cdot \frac{t}{OB}}{2} + \frac{\frac{2BC}{t} + \frac{z_3 + z_4}{2} + \left(\frac{z_4 - z_3}{2\pi}\right) \cdot \frac{t}{BC}}{2} + \frac{\frac{2OC}{t} + \frac{z_4 + z_2}{2} + \left(\frac{z_2 - z_4}{2\pi}\right) \cdot \frac{t}{OC}}{2} \quad (3.11)$$

$$L_{л} = \frac{\frac{2 \cdot 701}{19,05} + \frac{15 + 25}{2} + \left(\frac{25 - 15}{6,28}\right) \cdot \frac{19,05}{701}}{2} + \frac{\frac{2 \cdot 179}{19,05} + \frac{25 + 25}{2} + \left(\frac{25 - 25}{2 \cdot 3,14}\right) \cdot \frac{19,05}{179}}{2} + \frac{\frac{2 \cdot 634}{19,05} + \frac{25 + 15}{2} + \left(\frac{15 - 25}{2 \cdot 3,14}\right) \cdot \frac{19,05}{634}}{2} = 112$$

Швидкість руху ланцюга

$$v = \frac{z_1 \cdot w \cdot t}{60 \cdot 1000}; \quad (3.12)$$

де w – кутова швидкість ведучої зірочки та привідного колеса, $xв^{-1}$.

$$v = \frac{15 \cdot 76,7 \cdot 19,05}{60 \cdot 1000} = 0,4 \text{ м/с.}$$

Розраховуємо тривалість роботи ланцюга:

$$T = 5200 \cdot \frac{\Delta t \cdot K_c \sqrt{z_1} \cdot \sqrt{at_n}}{p \sqrt{v} \cdot k_3}; \quad (3.13)$$

де Δt – збільшення кроку допустиме, $\Delta t = 0,6$ мм.

K_c – коефіцієнт змащування;

p – фактичний питомий тиск, МПа.

Коефіцієнт способу мащення

$$K_c = \frac{k_{cn}}{\sqrt{v}}; \quad (3.14)$$

де k_{cn} – коефіцієнт способу мащення, $k_{cn} = 0,15$ [15].

$$\hat{E}_{\bar{n}} = \frac{0,15}{\sqrt{0,4}} = 0,24.$$

Фактичний питомий тиск

$$\delta = \frac{F_{\hat{e}}}{S_{\hat{i}\bar{i}}}; \quad (3.15)$$

де $S_{\hat{i}\bar{i}}$ - проекція опорної поверхні шарніру, $S_{\hat{i}\bar{i}} = 105,8 \hat{i}^2$,

$$\delta = \frac{272}{105,8} = 2,57 \text{ à } \ddot{\text{a}}.$$

Як ми бачимо фактичний тиск менший від допустимого

$$\delta \angle [p],$$

$$2,57 \angle 30$$

$$N = 5200 \frac{0,6 \cdot 0,24 \cdot \sqrt{13} \cdot \sqrt{24 \cdot 3,5}}{2,57^3 \sqrt{0,4}} = 13800 \quad \text{год}$$

Таким чином, згідно з розрахунками, термін служби ланцюга становить 13 800 годин, що значно перевищує очікування $N_{\text{оч}}=5000$ год.

Перевіряємо ланцюг на запас міцності

$$n = \frac{Q_{\delta i \zeta \delta}}{F_{\Sigma BB}}; \quad (3.16)$$

де $Q_{\delta i \zeta \delta}$ - навантаження руйнування, $Q_{\delta i \zeta \delta} = 31800$ Н [3].

$F_{\Sigma BB}$ - сумарний натяг ведучої вітки, Н

$$F_{\Sigma BB} = F_f + F_t \cdot k, \quad (3.17)$$

де F_f - сила натягу ланцюга, Н

$$F_{\Sigma BB} = 71 + 272 \cdot 1,25 = 411 \text{ Н.}$$

$$n = \frac{31800}{411} = 77,4.$$

$$n \gg [n].$$

Умова виконується $77,4 > 6$.

Як видно, на підставі даних, отриманих у процесі розрахунку параметрів ланцюгового приводу, можна зробити висновок про надійну роботу приводу протягом тривалого часу.

3.4. Міцнісний розрахунок

Щоб картоплесаджалка працювала правильно, всі деталі повинні витримувати навантаження, що припадають на них [3]. Для забезпечення надійності цих деталей були проведені розрахунки на міцність.

Однією з головних деталей є вал, на якому встановлений садильний апарат. По-перше, ми обчислюємо приблизний діаметр чисто крутильної осі на основі зменшеного допустимого напруження, без урахування впливу вигину.

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{M}{0,2[\tau]}}; \quad (3.18)$$

де M – крутний момент на валу, $M = 34000$ Нмм;

$$[\tau] = 20 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}.$$

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{34000}{0,2 \cdot 20}} = 20,4 \text{ мм}$$

Приймаємо $d = 25$ мм.

