

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

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: “ **Підвищення ефективності збирання цукрових буряків з використанням удосконаленого доочисного механізму головок коренеплодів комбайна КБ-2** ”

Виконав: студент IV курсу групи Аін-41

Спеціальності 208 „Агорінженерія”
(шифр і назва)

Цокало Тарас Ігорович
(Прізвище та ініціали)

Керівник: Гошко З.О.
(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2023

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

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри _____
(підпис)

к.т.н., доцент Шарибура А.О.

“ _____ ” _____ 2023 р.

З А В Д А Н Н Я

на дипломний проєкт студенту
Цьокало Тарасу Ігоровичу

1. Тема проєкту: **“Підвищення ефективності збирання цукрових буряків з використанням удосконаленого доочисного механізму головок коренеплодів комбайна КБ-2 ”**

Керівник проєкту: Гошко Зіновій Орестович, к.т.н., доцент
Затверджена наказом по університету від 30.12.2023 року № 453/кс.

2. Строк здачі студентом закінченого проєкту 15.06.2023 року

3. Вихідні дані: інструкції з технічної експлуатації та технічного обслуговування тракторів, нормативи з збирання цукрових буряків; патентний пошук та літературні джерела, які стосуються удосконалення очисних механізмів коренеплодів; визначення економічної ефективності використання технічних засобів.

4. Перелік питань, які необхідно розробити:

1. Характеристика об'єкта проєктування.

2. Технологічний розділ.

3. Конструкторський розділ.

4. Охорона праці.

5. Економічне обґрунтування проєктного рішення

Висновки і пропозиції;

Список літературних джерел.

5. Перелік ілюстраційного матеріалу

1. Операційна карта - 1-ий аркуш.

2. Загальний вигляд машини - 2-ий аркуш.

3. Загальний вигляд досеоналення - 3-ий аркуш.
4. Робочі креслення деталей – 4-й арк.
5. Робочі креслення деталей – 5 -ий арк.
6. Результати розрахунку економічного ефекту – 6-ий арк.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1,2,3,5,6	Гошко З.О. к.т.н., доц. кафедри агроінженерії та технічного сервісу ім. проф. О. Семковича			
4	Тимочко В.О., к.т.н., доцент кафедри УПБВ			

7. Дата видачі завдання: 30.12.2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1.	<i>Написання розділу: «Характеристика об'єкту проектування»</i>	<i>02.01.23-02.02.23</i>	
2.	<i>Виконання другого розділу: «Технологічний розділ»</i>	<i>03.02.20-03.03.23</i>	
3.	<i>Виконання третього розділу: «Конструкторський розділ»</i>	<i>04.03.20-03.04.20</i>	
4.	<i>Написання розділу: «Охорона праці та захист населення»</i>	<i>04.04.23-03.05.23</i>	
5.	<i>Виконання розділу: «Розрахунок економічного ефекту»</i>	<i>04.05.23-01.06.23</i>	
6.	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки. Завершення роботи в цілому</i>	<i>01.06.23-15.06.23</i>	

Студент _____ Тарас Цокало
(підпис)

Керівник проекту _____ Зіновій Гошко
(підпис)

УДК 631.3. – 635.21

Цьокало Т. І. “_Підвищення ефективності збирання цукрових буряків з використанням удосконаленого доочисного механізму головок коренеплодів комбайна КБ-2 ”

Дипломний прєкт. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2023.

69 стор. текс. част., 12 рис., 8 табл., 6 арк. ілюстр. матер., 18 бібліогр. джерел.

Розроблено технологію виробництва цукрових буряків, обґрунтовано засоби механізації операцій технологічного процесу та запропоновано схему їх використання.

Проведено аналіз машин, що використовуються для збирання цукрових буряків. Запропоноване вдосконалення доочисного механізму головок коренеплодів комбайна КБ-2 з метою підвищення якості продукції.

Проаналізовано стан та розроблено заходи з охорони праці, захисту цивільного населення та довкілля при виконанні механізованих операцій у господарстві.

Виконано розрахунок економічної ефективності запровадження технології та комплексу машин.

Зміст

Вступ	6
1. Характеристика об'єкта проектування	7
1.1 Агротехнічні вимоги до збиральних машин	7
1.2 Способи і технології збирання коренеплодів та класифікація машин	8
1.3 Програмована врожайність	13
1.4 Аналіз очисних механізмів	16
2. Технологічний розділ	24
2.1 Технологічний розрахунок затрат на збирання цукрового буряка трактором МТЗ-82 і комбайном КБ-2	15 20
2.2 Розрахунок рядка технологічної карти збирання цукрового буряка	36
2.3 Розрахунок комплексу машин	38
2.4 Обґрунтування конструктивної розробки проекту	39
3 Конструкторський розділ	40
3.1. Призначення і будова	40
3.2. Розрахунок параметрів робочих органів очисного механізму	42
4. Охорона праці	51
4.1 Загальні положення	51
4.2 Аналіз стану охорони праці	51
4.3 Заходи з покращення умов праці	52
4.4 Заходи безпеки при роботі проектованої конструкторської розробки	57
5. Економічне обґрунтування проектного рішення	58
5.1 Показники порівняльної економічної ефективності	60
5.2 Економічні показники	62
Висновки і пропозиції	65
Список літературних джерел	67

ВСТУП

Основне завдання аграрного сектору України полягають у збільшенні виробництва с.г. продукції, підвищенні її якості і зниженні собівартості. Буряківництво – одна з важливих галузей сільського господарства.

Задоволення потреб населення в продуктах харчування, можливе при широкому використанні новітніх технологій виробництва сільськогосподарської продукції, що передбачають виконання усіх робіт точно в зазначені строки і ґрунтуються на застосуванні високопродуктивних машин та ефективних добривах і гербіцидах. Але, їх загальним недоліком є узагальнений підхід до умов господарювання певної ґрунтово-кліматичної зони без врахування особливостей конкретного господарства.

Промисловість постійно збільшує випуск найрізноманітнішої сільськогосподарської техніки. Випуск цих машин, на сьогоднішній день має велику виробничу потужність, використання якої гарантує своєчасність, високу якість збирання врожаю з мінімальними затратами праці та коштів.

На сучасному етапі розвитку сільськогосподарського виробництва питання підвищення економічної ефективності буряківництва висувається на перший план.

А, отже правильність підготовки машин до роботи, вміння скомплектувати агрегат, налагодити і відрегулювати його, вибрати правильні режими роботи дозволить краще експлуатувати техніку на всіх операціях. Це вимагає певної теоретичної та практичної підготовки фахівців відповідного рівня з поглибленим вивченням конструкцій с.-г. машин. Їх підготовка повинна базуватися на чіткій програмі та за відповідними методиками, що забезпечать необхідну кваліфікацію.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ

1.1. Агротехнічні вимоги до збиральних машин

У технологічному процесі виробництва коренеплодів збирання буряків є однією із енергоємних та трудомістких операцій. При збиранні буряків, збиральні машини повинні забезпечувати високі функціональні показники якості виконання технологічної операції за своєчасного проведення всього комплексу робіт. Згідно із встановленими агротехнічними вимогами (ДСТУ 2258–93) машини для збирання коренеплодів повинні забезпечувати наступні показники якості роботи.

Вимоги до коренезбиральних машини цукрових буряків:

- загальні втрати буряків не повинні перевищувати 1,5 %, у тому числі невикопаних коренеплодів — 0,5 %;

- загальна кількість домішок у воросі не повинна перевищувати більше 9 %, у тому числі:

- засміченість коренеплодів гичкою — 3 %;

- засміченість землею — 1,5 %;

- засміченість рослинними домішками — 2,5 %.

- загальна кількість пошкоджених коренеплодів не більше ніж 20 %, у тому числі:

- сильнопошкоджених — 5 %;

- з діаметром злому хвостової частини понад 1 см — 3 %.

Коренезбиральні машини для цукрових буряків:

- загальні втрати коренеплодів мають становити не більше ніж 1,5 %, у тому числі:

- невикопаних — 0,5 %;

- присипаних землею — 0,5 %;

- загальна кількість домішок у зібраному воросі не повинна перевищувати 8 %, у тому числі:

- забрудненість коренеплодів землею — 3 %;
- забрудненість рослинними домішками — 3 %;
- загальна кількість пошкоджених коренеплодів має бути не більш як 15 %, у тому числі сильнопошкоджених — 7 %.



Рисунок 1.1 - Зібраний врожай буряків.

1.2. Способи і технології збирання коренеплодів та класифікація машин

Механізована технологія збирання коренеплодів цукрових буряків поєднує складні виробничі та технологічні операції — збирання гички і коренеплодів за різними технологічними схемами: зрізання гички коренеплодів; доочищення головок коренеплодів від залишків гички з їх дообрізуванням; викопування коренеплодів з одночасним подальшим очищенням вороху від домішок або укладання їх у валок з подальшим підбиранням і очищенням; завантаження і транспортування коренеплодів і гички. Технологічний процес збирання коренеплодів впливає на основні агротехнічні характеристики врожаю, конструкцію робочих органів і компоновально-технологічні схеми бурякозбиральних машин.

Залежно від наявності в агрофірмі типів бурякозбиральних машин, можна застосовувати однофазний і роздільні дво-, три- або чотирифазні способи збирання.

За однофазного способу збирання, який використовують при збиранні цукрових буряків, за один прохід збирального агрегату виконують усі технологічні операції:

- зрізування гички з наступним завантаженням її в транспортний засіб або розкиданням по зібраному полю, на сидиратне добриво;
- доочищення і дообрізування залишків гички з головок коренеплодів;
- викопування коренеплодів, їх очищення від домішок з подальшим завантаженням у транспортний засіб, що рухається поряд із збиральною машиною, або в бункер самохідної збиральної машини.

Третю технологічну операцію можна поділити на дві підоперації, які виконуються в складі однієї збиральної машини:

- викопування коренеплодів, очищення їх від домішок із наступним формуванням валка викопаних коренеплодів;
- підбирання утвореного валка коренеплодів, їх доочищення від залишків домішок із подальшим завантаженням коренеплодів у транспортний засіб.

Для реалізації однофазного способу збирання, переважно, використовують самохідні шестирядні потужні коренезбиральні комбайни бункерного типу, наприклад SF-10, Moreau (фірма «Кляйне», Німеччина рис.1.4), КСБ-6 «Збруч», (ВАТ «ТеКЗ», Україна рис.1.5) [5].

Двофазний спосіб збирання коренеплодів використовують також при збиранні коренеплодів, він охоплює дві окремо роздільні фази (стадії) збирання.

Перша стадія (комплекс машин МТЗ-80 + БМ-6А або МТЗ-80 + МБП-6, або МТЗ-80 + МБК-2,7) [8]:

- зрізання гички коренеплодів із завантаженням її в транспортний засіб або розкиданням на зібране поле;
- доочищення і дообрізування залишків гички з головок коренеплодів.

Друга стадія (модифікації машин МКК-6, РКМ-6 і КС-6Б):

- викопування коренеплодів, очищення вороху від землі та рослинних домішок і завантаження коренеплодів у транспортний засіб.

Перша стадія крім збирання гички може охоплювати також викопування коренеплодів, їх попереднє очищення від домішок із наступним формуванням валка викопаних коренеплодів. Тоді на другій стадії збирання, тільки підбирають утворений валок коренеплодів, остаточно очищують їх від домішок із наступним завантаженням у транспортний засіб. Цей спосіб реалізується комплексами причіпних машин фірми «Кляйне» KR-6 (гичкозбиральна машина з копачем-валкоутворювачем) і L-6 (підбирач валків).

Трифазний спосіб збирання коренеплодів передбачає три стадії збирання.

Перша стадія (комплекс машин МТЗ-80 + БМ-6А без доочисника головок; МТЗ-80 + МБК-2,7):

- зрізування гички коренеплодів із завантаженням її в транспортний засіб або розкиданням на зібране поле.

Друга стадія (комплекс машин МТЗ-80 + ОГД-6):

- очищення головок коренеплодів від залишків гички.

Третя стадія (модифікації машин МКК-6, РКМ-6, КС-6Б):

- викопування коренеплодів, очищення вороху від землі і рослинних домішок, завантаження коренеплодів у транспортний засіб.

Трифазний спосіб збирання коренеплодів може бути реалізований поєднанням першої і другої стадій та виконанням третьої стадії в два етапи:

перший — викопування коренеплодів і формування валка, другий — підбирання валка із завантаженням коренеплодів у транспортний засіб.



Рисунок 1.2 - Шестирядні комбайни зарубіжного виробництва.



Рисунок 1.3 - Шестирядні комбайни вітчизняного виробництва.

Чотирифазний спосіб збирання коренеплодів застосовують за несприятливих природних умов або у разі великої забур'яненості посівів буряків, коли збиральні машини не можуть дотримуватись агротехнічних вимог через велику кількість домішок у зібраному воросі коренеплодів. Чотирифазний спосіб охоплює три стадії трифазного способу збирання із застосуванням четвертої фази — завантаження коренеплодів з утворених кагатів буряконавантажувачами-очисниками.

Для реалізації цих способів збирання застосовують потокову, перевалочну і потоково-перевалочну технології збирання.

Потокова технологія збирання передбачає, відвезення зібраних коренеплодів безпосередньо від машини на приймальний пункт, гичку — на ферму або силососховище.

Перевалочну технологію збирання застосовують, коли бракує транспорту для відвезення коренеплодів на приймальний пункт і надмірну засміченість бурякової сировини. Коренеплоди вивантажують на перевалочному майданчику в купи, валки або кагати, з подальшим завантаженням їх у транспортні засоби буряконавантажувачами-очисниками, наприклад СПС-4,2А.

Потоково-перевалочна технологія збирання полягає в тому, що одну частину зібраних коренеплодів безпосередньо від коренезбиральної машини відвозять на приймальний пункт, а іншу — на перевалочний майданчик.

За способом виконання технологічних операцій збирання коренеплодів бурякозбиральні машини поділяють на гичкозбиральні, очисники головок коренеплодів, копачі-валкоутворювачі, підбирачі валків, причіпні коренезбиральні, самохідні бурякозбиральні комбайни (комплекси), навантажувачі очисники.

За способом з'єднання з енергетичним засобом (трактором), машини для збирання буряків бувають причіпні, навісні та самохідні.

За кількістю рядків, що збираються, бурякозбиральні машини класифікують на дво-, три-, чотири-, шести і восьмирядні.

