

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**

Аграрний факультет  
(назва факультету)

кафедра механізації виробничих процесів у АПК  
(назва кафедри)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
напряму підготовки/спеціальності 208 «Агроінженерія»

на тему: «Механізація технологічного процесу лінії приготування  
соковитих кормів з удосконаленням коренерізки»

Здобувач вищої освіти групи AI2013с  
Маслов С.В.  
(прізвище та ініціали)

Керівник Чаплицін Є.М.  
(прізвище та ініціали)

м.Київ, 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Східноукраїнський національний університет ім. В.Даля

Факультет \_\_\_\_\_ Аграрний факультет  
Кафедра \_\_\_\_\_ Кафедра механізації виробничих процесів у АПК  
Освітній рівень \_\_\_\_\_ бакалавр  
Напрямок підготовки \_\_\_\_\_ 208 «Агроінженерія»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри механізації виробничих процесів у АПК,  
канд. техн. наук, доцент

\_\_\_\_\_ Вадим ВОЛОХ  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

**ЗАВДАННЯ**

**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

\_\_\_\_\_ Маслоу Сергію Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи: «Механізація технологічного процесу лінії приготування соковитих кормів з удосконаленням коренерізки»

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Чаплигін Євген Миколайович, к.с.-г.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджено наказом СНУ ім. В.Даля від « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ року № \_\_\_\_\_

2. Строк подання студентом роботи \_\_\_\_\_ 02.06.2023 \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи: нормативні документи, учбова та довідкова література, наукові джерела; державні стандарти та технічні вимоги до подрібнювачів соковитих кормів; технологічні особливості подрібнення коренебульбоплодів; аналіз конструкції машин для подрібнення коренебульбоплодів; електронні видання; літературні джерела

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Розділ 1. Технологічний розділ. Призначення технологічної лінії подрібнення соковитих кормів

Розділ 2. Конструктивний розділ. Удосконалення конструкції подрібнювача та конструктивний розрахунок основних частин

Розділ 3. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях на підприємстві

Розділ 4. Техніко-економічний розрахунок удосконаленого подрібнювача

5. Перелік графічного матеріалу:

1. Аналіз технологічних прийомів і засобів для подрібнення соковитих кормів
2. Схема технологічної лінії приготування соковитих кормів
3. Загальний вигляд удосконаленого подрібнювача
4. Креслення робочого вузла подрібнювача
5. Робочі креслення деталей вузла подрібнювача

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 02.05.2023

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Огляд наукових та нормативних джерел за темою роботи</i>	08.05.2023	
2.	<i>Аналіз сучасного стану технологічного процесу подрібнення соковитих кормів</i>	12.05.2023	
3.	<i>Конструкторські розрахунки основних робочих вузлів та деталей удосконаленої коренерізки</i>	20.05.2023	
4.	<i>Розробка заходів з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях на тваринницькому підприємстві</i>	25.05.2023	
5.	<i>Техніко-економічні розрахунки удосконаленої коренерізки</i>	27.05.2023	
6.	<i>Оформлення кваліфікаційної роботи</i>	30.06.2023	
7.	<i>Представлення кваліфікаційної роботи до захисту</i>	02.06.2023	

Здобувач вищої освіти

\_\_\_\_\_  
( підпис )

Маслов С.В.

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Керівник

\_\_\_\_\_  
( підпис )

Чаплигін Є. М.

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ПОДРІБНЕННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА УМОВ РОБОТИ .....	6
1.1 Призначення технологічної лінії подрібнення коренебульбоплодів.....	6
1.2 Зоотехнічні вимоги до виконання процесу подрібнення.....	8
1.3 Фізико-механічні властивості коренебульбоплодів.....	12
РОЗДІЛ 2 УДОСКОНАЛЕННЯ КОРЕНЕРІЗКИ ТА РОЗРАХУНОК ЇЇ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ .....	14
2.1 Аналіз способів та засобів виконання процесу подрібнення кормів.....	14
2.2 Обґрунтування технологічної схеми та конструкції машини.....	19
2.3 Технологічний розрахунок удосконаленої машини.....	25
2.4 Конструктивний розрахунок удосконаленої машини.....	27
2.5 Технічне обслуговування подрібнювача коренеплодів.....	36
РОЗДІЛ 3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ НА ТВАРИННИЦЬКІЙ ФЕРМІ.....	38
3.1 Розробка карти контролю показників безпеки машини.....	38
3.2 Загальні правила техніки безпеки та електробезпеки при експлуатації машини.....	40
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ КОРЕНЕРІЗКИ.....	45
ВИСНОВКИ.....	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	53
ДОДАТКИ.....	55

## ВСТУП

«Тваринництво в Україні є найважливішою галуззю сільськогосподарського виробництва. На тваринництво та виробництво кормів припадає 70% трудових ресурсів села та 65% виробничих фондів сільськогосподарських підприємств. Головними завданнями розвитку галузі тваринництва вважається світове поглиблення концентрації та спеціалізації виробництва, постійний перехід тваринництва на індустріальну основу з урахуванням використання сучасної техніки та технології» [1, 4].

«Збільшення виробництва продуктів тваринництва та зниження вартості продукції в сучасних умовах можливо при подальшій інтенсифікації усіх галузей сільського господарства шляхом впровадження прогресивних технологій з удосконаленням комплексної механізації та автоматизації процесів. Визначними критеріями виробничої діяльності галузі тваринництва є якість продукції, рентабельність, зниження витрат праці та захист навколишнього середовища. Це завдання вирішується шляхом додержання трьох основних умов: вирощування високопродуктивних тварин; забезпечення тварин кормами, які відповідають заданій продуктивності тварин та вимогам повноцінного годування; створення тваринам оптимальних умов утримання та параметрів мікроклімату.

Для досягнення якісних показників впроваджується оснащення сільськогосподарських підприємств новою більш сучасною технікою, збільшуються капітальні вкладення для нормального функціонування виробництва. Для малих та сімейних ферм вирішуються питання виробництва машин та обладнання» [5].

Отже впровадження на тваринницьких фермах комплексної механізації при виробництві продукції тваринництва стала економічною та соціальною потребою в Україні.

## РОЗДІЛ 1

### ПРИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ПОДРІБНЕННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА УМОВ РОБОТИ

#### 1.1 Призначення технологічної лінії подрібнення коренеплодів

Технологічна лінія приготування соковитих кормів із коренеплодів – це обґрунтований комплекс машин та обладнання з метою отримання якісного готового корму.

«Важливою технологічною умовою при виробництві продукції тваринництва щодо високоефективного використання кормів є годування тварин і птиці кормовими повноцінними сумішами, збалансованими у відповідності до запланованої продуктивності за поживними речовинами, вітамінами і мікроелементами. Особливе місце для приготування кормів відводиться якості їх обробки – це подрібнення сировини. Подрібнення прямою мірою впливає на приготування повноцінної кормової суміші. Від якості подрібнення залежить продуктивність тварин і птиці. Тому необхідна оцінка якості роботи подрібнювачів як при експлуатації, так і при проектуванні нових машин.

Подрібненням називається процес поділу твердого тіла механічним шляхом за рахунок дії зовнішніх сил, які перевищують сили під молекулярного зчеплення» [2, 4].

«При подрібненні коренебульбоплодів різцем ковзальний рух продукту подрібнення по лезу відсутній, тобто різання іде по принципу «рубки». Це пояснюється тим, що кут тертя коренебульбоплодів по ребрах металевго клину становить  $35-40^{\circ}$ , що значно більше, ніж при подрібненні інших матеріалів. Для полегшення різання при даних умовах потрібно значно збільшити кут ковзання. Але конструктивно виконати це важко. Крім цього, в процесі різання різцем значну частину шляху лезо майже зовсім не навантажене.