Після розробки конструкції вала за всіма параметрами ми провели детальні перевірочні розрахунки, які включали коефіцієнти для визначення запасу міцності.

$$S = \frac{S_\sigma \cdot S_\tau}{\sqrt{S_\sigma^2 + S_\tau^2}}; \quad (3.19)$$

де S_σ – коеф. запасу міцності за нормальних напруженнях;

S_τ – коеф. запасу міцності по дотичними напруженнями.

Коеф. міцності для нормальної напруження розраховуємо за формулою:

$$S_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{K_\sigma}{\varepsilon_\sigma \cdot \beta} \cdot \sigma_v + \psi_\sigma \cdot \sigma_i}; \quad (3.20)$$

де K_σ – коефіцієнт концентрації нормальних напружень, $K_\sigma = 1,9$ [3].

σ_{-1} – межа витривалості сталі при симетричному циклі згину

$$\sigma_{-1} = 0,43\sigma_a \quad (3.21)$$

$$\sigma_{-1} = 0,43 \cdot 780 = 335,4 \text{ МПа}$$

ε_σ – масштабний фактор для нормальних напружень, $\varepsilon_\sigma = 0,9$ [3];

β – коефіцієнт, який враховує вплив шорсткості поверхні, $\beta = 0,94$ [3];

σ_v – амплітуда циклу нормальних напружень, рівна найбільшому напруженню згину;

σ_i – середнє напруження циклу нормальних напружень, при осьовому навантаженні на вал рівне нулю, то $\sigma_i = 0$

$$S_\sigma = \frac{335,4}{\frac{1,9}{0,9 \cdot 0,94} \cdot 27} = 5,53.$$

Коеф. запасу міцності по дотичних напруженнях:

$$S_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{K_\tau}{\varepsilon_\tau \cdot \beta} \cdot \tau_v + \psi_\tau \cdot \tau_i} \quad (3.22)$$

де τ_{-1} – межа витривалості сталі при циклі кручення, $\tau_{-1} = 0,58 \cdot \sigma_{-1}$;

$$\tau_{-1} = 0,58 \cdot 335,4 = 194,5 \text{ МПа.}$$

ε_τ – масштабний фактор для дотичних напружень, $\varepsilon_\tau = 0,8$, [3];

K_τ – коефіцієнт концентрації дотичних напружень, $K_\tau = 1,45$, [3];

τ_v – амплітуда циклу дотичних напружень:

$$\tau_v = \frac{0,5 \cdot 34000}{\frac{3,14 \cdot 25^3}{16}} = 5,6 \text{ МПа}$$

τ_i – середнє напруження циклу дотичних напружень, $\tau_m = \tau_v$, [3];

$$S_\tau = \frac{194,5}{\frac{1,45}{0,8 \cdot 0,94} \cdot 5,6 + 5,6 \cdot 0,1} = 17,1$$

$$S = \frac{17,1 \cdot 5,53}{\sqrt{17,1^2 + 5,53^2}} = 5,3.$$

Оскільки величина $S \leq [S] = 2,5$, то міцність вала задовольняє умову.

Розрахуємо підшипників вала на довговічність роботи. Для цього беремо силу, що діє на вал, і визначаємо силу реакції опори.

