

**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 удосконаленої коренезбиральної машини РКС -6.** ”

Виконав: студент IV курсу групи Аін-43сп

Спеціальності 208 „Агорінженерія”  
(шифр і назва)

Возний Марян Юрійович  
(Прізвище та ініціали)

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

Дубляни 2024

**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.  
“27” листопада 2023 р.

## ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту  
**Возному Маряну Юрійовичу**

1. Тема проєкту: **“Підвищення ефективності збирання цукрових буряків з використанням удосконаленої коренезбиральної машини РКС-6.”**

Керівник проєкту: Гошко Зіновій Орестович, к.т.н., доцент  
Затверджена наказом по університету від 27.11.2023 року № 641/к-с.

2. Строк здачі студентом закінченого проєкту 5.06.2024 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 вдосконалення - 3-ий аркуш.
4. Робочі креслення деталей – 4-ий 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: 27.11.2023 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>02.01.24-02.02.24</i>      |                        |
| 2.     | <i>Виконання другого розділу: «Технологічний розділ»</i>                                    | <i>03.02.24-03.03.24</i>      |                        |
| 3.     | <i>Виконання третього розділу: «Конструкторський розділ»</i>                                | <i>04.03.24-03.04.24</i>      |                        |
| 4.     | <i>Написання розділу: «Охорона праці та захист населення»</i>                               | <i>04.04.24-03.05.24</i>      |                        |
| 5.     | <i>Виконання розділу: «Розрахунок економічного ефекту»</i>                                  | <i>04.05.24-01.06.24</i>      |                        |
| 6.     | <i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки. Завершення роботи в цілому</i> | <i>01.06.24-05.06.24</i>      |                        |

Студент \_\_\_\_\_ Мар'ян Возний  
(підпис)

Керівник проекту \_\_\_\_\_ Зіновій Гошко  
(підпис)

УДК 631.3. – 635.21

Возний М. Ю. “ Підвищення ефективності збирання цукрових буряків з використанням удосконаленої коренезбиральної машини РКС -6. ”

Дипломний проєкт. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2024.

63 стор. текс. част., 12 рис., 8 табл., 6 арк. ілюстр. матер., 22 бібліогр. джерел.

Подано загальну характеристику об’єкта проектування.

Подано аналіз умов машиновикористання і чинників, які впливають на показники машиновикористання. Наведені розрахунки складу і експлуатаційного регламенту МТА на збиранні цукрових буряків. Розроблено заходи по покращенню МТА.

Удосконалена конструкція очисного механізму бурякозбиральної машини РКС-6. Проведено розрахунок на міцність і довговічність основних вузлів та механізмів вдосконалення. Проаналізовано стан охорони праці і довкілля та розроблено заходи щодо їх покращення. Наведено розрахунки техніко-економічних показників.

## ЗМІСТ

|   |    |
|---|----|
| ВСТУП.....  | 6  |
| 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ .....  | 7  |
| 1.1. Технологічні особливості вирощування цукрових буряків.....                     | 8  |
| 1.2. Запропонована технологія виробництва цукрових буряків .....                    | 9  |
| 2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....  | 11 |
| 2.1. Планова врожайність.....   | 11 |
| 2.2. Склад комплексу агрегатів для вирощування цукрових буряків.....                | 13 |
| 2.3. Організація використання комплексу машин .....                                 | 14 |
| 3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ .....  | 16 |
| 3.1. Аналіз аналогів конструкторської розробки .....                                | 16 |
| 3.2. Обґрунтування конструктивної розробки проекту.....                             | 23 |
| 3.3. Розрахунок параметрів очисних органів бурякозбиральної машини РКС-6.24         |    |
| 4. ОХОРОНА ПРАЦІ .....  | 43 |
| 4.1. Аналіз базової моделі з позиції безпеки для людини .....                       | 43 |
| 4.2. Проект інструкції з техніки безпеки при роботі на бурякозбиральній машині..... | 45 |
| 4.3. Нормативні вимоги безпеки.....   | 48 |
| 4.4. Заходи що до підвищення рівня техніки безпеки і охорони праці.....             | 49 |
| 4.5. Охорона навколишнього середовища .....   | 51 |
| 4.6. Засоби пожежної безпеки при роботі на агрегаті.....                            | 51 |
| 5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНОГО РІШЕННЯ.....                                 | 53 |
| 5.1. Економічна ефективність розробки.....  | 53 |
| ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....   | 60 |
| СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....   | 62 |

## ВСТУП

Цукровий буряк займає одне з провідних місць у сільськогосподарському виробництві, він є головною сировиною для виробництва цукру, та одним із головних кормів великої рогатої худоби, свиней і т.д.

Цукровий буряк—цінна харчова, та кормова культура. Коренеплоди мають високу поживну цінність, легко засвоюються і добре поїдаються тваринами. Незважаючи на відносно невисокий вміст сухих речовин, в 1ц коренеплодів міститься 12-15 кормових одиниць. У коренеплодах багато ферментів, вітамінів, макро- і мікроелементів, та сахарину. Це джерело легко перетравних вуглеводів, вміст яких становить 9%, а коефіцієнт перетравності досягає 96-98%. Вміст протеїну невеликий - 1,1-1,5%. Згодуються коренеплоди у свіжому та переробленому вигляді.

Значну кормову цінність має гичка цукрового буряка. її згодують у свіжому вигляді і як силос. В 1 ц міститься 10 к.о. Урожай гички становить 20-30% від маси коренеплодів.

Цукровий буряк має важливе агротехнічне значення. Під нього вносять високі норми добрив, поле очищається від бур'янів, це цінний попередник у сівозміні для наступних культур.

Для виробництва цукрових буряків існує комплекс машин, насичений досить складними за конструкцією агрегатами нового покоління. Вони вимагають покращеного обслуговування, високих індивідуальних навиків механізаторів, чіткої організації праці. Саме такий підхід забезпечить умови високоякісного виконання польових робіт.

Тому правильність підготовки машин до роботи, вміння скомплектувати агрегат, налагодити і відрегулювати їх, вибрати правильні режими роботи дозволить краще експлуатувати техніку на всіх операціях. Це вимагає певної теоретичної та практичної підготовки фахівців певного рівня з поглибленим вивченням конструкцій с.-г. машин.

# 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ

## 1.1. Технологічні особливості вирощування цукрових буряків

Цукрові буряки вимагають чистих від бур'янів полів з достатніми запасами вологи і поживних речовин. У районах де достатньо вологи, а це вся Західна Україна, найбільш високі і стійкі врожаї цукрових буряків дають при розміщенні їх після озимої пшениці. Також посіви цукрових буряків вимагають хорошого забезпечення поживними речовинами.

Поживні речовини вносять у наступні строки: під глибоке рихлення ґрунту (Р, К), підживлюють у процесі висіву насіння (N), та під час міжрядного обробітку ґрунту культиваторами УСМК-5,4. в рядки (Р) і 1 – 2 підживлення. В цілому під посіви цукрових буряків вносять до 450-500 кг/га ( $N_{25}P_{40}K_{35}$ ).

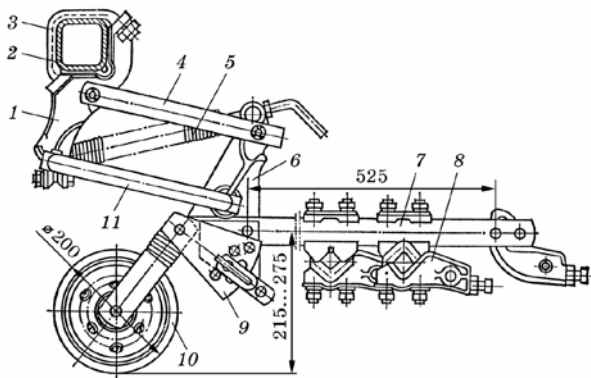


Рисунок 1.1 - Секція культиватора УСМК-5,4А: 1 і 6 — кронштейни; 2 — брус рами; 3 — хомути; 4 і 11 — верхня та нижня ланки; 5 — пружина; 7 — ґриділь; 8 — тримач; 9 — сектор; 10 — опорний коток

Суттєвий вплив, має на врожайність цукрових буряків рівномірність внесення добрив, особливо при внесенні під глибоку оранку і передпосівну культивуацію.

Вирощуючи цукрові буряки, використовують такі агротехнічні заходи, проводять глибоке рихлення ґрунту з допомогою важких дискових борін оснащених врізними дисками: БДТ-3, БДТ-5. Наступний етап передбачає суцільне внесення органічних добрив з розрахунку 50 т/га розкидачами МЖТ-10. Щоб забезпечити максимальну ефективність, від внесення органічних добрив, їх через кілька днів заробляють у рунт, проводячи основний обробіток на глибину 30-35 см плугами ПЛН-5-35, ПЛН-4-40 та ін.

Весною, по мірі дозрівання ґрунту, здійснюють закриття вологи з допомогою середніх борін БЗСС-1.

Стараються сумістити такі технологічні операції, як передпосівний обробіток ґрунту і посів, для цього використовують спеціалізовані зернові сівалки обладнані комплектом ґрунтообробних знарядь ССТ-12Б+ЛД-5,4.

Посів цукрових буряків, найскладніша технологічна операція, адже від неї залежить вся доля майбутнього врожаю. Висівають насіння буряків, тоді коли ґрунт прогріється до  $5-6^{\circ}\text{C}$ , щоб у сприятливих умовах одержати повні і дружні сходи. А такі умови настають, коли добре прогрітий ґрунт, він у цей період обробляється з найменшими енергозатратами і легко кришиться. Норму висіву вибирають у кожному окремому випадку індивідуально і вона залежить від умов поля і якості насіння.

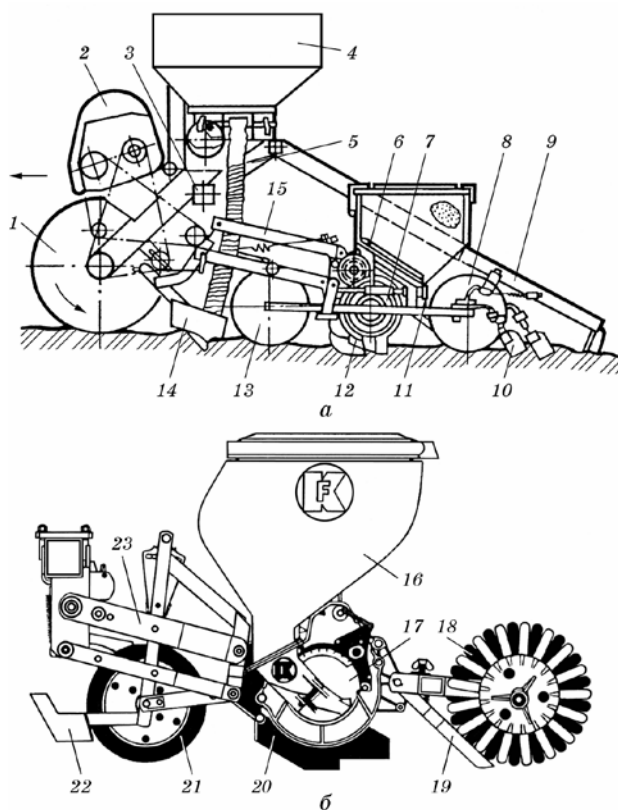


Рисунок 1.2 - Бурякова сівалка ССТ-12В

(а) і посівна секція сівалки

«Мультикорн» (б): 1 і 18 — опорні колеса; 2 — редуктор; 3 — рама; 4 — туковисівний апарат; 5 — тукопровід; 6 і 16 — насінневі ящики; 7 і 17 — висівний апарат; 8, 13 і 21 — прикочувальне колес; 9 — слідоутворювач; 10 і 19 — загортач; 11 — регулятор ходу сошників; 12 і 20 — насінневі сошники; 14 і 22 — тукові сошники; 15 і 23 — паралелограмна підвіска

Після сівби догляд за посівами включає таку технологічну операцію – міжрядна культивуація. Її завдання полягає в повному знищенні бурянів у міжряддях посівів, розпушення та вирівнювання ґрунту, з одночасним прикореневим підживленням мінеральними добривами, використавши культиватор УСМК-5,4 оснащений підживлювачем рослин АТД-2.



Коли появляються сходи, у стислі строки, у фазі вилочки – першої пари справжніх листочків проводять формування густоти рослин.

Після завершення прорідження посівів, проводять розпушення ґрунту, а також проводять підживлення рослин і знищення бур'янів. Це завдання виконує культиватор УСМК-5,4В.

Перед початком збирання буряків, необхідно здійснити розпушення міжрядь, з допомогою долотоподібних лап на глибину 12 – 17 см. Перед викопуванням цукрових буряків, зрізають гичку причіпними машинами роторного типу ГВР-6, подрібнену гичку розкидають по поверхні поля і в подальшому використовують в якості сидератного добрива. Викопують коренеплоди шестирядною коренезбиральною машиною КС-6А, з подальшим навантаженням їх у транспорті засоби навантажувачем коренеплодів СПС-4,2.

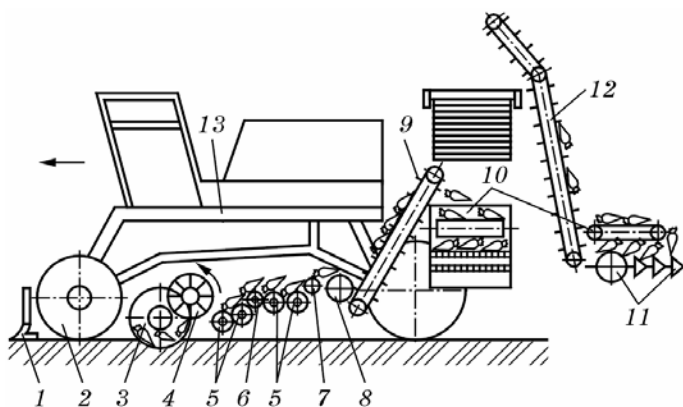


Рисунок 1.3 - Конструктивно-технологічна схема коренезбиральної машини КС-6Б

Враховуючи погодні умови, наявність транспорту у господарстві, відстані перевезень, завантажуваності буряко приймальних пунктів, вибирають один із способів потоковий (комбайновий – низька засміченість, суха погода, висока врожаність), потоково-перевалочний (недостатя кількість транспортних засобів) і перевалочний застосовують у випадку значного забруднення коренеплодів ґрунтом та рослинними рештками (несприятливі погодні умови).

