

**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: **«Удосконалення конструкції подавального механізму картоплерізки картоплесортувального пункту КСП-15Б»**

Виконав: студент групи Маш-41

Спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»  
(шифр і назва)

Андрій СЕРЕДНИЦЬКИЙ  
(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.  
“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024 р.

**З А В Д А Н Н Я**

на кваліфікаційну роботу студенту  
**Середницькому Андрію Івановичу**

1. Тема роботи: **«Удосконалення конструкції подавального механізму картоплерізки картоплесортувального пункту КСП-15Б»**

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 розрізальних машин для насінневих бульб; патенти на корисні моделі та винаходи; літературні джерела за тематикою різальних машин; методики розрахунку та проектування розрізальних машин для насінневих бульб; 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 розрізальних машин для насінневих бульб - 1-ий аркуш.

2. Загальний вигляд розрізальних машин для насінневих бульб - 2-ий аркуш.  
 3. Схема підготовки насінневих бульб картолі до посадки – 3-ий аркуш.  
Подавальний механізм для розрізання насінневих бульб – 4-ий аркуш.  
 4. Деталі подавального механізму для розрізання насінневих бульб – 5-ий арк.  
 5. Результати розрахунку показників економічної ефективності конструктивної розробки – 6-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: 29.12.2023 р.

#### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент \_\_\_\_\_ Андрій СЕРЕДНИЦЬКИЙ  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Сергій БЕРЕЗОВЕЦЬКИЙ  
(підпис)

УДК 621.22

Удосконалення конструкції подавального механізму картоплерізки картоплесортувального пункту КСП-15Б.

Середницький А.І. – Кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2024.

40 с. текст. част., 7 рис., 3 табл., 19 джерел літератури, 7 арк. графіч. формату А1 (представлено у вигляді презентації).

У роботі удосконалено конструкцію подавального механізму картоплерізки картоплесортувального пункту КСП-15Б. 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 подавального механізму, яка включає використання гвинтового конвеєра для стабільної подачі картоплі до ріжучого механізму. Ефективність нової конструкції, за попередніми розрахунками, дозволяє збільшити продуктивність на 20% та зменшити енергоспоживання на 15%.

Виконані економічні розрахунки показують певну економічну ефективність проектних та конструкторських рішень. Передбачувана ефективність від впровадження конструкторської розробки складе на рік 56 714 грн., при терміні окупності протягом 0,22 року.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ.....	8
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА .....	14
2.1. Підготовка бульб картоплі до посадки .....	14
2.2. Розмноження картоплі частинами і вічками для посадки .....	15
3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА .....	19
3.1 Обґрунтування необхідності удосконалення подавального механізму картоплерізки.....	19
3.2. Опис запропонованого удосконалення подавального механізму картоплерізки.....	21
3.3. Кінематичний розрахунок приводу циліндрів подавального механізму .....	23
3.4. Перевірочний розрахунок ланцюгової передачі .....	25
3.5. Розрахунок шпонкового з'єднання .....	27
3.6. Визначення геометричних параметрів елементів шпонкового з'єднання ...	28
4. ОХОРОНА ПРАЦІ .....	30
4.1 Аналіз стану охорони праці .....	30
4.2. Аналіз виробничих небезпек і шкідливостей.....	33
4.3.Аналіз виробничого травматизму і захворювань. ....	35
5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	39
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ .....	44
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК .....	45

## ВСТУП

Картоплярство є однією з найважливіших галузей сільського господарства нашої країни. П'ять відсотків світового виробництва картоплі виробляється в Україні.

Ціни на картоплю взимку 2024 року вищі на 25-27 грн/кг проти минулорічних 6 грн/кг, що є дуже негативним результатом за останні два роки, коли вирощування картоплі зазнало значних збитків. У разі дефіциту Україна починала імпортувати в січні, хоча раніше це починалося в березні-квітні, а до війни завжди вистачало власної продукції [1]. Звичайно, повномасштабне вторгнення, скорочення кількості споживачів і подорожчання всіх складових технологій негативно позначиться на рентабельності картоплярства. Якщо така тенденція збережеться, ми можемо втратити картоплярство як важливу галузь сільського господарства та одну з ключових складових національної продовольчої безпеки в найближчі роки.

Промислові господарства, які заплатили за насінневу картоплю восени 2022 року, не отримали очікуваного насіння. Вони можуть рости лише на 30% виробничих площ, використовуючи високоякісний садивний матеріал. Восени 2023 року картоплярська галузь якось вижила завдяки ціновій ситуації попередніх років. Виробники, які не могли нормально продати зерно, почали підраховувати кошти і думати, як зберегти бізнес. Термінова потреба в модернізації сільськогосподарського виробництва не може бути досягнута, покладаючись лише на сільське господарство.

Для підвищення врожайності сільськогосподарських культур необхідно використовувати сучасні технології підготовки до посадки картоплі, а також сільськогосподарську техніку, що відповідає агротехнічним вимогам процесу підготовки до посадки [3]. Саме застосування способу розрізання бульб картоплі гарантує високі врожаї нових, елітних, продуктивних сортів на майбутнє. Цю процедуру використовують при виведенні нових елітних сортів, коли не вистачає насінневого матеріалу і дуже великі бульби. Зняту зі сховища

картоплю потрібно прогріти і розрізати навпіл на частини так, щоб на кожній частині було хоча б кілька вічок.

В даній кваліфікаційній роботі ми пропонуємо вдосконалення подавального механізму картоплерізки картоплесортувального пункту КСП-15Б, який забезпечить розрізання бульб картоплі великого розміру і збільшить продуктивність даної технологічної операції.

## 1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ

Картоплесортувальний пункт КСП-15Б призначений для доочищення зібраної комбайнами картоплі від домішок з одночасним поділом її на 3 фракції та подачі відсортованої картоплі в тару: контейнери, кошики, транспортні засоби або бурти. Пункт встановлюють у полі або біля картоплесховища.

Пункт КСП-15Б (рис. 1.1) складається з приймального бункера, роlikової картоплесортувалки КСЕ-15Б, рейок і візків для контейнерів.



Рис. 1.1 - Картоплесортувальний пункт КСП-15Б

Приймальний бункер оснащений знімним днищем у вигляді стрічкового конвеєра, який транспортує бульби в картопледобирач КСЕ-15Б. До складу КСЕ-15Б входять завантажувальний конвеєр, сортувальний стіл і розвантажувальний конвеєр. Завантажувальний конвеєр виготовлений з гумового полотна з лопатями.

Стіл сортувальний складається з двох елементів: сепаратора та барабанного сортувальника. Сепаратор складається з п'яти дискових сепаруючих роликів, які являють собою набір волокнистих дисків, жорстко закріплених на валу. Усі ролики розташовані паралельно й обертаються в одному напрямку [4, 5].



Поверхня барабанного сортувальника складається з гумоподібних обертових барабанів. У цій зоні сусідні валики утворюють комірки діаметром 45 мм, у зоні Б - 55 мм. Використовуйте спеціальну щітку для видалення бруду з барабана. Ролик циліндричної форми, встановлений за роздільним роликом, охоплює простір між першим і останнім роликами.

Транспортер домішок виготовлений із прогумованого полотна, а вивантажувальні - забезпечені додатковими перемичками (лопатями). Рейки і візки картоплесортувального пункту призначені для переміщення контейнерів з-під вивантажувальних транспортерів до транспортних засобів.

Технологічний процес відбувається наступним чином. Картоплю, що надходить на пункт, вивантажують у приймальний бункер картоплесортувального пункту. Стрічковий транспортер подає бульбу на завантажувальний транспортер, з якого вона транспортується на сортувальний стіл, де вона перекочуються по сепаруючих роликах до сортувальних роликів. Тут домішки просіюються і падають на транспортер. Завдяки сортувальним роликам з потоку бульби виділяються малі та середні бульби. Всі з фракцій опускаються лотками на транспортери. Великі бульби картоплі сходять з сортувальних роликів і потрапляють на вивантажувальний транспортер, на якому вручну проводять відбирання хворих та пошкоджених бульб і залишків сміття. Заповнені контейнери відкочують від транспортерів до транспортних засобів для закладки картоплі на зберігання.

Ролики для сортування бульб можна розсовувати, збільшуючи чи зменшуючи розмір осередків між сусідніми роликами залежно від складу бульб за розмірами та вимогами до фракцій [4].

Картоплесортувальний пункт КСП-25 призначений для післязбиральної та передпосадкової обробки картоплі.



Рис. 1.2 – Картоплесортувальний пункт КСП-25

Як і КСП-15В, очищувач має набір дискових сепараторних роликів, повзун із серветкою для пальців і голчастий сепаратор.