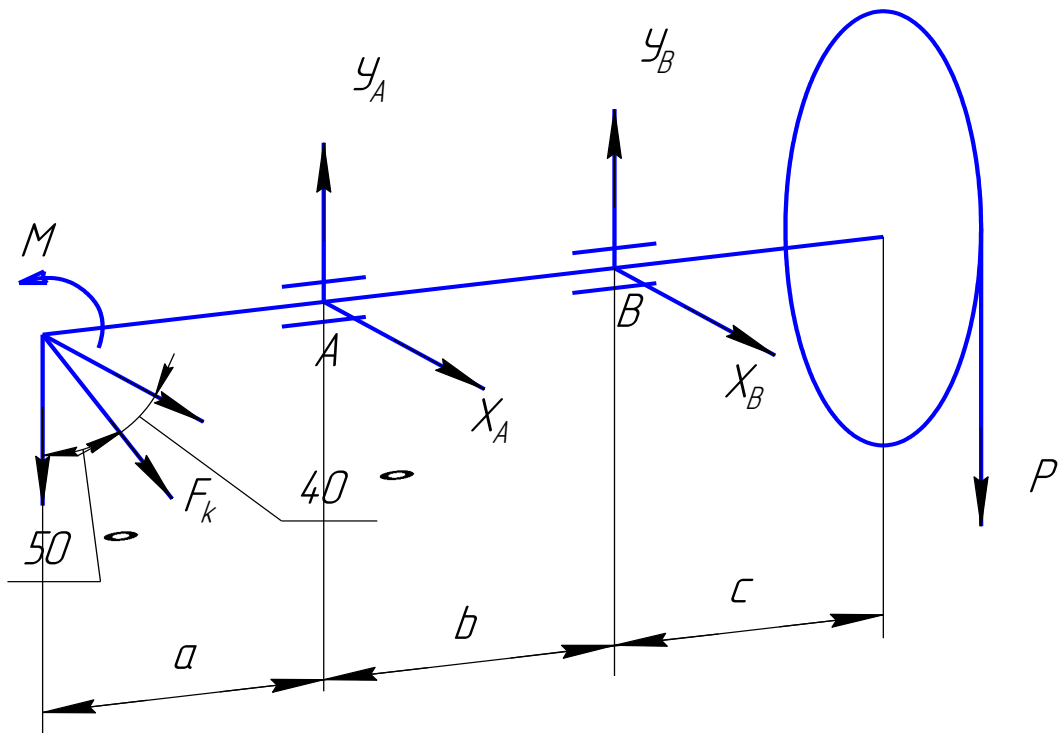


Рис. 3.3. Схема сил і моментів, що діють на приводний вал садильного пристрою

Щоб знайти реакції опори, нам потрібно сформулювати рівняння реакцій моментів

$$\Sigma X \quad F_k \cdot \cos 40^\circ + X_A + X_B = 0 \quad (3.24)$$

$$\Sigma Y \quad F_k \cdot \sin 40^\circ + Y_A + Y_B = 0 \quad (3.25)$$

Складаємо рівняння моментів

$$\Sigma M_{A_x} \quad aF_k \cdot \cos 40^\circ - X_B \cdot b = 0 \quad (3.26)$$

$$\Sigma M_{A_y} \quad -P(a-b) + aF_k \cdot \sin 40^\circ + BY_B = 0 \quad (3.27)$$

Звідси

$$X_B = \frac{aF_k \cdot \cos 40^\circ}{b};$$

$$Y_B = \frac{P(b+c) - aF_k \sin 40^\circ}{b};$$

$$X_A = -P - X_B - F_k \cdot \sin 40^\circ;$$

$$Y_A = F_k \cdot \sin 40^\circ - Y_B + P.$$

Підставляємо значення

$$X_B = \frac{0,241 \cdot 272 \cdot \cos 40^\circ}{0,379} = 132,5 \text{ Н};$$

$$Y_B = \frac{100(0,379 + 0,181) - 0,241 \cdot 272 \cdot \sin 40^\circ}{0,379} = 36,6 \text{ Н};$$

$$X_A = -100 - 135,5 - 272 \cdot \sin 40^\circ = -440,8 \text{ кН};$$

$$Y_A = 272 \cdot \sin 40^\circ - 36,58 + 100 = 238,3 \text{ Н}.$$

Сумарна реакція підшипника А:

$$R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2}; \quad (3.28)$$

$$R_A = \sqrt{-440,8^2 + 238,3^2} = 501,1 \text{ Н}.$$

Сумарна реакція підшипника В:

$$R_B = \sqrt{X_B^2 + Y_B^2};$$

$$R_B = \sqrt{132,5^2 + 36,6^2} = 137,5 \text{ Н}.$$

Розраховуємо еквівалентне навантаження на підшипник А:

$$Q_A = K_\sigma \cdot K_T \cdot K_k \cdot R_A \cdot X; \quad (3.30)$$

де K_σ – коефіцієнт безпеки, $K_\sigma = 1,3$ [3];

K_T – температурний коефіцієнт, $K_T = 1$ [3];

K_k – коефіцієнт обертання, $K_k = 1$;

X – коефіцієнт пропорційності, $X = 0,76$ [3].

$$Q_A = 1,3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 501,1 \cdot 0,76 = 495,1 \text{ Н}.$$

При еквівалентному навантаженні ми можемо визначити довговічність підшипника за наступною формулою [3]:

$$L = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C}{Q} \right)^P \cdot K, \quad (3.31)$$

де C – динамічна вантажопідйомність, $C = 28,1 \text{ кН}$ [3];

P – степеневий показник, $P = 3$,

$$L = \frac{10^6}{60 \cdot 76,7} \left(\frac{28,1}{0,5} \right)^3 \cdot 0,7 = 480423 \text{ год}.$$

Умова довговічності підшипників наступна:

$$L_h \geq L_{hH}$$

де $L_{нн}$ – необхідна довговічність

$$480423 \geq 2100$$

Отже, умова довговічності підшипників виконується.

Крім валів і підшипників, перевіримо надійність шпонкових з'єднань. Для цього розрахуємо шпонку ведучої зірочки, так як на неї припадає найбільше навантаження.

Оскільки шпонка певного розміру доступна для даного діаметра валу, ми вибираємо шпонку 8x7x28 ГОСТ 23360 [3].

Розрахуємо напругу зминання її вузьких граней

$$\sigma_{зм} = \frac{2M}{d \cdot l(h - t_1)}, \quad (3.32)$$

$$F_t = \frac{2M}{\alpha}, \quad (3.33)$$

$$\sigma_{зм} = \frac{F_t}{l(h - t_1)}, \quad (3.34)$$

де h – висота шпонки, $h = 7$ мм;

t_1 – глибина шпонкового пазу на валі, $t_1 = 4$ мм.

Тоді

$$\sigma_{зм} = \frac{272}{28(7-4)} = 3,2 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{зм} \leq [\sigma_{зм}]$$

$$3,2 \text{ МПа} \leq 75 \text{ МПа}$$

Умова міцності забезпечується.