## 1.2. Запропонована технологія виробництва цукрових буряків

Останнім часом, способи вирощування цукрових буряків істотно вдосконалено, поліпшено конструкцію машин та їх робочі органи. На ринку

аграрного сектору появилася велика кількість різноманітної техніки, це стосується, як ґрунтообробної техніки, так і посівних та збиральних машин, та комбайнів. Ґрунтообробна техніка дозволяє за один прохід максимально якісно підготувати ґрунт під посів, сформувавши всі умови для посіву. Новітні сівалки здатні забезпечувати всі вимоги, що ставляться до посівних агрегатів: забезпечують у широкому діапазоні високу точність норм висіву насіння, формують вирівняне ущільнене ложе для висіву насіння, що сприяє його рівномірному проростанню, ущільнюють ґрунт забезпечуючи хорший його контакт з насіниною, що сприяє кращому підтягуванню вологи. Бурякозбиральна техніка оснащена ходовою системою підвищеної прохідності, що дозволяє збирати буряк в умовах підвищеної вологості ґрунту, а за потреби і в зимовий період по снігу. Підкопуючі робочі органи забезпечують високоякісне викопування коренеплодів з мінімальними втратами. Очисні сепаратори дозволяють отримувати продукцію з мінімальним відсотком забруднення.

Всі ці розробки підняли на якісно новий щабель галузь розвитку буряківництва, але не зважаючи на це, в аграрному секторі є ще достатньо вітчизняної техніки, що використовується на полях і викинути її на металолом було б не раціонально. Отже на основі вищевикладеного, ми пропонуємо використати для збирання цукрових буряків, модернізовану коренезбиральну машину РКС-6. Особливість її модернізації полягає в тому, щоб забезпечити максимально якісне очищення коренеплодів від рослинних та ґрунтових домішок, забезпечивши при цьому мінімальне їх травмування. Адже чим більше травмованих коренеплодів у загальній масі, тим нижчої якості продукція, а отже і нижчий вихід цукру, це прямі втрати для аграрного сектору.

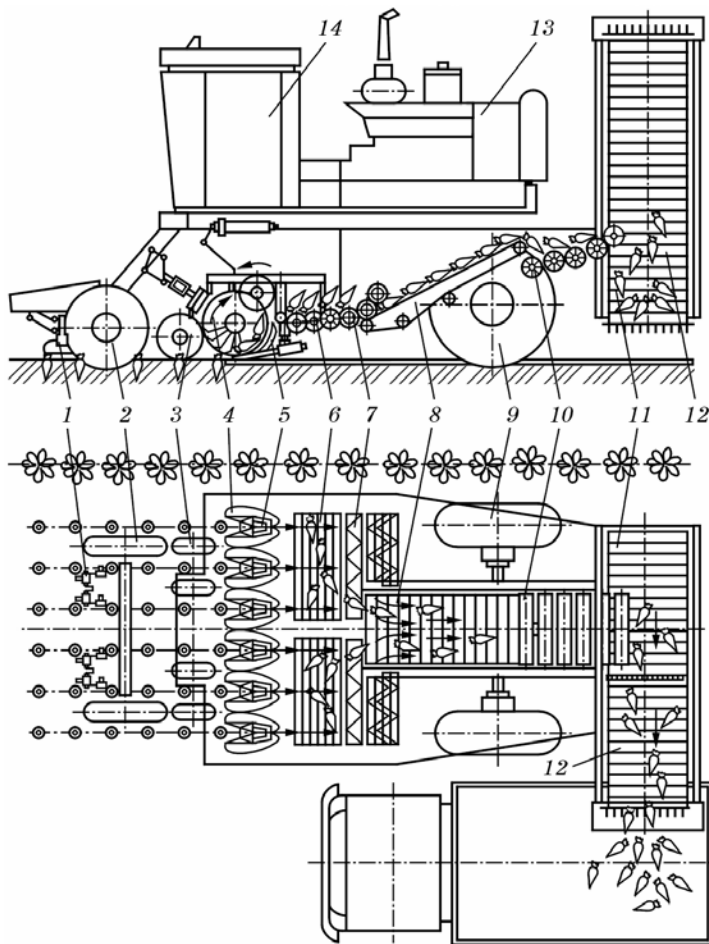


Рисунок 1.4 - Технологічна схема коренезбиральної машини РКС-6:

1 — автомат керування; 2 — колеса; 3 — копіювальне колесо; 4 — коренезабірник; 5 — активні викопувальні вилки; 6 — бітерний очисник; 7 — шнековий очисник; 8 — поздовжній конвеєр; 9 — м ведучі колеса; 10 — лопатевий доочисник; 11 — оперечний елеватор; 12 — вивантажувальний елеватор; 13 — двигун; 14 — кабіна

Для збирання самих коренів застосовуємо самохідну коренезбиральну машину РКС-6. Основне завдання запропонованої технології, максимально механізувати всі технологічні операції.

## 2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1. Планова врожайність

Програмування врожаю – це спроба забезпечити реалізацію програмованої врожайності в конкретних умовах, для певного регіону на базі конкретного господарства, знаючи його характерні погодні умови, врожайність ґрунтів, вміст у них поживних елементів, та забезпечення водою.

Знаючи урожайність цукрових буряків у регіоні, спрогнозуємо її рівень зростання на майбутнє. Слід, також врахувати економічну ситуацію, що склалася в державі, внаслідок московської агресії.

Заплановану врожайність розраховуємо з формул [6]:

$$ПВ=[Б \times Цб \times Км + (Дм \times Ом + ДоОм + Дс \times Ос)] \times Кп \times Кф \times 0,1 \quad (2.1)$$

де Б – стан ґрунту, бал;

ЦБ – ціна на один бал бонітету, кг/га;

Км – коефіцієнт несприятливих властивостей ґрунтів;

Дм, До, Дс – необхідні норми добрив: мінеральних (кг/га N, P, K), органічних (т/га) і сидератів (т/га);

Ом, Оо, Ос – окупність 1 кг затрачених добрив;

Кп – коефіцієнт, що враховує виробничі умови;

Кф – коефіцієнт, що враховує фондооснащення.

$$ПВ=[42 \times 800 \times 1 + (580 \times 1,65) + (30 \times 3,7)] \times 0,7 \times 0,88 \times 0,01 = 664,8 \text{ ц/га.}$$

Як видно з розрахунків, ґрунтово-кліматичні умови дозволяють вирощувати високі врожаї цукрових буряків. Але в розрахунках не були враховані інші обмежувальні чинники, що впливають на рівень врожаю коренеплодів. Тому для умов регіону пропонується прийняти планову врожайність на рівні 450 ц/га.

## 2.2. Склад комплексу агрегатів для вирощування цукрових буряків

Необхідне число агрегатів зайнятих на виконанні даної операції розраховуємо з формули:

$$n_a = \Omega / W_a \times D \times T_{\text{доб}}, \quad (2.3)$$

де  $\Omega$  – об'єм робіт, га, т, т×км;

$W_a$  – нормативна змінна продуктивність, га/зм;

$D$  – строки виконання агротехнічної операції.

Таблиця 2.1 – Склад комплексу машин для виробництва цукрових буряків

| Назва машини                         | Марка       | Кількість машин |                |                     |
|--------------------------------------|-------------|-----------------|----------------|---------------------|
|                                      |             | У комплексі     | У господарстві | необхідно додатково |
| Автомобілі                           | ЗИЛ-ММЗ-555 | -               | 2              | -                   |
|                                      | САЗ-5303    | 3               | 3              | -                   |
|                                      | КамАЗ-5320  | -               | 1              | -                   |
| Енергетичні засоби                   | Т-150К      | 1               | 3              | -                   |
|                                      | МТЗ-80/82   | 2               | 5              | -                   |
|                                      | ЮМЗ-6Л      | 2               | 3              | -                   |
| Навантажувачі                        | ПФ-0,5      | 1               | 1              | -                   |
|                                      | СЗУ-20      | 1               | 1              | -                   |
| Грунтообробні агрегати               | БДТ-7       | 1               | 2-             | -                   |
|                                      | БЗСС-1,0    | 12              | 40             | -                   |
|                                      | ЛДГ-10      | 1               | 2              | -                   |
|                                      | ППЛ-10-25   | -               | 1              | 1                   |
| Плуги                                | ПЛН-5-35    | 1               | -              | 1                   |
| Культиватори                         | КПС-4-0,2   | 1               | 4              | -                   |
|                                      | УСМК-5,4В   | 1               | 2              | -                   |
| Причіпки                             | С-11У       | 1               | 1              | -                   |
|                                      | СП-16       | 1               | 1              | -                   |
| Техніка для хімзахисту               | ПОМ-630     | 1               | 1              | -                   |
|                                      | АПЖ-12      | 1               | 1              | -                   |
| Техніка для підживлення              | НРУ-0,5     | 1               | 1              | -                   |
|                                      | РОУ-6       | 1               | 2              | -                   |
| Машини для збирання цукрових буряків | РКС-6       | 1               | 1              | -                   |

Необхідна кількість енергетичних засобів для забезпечення роботи основного МТА розраховуємо з формули:

$$n_{\text{дон}} = n_o \times W_r \times Q \times t_{\text{об.тр}} / q_T \times \mu \quad (2.4)$$

де  $n_o$  – число задіяних бурякозбиральних машин у полі, шт.;

$W_r$  – продуктивність бурякозбиральної машини за годину, га/год;

$Q$  – вага зібраних коренеплодів (урожайність), т/га;

$q_T$  – вантажопідйомність автомобілів, т;

$\mu$  – коефіцієнт, що враховує використану вантажопідйомність;

$t_{\text{об.тр}}$  – час, що затрачається на роботу транспорту, год.

Згідно операційної карти розраховуємо склад авто-тракторного парку, необхідний у агропідприємстві для виконання впровадженої технології вирощування цукрових буряків. Окремі машини доцільно брати в оренду на час виконання робіт.

Отримані результати заносимо у підсумкову таблицю 2.1.

Згідно даних, агропідприємство володіє достатньою кількістю сільськогосподарської техніки для вирощування і збирання цукрових буряків.

Але запропонована технологія вимагає додаткового придбання ярусного плуга ПЯ-4-35 та лемішного луцильника ППЛ-10-25, що дозволить підвищити ефективність проведення окремих технологічних операцій, зокрема основного та поверхневого обробітків ґрунту.

### **2.3. Організація використання комплексу машин**

Оскільки цукрові буряки вирощуються в єдиній загальногосподарській сівозміні, де зосереджено весь МТП, то й усі засоби повинні використовуватися у відповідний період, визначені план-графіком проведення механізованих робіт.

Вихідною умовою використання МТП, є технологічна карта на вирощування всіх с.-г. культур на які у господарстві розробляють план механізованих робіт, включаючи і агрегати, яких у господарстві немає. Для цих агрегатів необхідно знати терміни використання, щоб можна було взяти їх в

аренду, або скористатися послугами спеціальних служб.

В господарстві за кожним трактором закріплюють певні сільськогосподарські машини. Так з трактором Т-150К агрегатують плуг ПЯ-4-35, дисковий та лемішний луцильники, важку дискову борону БДТ-7. Для тракторів ЮМЗ-6А закріплюють с.-г. машини і знаряддя пов'язані зі збиранням і транспортуванням побічної продукції.

Операції, пов'язані з внесенням добрив, хімічним захистом рослин від шкідників та хвороб, збирання врожаю вимагають узгодження виконання основних та допоміжних операцій. Для цих технологічних процесів повинні бути створені окремі ланки.

Для сівби потрібні наступні ланки (окремі агрегати):

- підготовка, транспортування насіння і добрив та заправка сівалок;
- сівби.

Для догляду за посівами:

- підготовка пестицидів;
- транспортування, отрутохімікатів та заправка обприскувачів;
- обприскування посівів.

Для збирання:

- гичкозбиральні агрегати (причіпні с.-г. машини);
- машини для збирання коренеплодів;
- транспортні агрегати (автомобілі для коренеплодів та трактори з причепами для гички);

Для ефективної роботи МТА на всіх рівнях технологічних процесів необхідно мати окремі ланки з технікою і побутового їх обслуговування.

### **3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ**

#### **3.1. Аналіз аналогів конструкторської розробки**

Під час збирання коренеплодів, наступною після підкопування є операція з їх очистки від органічних (залишки гички, стебла бур'янів та ін.) і неорганічних (грудки, камінці) домішок. Очищення коренеплодів здійснюється з допомогою різноманітних сепараторів. Дано коротку їх класифікацію.

За способом відокремлення домішок є два основні способи:

- 1) дискретний (ручна очистка);
- 2) потоковий.

Потоковий спосіб розподіляють на розділення механічним і автоматичним методом відділення решток (рис. 3.1 ).

Автоматичний метод передбачає здійснення поштучного контролю над кожним коренеплодом, що є основною причиною зниження продуктивності такого типу пристроїв, адже необхідно мати спеціальні дозатори для поштучного транспортування коренеплодів.

Застосування автоматичних сепараторів є обмеженим, адже на якість їх роботи впливає вологість ґрунту і складових вороху, стан коренеплодів, вимога поштучної подачі і т.д. Найвища ефективність автоматичних сепараторів проявляється під час роботи на стаціонарних перебиральних пунктах разом у поєднанні з сепараторами механічної дії.



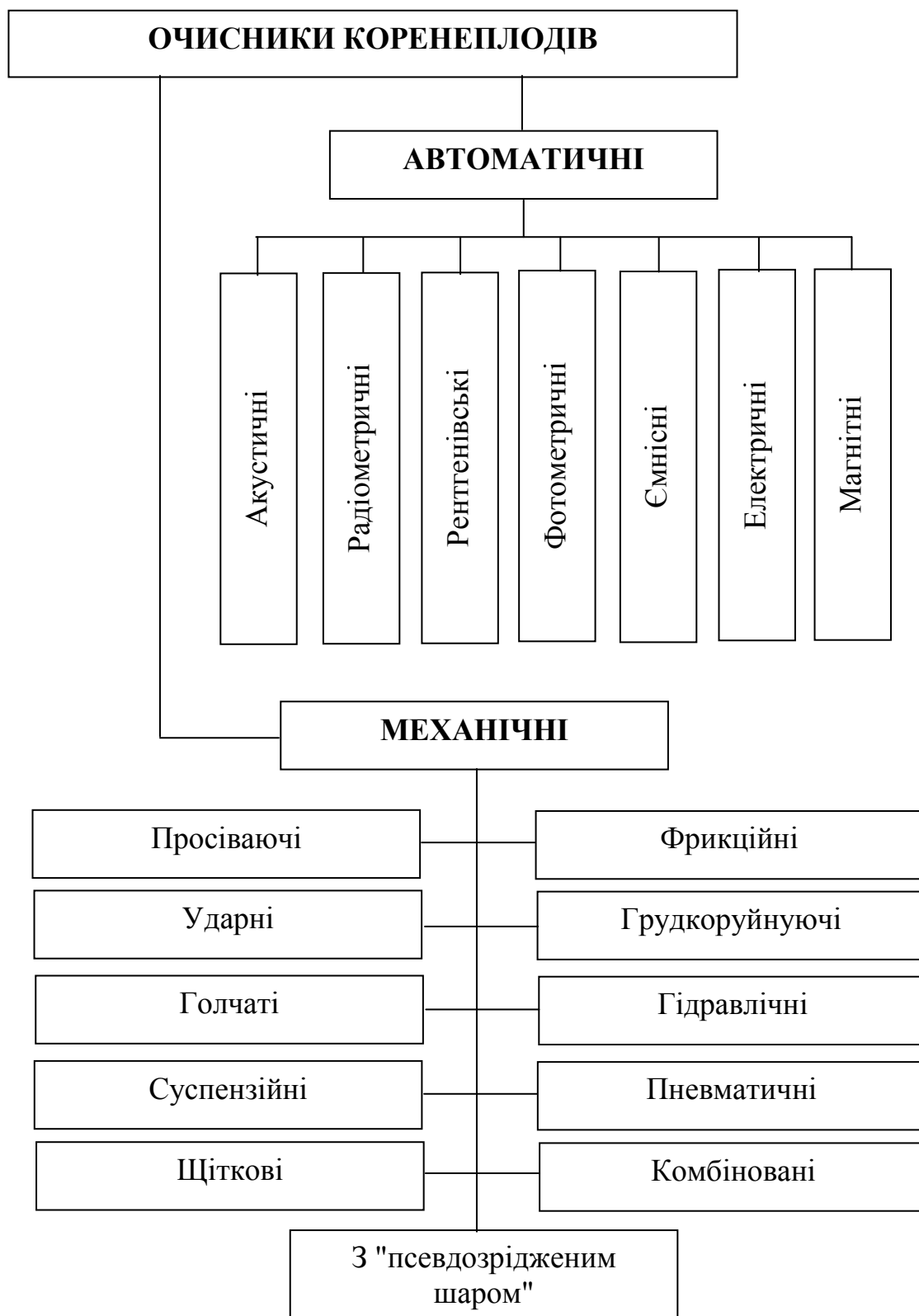


Рисунок 3.1- Класифікація очисників коренеплодів

Основним переважачим фактором автоматичного сепаратора є те, що під час його роботи відсутній механічний контакт між робочим органом і коренеплодом, з допомогою якого отримують різницю у властивостях.