Для подачі бульб на сортувальні столи розподільні конвеєри обладнані штовхачами різної довжини. Стіл трикомпонентний з гумового полотна з перегородками. Робочий орган - сітка з капронової нитки. Натягується на двох барабанах (один веде, другий слідує). Під верхньою полозом сітки встановлений стрічковий конвеєр для видалення частин бульби, які проходять через сітку. По краях сітки кріпляться ролики, які рухаються по рейках. Під верхньою гілкою сітки встановлено ексцентриковий вібрисито [5, 7, 8].

Процес відбувається наступним чином: самоскид з функцією заднього вивантаження або бокового вивантаження вивантажує матеріали в приймальний бункер. Від останнього до очисника їх направляють конвеєрні стрічки. У ньому на блоці дискових сепаруючих роликів виділяється основна кількість домішок ґрунту і бульб, розміром менше 20 мм. Далі маса надходить на голчастий сепаратор, що сепарує бульби розміром до 20 мм. Вони подаються транспортерами в секцію, а домішки ґрунту до вивантажувального транспортера. Основний потік бульб направляється на транспортер з пальчастим полотном, де відокремлюються рослинні рештки.

Далі бульби з певною часткою ґрунту та кам'яних блоків розподільним конвеєром ізострумом транспортуються на сортувальний стіл, де працівники вручну відбирають бульби та домішки. Перший відправляється на секцію, а другий – на конвеєр. Конвеєрна стрічка транспортує кондиційні бульби від

сортувального столу до першого сортування. На ньому відокремлюються великі бульби, а дрібні і середні бульби потрапляють через отвори сітки на поперечний конвеєр.

Бульби відправляють на повторне сортування, де ділять на дрібні та середні частини. Бульби з кожної секції спрямовуються по схилу до відповідного бункера-збірника.

Таблиця 1 - Технічна характеристика картоплесортувального пункту КСП-15Б

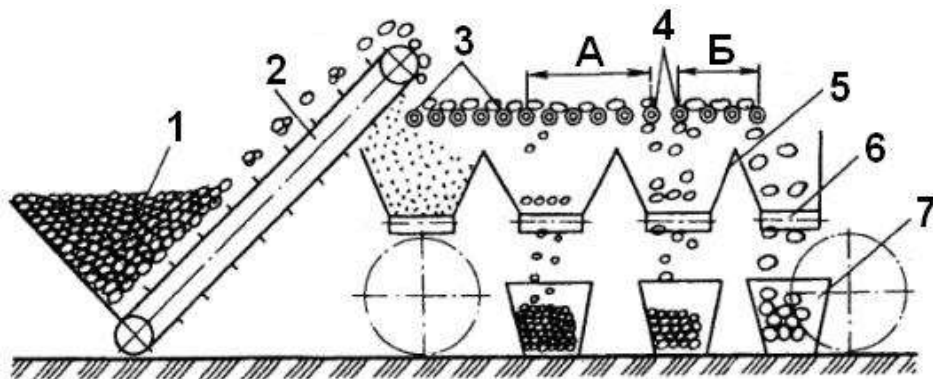
Тип	Стационарний
Продуктивність пункту при безперервній подачі, т/год.	до 16
Місткість бункера, кг	до 3000
Потужність приводу робочих органів, кВт:	
електродвигуна	2,8
двигуна внутрішнього згорання ЗІД-4,5	3,5
Габарити в робочому положенні, мм:	
довжина	10000
ширина	7000
висота	2300
маса, кг	1900
Обслуговують пункт	1 тракторист та 5...8 робочих

Пункт складається з приймального бункера ПБ-2, роликового картоплесортувальника КСЕ-15Б, комплекту рейок та візків для транспортування заповнених контейнерів. Приймальний бункер коритоподібної форми має рухоме дно у вигляді прогумованого полотна, робочу ланку якого підтримують ролики. Транспортер приймального бункера рівномірно подає бульби до приймального ківша картоплесорту

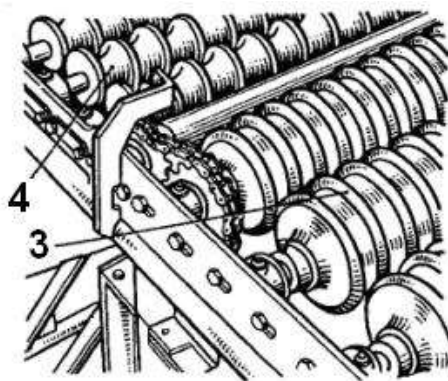
Роликове сортування КСЕ-15Б поділяє бульби на фракції за розмірами. Поверхня сортування (рис. 1.3, а) складена з гумових фігурних роликів, що обертаються 4. На ділянці А ролики утворюють осередки шириною (по ходу оброблюваного матеріалу) 45 мм, на ділянці Б - шириною 55 мм.

Для виділення домішок та бульб масою до 20 г перед фігурними роликами вміщено сепаратор, складений із п'яти дискових батарей. Диски 3 сепаратори змонтовані на валах. Вали з дисками та роликами розташовані паралельно і обертаються в одному напрямку. Під роликами встановлені збірники 5 з транспортерами для відведення бульб та домішок.

Принцип роботи. Картопля з бункера 1 транспортером подається до завантажувального транспортера, з нього на сортувальний стіл. Ролики сортувального столу обертаються в одному напрямку та переміщують картоплю. Між дисками дискових роликів 3 проходять домішки і падають на транспортер домішок. Далі картопля надходить на ролики з дрібними комірками (А), там провалюється лише дрібні бульби і падають на транспортер дрібної картоплі. Бульби, що залишилися, надходять на ролики з великими комірками (Б), крізь комірки проходить тільки середня картопля, яка падає на транспортер середньої картоплі.



а)



б)

Рис. 1.3. Роликове сортування КСЕ-15Б (а, б): 1 – ківш; 2, 6 – транспортери; 3 – диски; 4 – ролики; 5 – збірники; 7 - контейнери

Крупні бульби сходять з сортувального стола і падають на транспортер крупної картоплі 6. Поділяють кожен вид роликів, гладкі ролики, вони не дають картоплі потрапити на сусідній транспортер і перемішатися [6, 8, 10].

*Регулювання.*

1. Розмір фракцій – зміною відстані між роликами. Якщо вихідний матеріал містить багато дрібних бульб, розсувають ролики на ділянці А; коли переважають середні бульби, ролики розсувають ділянці Б.

2. Подачу бульб регулюють, змінюючи швидкість приймального та кут нахилу завантажувального транспортерів. При нормальному завантаженні у фракцію великих бульб не повинні потрапляти дрібні бульби.

## 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1. Підготовка бульб картоплі до посадки

Як посадковий матеріал використовують бульби картоплі, спеціально відібрані відповідно до бажаного сорту. Найкраще вибирати екземпляри, придатні для осінньої посадки. Картопля, вибраний для посадки, повинен бути здоровим, неушкодженим і мати бульби розміром з яйце.

Існує помилкова думка, що дрібну картоплю, яка не вирощується в їжу, необхідно вирощувати. Воно проросте набагато швидше, але це не означає, що кущ буде рости здоровим.

Використовуючи невелику кількість матеріалу, нові коренеплоди також будуть рости маленькими і часто в невеликих кількостях. Про це повинен пам'ятати кожен, хто хоче отримати великі прибутки.

Вибравши найбільш підходящі для посадки бульби картоплі, їх необхідно озеленити (рис. 2.1). Такий процес знизить можливість гниття і відлякає різних шкідників, які негативно позначаються на стані плодів. Щоб прикрасити своє довкілля, спочатку потрібно вийняти картоплю з ґрунту. Після цього тонким шаром помістити його в плоску ємність і залишити на кілька днів у світлому місці.



Рис. 2.1 – Позеленіння бульб картоплі

Взимку картопля повинна зберігатися при кімнатній температурі близько 10-15 градусів. Якщо температура нижча, лід утворюється легше. Водночас важливо також регулярно вивозити бульби у світ, оскільки інакше бруньки, які починають з'являтися з кожним плодом, будуть дуже крихкими, що позначиться на міцності після посадки [9].

Зберігати їх найкраще в дерев'яних або пластикових ящиках, через які вільно проникає повітря. Перші паростки на картоплі можуть з'явитися в середині зими. У цьому випадку їх потрібно акуратно зрізати. Якщо вже зовсім не терпиться їх викинути, можна спробувати розсаду картоплі. Для цього приблизно 2/3 паростків потрібно помістити в ґрунт у спеціальному ящику. Після цього паростки необхідно полити і щільно накрити поліетиленовою плівкою, поки розсада не приживеться..