Розрахуємо шпонку на зріз:

$$\tau_{зр} = \frac{F_t}{l \cdot b}, \quad (3.35)$$

де l – робоча довжина шпонки, мм;

b – ширина шпонки, $b = 8$ мм.

$$\tau_{зр} = \frac{272}{28 \cdot 8} = 1,25 \text{ МПа}$$

Гранично допустимі напруги зрізу $[\tau_{зр}] = 45 \text{ МПа}$.

Тоді:

$$\tau_{zp} \leq [\tau_{zp}]$$

Умова міцності забезпечується.

Після розрахунку конструктивних елементів плужної картоплесаджалки та відповідних з'єднань окремих частин видно, що вони будуть надійно працювати протягом значного періоду часу. У той же час необхідно також забезпечити їх належне обслуговування.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Загальні вимоги охорони праці при вирощуванні картоплі

Машини при підготовці до роботи МТА повинні бути повністю укомплектовані та відрегульовані, обладнані необхідними пристроями та захисним огороженням [15]. Технічний стан машини перевіряють відповідно до вимог нормативно-технічних документів. Агрегатувати сільськогосподарські машини необхідно з тими тракторами, які рекомендовані заводом-виробником.

Для виконання робіт машинно-тракторними агрегатами поле необхідно завчасно підготувати: видалити велике каміння, засипати рови і ями, позначити віхами не видалені і не ліквідовані перешкоди. До того ж поле повинно бути розміщене відповідно до вимог технологічних карт на виконання відповідних робіт.

При садильних роботах рух начіпного агрегату можна починати після подачі сигналу трактористом і одержання сигналу-відповіді від старшого на садильному агрегаті [15].

Періодично протягом робочого дня слід очищати бункери саджалок, живильні ковші, ложечки, сошники, тукопроводи та борознозакривачі від ґрунту рослинних решток та інших сторонніх предметів і усувати виявлені несправності після повної зупинки агрегату.

При внесенні органічних добрив роторними розкидачами перед початком роботи, насамперед, перевіряють затягування запобіжної муфти. Вона повинна забезпечити передачу потужності не більше, ніж 9,25 кВт. Під час роботи розкидача забороняється знаходитись в площині обертання роторів на відстані менше, ніж 50 м від агрегату. При вивезенні добрив в поле слід стежити, щоб в добривах не було каміння, кусків металу, дерева, які можуть призвести до пошкодження роторів.

Перед початком роботи з ґрунтообробним знаряддям перевіряють справність і укомплектованість агрегату. На робочому місці обслуговуючого персоналу повинно бути сидіння з запобіжним поясом, підножна дошка, або упор для ніг.

Важелі керування начіпною машиною повинні мати справні і надійні фіксатори. Керування причіпним плугом повинно здійснюватись з кабіни трактора.

Робочі органи фрез і ротаційних культиваторів обмежують захисними кожухами [16].

Робітників, які обслуговують ґрунтообробні машини забезпечують засобами індивідуального захисту, чистиками та лопатками для очищення робочих органів.

Очищення робочих органів повинно відбуватись тільки при повній зупинці агрегатів.

Перед поворотом агрегату сошники саджалки піднімають, а поворот виконують на малих швидкостях.

Згідно правил техніки безпеки завантаження саджалок повинно проводитись в борозні, маса ящиків із садильним матеріалом не повинна перевищувати 25 кг. Не допускається транспортування повністю завантажених садильних апаратів, Забороняється здавати назад при неповністю заглиблених робочих органах, а також транспортування саджалок в темну пору доби [16].

Кожне господарство повинно мати санітарний паспорт па право одержання і зберігання пестицидів; довідку, яка підтверджує, що у господарства є підготовлений персонал для виконання відповідних робіт; спецодяг та інші необхідні засоби захисту, спеціальна техніка і транспортні засоби; інструкції і план заходів щодо створення і забезпечення здорових умов праці при всіх технологічних процесах застосування пестицидів.

Санітарні правила зберігання і застосування пестицидів здійснюється під суровим наглядом місцевої санітарно-епідеміологічної станції.

Мінеральні добрива потрібно вивозити до місця застосування на транспорті з добре ущільненим кузовом, який вкритий брезентом. Забороняється сумісне перевезення мінеральних добрив із аміачною селітрою.

Забороняється перевезення людей в транспортних засобах одночасно з садильними матеріалами та мінеральними добривами. При завантаженні

навалом потрібно дотримуватись технологічного процесу, згідно якого картопля не повинна вивалюватись за борти кузова, що часто відбувається і призводить до травмування [17].

При протруєнні насінного матеріалу, посадці та догляду за посівами, потрібно досягати максимальної безпеки для обслуговуючого персоналу та проживаючого навколо місця проведення робіт з отрутохімікатами населення.

Відповідальні за техніку безпеки не повинні допускати обслуговуючий персонал до робіт з пестицидами та мінеральними добривами без засобів індивідуального захисту.

Технічний стан машин, порядок їх експлуатації повинні відповідати вимогам інструкцій до конкретних машин і відповідати вимогам існуючих стандартів.