Стосовно підготовки соковитих кормів та коренебульбоплодів, то визначенні багаторічними дослідженнями раціональні технологічні заходи. Деякі технологічні операції є обов'язковими для більшості видів соковитої кормової сировини. Це операції очищення та подрібнення сировини. Для реалізації найбільш раціональної технології годівлі тварин якісними кормовими сумішами обов'язковими є також операції дозування компонентів та їх змішування» [5, 6].

До згодовування тваринам соковиті корми готують за наступними технологічними операціями (рисунок 1.1):

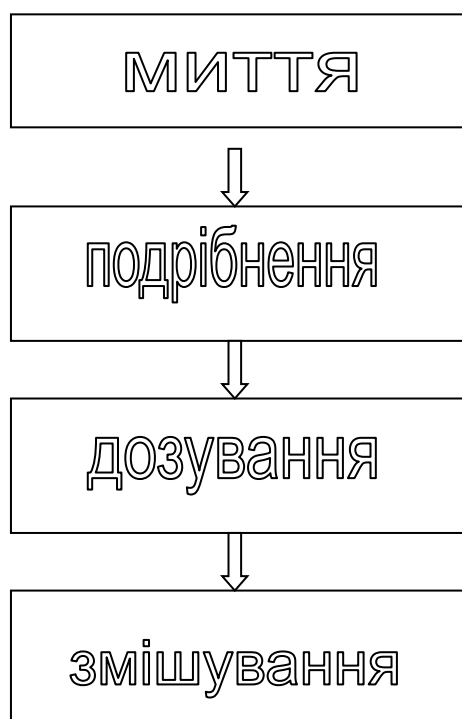


Рисунок 1.1 – Основні технологічні операції підготовки та обробки коренеплодів

У графічній частині кваліфікаційної роботи представлені структурні та технологічні схеми лінії обробки соковитих кормів.

«При подрібненні коренебульбоплодів використовують різання продукту за допомогою ріжучого інструменту.

Для подрібнення (різання) коренебульбоплодів використовують різець, який має форму клина. Використовують ножі різної форми: плоскі ножі з

прямим або гребінчастим лезом, плоскі ножі з криволінійним лезом» [5].

## **1.2 Зоотехнічні вимоги до виконання технологічного процесу подрібнення коренебульбоплодів.**

Якість приготування повноцінних кормів визначається поживною кількістю цінних для годівлі речовин, а також вмістом у кормах некорисних та шкідливих включень.

«Забрудненість продукту для згодовування коренебульбоплодів сільськогосподарським тваринам не повинна перевищувати від маси 3%, а розмір подрібнених часток основної фракції для великої рогатої худоби (ВРХ) повинен бути в межах 10...15 мм, для свиней в межах – 7...8 мм, для птиці це мезга. Після збирання і зберігання забрудненість коренебульбоплодів має складати не більше 5%» [5].

«Щоб підготувати коренебульбоплоди до згодовування тваринам, їх необхідно очистити від забруднення і подрібнити.

Основні технічні вимоги до машин і обладнання при подрібненні соковитих кормів:

- універсальність, можливість переробити всі види коренебульбоплодів;
- можливість регулювання розміру подрібненого продукту для всіх груп споживачів;
- забезпечення якості продукту (очищення, подрібнення) у відповідності до зазначених зоотехнічних рекомендацій;
- наявність спеціальних пристроїв для видалення сторонніх домішок (грунт, каміння);
- якісний доступ до робочих органів подрібнювача для їх регулювання, очищення та заміни;
- можливість механізованого завантаження сировини і вивантаження готової продукції;



- простота конструкції обладнання та зручність і надійність в експлуатації;
- подрібнювачі повинні мати якомога менші питомі показники металоємність і енергоємність» [6].

«При використанні підготовчих операцій перед подрібненням коренебульбоплодів (миття, очищення), які закладені до конструкції подрібнювачів, то обов'язково є виконання вимог процесу очищення і миття.

Загальні вимоги до роботи мийок наступні:

- універсальність, можливість мийки всіх видів коренебульбоплодів;
- висока якість мийки при незначних затратах води при високій продуктивності (не більше 0,4 л на 1 кг коренебульбоплодів);
- наявність пристроїв для видалення сторонніх домішок (грунт каміння);
- можливість регулювання часу перебування продукту в залежності від забрудненості у мийці;
- якісний доступ до робочих органів для їх регулювання, очищення і заміни;
- можливість використання води повторно (рециркуляція води)» [6].

«За своєю природою в заготовлених коренебульбоплодах можуть бути такі неорганічні домішки як земля, каміння, металеві частки. Ці домішки погіршують якість готового корму, травмують травлення тварин, спричиняють несправності технологічного обладнання та знижують ефективність їх роботи.

Очищення соковитих кормів полягає у відокремленні та видаленні з продукту сторонніх включень. Допустимий ступінь забруднення продукту залежить від виду кормів, характеру домішок та їх можливих наслідків. Так, домішки каміння або землі не повинні перевищувати 2 %, металеві домішки розміром до 2 мм мають становити до 30 мг на 1 кг готового корму» [6].

«Ступень забруднення кормів (залишковий) оцінюють дослідним шляхом і визначають за відношенням:

$$\delta_3 = \frac{G - G_4}{G_4} * 100\% , \quad (1.1)$$

Де,  $\delta_3$  –ступень забруднення продукту фактичний, %;

G - маса порції продукту, для визначення забрудненості, кг;

G<sub>4</sub> – маса порції продукту після дбайливого очищення, кг» [5].

«До коренебульбоплодів належать цукрові, кормові та напівцукрові буряки, картопля, морква, земляна груша (топінамбур). Вони є добрими соковитими кормами для всіх видів сільськогосподарських тварин. Коренебульбоплоди містять багато води (75-93%), майже не мають жиру та клітковини (1-1.5%), містять мало протеїну (1-2%). Основну масу поживних речовин становлять у них без екстрактивні азотовмісні речовини (9-19%), переважно крохмаль або цукор. Також коренебульбоплоди містять пектинові речовини, які багаті на вітамін С, у більшості з них є вітаміни групи В, а в моркві міститься каротин.

У коренебульбоплодах мало протеїну, проте вони мають високу біологічну цінність. Вони містять багато триптофану і лізину, які разом з окислювальними ферментами сприяють дійним тваринам підвищенню молочній продуктивності. Загальна поживність одного кг коренебульбоплодів становить 0,09 – 0,3 кормових одиниць й 1,13 – 2,84 МДж обмінної енергії. Кожному виду коренеплодів властива свої характерні особливості і біологічна цінність» [7].

«Кормові буряки мають цінні дієтичні якості. Основна їх речовина – це цукор, у них багато триптофану і лізин. Протеїн кормових буряків за вмістом цих незамінних амінокислот переважає майже всі корми. Шкідливих речовин у кормових буряках не міститься. Згодовують кормові буряки дійним коровам до 40 кг, коням до 20 кг, вівцям до 5, свиням до 10 кг на добу.

Цукрові буряки містять 23 % сухої речовини, в тому числі до 20 % легко перетравного цукру. Але при згодовуванні великої кількості цукрових

буряків жуйним у їхньому рубці цукор швидко зброджується. Це призводить до утворення великої кількості молочної кислоти, яка перетворює реакцію крові в кислий бік, а також порушує процеси дихання, травлення, обмін речовин, серцеву діяльність і в тяжких випадках призводить до смерті. У корів ознаки захворювання виявляються після разового згодовування 10 кг буряків цукрових. Якщо цукрові буряки перевищують 20 кг, захворювання корів перебігає у важкій формі» [7].