## **2.2. Розмноження картоплі частинами і вічками для посадки**

Посадкову картоплю часто ділять на частини, особливо, коли запасів замало або коли бульби дуже великі. Це найбільш зручний в роботі прийом, хоча і не найкращий, адже після поділу значно обмежується кількість поживних речовин, доступних для паростків. Але коли мова йде не стільки про отримання великого урожаю, скільки про розмноження сортової картоплі, в такому рішенні більше плюсів, ніж мінусів [15, 16].

Бульби розділяти потрібно так, щоб у кожній частині було б хоча одне вічко. Різати картоплю потрібно завчасно, щонайменше за 5 днів до висадки в ґрунт. За цей час поверхня розрізу підсушується, а в вічках з'являються міцні молоді паростки. Оптимальна температура, за якої бажано витримувати бульбу перед садінням – 8...10 ° С.

Розрізання бульби картоплі перед її садінням не є обов'язковим явищем, однак деякі фермери впевнені, що саме розрізання бульби допомагає пришвидшити процес її проростання і забезпечити найкращу вегетацію. Бульби картоплі розрізають на частини, на яких обов'язково має бути хоча б по одному вічку.

Цю процедуру використовують при виведенні нових елітних сортів, коли не вистачає насіннєвого матеріалу і дуже великі бульби. Картоплю, вийняту зі складу і прогріту, необхідно розрізати навпіл або розділити на частини так, щоб на кожній частині було хоча б кілька вічок.

Цей захід можна проводити перед посадкою, за місяць і менше до посадки, а також під час підготовки до зберігання після збору врожаю восени. Місце розрізу обробляють золою. Якщо є час, перенесіть частини бульб сорту в сухе провітрюване приміщення з температурою 15-20°C, щоб кожна частина була покрита захисною плівкою (шкіркою рани). Якщо це робити восени, то взимку дерма стає дуже щільною, як і шкіра. При весняній обробці він дуже слабкий.



Рис. 2.3 - Підготовлені бульби картоплі для посадки шляхом її розрізання

Однак розрізання бульб картоплі має і свої недоліки - підвищена вразливість розрізаних картоплин до захворювань та шкідників. Також розрізання бульб картоплі призводить до її висихання внаслідок чого і зниження якості врожаю [17].

Насіннєву картоплю необхідно різати для того, щоб збільшити урожай. Кожна з розрізаних половинок приносить урожай на 87%. Для посадки картопля потрібно розрізати уздовж, це забезпечує збереження цілісних бульб. З метою підвищення врожайності, в одну лунку відразу садять дві половинки картоплі. Також розрезку посадкового матеріалу часто роблять через його нестачу.



Розрізаючи бульбу ми стимулюємо проростання вічок і таким чином збільшуємо кількість насінневих матеріалів. Адже кожна частина картоплі, що містить «вічка», може бути використана як окремий посадковий матеріал.

Насправді було доведено, що у цілому бульбі внаслідок так званого апікального домінування проростають в не всі вічка. Деякі так і залишаються сплячими та вмирають.

Часто можна почути, що розрізаючи бульбу на частини ми позбавляємо майбутню рослину харчування. Однак це твердження помилкове, адже картопля містить в основному крохмаль, тоді як майбутня рослина для росту потребує білок.

Головний недолік цього методу – через незахищену поверхню можуть проникати гнильні та хвороботворні мікроорганізми. Однак цього можна уникнути, якщо дотримуватись правил підготовки бульби до посадки.

Також слід враховувати, що розрізана картопля більш вразлива до низьких температур і перезволоженого ґрунту.

Для посадки необхідно використовувати верхні частини картоплі, де зосереджено від 50 до 75% всіх вічок. Так можна забезпечити більшу врожайність.

Найкраще розрізати бульбу навпіл. При дефіциті посадкового матеріалу картоплю ріжуть на дві частини вздовж (від апікальної частини з великою кількістю вічок до протилежної, базальної).

Якщо картопля занадто велика, можна навіть на три частини. При розподілі на 3 частини спочатку відрізають третину, а потім ще ріжуть уздовж на дві. Оптимальна маса половинок бульби - 25-30 г. Це означає, що бульби масою 50-60 г потрібно різати на дві частини, 75-90 - на три.

Різати слід розпочати щонайменше за п'ять днів, а ще краще – 25-30 днів до посадки. Це необхідно для того, щоб на розрізі утворилася ранова перидерма - жорсткий шар, що захищає частини картоплі від несприятливих впливів середовища. Чим довше картопля зберігається розрізаною, тим товщі перидерма.

Розрізаний матеріал слід розкласти розрізом вгору. Можна на сонці або у світлому теплому приміщенні, де температура вдень тримається 16-18°C, вночі - 8-10°C. Однак при інтенсивному подовженні паростків температуру вночі знижують до 4-6°C. Вологість повітря – 90-95%.

Частини бульб висаджують за тією самою схемою, що й цілі. Можна посадити трохи густіше. Посадку починають, коли ґрунт прогріється до 6-7°C на глибину посадки 6-8 см, це трохи менше, ніж ціла картопля.

### 3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Обґрунтування необхідності удосконалення подавального механізму картоплерізки

В останні роки виведено багато високоврожайних сортів картоплі. Більшість бульби врожаю таких сортів мають масу більше 90-120 г.

Картоплесаджалки вітчизняного виробництва обладнані висаджувальними апаратами для садіння бульби масою 50-80 г, тобто вони не пристосовані до висаджування клубнів з більшою масою. В зв'язку з цим такі клубні необхідно розрізати добавляючи не більше 1/3 до основної насінєвої фракції. В більшості господарств клубні картоплі розрізають вручну, оскільки в країні серійно не випускаються картоплерізки.

Проводились випробування картоплерізки фірми «Локвуд» (США) [8], яка працює за принципом протягування бульби за допомогою вертикально розміщених клинових пасів. Машина розділяла бульби за розміром на фракції і розрізала їх відповідно на дві, три і чотири частини.

Бульби масою 50-80 г проходили без різання, так що на виході з нижнього транспортера одержувався посадковий матеріал з різаних і нерізаних насінєвих бульб.

В картоплесаджальних господарствах України є спроби виготовлення картоплерізок власної конструкції і встановлення їх на виході із транспортера великої картоплі картоплесортувального пункту КСП-15Б.

Принципова схема такої картоплерізки показана на рис. 3.1 [9].

На металевій рамі встановлюється бункер 1 для бульб картоплі. На повздовжній осі картоплерізки встановлюється подавальний механізм 2, який являє собою паралельно один одному два вали з надувними гумовими циліндрами. Привід 5 гумових циліндрів здійснюється від електродвигуна через ланцюгову передачу 4, таким чином, щоб циліндри подавального механізму мали

протилежний напрям обертання. Бульби 6 картоплі затискаються гумовими циліндрами і подаються на ніж 3, який розрізає їх на дві частини 7.

Розрізані бульби попадають на стрічковий транспортер 8 (або у місткість) і вивантажуються з картоплерізки.

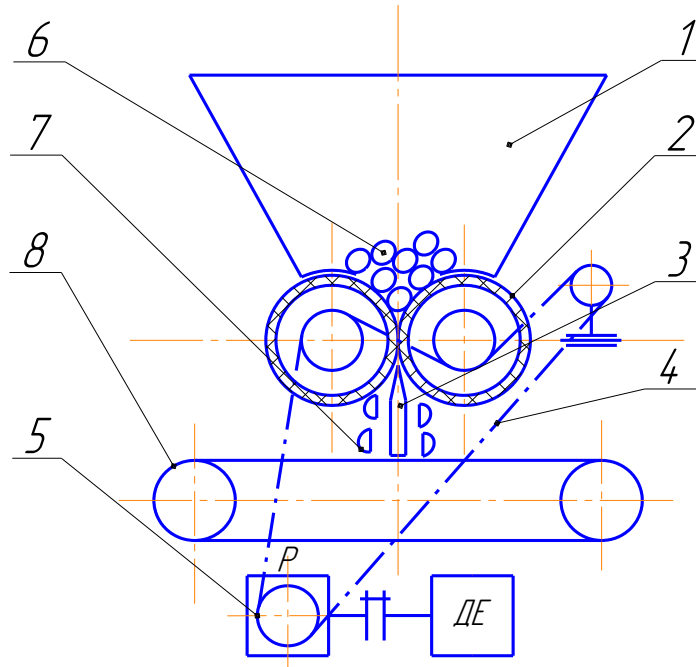


Рис. 3.1 - Принципова схема картоплерізки.

1 - бункер для картоплі; 2 - механізм подавальний; 3 - ніж; 4 - ланцюгова передача; 5 - правід ланцюгової передачі; 6 - великі бульби картоплі; 7 - частинки розрізаної картоплі; 8 - транспортер стрічковий.