До початку сільськогосподарських робіт всі механізатори і обслуговуючий персонал повинні пройти інструктаж. В період виконання робіт їх повинні забезпечити спецодягом, спецвзуттям і необхідними засобами індивідуального захисту. Особи, допущені до роботи на машинах, повинні мати відповідні посвідчення на право керування ними. До механізованих робіт, особи, молодші 17 років, допускаються лише з наставниками. Поле для роботи машиннотранспортних агрегатів завчасно підготовляють: прибирають каміння, засипають ями, а біля зліквідованих встановлюють добре розпізнавані знаки безпеки. Таким же чином позначають небезпечні ділянки, вішки також встановлюють на відстані, яка дорівнює ширині поворотної смуги агрегату від краю великих каменів, небезпечних розмитих ділянок, урвищ, та інших неліквідованих перешкод. Проводять контрольні борозни, відбивають поворотні смуги, позначають місця відпочинку.

4.2 Охорона праці при садінні картоплі

Перед початком роботи перевіряють технічний стан тракторів, комплектність і надійність всіх вузлів картоплесаджалки, оглядають механізми

передач, регулюють глибину посадки, норму висадження, перевіряють надійність кріплення всіх вузлів та деталей.

Саджалка повинна бути обладнана пристроями для контролю роботи садильних апаратів, рівня насіння і туків в баках (ящиках) з місця водія.

Робочі місця саджальників повинні бути обладнані підніжними, дошками шириною 350 мм з переднім опорним буртиком висотою 100 мм, перилом висотою 900 мм, чистиками для очищення робочих органів і дерев'яними лопатками для розрівнювання насіння.

Усі причіпні машини, на яких працюють люди, повинні мати двосторонню сигналізацію.

Рух причіпного агрегату можна починати після подачі сигналу трактористом і одержання сигналу у відповідь від старшого на посівному агрегаті. При завантажуванні посадочного матеріалу відкриті кришки ставлять на запобіжники. Під час завантажування сухих порошкоподібних добрив необхідно стояти з навітряного боку, надівши протипиловий респіратор. Після завантаження посадочного матеріалу й туків необхідно щільно закрити кришки ящиків.

Періодично протягом робочого дня слід очищати бункери саджалки, живильні ковші, ложечки, сошники, тукопроводи й борознозакривачі від ґрунту, рослинних решток та інших сторонніх предметів й усувати виявлені несправності. Усувати несправності та очищати машину дозволяється після зупинки агрегату. Забороняється під час руху переходити з однієї саджалки на іншу.

Перед поворотом агрегату сошники саджалки підіймають, а поворот виконують на знижених швидкостях. Якщо сошники опущені, не дозволяється рушати агрегатом назад. Підіймати - і опускати сошники можна тільки при прямолінійному русі вперед [15, 16].

Під час роботи стежать за роботою механізму передач. Ослаблі ланцюги підтягують натяжними зірочками. Надмірний натяг ланцюгів не допускається. Періодично перевіряють стан пневматичних коліс, легкість обертання. Для

роботи у темний час доби завчасно перевіряють справність електричного освітлення. Отвори висівних апаратів очищають спеціальними чистиками, гачками. Розрівнюють насінневий матеріал тільки лопатками.

Під час грози агрегат необхідно зупинити, коробку передач встановити в нейтральне положення, двигун заглушити, зафіксувати гальма і відійти від агрегату не менше ніж за 15 м.

Перед початком роботи агрегату оглядають поле, прибирають каміння, засипають ями очищають від рослинних решток. Під час роботи встановлюють місця для поворотів, мітять поворотні смуги, а вздовж крутих схилів та ярів проводять контрольні борозни. Мінімальну ширину поворотної смуги, розташованої поблизу яру, встановлюють рівною подвійній довжині агрегату. Всі роботи на схилах виконують тільки у світлий час доби. Розбивати загінки і прокладати перші борозни на схилах необхідно під керівництвом бригадира тракторної бригади і агронома господарства. На схилах не дозволяється виконувати технічне обслуговування машинно-тракторного агрегату.

Дорога до місця роботи та ділянка поля, де проводять обробіток повинні бути добре відомі. При русі трактора з картоплесаджалкою в транспортному положенні контролюють стан шляху і приймають до уваги інші фактори (особливо при русі по обочинам доріг, при поворотах та ін.). Слід уникати руху поза дорогою, по високій траві, або кущах.

В зоні роботи агрегату заборонено знаходитись стороннім особам. Заборонено також стояти на підніжці трактора і переходити на причіпне знаряддя, сидіти на крилах трактора, причіпному знарядді. Через канави та інші перешкоди агрегат повинен переїздити під прямим кутом на малій швидкості, уникаючи різких поштовхів і великих нахилів трактора. Поперек схилу дозволяється працювати лише на малих швидкостях з використанням креноміра і при нахилі до 12° . Для роботи на крутих схилах використовують спеціальні (гусеничні) трактори. На ділянках, де проходять лінії електропередач, робота і проїзд агрегатів дозволяється при дотриманні певних відстаней від найвищої точки агрегату до дротів в залежності від напруги (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 - Відстань до ЛЕП в залежності від напруги

Напруга в лінії електропередач, кВт	До 1	1-20	35-110	155	220	330-550
Відстань по горизонталі, м	1,5	2	4	5	6	9
Відстань по вертикалі, м	1	2	3	4	4	5

Місця для відпочинку повинно бути добре видно, а в темну пору доби бути добре освітленими. Відпочинок і сон в траві, біля обочин доріг, де працює агрегат, а також під агрегатом, який перебуває на стоянці, та іншими машинами – заборонено.