«До поїдання цукрових буряків тварин привчають поступово, починаючи з двох кг на день, і протягом двох тижнів доводять добову даванку для корів до 20 кг, але не більше як один кг цукрових буряків на один кг молока. Разова даванка цукрових буряків при цьому не має перевищувати 7 кг. Протягом доби молодняку великої рогатої худоби згодують по одному кг буряків на 100 кг живої маси тварин. У раціон дорослих овець цукрових буряків можна вводити до 2 кг, для дорослих свиней на відгодівлі до 10 кг, для молодих свиней до 5 кг, а при вирощуванні племінних свиней до 4 кг на день. Після запарювання цукрових буряків їх необхідно відразу охолодити до температури нижче 35 °С.

Зберігаються цукрові буряки добре від осені до початку літа. Крім того, вони добре силосуються разом із гичкою. Їх можна вводити до складу комбінованого силосу» [9].

«Морква – одне з найкращих джерел каротину для кормів. Тому морква дуже цінна для молодняку усіх видів тварин, вагітних тварин, племінних тварин, різних виробничих і статеві-вікових груп птиці. На моркву у раціонах дорослої птиці може припадати до 30%, у курчат до 20%, у каченят і гусенят до 30% добової норми у співвідношенні за масою сухих кормів. Племінним бугаями можна згодовувати до 7 кг, коровам до 4 кг, телятам до 0,5 кг, свиням до 8 кг моркви на день. Коров'ячому молоку морква надає приємного смаку, а маслу жовтого кольору.

*Картопля* для всіх сільськогосподарських тварин – це високоякісний корм. Проте у сирій картоплі міститься речовина соланін, яка шкідлива для

здоров'я тварин, особливо для свиней. Найбільше соланіну концентрується у шкірці позеленілих бульб картоплі після зберігання її на світлі, а також в паростках пророслої картоплі та у бульбах, які піддалися псуванню.

Коренебульбоплоди перед згодовуванням тваринам або птиці очищають від зайвих домішок, залишків землі, видаляють загнилі бульби і корені миють. Дорослій великій рогатій худобі та вівцям коренебульбоплоди можливо давати цілими, а молодняку, старим тваринам, свиням і коням їх необхідно подрібнювати» [9]..

### **1.3 Фізико-механічні властивості коренебульбоплодів**

«На якість процесу подрібнення впливають фізичні властивості коренебульбоплодів. Деякі властивості (маса, розмір, форма, забарвлення) нормуються стандартами, інші властивості враховуються при товарній обробці і зберіганні

Властивості коренебульбоплодів підрозділяють на:

- фізичні – це маса, розмір, форма, відносна щільність;
- структурно-механічні – це механічна міцність, твердість;

Характеризує величину більшості видів коренеплодів розмір, який регламентується по найбільшому поперечному діаметру або по довжині» [6].

«Також характеризує величину коренебульбоплодів маса, яка регламентується для деяких видів коренеплодів.

Кожному виду коренебульбоплодів властива своя типова форма, яка є характеристикою певного природного сорту. Для характеристики форми застосовують індекс форми: тобто відношення висоти або довжини коренеплоду до діаметру. Індекс форми є сортовою ознакою овочів і плодів, при ( $U_f=1$ ) форма продукту кругла.

Щільність – це відношення маси продукту до об'єму ( $\text{г/см}^3$ ). Щільність маси коренеплодів залежить від хімічного складу. Головним чином щільність залежить від вмісту вологи, сухих речовин і наявності в тканинах повітря.

Чим вище зміст сухих речовин, тим більше щільність.

По щільності маси бульб картоплі визначають вміст крохмалю.

Насипна (об'ємна маса) - маса коренебульбоплодів в одиниці об'єму. Ця величина використовується при розрахунках ємкості тари і подрібнювачів.

Таблиця 1.1 - Фізико – механічні властивості коренебульбоплодів.

Корм	Маса об'ємна, т/м <sup>3</sup>	Кут природного укосу, град.	Коефіцієнт тертя по сталі
Буряки кормові	0,57-0,70	-	0,5
Картопля	0,60-0,77	30-35	0,51-0,55
Морква	0,5-0,6	-	0,55

Примітки» [7].

«Об'ємна маса коренеплодів залежить від форми, розмірів і щільності. Об'ємна маса 1 м<sup>3</sup> моркви становить 500-600 кг, картоплі - 600-770 кг.

*Структурно-механічні властивості коренебульбоплодів.*

Твердість – це властивість продукту перешкоджати проникненню в нього іншого, твердішого тіла. Міцність шкірки різних ділянок одного і того ж вигляду коренеплодів неоднакова. На вершині картоплі міцність менше, чим в самій бульбі. Твердість має значення при збиранні, транспортуванні, обробці, зберіганні та визначенні ступеня зрілості продукту.

Коренебульбоплоди з твердішими і щільнішими тканинами протистоять різного роду механічним діям (ударам, порізам, проколам,). Такі коренебульбоплоди більш придатніші для механізованого обробітку і якість отриманого подрібненого продукту таких видів коренебульбоплодів краща.

Твердість коренебульбоплодів зменшується при їх дозріванні. Тому твердість може служити об'єктивним показником їх зрілості. Твердість також залежить і від інших чинників: розміру, сорту, умов вирощування та складу.

Механічна міцність коренебульбоплодів характеризується питомим опором плодів втискуванню площею 1 см<sup>2</sup> і визначається в кг/см<sup>2</sup>» [7].

## РОЗДІЛ 2

### УДОСКОНАЛЕННЯ КОРЕНЕРІЗКИ ТА РОЗРАХУНОК ЇЇ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ

#### 2.1 Аналіз способів і засобів подрібнення коренебульбоплодів

«Для підготовки коренебульбоплодів до згодовування використовують мийки, коренерізки та мийки-коренерізки (ІКС-5М, ІКМ-5, МРК-5 та ін.). Подрібнені частини мають бути певних розмірів (1 – 3 см), однорідними, із мінімальною кількістю м'язги й соку. Подрібнювати коренебульбоплоди треба перед роздаванням тваринам, оскільки подрібнені вони швидко чорніють, псуються і втрачають сік. Добре поїдає суміші велика рогата худоба в складі коренеплодів, соломи, силосу (сінажу) й концентрованих кормів. Суміші можна приготувати за допомогою подрібнювача ІСК-3.

Для тривалого зберігання коренебульбоплодів їх силосують. Силоси готують окремо для великої рогатої худоби, свиней і птиці.

За конструкцією робочих органів коренерізки поділяються на барабанні і дискові (рисунок 2.1). Окрім барабанних і дискових, подрібнення може виконуватись у штифтових і молоткових подрібнювачах, але питомі енерговитрати і якість подрібнення не задовольняють споживача» [8, 9].

«Дискові подрібнювачі кормів з горизонтальним валом (рисунок 2.1а) і вертикальним валом (рисунок 2.1б) прості за конструкцією і мають робочий орган у вигляді диска з прорізами. Над прорізами встановлено ножі, які при обертанні диска зрізують стружку з розміщених у камері подрібнення коренебульбоплодів. Недоліком схеми 2.1.а є те, що під час роботи подрібнювача проходить заклинювання коренебульбоплодів між диском і протилежною стінкою камери подрібнення. Це призводить до збільшення енерговитрат на подолання тертя диска. Недоліком схеми 2.1б є те, що стружка після зрізання падає на дно подрібнювача, і для її видалення необхідно встановлювати диск з лопатями (викидач), або в нижній частині

диска з ножами закріплювати лопаті» [10].