Для автоматичних сепараторів переважно відводиться виконання кінцевої ролі, остаточна доочистка вороху коренеплодів.

Механічні сепаратори набагато простіші і надійніші у роботі порівняно з автоматичними. Механічне розділення застосовують у тих випадках, коли хоч одна із компонентів вороху відрізняється (розмірні показники: довжина, товщина, ширина; відмінність коефіцієнтів тертя, щільність, об'ємна вага, міцність, аеродинамічні властивості і т.д.).

Найбільшого розповсюдження набув механічний спосіб розділення сумішей за фрикційними особливостями. В агрегатах, що працюють за цим принципом, використовується різницю коефіцієнта тертя коренеплодів і решток вороху. Важливою особливістю сепараторів такого типу, є те, що практично відсутнє травмування коренеплодів.

До сепараторів цього класу відносяться пальчикові і полотняні гірки, фрикційні барабани, лотки скочування.

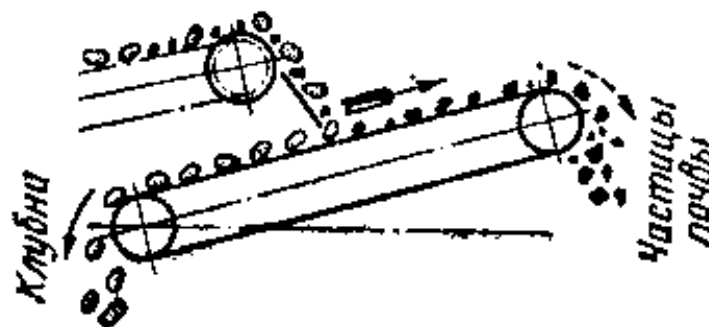


Рисунок 3.2 - Поздовжня гірка

Принцип роботи поздовжніх гірок (рис. 3.2) дуже простий. Ворох, що піддається сепарації вивантажується на поверхню поздовжньої гірки, яка встановлена під певним кутом до горизонтальної площини. Гірки у яких напрям руху транспортера і бурякового вороху співпадає, називають прямоточними. За рахунок різниці коефіцієнтів тертя коренеплодів і ґрунтового вороху відбувається розділення. Буряки, у яких коефіцієнт тертя менший ніж у домішок, скочуються до низу, а сміття переміщається до виходу.

Підвидом даного класу сепаратора, є пальчикова гірка (рис. 3.3). Для ефективнішої роботи цього сепаратора, в зону руху вороху подають повітряний потік і таким чином легкі фракції домішок видуваються.

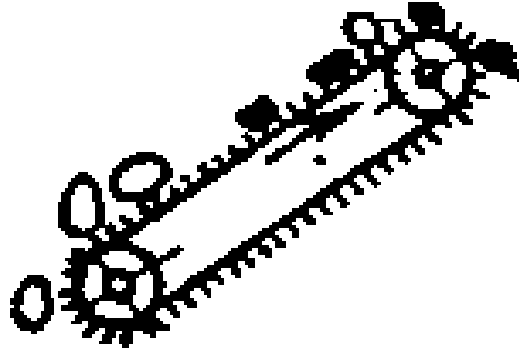


Рисунок 3.3- Пальчикова гірка

Складнішу конструкцію мають барабанні сепаратори. Вони мають циліндричну форму, корпус циліндра утворений паралельно привареними прутками під певним кутом до вісі обертання. Прутки утворюють просіваючу поверхню, на якій дрібні домішки відділяються шляхом просівання. Ефективність роботи цих сепараторів досягається, за рахунок збільшення січення діаметра барабана, а також за рахунок встановлення прутків не паралельно його вісі, а під певним кутом до неї. При цьому найбільший ефект досягається при чергуванні напрямку нахилу.

Барабанні сепаратори відзначаються простою конструкцією і високою її надійністю (рис. 3.4). Сепаратори барабанного типу можуть бути укомплектовані внутрішнім шнеком або без нього, з комірками для обертання коренеплодів.

Сепаратори барабанного типу, можна за будовою поділити на циліндричні, конічні, комбіновані. Незважаючи на значні переваги цих сепараторів, вони мають ряд недоліків, незадовільна робота при роботі з ворохом підвищеної вологості, забиваються і залипають брудом прутки, значна швидкість обертання барабана, є причиною значного травмування коренеплодів за рахунок співударяння об прутки і між собою.

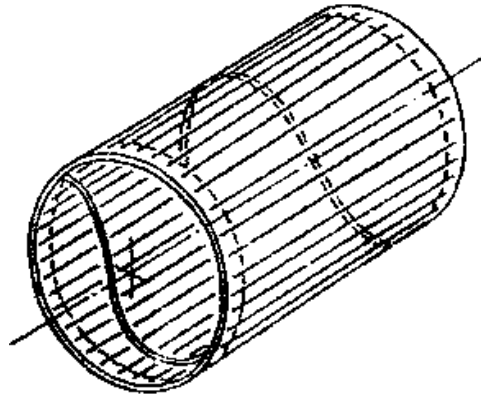


Рисунок 3.4 - Барабанний сепаратор

Барабанні сепаратори добре зарекомендували себе під час роботи на легких і середніх ґрунтах. Але із зростанням оптимальної вологи, їх робота стає малоефективна.

Дамо коротку класифікацію конструкцій сепараторів просіваючого типу для бурякового вороху (рис.3.5.).

Особливістю роботи цих сепараторів, є здатність відділяти домішки за рахунок їх просіювання крізь щілини та дрібні отвори. Цей процес відбувається внаслідок руйнування пласта ґрунту і його подрібнення під впливом робочих органів просіюючих сепараторів. Процес просівання відбувається в тому випадку, коли розміри подрібнених частинок вороху, менші отворів просіваючи поверхонь. Подрібнення ґрунту і його грудок відбувається добре на середніх та легких ґрунтах, за механічним складом, до них відносять піщані і супіщані ґрунти. Середньо важкі та важкі ґрунти під категорію, яких підпадають глини і суглинки характерні тим, що при зміні оптимальної вологи, здатні формувати тверді за механічним складом земляні грудки.



Рис. 3.5. Класифікація сепараторів просіваючого типу

На бурякозбиральних машинах та комбайнах найчастіше зустрічаються сепаратори з поступальним рухом робочого органу просіваючого типу. До них відносять пруткові сепаратори, що складаються з двох валів (ведучого і веденого) а також пруткового транспортера що їх зєднує (рис. 3.6).

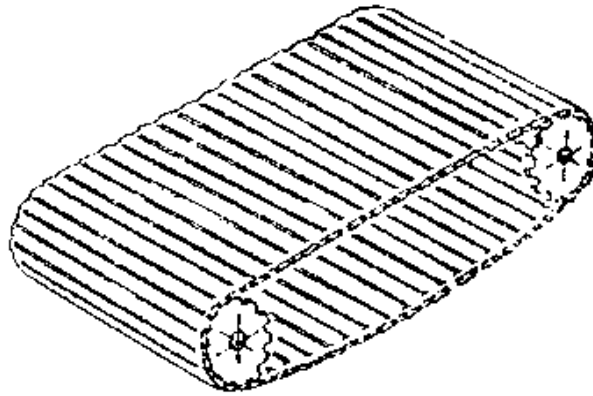


Рисунок 3.6 - Прутковий елеватор

Дана модель сепаратора характеризується простою конструкцією, і здатністю переміщати ворох під кутом до горизонту у  $25^{\circ}$ .

Одними з найскладніших є ротаційні сепаратори (рис. 3.7). Їх виготовляються блоками у вигляді батарей, закріплених на валу. Особливість у тому, що вали здійснюють обертання в одному напрямі. Батарей встановлюються на бурякозбиральні машини так, щоб їх робочі органи рухались з перекриттям і не мали в середині просвітів. Дана умова забезпечить процес самоочищення батарей від налиплого ґрунту.

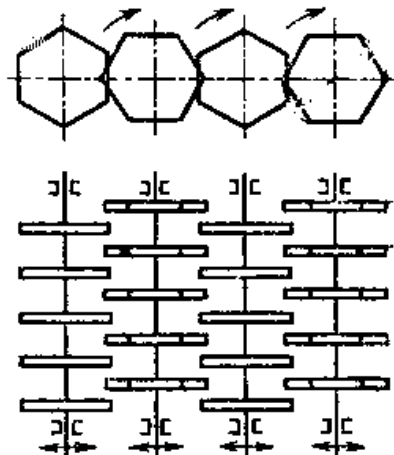


Рисунок 3.7 - Ротаційний сепаратор

Основним недоліком ротаційних сепараторів є намотування на вал рослинних решток.

Для більшості бурякозбиральних машин характерним є розміщення після підкопуючи робочих органів очисників шнекового типу. Вони конструктивно прості, характеризуються високою транспортною здатністю, і непоганою сепарацією ґрунту і рослинних домішок. Їхній недолік, незадовільна робота на ґрунтах підпищеної вологості, з високим вмістом глини.

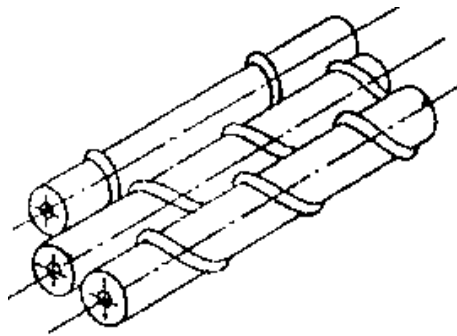


Рисунок 3.8 - Вальцеві очисники шнекового типу

Чим довше ворох знаходиться на сепаруючих (металеві шнеки) поверхнях, зростає не тільки чистота вороху, але і травмування коренеплодів.

### **3.2. Обґрунтування конструктивної розробки проекту**

Основна проблема для виробників с.г. продукції – це те, що ціни на с.г. продукцію є дуже низькі, вартість нової с.г. техніки є висока, вартість паливо-мастильних матеріалів неухильно зростає, а це все впливає на неухильний спад виробництва с.г. продукції. Тому господарства не мають можливості придбати нову високоякісну техніку. Запропонована технологія виробництва цукрових буряків, передбачає використання комплексу оновленої бурякозбиральної техніки, що дозволить підвищити якість отриманої продукції, зменшити витрати на доочистку коренеплодів, і що саме головне – з полів не буде вивозитись разом з коренеплодами верхній родючий шар ґрунту. Адже при несприятливих кліматичних умовах (висока або низька вологість ґрунту)

забрудненість коренеплодів ґрунтом сягає до 25-30%, що в свою чергу при врожайності коренеплодів 250-300 ц/га становить 75-30 ц/га ґрунту, і цей ґрунт разом з коренеплодами вивозиться з полів. Тому завдання покращення викопування та очистки цукрових буряків є особливо актуальним на сьогоднішній день.

Щоб підвищити якість збирання та очищення коренеплодів, запропонуємо переобладнати бурякозбиральну машину РКС-6, а саме здійснити заміну дводискового викопувального механізму вильчастим, з спіральною навивкою. Модернізація сприятиме якіснішому викопуванню коренеплодів і ефективно проводити їх сепарацію і відповідно очистку від ґрунту.

Особливість вильчастого викопувального пристрою полягає у наступному, - активні вилки рухаючись у ґрунті обертаються в протилежні сторони, що сприяє якісному і ефективному видаленню коренеплодів з ґрунту, а спіральна навивка дозволяє видаляти їх з ґрунту навіть при підвищеній його вологості.

Перевага запропонованого вдосконалення полягає в тому, що при порівняно незначних затратах на переоснащення базової моделі коренезбиральної машини РКС-6 можна отримати суттєвий економічний ефект. Суть якого полягає у збереженні верхнього родючого шару ґрунту, високій якості очистки коренеплодів, та зменшенні затрат на транспортування буряків

### **3.3. Розрахунок параметрів очисних органів бурякозбиральної машини РКС-6**

#### **3.3.1. Розраховуємо продуктивність коренезабірника**

Щоб робота бурякозбиральної машини була ефективною, потрібно, щоб робочий процес викопувального апарату був узгоджений з роботою коренезабірника. Їх робочі швидкості повинні бути однаковими, або швидкість коренезабірника повинна бути дещо більшою копачів, щоб не відбувалось



забивання і нагромадження коренеплодів на приймальних органах бурякозбиральної машини  $Q_k$ .

$$Q_b \geq Q_k,$$

$$Q_k = 0,1 \cdot A_k \cdot B_M \cdot V_M, \text{ т/год} \quad (3.1)$$

де  $A_k$  - врожай буряків, т/га,  $A_k=60$  т/га;

$B_M$  – робоча ширина машини, м,  $B_M=2,7$  м;

$V_M$  – швидкість на якій, виконується технологічний процес, км/год,  $V_M=7,2$ .

Провівши розрахунки згідно формули (3.1.) отримаємо:

$$Q_k=0,1 \cdot 45 \cdot 2,7 \cdot 7,2=87,48 \text{ т/год.}$$

Швидкість роботи та пропускну здатність коренезабірною механізмом розраховуємо з формули:

$$Q_b = 0,1 \cdot A_k \cdot B_M \cdot V_{Mmax}, \quad (3.2)$$

де  $V_{Mmax}$  - гранична робоча швидкість бурякозбиральної машини:

$$V_{Mmax} \leq R \cdot \omega, \text{ м/с} \quad (3.1)$$

де  $R$  – радіус диска коренезабірника,  $R=0,35$  м;

$\omega_b$  - кутова швидкість коренезабірника,  $\text{с}^{-1}$ .