Запропоновані картоплерізки інших конструкцій [10] відрізняються від описаної способами приводу гумових циліндрів подавального механізму.

В запропонованих конструкціях картоплерізок обидва вали гумових циліндрів встановлені на нерухомих підшипниках. Частота обертання валів коливається в межах  $60-185 \text{ хв}^{-1}$ , потужність приводу від 2,2 кВт до 4,5 кВт.

Гумові циліндри, як правило, однакового діаметру, але в окремих конструкціях картоплерізок мають різну частоту обертання. Різниця в частоті обертання у межах  $n = 10 \dots 20 \text{ хв}^{-1}$ .

Відомо, що умовою захоплення бульб картоплі є співвідношення між розміром картоплі, зазором між циліндрами подавального механізму і частотою обертання циліндрів. В процесі експлуатації таких картоплерізок виявилось, що часто знижується їх продуктивність і якість різання картоплі. Це породжується тим, що бульби картоплі, які виходять з картоплесортувального пункту мають різні розміри і часто не захоплюються подавальними вальцями, оскільки величина зазору між ними постійна. Крім того, зниження тиску у гумових циліндрах погіршує процес захоплення бульб циліндричною парою.

Для усунення цих недоліків в проекті пропонується встановлювати подавальний механізм з циліндрами, один з яких гумовий на нерухомих підшипниках, а другий - металевий на рухомих підшипниках з механізмом регулювання зазору між подавальними циліндрами.

### **3.2. Опис запропонованого удосконалення подавального механізму картоплерізки**

При підготовці насінневого матеріалу картопля подається з картоплесховища 1 вивантажувальним транспортером 2 в приймальний бункер 7 картоплесортувального пункту КСП-15Б (аркуш 5 графічної частини). З приймального бункера картопля подається на сортувалку 4. Домішки вивантажуються транспортером 5, а сортові клубні картоплі подаються транспортером 6 в бункер-нагромаджувач 7. Великі бульби картоплі транспортером 8 подаються в картоплерізку 9, яка встановлена над бункером-нагромаджувачем 7. Розрізані бульби картоплі надходять у бункер-нагромаджувач 7, звідкіля транспортером-завантажувачем 9 типу ТЗК-30 подаються разом із сортовими клубнями в пристрій для протруювання 10, а з нього вивантажуються у кузов автомобіля 11.

Подавальний механізм 4 (аркуш 5 графічної частини) встановлюється на рамі 3 картоплерізки як самостійний агрегат. Над ним встановлюється бункер 2 для картоплі, яка надходить з вивантажувального транспортера 1 для великої

бульби картоплесортувального пункту КСП-15Б. Під лінією дотикання циліндрів подавального механізму 1, прикріплена протарізальна пластина (ніж) 5, довжина якої рівна довжині циліндрів. Лезо її розміщено на відстані 2...3 мм від лінії дотикання циліндрів.

Привід подавального механізму здійснюється через ланцюгову передачу 6 від електродвигуна 7 через редуктор 8, який встановлюється на плиті 9. На стінки 11 бункера-нагромаджувача картоплесортувального пункту КСП-15Б кріпляться поперечні балки 19, на яких встановлюється рама 3 картоплерізки. Розрізані клубні картоплі надходять на вивантажувальний транспортер 12 - ТЗК-30. В подавальному механізмі між двома стінками 1 встановлені гумовий 2 і металевий 3 подавальні циліндри на нерухомому 4 і рухомому 10 підшипниках (аркуш 3 графічної частини). Обидва підшипники встановлені у корпусах, через які проходять верхня і нижня напрямні штанги 5, що жорстко з'єднують стінки між собою. До корпусів рухомих підшипників 10 прикріплена поперечина 11, в центрі якої встановлено корпус 18 кінцевика 17 вала 16 механізму переміщення підшипників металевого циліндра.

На передній стінці 1 встановлена спеціальна гайка 15, через яку проходить різьбовий вал 16 з великим кроком різі. На кінці різьбового вала встановлений важіль з фіксатором 13, стержень 19 якого заходить в отвір сектора 12 прикріпленого до поперечної стінки подавального механізму. Циліндри приводяться в обертовий рух зірочками 20, які встановлені нерухомо на валах.

Зірочки 20 приводяться в рух від редуктора 9, на вихідному валу якого встановлена зірочка 19. Натяг ланцюгової передачі здійснюється зірочкою 21. Вихідний вал редуктора приводиться в рух через з'єднувальну муфту 8 від вала електродвигуна 7.

Для регулювання зазору між подавальними циліндрами картоплерізки витягують стержень 14 фіксатора 13 із отвору сектора 12 і провертають в той чи інший бік до моменту встановлення величини зазору, кінцевик 17 зазору вала 16 гвинтової пари або тягне її за собою. Поперечник або наближає віддаляє корпуси підшипників металевого циліндра і таким чином величина зазору між

циліндрами змінюється. По закінченню регулювання величини зазору стержень фіксатора встановлюється у найближчий отвір сектора.

### 3.3. Кінематичний розрахунок приводу циліндрів подавального механізму

Дослідженнями встановлено, що максимальна продуктивність подавальних циліндрів досягається при швидкості подавання, яка знаходиться в межах  $v = 0,45 \dots 0,48 \text{ м/с}$  [9]. Тоді мінімальна частота обертання циліндрів при відомому їх діаметрі ( $D=300$  мм - приймається конструктивно за розмірами циліндрів комбайна (ККУ-2А) буде визначатись як:

$$N = \frac{30 \cdot v}{\pi \cdot R};$$

$$N = \frac{30 \cdot 0,48}{3,14 \cdot 0,15} = 10 \text{ хв}^{-1}.$$

Гранична частота обертання циліндрів (у сторону збільшення):

$$N_{\min} = 308 \sqrt{\frac{f}{\gamma \cdot r \cdot R}}, \quad (3.1)$$

де  $f$  - коефіцієнт тертя ( $f = 0,8$ );

$\gamma$  - щільність матеріалу ( $\gamma = 750 \text{ кг/м}^3$ );

$r$  - радіус бульби картоплі ( $r = 0,005 \text{ м}$ );

$R$  - радіус циліндра, м.

$$N_{\min} = 308 \sqrt{\frac{0,8}{750 \cdot 0,005 \cdot 0,15}} = 367 \text{ хв}^{-1}$$

Тоді середня частота обертання:

$$N_{\text{сеп}} = \frac{n_{\min} + n_{\max}}{2} = \frac{10 + 367}{2} = 188,5 \text{ хв}^{-1}$$

Приймаємо до розрахунку  $N_{\text{сеп}} = 180 \text{ хв}^{-1}$ .

Приймаємо для приводу електродвигун серії АОЕ потужністю  $N = 2,7 \text{ кВт}$  з частотою обертання  $n = 1000 \text{ хв}^{-1}$ . Електричний двигун

з'єднується з вхідним валом двоступінчатого редуктора із картоплесортувального пункту КСП-15Б з передатним числом  $i_p = 1,5$  та  $i_p = 3,0$ .

Тоді частота обертання вихідного вала редуктора:

$$N_p = \frac{n_{\text{дв}}}{i_p};$$

$$N_p = \frac{1000}{3} = 333 \text{ хв}^{-1}.$$

Необхідне передатне число ланцюгової передачі:

$$i_n = \frac{N_p}{N_{\text{сер}}},$$

$$i_n = \frac{333}{180} = 1,85.$$

Встановлюємо на вихідному валу редуктора зірочку  $Z_1 = 20$ . Тоді число зубців веденої зірочки вала циліндрів:

$$Z_2 = \frac{Z_1}{i_n},$$

$$Z_2 = \frac{20}{1,85} = 37.$$

Приймаємо зірочку з числом зубів  $Z_2 = 36$ . Тоді дійсне передатне число ланцюгової передачі:

$$i_{\text{нд}} = \frac{Z_2}{Z_1},$$

$$i_{\text{нд}} = \frac{36}{20} = 1,8$$

Дійсна частота обертання вала циліндрів:

$$n_y = \frac{N_p}{i_{\text{нд}}},$$

$$n_y = \frac{333}{1,8} = 185 \text{ хв}^{-1}.$$



Приймаємо, що на валах обидвох циліндрів встановлено зірочки з рівним числом зубців  $Z_2 = Z_3 = 36$ . Встановлюємо натяжну зірочку з числом зубців  $Z_4 = 15$ .