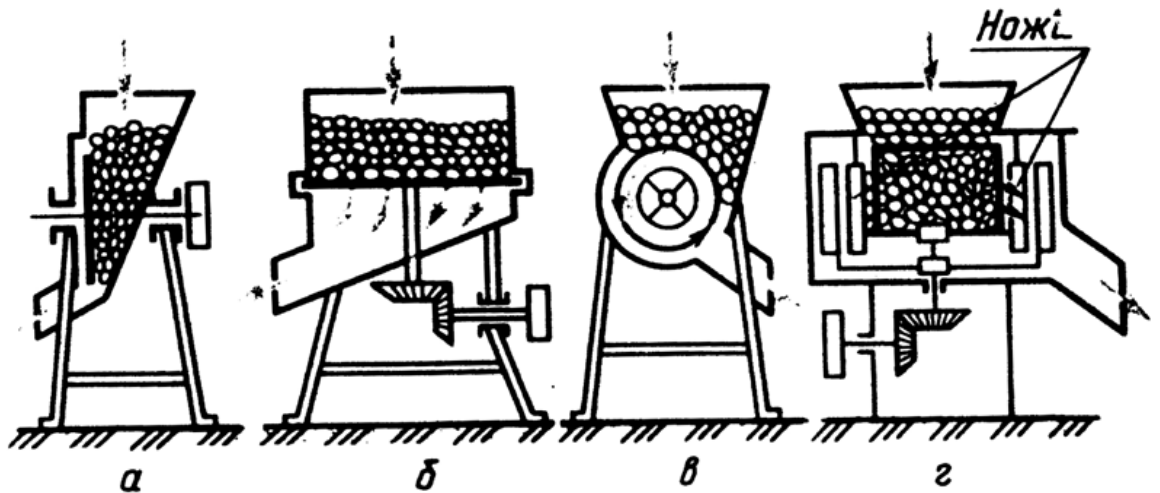


Рисунок 2.1 – Схеми технологічні для подрібнення коренебульбоплодів:

а – вертикальний дисковий подрібнювач; б – горизонтальний дисковий подрібнювач; в – барабанний подрібнювач; г – відцентровий подрібнювач

«Подрібнювач барабанний (рисунок 2.1в) з горизонтальним валом, на якому закріплений барабан з ножами або з похилим валом, на якому закріплено конічний або циліндричний пустотілий барабан. По поверхні барабану в шаховому порядку сформовані різці. Недоліками барабанних подрібнювачів у порівнянні з дисковими є складніша конструкція, а також стружка після відрізання потрапляє у середину барабана. Стружку видаляють за рахунок нахилу барабана або за рахунок форми конуса. Це обмежує продуктивність подрібнювача» [10].

«Подрібнювач відцентровий (рисунок 2.1г) має циліндричну камеру подрібнення. У нижній частині камери обертається диск з лопатями. У циліндричній частині камери подрібнення є вертикальні прорізи з ножами. Під час обертання диска коренебульбоплоди відкидаються до циліндричної стінки з ножами, і з них зрізується стружка. Для вивантаження нарізаної стружки під диском встановлюється викидач. Недоліком такої схеми є досить значні питомі показники процесу (металоємність і енергоємність).

Зважаючи на особливості конструкцій коренерізок для механізації

кормового виробництва на фермах доцільно використовувати дискові подрібнювачі коренеплодів з вертикальним валом (рисунок 2.1б). В фермерських господарствах, де є необхідність подрібнення малої кількості коренебульбоплодів, використовують подрібнювачі перших трьох типів (рисунок 2.1а,б,в) із ручним приводом і електричним приводом» [10].

«Подрібнювач коренебульбоплодів ІК-Ф-1 призначений для подрібнення коренебульбоплодів для всіх вікових груп і видів тварин, а також для переробки відходів фруктів і овочі. Використовується на невеликих тваринницьких фермах і селянських господарствах. Подрібнювач має дисковий робочий орган з чотирма ножами» [10, 14].

«Подрібнювач-мийка- ІКМ-Ф-10 (рисунок 2.2) призначений для очищення коренебульбоплодів від каменів, мийки і подрібнення для великої рогатої худоби свиней. Подрібнювач використовується в потокових технологічних лініях кормових цехів з механізованою подачею коренебульбоплодів. На фермі його можна використовувати і як самостійну машину» [10].

«Ванна мийки являє собою зварну конструкцію, рама якої є опорою. Верхня частина ванни закрита кожухом, на якому закріплено корпус шнека і дві кришки. Одна з кришок має завантажувальну горловину, а інша кришка легко знімається.

Шнекова мийка складається з кожуха і шнека, на якому встановлені колектори водяні і кронштейни для закріплення електричних двигунів шнека і подрібнювача. Шнек робочої машини мийки – без вальний. Він складається з гвинтової спіралі, до якої у верхній частині закріплена цапфа, а в нижній частині шнека – труба, до якої прикріплені корпус підшипника з віссю. Вісь шнека встановлена нерухомо в опорі, яка закріплена на дні ванни і забезпечує можливість натягування шнека. До фланця корпусу підшипників нижньої опори кріпиться активатор, який має вид зрізаного конуса» [10].

«Механізм подрібнення (рисунок 2.3) складається з корпусу 1 і двох дисків (нижнього 3 і верхнього 2).



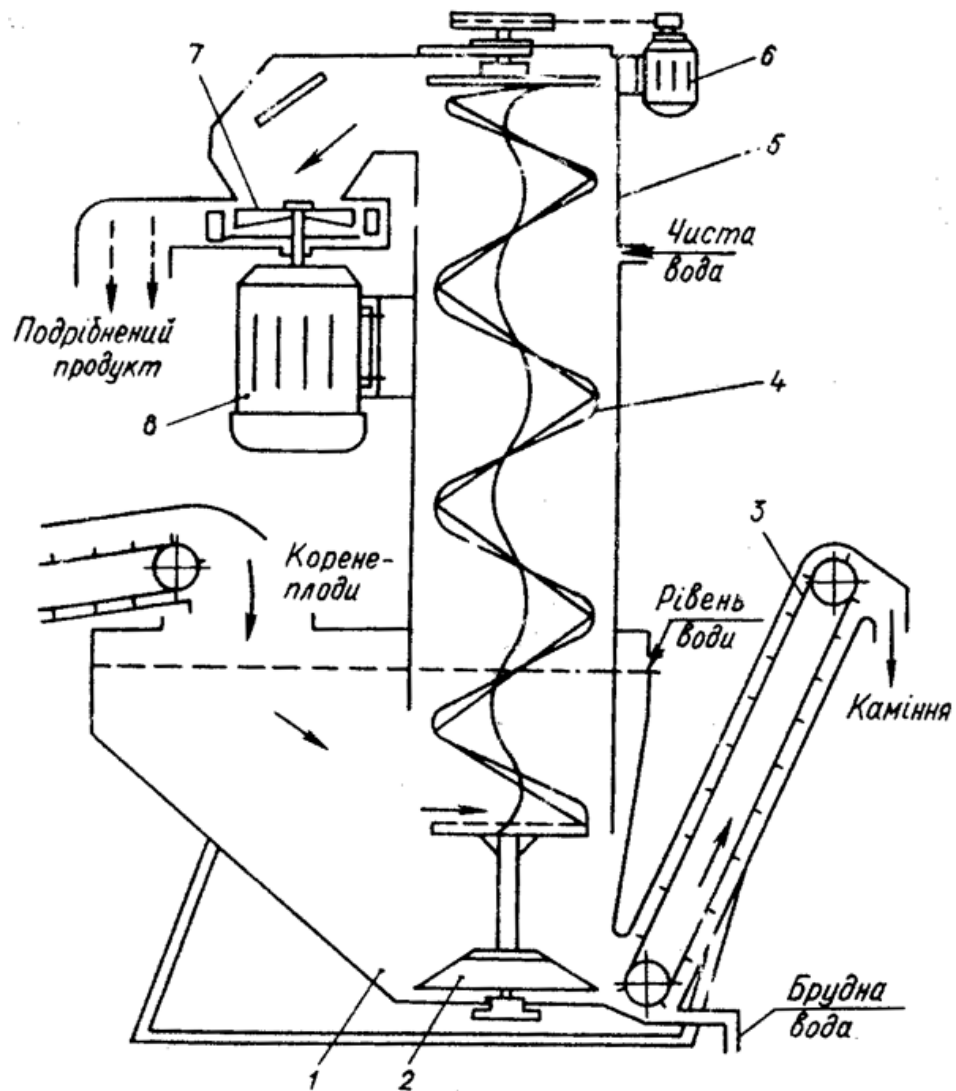


Рисунок 2.2 - Технологічна схема подрібнювача-мийки ІКМ-Ф-10:

1 - ванна; 2 - активатор; 3 - транспортер вивантажувальний для каменів;  
4 - шнек; 5 - корпус шнека; 6 - електричний двигун; 7 - подрібнювач;  
8 - електричний двигун подрібнювача» [10].