Місця відпочинку механізаторів повинні відповідати санітарногігієнічним вимогам, інструкціям по техніці безпеки. Вони забезпечуються засобами надання першої допомоги, питною водою, утриманням в чистоті і не повинні бути загроможденні сторонніми предметами.

4.3 Розрахунок засобів індивідуального захисту

Засоби індивідуального захисту застосовують у випадку, коли потрібно запобігти, або зменшити вплив на працюючого небезпечних або шкідливих факторів під час виконання певних робіт [18-20].

Таблиця 4.2 - Норми видачі спецодягу і засобів індивідуального захисту

Вид спецодягу	Строк до списування, місяців	Необхідна кількість
Костюм з пилезахисної тканини	12	39
Рукавиці комбіновані	6	78
Комбінезон з кислотозахисної тканини	Змінний	4
Рукавиці гумові	4	16
Чоботи гумові	24	4
Нарукавники	Змінні	4
Окуляри захисні	До зношування	23
Респіратор	До зношування	16

При цьому адміністрація зобов'язана стежити за тим, щоб робітники під час роботи користувались виданими їм засобами захисту і не допускались до роботи з несправними засобами, або без них.

Необхідну кількість спеціального одягу і засобів індивідуального захисту для підрозділу визначаємо шляхом визначення кількості робітників, зайнятих одночасно на виконанні даної операції і норм видачі спецодягу для даної операції (табл. 4.2).

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

В економічних розрахунках, пов'язаних з ефективністю використання машин при виконанні механізованих робіт використовують прямі і приведені експлуатаційні витрати і розрахунок затрат праці.

Розраховуємо економічну ефективність удосконалення саджалки, суть якого зводиться до встановлення на ній вертикальних транспортерних садильних апаратів, на стрічці яких закріплені двохрядкові черпаки, що подають бульби у борозну. Це дозволить за рахунок зменшення обламування паростків при садінні картоплі підвищити її врожайність на 5-10 %.

За базовий агрегат приймаємо агрегат, який включає трактор МТЗ-82 і серійну саджалку КСМ-4. Новий варіант включає трактор МТЗ-82 в агрегаті з удосконаленою саджалкою. Базовий і новий агрегат має однакову норму виробітку рівну 9,5 га при витратах палива 7,9 л/га. Балансова ціна саджалки КСМ-4 становить – 18550 грн. Нормативне річне завантаження – 140 год. Відрахування на: реновацію – 12,5 %, поточний ремонт і технічне обслуговування – 6 %.

Балансова ціна трактора МТЗ-82 (в господарстві) становить – 70620 грн. Нормативне річне завантаження – 1600 год. Відрахування на: реновацію – 10%, капітальний ремонт – 5 %, поточний ремонт і технічне обслуговування – 12,7 %. Удосконалення саджалки призведе до зростання на 30 % її маси, а відтак і її вартості. Тоді, вартість удосконаленої саджалки буде становити:

$$B_{\text{н}}=1,3 \times 18550=24120 \text{ грн.}$$

Затрати праці на виконання операції визначаються за формулою:

$$Z_{\text{п}}=m/W$$

де m - кількість обслуговуючого персоналу;

W - продуктивність агрегату, га/год.

Затрати праці при садінні картоплі базовим і новим агрегатом становлять

$$Z_{\text{п}}^{\text{н}}=Z_{\text{п}}^{\text{б}}=1/1,36=0,74 \text{ люд.год/га}$$

Питомі прямі експлуатаційні витрати $C_{\text{пит}}$ грн./га на виконання механізованих робіт визначаються за формулою:

$$C_{\text{пит}} = C_{\text{оп}} + C_{\text{пмм}} + C_{\text{ра}} + C_{\text{кто}}$$

де $C_{\text{оп}}$ - питомі прямі експлуатаційні витрати грошових коштів на оплату праці обслуговуючого персоналу, грн./га;

$C_{\text{пмм}}$ - вартість витрачених паливо-мастильних матеріалів, грн./га;

$C_{\text{ра}}$ - відрахування на реновацію (повне відновлення) складових елементів машинно-тракторного агрегату в цілому грн./га;

$C_{\text{кто}}$ - відрахування на капітальний і поточний ремонт та технічне обслуговування по всіх складових елементах машинно-тракторного агрегату;

Оплата праці обслуговуючого персоналу визначається за формулою:

$$C_{\text{оп}} = (m_{\text{м}}f + m_{\text{д}}f_{\text{д}})/H$$

де f і $f_{\text{д}}$ - оплата праці механізатора і допоміжного працівника за змінну норму виробітку, грн.;

$m_{\text{м}}$ і $m_{\text{д}}$ - кількість механізаторів і допоміжних працівників, які обслуговують агрегат;

H - змінна норма виробітку, га.