Отже

$$Q_b = 0,1 \cdot A_k \cdot B_M \cdot R \cdot \omega. \quad (3.4)$$

З формули (3.4) видно, що:

$$\omega = \frac{Q_b}{0,1 \cdot A_k \cdot B_M \cdot R} = \frac{87,48}{0,1 \cdot 45 \cdot 2,7 \cdot 0,35} = 10,25 \text{ с}^{-1}. \quad (3.5)$$

### 3.3.2. Технологічний розрахунок

Коренеплоди мають різні розміри. Розмірні і масові характеристики коренеплодів приведені в таблиці 3 [11].

Розглянемо два крайні випадки, коли коренеплоди мають найменший і найбільший розміри. Якщо розроблюваний коренепідбирач забезпечить забір цих коренеплодів, розміри яких входять в цей інтервал, то процес буде задовільним.

Прийmemo  $l_k$  - довжина коренеплоду, мм;  $d_k$  - максимальний діаметр коренеплоду, мм;  $c_o$  - координата центра тяжіння (вимірюється від верхньої частини кореня), мм;  $\gamma_k$  - кут конусності, град;  $m_k$  - маса коренеплоду, кг. Для коренеплодів мінімальних розмірів ці значення наступні:  $l_{k1}=230$  мм,  $d_{k1}=67$  мм,  $c_{o1}=94$  мм,  $\gamma_{k1}=9,45^\circ$ ,  $m_{k1}=0,311$  кг. А для крупних коренеплодів:  $l_{k2}=280$  мм,  $d_{k2}=122$  мм,  $c_{o2}=94$  мм,  $\gamma_{k2}=18,38^\circ$ ,  $m_{k2}=1,348$  кг.

Коренепідбирач здійснює піднімання коренеплода від активних вилок-копачів до відбійного бітера. У момент, коли коренепідбирач повністю починає сприймати вагу коренеплода, корінь займає положення показане на рис. 3.3.

На цьому рисунку вказані активні вилки та коренепідбирач. Відповідно до розмірів і розташування аналогічних робочих органів серійної машини РКС-6 приймаємо і для розроблюваної машини:  $R_d$  - радіус диска,  $R_d=350$  мм;  $\alpha$  - кут нахилу вісі вилки до горизонту,  $\alpha=11...13^\circ$ , приймаємо  $\alpha=12^\circ$ ;  $k$  - відстань від вилки до диска коренепідбирача,  $k=50$  мм;  $p$  - відстань між вилками копача в місці, що відповідає точці А,  $p=20$  мм.

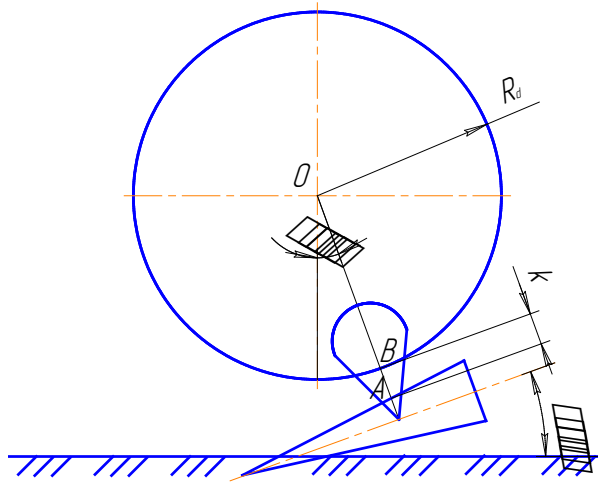


Рисунок 3.4 - Схема коренепідбирача

На рис. 3.4 розглянемо положення коренеплодів відносно прямої АО і точки А. За допомогою рис. 3.2 визначимо відстань від центра, на якій потрібно розміщувати гумові пальці.

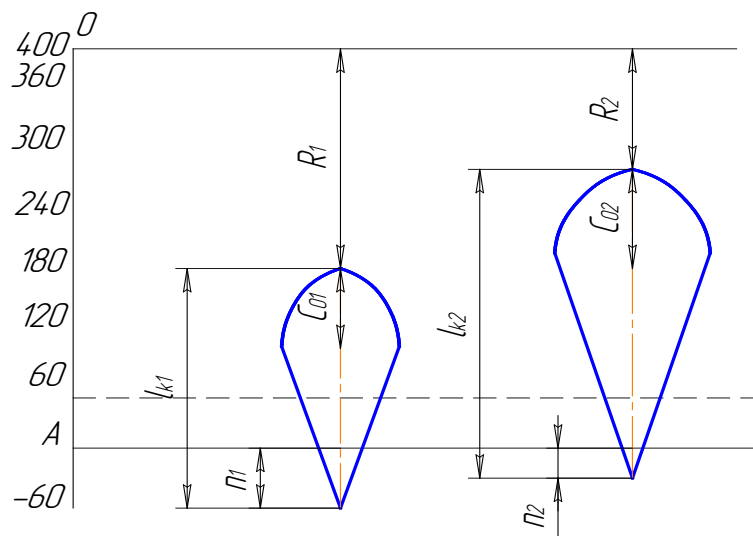


Рисунок 3.4 - Розміщення коренеплодів відносно прямої АО і точки А

Відрізок  $n_1$ , відповідає довжині нижньої частини кореня, яка має товщину рівну  $p$ , знаходимо за формулою:

$$n = \frac{p}{2} \cdot \operatorname{ctg} \gamma_k, \text{ мм} \quad (3.6)$$

Для найменшого кореня:

$$n_1 = \frac{20}{2} \cdot \operatorname{ctg} 9,45^\circ = 60 \text{ мм,}$$

для найбільшого:  $n = \frac{20}{2} \cdot \text{ctg}18,38^\circ = 30$  мм.

Відрізок АО визначається за формулою:

$$AO = R_d + h = 350 + 50 = 400 \text{ мм.}$$

Положення центра ваги коренеплоду відносно центру коренезабірника точки О рівний:

$$R = OA + n - l_k + c_o = R_d + h + n - l_k + c_o, \text{ мм.} \quad (3.7)$$

Для випадків, що розглядаються:

$$R_1 = 350 + 50 + 60 - 230 + 94 = 324 \text{ мм,}$$

$$R_2 = 350 + 50 + 30 - 280 + 94 = 244 \text{ мм.}$$

Визначені величини  $R_1$  і  $R_2$  будемо враховувати при встановленні на дисках гумових пальців.

Визначимо сили, що діють на коренепідбирач у роботі при подачі коренеплодів. Для цього розглянемо випадок коли коренепідбирач максимально навантажений, тобто подає найбільші коренеплоди і відстань між ними найменша. За табл. 2 [11] найменша відстань між коренеплодами  $L = 180$  мм.

При переміщенні буряків від активних вилок до відбійного бітера задіяна зона коренепідбирача, що відповідає куту  $\theta = 120^\circ$ . Цьому куту відповідає довжина дуги диска коренезабірника, що рівна:

$$S = R_d \frac{\pi \cdot \theta}{180^\circ} = 350 \frac{3,14 \cdot 120}{180^\circ} = 733 \text{ мм.}$$

Беручи буряки з найбільшим діаметром  $d_2 = 122$  мм і відстань між ними  $L = 180$  мм, визначаємо, скільки їх може розміститися на відрізьку  $S$ :

$$u = 1 + \frac{S}{L + d_2} = 1 + \frac{733}{180 + 122} = 3,42. \quad (3.8)$$

Приймаємо, що на відстані  $S$  можна розмістити 3 коренеплоди. Розглянемо це розміщення коренеплодів на рис. 3.5.

Кут між точками  $C_1$  і  $C_2$ ,  $C_2$  і  $C_3$  (ці точки відповідають положенню центрів ваги коренеплодів) визначаються з формули:

$$\varphi = \frac{180^\circ}{\pi} \cdot \frac{L + d_2}{R_d} = \frac{180^\circ}{3,14} \cdot \frac{180 + 122}{350} = 50^\circ. \quad (3.9)$$

На рис. 3.5 в точках  $C_i$  прикладені вертикальні вектори сил ваги буряків:

$$G_i = g \cdot m_k, \text{ Н,}$$

де  $g$  - прискорення вільного падіння,  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ .

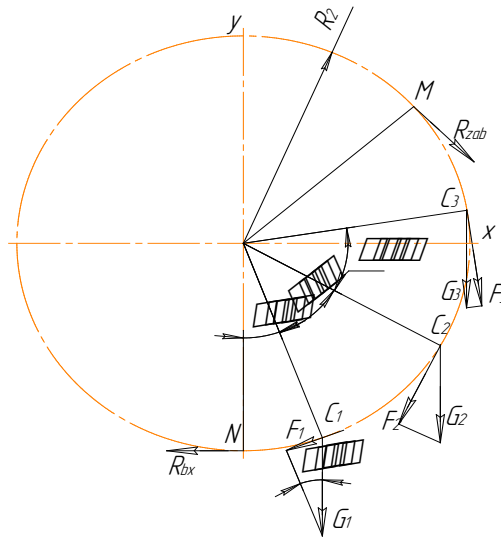


Рисунок 3.5 - Схема дії сил на диск коренезабірника

Щоб підняти буряки необхідно, щоб із боку коренепідбирача на них діяли сили, рівні за модулем векторам  $F_i$  - проєкціям сил  $G$  на дотичні в точках  $C_i$ . Ці сили визначаються за формулами:

$$F_1 = G_1 \cdot \sin \alpha = 1,548 \cdot 9,8 \cdot \sin 12^\circ = 3,15 \text{ Н;}$$

$$F_2 = G_2 \cdot \sin(\alpha + \varphi) = 1,548 \cdot 9,8 \cdot \sin(12^\circ + 50^\circ) = 13,40 \text{ Н;}$$

$$F_3 = G_3 \cdot \sin(\alpha + \varphi + \varphi) = 1,548 \cdot 9,8 \cdot \sin(12^\circ + 50^\circ + 50^\circ) = 14,07 \text{ Н.}$$

Також на коренепідбирач будуть діяти сили опору входження коренеплоду між пальці коренепідбирача при захопленні коренеплоду в точці  $N$ . Позначимо рівнодіючу цих сил через  $F_{bx}$  - вона направлена по дотичній до радіуса  $R_d$ . В точці  $M$  ( $\angle NOM = \alpha + 120^\circ = 12^\circ + 120^\circ = 132^\circ$ ) по дотичній до  $R_d$  прикладаємо

вектор рівнодійної сил опору забирання коренеплоду лопатями відбійного бітера  $F_{zab}$ . Сили  $F_{bx}$  і  $F_{zab}$  залежать від жорсткості гумових пальців. Ці сили повинні бути більші за силу ваги коренеплоду (щоб пальці утримували коренеплід при підніманні), але не значно, щоб не пошкодити коренеплід. При вазі коренеплоду  $G = 1,548 \cdot 9,8 = 15,17$  Н, приймаємо  $F_{bx} = F_{zab} = 20$  Н.

Коренезабірник складається з двох однакових дисків, тому на кожен диск будуть діяти сили у два рази менші розрахованим. Знаючи сили, що діють на диски закріплені на валу, для силового розрахунку цього вала, необхідно знати крутний момент на привід і сили, що діють на зірочку ланцюгової передачі. Так як на валі знаходяться три коренепідбирачі, то загальний крутний момент рівний:

$$M_{kp} = 3 \cdot (F_{bx} + F_1 + F_2 + F_3 + F_{zab}) \cdot R_2, \text{ Нм} \quad (3.10)$$

$$M_{kp} = 3 \cdot (20 + 3,15 + 13,40 + 14,07 + 20) \cdot 0,244 = 51,69 \text{ Нм.}$$

### 3.3.3. Енергетичний розрахунок

Повна потужність приводу викопувального пристрою визначається за формулою:

$$N = (N_1 + N_2 + N_3) \cdot k, \text{ кВт} \quad (3.11)$$

де  $N_1$  - потужність, що затрачається на привід кореневикопувальних вилок, кВт;

$N_2$  - потужність, що затрачається на привід коренепідбирача, кВт;

$N_3$  - потужність, що затрачається на привід відбійного бітера, кВт;

$k$  - коефіцієнт перевантаження,  $k=1,1$ .

Потужність, що затрачається на привід кореневикопувальних вилок:

$$N_1 = \frac{\omega_b \cdot M_{k1} \cdot z}{\eta_r \eta_{lp} \eta_m \eta_p} = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_b \cdot M_{k1} \cdot z}{\eta_r \eta_{lp} \eta_m \eta_p}, \text{ кВт} \quad (3.12)$$

де  $n_b$  - частота обертання вала конуса,  $n_b=7,05$  об/с;

$M_{k1}$  - крутний момент на валу конуса,  $M_{k1}=65$  Нм;

$\eta_r$  - ККД закритої передачі багатоступінчастого редуктора,  $\eta_r=0,96$ ;

$\eta_{lp}$  - ККД ланцюгової передачі,  $\eta_{lp}=0,9$ ;

$\eta_m$  - ККД муфти,  $\eta_m=0,98$ ;

$\eta_p$  - ККД підшипників кочення,  $\eta_p=0,99$ ;

$z$  - кількість конусів,  $z=12$  шт.

$$N_1 = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 7,05 \cdot 65 \cdot 12}{0,96 \cdot 0,9 \cdot 0,98 \cdot 0,99} = 4121,8 \text{ Вт} = 4,1 \text{ кВт.}$$

Потужність, що затрачається на привід коренезабірника:

$$N_2 = \frac{\omega_2 \cdot M_{k2} \cdot p}{\eta_r \eta_{lp} \eta_m \eta_p}, \text{ кВт} \quad (3.13)$$

де  $\omega_2$  - кутова швидкість обертання вала коренезабірника,  $\omega_2=10,25 \text{ с}^{-1}$ ;

$M_{k2}$  - крутний момент на валу конуса,  $M_{k2}=51,69 \text{ Нм}$ ;

$\eta_r$  - ККД закриті передачі багатоступінчастого редуктора,  $\eta_r=0,96$ ;

$\eta_{lp}$  - ККД ланцюгової передачі,  $\eta_{lp}=0,9$ ;

$\eta_m$  - ККД муфти,  $\eta_m=0,98$ ;

$\eta_p$  - ККД підшипників кочення,  $\eta_p=0,99$ ;

$p$  - кількість валів,  $p=2$  шт.

$$N_2 = \frac{10,25 \cdot 51,69 \cdot 2}{0,96 \cdot 0,9 \cdot 0,98 \cdot 0,99} = 1264 \text{ Вт} = 1,26 \text{ кВт.}$$

Потужність, що затрачається на привід відбійного бітера:

$$N_3 = \frac{r_3 \cdot F_z \cdot \omega_3 \cdot b \cdot k}{\eta_r \eta_{lp} \eta_m \eta_p}, \text{ кВт} \quad (3.14)$$

де  $r_3$  - радіус бітера,  $r_3=0,15 \text{ м}$ ;

$F_z$  - сила, що необхідна на забирання коренеплоду,  $F_z=20 \text{ Н}$ ;

$\omega_3$  - кутова швидкість обертання вала бітера,  $\omega_3=14,0 \text{ с}^{-1}$ ;

$b$  - кількість бітерів на валі,  $b=3$  шт.;

$k$  - кількість валів,  $k=2$  шт.;

$\eta_r$  - ККД закритої передачі багатоступінчастого редуктора,  $\eta_r=0,96$ ;

$\eta_{lp}$  - ККД ланцюгової передачі,  $\eta_{lp}=0,9$ ;

$\eta_m$  - ККД муфти,  $\eta_m=0,98$ ;

$\eta_p$  - ККД підшипників кочення,  $\eta_p=0,99$ .

$$N_3 = \frac{0,15 \cdot 20 \cdot 14,0 \cdot 3 \cdot 2}{0,96 \cdot 0,9 \cdot 0,98 \cdot 0,99} = 300,6 \text{ Вт} = 0,30 \text{ кВт.}$$

Отже, повна потужність, що затрачається на привід викопувального пристрою комбайна  $N=4,12+1,26+0,30=5,68$  кВт.