«На верхньому диску механізму подрібнення встановлено два горизонтальні ножі 4, а на нижньому диску – дві вивантажувальні лопаті. Обидва диски закріплені на валу електричного двигуна 10 за допомогою болта. Спеціальний перехідник 6, який з'єднує вивантажувальну горловину шнека з подрібнювачем, закріплений на кришці корпусу 1. В корпусі подрібнювача встановлена дека 7, яка охоплює верхній диск по діаметру. Циліндрична частина деки має похилі прорізи. Через прорізи за допомогою

лопатею, встановлених на нижньому диску, продавлюється стружка, яку отримали після подрібнення ножами верхнього диска.

Призначений скребковий транспортер для вивантаження з ванни ґрунту, каменів і піску. Скребковий транспортер складається з транспортера, відкидного кожуха, люка для очищення і зливу води з ванни. Транспортер має привід від мотор-редуктора через ланцюгову передачу. На зірочці ланцюгової передачі вмонтований зрізний штифт для попередження перевантаження транспортера.

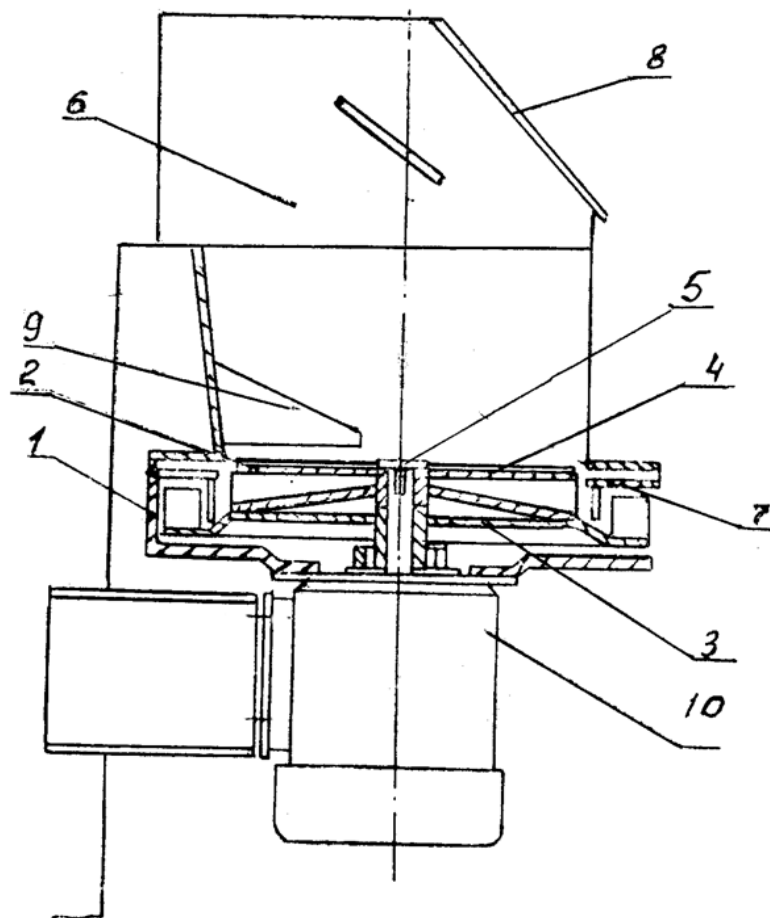


Рисунок 2.3 – Загальний вид механізму подрібнення:

- 1 - корпус; 2 - диск верхній; 3 - диск нижній з лопатями; 4 - ножі;  
5 - болт; 6 - перехідник; 7 - дека; 8 - кришка; 9 – пластина протиризальна; 10 – електродвигун» [10].

«Технологічний процес подрібнювача-мийки проходить таким чином. Завантажені в ванну коренебульбоплоди знаходяться в підвішеному стані під

дією збуреної активатором води, перемішуються, відмокають і направляються до подрібнювача підхоплені шнеком. Під час підймання коренеплоди омиваються потоком води, яка подається насосом через колектори, які знаходяться на корпусі шнека. Далі коренеплоди подрібнюються двома ножами, які встановлені на верхньому диску. Для одержання дрібного подрібнення (для свиней) продукт проходить через деку. Каміння та інші важкі предмети опускаються на дно ванни і активатором відкидаються до вивантажувального транспортера» [10].

«Таблиця 2.1 - Технічні характеристики машин подрібнювачів

Показники	ІК-Ф-1	ІКМ-Ф-10
1	2	3
Продуктивність подрібнювача, т/год	1,5...3	10..12
Частота обертання диска–подрібнювача, об/хв	955	465
Розміри часток продукту подрібнення, мм:		
Стружка	5...10	5...15
Паста		1...10
Встановлена потужність електричного двигунів, кВт	3,0	14,3
Витрати води на миття 1 тони коренеплодів, т	-	1,5
Маса машини, кг	100	940

Примітка» [10].

## **2.2 Обґрунтування технологічної схеми та конструкції удосконаленої машини для подрібнення соковитих кормів**

Послідовність технологічних операцій лінії приготування коренебульбоплодів (від зберігання до згодовування) представлена в технологічній та структурній схемі поточної лінії (рисунк 2.4).