Базовий і новий агрегат обслуговує тракторист і допоміжний працівник. Оплату праці механізаторам здійснюють по 6-му розряду тарифної сітки. З врахуванням підвищення мінімальної зарплати до 5000 грн.) вона становить 208,33 грн. за виконану норму виробітку. Допоміжним працівникам оплату праці здійснюють по 5-му розряду на ручних роботах в рослинництві. Виходячи із вищезазначеного, будемо мати

$$C_{\text{оп}} = (1 \times 208,33 + 1 \times 208,33) / 9,5 = 68,30 \text{ грн/га.}$$

Вартість витрачених паливо-мастильних матеріалів можна визначити за формулою:

$$C_{\text{пмм}} = \Pi_{\text{к}} \cdot g_{\text{га}}$$

де $\Pi_{\text{к}}$ - комплексна ціна одного кілограма палива з урахуванням основного палива, пускового бензину і мастил (якщо середня ціна дизельного палива складає приблизно 1.40 USD за літр, а вага одного літра дизеля

становить приблизно 0.85 кг, тоді ціна одного кілограма дизеля буде близько 1.65 USD (1.40 USD / 0.85 кг). Тоді ціна 1 кг дизеля – 100 грн).

$g_{га}$ - витрата палива кг/га.

Звідси вартість витрачених ПММ становить

$$C_{ПММ} = 100 \cdot 28,3 = 2830 \text{ грн./га.}$$

Відрахування на реновацію машини в агрегаті $C_{ра}$ грн./га визначається так:

$$C_{ра} = \frac{\alpha_{рТ} \cdot B_T}{100 \cdot W \cdot t_T} + \frac{\alpha_{рМ} \cdot B_M}{100 \cdot W \cdot t_M},$$

де $\alpha_{рТ}$ і $\alpha_{рМ}$ - норма річних відрахувань на реновацію від балансової вартості відповідно трактора і машини %;

B_T і B_M - балансова вартість відповідно трактора і машини, грн.;

t_T і t_M - нормативне річне завантаження відповідно трактора і сажалки, год.

Тоді, відрахування на реновацію складають:

для базового агрегату

$$C_{ра}^б = \frac{10 \cdot 70620}{100 \cdot 1,36 \cdot 1600} + \frac{12,5 \cdot 18550}{100 \cdot 1,36 \cdot 140} = 14,41 \text{ грн/га,}$$

для нового агрегату

$$C_{ра}^н = \frac{10 \cdot 70620}{100 \cdot 1,36 \cdot 1600} + \frac{12,5 \cdot 24120}{100 \cdot 1,36 \cdot 140} = 19,05 \text{ грн/га,}$$

Відрахування на ремонти і технічне обслуговування, СКТО грн./га обчислюються за формулою:

$$C_{КТО} = \frac{\alpha_{кТ} \cdot B_T}{100 \cdot W \cdot t_T} + \frac{1}{100 \cdot W} \cdot \left(\frac{\alpha_T \cdot B_T}{t_{HT}} + \frac{\alpha_M \cdot B_M}{t_M} \right)$$

де $\alpha_{кТ}$ - норма річних відрахувань на капітальний ремонт трактора, %;

α_T і α_M - норма річних відрахувань на поточний ремонт від балансової вартості відповідно трактора і робочої машини, %;

Відрахування на і технічне обслуговування становить:

для базового агрегату

$$C_{КТО}^б = \frac{5 \cdot 70620}{100 \cdot 1,36 \cdot 1600} + \frac{1}{100 \cdot 1,36} \cdot \left(\frac{12 \cdot 70620}{1600} + \frac{6 \cdot 18550}{140} \right) \approx 11,62 \text{ грн/га}$$

для нового агрегату

$$C_{\text{кто}}^{\text{н}} = \frac{5 \cdot 70620}{100 \cdot 0,86 \cdot 1600} + \frac{1}{100 \cdot 1,36} \cdot \left(\frac{12 \cdot 70620}{1600} + \frac{6 \cdot 24120}{140} \right) \approx 13,33 \text{ грн/га}$$

Таким чином, питомі прямі експлуатаційні витрати становлять:

для базового агрегату

$$C_{\text{пит}}^{\text{б}} = 68,30 + 2830 + 14,41 + 11,62 = 2924,33 \text{ грн/га}$$

для нового агрегату

$$C_{\text{пит}}^{\text{н}} = 68,30 + 2830 + 19,05 + 13,33 = 2930,68 \text{ грн/га}$$

Як видно з результатів розрахунків модернізація саджалки призводить до зростання питомих експлуатаційних витрат на 6,35 грн./га. Однак, за рахунок зменшення обламування паростків при садінні може бути досягнуте підвищення урожайності картоплі. Це дасть змогу збільшити валовий збір картоплі, тобто одержати додаткову продукцію, яка в грошовому еквіваленті може мати наступну величину:

$$V_{\text{д.п.}} = Y \cdot \text{Ц} \cdot \text{П}_y / 100,$$

де П_y - підвищення урожайності картоплі, %;

Y – урожайність картоплі, кг/га, $Y = 30000$ кг/га;

Ц - закупівельна ціна картоплі, грн./кг, $\text{Ц} = 18$ грн./кг.