1.3. Програмована врожайність

Прогнозування врожайності цукрових буряків ґрунтується на їх залежності від температурних умов, вологозабезпеченості посівів, маси коренеплодів на період складання прогнозів. Суму середньодобових температур складають за період від посіву до 1.08 (Σ), вологозабезпеченість

– запасами доступної вологи в мертвому шарі ґрунту під цукрових буряком для достатнього зволоження, у посушливі роки відношенням фактичного сумарного випаровуваннями з поля цукрового буряка до сумарного випаровування для оптимальних умов. Сумарне випаровування розраховуємо за дефіцитом вологи з врахуванням коефіцієнтів (К біологічної кривої водоспоживання).

У залежності від строків появи сходів цукрового буряка можливі зміщення декад і коефіцієнтів. Під час цього проводять коректування з таким розрахунком, щоб коефіцієнт 0,49 попадав на декаду початку росту коренеплоду (він наступає при сумі ефективних температур $5^{\circ}\text{C}-50^{\circ}\text{C}$).

Густоту насаджень визначають на 20.08, зміни її за період з 01.07 (P1) по 20.08 (P2) визначають за рівнянням $P2=0,86P1+6$. Сподівану середню врожайність цукрового буряка для зони достатнього зволоження розраховують за формулою:

$$Y=0,07\sum t^0+1,86m+4,43P+0,07W-384,29, \quad (1.1)$$

де Y – врожайність цукрового буряка, ц/га;

$\sum t^0$ – сума середньодобових температур за період від декади, коли було засіяно 50% площі;

m – середня маса коренеплоду на 1 серпня, г;

P – середня густина посіву на 1 серпня, тис. рослин/га;

W – середні запаси продуктивної вологи в мертвому шарі ґрунту під цукровим буряком за період від посіву до 1 серпня, мм.

У посушливі роки при недостатньому зволоженні врожайність розраховують за формулою:

$$Y=1,57V_1+0,90V-0,09\sum t^0+2,19V_1-16,50, \quad (1.2)$$

де V_1 – біологічний врожай на 1.08 (маса коренеплодів на 1.08 помножена на густоту посіву на 1.09);

V – середня вологозабезпеченість буряка за період вегетації, %;

V_1 – середня вологозабезпеченість за період від посіву до початку росту буряка, %.

За умови, що середня температура декади 3 і 4 підряд 20-26⁰С, розраховану врожайність зменшуємо на 10-20%, 5-6 декад – на 30-35%, а при температурі цього періоду 26-27⁰С – на 40% і більше.

Відповідно врожайність за формулою Н.І. Ничипоровича розраховуємо:

$$Y = \frac{\sum \Phi AP \cdot n}{3,75 \cdot 10^5 (100 - W)m} \quad (1.3)$$

де $\sum \Phi AP$ – приймають від 2,8 до 3,5*10⁹ ккал/га, сума фотосинтетичної активної радіації, або прихід енергії, який може бути засвоєний рослиною за вегетацію;

Y – врожайність коренеплодів;

n – коефіцієнт засвоєння ФАР (від 1,5 до 4%); 3,75*10⁵ – калорійність 1ц сухої речовини врожаю, ккал;

W – відсоток води в коренеплодах (74-78);

m – (від 1,5 до 2,0) одиниця плюс співвідношення маси гички до маси коренеплоду.

Врожайність буряків можна розрахувати за формулою:

$$Y = 5,8n + 313,5K - 350,3, \quad (1.4)$$

де 5,8 n - середньодобовий приріст врожаю буряків у центнерах на гектар (від 4,2 до 5,8); 313,5 – 350,3 – коефіцієнти; K - гідротермічний коефіцієнт за Ю.І. Чирковим. Останній розраховують за сумою опадів (W_1) і запасів доступної вологи у ґрунті (W_2), розділеної на 0.18 суми температур за вегетацію ($\sum t$). Для Львівської області ці показники рівні: $n=150$; $W_1 =340$; $W_2 =180$; $\sum t =2720^0$ С.

Звідси $K=(160+340) : 0,18 \cdot 2720 = 1,06$.

$$Y=5,8 \cdot 150 + (313,5 \cdot 1,06) - 350,3 = 333,2 \text{ ц/га.}$$

Розрахунок ресурсної врожайності проводимо за нормативною окупністю врожаю буряків виражених у центнерах з гектара одного балу родючості ґрунту (2,0 – 4,5), тони гною (1,0 – 2,5), мінеральних добрив NPK внесених в оптимальні строки (20 -80). Нормативи встановлюємо на основі результатів дослідів і узагальнень багаторічних спостережень агрономічною лабораторією. Отже, при бонітеті ґрунту 80, внесенні 40 тон гною і 5 ц/га азоту, фосфору і калію ресурсна врожайність коренеплодів при оптимальній окупності буде становити:

$$80 \cdot 3,5 + 40 \cdot 2,5 + 5 \cdot 60 = 525 \text{ ц/га.}$$

Приймаємо розрахункову врожайність 500 ц/га.

1.4. Аналіз очисних механізмів

Одним з найвідоміших і найпоширеніших у світі способів відокремлення коренів від домішок є розділення за фрикційними властивостями. У фрикційних очисниках, для розділення компонентів використовується різниця коефіцієнтів тертя коренів і домішок. Але повного відокремлення на них добитись неможливо, оскільки варіаційні криві коефіцієнтів тертя в більшості випадків перекриваються [11]. Перевагою цих сепараторів є те, що на них очистка коренеплодів відбувається з мінімальним пошкодженням. Основними варіантами таких сепараторів є поздовжня і поперечна гірки, фрикційний барабан, скочуючий лоток. Дослідженнями цих типів сепараторів займалися, як вітчизняні, так і закордонні вчені (Росія, Білорусь, Німеччина і т.д.). Вони дослідили, що оптимальним кутом нахилу транспортера до горизонту є кут $15-22^{\circ}$. Якщо ворох містить велику кількість грудок, то доцільно встановлювати його під кутом $20-30^{\circ}$. Дослідження показала, що розділююча здатність поперечної гірки вища, ніж поздовжньої. Поздовжня гірка з домішками може виносить до 50% коренів, а поперечна тільки 25%.

При відокремленні домішок на скочуючому лотку встановлена не висока сепаруюча здатність, оскільки в даному випадку дальність польоту мало в чому відрізняється. Більш ефективною виявилася фрикційна скочуюча гірка у вигляді гвинтової змійки-сепаратора, але вона досить громіздка, потребує значного перепаду висот і не пристосована до роботи в мобільних машинах [14].

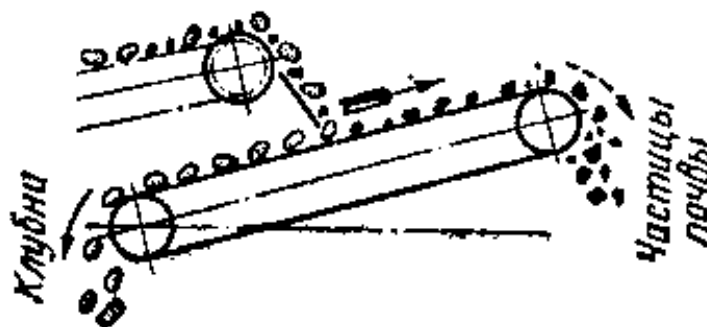


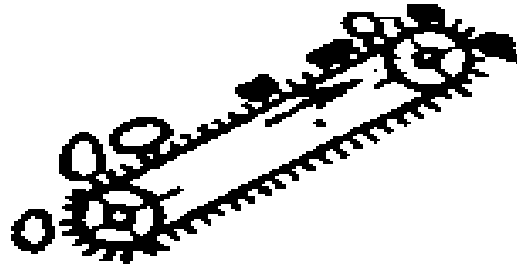
Рисунок 1.4 -. Поздовжня гірка

У поздовжньої гірки (рис. 1.4) відокремлені фракції рухаються вздовж поступального руху стрічкового транспортеру. Якщо напрямок руху стрічки і вороху співпадає, то такі гірки називаються прямоточні. Якщо стрічка рухається назустріч вороху, то такі гірки називаються потиточними. Поздовжня гірка при нахилі на кут 10° дає чистоту вороху близько 60%.

Оптимальним кутом нахилу є кут 19° , а лінійна швидкість переміщення полотна 0,5-0,6 м/с. Але із збільшенням ухилу і подачі, розділяюча здатність сепаратора погіршується (більше домішок залишається в воросі), а з збільшенням швидкості збільшуються втрати коренеплодів разом з домішками. На поперечних гірках першими скочуються коренеплоди і круглі домішки. Тобто одна з фракцій рухається поперек вороху. Рослинні рештки і грудки неправильної форми (їх більша кількість) виносяться за межі робочої зони. Погіршення якості очистки також пов'язане із збільшенням засміченості вороху. Гірки ефективно відділяють з вороху плоскі і багатогранні тіла (до тіл такої форми можна віднести грудки і камінці. При

наявності великої кількості дрібного ґрунту, розділююча здатність цих гірок становить всього 40% [79, 90].

При роботі поздовжньої гірки у вологих умовах робоча поверхня забивається ґрунтом, а отже погіршується її робота. Для запобігання



залипання пропонується встановлювати гірки із взаємодією поверхонь [9]. При цьому встановлюють дві гірки з протилежним їх нахилом. Але нахил першої гірки приймають за умови, щоб жодний корінь не було винесено вверх, а друга гірка – щоб домішки не попадали вниз. Розділююча здатність, згідно математичної моделі, досягає 94,51% при нахилі другого транспортера на кут близько 37° і лінійних швидкостях руху полотна відповідно 0,984 і 0,883 м/с. При господарчих випробуваннях при продуктивності 6-8,5 кг/м·с розділююча здатність складає 78,4-95,2% при втратах 0,3-0,8%.

Рисунок 1.5 - Пальчаста гірка

Різновидом подібних сепараторів є пальчаста гірка (рис. 1.5) або комбінація пальчастих гірок, одна з якої більш крутіше нахилена за іншу, крім того в зону подачі вороху направляють потік повітря від вентилятора.

Напрямок руху полотна гірки протилежний напрямку технологічного процесу. На цьому сепараторі при подачі вороху дрібні ґрунтові і рослинні домішки видаляються повітряним потоком, великі грудки видаляються на більш пологій ділянці, а домішки з розмірно-ваговими характеристиками подібними до коренеплодів – на більш крутішій ділянці. Якість роботи даних сепараторів значно погіршується із збільшенням вологості подаючого матеріалу.

Зинов'євим Ю.І. проводились дослідження сепаруючого конуса, відокремлення домішок в якому відбувається на основі різних значень

коефіцієнтів тертя кочення і тертя ковзання. Налаштування сепаруючого конуса на граничний кут тертя кочення можливе зміною колової швидкості конуса або зміною початкової швидкості тіл. Суміш розподілялась на два потоки: потік коренеплодів і потік домішок. При забрудненості суміші близько 50% від маси коренеплодів правильно відділилось 82-90% домішок, при цьому в потік домішок попадає до 18% коренів. Але характерним є те, що помилково відокремленні корені мали сильно витягнуту форму. При цьому отримані результати показують, що показник ефективності досягає значення 0,4...0,5, а затрати робочого часу, що характерні для ручного перебирання, скорочуються на 40-50%.

Відокремлення складових вороху можна досягти за допомогою сепаратора, який складається з транспортера-живильника, барабана, двоскатного розподільника потоку і транспортерів бульб і домішок. Для покращення якості роботи сепаратора, на вершині двоскатного розподільника встановлено прогумований валець, який обертається приводом у напрямку, протилежному напрямку обертання відокремлюючого барабану. Для видалення з поверхні прогумованого вальця налиплого ґрунту на розділювачі потоку встановлюється очищувальний щиток.

Отже, із вище наведеного випливає, що фрикційний сепаратор, як окремий робочий орган для роботи в мобільному збиральному агрегаті малоефективний, але може бути ефективно застосований на кінцевій стадії очистки. До істотних недоліків слід віднести низьку сепаруючу здатність вологого (при вологості вороху 25-27,5% сепарація взагалі не відбувається) і важкого ґрунтів, великих грудок і при значній кількості рослинних домішок [6]

Проводились дослідження сепаратора в вигляді ковшового барабану. Він складається з ковшового барабану, відбивача, пальчастого полотна. Тіло захоплюється ківшем і переміщується по коловій траєкторії. За певного значення кута повороту тіло починає випадати. Різниця в значеннях кута

тертя дозволяє стверджувати, що кути початку падіння для коренів і каміння або грудок будуть різні. Після випадання з ківша, коренеплоди і домішки попадають у відповідні зони на пальчастому сепараторі, яким вони виносяться за межі робочої зони сепаратора. Експериментально встановлено, що ківшові барабани працюють більш ефективно ніж гірки у вигляді стрічкових транспортерів. Особливо це відчутно при роботі на ґрунтах засмічених камінням. Загальне пошкодження коренів за вагою досягає 2-7%. В цих же умовах інші робочі органи показали загальні пошкодження 1,1-6,8%. Але при підвищенні вологості вороху до 28,2% процес сепарації фактично припиняється. До істотних недоліків цієї конструкції можна віднести те, що при експлуатації спостерігається швидке спрацювання пруткових елементів сепаратора.

Розглянемо сепаратори коренів, які діють за іншими ознаками. В сепараторах, робота яких відбувається під дією сили інерції сепаруючих барабанів, будь-яку дію на масу вороху можна отримати при зміні числа обертів барабана. Але параметри приймають такими, щоб виключити негативну дію на коренеплоди статичного навантаження. Наведемо кілька приклади таких сепараторів.

Сепаратор з похилим роликівим барабаном діаметром 400 мм і довжиною 1500 мм, передня частина якого вирізана з можливістю легкого входження в ґрунт. На барабані розміщені вирізи в шаховому порядку, а на внутрішній поверхні барабана знаходиться спіраль з кроком 250 мм і висотою 90 мм. В даному випадку істотним недоліком є те, що діють незначна осьова швидкість, а збільшення її за рахунок збільшення числа обертів не приносить бажаного результату.

Для барабанних сепараторів, в яких дрібні домішки, що пройшли верхню просіваючу поверхню, накопичуються в середині барабану, інтенсифікація процесу досягається збільшенням діаметру барабану і розміщення прутків не паралельно вісі барабану, а під кутом до неї. При

цьому найбільший ефект досягається при чергуванні напрямку нахилу. Для виділення ґрунту, що накопичується в середині барабану, встановлюють транспортуючі шнеки або прутки виготовляють у вигляді вальців, що обертаються [7].