Продуктивність картоплерізки в т/год може досягнути величини:

$$Q = \frac{3,6 \cdot A \cdot L \cdot \pi \cdot n \cdot R \cdot K_3 \cdot \gamma}{30}, \quad (3.2)$$

де  $A$  - початковий зазор між циліндрами, м ( $A = 0,015$  м);

$L$  - довжина циліндрів, м ( $L = 1$  м);

$n$  - частота обертання вала,  $\text{хв}^{-1}$ ;

$R$  - радіус циліндра, м ( $R = 0,15$  м);

$K_3$  - коефіцієнт об'ємного заповнення зони подавання ( $K_3 = 0,65$ );

$\gamma$  - щільність матеріалу,  $\text{кг/м}^3$  ( $\gamma = 650 \text{ кг/м}^3$ ).

$$Q = \frac{3,6 \cdot 0,015 \cdot 1 \cdot 3,14 \cdot 185 \cdot 0,15 \cdot 0,65 \cdot 650}{30} = 66 \text{ т/год}$$

Отже, картоплерізка забезпечить потоковість матеріалу картоплесортувального пункту продуктивність якого 15 т/год.

### 3.4. Перевірочний розрахунок ланцюгової передачі

Для приводу приймаємо втулково-роликовий ланцюг з кроком  $t = 19,5$  мм згідно ГОСТ 10947-68, так як його застосовують при лінійній швидкості  $v < 15$  м/с [10].

Для вибраного типу ланцюга проводять перевірку роботоздатності або за потужністю, яку може передавати ланцюгова передача, або за запасом міцності за умовою:

$$N = \frac{Q_p}{P_3}, \quad (3.3)$$

де  $Q_p$  - руйнівне зусилля ланцюга, кН;

$P_3$  - загальне навантаження ведучої вітки ланцюга, кН.

Для роликів ланцюгів потрібне:

$$[N] \geq [2 \dots 19]$$

Руйнівне зусилля для однорядного втулково-роликів ланцюга з кроком  $t = 19,5$  мм  $Q_p = 25$  кН (ГОСТ 10947-64).

Загальне навантаження ведучої вітки ланцюга:

$$P_z = P + P_l + P_f, \quad (3.4)$$

де  $P$  - розрахункове колове зусилля, кН;

$P_l$  - навантаження у ланцюгу від відцентрової сили, кН;

$P_f$  - навантаження у ланцюгу від провисання, кН.

Розрахункове колове зусилля:

$$P = \frac{N}{V}, \quad (3.5)$$

де  $N$  - потужність двигуна, кВт;

$V$  - лінійна швидкість ланцюга, м/с.

$$V = \frac{Z_1 \cdot t \cdot N_p \cdot 10^{-3}}{60}, \quad (3.6)$$

де  $Z_1$  - число зубців ведучої зірочки;

$t$  - крок ланцюга, мм;

$N_p$  - число обертів вала,  $\text{хв}^{-1}$ .

$$V = \frac{20 \cdot 19,5 \cdot 333 \cdot 10^{-3}}{60} = 2,2 \text{ м/с}$$

Тоді

$$P = \frac{2,7}{2,2} = 1,22 \text{ кН}.$$

Натяг ланцюга від відцентрової сили:

$$P_l = 10^{-3} \cdot m \cdot V^2, \quad (3.7)$$

де  $m$  - маса 1 м ланцюга, кг ( $m = 2 \text{ кг}$ );

$$P_l = 10^{-3} \cdot 2 \cdot 2,22^2 = 9,85 \cdot 10^{-3} \text{ кН}$$

Навантаження в ланцюгу від провисання веденої вітки в кН:

$$P_f = K_f \cdot m \cdot A \cdot g \cdot 10^{-3}, \quad (3.8)$$

де  $K_f$  - коефіцієнт провисання (для прийнятої схеми приводу  $K_f = 1$ ;

$A$  - міжцентрова відстань, м

$$A = 30 \cdot t = 30 \cdot 19,5 \cdot 10^{-3} = 0,585 \text{ м.}$$

$$P_f = 1 \cdot 2 \cdot 0,585 \cdot 9,8 \cdot 10^{-3} = 11,4 \cdot 10^{-3} \text{ кН}$$

Сумарне навантаження в ланцюгу:

$$P_s = 1,22 + 9,85 \cdot 10^{-3} + 11,4 \cdot 10^{-3} = 1,49 \text{ кН}$$

Запас міцності ланцюга:

$$N = \frac{25}{1,49} = 16,7$$

Отже, ланцюг забезпечить надійність роботи механізму приводу так як:

$$N = 16,6 \angle [19]$$

Навантаження на вали:

$$F_g = (1,15 \dots 1,2) \cdot P_s,$$

$$F_g = 1,2 \cdot 1,49 = 1,79 \text{ кН}$$

### 3.5. Розрахунок шпонкового з'єднання

Від вала редуктора на ведену зірочку подавального циліндра передається момент  $M=300$  Нм з допомогою призматичної шпонки з округленими торцями. Діаметр вала  $d=30$  мм (рис. 3.2). За ГОСТ 8788-78 для діаметра вала ( $d=30$  мм) приймаємо шпонку з розмірами поперечного перерізу  $b \times h = 8 \times 7$  мм. А оскільки ступиця стальна, приймаємо друге виконання:  $t = 4,5$  мм,  $t_1 = 2,6$  мм,  $K = 3,0$  мм. За тим же стандартом приймаємо довжину шпонки  $l = 56$  мм. Тоді робоча довжина шпонки в мм [10]:

$$l_p = l - b, \quad (3.9)$$

де  $l, b$  - довжина і ширина шпонки в мм.

$$l_p = 56 - 8 = 48 \text{ мм}$$

Перевірка шпонкового з'єднання на зминання проводиться за формулою [10]:

$$Z_m = \frac{2M \cdot 10^3}{d \cdot k \cdot l_p}, \quad (3.10)$$

де  $Z_m$  - напруження зминання, Н/мм<sup>2</sup>;

$M$  - момент, який передається, Нм;

$d$  - діаметр вала, мм;

$k$  - довідковий розмір шпонкового з'єднання ( $k = 3$ ).

$$Z_m = \frac{2 \cdot 300 \cdot 10^3}{30 \cdot 3 \cdot 48} = 139 \text{ Н / мм}^2 = 13,9 \cdot 10^5 \text{ Н / м}^2.$$

Допустиме напруження зминання для сталевих ступиць  $Z_m = 183 \dots 305 \text{ Н / мм}^2$ .

Отже, отримане значення задовільняє умову міцності.

Аналогічно проводиться перевірка шпонки на зріз. Для цього знаходять напруження зрізу у повздовжньому січенні шпонки:

$$\tau_{зр} = \frac{2M \cdot 10^{-3}}{d \cdot b \cdot l}, \quad (3.11)$$

де:  $d$  - діаметр вала, мм;

$l, b$  - робоча довжина і ширина шпонки в мм.

$$\tau_{зр} = \frac{2 \cdot 300 \cdot 10^{-3}}{30 \cdot 8 \cdot 48} = 52 \text{ Н / мм}^2 = 52 \cdot 10^6 \text{ Н / м}^2.$$

При перевірці на зріз шпонка задовільняє умові міцності, оскільки допустиме напруження на зріз [10]:

$$[\tau_{зр}] = 90 \cdot 10^6 \text{ Н / м}^2.$$

Проведені розрахунки підтверджуються роботоздатність конструкції.

### 3.6. Визначення геометричних параметрів елементів шпонкового з'єднання

Граничні відхилення ширини шпонки " $b$ " для вільного з'єднання:



## **4. ОХОРОНА ПРАЦІ**

### **4.1 Аналіз стану охорони праці**

Є різні методи визначення причин травматизму. Топографічний полягає у визначенні місць, наприклад, у цеху, де найбільш можливі нещасні випадки. Грошовий метод – це аналіз випадків, однакових за характером, що повторюються. Універсальним є монографічний метод. Він передбачає аналіз усіх обставин нещасного випадку, включаючи технологічний процес, робоче місце, спецодяг та ін. [18].

Аналіз травматизму проводять за актами про нещасні випадки і матеріалами про їх розслідування. Крім того, ведеться аналіз за місцем випадку, за видом пошкодження. На основі даних документів встановлюється характер і повторюваність травм і захворювань за професіями потерпілих і при цьому виявляються роботи, які найбільш піддаються травматизму і захворюванням.

Облік нещасних випадків і звіт з травматизму в господарстві веде призначений головою товариства відповідальний за охорону праці.

Проводячи аналіз причин травматизму і нещасних випадків, які сталися в господарстві, можна зробити висновок, що при відповідній організації праці на робочому місці можна передбачити і попередити травматизм.