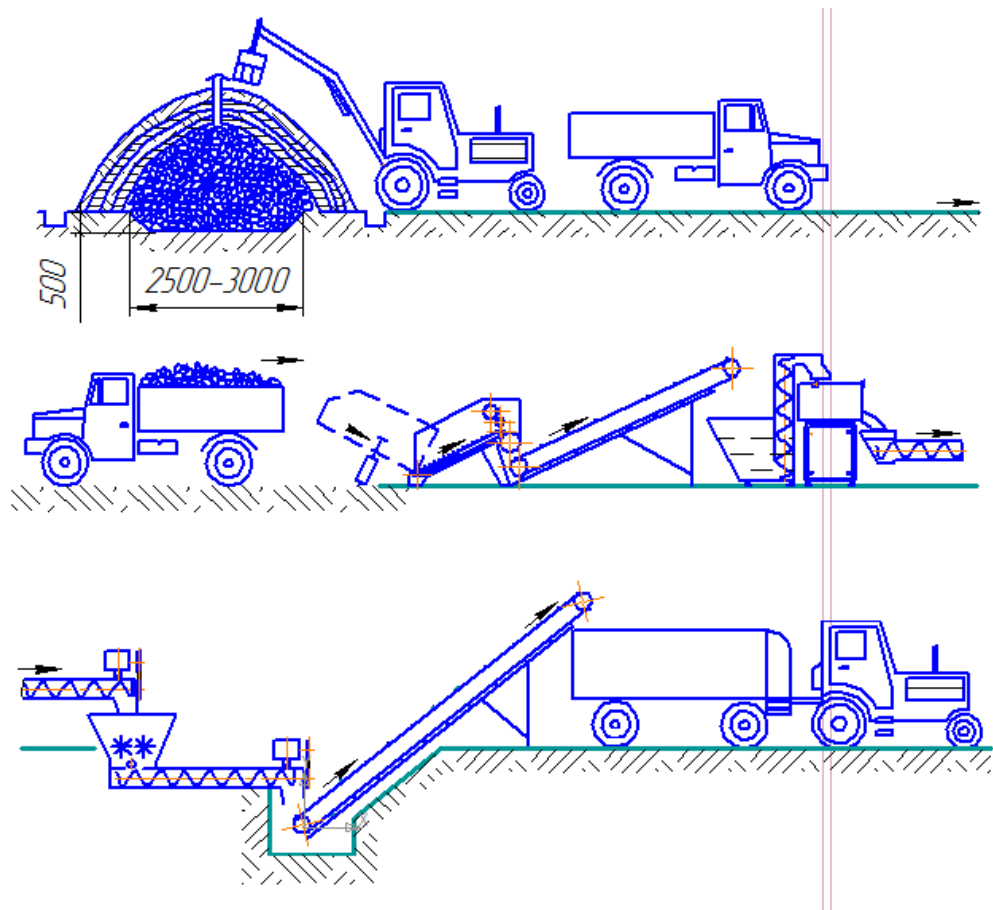


Рисунок 2.4 - Технологічна лінія приготування коренебульбоплодів.

«В теперішній час на тваринницьких фермах при подрібненні коренебульбоплодів розповсюджені дискові подрібнювачі, з горизонтальним розміщенням диска в площині.

Визначається вибір засобів подрібнення і підготовки кормів наступними факторами: напрямку тваринницької ферми і видом тварин, складом раціону кормової суміші, способом утримання тварин, станом кормової бази господарства та розміром ферми.

В роботі подрібнення коренеплодів та їх очищення (миття) здійснюється в поточній технологічній лінії машиною ІКМ -5.

Машина використовується для приготування вологих кормових мішанок для тваринницької ферми ВРХ (поголів'я N=800 корів)» [12]..

«Товщина різки коренеплодів становить для корів 1,5см, для телят 1см.

Машина ІКМ-5 відповідає зоотехнічним вимогам:

- універсальність, здатність подрібнювати всі види коренебульбоплодів;
- забезпечення якості подрібнення у відповідності до зоотехнічних вимог: розмір часток при подрібненні на стружку до 10 мм; при подрібненні на пасту розмір часток до 5 мм.

Одним із недоліків подрібнювача є його використання разом з іншою машиною, яка б забезпечила ступінь забруднення коренеплодів більше 2%. Такою машиною на наш погляд може бути списана на підприємстві машина ІКМ-2,5 яка працює тільки в режимі мийки. Спеціальні завантажувачі-вібратори коренеплодів працюють шляхом вібрації шару між двома площинами з частотою 100-120 за хвилину. При цьому відбувається відділення ґрунту та інших домішок, що приєдналися до коренів. Забрудненість коренеплодів становить 2-3%» [12].

«Подрібнювач кормів КМІ-2.5 призначений для подрібнення кормів (буряка кормового, буряка цукрового, картоплі) на тваринницьких фермах, невеликих підсобних та фермерських господарствах.

Основними факторами при проектуванні подрібнювача є:

- універсальність подрібнювача;
- простота конструкції подрібнювача;
- мала енергоємність;
- простота в обслуговуванні» [12].

В якості удосконалення конструкції подрібнювача соковитих кормів пропонується встановити протирізальні пластини для регулювання товщини зрізу коренеплодів з регульованим зазором, а також застосувати для приводу робочих органів клинопасову передачу для зменшення вібрації і шуму при роботі подрібнювача. Також пропонується для нарізання менших за розміром часток встановити ножі у вигляді зубчиків. Для очищення порожнини під диском з ножами на корпусі пропонується встановити вікна, які при роботі подрібнювача мають бути закриті.

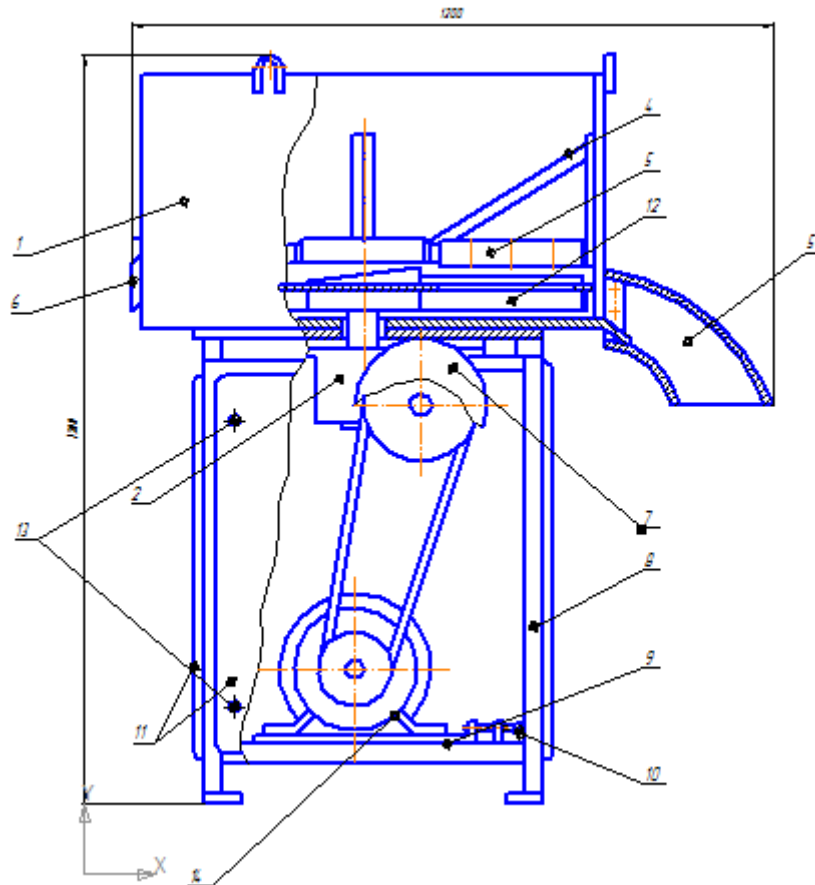


Рисунок 2.5 - Загальний вид подрібнювача соковитих кормів

«До нижньої частини корпусу 3, що має форму баку, кріпиться редуктор 1. Усередині корпусу подрібнювача на вихідному валу редуктора обертається ріжучий диск 12. Вище площини обертання ножів ріжучого диска, встановлено протирізальний упор 4 з планками для регулювання 5. Корпус подрібнювача встановлюється на каркас 8. Всередині каркасу на плиті 9 закріплений електричний двигун 14. Натяг пасової передачі здійснюється переміщенням плити за допомогою гвинтів 10. Каркас подрібнювача закривається захисними огороженнями 7» [12]..

«Через пази в диску здрібнені частки провалюються на дно бака і під дією відцентрових сил виштовхуються назовні. Для напрямку вивантаження здрібнених часток служить кожух 6. Регулювання розмірів подрібнених часток здійснюють зміною положення планок 9 протирізального упору, а також зміною величини зазору між крайками ріжучих ножів і пазами диска.

В стінці корпусу для зручності очищення подрібнювача передбачене вікно, яке на час роботи закривається заслінкою 2.

Регулювання здрібнювання часток здійснюється відповідно до зоотехнічних вимог:

- для великої рогатої худоби частинки 10-15 мм
- для свиней частинки 5-10 мм

В корпус подрібнювача можуть встановлюватись деки з зубцями або без зубців. Верхній і нижній диски закріплюються на валу електричного двигуна спеціальним болтом 9. Загальна будова верхнього і нижнього дисків представлена на рисунку 2.6 та 2.7» [12]..