Для збільшення осьової швидкості пропонувалось замість спіральної навивки розмістити скребковий транспортер. При цьому відцентрове прискорення повинно бути більш ніж прискорення вільного падіння. При цьому маса вороху всередині барабана починає рухатись разом з ним. Коли частинка і рештки піднімаються до третього квадранта і зустрічаються із скребками транспортера поздовжнього переміщення маси, внаслідок відсутності відносного руху на високих швидкостях маса утворює так званий "товстостінний циліндр". Процес сепарації ґрунтових домішок характеризується руйнуванням однорідного шару ґрунту, що подається на сепаруючі робочі органи бурякозбиральних машин і просіванням частинок крізь зазори. Просівання можливе за умови, коли розмір частинок менший ніж розмір зазорів робочих органів сепаратора. Руйнування шару ґрунту на дрібні частинки протікає краще на ґрунтах з оптимальною вологістю, особливо на піщаних і супіщаних. Глинисті і суглинисті ґрунти характеризуються тим, що при підвищеній або пониженій вологості утворюються міцні земляні грудки.

Найбільш поширеним сепаратором просіваючого типу є прутковий сепаратор, який складається із двох ведучих ланцюгів, між якими розміщені прутки (рис. 1.6). Цей тип сепараторів відзначається простотою конструкції, і можливістю транспортувати ворох під максимальним кутом до горизонту в 25° . Вони добре працюють на легких і середніх ґрунтах за помірної їх вологості.

Зниження ефективності сепарації при підвищеній вологості ґрунту (більше 26%) відбувається внаслідок підвищення липкості ґрунту, яка в значній мірі залежить від вологості ґрунту, а на ґрунтах з пониженою

вологістю (до 15%) – зростає щільності грудок. Сепарація ґрунту збільшується із зростанням його щільності. Ткачов Н.Т. встановив, що збільшення швидкості пруткового елеватора по різному впливає на сепарацію ґрунту з різною вологістю. Сепарація вологого ґрунту (28-29%) безперервно зростає із збільшенням швидкості пруткового елеватора. Але швидкість можливо збільшувати до певної межі, після якої сепарація зовсім припиняється. Так за вологості ґрунту 15-23% зростає ефективність сепарації при зростанні лінійної швидкості транспортера до 2,3 м/с. Після досягнення швидкості 2,3 м/с зростання сепарації припиняється.

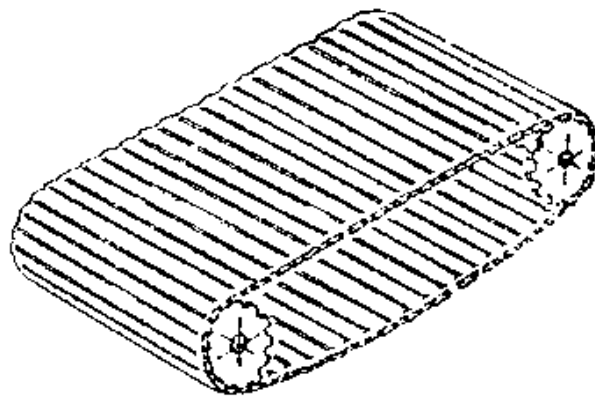
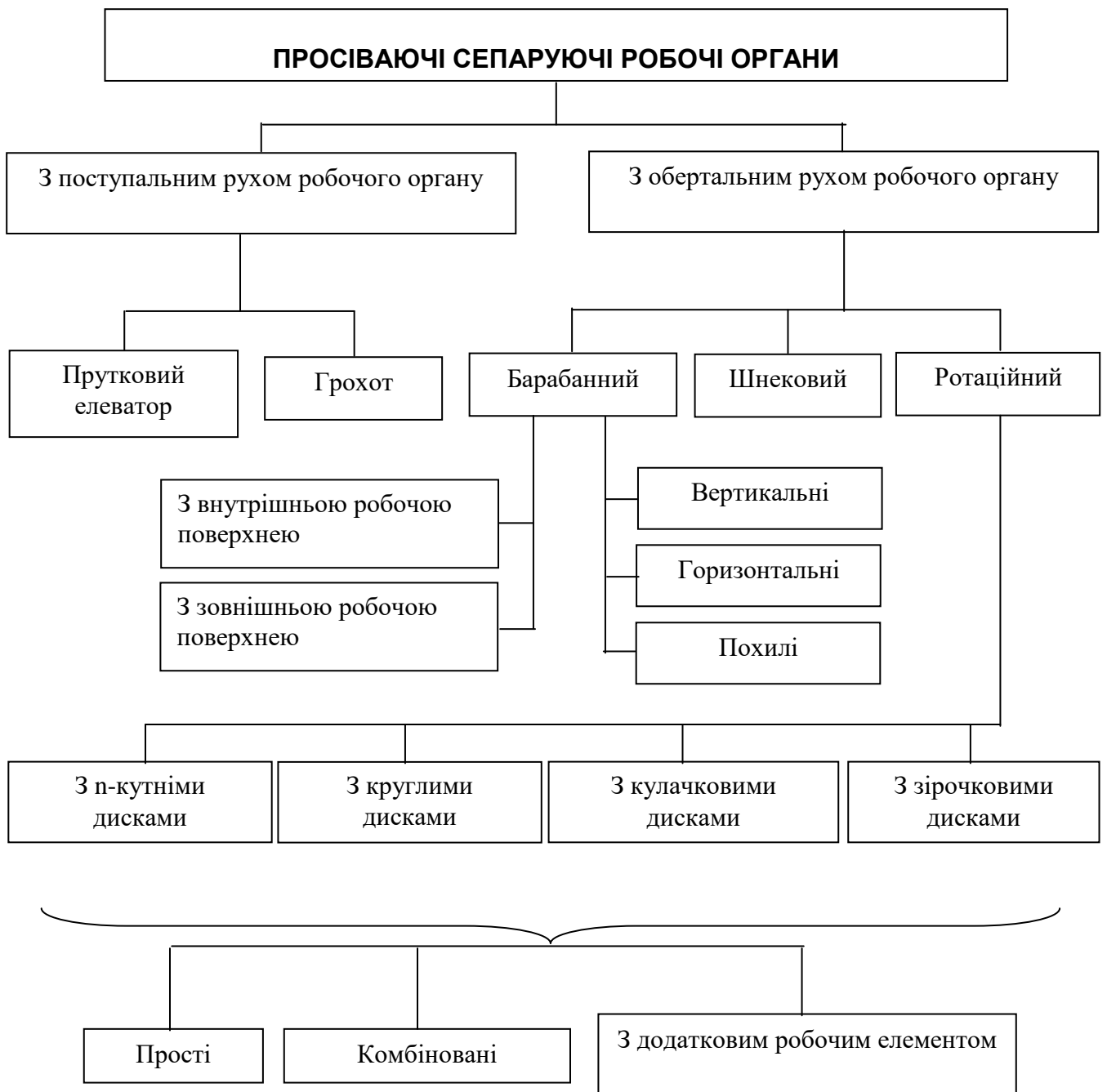


Рисунок 1.6 - Прутковий елеватор

Для підвищення сепарації вороху пруткові елеватори обладнують струшувачами полотна. Як встановлено дослідженнями, застосування таких струшувачів на пруткових елеваторах дозволяє підвищити ефективність сепарації на 10-15%. У більшості випадків застосовують струшувачі періодичної дії, а саме еліптичного виду. Запропоновано струшувач, який складається з кулачка, підтримуючого ролика, струшувального ролика і вісі повороту. При роботі кулачки набігають на ролики, за рахунок чого відбувається струшування елеватора за всією його довжиною. Після сходу кулачку робоча вітка транспортера опускається до рівня, який визначається положенням кулачка, а амплітуду змінюють зміною положення вісі. Внаслідок проведеного дослідження встановлено, що кількість ґрунту, що сходить з сепаратора в 1,3 рази менша, в порівнянні з еліптичними струшувачами, а травмування коренеплодів менша в 1,5-2 рази. Це призводить у цілому до покращення якісних показників роботи і продуктивності коренезбиральних машини.

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Технологічний розрахунок затрат на збирання цукрового буряка трактором МТЗ-82 і комбайном КБ-2

Вихідні дані для розрахунку операції збирання кормових буряків:

- площа поля - $F = 90$ га;
- довжина гонів - $L = 1000$ м;
- ширина поля - $v_n = 135$ м;
- нахил поля - $i = 2\%$;

агрегат: трактор МТЗ-82 і комбайном КБ-2;

- врожайність - 800 ц/га.
- норма внесення органічних добрив - 30 т/га.
- норма внесення мінеральних добрив (NPK)- 500 кг/га.

2.1.1. Розрахунок складу агрегату

Визначаємо допустиму швидкість руху агрегату за швидкістю зрізання гички за формулою:

$$v_p = \frac{3,6q}{R_c \cdot B_p}, \quad (2.1)$$

де q – секундна продуктивність різального апарату, згідно даних $q = 500 \dots 800$ стебел/с, приймаємо $q = 600$ стебел/с;

A - кількість буряків на 1 м^2 . Показник A може коливатися в межах від $18 \dots 25$ штук, приймаємо $A = 22$ шт.;

n - кількість пагонів коренеплоду $n = 10 \dots 15$, приймаємо $n = 12$;

B_p - робоча ширина захвату апарату $0,9$ м.

$$A_c = A n = 22 \cdot 12 = 264 \text{ шт/м}^2.$$

Підставляємо числові значення в (2.1), отримаємо:

$$v_p = \frac{3,6 * 600}{264 * 0,9} = 9,9 \text{ км/год.}$$

Приймаємо 9,9 км/год, оскільки розрахункова швидкість входить у проміжок допустимих швидкостей роботи агрегату згідно [7] $v_p = 6...12$ км/год.

Враховуючи технічні можливості комбайна вибираємо другу передачу трактора, швидкість на якій становить – 9,6 км/год.

Перевіряємо можливість роботи агрегату з швидкістю 9,6 км/год за допустимим навантаженням двигуна трактора. Необхідну ефективну потужність двигуна трактора розраховуємо за формулою:

$$N_e = \frac{(R_m + R_{mp}) \cdot v_p}{3,6}, \quad (2.2)$$

де R_m - тяговий опір комбайна, H ;

R_{mp} - опір на перекочування трактора, H ;

v_p - робоча швидкість агрегату 9,6 км/год.

Визначаємо тяговий опір комбайна:

$$R_m = R\lambda x + \frac{N}{v_p \cdot \eta_n}, \quad (2.3)$$

де N – потужність, яка затрачається на привід різального апарату комбайна:

$$N = (N_1 + N_2) \cdot C_p, \quad (2.4)$$

де N_1 – потужність, яка затрачається на зрізування гички буряків;

N_2 – потужність, яка затрачається на транспортування гички буряків;

C_p – поправочний коефіцієнт дорівнює 2,75.

$$N_1 = \pi D^\alpha q i B v_m, \quad (2.5)$$

де D – 0,14 м середній діаметр коренеплоду

$q - 1,5 \dots 4,5$ кН/м питомий опір підкопування;

$i - 18-25$ ш/м² – густота насаджень коренеплодів;

B – ширина захвату комбайна дорівнює 0,9 м.

v_m - швидкість руху комбайна дорівнює 2,7 м/с.

Отже,

$$N_1 = 3,14 \cdot 0,14^2 \cdot 3 \cdot 22 \cdot 2,7 \cdot 0,9 : 4 = 2,5 \text{ кВт.}$$

$$N_2 = B v_m \cdot v_n^2 A : 2, \quad (2.6)$$

де v_n - швидкість шнека дорівнює 10,2 м/с;

A_g - врожайність гички становить 5 кг/м².

$$N_2 = 0,9 \cdot 2,7^2 \cdot 5 / 2 = 0,49 \text{ кВт,}$$

$$N = (2,5 + 0,49) \cdot 2,75 = 3,8 \text{ кВт,}$$

η_n – ККД передачі потужності згідно [8] $\eta_n = 0,85 \dots 0,92$, приймаємо $\eta_n = 0,90$;

R_{xx} – опір коченню машини при холостому русі.

$$R_{xx} = kB + G_T \frac{i}{100}; \quad (2.7)$$

де k – питомий тяговий опір машини, $k = 1,56$ кН/м;

i – ухил поля, $i = 2\%$;

G_T – вага трактора, $G_T = 17,7$ кН;

G_M – вага машини, $G_M = 12$ кН.

$$G = G_T + G_M, \quad (2.8)$$

$$R_{xx} = 1,56 \cdot 2,7 + 29,7 \frac{2}{100} = 4,2 + 0,96 = 4,79 \text{ кН.}$$

Підставивши числові значення у (2.7) отримаємо

$$R_m = 4,8 + \frac{3,38}{9,6 \cdot 0,9} = 5,19 \text{ кН.}$$

Визначаємо опір кочення агрегату

$$R_m = G_m \left(f + \frac{i}{100} \right), \quad (2.9)$$

де G – вага агрегату, $G=29,7$ кН;

f – питомий опір кочення агрегату, згідно [6] $f=0,08\dots 0,12$ приймаємо $f=0,1$.

Підставивши числові значення в (2.9) отримаємо,

$$R_m = 29,7 \left(0,1 + \frac{2}{100} \right) = 3,56 \text{ кН.}$$

Згідно (2.6) необхідна ефективна потужність двигуна трактора становитиме

$$N_e \frac{(5,2 + 3,56) \cdot 9,6}{3,6} = 23,3 \text{ кВт.}$$

Визначаємо коефіцієнт використання потужності двигуна трактора

$$\eta = \frac{N_e}{N_{en}}, \quad (2.10)$$

де N_{en} – номінальна потужність двигуна трактора, згідно табл. 1.4 [6] $N_{en}=58,9$ кВт отже

$$P = \frac{23,3}{58,9} = 0,39.$$

Як бачимо з даних розрахунків, трактор на другій передачі навантажений недостатньо, проте збільшити робочу швидкість є недоцільним, так як відразу почне погіршуватись якість збирання гички.

Тому всі наступні розрахунки проводимо на цій передачі при швидкості $V=9,6$ км/год.

2.1.2 Підготовка поля до роботи

Визначаємо кінематичні параметри агрегату і показники використання робочих і холостих ходів.