### 3.3.4. Розрахунок кінематичних показників

Щоб визначити діаметр зірочки приводу вала коренеприймального механізму, розрахуємо ланцюгову передачу. Беремо аналогічно до РКС-6 ведучу зірочку цієї ланцюгової передачі з числом зубів  $z_0 = 18$  і кроком  $t=25,4$  мм, зірку вала відбійних бітерів  $z_1 = 32$  з таким самим кроком.

Вал, на якому знаходяться відбійні бітери, обертається з частотою обертання  $n_1 = 134$  об./хв. Оберти вала коренезабірника мають бути:

$$n_2 = \frac{30 \cdot \omega}{\pi}, \quad (3.15)$$

де  $\omega = 10,25 \text{ с}^{-1}$ , розраховуємо з формули (3.5).

$$\text{Отже } n_2 = \frac{30 \cdot 10,25}{3,14} = 98 \text{ об./хв.}$$

За основу роботи ланцюгових передач, взято розрахунок за коефіцієнтом зачеплення, сила тертя в цьому механізмі не має суттєвого впливу, як для пасової передачі в стрічковому конвеєрі. Щоб коефіцієнт зчеплення надійно забезпечував роботу ланцюгової передачі, необхідно забезпечити належний натяг ланцюга. На основі цих вимог і розрахунку можна прийняти наступні залежності:  $F_1 \approx F_t$ ,  $F_2 \approx 0$  [2].

Колове зусилля  $F_t$  для даної зірочки визначем з формули:



$$F_t = \frac{2 \cdot M_{kp}}{d}, \text{ Н} \quad (3.16)$$

де  $M_{kp}$  - момент кручення зірочки, Нм;

$d$  – зовнішній діаметр зірки, м.

Тому  $F_t = \frac{2 \cdot 51,69}{0,2107} = 650 \text{ Н}$ . Звідси  $F_1 = F_t = 650 \text{ Н}$ .

Зусилля  $F_1$ , що тисне на зірку під кутом  $\psi = 60^\circ$  до горизонту.

### 3.3.5. Розрахунки коренеприймального механізму

Врахувавши усі діючі на вал зусилля, і реакції, що виникають у місці кріплення підшипників (рис. 3.1), розраховуємо зусилля, що передається від ланцюга валу:

$$F_{lr} = F_1 \cdot \cos \psi = 650 \cdot \cos 60^\circ = 325 \text{ Н};$$

$$F_{lr} = F_1 \cdot \sin \psi = 650 \cdot \sin 60^\circ = 562,9 \text{ Н}.$$

Проектуємо на вісь  $Ox$  зусилля  $F_{bx}$  і  $F_{zab} \cdot \sin(\alpha + 30^\circ)$ , а на вісь  $Oy$  зусилля  $G_1, G_2, G_3, F_{zab} \cdot \cos(\alpha + 120^\circ - 90^\circ)$ .

Зусилля на валу:

$$F_r = \frac{R_{bx} - R_{zab} \cdot \sin 42^\circ}{2} = \frac{20 - 13,38}{2} = 3,31 \text{ Н}$$

$$F_b = \frac{G_1 + G_2 + G_3 + R_{zab} \cdot \cos 42^\circ}{2} = \frac{3 \cdot 15,17 + 14,86}{2} = 30,18 \text{ Н}.$$

Розраховуємо реакції опор.

В горизонтальній площині:

$$\sum M_{iA} = 0;$$

$$F_{lr} \cdot a + F_r \cdot b + F_r \cdot (b + c) + F_r \cdot (b + c + d) + F_r \cdot (b + 2c + d) + F_r \cdot (b + 2c + 2d) + F_r \cdot (b + 3c + 2d) - B_r \cdot (2b + 3c + 2d) = 0$$

$$B_r = \frac{F_{lr} \cdot a + F_r \cdot (6b + 9c + 6d)}{2b + 3c + 2d} \quad (3.17)$$

Отримані результати підставляємо у рівняння (3.17), отримаємо:

$$B_r = \frac{325 \cdot 0,17 + 3,31 \cdot (6 \cdot 0,06 + 9 \cdot 0,18 + 6 \cdot 0,27)}{2 \cdot 0,06 + 3 \cdot 0,18 + 2 \cdot 0,27} = 55,97 \text{ Н.}$$

$$\sum M_{iB} = 0:$$

$$F_{lr} \cdot (a + 2b + 3c + 2d) + A_r \cdot (2b + 3c + 2d) - F_r \cdot b - F_r \cdot (b + c) - F_r \cdot (b + c + d) - \\ - F_r \cdot (b + 2c + d) - F_r \cdot (b + 2c + 2d) - F_r \cdot (b + 3c + 2d) = 0$$

$$A_r = \frac{F_r \cdot (6b + 9c + 6d) - F_{lr} \cdot (a + 2b + 3c + 2d)}{2b + 3c + 2d}. \quad (3.18)$$

З рівняння (3.18) отримаємо:

$$A_r = \frac{3,31 \cdot (6 \cdot 0,06 + 9 \cdot 0,18 + 6 \cdot 0,27) - 325 \cdot (0,17 + 2 \cdot 0,06 + 3 \cdot 0,18 + 2 \cdot 0,27)}{2 \cdot 0,06 + 3 \cdot 0,18 + 2 \cdot 0,27} = -361,11$$

Н.

Перевірочний розрахунок:

$$\sum Y = A_r + B_r + F_{lr} + 6 \cdot F_r = -361,11 + 55,97 + 325 + 6 \cdot 3,31 = 0.$$

Розрахуємо показники моментів згину в основних січних площинах валу і будуємо їх епюри:

т. К:  $M_r = 0 \text{ Нм};$

стакан А:  $M_r = F_{lr} \cdot a = 325 \cdot 0,17 = 55,25 \text{ Нм};$

січення 1:  $M_r = F_{lr} \cdot (a + b) + A_r \cdot b = 325 \cdot (0,17 + 0,06) - 361,11 \cdot 0,06 = 53,08$

Нм;

січення 2:

$$M_r = F_{lr} \cdot (a + b + c) + A_r \cdot (b + c) - F_r \cdot c = 325 \cdot (0,17 + 0,06 + 0,18) - \\ - 361,11 \cdot (0,06 + 0,18) - 3,31 \cdot 0,18 = 45,9 \text{ Нм};$$

січення 3:

$$M_r = F_{lr} \cdot (a + b + c + d) + A_r \cdot (b + c + d) - F_r \cdot (c + d) - F_r \cdot d = \\ = 325 \cdot (0,17 + 0,06 + 0,18 + 0,27) - 361,11 \cdot (0,06 + 0,18 + 0,27) - 3,31 \cdot (0,18 + 0,27) - \\ - 3,31 \cdot 0,27 = 34,45 \text{ Нм};$$

січення 4:

$$\begin{aligned}
M_r &= F_{1r} \cdot (a + b + 2c + d) + A_r \cdot (b + 2c + d) - F_r \cdot (2c + d) - F_r \cdot (d + c) - F_r \cdot c = \\
&= 325 \cdot (0,17 + 0,06 + 2 \cdot 0,18 + 0,27) - 361,11 \cdot (0,06 + 2 \cdot 0,18 + 0,27) - \\
&- 3,31 \cdot (2 \cdot 0,18 + 0,27) - 3,31 \cdot (0,27 + 0,18) - 3,31 \cdot 0,18 = 26,16 \text{ Нм} ;
\end{aligned}$$

січення 5:

$$\begin{aligned}
M_r &= F_{1r} \cdot (a + b + 2c + 2d) + A_r \cdot (b + 2c + 2d) - F_r \cdot (2c + 2d) - F_r \cdot (2d + c) - F_r \cdot (c + d) - \\
&- F_r \cdot d = 325 \cdot (0,17 + 0,06 + 2 \cdot 0,18 + 2 \cdot 0,27) - 361,11 \cdot (0,06 + 2 \cdot 0,18 + 2 \cdot 0,27) - \\
&- 3,31 \cdot (2 \cdot 0,18 + 2 \cdot 0,27) - 3,31 \cdot (2 \cdot 0,27 + 0,18) - 3,31 \cdot (0,18 + 0,27) - 3,31 \cdot 0,27 = 12,84 \text{ Нм} ;
\end{aligned}$$

січення 6:

$$\begin{aligned}
M_r &= F_{1r} \cdot (a + b + 3c + 2d) + A_r \cdot (b + 3c + 2d) - F_r \cdot (3c + 2d) - F_r \cdot (2d + 2c) - F_r \cdot (2c + d) - \\
&- F_r \cdot (d + c) + F_r \cdot c = 325 \cdot (0,17 + 0,06 + 3 \cdot 0,18 + 2 \cdot 0,27) - 361,11 \cdot (0,06 + 3 \cdot 0,18 + 2 \cdot 0,27) - \\
&- 3,31 \cdot (3 \cdot 0,18 + 2 \cdot 0,27) - 3,31 \cdot (2 \cdot 0,27 + 2 \cdot 0,18) - 3,31 \cdot (2 \cdot 0,18 + 0,27) - \\
&- 3,31 \cdot (0,27 + 0,18) - 3,31 \cdot 0,18 = 3,35 \text{ Нм} ;
\end{aligned}$$

стакан В:  $M_r = 0$  Нм.

Реакції опор у вертикальній площині:

$$\sum M_{iA} = 0 ;$$

$$\begin{aligned}
F_b \cdot b + F_b \cdot (b + c) + F_b \cdot (b + c + d) + F_b \cdot (b + 2c + d) + F_b \cdot (b + 2c + 2d) + \\
+ F_b \cdot (b + 3c + 2d) - B_b \cdot (2b + 3c + 2d) + F_{1b} \cdot a = 0
\end{aligned}$$

$$B_b = \frac{F_{1b} \cdot a + F_b \cdot (6b + 9c + 6d)}{2b + 3c + 2d} \quad (3.19)$$

Занісши показники у формулу (2.25) отримаємо:

$$B_b = \frac{562,9 \cdot 0,17 + 30,19 \cdot (6 \cdot 0,06 + 9 \cdot 0,18 + 6 \cdot 0,27)}{2 \cdot 0,06 + 3 \cdot 0,18 + 2 \cdot 0,27} = 170,3 \text{ Н.}$$

$$\sum M_{iB} = 0 :$$

$$\begin{aligned}
F_{1b} \cdot (a + 2b + 3c + 2d) + A_b \cdot (2b + 3c + 2d) - F_b \cdot b - F_r \cdot (b + c) - F_b \cdot (b + c + d) - \\
- F_b \cdot (b + 2c + d) - F_b \cdot (b + 2c + 2d) - F_b \cdot (b + 3c + 2d) = 0
\end{aligned}$$

$$A_b = \frac{F_b \cdot (6b + 9c + 6d) - F_r \cdot (a + 2b + 3c + 2d)}{2b + 3c + 2d} \quad (3.20)$$

З формули (2.26) отримаємо:

$$A_b = \frac{30,19 \cdot (6 \cdot 0,06 + 9 \cdot 0,18 + 6 \cdot 0,27) - 562,9 \cdot (0,17 + 2 \cdot 0,06 + 3 \cdot 0,18 + 2 \cdot 0,27)}{2 \cdot 0,06 + 3 \cdot 0,18 + 2 \cdot 0,27} = -552,08$$

Н.

Перевірочний розрахунок:

$$\sum Y = A_b + B_b + F_{1b} - 6 \cdot F_b = -552,08 + 170,3 + 562,9 - 6 \cdot 30,185 = 0.$$

Розрахуємо показники моментів згину у відповідних січних площинах вала і будуємо їх епюри:

т. К:  $M_b = 0$  Нм;

стакан А :  $M_b = F_{1b} \cdot a = 562,9 \cdot 0,17 = 95,69$  Нм;

січення 1 (зліва):

$$M_b = F_{1b} \cdot (a + b) + A_b \cdot b = 562,9 \cdot (0,17 + 0,06) - 552,08 \cdot 0,06 = 96,34 \text{ Нм};$$

січення 2 (зліва):

$$M_b = F_{1b} \cdot (a + b + c) + A_b \cdot (b + c) - F_b \cdot c = 562,9 \cdot (0,17 + 0,06 + 0,18) - 552,08 \cdot (0,06 + 0,18) - 30,19 \cdot 0,18 = 92,86 \text{ Нм};$$

січення 3 (зліва):

$$M_b = F_{1b} \cdot (a + b + c + d) + A_b \cdot (b + c + d) - F_b \cdot (c + d) - F_b \cdot d = 562,9 \cdot (0,17 + 0,06 + 0,18 + 0,27) - 552,08 \cdot (0,06 + 0,18 + 0,27) - 30,19 \cdot (0,18 + 0,27) - 30,19 \cdot 0,27 = 79,48 \text{ Нм};$$

стакан В (справа):  $M_b = 0$  Нм;

січення 6 (справа):  $M_b = B_b \cdot b = 170,3 \cdot 0,06 = 10,22$  Нм;

січення 5 (справа):

$$M_b = B_b \cdot (b + c) - F_b \cdot c = 170,3 \cdot (0,06 + 0,18) - 30,19 \cdot 0,18 = 35,44 \text{ Нм};$$

січення 4 (справа):

$$M_b = B_b \cdot (b + c + d) - F_b \cdot (c + d) - F_b \cdot d = 170,3 \cdot (0,06 + 0,18 + 0,27) - 30,19 \cdot (0,18 + 0,27) - 30,19 \cdot 0,27 = 65,12 \text{ Нм};$$

На основі результатів будуємо епюру  $M_b$ .