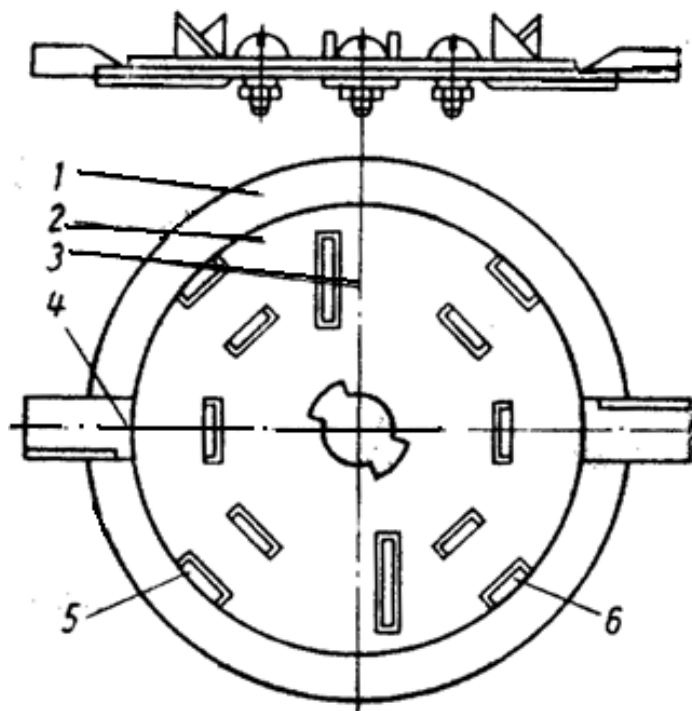


Рисунок 2.6 – Будова робочого органу нижнього диску подрібнювача:

1 - диск нижній; 2 - диск верхній; 3 - лопать внутрішня; 4 - лопать зовнішня; 5 - ніж з внутрішнім загостренням леза; 6 - ніж із зовнішнім загостренням леза.

«При подрібненні коренебульбоплодів для великої рогатої худоби встановлюють на верхній диск змінні ножі №5 або №8 і отримують частинки товщиною до 10 мм або більше 10 мм відповідно. При обертанні верхнього

диска з ножом зрізається стружка з коренеплоду, яка потрапляє на нижній диск і лопатями нижнього диска виштовхується через вивантажувальний рукав назовні» [12].

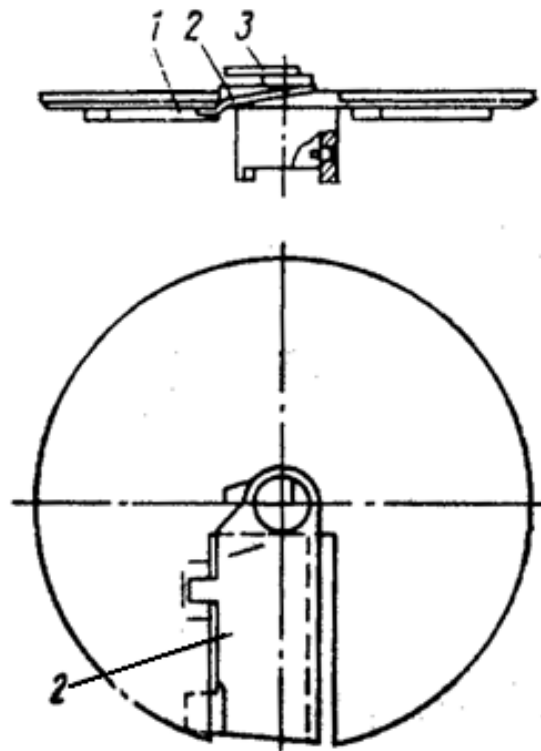


Рисунок 2.7 – Будова робочого органу верхнього диска подрібнювача з ножом: 1 - диск; 2 - ніж змінний; 3 - спеціальний болт для закріплення ножа.

«Таблиця 2.3 – Показники технічної характеристики подрібнювача

Показники	КМІ-2.5
Робоча продуктивність, т/год	4
Частота обертання диска–подрібнювача, об/хв	1440
Розміри часток подрібненого продукту мм:	
Стружка	7....10
Паста	1....6
Встановлена потужність електричних двигунів, кВт	4,5
Витрати води на миття 1 тони коренеплодів, т	-
Маса подрібнювача, кг	157

Примітка» [12].



При подрібненні коренебульбоплодів для свиней і птиці до корпусу подрібнювача встановлюють деку із зубцями. Зрізана соковита стружка падає на нижній диск і там за допомогою ножів і зубчатої деки подрібнюється до менших часток розміром 1-6 мм.

### 2.3 Розрахунок технологічний параметрів удосконаленого подрібнювача.

Схема для технологічних розрахунків удосконаленого дискового подрібнювача КМІ-2.5 приведена на рисунку 2.8.

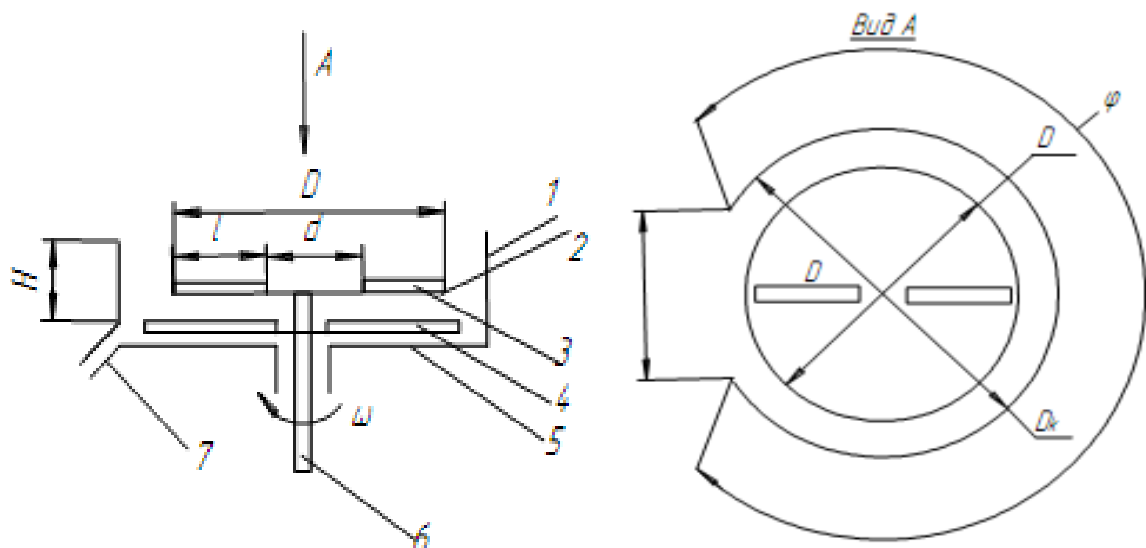


Рисунок 2.8 – Схема удосконаленого подрібнювача коренебульбоплодів КМІ-2.5: 1 – камера подрібнювання кормів; 2 – ріжучий диск з ножами; 3 – ріжучі ножі; 4 – нижній диск; 5 – дно подрібнювача; 6 – вал приводу; 7 – вивантажувальне вікно.

«Виготовляються ножі для подрібнення продукту з листової сталі, товщиною до 5мм, закріпленою ріжучою крайкою яка має одностороннє загострення леза під кутом від 18 до 25°.

На основі раціональної формули В.П. Горячкіна визначаємо величину

загального опору різанню. Стосовно подрібнення коренеплодів маємо:

$$P = P_o + P_d + P_b, \text{ кг} \quad (2.1)$$

де:  $P_o$ - опір різанню ножа;

$P_d$ - опір деформації та тертя передньої і задньої грані ножа;

$P_b$ - зусилля на відкидання стружки» [14]..