Згідно [2] вибираємо гоновий спосіб руху з петлевими і безпетлевими поворотами в кінці загінки та холостими переїздами на них.

Коефіцієнт робочих ходів при збиранні гички згідно рекомендацій [6] визначаємо за формулою:

$$\varphi = \frac{S_p}{S_p + S_x}, \quad (2.11)$$

де S_p – загальна довжина робочих ходів у загінці;

S_x – загальна довжина холостих переїздів на поворотах.

Визначаємо загальну довжину робочих ходів:

$$S_p = L_p \frac{b_n}{B_m}, \quad (2.12)$$

де L_p – довжина робочого ходу агрегату;

b_n – ширина поля, $b_n=270$ м;

B_m – робоча ширина захвату машини, $B_m=0,9$.

Визначаємо довжину робочого ходу агрегату

$$L_p = L - 2E, \quad (2.13)$$

де L – робоча довжина поля, $L=1000$ м;

E – ширина поворотної смуги.

$$E = 2,8R_0 + l + d_k, \quad (2.14)$$

де R_0 – мінімальний радіус повороту агрегату згідно табл. 140 [6]
 $R_0=4\text{м}$;

l – відстань на яку необхідно пересунути агрегат до контрольної лінії поворотної смуги перед початком і в кінці гону.

$$l=0,5(l_T+l_M), \quad (2.15)$$

де l_T і l_M – кінематична довжина відповідно трактора і комбайна;

d_k – відстань від повздовжньої осі агрегату, яка проходить через кінематичний центр до найбільш віддаленої від неї точки агрегату, яка дорівнює 1,3 м.

Тоді згідно (2.8) отримаємо:

$$E = 2,8 \cdot 4 + 2,6 + 1,35 = 15,1 \text{ м.}$$

Відповідно з (2.13) отримаємо:

$$L_p = 1000 - 2 \cdot 15,1 = 970 \text{ м.}$$

Підставивши числові значення в рівняння (2.16) отримаємо:

$$S_p = 970 \frac{270}{0,9} = 291000 \text{ м.}$$

Визначаємо загальну довжину петлевих і безпетлевих холостих переїздів на поворотах у загілці:

$$S_x = L_{xn} \cdot n_{xn} + L_{x\sigma} \cdot n_{x\sigma}, \quad (2.16)$$

де l_{xn} – довжина петлевих холостих поворотів;

$l_{x\sigma}$ – довжина безпетлевих холостих поворотів;

n_{xn} – кількість холостих петлевих поворотів;

$n_{x\sigma}$ – кількість холостих безпетлевих поворотів.

$$l_{xn} = (4,6 \dots 4,8)R_0 + 2l;$$

$$l_{x\sigma} = (1,5 \dots 2,0)R_0 + 2l + x_n; \quad (2.17)$$

приймаємо

$$l_{xn} = 4,6 \cdot 4 + 2 \cdot 0,9 = 20,2 \text{ м};$$

$$l_{x\bar{o}} = 1,5 \cdot 4 + 2 \cdot 0,9 + 10 = 17,8 \text{ м.}$$

де x_n – довжина прямолінійної ділянки безпетлевого повороту $x_n = 10 \text{ м}$
[6].

Згідно таблиці 1.42 [6] визначаємо кількість петлевих і безпетлевих поворотів:

$$n_{xn} = \frac{2R_0}{B_p} - 1; \quad n_{x\bar{o}} = \frac{L - 2R_0}{B_p}. \quad (2.18)$$

Підставивши числові значення отримаємо:

$$n_{xn} = \frac{2 \cdot 4}{0,9} - 1 = 7,9; \quad n_{x\bar{o}} = \frac{270 - 2 \cdot 4}{0,9} = 261.$$

Згідно (2.16) отримаємо:

$$S_x = 20,2 \cdot 7,9 + 17,8 \cdot 261 = 4805 \text{ м.}$$

У відповідності з формулою (2.11) коефіцієнт робочих ходів становитиме:

$$\varphi = \frac{291000}{291000 + 4805} = 0,98.$$

2.1.3 Організація роботи агрегату в загоні

Визначаємо змінну продуктивність агрегату за формулою:

$$W_{zm} = 0,1 B_p \cdot v_p \cdot T_{zm} \cdot \tau_{zm}, \quad (2.19)$$

де T_{zm} – приймаємо тривалість зміни, $T_{zm} = 7 \text{ год}$;

τ_{zm} – коефіцієнт використання часу зміни.

Визначаємо коефіцієнт використання часу зміни:

$$\tau_{zm} = \frac{T_p}{T_{zm}}, \quad (2.20)$$

де T_p – основний робочий час.

Основний робочий час визначаємо із рівняння балансу часу зміни:

$$T_p = T_{зм} - (T_{нс} + T_{во} + T_{обс} + T_{омн}), \quad (2.21)$$

де $T_{нс}$ – час виконання постійних підготовчих і заключних робіт;

$T_{во}$ – допоміжний час;

$T_{обс}$ – час організаційно-технологічного обслуговування агрегату в заїнці;

$T_{омн}$ – час регламентованих перерв на відпочинок і особисті потреби обслуговуючого персоналу.

Визначаємо час виконання постійних підготовчих і заключних робіт:

$$T_{нс} = T_{емо} + T_{nn} + T_{лн} + T_{ннк}, \quad (2.22)$$

де $T_{емо}$ – затрати часу на щоденне технічне обслуговування трактора і машини згідно [6],

$$T_{емо} = 18 + 10 = 28 \text{ хв} = 0,46 \text{ год};$$

T_{nn} – затрати часу на підготовку агрегату до переїзду згідно [6],

$$T_{nn} = 3 \text{ хв} = 0,05 \text{ год};$$

$T_{лн}$ – затрати часу на одержання наряду здачі роботи $T_{лн} = 0,1 \text{ год}$ [6];

$T_{ннк}$ – затрати часу на переїзди на початку і в кінці заїнки,

$$T_{ннк} = 18 \text{ хв} = 0,3 \text{ год}.$$

Тоді згідно з формулою (2.26) отримаємо:

$$T_{нс} = 0,46 + 0,5 + 0,1 + 0,3 = 0,91 \text{ год}.$$

Визначаємо допоміжний час:

$$T_{вс} = T_{нов} + T_{мс} + T_{пер}, \quad (2.23)$$

де $T_{нов}$ – затрати часу на холості переїзди на поворотах, $T_{нов}=0,45$ год [6];

$T_{мс}$ – затрати часу на заправку, $T_{мс}=0$ год;

$T_{пер}$ – затрати часу на переїзди, $T_{пер}=0$ год [6].

Відповідно формули (2.23) отримаємо $T_{вс}=0,45$ год.

Визначаємо час організаційно-технічного обслуговування в загоні:

$$T_{обс} = T_{оч} + T_{як} + T_{рег} + T_{мех} \quad (2.24)$$

де $T_{оч}$ – затрати часу на очистку робочих оргнів машини, $T_{оч}=0,18$ год;

$T_{як}$ – затрати часу на перевірку якості роботи машини, $T_{як}=0,16$ год;

$T_{рег}$ – затрати часу на технічне регулювання машини, $T_{рег}=0,45$ год;

$T_{мех}$ – затрати часу на регулювання, $T_{мех}=0$ год.

Згідно (2.20) отримаємо:

$$T_{обс} = 0,18 + 0,16 = 0,34 \text{ год.}$$

Визначаємо затрати часу на регламентовані перерви, на відпочинок і власні потреби обслуговуючого персоналу:

$$T_{отл} = T_{рег} + T_{л} = 0,45 + 0,20 = 0,65 \text{ год,}$$

де $T_{рег}$ і $T_{л}$ – відповідно регламентований час перерв на відпочинок і власні потреби обслуговуючого персоналу.

Підставляючи числові значення в формулу (2.21) отримаємо:

$$T_p = 7 \cdot (0,91 + 0,45 + 0,34 + 0,65) = 4,65 \text{ год.}$$

Тоді коефіцієнт використання часу зміни становить:

$$\tau_{зм} = \frac{4,65}{7} = 0,66.$$

Відповідно (2.19) змінна продуктивність становитиме:

$$W_{3M}=0,1 \cdot 0,9 \cdot 9,6 \cdot 7 \cdot 0,66=4,03 \text{ га/3м.}$$

Визначаємо затрати праці на одиницю роботи згідно [6] за формулою:

$$H = \frac{m \cdot T_{3M}}{W_{3M}}, \quad (2.25)$$

де m – кількість працівників, що обслуговують агрегат, $m=1$.

Тоді згідно (2.25) отримаємо

$$H = \frac{1 \cdot 7}{4,03} = 1,74 \text{ люд.год./га.}$$

2.1.4 Експлуатаційні затрати при роботі гичкозбирального агрегату

Визначаємо експлуатаційні затрати на одиницю виконаної роботи:

$$S_0 = \Sigma S_a + \Sigma S_p + S_n + S_z, \quad (2.26)$$

де ΣS_a – сума амортизаційних відрахувань на всі машини в агрегаті;

ΣS_p - сума відрахувань на ремонт машин і трактора;

S_n – відрахування на паливо мастильні матеріали;

S_z – відрахування на заробітну плату.

Амортизаційні відрахування визначаємо за формулою:

$$\Sigma S_a = S_{am} + S_{am}, \quad (2.27)$$

де S_{am} – амортизаційні відрахування на трактор;

S_{am} - амортизаційні відрахування на машину.

$$S_a = \frac{(a' + a'') \cdot B}{T_p \cdot W_{год} \cdot 100}, \quad (2.28)$$

де B – балансова вартість трактора і машини відповідно $B_m=850000$ грн і $B_{\text{м}}=218000$ грн.;

a' і a'' - амортизаційні відрахування на реновацію і капремонт для трактора і машини відповідно $a'=16,6\%$ і $a''=2,7\%$;

T_p – річний виробіток для трактора і машини відповідно $T_{pm}=1800$ год і $T_{pm}=800$ год;

$W_{\text{год}}$ - годинна продуктивність агрегату згідно [6]:

$$W_{\text{год}} = \frac{W_{\text{зм}}}{T_{\text{зм}}} = \frac{4,03}{7} = 0,58 \text{га} / \text{год}.$$

Тоді згідно (2.28) отримаємо для трактора:

$$S_{\text{ам}} = \frac{(16,6 + 2,7) \cdot 850000}{1800 \cdot 0,58 \cdot 100} = 157,1 \text{грн} / \text{га}.$$

Для машини:

$$S_{\text{ам}} = \frac{16,6 \cdot 218000}{800 \cdot 0,58 \cdot 100} = 77,9 \text{грн} / \text{га}.$$

Відповідно з (2.31) отримаємо

$$\Sigma S_a = 157,1 + 77,9 = 234 \text{грн} / \text{га}.$$

Витрати на ремонт

$$\Sigma S_p = S_{pm} + S_{pm}, \quad (2.29)$$

де S_{pm} і S_{pm} – витрати відповідно на ремонт трактора і машини.

Витрати на ремонт визначаємо за формулою:

$$S_a = \frac{(a_p + a_m) \cdot B}{T_p \cdot W_{\text{год}} \cdot 100}, \quad (2.30)$$

де a_p і a_m – відрахування на ремонт для трактора ($a_p+a_m=13\%$) і машини ($a_p+a_m=12\%$).

Тоді згідно формули (2.30) відрахування на ремонт становитимуть:

$$\text{для трактора } S_{pm} = \frac{13 \cdot 850000}{1800 \cdot 0,58 \cdot 100} = 105,8 \text{ грн/га},$$

$$\text{для машини } S_{pm} = \frac{12 \cdot 218000}{800 \cdot 0,58 \cdot 100} = 56,3 \text{ грн/га}.$$

Загальні затрати на ремонт становитимуть:

$$\Sigma S_p = 105,8 + 56,3 = 162,1 \text{ грн/га}.$$

Витрати на паливо і мастильні матеріали:

$$S_n = e \Theta, \quad (2.31)$$

де e – комплексна ціна палива $e=40$ грн.

Θ - норма витрат палива на одиницю роботи:

$$\Theta = \frac{G_n \cdot k}{W_{год}}, \quad (2.32)$$

де G_n – годинна витрата палива становить 5,2 кг/год;

k – коефіцієнт, який враховує неповне завантаження двигуна трактора, а також роботу агрегату на поворотах і зупинках згідно [6] $k=0,85$.

Тоді згідно формули (2.32) отримаємо:

$$\Theta = \frac{5,2 \cdot 0,85}{0,58} = 7,6 \text{ кг/га}.$$

Витрати палива становитимуть:

$$S_0 = 40 \cdot 7,6 = 208 \text{ грн/га}.$$

Визначаємо основну заробітну плату механізатора за зміну виробітку:

$$S_0 = m \cdot f,$$

де m – кількість механізаторів, що обслуговують агрегат;

f – денний тарифний оклад тракториста, $f = 800$ грн.

$$S_0 = 1 \cdot 800 = 800 \text{ грн.}$$

Загальні затрати заробітної плати на одиницю роботи [6]:

$$S_3 = \frac{(S_0 + S_{\text{надб}}) \cdot f_d}{W_{3M}}, \quad (2.33)$$

де f_d – коефіцієнт, який враховує нарахування на заробітну плату, $f_d = 1,094$ [6];

$S_{\text{надб}}$ – надбавка за класність, якість виконання роботи, стаж і т.д.

$$S_{\text{надб}} = 0,15 \cdot S_0 = 0,15 \cdot 800 = 120 \text{ грн.}$$

Згідно (2.37) отримаємо:

$$S_3 = \frac{(800 + 120) \cdot 1,094}{4,03} = 249,7 \text{ грн/га.}$$

Загальні експлуатаційні затрати на одиницю роботи становитимуть:

$$S_0 = 234 + 208 + 162,1 + 249,7 = 853,8 \text{ грн/га.}$$

Визначаємо питомі приведені затрати:

$$S_{np} = S_0 + \frac{E_k}{W_{30d}} \left(\frac{B_m}{T_{pm}} + \frac{B_m}{T_{pm}} \right), \quad (2.34)$$

де E_k – коефіцієнт ефективності капіталовкладень, $E_k = 0,15$.

$$S_{np} = 853,8 + \frac{0,15}{0,58} \left(\frac{850000}{1800} + \frac{218000}{800} \right) = 1046,4 \text{ грн/га.}$$

Аналогічним методом проводять розрахунки всіх операцій. Дані розрахунків операційної карти заносимо в технологічну карту.