$$V_{\text{д.п.}} = 30000 \cdot 18 \cdot 10 / 100 = 54000 \text{ грн./га.}$$

Таким чином, запровадження модернізованої саджалки дасть змогу одержати прибуток від додатково одержаної продукції в сумі 54000 грн./га. Річний економічний ефект від експлуатації модернізованої саджалки визначимо за формулою:

$$E_{\text{р.еф.}} = [C_{\text{пит}}^{\text{б}} - C_{\text{пит}}^{\text{н}} + D_{\text{п}}] \times F,$$

де F - площа поля, на якій вирощують картоплю в господарстві, га, $F = 60$ га. Тоді

$$E_{\text{р.еф.}} = (2924,33 - 2930,68 + 54000) \times 60 = 324038 \text{ грн.}$$

Строк окупності затрат на модернізацію визначимо за формулою:

$$O = \frac{V_y}{E_{\text{р.еф.}}} = \frac{8350}{324038} = 0,026 \text{ року}$$

Результати розрахунків економічної ефективності показують, що обладнання саджалки вертикальними транспортерними садильними апаратами дозволить за рахунок зменшення обламування паростків при садінні картоплі отримати річний економічний ефект в сумі 324038 грн. Термін окупності витрат на удосконалення машини становить менше одного року.

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

1. Садіння є одним з найвідповідальніших технологічних процесів вирощування картоплі. Якість садіння впливає на успішне проведення всіх механізованих робіт, пов'язаних з доглядом і збиранням. Важливою умовою одержання високих врожаїв є забезпечення оптимальної густоти садіння. На період збирання на одному гектарі повинно бути не менше 50-55 тис. кущів для продовольчої і 60-65 тис. для насінної картоплі.

2. Розроблена конструкція плугової картоплесаджалки зменшить затрати ручної праці на ділянках невеликих площ.

3. Розроблено заходи з питань охорони праці, які можуть бути використані перед початком польових робіт при проведенні інструктажів на робочому місці.

4. Результати розрахунків економічної ефективності показують, що застосування запроєктованої плугової картоплесаджалки дозволить, за рахунок зменшення витрат на придбання нової, фабричної техніки, отримати річний економічний ефект в сумі 324038 грн. Термін окупності витрат на удосконалення машини становить менше одного року.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Бабенко, В.І. Механізація вирощування картоплі. - Київ: Урожай, 2005. - 320 с.
2. Гринь, Д.П., Іващенко, А.І. Основи механізації сільськогосподарського виробництва. - Київ: ННЦ "Інститут механізації та електрифікації сільського господарства", 2010. - 400 с.
3. Жуковський, В.П. Конструювання і розрахунок машин для посадки і догляду за картоплею. - Харків: ХНТУСГ, 2012. - 280 с.
4. Коломієць, О.О. Сільськогосподарські машини. - Київ: Вища школа, 2008. - 368 с.
5. Литвиненко, В.В. Технології вирощування картоплі. - Київ: Аграрна наука, 2015. - 220 с.
6. Малафєєв, Г.П., Сидоренко, В.М. Машини та обладнання для овочівництва. - Київ: ННЦ "Інститут механізації та електрифікації сільського господарства", 2011. - 350 с.
7. Погрібний, В.В., Романчук, О.О. Основи механізації посадки та обробки картоплі. - Львів: Львівський національний аграрний університет, 2013. - 300 с.
8. Прокопенко, В.В. Техніка для вирощування і збирання картоплі. - Полтава: Полтавська державна аграрна академія, 2009. - 240 с.
9. Савченко, І.М. Конструкція та експлуатація плугів. - Київ: Урожай, 2012. - 290 с.
10. Топчій, І.В., Черняк, О.М. Інженерія сільськогосподарського виробництва. - Київ: Вища освіта, 2014. - 360 с.
11. Федоренко, П.В. Сучасні технології механізації обробки ґрунту і посадки картоплі. - Київ: Аграрна освіта, 2017. - 310 с.
12. Шевченко, А.А. Машини та обладнання для посадки картоплі. - Одеса: Одеський аграрний університет, 2011. - 275 с.
13. Ярошенко, М.М. Розрахунок та конструювання сільськогосподарських машин. - Харків: ХАІ, 2016. - 330 с.

14. Козаченко Б.О. Механізація виробництва картоплі: Довідник – К.:Урожай, 1991 – 176 с.
15. Закон України “Про охорону праці”/Збірник нормативних документів з безпеки життєдіяльності. – К.: Основа, 2004. – 880 с.
16. Аналіз виробничого травматизму / В.Ф. Піщенко, А.П.Березовецький та ін. Львів, ЛДАУ, 1998.-13 с.
17. Гогіташвілі Г.Г Система управління охороною праці. Навчальний посібник. – Львів: Афіша, 2002. – 320 с.
18. Правила пожежної безпеки в агропромисловому комплексі України. – К., 1995. – 26 с.
19. Пістун І.П., Кіт Ю.В., Березовецький А.П. Охорона праці. Практикум. – Суми: Університетська книга. – 2000. - 232 с.
20. Пістун І.П., Березовецький А.П., Березовецький С.А. Охорона праці в галузі сільського господарства (рослинництво): Навчальний посібник. Суми: ВТД «Університетська книга», 2009. 368 с.