Розраховуємо сумарне значення моменту згину:

$$M_{zr} = \sqrt{M_r^2 + M_b^2}, \quad (3.21)$$

З рівняння (3.21) отримаємо:

$$\text{т. К: } M_{zr} = \sqrt{0^2 + 0^2} = 0 \text{ Нм};$$

$$\text{стакан А: } M_{zr} = \sqrt{55,25^2 + 95,69^2} = 110,5 \text{ Нм};$$

$$\text{січення 1: } M_{zr} = \sqrt{53,08^2 + 96,34^2} = 109,99 \text{ Нм};$$

$$\text{січення 2: } M_{zr} = \sqrt{45,98^2 + 92,86^2} = 103,62 \text{ Нм};$$

$$\text{січення 3: } M_{zr} = \sqrt{34,45^2 + 79,48^2} = 86,62 \text{ Нм};$$

$$\text{січення 4: } M_{zr} = \sqrt{26,16^2 + 65,12^2} = 70,18 \text{ Нм};$$

$$\text{січення 5: } M_{zr} = \sqrt{12,84^2 + 35,44^2} = 37,69 \text{ Нм};$$

$$\text{січення 6: } M_{zr} = \sqrt{3,35^2 + 10,22^2} = 10,75 \text{ Нм};$$

$$\text{стакан В: } M_{zr} = \sqrt{0^2 + 0^2} = 0 \text{ Нм}.$$

На основі отриманих розрахунків будуємо епюру  $M_{zr}$ , Нм.

Результати свідчать, що найнебезпечнішим є січення в площині, що співпадає з опору А, де  $M_k = 51,69$  Нм і  $M_{zr} = 110,5$  Нм.

Знаходимо сумарний момент:

$$M = \sqrt{M_k^2 + M_{zr}^2} = \sqrt{110,5^2 + 51,69^2} = 121,99 \text{ Нм}. \quad (3.22)$$

Згідно умов міцності:

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq [\sigma], \quad (3.23)$$

де  $W$  - опорний момент на вісі валу,  $\text{см}^3$ ;

$[\sigma]$  - гранична міцність металу, для сталі 45  $[\sigma] = 250 \text{ кН/см}^2$ .

За формулою (3.23) розраховуємо опорний момент на вісі валу:

$$W \geq \frac{M}{[\sigma]} = \frac{121,99 \cdot 10^{-1}}{25} = 0,487 \text{ см}^3.$$

$$\text{Або} \quad W = \frac{\pi \cdot d^3}{32} \cdot (1 - \alpha^4), \text{ см}^3, \quad (3.24)$$

де  $d$  - діаметр валу, см;

$\alpha$  - співвідношення мінімального і максимального діаметрів,  $\alpha = 0,6$ .

Згідно  $\frac{\pi \cdot d^3}{32} \cdot (1 - \alpha^4) \geq 0,487 \text{ см}^3$  розраховуємо діаметр:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 0,487}{3,14 \cdot (1 - 0,6^4)}} = 1,78 \text{ см} = 17,8 \text{ мм.}$$

Отже найменший можливий діаметр вала 17,8 мм. Враховуючи показник коефіцієнта міцності  $k = 1,7$ , маємо  $d_p = d \cdot k = 17,8 \cdot 1,7 = 30,4 \text{ мм}$ .

Розрахуємо мінімальний діаметр середини вала:

$$d_p^b = d_p \cdot \alpha = 30,4 \cdot 0,6 = 18,24 \text{ мм.}$$

Згідно стандарту (табл. 15.1 [9]), вибираємо параметри зовнішнього діаметру вала  $d = 35 \text{ мм}$ , мінімальний діаметр середини вала -  $d^b = 20 \text{ мм}$ .

Розраховуємо вал на міцність згідно IV теорії міцності:

$$\sigma_{ek} = \sqrt{\sigma_{zr}^2 + 3\tau^2} \leq [\sigma], \quad (3.25)$$

де  $\sigma_{кр}$  - згинаючі напруження,

$$\sigma_{кр} = \frac{M_{zr}}{W} = \frac{32 \cdot M_{zr}}{\pi \cdot d^3 \cdot (1 - \alpha^4)} = \frac{32 \cdot 121,99}{3,14 \cdot 0,035^3 \cdot (1 - 0,6^4)} = 33,36 \cdot 10^6 \text{ Па} = 33,36$$

МПа;

$\tau$  - крутні напруження,

$$\tau = \frac{M_{kr}}{W_p} = \frac{16 \cdot M_{kr}}{\pi \cdot d^3 \cdot (1 - \alpha^4)} = \frac{16 \cdot 51,69}{3,14 \cdot 0,035^3 \cdot (1 - 0,6^4)} = 7,07 \cdot 10^6 \text{ Па} = 7,07 \text{ МПа.}$$

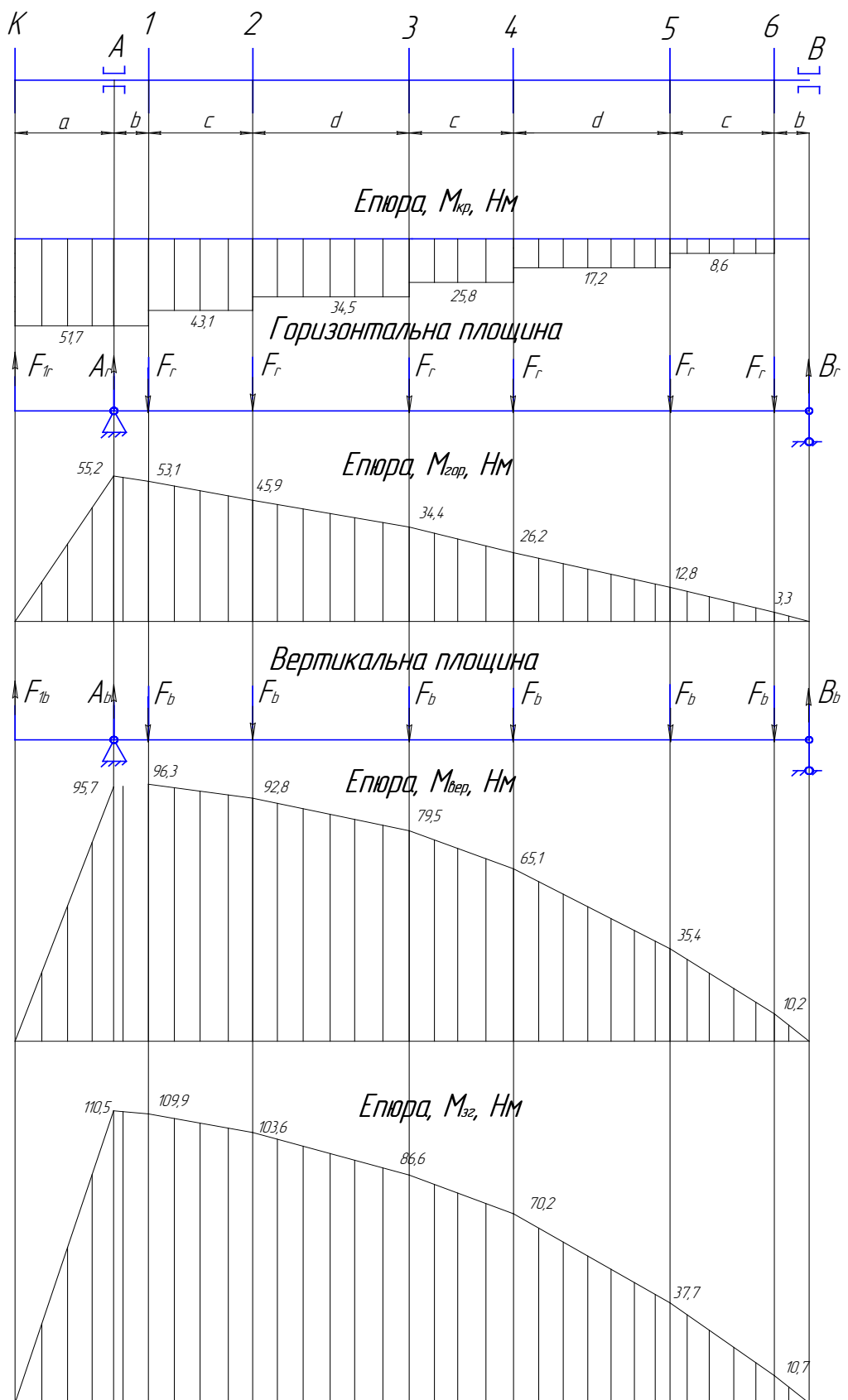


Рисунок 3.4 – Схема счень вала з їх епюрою моментів

З формули (3.25) отримаємо:

$$\sigma_{ek} = \sqrt{33,36^2 + 3 \cdot 7,07^2} = 35,53 \text{ Н/мм}^2 \leq [\sigma].$$

Розрахунки свідчать, що міцність вала достатня для забезпечення безвідмовної роботи вузла.

### 3.3.6. Перевірочний розрахунок підшипника

Для опори вала попередньо вибрано підшипник радіальний сферичний двохрядний 1206 ГОСТ 5720-75  $d \times D \times B = 30 \times 62 \times 16$  мм.

Придатність попередньо вибраних підшипників визначається співставленням розрахункової динамічної вантажопідйомності  $C_{гр}$ , Н, з базовою  $C_r$ , або базової довговічності  $L_{10h}$ , год із необхідною  $L_h$ , год за умови:

$$C_{\text{ад}} \leq C_r \text{ або } L_{10h} \geq L_h.$$

Базова динамічна вантажопідйомність підшипника  $C_r$  - це постійне радіальне навантаження, яке підшипник може сприйняти при базовій довговічності, що складає  $10^6$  обертів внутрішнього кільця  $C_r = 12,20$  кН [4].

Необхідна довговічність підшипників  $L_h$  передбачена ДОСУ 16162-85.

$$L_h = (8 \dots 12) \cdot 10^3, \text{ год} \quad (3.26)$$

Розрахункова динамічна вантажопідйомність:

$$C_{\text{ад}} = R_E m \sqrt{573 \omega \frac{L_h}{10^6}} \quad (2.33)$$

де  $R_E$  - еквівалентне динамічне навантаження, Н;

$\omega$  - кутова швидкість обертання вала,  $\text{с}^{-1}$ ;  $\omega = 5,76 \text{ с}^{-1}$ ;

$m$  - показник степені:  $m=3$  для кулькових підшипників.

Відношення для аналізу і вибору відповідної формули для визначення еквівалентного динамічного навантаження:

$$\frac{R_a}{v \cdot R_r} \leq e, \quad (3.27)$$

де  $R_a$  - осьове навантаження підшипника, Н;

$e$  - коефіцієнт осьового навантаження, приймаємо  $e=0,244$ ;



$\nu$  – коефіцієнт обертання, приймаємо  $\nu=1$  – при обертанні внутрішнього кільця підшипника;

$R_r$  – радіальне навантаження підшипника, Н,  $R_r=R$  – сумарна реакція підшипників.

Як видно з рис. 3.4. осьової сили, що діє на підшипник не буде. Це пояснюється тим, що при подачі коренеплоду на диски кренезабірника, діють однакові бічні сили, які різні за напрямком і компенсують одна одну. Для вибору підшипника візьмемо припущення, що при встановленні валу відбувається його деякий перекоє, або при роботі в результаті удару відбулося скривлення валу. Так, як вибраний клас підшипників дозволяє вузлу функціонувати при перекоє вісі внутрішнього кільця до  $3^0$ , то на підшипниках можливе осьове навантаження рівне:

$$R_a = \operatorname{tg} 3^0 \cdot n \cdot (F_a^2 + F_a^2) \cdot \eta, \text{ Н} \quad (3.28)$$

де  $n$  - кількість дисків,  $n=6$ ;

$F_g$  – навантаження валу у вертикальній площині, Н,  $F_g=30,19$  Н;

$F_2$  – навантаження валу у горизонтальній площині, Н,  $F_2=3,31$  Н;

$\eta$  – коефіцієнт можливих осьових навантажень в роботі,  $\eta=2$ .

Підставивши значення у формулу (3.28) отримаємо:

$$R_a = \operatorname{tg} 3^0 \cdot 6 \cdot (\sqrt{30,19^2 + 3,31^2}) \cdot 2 = 19,06 \text{ Н}.$$

Сумарна реакція підшипників  $R$ , Н:

$$R = \sqrt{A_a^2 + A_b^2} = \sqrt{(-361,11)^2 + (-552,08)^2} = 659,69 \text{ Н}$$

Підставивши значення у формулу (3.28) отримаємо:

$$\frac{19,09}{1 \cdot 659,69} = 0,0289 \leq e = 0,244.$$

Звідси випливає, що еквівалентне динамічне навантаження розраховується за формулою:

$$R_E = \nu R_r K_a \hat{E}_O, \text{ Н} \quad (3.29)$$

де  $K_a$  - коефіцієнт безпеки,  $K_a = 1,1$  [6]

$\hat{E}_0$  - температурний коефіцієнт,  $\hat{E}_0=1$ [6].

Отже

$$R_E = 1 \cdot 659,69 \cdot 1,1 \cdot 1 = 725,66 \text{ Н}$$

Підставивши значення у формулу (2.33) розрахуємо динамічну вантажопідйомність:

$$C_{\text{ад}} = 725,66 \sqrt[3]{\frac{573 \cdot 5,76 \cdot 10 \cdot 10^3}{10^6}} = 2327,69 \text{ Н.}$$

Базова динамічна вантажопідйомність підшипника  $C_r=12200$  Н, отже умова придатності виконується, оскільки:

$$C_r=12200 \text{ Н} > C_{\text{гр}}=2327,69 \text{ Н.}$$

Розрахункова базова довговічність:

$$L_{10h} = \frac{10^6}{573\omega} \left( \frac{C_r}{R_e} \right)^m, \text{ год} \quad (3.30)$$

отже,

$$L_{10h} = \frac{10^6}{573 \cdot 5,76} \left( \frac{12200}{725,66} \right)^3 = 1439186,2 \text{ год}$$

Необхідна довговічність  $L_h = 10 \cdot 10^3 = 10^4$  год.

Отже,  $L_{10h} = 11207109,03 > 10000$  год.

Так як умови  $C_{\text{гр}} < C_r$ , і  $L_{10h} > L_h$  виконуються, то попередньо вибрані підшипники придатні для конструювання вузла.

## **4. ОХОРОНА ПРАЦІ**

### **4.1 Аналіз базової моделі з позиції безпеки для людини**

Машини для збирання коренеплодів мають багато частин, які здійснюють обертовий, поступальний і зворотно-поступальний рух, а тому обслуговуючи машину або працюючи на ній. Потрібно проявляти виняткову обережність. Працювати дозволяється тільки на справних машинах, обладнаних огороженнями та іншими пристроями, які створюють безпечні умови для обслуговуючого персоналу.

Найбільша працездатність людини буває при температурі від 12°C до 22°C тепла при відносній вологості 40-60% і барометричному тиску 760 мм.рт.ст При відхиленні від цих значень підвищується втомлюваність людини і утруднюється робота серця. Тому необхідно, щоб в кабіні були присутні вентилятор і кондиціонер. Також у зв'язку із специфічністю сільськогосподарського виробництва запиленість повітря в робочій зоні дихання механізаторів досягає до 1,52 г/м<sup>3</sup>.