2. 2. Розрахунок рядка технологічної карти збирання цукрового буряка

В агрофірмі робоча зміна триває 7 годин, для збирання буряків використовуємо агрегат, що складається з трактора МТЗ-82 і комбайна КБ-2. Обслуговує цей агрегат 1 тракторист-машиніст. Змінна норма виробітку агрегату 4,03 га. Норма витрат палива на одиницю роботи – 5,2 кг/га. Необхідну кількість агрегатів для виконання всього обсягу робіт розраховуємо за формулою:

$$n = \frac{\Omega}{W_{зм} \cdot n_3 \cdot D_p}, \quad (2.35)$$

де n – необхідна кількість агрегатів;

$W_{зм}$ – змінна продуктивність агрегату, *га/зм*;

n_3 – кількість змін;

D_p – агротехнічна тривалість виконання операції, *днів*.

$$n = \frac{27}{4,03 \cdot 1 \cdot 30} = 0,22 \approx 1 \text{ агрегатів.}$$

Необхідну кількість трактористів-машиністів і допоміжних працівників знаходимо за формулою:

$$K_{mp} = n = 1 \text{ тракторист-машиніст.}$$

Потрібну кількість пального для виконання всього обсягу робіт визначаємо за формулою:

$$\sigma_{\Omega} = Q \cdot \Omega, \quad (2.36)$$

де σ_{Ω} - необхідна кількість палива для виконання всього обсягу робіт,
кг;

$$\sigma_{\Omega}=5,2 \cdot 27=140,4 \text{ кг.}$$

Кількість нормозмін розраховуємо за формулою:

$$H_{зм} = \frac{\Omega}{T_{зм} \cdot n_{зм} \cdot W_{год}} = \frac{27}{7 \cdot 1 \cdot 0,58} = 6,65 \text{ змін,} \quad (2.37)$$

Затрати праці на весь обсяг робіт:

$$Z_n = T_{зм} \cdot n_{зм} (K_{тр} + K_{доп}) \cdot H_{зм}, \quad (2.38)$$

де $K_{тр}$ – кількість трактористів-машиністів, *чол.*;

$K_{доп}$ – кількість допоміжних працівників, *чол.*

$$Z_n = 7 \cdot 1 \cdot (1+0) \cdot 6,65 = 46,55 \text{ люд/год.}$$

2. 3. Розрахунок комплексу машин

Таблиця 2.1- Комплекс машин для виробництва кормових буряків

Назва машини	Марка	Кількість машин у комплексі
1	2	3
Трактори	Т-150	2
	Т-150К	3
	ЮМЗ-6Л	3
	МТЗ-82	6
Луцильник	ППЛ-10-25	2
Навантажувач	ПБ-35	1
Розкидач орг.добрив	ПРТ-10	1
Розкидач мін.добрив	МВУ-0,5	2
Обприскувач	ОН-400	1
Сівалка	ССТ-12Б	1
Культиватор	КПС-4	2
Борони	БЗСС-1	4
Бурякозбиральний комбайн	КБ-2	1
Причіп	2ПТС-4	3
Автомашина	ГАЗ-53	4

Кількість машин необхідних для вирощування і збирання кормових буряків розраховуємо за формулою;

$$n = \frac{\Omega}{W_{зм} \cdot n_{зм} \cdot D_p},$$

де Ω – обсяг робіт, га, т, т.км;

$W_{зм}$ – змінна норма виробітку, га/зм, т/зм, т.км/зм;

$n_{зм}$ – кількість змін;

D_p – кількість робочих днів.

Всі розрахунки заносимо в таблицю 2.1.

2.4. Обґрунтування конструктивної розробки проекту

Запропонована технологія виробництва цукрових буряків передбачає використання в комплексі нового причіпного бурякозбирального комбайна: КБ-2. Він є більш високопродуктивним і дешевим у порівнянні з гичкозбиральними машинами БМ-6А, БМ-6Б, КИР-1,5, і коренезбиральними РКС-6, КС-6А та іншими коренезбиральними машинами, що дає змогу зекономити кошти на закупівлю нової техніки. Агрегатується комбайн з тракторами МТЗ-80, МТЗ-82, МТЗ-100, МТЗ-102, що сприяє, по-перше, економити паливо-мастильні матеріали, по-друге, використання цієї машини дає змогу повніше завантажити трактори даного класу, а вдосконалення доочисного апарату покращить якість отриманої продукції.

Запропоноване вдосконалення передбачає переобладнання гідромотором ГМШ-16 (заміна приводу від ВВП трактора, приводом від гідросистеми трактора), встановлення регулятора тиску на магістралі дасть діапазон швидкостей різання (даний діапазон дасть змогу вибрати оптимальну швидкість осепарації з мінімальними пошкодженнями коренеплодів і їх втратами), встановлення регулятора тиску також дасть змогу уникнути не передбачуваних поломок пов'язаних з заклинюванням робочих елементів машини (підшипники, ножі). Вдосконалення передбачає встановлення вальчастих сепараторів.

Дані вдосконалення дадуть змогу покращити якість очистки коренеплодів, зменшити їх пошкодження і втрати, збільшити ресурс безвідмовної роботи комбайна.

3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1. Призначення і будова

В Україні (ВАТ «ТеКЗ») розроблений, виготовлений і досліджений двохранний причіпний бурякозбиральний комбайн (А.С.СРСР №1822647). Він призначений для збирання коренеплодів і за один прохід виконує такі технологічні операції:

- зрізане гичку;
- розкидає подрібнену гичку по полю на сидиратне добриво, або транспортує у причіп;
- доочищає голови коренеплодів;
- викопує коренеплоди;
- очищає коренеплоди від залишків гички та ґрунту;
- завантажує очищені коренеплоди в бункер з подальшим перевантаженням їх у транспортні засоби.

Комбайн складається з рами 1, на якій в одній площині розташовані гичкозрізальні вертикальні багато західні шнеки 2, торцеві поверхні яких заточені.

При переміщенні комбайна вздовж рядків коренеплодів шнеки, обертаючись зрізають гичку і гвинтовими поверхнями піднімають її та транспортують по передньому щитку в сторону вивантаження на стрічковий транспортер. У випадку попадання на задній щиток гичка по ньому переміщається в протилежну сторону від зони вивантаження і по криволінійному щитку попадає на передній щиток.

З метою розширення технологічних можливостей гичкозбирального механізму, для розкидання зрізаної гички по полі, демонтується передній щиток, а осі шнеків зміщують відносно осей рядків шляхом зміни розташування опорних коліс до шнеків. В цьому випадку зрізана гичка

шнеками переміщується в зону вивантаження і розкидається на зібрану частину поля.

Основним недоліком робочих органів шнекового типу є створення вентиляторного ефекту при роботі, що призводить до підвищеного вмісту землі в зібраній рослинній масі. Для усунення цього недоліку в зоні зрізання гички з кожною неробочою поверхнею спіралі, поверхнею труби з'єднані гвинтові ребра напрямом навивання яких протилежний напрямку навивання спіралей шнека, при чому ширина ребер зменшується по мірі їх зближення з торцем валу.

Таблиця 3.1- Технічна характеристика КБ-2

Показники	Значення
Агрегативання	Під'єднання до трактора МТЗ-80(82)
Габаритні розміри, мм:	
• довжина	3500
• ширина	1350
• висота	2500
Маса, кг	1700
Кількість рядків, шт	2
Ширина міжрядь, мм	450
Кількість обертів ведучого шківa, об/хв.	300...800
Лінійна швидкість гичкоріза, м/с	3,95...10,55
Крок між гичкорізами, мм	450
Висота зрізування гички над рівнем ґрунту, мм	0...140

3.2. Розрахунок параметрів робочих органів очисного механізму

3.2.1. Визначення швидкості руху очисного транспортера

Лінійна швидкість вітки транспортера повинна бути, більшою за швидкість поступання маси коренеплодів на неї. Другою умовою величини швидкості транспортера є значення маси з пальців ротора, тобто протягом часу, за який ротор повернеться на 90^0 , матеріальна точка на поверхні елеватора повинна пройти віддаль не меншу від довжини пальця ротора, що приблизно рівна половині діаметра частинки, тобто має місце нерівність:

$$V_{mp} \times t = \frac{RD}{2}, \quad (3.1)$$

Підставивши значення з формули і з нерівності $\omega \times t = \frac{\pi}{2}$ отримаємо:

$$V_{mp} > \frac{Rn}{30} = \frac{0.5 \times 116.5}{30} = 1.94$$

3.2.2. Розрахунок вала транспортера

Ведучий вал транспортера - це вал круглого перерізу на якому встановлено на шпонках два ролики діаметром 120 мм, котрі приводять транспортер у дію.

Вал обертається на двох шарикопідшипниках. На одному кінці вала на відстані 30 мм від кришки підшипника встановлено зірочку $z = 19$. зірочка встановлена на шпонці і сполучається за допомогою ланцюгової передачі з вихідним валом редуктора на якому встановлено зірочку $z = 15$, і передає обертовий момент на ведучий вал транспортера. На відстані 20 мм від зірочки встановлено на шарикопідшипнику ексцентрик, другий ексцентрик встановлений на іншому кінці вала на відстані 90 мм від кришки підшипника, іншими кінцями ексцентрики прикріплені до пластини привареної до швелерів.

Розрахунок ведучого вала транспортера

Визначення крутного моменту та вибір матеріалу вала.

Загальний крутний момент на валу визначається з умови:

$$T = \frac{N}{\omega}, \quad (3.2)$$

де N – загальна потужність на валу, Вт;

ω - кутова швидкість, c^{-1} .

$$T = \frac{2480}{43.4} = 54.3 .$$

Для виготовлення вала вибираємо сталь 40 за ГОСТ 1050-74; термообробка поліпшення, твердість 192..228HB.

Механічні характеристики сталі:

- приймаючи, що діаметр заготовки не перевищує 80 мм;
- границя міцності при розтягуванні $\sigma_{TOP} = 700\text{МПа}$;
- границя текучості при розтягуванні $\sigma_T = 400\text{МПа}$;
- границя текучості при крученні $\tau = 225\text{МПа}$;
- границя витривалості при згині $\sigma_{.1} = 300\text{МПа}$;
- границя витривалості при крутінні $\tau_{.1} = 180\text{МПа}$.

3.2.3. Розробка конструкції вала.

Діаметр вихідного кінця вала:

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{16T}{\pi[\tau]}}, \quad (3.3)$$

де τ – умовна допустима напруга при крученні: приймаємо $[\tau] \gg 17,5\text{МПа}$.

Тоді

$$P = \frac{N}{\omega}$$

$$n = \frac{\pi n}{30} = \frac{3.14 \times 314}{30} = 32.5$$

$$P = \frac{2480}{32.5} = 76.3\text{Н}$$

$$P_{Elx} = P \times \cos 70 = \frac{76.3}{2} \times 0.342 = 13\text{Н} \quad d_1 = \sqrt[3]{\frac{16 \times 4.08 \times 10^3}{3.14 \times 17.5}} = 23$$

$$P_{Elx} = P_{E5x}$$

$$P_{Ely} = -P \sin 70 = -\frac{76.3}{2} \times 0.9397 = -35.8\text{Н}$$

$$P_{Ely} = P_{E5y}$$

За ГОСТ 12080-66 (табл 9) [7] приймаємо циліндричний кінець вала $d_1 = 25\text{ мм}$, довжиною $l_1 = 75\text{ мм}$. Конструкція вала показана на рис 3.5. на циліндричний кінець вала $d_1 = 25\text{ мм}$ встановлюється зірочка і ексцентрик.

Діаметр наступного відрізка вала:

$$d_2 = d_1 + 2t = 25 + 2 \times 2.5 = 30,$$

де $t = 2.5\text{ мм}$ – висота буртика сусіднього відрізка вала.

Приймаємо $d = 30\text{ мм}$, $l = 70\text{ мм}$.

Діаметр вала на якому встановлюється підшипник:

$$d_3 = d_2 + 2t = 30 + 2 \times 2.5 = 35.$$

Довжина відрізка вала $l=85$ мм.

Діаметр буртика для упору ролика:

$$d_5 = d_4 + 2t = 40 + 2 \times 3.5 = 47.$$

Довжина проміжного відрізка вала $l=480$ мм.

Діаметр і довжина наступного відрізка вала, де також розміщений ролик приймаємо рівним d_4 .

$$d_6 = d_4 = 40 \text{ мм} \quad l_6 = l_4 = 85 \text{ мм},$$

$$d_7 = d_3 = 35 \text{ мм} \quad l_7 = l_3 = 22 \text{ мм}.$$

За ГОСТ 23360-78 [7] вибираємо розміри шпонкових з'єднань для вала $d_1 = 25$ мм шпонка $b + h = 8 \cdot 13$ мм. Глибина паза на валу $t_1 = 8$ мм, у втулці $t_2 = 3.3$ мм; для діаметра $d_4 = 40$ мм шпонка $b + h = 12 \cdot 19$ мм глибина на валу $t_1 = 16$ мм, у втулці $t_2 = 3.3$ мм

Лінійні розміри вала l_l, l_m, l_t, l_n визначаються з ескізної компоновки вала:

$$l_l = 65 \text{ мм}; \quad l_m = 85 \text{ мм}; \quad l_t = 53 \text{ мм}; \quad l_n = 555 \text{ мм}.$$

Попередньо вибираємо для вала кулькові радіальні підшипники – середньої серії ГОСТ 5720-75 з параметрами $d \times D \times B = 35 \times 80 \times 21$ мм [7].

3.2.4. Визначення реакцій в опорах і побудова епюр моментів.

Визначаємо сили які діють на вал.

1. Сила від набігаючої вітки транспортера на кожний ролик.

$$P_{1x.наб} = -P_{наб} \times \cos 20 = -\frac{1430}{2} \times 0.9397 = -671.8 \text{ Н}$$

$$P_{1x.наб} = P_{2x.наб}, \quad (3.4)$$

$$P_{1y.наб} = -P_{наб} \times \sin 20 = -\frac{1430}{2} \times 0.342 = -244.5$$

$$P_{1y.наб} = P_{2y.наб}$$

2. Сила від збігаючої вітки на кожен ролик.

$$P_{1x.зб} = -P_{зб} \times \cos 20 = -\frac{240}{2} \times 0,9397 = -112,7H$$

$$P_{1x.зб} = P_{2x.зб}$$

$$P_{2y.наб} = -P_{наб} \times \sin 20 = -\frac{1430}{2} \times 0,342 = -244,5H$$

$$P_{1x.зб} = P_{2x.зб}$$

3. Сила від ланцюгової передачі.

$$P_{mn} = 1297,7H$$

$$P_{лhx} = -P_{лн} \times \cos 45 = -1297,7 \times 0,7071 = -917,6H$$

$$P_{лhy} = -P_{лн} \times \sin 45 = -1297,7 \times 0,7071 = -917,6H$$

4. Сила від ексцентриків.