У товаристві проводиться певна робота з запобігання нещасним випадкам, але як показують дослідження причин нещасних випадків, більше уваги слід приділяти їх профілактиці, посилити відповідальність працівників підрозділів, відділків, відповідальних за стан охорони здоров'я і безпеки життєдіяльності як на робочих місцях, так і в загальному в підрозділах. Велику увагу слід приділяти якості курсового навчання працюючих безпечним методам праці.

Причини нещасних випадків можна розділити на такі [18]:

1. Організаційні причини: недостатнє навчання робітників безпечним методам праці і неякісне проведення інструктажу; використання робочих місць не за призначенням; відсутність технічного контролю за безпечним веденням роботи; порушення технологічного процесу; порушення режиму праці і відпочинку; відсутність попереджувальних заходів про безпеку.

2. Технічні причини: конструктивні недоліки мобільних машин, обладнання, пристроїв і інструментів; недосконалість запобіжних пристроїв.

3. Санітарно-гігієнічні причини: незадовільні метеорологічні умови (температура, вологість, швидкість вітру, тиск повітря), засміченість повітряного середовища виробничих приміщень, нераціональне освітлення робочих місць, проходів і територій, шум і вібрації.

Встановивши ту чи іншу причину виникнення нещасного випадку, проаналізувавши її необхідно поліпшити і провести профілактичні заходи, направлені на попередження виробничого травматизму.

Крім аналізу виробничого травматизму в тваринництві господарства виникають захворювання, викликані впливом на працюючого шкідливих факторів праці, а також умов виробництва. Джерел таких захворювань є дуже багато. При складанні звітних даних враховуються всі листки непрацездатності, незалежно від того підлягають вони оплаті чи ні.

Вивчення причин травматизму направлене на виявлення шкідливих і небезпечних факторів в роботі, на правильну організацію праці, для того, щоб відвернути нещасні випадки і захворювання.

Ефективність впровадження безпечних умов праці і економічних наслідків травматизму і захворювань слід постійно аналізувати та обговорювати спеціалістами з метою планування заходів з безпеки праці.

Згідно законодавства про охорону праці у господарстві, незважаючи на економічну нестабільність, виділяються певні кошти для покращення умов і охорони праці, але фактичне фінансове асигнування на одного працівника складає 10...15% від нормативного значення, яке має бути згідно законодавства про охорону праці. А тому для запобігання травмонебезпечних ситуацій і

захворювань у господарстві із працівниками проводяться відповідні інструктажі з безпеки праці. Безпосередньо відповідальні особи за стан умов охорони праці систематично перевіряють стан безпеки праці в особливо небезпечних зонах, а також інструктують виконавців робіт з безпечного користування механізмами та машинами.

В окремих випадках допускаються порушення правил безпеки праці як самими виконавчими особами, так і керівним складом господарства, внаслідок чого може виникнути травмонебезпечна ситуація.

Особливу увагу необхідно звернути на те, що до виконання технологічних операцій, які пов'язані з небезпекою, необхідно допускати осіб, що пройшли інструктаж і мають допуск до виконання даної технологічної операції.

Безпека виконання сільськогосподарських операцій в полі в багатьох випадках залежить від кліматичних умов, періоду доби, сезонності виконання робіт, напруженості періодів, а саме весняного і осіннього. Все це вимагає розроблення особливих заходів з покращення умов і безпеки праці.

Працівники господарства протягом робочої зміни можуть виконувати два, три, а іноді і більше видів робіт, що вимагає підвищених заходів до організації навчання: проведення інструктажів з охорони праці.

Реформування сільськогосподарського виробництва у різні суб'єкти сільського господарювання не повинно виключати із своєї господарської діяльності питань організації охорони праці, а саме:

- створення відповідних служб і призначення посадових осіб, які забезпечують вирішення конкретних питань з охорони праці;
- розробку і реалізацію комплексних заходів для встановлення нормативів з охорони праці, впровадження прогресивних технологій і позитивного досвіду роботи з охорони праці;
- забезпечення усунення причин, що призводять до нещасних випадків, професійних захворювань і виконання профілактичних заходів;



- розробку і затвердження положень, інструкцій і інших нормативних актів про охорону праці, що діють в межах господарства;

- здійснення контролю за дотриманням працівниками правил поведження із машинами і механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва відповідно до вимог охорони праці.

За результатами нашого аналізу стану умов і охорони праці у товаристві організація охорони праці знаходиться на задовільному рівні. Штатної відповідальної особи за стан охорони праці немає, але на виробничих об'єктах питаннями охорони праці займаються керівники середньої ланки або бригадир. До суттєвих випадків порушення стану охорони праці, що було виявлено нами можна віднести:

- нерегулярне проведення інструктажів при виконанні окремих технологічних операцій;

- відсутність журналів реєстрації інструктажів з охорони праці;

- немає засобів індивідуального захисту при роботі з засобами хімізації;

- відсутнє заземлення існуючих електроустановок;

- ігнорування правил безпеки праці як окремими виконавчими особами, так і керівним складом господарства – внаслідок чого виникають травмонебезпечні ситуації і травмування працівників.

Конкретний аналіз виробничого травматизму стосовно теми дипломного проекту наведено на листі 1 і у наступних розділах.

#### **4.2. Аналіз виробничих небезпек і шкідливостей.**

У процесі виробничої трудової діяльності людина (суб'єкта праці) за допомогою певних знарядь (машин, інструментів, пристроїв) діє на предмет праці в умовах існуючого середовища. Залежно від характеру виконуваної роботи працівника можуть впливати різні середовища: механічні, хімічні, біологічні і психофізіологічні. Організм людини здатний переносити без наслідків такі впливи лише якщо вони не перевищують певних рівнів і

тривалості. За межами цих рівнів і тривалостей виникає пошкодження організму, яке при досягненні певного ступеня кваліфікується як нещасний випадок. Джерелом таких пошкоджень може бути будь-який із компонентів праці.

Механічні виробничі небезпеки – рухомі машини і механізми, запиленість і загазованість приміщень, зміна температури, високі рівні шуму і вібрації та інші.

Дані виробничі небезпеки проявляються при виконанні різних сільськогосподарських операцій в полі і, особливо, при виконанні технічних обслуговувань і ремонті сільськогосподарської техніки. Підвищений рівень шуму та вібрації спостерігається на машинно-тракторних агрегатах і в самих кабінах тракторів через довготривалу їх експлуатацію і конструкторські недоліки. При обкатуванні відремонтованих двигунів у ремонтній майстерні рівень шуму сягає 140...150 дБ, що значно перевищує нормативні значення (60...85 дБ). Суттєвого зниження шуму можна досягти при застосуванні акустичних засобів, таких як звукоізоляція.

При виконанні весняно-польових робіт, а це підготовка площ під посів і сам посів, у суху погоду запиленість робочої зони тракториста-машиніста і допоміжного персоналу перевищує гранично допустимі концентрації у декілька разів, а сама запиленість за даними спостережень складає 15...20 мг/м<sup>3</sup> при допустимій нормі 5 мг/м<sup>3</sup>.

Недопустимим вважається те, що працівники при виконанні вищезгаданих операцій працюють без елементарних засобів індивідуального захисту органів дихання, що з часом може спричинити їх захворювання.

Поряд із фізичними шкідливими факторами проявляються і хімічні. За характером дії на організм людини їх розділяють на наступні групи: загально токсичні і канцерогенні. Особливо вони проявляються при очищенні і митті машин, які використовувались для внесення мінеральних добрив, отрутохімікатів, при протруюванні насіння. Протруювання насіння проводиться небезпечними токсичними отрутохімікатами, саме тут працівники піддаються

дії хімічних шкідливостей. Оскільки для захисту органів дихання використовуються респіратори РГ-2 «Лепесток», то вплив хімічних шкідливостей дещо знижується, але суттєвим недоліком є багаторазове їх використання без зміни фільтруючих елементів.

Шкідливим є використання етилованого бензину під час проведення технічних оглядів та ремонтних робіт без використання засобів захисту рук і органів дихання.

Канцерогенну дію проявляють відпрацьовані гази, які містять багато окису вуглецю, і найбільш небезпечною є концентрація відпрацьованих газів при запуску і прогріванні двигунів внутрішнього згорання у боксах і під навісами, що часто призводить до отруєнь із смертельними наслідками.

При очищенні зерно- і картоплесховищ від залишків зіпсованої продукції працівники можуть піддаватись дії біологічних виробничих шкідливостей, а саме мікро- і макроорганізмів процесу перегнивання, дія яких на працівників може викликати захворювання. При проявах перших ознак захворювання потрібно звернутись до лікаря.