Багато пилу утворюється під час обробітку ґрунту, збиранні цукрових буряків. Запиленість повітря робочої зони призводить до важких захворювань легень, бронхів, горла та шкіри, навіть коли пил не отруйний.

Основні заходи боротьби з запиленістю робочої зони: вдосконалення технологічних процесів, що усуває пилоутворення, максимальна герметизація пилоутворюючих механізмів машини; встановлення пиловловлювальної вентиляції в місцях утворення пилу і застосування кондиціонування повітря; застосування індивідуальних засобів захисту.

Шум впливає на всю нервову систему людини в цілому і ушкоджує слуховий апарат. Рівні шумів від 40 до 70 фон або рівні гучності від 55 до 85 дБ при несприятливих умовах призводять до явищ втоми, а отже до потреби в тривалому відпочинку.

Під дією інтенсивного шуму і вібрацій в організмі людини відбуваються значні фізіологічні зрушення, які супроводжуються захворюванням серця, судин, шлунку та нервової системи. При цьому знижується уважність, уповільнюються психічні реакції, прискорюються процеси перевтоми, порушується режим пульсу, дихання та обмін речовин.

Із збільшенням потужності двигунів та переходом машинно-тракторних агрегатів на підвищені швидкості – інтенсивність шуму та вібрацій на робочих місцях трактористів і комбайнерів значно виросла.

Захист від шуму та вібрацій має велике значення для оздоровлення умов праці і підвищення працездатності.

Заходи для усунення шкідливої дії вібрацій треба проводити в таких напрямках:

а) застосування дистанційного керування, що включає передачу вібрацій на робочі місця;

б) розробка і здійснення заходів по вібрації робочого місця під час роботи машин, які генерують вібрації;

в) технічні заходи по боротьбі з вібрацією на робочих місцях під час конструювання, монтажу та експлуатації устаткування, згідно з діючими інструкціями, нормами та технічними умовами;

г) зменшення вібрації за рахунок застосування пружних гідравлічних та гумових амортизаторів, облицювань рукояток та місць контакту вібропоглинальними та матеріалами, застосування динамічних віброгасників та демперних затискачів[4].

Для зниження шуму від вихлопних газів дизельних двигунів з мінімальною втратою потужності потрібно розробляти і встановлювати на вихлопній трубі реактивний комбінований гасник шуму.

Для створення спокійних акустичних умов і зниження шуму в кабінах дизельних тракторів встановлюють додаткові звукоізолюючі стінки із звукопоглинального матеріалу, віброізолюють кабінку і двигун від рами трактора

гумовими амортизаторами. Герметично ущільнюють кабіну від двигуна і передавальних механізмів, ущільнюють дверцята кабіни і встановлюють регульовані сидіння.

## **4.2. Проект інструкції з техніки безпеки при роботі на бурякозбиральній машині**

### 4.2.1 Загальні вимоги безпеки

На бурякозбиральних машинах дозволяється працювати особам, яким виповнилося 17 років і які мають права тракториста-машиніста і посвідчення на право керування цими машинами і пройшли відповідний інструктаж.

### 4.2.2 Вимоги безпеки перед початком роботи

Перед початком роботи обслуговуючий персонал повинен ознайомитись з правилами техніки безпеки і пройти відповідний інструктаж.

Перш ніж приступити до роботи на машині, необхідно упевнитись в її технічній справності і відповідності вимогам охорони праці. Перед початком перевірки справності, або роботи тракторист чи обслуговуючий персонал проводять у порядок свій одяг. Не дозволяється працювати у довгому одязі, поли якого розвиваються. Потрібно підв'язувати кінці рукавів і штанів або працювати у комбінезоні.

Технічний стан машини перевіряють випробуванням її роботи на холостих режимах. Особливу увагу під час перевірки технічного стану тракторі та машин треба приділяти справності захисних пристроїв та кожухів, рульового керування і гальм.

Ділянки, призначені для роботи машинно-тракторного агрегату, треба своєчасно приготувати, розбити на загони, провести контрольні борозни біля ярів та небезпечних місць, відбити поворотні смуги, підготувати місця для стоянки техніки, відпочинку робітників та куріння [8].

#### 4.2.3 Вимоги безпеки під час роботи

Під час роботи не можна перебувати поблизу головного карданного вала і рухомих частин, перед машиною, змащувати або регулювати робочі органи. При регулюванні чи очищенні машини слід зупиняти двигун трактора. Починати роботу слід тільки після подачі сигналу машиніста чи комбайнера.

Робота машин під високовольтними лініями дозволяється, якщо відстань від найвищої точки комбайна до проводів становить не менше як 2 м.

Трактори, які працюють на схилах, повинні мати сигнально-запобіжні пристрої, а колісні машини – башмаки.

При поворотах чи розворотах швидкість агрегату не повинна перевищувати 4 км/год, максимально допустимий кут при русі бурякозбирального комбайна не більше 15°.

Забороняється знаходитись під час роботи під елеватором навантаження коренеплодів чи в кузові транспортних засобів.

Для довготривалих переїздів слід жорстко зафіксувати рухомі рами елеваторів [2].

#### 4.2.4 Вимоги безпеки по закінченні роботи

По закінченню роботи необхідно вивантажити з машини усі коренеплоди і очистити вузли від ґрунту і рослинних решток.

Завантажувальний елеватор перевести в транспортне положення і зафіксувати. При піднятті викопуючої рамки гідроциліндром у транспортне положення зафіксувати верхнє положення рамки механічним фіксатором.

Забороняється оглядати комбайни, використовуючи факели, розводити біля машини багаття, заливати паливо-змащувальні матеріали при працюючому двигуні.

Регулювати і очищувати робочі органи машини слід після зупинки двигуна.

До очищення і миття машини та окремих деталей допускаються особи, які пройшли інструктаж з техніки безпеки на робочому місці і оволоділи

практичними навиками виконання цих операцій. при митті зовнішніх поверхонь машини працівник повинен надіти гумові чоботи і брезентовий фартух. мити машину слід на естакадах або майданчиках із стоком води в закриті водозбірники. перед очищенням машини стиснутим повітрям необхідно одягти захисні окуляри і рукавиці. після очищення машини витрясти одяг від пилу, вимити руки і лице з милом.

При ремонтах чи інших операціях, що виконуються під комбайном, під колеса слід ставити башмаки, а рухомі рами зафіксувати запобіжниками. Під машину, підняту домкратом, потрібно встановити опори чи „козли”. Забороняється робити щось під машиною при піднятих копачах.

Коли необхідно підняти одну із сторін машини користуються домкратом вантажопідйомністю не менше 5 т.

При виконанні ремонтних і налагоджувальних робіт необхідно додержуватись наступних вимог: використовувати справний інструмент, для проведення збирально–складальних робіт застосовувати гайкові ключі відповідного розміру, не дозволяється вставляти в головку ключа більшого розміру прокладки та продовжувати плече ключа, вдаряти по ньому молотком, пружини потрібно знімати і вставляти за допомогою спеціальних знімачів.

#### 4.2.5 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

При поломках комбайна забороняється працювати до повного їх усунення. При ремонтних роботах потрібно заглушувати двигун. При виникненні пожежі забороняється заливати водою паливо і мастило, яке горить, необхідно користуватися вогнегасником, піском, землею, а також брезентом чи іншими придатними для цих цілей матеріалами.

На агрегаті обов’язково повинна бути аптечка.

### 4.3 Нормативні вимоги безпеки

Відповідно до ГОСТ 12.2.019-86 і санітарних правил №4282-87 комбайни повинні бути обладнані фарами (передніми і задніми), покажчиками поворотів, габаритними вогнями, дзеркалами заднього виду, звуковими сигналами, світловими сигналами гальм, підніжками і поручнями, аптечкою першої допомоги, термосом для питної води (3 л), пристроями для підвішування верхнього одягу в кабіні, засобами гасіння пожежі, комплектом інструменту і пристроїв, а також необхідною техніко-експлуатаційною документацією.

Водій повинен мати певний режим праці і відпочинку, а саме 6-ти денний робочий тиждень, 1 вихідний, тривалість зміни – 7 годин, у передвихідний день – 6 годин. Через 4 години після початку роботи повинна бути перерва тривалістю не більше 2 і не менше 0,5 годин.

Умови роботи повинні відповідати вимогам санітарії. Гранично допустимі концентрації помірно-небезпечних речовин повинні становити від 1,1 до 10,0 мг/м<sup>3</sup>, допустимі рівні звукового тиску -80 Дб (при частоті 50 Гц), рівень вібрації – 109 Дб (при частоті 63 Гц) [2].

Органи керування (важелі, рульове колесо, педалі) не повинні обмежувати рух водія на робочому місці.

Конструкція повинна забезпечувати безпечне проведення технічного обслуговування.

Всі рухомі деталі силових установок мають бути огороженими, якщо вони є джерелом небезпеки, а також всі елементи, які нагріваються понад 70<sup>0</sup>С.

Запуск силової установки повинен знаходитись в кабіні, якщо поза нею, то повинні бути елементи захисту (блокування).



#### 4.4. Заходи що до підвищення рівня техніки безпеки і охорони праці

Усі сільськогосподарські машини в процесі експлуатації не повинні забруднювати шкідливими викидами навколишнє середовище (повітря, ґрунт, водойми), а їх безпека повинна забезпечуватись правильно розробленими технологічними схемами і конструкціями, застосуванням в конструкціях засобів механізації, автоматизації і дистанційного керування, засобів захисту, дотримання ергономічних вимог, застосуванням відповідних матеріалів і забезпеченням необхідною технічною документацією по монтажу, експлуатації, ремонту, транспортуванню і зберіганню.

Застосовувані в конструкціях матеріали мають бути не шкідливі і безпечні для людей.

Рухомі частини машин, якщо вони є джерелами небезпеки, повинні мати огороження. При неможливості встановити огорожу обладнують відповідну сигналізацію та інші засоби безпеки.

Конструкція машин повинна виключати можливість контакту людей з гарячими і переохолодженими частинами [4].

Під час ремонту бурякозбирального комбайна для покращення умов праці, необхідно використовувати ремонтні майстерні.

З метою захисту і безпеки працюючих при виконанні ремонтних робіт в ремонтній майстерні необхідно передбачити блискавкозахист.

Розрахуємо блискавкозахист одиночним стержневим блискавковідводом. Розміри ремонтної майстерні: ширина  $S=11$  м, довжина  $L=16$  м, висота  $h=4,2$  м. Майстерня знаходиться у Кам'яно-Бузькому районі.

Згідно з ОНТП 24-86 знаходимо категорію майстерні по вибухопожежній небезпеці. Приміщення майстерні – пожежонебезпечне (категорія В).

Знаходимо очікуване число поразок блискавкою в приміщення при відсутності блискавкозахисту:

$$N = (S + 6h) \cdot (L + 6h) \cdot n \cdot 10^{-6}, \quad (4.1)$$

де  $n$  – середньорічне число ударів блискавки в  $1 \text{ км}^2$  земляної поверхні. При інтенсивності грозової діяльності у Волинській обл. 60...80 блискавок на рік  $n=9$ .

$$\text{Тоді } N = (11 + 6 \cdot 4,2) \cdot (16 + 6 \cdot 4,2) \cdot 9 \cdot 10^{-6} = 0,013.$$

Так, як  $N=0,013 < 2$ , то згідно рекомендацій вибираємо зону захисту типу Б і категорію влаштування блискавкозахисту – III.

За розмірами майстерні на висоті  $h=4,2$  м знаходимо радіус зони захисту

$$r_x = 0,5\sqrt{L^2 + S^2} = 0,5\sqrt{16^2 + 11^2} = 9,7 \text{ м.}$$

Знаходимо висоту блискавковідводу:

$$h_1 = \frac{r_x + 1,63h}{1,5} = \frac{9,7 + 1,63 \cdot 4,2}{1,5} = 11,03 \text{ м.}$$

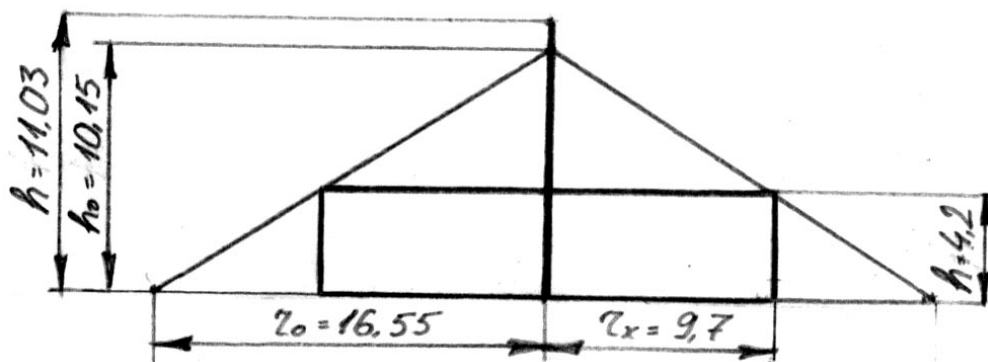


Рисунок 4.1- Схема блискавкозахисту майстерні

Знаходимо висоту конуса блискавковідводу:

$$h_0 = 0,92h_1 = 0,92 \cdot 11,03 = 10,15 \text{ м.}$$

Знаходимо радіус границі зони захисту на рівні землі:

$$r_0 = 1,5h_1 = 1,5 \cdot 11,03 = 16,55 \text{ м.}$$

Для того, щоб переконатись, що будівля вписується в зону захисту, визначаємо розрахункове значення  $r'_x$ :

$$r'_x = 1,5\left(h_1 - \frac{h}{0,92}\right) = 1,5\left(11,03 - \frac{4,2}{0,92}\right) = 9,70 \text{ м.}$$

Так, як  $r'_x = r_x$ , то захищувана будівля вписується в зону захисту і розрахунок виконаний правильно.

#### **4.5. Охорона навколишнього середовища**

Сільськогосподарська техніка не повинна забруднювати шкідливими викидами навколишнє середовище. Ті матеріали, які використовуються для її виготовлення повинні бути не шкідливими і безпечними для людей.

Щоб не забруднювати атмосферу комбайн повинен мати засоби сигналізації про появу в повітрі шкідливих речовин, технічні засоби боротьби з шкідливими випромінюваннями. На вихлопних трубах повинні стояти очисні фільтри.

Для запобігання забруднення літосфери потрібно перевіряти шляхом зовнішнього огляду відсутність протікання масла, пального електроліту, гальмівної рідини.

Шини коліс комбайна повинні відповідати ГОСТу. Вони не повинні створювати тиск на ґрунт, який перевищує гранично допустимий.

#### **4.6. Засоби пожежної безпеки при роботі на агрегаті**

Найчастіше причиною виникнення пожежі на сільськогосподарських підприємствах є необережне поводження з вогнем, несправність виробничого обладнання, порушення правил експлуатації електрообладнання, недотримання заходів пожежної безпеки при проведенні газозварювальних робіт.

Заходи протипожежної безпеки при роботі на бурякозбиральному комбайні.