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

$$n = \frac{\pi n}{30} = \frac{3,14 \times 314}{30} = 32,5$$

$$P = \frac{2480}{32,5} = 76,3H$$

$$P_{Elx} = P \times \cos 70 = \frac{76,3}{2} \times 0,342 = 13H$$

$$P_{Elx} = P_{E5x}$$

$$P_{Ely} = -P \sin 70 = -\frac{76,3}{2} \times 0,9397 = -35,8H$$

$$P_{Ely} = P_{E5y}$$

3.2.5. Визначення реакцій в опорах

Вертикальна площина.

$$\sum M_A = -P_{Ely} \times (l_m + l_l) + P_{лунаб} \times l_t + P_{лузб} \times (l_t + l_n) + P_{2узб} \times (l_t + l_n) - R_{By} \times (2l_t + l_n) + P_{лhy} \times (2l_t + l_n + l_m) + P_{E5y} \times (2l_t + l_n + l_m + l_l) = 0; \quad (3.6)$$

$$R_{By} = \frac{-P_{Ely} \times (l_m + l_l) + P_{лунаб} \times l_t + P_{лузб} \times l_t + P_{2унаб} \times (l_t + l_n) + P_{2узб} \times (l_t + l_n) + P_{лhy} \times (2l_t + l_n + l_m) + P_{E5y} \times (2l_t + l_n + l_m + l_l)}{I \times (2l_t + l_n + l_m)} = \quad 3.6$$

$$= \frac{35.8 \times 0.15 - 244.5 \times 0.053 - 41 \times 0.053 - 244.5 \times 0.6 + 244.5 \times 0.6 - 917.6 \times 0.74 + 35.8 \times 0.81}{0.66} = -1013H$$

$$\sum F_{Iy} = -2P_{by} + R_{Ay} - P_{Iyзб} - P_{2ynaб} - P_{2yзб} - P_{Iynaб} - P_{2ynaб} + R_{By} - P_{yнт} = 0, \quad (3.7)$$

$$R_{Ay} = 2P_{Ey} - P_{Iynaб} + P_{2ynaб} + P_{2ynaб} + P_{2yзб} - R_{By} + P_{yнт} = 2 \times (-38.5) - 244.5 - 41 - 244.5 - 41 + 1013 - 917.6 = -552.6H$$

Загальні моменти в характерних перерізах вала у вертикальній площині.

$$M_{E1} = 0$$

$$M_A = -P_{Ely} \times (l_m + l_c) = 38.5 \times 0.15 = 5.7Hm$$

$$M_{E2} = -P_{Ely} \times (l_m + l_c + l_t) + R_{Ay} \times l_t = 38.5 \times 0.2 - 552.6 \times 0.053 = -21.6Hm$$

$$M_{E3} = -P_{Ely} \times (l_m + l_c + l_t + l_n) + R_{Ay} \times (l_t + l_n) - P_{Iynaб} \times l_n - P_{Iyзб} \times l_n = 38.5 \times 0.755 - 552.6 \times 0.6 + 244.5 \times 0.555 + 41 \times 0.55 = 2.5Hm$$

$$M_{B4} = -P_{lty} \times l_m - P_{E5y} \times (l_m + l_c) = 917.6 \times 0.085 + 38.5 \times 0.15 = -144.2Hm$$

$$M_{E4} = -P_{E5y} \times l_c = 38.5 \times 0.065 = 2.5Hm$$

$$M_{E5} = 0$$

Горизонтальна площина.

$$\sum M_A = P_{Elx} \times (l_m + l_c) + P_{Iхнаб} \times l_t + P_{Iхзб} \times l_t + P_{2хнаб} \times (l_t + l_n) + P_{2хзб} \times (l_t + l_n) + R_{Bx} \times (2l_t + l_n) + P_{лhx} \times (2l_t + l_n + l_m) + P_{E5x} \times (2l_t + l_n + l_m + l_t) = 0;$$

$$R_{Bx} = \frac{-P_{Elx} \times (l_m + l_c) + P_{Iхнаб} \times l_t + P_{Iхзб} \times l_t + P_{2хнаб} \times (l_t + l_n) + P_{2хзб} \times (l_t + l_n) - P_{лhx} \times (2l_t + l_n + l_m) + P_{E5x} \times (2l_t + l_n + l_m + l_t)}{0.66} = \frac{-13 \times 0.15 + 671.8 \times 0.053 + 112.7 \times 0.053 + 671.8 \times 0.6 + 112.7 \times 0.6 + 917.6 \times 0.74 + 13 \times 0.81}{0.66} = 1817.8H$$

$$\sum F_{Ix} = 2P_{Elx} - R_{Ax} - P_{Iхнаб} - P_{2хнаб} - P_{2хзб} + R_{Bx} - P_{лhx} = 0, \quad (3.8)$$

$$R_{Ax} = 2P_{Ex} - P_{Iynaб} - P_{Iхзб} - P_{2хнаб} - P_{2хзб} - R_{Bx} - P_{лhx} = 2 \times 13 + 671.8 + 112.7 + 671.8 + 112.7 - 1817.8 + 917.6 = 694.8H$$

Загальні моменти у характерних перерізах вала у горизонтальній площині.

$$M_{E1} = 0$$

$$M_A = P_{Elx} \times (l_m + l_c) = 13 \times 0.15 = 1.95 \text{ Нм}$$

$$M_{E2} = P_{Elx} \times (l_m + l_c + l_t) + R_{Ax} \times l_t = 13 \times 0.2 - 694.8 \times 0.053 = -34.22 \text{ Нм}$$

$$M_{E3} = P_{Elx} \times (l_m + l_c + l_t + l_n) - R_{Ax} \times (l_t + l_n) - P_{l_{xнаб}} \times l_n - P_{l_{xзб}} \times l_n =$$

$$= 13 \times 0.755 - 694.8 \times 0.6 + 671.8 \times 0.555 + 112.7 \times 0.55 = 24.5 \text{ Нм}$$

$$M_{B4} = -P_{l_{nx}} \times l_c + P_{E5x} \times (l_m + l_c) = 917.6 \times 0.085 + 13 \times 0.15 = 80 \text{ Нм}$$

$$M_{E4} = P_{E5x} \cdot l_c = 13 \cdot 0.065 = 0.84 \text{ Нм}$$

$$M_{E5} = 0$$

3.4.5 Сумарні реакції в опорах вала.

$$R_A = \sqrt{R_{Ax}^2 + R_{Ay}^2} = \sqrt{694.8^2 + (-552.6)^2} = 887.7 \text{ Н}$$

$$R_B = \sqrt{R_{Bx}^2 + R_{By}^2} = \sqrt{1817.8^2 + (-1013)^2} = 2081 \text{ Н}$$

Аналіз епюр вала показує, що найбільш небезпечним перерізом є переріз в точці E_3 .

Умова перевірки виконана. Проводимо розрахунок за еквівалентними навантаженнями. Для даного розрахунку повинна виконуватись умова:

$$\delta_E \leq [\sigma]_E, \quad (3.9)$$

де σ_E - еквівалентне навантаження:

$$\sigma_E = \sqrt{\sigma_{зч}^2 + 3\tau_{кр}^2}, \quad (3.10)$$

де τ_{rh} і $\sigma_{зч}$ - напруження на кручення і згин, які виникають у небезпечному перерізі і розраховуються за формулою:

$$\sigma_{зч} = \frac{M}{W_3}, \quad \tau_{кр} = \frac{T}{W_p}, \quad (3.11)$$

де τ_m – крутний і згинаючий моменти в небезпечному перерізі;

W_3 , W_p – площа де діють моменти опорів у найбезпечнішому перерізі визначаємо за формулою:

$$W_3 = \frac{\pi d^3}{32} = \frac{3,14 \cdot 24^3}{32} = 1356 \text{ мм}^3,$$

$$W_p = \frac{3,14 \cdot 24^3}{16} = 2712 \text{ мм}^3.$$

Знаючи моменти опорів знаходимо напруження в небезпечному перерізі:

$$\sigma_{\text{зг}} = \frac{M}{W_3} = \frac{57801}{1356} = 42,6 \text{ Н / мм}^2,$$

$$\tau_{\text{кр}} = \frac{T}{W_p} = \frac{40,62 \cdot 10^3}{2712} = 14,9 \text{ Н / мм}^2.$$

Визначасмо еквівалентне навантаження з формули (3.11):

$$\sigma_E = \sqrt{42,6^2 + 3 \cdot 14,9^2} = 279 \text{ Н/мм}^2,$$

$[\sigma]_E$ - допустиме еквівалентне навантаження:

$$[\sigma]_E = 0,8 \cdot \sigma_T = 0,8 \cdot 420 = 336 \text{ Н / мм}^2,$$

$\sigma_E \leq [\sigma]_E$, - умова виконується, тому що $279 \text{ Н/мм}^2 \leq 336 \text{ Н/мм}^2$.

Розраховуємо вал на витривалість. Вихідна ділянка вала працює на кручення. Отже, коефіцієнт запасу міцності знаходимо за формулою:

$$S = S_\tau = \frac{\tau - l}{\frac{K_\tau}{\varepsilon_\tau} \cdot \tau_a + \psi_\tau \cdot \tau_m}, \quad (3.12)$$

де амплітудне і середнє значення напруженого циклу:

$$\tau_a = \tau_m = \frac{\tau}{2W_{pm}}. \quad (3.13)$$

Для $d=35 \text{ мм}$, $b=10 \text{ мм}$, $t_1=5 \text{ мм}$ за табл. 8.9 [6].

$$W_{pm} = \frac{\pi d^3}{16} - \frac{bt_1(d-t_1)^2}{2d} = \frac{3,14 \cdot 30^3}{16} - \frac{10 \cdot 5(30-5)^2}{2 \cdot 30} = 76788 \text{ мм}^2,$$

$$\tau_a = \tau_m = \frac{40,62 \cdot 10^3}{76788} = 1,3 \text{ Н/мм}^2.$$

Приймаємо $K_\tau \approx 1.5$ (табл. 8.5 [6]);

$\varepsilon_\tau \approx 0.86$ (табл. 8.8 [6]);

$\Psi_\tau \approx 0.11$ (ст. 166 [6]).

$$S = S_\tau = \frac{152}{\frac{1,5}{0,86} \cdot 1,3 + 0,1 \cdot 1,3} = 63,$$

що є більшим від $[S]=2,5$.

Окремо було проведено перевірку на статичну міцність при якій встановили, що вибрані розміри вала забезпечують міцність конструкції. Також було проведено перевірку попередньо вибраних підшипників кочення, які як з'ясувалось також забезпечують міцність.

3.2.6. Розрахунок і вибір гідродвигуна

Потужність гідродвигуна, який підбираємо для проектованого приводу, повинна бути не нижчою від тієї, яка визначається за формулою:

$$N = (N_1 + N_2) C_p, \quad (3.14)$$

де N – потужність, необхідна на привід різального апарату;

N_1 – потужність, яка затрачається на зрізування гички ;

N_2 – потужність, яка витрачається на транспортування гички.

$$N_1 = \pi d^2 q i B v_m / 4, \quad (3.15)$$

де $d=0,14\text{ м}$ – середній діаметр головки кореня буряка;

$q=1,5 \dots 4,5 \text{ кН/м}$ – питомий опір різання кореня;

$i=18 \dots 25 \text{ шт/м}^2$ – густина насаджень буряка;

$B=2,7$ – ширина захвату машини;

$v_m=2,7\text{ м/с}$ – швидкість руху машини.

$$N_1 = 3,14 \cdot 0,14^2 \cdot 3 \cdot 22 \cdot 2,7 \cdot 0,9 : 4 = 2,5 \text{ кВт.}$$

$$N_2 = B v_m \cdot v_n^2 A : 2, \quad (3.16)$$

де B - ширина захвату машини дорівнює 0,9 м.;

v_m - швидкість руху комбайна дорівнює 2,7 м/с;

v_n - швидкість шнека дорівняє 10,2 м/с;

A_g - врожайність гички становить 5 кг/м².

$$N_2 = 0,9 \cdot 2,7^2 \cdot 5/2 = 0,49 \text{ кВт},$$

$$N = (2,5 + 0,49) \cdot 2,75 = 3,8 \text{ кВт},$$

$C_p=2,75$ – поправочний коефіцієнт.

Отже, потужність гідродвигуна згідно (3.4) буде:

$$N_{z.d.} = N/\eta = 3,8/0,78 = 4,9 \text{ кВт},$$

де $\eta=0,78$ – коефіцієнт корисної дії для гідромоторів згідно [8].

Отже вибираємо гідродвигун ГМШ-50-4-2, технічні показники якого:

- робочий об'єм, см³ – 50;
- номінальний перепад тиску, мПа – 20;
- частота обертання, хв⁻¹: максимальна – 1920,
номінальна – 1500,
мінімальна – 750;
- номінальний крутний момент Нм – 92;
- номінальна потужність, кВт – 21,2;
- моторесурс, мото-год – 3000;
- маса, кг – 7,4.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Загальні положення

Охорона праці - це система законодавчих актів і відповідних їм соціально-економічних, технічних, гігієнічних і організаційних заходів, що забезпечують безпеку, збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці [18].

З охороною праці тісно зв'язані пожежна безпека і блискавкозахист, тому, що пожежі на виробництві й у побуті і грозові розряди загрожують не тільки матеріальним цінностям, але і життю людей при обробі буряків. В умовах спеціалізації і концентрації сільськогосподарського виробництва на базі міжгосподарської кооперації й агропромислової інтеграції зростає насиченість села різними машинами і разом з тим стає ще більш важливою гарна підготовка сільських трудівників в галузі техніки безпеки і виробничої санітарії.