У процесі виробничої діяльності виникають емоційні і фізичні навантаження, негативно діє монотонна праця, - все це можна віднести до психофізичних виробничих шкідливостей. При виконанні монотонних робіт втрачається увага, що в свою чергу може привести до нещасного випадку. Емоційні перевантаження викликають нервовий розлад, що приводить до пониження уваги при виконанні технологічних операцій, в кінцевому результаті – небажаних наслідків.

В даному господарстві існує цілий ряд виробничих небезпек. Відмежування працівників від цих факторів є прямим обов'язком керівництва господарства.

#### **4.3. Аналіз виробничого травматизму і захворювань.**

Проведений аналіз і багаторічний досвід експлуатації сільськогосподарської техніки показав, що безпосередньо при обслуговуванні

певних машин з різних причин виникає значна кількість небезпечних ситуацій з наслідками у вигляді аварій і травм працівників.

Основні причини, за яких виникли аварії, травмонебезпечні ситуації і травми, наступні:

- при обслуговуванні і ремонті енергетичних засобів і сільськогосподарської техніки: використання несправних інструментів, пошкодження органів людини зламаним інструментом, продавлювання людей механізмами при неправильному встановленні домкратів, удар обірваним тросом при буксируванні і інших ситуаціях;

- при обслуговуванні тракторних причепів на транспортних роботах: вискакування із кузова на землю, удар бортом (замком) при відкриванні та закриванні, травмування причепом при його перекиданні;

- при роботі на зернозбиральних комбайнах: різні удари при усуненні технічних неполадок в польових умовах, захват одягу рухомими органами комбайна, недотримання правил безпеки при вивантаженні зерна шнеком, регулювання механізмів комбайна при включених органах;

- при заготівлі соломи: травмування тросом волокуші, падіння зі скирди і транспортних засобів, засмічення очей технологічними матеріалами і ін.;

- при експлуатації і обслуговуванні машин для механізованого обробітку ґрунту: травмування відлітаючими інструментами, очищення робочих органів від налипання, падіння на агрегатовані знаряддя, продавлювання агрегатованими машинами;

- при роботі на посівних машинах: травма від самовільно падаючих робочих органів сівалки, падіння при заправці сівалки насінням, захват одягу рухомими деталями.

Серед ситуацій, що спостерігаються, можна виявити найбільш типові – це перекидання самохідних сільськогосподарських машин, транспортних засобів, дорожньо-транспортні пригоди, захват одягу чи частин тіла рухомими деталями, падіння людей.

Високе процентне співвідношення, виявлене аналізом аварійної або травмонебезпечної ситуації, що мала наслідки у вигляді травми, свідчить про більш високий рівень її небезпеки. Розподіл таких ситуацій за рівнем небезпеки дає можливість заздалегідь визначити найбільш небезпечні, а шляхом моделювання - дослідити її причини і вжити обґрунтованих заходів для запобігання таким явищам у майбутньому.

Аналіз виробничого травматизму і захворювань передбачає виявлення причин травматизму, травмонебезпечних зон на механізмах і машинах, ретельного розслідування і аналізу кожного нещасного випадку, що виник у складних виробничих умовах і чіткого визначення запобіжних заходів.

Виникнення нещасних випадків і захворювання в основному обумовлено незадовільними умовами праці, недосконалістю виконання технологічних операцій обслуговування та ремонту техніки, порушення правил транспортних операцій, нехтування елементарними вимогами безпеки праці [18].

Для оцінки стану травматизму на виробництві визначимо показники частоти, тяжкості і втрат.

Показник частоти травматизму  $K_{\text{ч}}$  являє собою відношення кількості потерпілих  $n_1$  до середньої кількості працюючих  $n_p$  за рік, віднесене до 1000 працюючих [18]:

$$K_{\text{ч}} = \frac{n_1}{n_p} \cdot 1000, \quad (4.1)$$

де  $n_1$  – кількість потерпілих за рік;

$n_p$  – загальна кількість працюючих.

Показник тяжкості травматизму  $K_T$  характеризує середню тривалість непрацездатності потерпілих:

$$K_T = \frac{D_n}{n_2}, \quad (4.2)$$

де  $D_n$  – число людино-днів непрацездатності за рік;

$n_2$  – кількість потерпілих з втратою працездатності без врахування смертних випадків.

Показник втрат робочого часу  $K_B$  на 1000 працюючих за рік визначається за формулою:

$$K_B = \frac{D_n}{n_p} \cdot 1000. \quad (4.3)$$

Підставивши дані отримаємо  $K_B$  за рік:

Безпека виробничих процесів забезпечується комплексом проектних і організаційних рішень, які полягають у відповідному виборі технологічних процесів, робочих операцій, порядку обслуговування обладнання. Велике значення має правильний розподіл функцій між людиною і машиною з метою зменшення важкості праці. Важливу роль відіграє застосування комплексної механізації, автоматизації і дистанційного керування в тих випадках, коли дію небезпечних і шкідливих виробничих факторів неможливо усунути [18].

Навчання безпечних прийомів праці нових працівників проводять на робочому місці під керівництвом висококваліфікованого робітника, бригадира або іншого спеціаліста, який має необхідну підготовку і досвід.

## 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Витрати на удосконалення конструкції подавального механізму картоплерізки картоплесортувального пункту КСП-15Б [15]:

$$C_{кон} = C_{од} + C_{но} + C_n + C_{он}, \quad (5.11)$$

де  $C_{од}$  - витрати виготовлення оригінальних запчастин, грн;

$C_{но}$  - вартість покупних деталей, виробів, агрегатів за прејскурантом, грн;

$C_n$  - заробітна плата, виробничих працівників, які зайняті на складанні конструкцій, грн;

$C_{он}$  - загальновиробничі витрати на виготовлення конструкції, грн.

Витрати на виготовлення деталей

$$C_{од} = C_{прн} + C_m, \quad (5.12)$$

де  $C_{прн}$  - премія, заробітна плата виробничих працівників, які зайняті на виготовленні деталей, грн;

$C_m$  - вартість матеріалу заготовок для виготовлення деталей.

Пряму заробітну плату визначимо за формулою

$$C_{прн} = C_{пр} + C_{\delta} + C_{соу} + C_{отт}, \quad (5.13)$$

де  $C_{пр}$  і  $C_{\delta}$  - основна і додаткова плата виробничим працівникам, грн;

$C_{соу}$  - нарахування із соцстрахування, грн;

$C_{отт}$  - оплата відпустки, грн.

Основна заробітна плата виробничих працівників

$$C_{пр} = t_{cp} \cdot C_u \cdot K_{\delta}, \quad (5.14)$$

де  $t_{cp}$  - середня трудомісткість виготовлення окремих деталей, год;

$C_u$  - годинна ставка працівників, приймаємо  $C_u = 80$  грн [19];

$K_{\delta}$  - коефіцієнт, що враховує доплати до основної заробітної плати, дорівнює 1,3.

$$C_{np} = 46 \cdot 80 \cdot 1,3 = 4784 \text{ грн.}$$

Заробітна плата додана за якість робіт

$$C_{\delta} = 0,4C_{np}, \quad (5.15)$$

$$C_{\delta} = 0,4 \cdot 4784 = 1913,6 \text{ грн.}$$

Оплата за відпустки

$$C_{omn} = 0,085 \cdot (C_{np} + C_{\delta}), \quad (5.16)$$

$$C_{omn} = 0,085 \cdot (4784 + 1913,6) = 569,3 \text{ грн.}$$

Нарахування соцстрахування

$$C_{соц} = 0,28 \cdot (C_{np} + C_{\delta} + C_{omn}), \quad (5.17)$$

$$C_{соц} = 0,28 \cdot (4784 + 1913,6 + 569,3) = 2034,7 \text{ грн.}$$

Повна заробітна плата з врахуванням усіх доплат становитиме

$$C_{npn} = 4784 + 1913,6 + 569,3 + 2034,7 = 9301,6 \text{ грн.}$$

Вартість матеріалу заготовок для виготовлення всіх деталей визначаємо за формулою

$$C_m = C_3 + Q_3, \quad (5.18)$$

де  $C_3$  - ціна металопрокату матеріалу заготовки, грн/кг;

$Q_3$  - вартість матеріалу заготовок для виготовлення всіх деталей, грн.

Вартість матеріалу заготовок  $Q_3 = 1123,84$  грн для виготовлення деталей.

Тоді витрати на виготовлення деталей дорівнюватимуть

$$C_{од} = 9301,6 + 1123,84 = 10425,44 \text{ грн.}$$

Ціна покупних виробів  $C_{но}$  береться за прейскурантом і заноситься до таблиці 5.1.