Категорично забороняється: курити на комбайні; заправляти комбайн паливом в місцях підвищеної пожежонебезпеки; проводити ремонт машин з застосуванням відкритого вогню в місцях пожежонебезпеки.

До початку збиральних робіт комбайни повинні бути забезпечені вогнегасниками і лопатами. Забороняється на вогнегасник навішувати одяг або класти сторонні предмети.

В нічний час при виході з ладу електроосвітлення користуватися вогнебезпечними ліхтарями.

Щоб запобігти замиканню проводів необхідно кожного дня перевіряти проводку. При заправці машини паливом і перевірці його рівня в темну пору доби забороняється користуватися відкритим вогнем (факелами) та курити.

Потрібно своєчасно очищати машину, двигун від рослинних рештків і пилу, вихлопну трубу і колектор від нагару.

Стаціонарні пости технічного обслуговування і агрегати технічного обслуговування повинні бути обладнані засобами вогнегасіння.

Паливо проводи очищають на охолодженому двигуні після перекриття подачі палива.

Особи, які працюють на комбайні, а також ті, що приймають участь в проведенні технічного обслуговування, повинні здати пожежо-технічний мінімум.

При експлуатації комбайна необхідно дотримуватись таких режимів, в результаті яких повністю виключається можливість виникнення іскор і полум'я при роботі машини, контакт нагрітих деталей обладнання з горючим матеріалом. Забороняється відкручувати пробки ударами молотка чи іншими металічними предметами [ 4].

## **5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНОГО РІШЕННЯ**

Економічна ефективність запропонованої технології і комплексу машин в значній мірі визначається запрограмованою врожайністю культури. Її програмують до складання технологічної карти. При цьому враховується природна родючість ґрунту після попередника (запас основних елементів живлення рослин N, P, K), а також додаткова їх кількість, яку необхідно внести для запланованої врожайності [14].

Метою розрахунку економічної ефективності проекту є визначення реалізаційної ціни продукції, величини прибутку та строку окупності додаткових капіталовкладень. Для досягнення поставленої мети необхідно розрахувати показники, які характеризують ефективність механізованого виробництва культури комплексом машин за запропонованою технологією.

### **5.1. Економічна ефективність розробки**

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 1.01.2024 року) для розрахунків економічної ефективності машини наведені в табл. 5.1., де враховані тільки показники, що відносяться до технологічного процесу збирання цукрового буряка і впливають на економічний ефект.

Таблиця 5.1 - Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності

| Показники   | Позна-чення  | Машина       |             |
|---|--------------|--------------|-------------|
|   |              | базова РКС-6 | нова РКС-6У |
| Продуктивність агрегату за годину змінного часу, <i>га/год</i>  | $W_{зм}$     | 1,65         | 1,71        |
| Балансова вартість, <i>тис. грн. машини</i>   | $B_m$        | 227,5        | 341,8       |
| Річне завантаження, <i>год. машини</i>  | $T_m$        | 800          | 800         |
| Численність виробничого персоналу, <i>чол. основного</i>  | $П_{осн}$    | 1            | 1           |
| Коефіцієнт, що враховує доплати основного   | $K_{осн}$    | 1,1          | 1,1         |
| Годинні тарифні ставки, <i>грн./людгод. основного</i>   | $\tau_{осн}$ | 70           | 70          |
| Коефіцієнт відрахувань на реновацію машини  | $a_m$        | 0,166        | 0,166       |
| Коефіцієнт відрахувань на потоковий ремонт і ТО машини  | $r_{mm}$     | 0,12         | 0,12        |
| Коефіцієнт відрахувань на капітальний ремонт:<br>• машини   | $r_{км}$     | 0,027        | 0,027       |
| Витрата паливо-мастильних матеріалів, <i>кг/га</i>  | $g$          | 27           | 26          |
| Ціна 1 кг палива з врахуванням вартості мастильних 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>           | $M_n$        | 600          | 600         |
| Ціна одиниці n-го виду продукції, <i>грн/ц</i>  | $Ц_n$        | 100          | 100         |
| Затрати на зберігання, що припадають на 1 годину експлуатаційного часу, <i>грн./год:</i>              | $З_{зб.м}$   | 0,8          | 0,8         |
| Нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень  | $E$          | 0,15         |             |
| Коефіцієнт гарантії споживачу економічного ефекту   | $\sigma$     | 0,8          |             |
| Коефіцієнт переведення оптової ціни в балансову   | $\delta$     | 1,1          |             |

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

Показники порівняльної економічної ефективності

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

$$E_p = (П_б - П_n + E')B_z, \quad (5.1)$$

де  $П_б$ ,  $П_n$  – 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.;

$B_3$  – річне напрацювання нової машини, од.напрац./рік.

$$E_p = (1178,4 - 1149,8) \cdot 800 = 22880 \text{ грн.}$$

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.

$$E_{ee} = 22880 / (0,15 + 0,15) = 76266,7 \text{ грн.}$$

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

$$C_l = C_{\text{вн}} \cdot \sigma = 27681 \cdot 0,8 = 22145 \text{ грн.}, \quad (5.3)$$

де  $C_{\text{вн}}$  – верхня межа нової машини, грн;

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

Отже верхня ціна нової машини:

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

де  $\delta$  - коефіцієнт переведення оптової ціни в балансову,  $\delta = 1,1 \div 1,2$  [15];

$B_m$  - балансова ціна нової машини.

$$C_{\text{вм}} = [22880 / 0,3 + 227500] \cdot (1/1,1) = 276151 \text{ грн.}$$

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

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

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

$$Z_p = (0,6 - 0,58) \cdot 800 = 16 \text{ год.}$$

Економічні показники

Зведені затрати на одиницю напрацювання ( $\Pi$ ) у гривнях визначаємо за формулою:

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

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

$$\Pi_б = 1178,2 + 1,1 \cdot 0,15 = 1178,4 \text{ грн.};$$

$$\Pi_н = 1149,7 + 1,1 \cdot 0,15 = 1149,8 \text{ грн.}$$

Прямі експлуатаційні затрати дорівнюють:

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

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

$\Gamma$  – затрати на паливо-мастильні матеріали, грн./га;

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

$A$  – затрати на реновацію, грн./га;

$Z_з$  – затрати на зберігання, грн./га.

$$U_б = 46,7 + 1080 + 25,3 + 25,9 + 0,3 = 1178,2 \text{ грн./га};$$

$$U_н = 45,3 + 1040 + 26,7 + 37,5 + 0,23 = 1149,7 \text{ грн./га.}$$

Затрати на оплату праці обслуговуючого персоналу становлять:

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



де  $W_{зм}$  – продуктивність машини за одну годину змінного часу, *га/год*;  
 $П_i$  - численність виробничого персоналу, *чол.*;  
 $\tau_i$  - годинна тарифна ставка оплати праці обслуговуючого персоналу,  
*грн./год*;  
 $K_{jd}$  - коефіцієнт доплат.

$$З_{\delta} = (1/1,65) \cdot 1 \cdot 70 \cdot 1,1 = 46,7 \text{ грн/га};$$

$$З_{н} = (1/1,7) \cdot 1 \cdot 70 \cdot 1,1 = 45,3 \text{ грн/га}.$$

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.*

$$\Gamma_{\delta} = 27 \cdot 40 = 1080 \text{ грн/ га};$$

$$\Gamma_{н} = 26 \cdot 40 = 1040 \text{ грн/ га};$$

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.*

$$P_{\delta} = 227500(0,12 + 0,027) / (1,65 \cdot 800) = 25,3 \text{ грн},$$

$$P_{н} = 341800(0,12 + 0,027) / (1,71 \cdot 800) = 36,7 \text{ грн}.$$

Затрати на реновацію машини:

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

де  $a$  – коефіцієнт відрахувань на реновацію машини:

$$A_{\delta} = 227500 \cdot 0,15 / (1,65 \cdot 800) = 25,9 \text{ грн},$$

$$A_n = 341800 \cdot 0,15 / (1,71 \cdot 800) = 37,5 \text{ грн},$$

Затрати на зберігання:

$$Z_z = Z_{zб} / W_{zm}, \quad (5.12)$$

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

$$Z_{zб} = 0,5 / 1,65 = 0,3 \text{ грн},$$

$$Z_{zm} = 0,4 / 1,71 = 0,23 \text{ грн},$$

Капітальні вкладення ( $K$ ) на одиницю напрацювання становлять:

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

$$K_b = 227500 / (1,65 \cdot 800) = 172,3 \text{ грн/га},$$

$$K_n = 341800 / (1,71 \cdot 800) = 249,8 \text{ грн/га},$$

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

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

де  $L$  – чисельність виробничого персоналу, грн/год.

$$Z_{nb} = 1 / 1,65 = 0,6 \text{ люд.год/га},$$

$$Z_{nn} = 1 / 1,71 = 0,58 \text{ люд.год/га}.$$

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.

$$E' = 0$$

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

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

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

$$C_{omb} = 500 \cdot 0,12 = 60 \text{ грн,}$$

$$C_{omh} = 500 \cdot 0,12 = 60 \text{ грн.}$$

Таблиця 5.2 - Економічна ефективність

| Показники   | Машина |        |
|---|--------|--------|
|   | PKC-6  | PKC-6У |
| Річне напрацювання, год   | 800    | 800    |
| Прямі затрати на:   |        |        |
| • оплату праці, грн/га  | 1,06   | 1,03   |
| • паливо-мастильні матеріали, грн/га  | 225,4  | 205,2  |
| • технічне обслуговування і ремонт, грн/га                                    | 1,95   | 0,2    |
| • реновація, грн/га   | 1,99   | 0,2    |
| Інші прямі затрати, грн/га  | 0,3    | 0,23   |
| Всього прямих затрат, грн/га  | 10,7   | 6,86   |
| Капітальні вкладення, грн/од. напр.   | 13,25  | 1,3    |
| Приведені затрати, грн/од. напр.  | 10,86  | 7,02   |
| Економічний ефект від зміни кількості та якості продукції                     | 0      | 0      |
| Річний економічний ефект від експлуатації нової машини, тис.грн.              | -      | 15,75  |
| Економічний ефект від виробництва і використання за строк служби нової машини | -      | 921,6  |
| Верхня межа нової машини, грн   | -      | 24740  |
| Лімітна ціна нової машини, грн  | -      | 22145  |
| Затрати праці в люд.год./од.напр.   | 0,6    | 0,58   |
| Річна економія праці, люд.год   | -      | 16     |

## ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

На підставі виконаного аналізу виробничо-фінансової діяльності, стану охорони праці та довкілля, технології виробництва окремих сільськогосподарських культур у господарстві, виконаних досліджень у технологічній і методичній частинах дипломної роботи можна зробити наступні висновки та пропозиції:

1. Агропідприємство спеціалізується на виробництві зернових культур та молока з добре розвиненим виробництвом цукрових буряків;

2. Середня урожайність цукрових буряків за останні роки складає 250-260 ц/га при середній собівартості 120 грн./ц.

3. МТП агropідприємства насичений с.-г. технікою, але вона в основному повністю виконала свій ресурс і потребує значних коштів на обслуговування .

4. Суть запропонованої технології виробництва цукрових буряків полягає вдосконаленні основного та поверхневого обробітків ґрунту, а також операції їх викопування.

5. Поліпшення стану охорони праці у агropідприємстві вимагає збільшення асигнувань на здійснення номенклатурних заходів для покращання умов праці та на придбання індивідуальних засобів захисту.

6. Для аналізу можливих небезпек під час роботи рухомого складу машинно–тракторного парку доцільно використовувати метод логічного моделювання процесів формування, виникнення небезпечних ситуацій і їх наслідків.

7. Керівникам підрозділів, а також інженеру з охорони праці, потрібно вести належний контроль за дотриманням правил безпеки життєдіяльності, за станом засобів пожежегасіння та індивідуального захисту.

8. В агropідприємстві належним чином організовані роботи й заходи, що запобігають негативному впливу МТА на довкілля.

11.Для запобігання негативної дії агрегату для міжрядного обробітку цукрових буряків на ґрунт операцію слід проводити при відповідній його вологості.

12.Усі відпрацьовані технологічні матеріали, що мають шкідливу дію мають бути утилізовані.

13. Економічний ефект від виробництва становитиме 921,6 тис.грн, а річний економічний ефект від запровадження запропонованої технології та комплексу машин становитиме 15,750 тис. грн.

14.Для впровадження даної технології сума додаткових капіталовкладень становить 29,8 тис. грн., а їх строк окупності становитиме 1,8 року.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алімов Д. Н., Шелестов Ю. В. Технологія виробництва продукції рослинництва. Київ. Вища школа. Главне в-во. 1988. 320 с.
2. Винокуров Л. Е.; Васильчик М. В.; Гаман М. В. Основи охорони праці. - Київ. Вікторія. 2001. 254 с.
3. Войтюк Д. Г., Гаврилюк Г. Р. та ін. Сільськогосподарські машини. Київ. Урожай. 2004. 448 с.
4. Гречкосій О. М. та ін. Довідник сільського інженера. Київ. Урожай, 1988. 360 с.
5. Головченко Г. С., Калнагуз О. М., Сіренко Ю. В. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Конспект лекцій. Суми. РВВ СНАУ. 2012. 59 с.
6. Довідник сільського інженера. В. Д. Гречкосій, О. М. Погорілець, І. І. Ревенко та інші за ред. В. Д. Гречкосія. Київ. Урожай. 1991. 400 с.
7. Ільченко В. Ю., Карасьов П. І. та ін. Експлуатація машинно-тракторного парку в агрегатному виробництві. Київ. Урожай. 1993. 286 с.
8. Сільськогосподарські машини. Практикум з розрахунку і досліджень робочих процесів. / Рибарук В. Я., Ріпка І. І. Львів. ЛДАУ. 1998. 264 с.
9. ДСТУ 3008 – 95. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення. Київ. Держстандарт України. 1995. 36 с.
10. Стандарт підприємства: дипломні і курсові проекти (роботи), загальні вимоги до оформлення /Укл.: В.М. Боярчук, С.М. Онисько, В.Т. Дмитрів. Львів. ЛДАУ. 2003. 28 с.
11. Машиновикористання в землеробстві. За редакцією Ільченка В. Ю., Нагірного Ю. П. Київ. Урожай. 1996. 382 с.
12. Моделювання енергоємності механічного обробітку ґрунту в сівозмінах./М. Я. Бомба та ін. Львів. ЛДАУ. 1997. 38 с.

13. 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.
14. 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.
15. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text> (дата звернення: 22.10.2022).
16. 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.
17. 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.
18. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0093-98#Text> (дата звернення 16.09.2022).
19. Войналович О.В., Білько Т.О. Виробнича санітарія: Навч. посіб. Київ. НУБП. 2009. 170 с.
20. Царенко О.М., Войтюк Д.Г. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів. Київ. РВВ «Мета». 2003. 441 с.
21. 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.
22. Кияк Г. С. Рослинництво. Київ. Вища школа. Головне в-во. 1992. 400 с.