4.2. Аналіз стану охорони праці

Робота з охорони праці проводиться відповідно до типового положення «Про організацію роботи в системі АПК», відповідно до якого юридичну відповідальність за стан охорони праці несе - голова підприємства, по галузях - головні фахівці господарства, по ділянках - керівник відповідного підрозділу. У господарстві існує посада старшого інженера з охорони праці. Керівниками і фахівцями проводиться робота з покращенням умов і охорони праці: у господарстві налагоджена пожежна служба, є пожежна машина та чотири бійці, які в будь-який час готові виїхати на виклик; на фермах є по 2 побутових приміщення (душова, гардеробна); у столярному приміщенні була вирішена проблема з витяжкою стружки, деревного пилу і шумом; проводяться заходи щодо удосконалення устаткування, пристосувань або інструмента для більшої безпеки їхнього

використання, зокрема, пристрій додаткових огорожень, блокувань, сигналізації, придбання приладів контролю умов безпеки.

4.3. Заходи з покращення умов праці

1. Загальні вимоги:

До роботи на тракторах і сільськогосподарських машинах допускаються особи, що мають відповідне посвідчення на право керування, знайомі з правилами з техніки безпеки цих машин і обов'язково пройшли інструктаж.

Всі роботи потрібно проводити під керівництвом відповідальної особи з числа адміністративно-технічного персоналу виробничої ділянки.

В залежності від виду виконуваних операцій механізатори повинні бути забезпечені необхідними засобами індивідуального захисту і спецодягом.

До початку роботи переконатися в повній справності агрегату, перевірити наявність і міцність кріплення всіх захисних щитків і огорожень.

Приєднання машин до трактора робити в повній відповідності з вказівками заводської інструкції.

Перед початком руху переконатися, чи немає між трактором і знаряддям людей, а також обов'язково подати звуковий сигнал.

Забороняється:

допускати до роботи осіб у стані сп'яніння;

працювати на агрегатах у незаправленому одязі зі звисаючими полами або рукавами;

допускати до агрегату сторонніх осіб;

знаходитися перед агрегатом під час його руху;

проводити будь-який догляд за машиною при включеному ВВП, а також робити ремонт, регулювання й очищення робочих органів на ходу або при працюючому двигуні;

сідати на машини або сходити з них при русі агрегату;
включати гідромеханізм підйому з землі або стоячи на тракторі;
проводити прокручування машини від ВВП, не приєднавши неї до трактора;

працювати в нічних умовах без достатнього освітлення і попереднього ознайомлення з ділянкою в денний час;

користуватися несправним інструментом.

2. Розрахунок засобів індивідуального захисту

Кількість спецодягу розраховуємо по формулі:

$$H=(P/C \cdot 12)-N, \quad (4.1)$$

де H - кількість працюючих людей. $З$ - термін використання, років; N - залишкова кількість спецодягу.

Кількість і різновид спецодягу представлені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1- Кількість та різновид спецодягу

Професії	В	Індивідуальні засоби захисту	Термін носки	Залишок	Потреба
Тракторист	10	Комбінезон ХБ	12	3	7
Слюсар	2	Фартух	6	0	4
Водій	12	Комбінезон ХБ	12	2	10
Допоміжні робітники	2	Комбінезон ХБ	12	1	1

3. Розрахунок трактора на стійкість до перекидання

Потрібно прагнути до того, щоб машини при транспортуванні мали найменші габаритні розміри.

Транспортні засоби, швидкість руху яких дорівнює або вище максимальної швидкості сільськогосподарських машин, обганяти забороняється.

Під час руху трактора по криволінійній траєкторії виникає відцентрова сила P_B , що діє на трактор у напрямку від центра повороту. Якщо вчасно не знизити швидкість, то внаслідок бічного заносу коліс може трапитися перекидання (мал. 4.1) Де $H_{ц}$ - висота центра ваги трактора, м; B - ширина колії, м; g - прискорення вільного падіння, м/с²; G_T - маса трактора, кг; R – радіус повороту, м; V - швидкість руху, м/с.

Початок перекидання відповідає рівності моментів сил, що діють на трактор щодо точки перекидання 1. У цей момент відцентрову силу виразимо формулою:

$$P_B = (Gm \cdot V^2)/(g \cdot R), \quad (4.2)$$

тоді швидкість руху трактора на повороті, при якій починається перекидання, можна визначити по формулі:

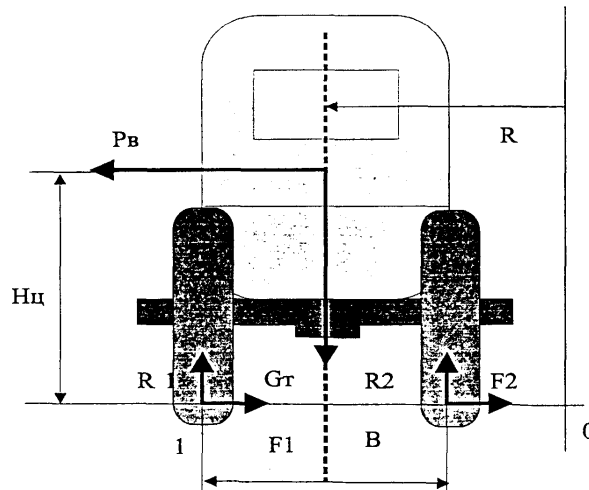


Рисунок 4.1- Схема сил, що діють на трактор при повороті

$$V_{max} = \sqrt{\frac{B \cdot R \cdot g}{2h_u}}, \quad (4.3)$$

$$V_{max} = \sqrt{\frac{1,8 \cdot R \cdot 9,8}{2 \cdot 1,15}} = \sqrt{7,67R}.$$

Якщо трактор рухається по дорозі з поперечним нахилом, то з умови рівноваги сил, що діють на нього відносно осі, що проходить через точки опори правих коліс можна записати з обліком того, що на початку перекидання нормальні реакції на лівих колесах дорівнюють нулеві:

$$G_m \cdot h_y \cdot \sin\beta = G_m(B/2) \cdot \cos\beta \quad , \quad (4.4)$$

або

$$\operatorname{tg}\beta = B/2 \cdot h_y,$$

при ширині колії 1800 мм

$$\operatorname{tg}\beta = 1,8/2 \cdot 1,15 = 0,78 \Rightarrow \beta = 38^\circ,$$

при ширині колії 1200 мм

$$\operatorname{tg}\beta = 1,2/2 \cdot 1,15 = 0,78 \Rightarrow \beta = 31^\circ,$$

при ширині колії 2100 мм

$$\operatorname{tg}\beta = 2,1/2 \cdot 1,15 = 0,78 \Rightarrow \beta = 42^\circ.$$

Для трактора МТЗ-80 інтервал нахилу буде коливатися в межах

$$\beta_{min} = 31^\circ, \quad \beta_{max} = 42^\circ.$$

Переїжджати через тунелі, мости, греблі, залізничні переїзди (якщо дозволяють габарити і вантажопідйомність) необхідно тільки на знижених швидкостях, з дотриманням усіх запобіжних заходів.

Не можна знаходитися людям на причіпних і начіпних знаряддях під час їхнього транспортування.

При спусках і підйомах слід дотримуватися черговості проїзду, рухатися на зниженій передачі при включеній муфті зчеплення.

Переводити в транспортне положення і транспортувати агрегат потрібно відповідно до заводської інструкції.

4.Вимоги щодо безпечних умов праці при роботі на тракторах

Застосування енергонасичених тракторів МТЗ-82 і Т-70С, тракторів нових конструкцій, які мають якісно нові показники, підвищує продуктивність праці у 2,5—3,2 рази.

Робоче місце. Кабіна. Робочим місцем на тракторах, що випускаються промисловістю, є кабіна, в якій розташовують сидіння, органи керування і контролю. Колісні трактори мають захисну кабіну, яка не деформується при перекиданні, у більшості — сидіння обладнують пасами безпеки, що запобігають тяжким травмам механізаторів в аварійних ситуаціях.

Безпосередній контакт з пестицидами у механізаторів спостерігається при приготуванні розчинів, заправці машин, технічному і технологічному обслуговуванні їх. Кабіни надійно захищають механізатора від впливу пестицидів, за винятком південних районів, де через високу температуру повітря концентрація їх у зоні дихання може перевищувати допустимі величини. Крім того, внаслідок тих же екстремальних умов механізатори у південних районах при використанні пестицидів працюють на тракторах без кабін чи в кабінах з відкритими вікнами і дверцятами.

Освітленість. Згідно з вимогами стандарту на тракторах встановлюють не менше двох фар, які забезпечують освітленість шляху в темний час на рівні гігієнічних умов. Для освітлення причіпних і начіпних машин трактори обладнують додатковими фарами.

Умови праці на тракторах нових марок значно поліпшені: знижений до гранично допустимого рівня шум, зменшені зусилля на органах керування, вібрація на сидіння і рівень запиленості, поліпшені оглядовість і наближені до гігієнічних вимог параметри мікроклімату; в будові кабін використані сучасні досягнення ергономіки.

5.Протипожежні заходи

На машинах, де передбачається вогнегасник, він повинний бути завжди справним і вчасно заправленим. Не дозволяється навішувати на нього одяг або укладати сторонні предмети.

У нічний час при виході з ладу електроустаткування користуються вогнебезпечними ліхтарями.

Щоб запобігти замиканню проводів, щодня перевіряють справність електропроводки, не допускають забруднення її маслом і пилом.

Потрібно стежити за тим, щоб прокладка колектора не пропускала відпрацьовані гази. Недостатнє ущільнення може привести до запалення легкозаймистих матеріалів, що знаходяться поблизу. Періодично варто очищати вихлопну трубу від нагару.

Не можна користуватися відкритим вогнем при заправленні машин паливом, біля сховищ, цистерн і бачків з рідкими азотними добривами або нафтопродуктами, допускати підтікання пального в місцях з'єднання паливопроводів, заливати бензин, що запалився, водою (його гасять вогнегасниками, закидають землею, піском, накривають брезентом і т.д.), при відкриванні бочок, бити по пробці металевими предметами.

4.4. Заходи безпеки при роботі проектованої конструкторської розробки

Вимоги до збиральних машин:

- приводити в рух і зупиняти збиральний агрегат трактористові можна тільки по сигналу помічника. Сигнали заздалегідь обумовлюються;
- очищення машини проводиться спеціальним очисником – різакон;
- у процесі роботи необхідно остерігатися обертових частин, не знаходитися поблизу головної карданної передачі;

- у гичкозбиральний механізм ГБМ необхідно систематично перевіряти;

- при переведенні навантажувального елеватора з робочого в транспортне положення (або навпаки) попередньо переконатися в наявності вільного простору, оскільки габаритний розмір елеватора перевищує 4 м;

- максимальний кут при транспортуванні машини зі швидкістю до 4 км/год не повинний перевищувати 10° ;

- при поворотах швидкість необхідно зменшувати до другої пониженої (3 - 4 км/год) передачі;

Забороняється:

- знаходитися у причепі, який завантажується гичкою;
- знаходитися під навантажувальним елеватором під час його роботи;
- перевозити вантажі в бункері і на транспортерах;
- регулювати різальний апарат і виконувати які-небудь роботи під машиною без установки в місцях піддомкращування надійних підставок;
- знаходитися під машиною піднятою на домкрат;
- працювати на машині при ослабленому кріпленні вузлів і деталей;

5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНОГО РІШЕННЯ

Бурякозбиральний комбайн агрегується з трактором МТЗ-80 (82) і призначена для зрізання гички коренеплодів (моркви, цукрових, кормових та столових буряків) з двох рядків, а також для їх викопування, очистки і завантаження у транспортний засіб.

Економічна ефективність вдосконаленого бурякозбирального комбайна визначається у порівнянні з аналогічною моделлю КБ-1.

Враховуючи зміну цін на техніку, паливо-мастильні матеріали, сільськогосподарську продукцію, а також зміну нормативів на заробітну плату, дані показники вважаються реальними для умов експлуатації нової машини. Розрахунок здійснюється згідно з запропонованою методикою [10] в наступній послідовності:

1. На основі експлуатаційних показників роботи нової і базової машини, нормативно-довідкових матеріалів, реальних цін на трактори і сільськогосподарську техніку, паливо-мастильні матеріали та інше, заповнюється таблиця вихідних даних для визначення економічної ефективності спеціалізованої техніки.

Вихідні дані (станом на 1.01.2023 року) для розрахунків економічної ефективності комбайна КБ-2 наведені в табл. 6.1., де враховані тільки показники, що відносяться до технологічного процесу збирання кормового буряка і впливають на економічний ефект.

2. Аналіз економічної ефективності проводимо на ПЕОМ і ВМ АТ/ХТ з використанням програми, розробленої на мові «gwbasic».

У діалоговому режимі з машиною вихідні дані з таблиці 5.1. заносяться в програму. Показники економічної ефективності виводяться на друкувальний пристрій.