Таблиця 5.1 - Вартість покупних виробів

Назва	Кількість	Ціна, грн	Сума, грн
Болт М8х16 ГОСТ 7798-70	16	6	96
Шайба 8 3Х13 ГОСТ 6402-70	18	4	72
Шплінт 8.5х64 DIN 94	8	12	96
Болт М6х14 ГОСТ 7798-70	3	5	15
Шайба 6 3Х13 ГОСТ 6402-70	3	3,5	10,5
Болт М8х45 ГОСТ 7798-70	4	7,5	30
Болт М12х75 ГОСТ 7798-70	4	8	32
Шайба 12 3Х13 ГОСТ 6402-70	4	5	20
Болт М8х35 ГОСТ 7798-70	2	7	14
Рим-болт М10 DIN 580	4	20	80
Підшипник 92714 К1М DIN6314N	4	144	576
Гайка М20 DIN 935	1	20	20
Шайба 75х22х5 ГОСТ 6402-70	1	56	56
Болт М8х16 ГОСТ 7798-70	16	6	96
Шайба 8 3Х13 ГОСТ 6402-70	18	4	72
Разом			1118,0

Повна заробітна плата виробничих робітників, зайнятих на складанні конструкції:

$$C_{сбк} = C_{сб} + C_{дсб} + C_{соусб} + C_{омсб}, \quad (5.19)$$

де  $C_{сб}$  і  $C_{дсб}$  - основна та додаткова зарплата під час складальних робіт, грн;

$C_{соусб}$  - нарахування за страхування на заробітну плату, грн;

$C_{омсб}$  - нарахування на відпустку, грн.

$$C_{сб} = t_{сб} \cdot C_4 \cdot K_d, \quad (5.20)$$

$$C_{сб} = 22 \cdot 18,3 \cdot 1,3 = 404 \text{ грн.}$$

$$C_{дсб} = 0,4 C_{сб}, \quad (5.21)$$

$$C_{дсб} = 0,4 \cdot 404 = 161,5 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{онт } c\bar{b}} = 0,085(C_{c\bar{b}} + C_{\text{д } c\bar{b}}), \quad (5.22)$$

$$C_{\text{онт } c\bar{b}} = 0,085 \cdot (404 + 161,5) = 48,1 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{соу } c\bar{b}} = 0,28(C_{c\bar{b}} + C_{\text{д } c\bar{b}} + C_{\text{онт } c\bar{b}}), \quad (5.23)$$

$$C_{\text{соу } c\bar{b}} = 0,28 \cdot (404 + 161,5 + 48,1) = 171,8 \text{ грн.}$$

$$C_{c\bar{b}\kappa} = 404 + 161,5 + 171,8 + 48,1 = 785,4 \text{ грн.}$$

Після проведених розрахунків витрати на виготовлення пристрою складуть:

$$C_{\text{кон}} = 10425,44 + 1118 + 785,4 = 12328,6 \text{ грн.}$$

Очікувана загальна економічна ефективність капітальних вкладень визначається за такою формулою:

$$E_p = (C_1 - C_2)N_p, \quad (5.24)$$

де  $C_1$  і  $C_2$  - собівартість продукції до і після капітальних вкладень, грн;

$C_1$  – 18000 грн (середня вартість подібного пристрою у магазині [11]).

$N_p$  – річна програма ремонту із застосуванням розробки, кількість ТО із застосуванням конструкції. Приймаємо  $N_p = 1$ .

$$E_p = (18000 - 12328,6) \cdot 1 = 5671,4 \text{ грн.}$$

Строк окупності капітальних вкладень

$$O_p = \frac{C_{\text{кон}}}{E_p}, \quad (5.25)$$

$$O_p = \frac{12328,6}{5671,4} = 2,17 \text{ року.}$$

Показники економічної ефективності від удосконалення конструкції подавального механізму картоплерізки картоплесортувального пункту КСП-15Б зведено у табл. 5.2.

Таблиця 5.2 - Показники економічної ефективності

Показники	Одиниці вим., грн	Сума
Заробітна плата робітників	грн	9301,6
Вартість матеріалу заготовок для виготовлення деталей	грн	1123,84
Витрати на виготовлення деталей	грн	10425,44
Вартість покупних виробів	грн	1118,0
Витрати на виготовлення пристрою	грн	12328,6
Економічна ефективність капітальних вкладень	грн	56714
Строк окупності капітальних вкладень	років	0,22

Економічна ефективність становить 56714 грн. Строк окупності капітальних вкладень становить 0,22 року (близько 3 місяців).

## ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

Картоплесаджелки вітчизняного виробництва обладнані висаджувальними апаратами для садіння бульб масою 50-80 г, тобто вони не пристосовані до висаджування бульбів з більшою масою. В більшості господарств бульби картоплі розрізають вручну, оскільки в країні серійно не випускаються картоплерізки.

В картоплесадильних господарствах України є спроби виготовлення картоплерізок власної конструкції і встановлення їх на виході із транспортера великої картоплі картоплесортувального пункту КСП-15Б.

На основі аналізу було визначено кілька ключових напрямків для удосконалення механізму. Це включає покращення конструкції подавального бункера, оптимізацію геометрії різальних елементів та використання нових матеріалів, що зменшують зношування і підвищують довговічність компонентів.

На сьогодні існуючі подавальні механізми являють собою паралельно один одному два вали з надувними гумовими циліндрами. Клубні картоплі затискаються гумовими циліндрами і подаються на ніж, який розрізає їх на дві частини. Проте буває, що не всі бульби захоплюються і продуктивність такої конструкції є невеликою. Ми пропонуємо один циліндр гумовий, другий – металевий, що дозволяє збільшити продуктивність роботи картоплерізки на 20%, а також зменшити енергоспоживання на 15%.

Аналіз економічної ефективності показав, що модернізація подавального механізму призводить до зниження витрат на експлуатацію та обслуговування обладнання. Це робить інвестиції в удосконалення виправданими та економічно доцільними.

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Гаркавенко В. І. Машини і обладнання для переробки картоплі. Київ: Аграрна освіта, 2010. 352 с.
2. Григорук І. В. Проектування та розрахунок машин і обладнання харчової промисловості. Київ: Видавництво "Техніка", 2012. 416 с.
3. Ситник А. П. Удосконалення конструкції та робочих органів картоплерізки для підвищення ефективності переробки: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.09 / А. П. Ситник. Київ: Національний університет біоресурсів і природокористування України, 2015. 180 с.
4. Технічні науки: зб. наук. пр. / Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ: НУБіП, 2018. № 6. С. 45-55.
5. Збірник наукових праць Національного університету біоресурсів і природокористування України / ред. кол.: О. П. Довженко та ін. Київ: НУБіП, 2019. № 10. С. 70-85.
6. ДСТУ 7238:2011. Машини для переробки картоплі. Загальні технічні вимоги / Національний стандарт України. Київ: Держспоживстандарт України, 2011. 24 с.
7. Методичні рекомендації з експлуатації та обслуговування машин для переробки картоплі / М-во аграрної політики України. Київ: Аграрна освіта, 2010. 88 с.
8. Кармазін В. В., Левченко І. П. Технологічне обладнання харчової промисловості: підручник. Харків: ХДУХТ, 2014. 540 с.
9. Журнал "Технічні науки" / ред. кол.: М. І. Жданов та ін. Київ: НУБіП, 2018. № 12. С. 33-42.
10. Попов О. С. Основи проектування машин для переробки сільськогосподарської продукції. Одеса: Аграрний університет, 2011. 284 с.
11. Офіційний сайт виробника сільськогосподарської техніки Dewulf [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.dewulfgroup.com>.

12. Офіційний сайт виробника сільськогосподарської техніки Grimme Landmaschinenfabrik GmbH & Co. KG [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.grimme.de>.
13. Офіційний сайт виробника сільськогосподарської техніки Standen Pearson [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.standen.co.uk>.
14. Allan L Jensen Performance of machinery in potato production in one growing season / Allan L Jensen, Claus G Sorensen, Dionysis Bochtis, Zhou Kun // Spanish journal of agricultural research. - 2015. - № 3. 12-32.
15. Godesa T. Determination of minimal cutting speed by flailing potato vines. Acta agriculturae slovenica / T. Godesa // Ljubjana, 2004. - Vol. 83. - N 1. 137- 146.
16. Peters R. Trends in der Kartoffeltechnik / R. Peters // Landtechnik, 2003. - Jg. 58. - H.8. 366-367.
17. Struik P.C. Seed potato technology / P.C. Struik, S.G. Wiersema. - Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 1999. - 383 p.
18. Пістун І.П., Кіт Ю.В., Березовецький А.П. Охорона праці. Практикум. – Суми: Університетська книга. – 2000. - 232 с.
19. Офіційний сайт головбух агро №1. Годинні тарифні ставки: як розрахувати в 2024 році. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://agro.expertus.com.ua/10012698>