Таблиця 5.1 - Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності

Показники	Поз- на- чення	Машина	
		базовий КБ-1	Новий КБ-2
Продуктивність агрегату за годину змінного часу, <i>га/год</i>	$W_{зм}$	0,45	0,58
Балансова вартість, <i>тис. грн.</i>			
• машини	B_m	200	218
• енергетичного засобу (трактора)	B_t	850	850
Річне завантаження, <i>год.</i>			
• машини	T_m	800	800
• енергетичного засобу (трактора)	T_t	1800	1800
Численність виробничого персоналу, <i>чол.</i>			
• основного	$П_{осн}$	1	1
• допоміжного	$П_{доп}$	-	-
Коефіцієнт, що враховує доплати			
• основного	$K_{осн}$	1,1	1,1
• допоміжного	$K_{доп}$	-	-
Годинні тарифні ставки, <i>грн./людгод.</i>			
• основного	$\tau_{осн}$	110	110
• допоміжного	$\tau_{доп}$	-	-
Коефіцієнт відрахувань на реновацію енергетич- ного засобу:			
• трактора	a_t	0,166	0,166
• машини	a_m	0,15	0,15
Коефіцієнт відрахувань на потоковий ремонт і ТО:			
• трактора	$r_{тт}$	0,12	0,12
• машини	$r_{тм}$	0,05	0,05
Коефіцієнт відрахувань на капітальний ремонт:			
• трактора	$r_{кт}$	0,027	0,027
• машини	$r_{км}$	0,013	0,013
Витрата паливо-мастильних матеріалів, <i>кг/га</i>	g	7,8	7,6
Ціна 1 кг палива з врахуванням вартості мастиль- них матеріалів, що припадає на 1 кг палива, <i>грн</i>	$Ц$	40	40
Кількість n-го виду продукції, що виробляється машиною на одиницю напрацювання, <i>ц/га</i>	M_n	500	500
Ціна одиниці n-го виду продукції, <i>грн/ц</i>	$Ц_n$	712	712
Нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень	E	0,15	
Коефіцієнт гарантії споживачу економічного ефекту	σ	0,8	
Коефіцієнт переведення оптової ціни в балансову	δ	1,1	

5.1. Показники порівняльної економічної ефективності

Річний економічний ефект від експлуатації нової машини (E_p) у гривнях визначаємо за формулою:

$$E_p = (\Pi_b - \Pi_n + E') B_z, \quad (5.1)$$

де Π_b, Π_n – зведені затрати на одиницю напрацювання для базової та нової машини, *грн./од.напрац.*;

E' – економічний ефект від змін витрати основних матеріалів, кількості і якості продукції, що одержується під час експлуатації нової машини, *грн./од.напрац.*;

B_z – річне напрацювання нової машини, *од.напрац./рік.*

$$E_p = (747,17 - 653,17) \cdot 800 = 75200 \text{ грн.}$$

Економічний ефект від виробництва і використання за строк експлуатації нової машини (E_{ee}) у гривнях:

$$E_{ee} = E_p / (a_n + E), \quad (5.2)$$

де a_n – коефіцієнт відрахувань на реновацію нової машини;

E – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень.

$$E_{ee} = 75200 / (0,15 + 0,15) = 22560 \text{ грн.}$$

Лімітна ціна нової машини (C_l), *грн.*

$$C_l = C_{вн} \cdot \sigma = 247697 \cdot 0,8 = 198157,6 \text{ грн.}, \quad (5.3)$$

де $C_{вн}$ – верхня межа нової машини, *грн.*

σ – коефіцієнт гарантії споживачу економічного ефекту використання нової машини, $\sigma = 0,8$ [15].

Отже верхня ціна нової машини:

$$Ц_{\text{вм}} = [E_p / (a_n + E) + B_m] \cdot (1/\delta), \quad (5.4)$$

де δ - коефіцієнт переведення оптової ціни в балансову, $\delta = 1,1 \div 1,2$ [15];
 B_m - балансова ціна нової машини.

$$Ц_{\text{вм}} = [75200/0,3 + 218000] \cdot (1/1,1) = 247697 \text{ грн.}$$

Річна економія праці під час експлуатації нової машини (Z_p) в людино-годинах визначається за формулою:

$$Z_p = (Z_{\text{нб}} - Z_{\text{нн}}) \cdot B_z, \quad (5.5)$$

де $Z_{\text{нб}}$, $Z_{\text{нн}}$ – витрати праці на одиницю напрацювання базової і нової машини, *люд.год/га*.

$$Z_p = (2,22 - 1,72) \cdot 800 = 40 \text{ год.}$$

5.2. Економічні показники

Зведені затрати на одиницю напрацювання (Π) у гривнях визначаємо за формулою:

$$\Pi = U + KE, \quad (5.6)$$

де U – прямі експлуатаційні затрати на одиницю напрацювання, *грн./га*,

$$\Pi_{\text{б}} = 747 + 1,1 \cdot 0,15 = 747,17 \text{ грн.}$$

$$\Pi_{\text{н}} = 653 + 1,1 \cdot 0,15 = 653,17 \text{ грн.}$$

Прямі експлуатаційні затрати дорівнюють:

$$U = Z + \Gamma + P + A + Z_z, \quad (5.7)$$

де Z – затрати на оплату праці обслуговуючого персоналу, *грн./га*;

Γ - затрати на паливо-мастильні матеріали, *грн./га*;

P – затрати на технічне обслуговування, потоковий і капітальний ремонт, *грн./га*: $P = P_m + P_{\text{м}}$;

A – затрати на реновацію, грн./га;

Z_3 – затрати на зберігання, грн./га.

$$U_6 = 268,9 + 312 + 81,7 + 83,3 + 1,1 = 747 \text{ грн./га};$$

$$U_n = 208,6 + 304 + 69,1 + 70,4 + 0,69 = 653 \text{ грн./га}.$$

Затрати на оплату праці обслуговуючого персоналу становлять:

$$Z = (1/W_{зм}) \sum_i \Pi_i \tau_i K_{jd}, \quad (5.8)$$

де $W_{зм}$ – продуктивність машини за одну годину змінного часу, га/год;

Π_i – численність виробничого персоналу, чол.;

τ_i – годинна тарифна ставка оплати праці обслуговуючого персоналу, грн./год;

K_{jd} – коефіцієнт доплат.

$$Z_6 = (1/0,45) \cdot 1 \cdot 110 \cdot 1,1 = 268,9 \text{ грн/га};$$

$$Z_n = (1/0,58) \cdot 1 \cdot 110 \cdot 1,1 = 208,6 \text{ грн/га}.$$

Затрати на паливо-мастильні матеріали:

$$F = q \cdot Ц, \quad (5.9)$$

де q – витрата паливо-мастильних матеріалів, кг/од.напрац.;

$Ц$ – ціна 1 кг палива, грн.

$$Г_6 = 7,8 \cdot 40 = 312 \text{ грн/ га};$$

$$Г_n = 7,6 \cdot 40 = 304 \text{ грн/ га};$$

Затрати на технічне обслуговування, потоковий і капітальний ремонт за нормативами відрахувань від балансової ціни машини:

$$P = B(r_n + r_k) / (W_{зм} \cdot T_p), \quad (5.10)$$

де B – балансова вартість машини, грн.;

r_m – коефіцієнт відрахувань на потоковий ремонт і технічне обслуговування;

r_k – коефіцієнт відрахувань на капітальний ремонт;

T_p – річне навантаження машини, год.

$$P_{\delta} = 200000(0,12 + 0,027) / (0,45 \cdot 800) = 81,7 \text{ грн},$$

$$P_{\text{н}} = 218000(0,12 + 0,027) / (0,58 \cdot 800) = 69,1 \text{ грн}$$

Затрати на реновацію машини:

$$A = B \cdot a / (W_{\text{зм}} \cdot T_p), \quad (5.11)$$

де a – коефіцієнт відрахувань на реновацію машини:

$$A_{\delta} = 200000 \cdot 0,15 / (0,45 \cdot 800) = 83,3 \text{ грн},$$

$$A_{\text{н}} = 218000 \cdot 0,15 / (0,58 \cdot 800) = 70,4 \text{ грн},$$

Затрати на зберігання:

$$Z_3 = Z_{3\delta} / W_{\text{зм}}, \quad (5.12)$$

$Z_{3\delta}$ – затрати на зберігання машини, що працюють га 1 год експлуатаційного часу, *грн/год*.

$$Z_{3\delta} = 0,5 / 0,45 = 1,1 \text{ грн},$$

$$Z_{3\text{м}} = 0,4 / 0,58 = 0,69 \text{ грн},$$

Капітальні вкладення (K) на одиницю напрацювання становлять:

$$K = B / (W_{\text{зм}} \cdot T_p), \quad (5.13)$$

$$K_{\delta} = 200000 / (0,45 \cdot 800) = 555,6 \text{ грн/га},$$

$$K_{\text{н}} = 218000 / (0,58 \cdot 800) = 469,8 \text{ грн/га},$$

Затрати праці (Z_n) в людино-годинах на одиницю напрацювання під час виконання машиною або працівниками робочого процесу:

$$Z_n = L / W_{\text{зм}}, \quad (5.14)$$

Таблиця 5.2 - Економічна ефективність використання нового комбайна

Показники	Машина	
	КБ-1	КБ-2
1	2	3
Річне напрацювання, <i>год</i>	800	800
Прямі затрати на:		
• оплату праці, <i>грн/га</i>	268,9	208,6
• паливо-мастильні матеріали, <i>грн/га</i>	312	304
• технічне обслуговування і ремонт, <i>грн/га</i>	81,7	69,1
• реновація, <i>грн/га</i>	83,3	70,4
Інші прямі затрати, <i>грн/га</i>	1,1	0,69
Всього прямих затрат, <i>грн/га</i>	747	653

Капітальні вкладення, грн/од. напр.	555,6	469,8
Приведені затрати, грн/од. напр.	747,17	653,17
Річний економічний ефект від експлуатації нової машини, грн	-	75200
Економічний ефект від виробництва і використання за строк служби нової машини	-	22560
Верхня межа нової машини, грн	-	124530
Лімітна ціна нової машини, грн	-	198157
Затрати праці в люд.год./од.напр.	2,22	1,72
Річна економія праці, люд.год	-	40

де L – чисельність виробничого персоналу, грн/год.

$$Z_{nb} = 1 / 0,58 = 1,72 \text{ люд.год/га,}$$

$$Z_{nn} = 1 / 0,45 = 2,22 \text{ люд.год/га.}$$

Економічний ефект (E') від зміни кількості і якості продукції:

$$E' = C_{омн} + C_{омб}, \quad (5.15)$$

де $C_{омн}$, $C_{омб}$ – вартість основних матеріалів під час використання базової і нової машини, грн./га.

$$E' = 0$$

$$C_{ом} = \sum h_{омі} \cdot Ц_{омі}, \quad (5.16)$$

де $h_{омі}$ – витрати і-того виду основного матеріалу (добрив), кг/га;

$Ц_{омі}$ – оптова ціна одиниці і-того виду основного виду матеріалу, грн.

$$C_{омб} = 500 \cdot 35 = 17500 \text{ грн,}$$

$$C_{омн} = 500 \cdot 35 = 17500 \text{ грн.}$$

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Розглянувши розроблений проект на основі наведеного аналізу і розрахунків можна зробити пропозиції:

- Впровадження операційної технології збирання дозволить поліпшити використання МТА при виробництві цукрових буряків.
- Конструктивна розробка очисного механізму коренеплодів дозволить підвищити рівень механізації виробництва і отримати вагомий економічний ефект.
- Впровадження заходів з охорони праці і довкілля забезпечить створення безпечних умов праці для працюючих.

2. Виходячи із біологічних особливостей цукрових буряків та агрокліматичних показників зони вирощування господарства можуть вирощувати сталі високі урожаї даної культури понад 500 ц/га.

3. Розрахунок програмованої врожайності коренеплодів цукрових буряків з врахуванням ґрунтово-кліматичних умов, розроблена операційна карта, обґрунтований вибір сорту, його аналіз біологічних властивостей будуть формувати важливі параметри структури посіву та одержати високий урожай.

4. Вивчення конструктивних особливостей та аналіз існуючих бурякозбиральних машин дало можливість ознайомитись з принципом роботи та оцінити роботу різних очисних механізмів.

5. Проведено обґрунтування конструктивної розробки проекту за призначенням і будовою на базі бурякозбирального комбайна КБ-2.

6. Теоретичні розрахунки параметрів робочих органів очисного апарату відповідають діючим умовам та стандартам.

7. Необхідно постійно працювати над конструктивним поліпшенням системи знарядь і пристосувань відповідно до природно-географічних умов господарства, щоб підвищити їхню надійність, продуктивність і якість робіт,

зменшити кількість робочих циклів, домагаючись зниження небажаних фізичних і біологічних змін у ґрунті.

9. Контролювати використання нафтопродуктів, не допускати забруднення ними ґрунту, води і рослинності. Організувати збір, збереження й утилізацію відпрацьованих нафтопродуктів.

10. Річний економічний ефект від експлуатації нової машини 75200 грн..

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алимов Д. Н., Шелестов Ю. В. Технология производства продукции растениеводства. – К.: Выща школа. Главное изд.-во, 1988, - 320 с.
2. Довідник сільського інженера. В. Д. Гречкосій, О. М. Погорілець, І. І. Ревенко та інші за ред. В. Д. Гречкосія.- К.: Урожай, 1991, - 400 с.
3. Кияк Г. С. Рослинництво. – Київ.: Вища школа. Головне в-во, 1992, - 400 с.
4. Машиновикористання в землеробстві. За редакцією Ільченка В. Ю., Нагірного Ю. П., К.: Урожай, 1996, - 382 с.
5. Моделювання енергоємності механічного обробітку ґрунту в сівозмінах./М. Я. Бомба та ін. Львів ЛДАУ, 1997, - 38 с.
6. Пістун І. П., Кіт Ю. В., Березовецький А. П. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник / За заг. ред. канд. тех. наук І. П. Пістуна. – Суми: Видавництво «Університетська книга», 2000, – 207с.
7. Тимочко В.О., Городецький І.М., Березовецький А.П., Мазур І.Б. та ін. Безпека життєдіяльності та охорона праці. Навч. посібник. Львів: Сполом. 2022. 376 с.
8. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text>(датазвернення:22.10.2022).
9. Електробезпека [Текст]: підручник / С. В. Панченко, О. І. Акімов, М. М. Бабаєв та ін. Харків : УкрДУЗТ, 2018. 295 с.
10. Охорона праці (гігієна праці та виробнича санітарія): навчальний посібник / Пістун І.П., Березовецький А.П., Тимочко В.О., Городецький І.М.; за ред. І.П.Пістуна. Львів: Тріада плюс, 2017. Ч.1. 620 с.
11. Охорона праці (гігієна праці та виробнича санітарія): навчальний посібник / Пістун І.П., Тимочко В.О., Городецький І.М., Березовецький А.П.; за ред. І.П.Пістуна. Львів: Тріада плюс, 2015. Ч.11. 224 с.

12. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0093-98#Text> (дата звернення 16.09.2022).
13. Войналович О.В., Білько Т.О. Виробнича санітарія: Навч. посіб. К. : НУБП, 2009. 170 с.
14. Лехман С.Д., Рубльов В.І., Рябцев Б.І. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві. К.: Урожай, 1993. 270 с.
15. Царенко О.М., Войтюк Д.Г. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів.- Київ: РВВ «Мета», 2003. – 441 с.
16. Бакум М.В., Горбатовський О.М., Манчинський В.Ю., Манчинський Ю.О., Сергеева А.В. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Практикум.- Харків: РВВ ХНТУСГ, 2005.- 193 с.
17. Кобець А.С., Іщенко Т.Д., Волик Б.А., Демидов О.А. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Навчальний посібник.-Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2009. -84 с.
18. Головченко Г. С., Калнагуз О. М., Сіренко Ю. В. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Конспект лекцій.- Суми: РВВ СНАУ, 2012. – 59 с.