«Опір різанню коренебульбоплодів залежить від фізичного стану продукту, розмірів, тривалості і способу збереження, а також від параметрів установки ножа, товщини леза і стану робочої поверхні.

Приведену формулу для визначення опору різанню (2.2) застосовують у межах значення від 1.5 до 20 кг на 1см довжини різання.

Для будь-якого типу подрібнювача і виду ножа продуктивність розраховується по формулі:

$$Q = V_n * \gamma * 60, \text{ т/ч} \quad (2.2)$$

де  $V_n$ - об'єм відрізання продукту за 1 оберт диска;

$n$ - частота обертання диска за хвилину;

$\gamma$ - об'ємна маса матеріалу, що відрізається» [14].

«Об'єм відрізання продукту за 1 оберт диска визначаємо за формулою:

$$V = \frac{\pi D^2}{4} * n * k_o * Z * K^1 * h^1, \text{ м}^3/\text{с} \quad (2.3)$$

$D$  - діаметр диска ріжучого;

$n$  - число обертів диска ріжучого;

$K_o$  - коефіцієнт що враховує використання ножів ( $K_o=0.7...0.8$ );

$Z$  - кількість ріжучих ножів;

$K^1$  - коефіцієнт що враховує порожнечу між частками продукту ( $K^1=0.6...0.7$ );

$h^1$  - верхня кромка ріжучого ножа» [14].

$$V = \frac{3,14 * (0,9)^2}{4} * 6 * 0,8 * 4 * 0,7 * 4 * 10^{-3} = 5,6 * 10^{-3}, \text{ м}^3/\text{с}$$

Визначаємо об'ємну масу необхідного продукту різання,:

$$\gamma = V * g = 5.6 * 10^{-3} \text{ м}^3 * \frac{700 \text{ кг}}{\text{м}^3} = 4 \text{ кг} \quad (2.4)$$

Підставимо у формулу (2.2) всі отримані значення і визначимо продуктивність удосконаленого подрібнювача:

$$Q = 5.6 * 10 \text{ м}^3 * \frac{700 \text{ кг}}{\text{м}^3} * 60 = 2.4 \text{ т/год}$$

## 2.4 Конструктивний розрахунок удосконаленого подрібнювача

«Розрахунок потужності електричного двигуна.

Потужність на різання розраховуємо по формулі:

$$N_1 = \frac{P * L * K_o * V}{60} \text{ , кВт} \quad (2.5)$$

де  $P$  - зусилля різання при довжині леза  $l=1$  см, кг;

$L$  - конструктивна довжина леза ( $L=375$  мм);

$K_o$  - коефіцієнт що враховує використання ножів (0.7.....08);

$V_p$ — величина швидкості різання, м/с» [14].

Швидкість процесу різання  $V_p$  розраховуємо за формулою:

$$V_p = \frac{n\pi D}{60} \text{ , м/с} \quad (2.6)$$

Де  $n$  - частота обертання удосконаленого ріжучого диску,  $n=60$  об/хв.

$$V_p = \frac{60 * 3.14 * 0.9}{60} = 2.83 \text{ , м/с}$$

Знаходимо необхідну потужність на різання  $N_1$  за формулою (2.5):

$$N_1 = \frac{2.0 * 37.5 * 0.8 * 2.83}{60} = 2.85 \text{ , кВт}$$

«Розраховуємо потужність на подолання тертя коренебульбоплодів по диску  $N_2$ , радіус диску  $r$ , за умови додаткової сили тертя на плечі яка становить 2/3 :

$$N_2 = \frac{f * \Pi * 2/3 * V^2 G n}{60} \text{ , кВт} \quad (2.7)$$

Де  $f$  - коефіцієнт тертя продукту по диску,  $f=0.68$ ;

$G$  – сила тиску на ріжучий диск, Н;

$n$  – швидкість обертання диска, об/хв» [14].

Знаходимо силу тиску продукту на ріжучий диск:

$$G=mg, \text{ Н} \quad (2.8)$$

Де  $G=9.81 \text{ м/с}^2$ ;  $m=30\text{кг}$ ;

$$G=9.81 * 30=295 \text{ Н}$$

$$N_2 = \frac{0.68 * 3.14 * 2 * 5.6 * 10^{-3} * 295 \text{ Н} * 60}{60} = 2.35 \text{ , кВт}$$

Розрахунок потужності різання на втрати в передавальному механізмі  $N_3$ , з огляду на коефіцієнт корисної дії (ККД) редуктора ( $\eta=0.9$ )

$$N_3 = \frac{N_1 + N_2}{\eta} = \frac{2.85 + 2.35}{0.9} = 5.78 \text{ , кВт} \quad (2.9)$$

Враховуючи, що потужність на виштовхування зрізаного продукту

вигрузною лопаткою, з огляду на тертя коренеплодів по бічній поверхні корпусу і гальмування соковитих кормів по протирізальному упору, приймаємо електричний двигун потужністю 7.5 кВт з частотою обертання робочого валу 1500об/хв. Тип електричного двигуна 4А1324УЗ.

«Удосконалений подрібнювач коренебульбоплодів умовно можна розділити на дві конструктивні частини:

- рама, на яку кріпиться електричний двигун і редуктор;
- ємність з апаратом для подрібнення коренебульбоплодів.

Електричний двигун з плитою закріплений на рамі в нижній частині конструкції. Редуктор кріпиться до плити у верхній частині конструкції рами, під ємністю коренеплодів. Усередині ємності для подрібнення коренеплодів на вихідному валу редуктора закріплені нерухомо ріжучі ножі. Вище площини обертання ножів на ріжучому диску встановлюється протирізальний упор з планками для регулювання. Нижче площини обертання ножів різального диска на вихідному валу редуктора встановлюється вивантажувальна лопатка, яка забезпечує виштовхування стружки у вивантажувальну горловину.

Ємність для подрібнення коренеплодів кріпиться до рами за допомогою чотирьох болтів.

За рахунок переміщення плити та натяжних гвинтів здійснюється натяг пасової передачі. Рама подрібнювача закривається захисними огороженнями.

Регулювання розмірів часток продукту подрібнення можна здійснювати за допомогою зміни положення планок протирізального упору, а також величини зазору між крайками ріжучих ножів і пазами диска.

Для зручності очищення подрібнювача від залишків продукту різання в стінці корпусу ємності коренеплодів передбачене вікно із заслінкою.

Електрична шафа для пуску і вимикання коренерізки закріплюється на стінці рами або в іншому зручному місці приміщення. Передбачено захист від ураження струмів короткого замикання та перевантаження електричного

двигуна» [14].

*Розрахунок механізму привода подрібнювача коренеплодів.*

«Для подрібнювання коренеплодів використовуємо трифазний коротко замкнутий асинхронний електричний двигун серії 4А 1234УЗ, потужністю 7.5 кВт і частотою обертання валу 1500 об/хв. Цей двигун має більший пусковий момент і значно меншу масу та габарити у порівнянні з електричним двигуном серії А2 і АТ2. В електричних двигунах серії 4А зменшений рівень шуму і вібрації. При монтажі й експлуатації ці двигуни зручніші, мають збільшений коефіцієнт корисної дії і коефіцієнт потужності та більш надійний.

Для удосконалення подрібнювача використовуємо редуктор РЧА-180. Максимальний крутний момент на валу черв'яка 81 Нм.

Число заходів черв'яка  $Z_1=2$ .

Число зубів колеса черв'ячного  $Z_2=33$ .

Розраховуємо для електричного двигуна номінальне число обертів з урахуванням проковзування  $\Sigma=3\%$ » [14].

$$n_{ном} = \frac{n_c (100 - S)}{100} = \frac{1500(100 - 3)}{100} = 1455 \text{ об/хв} \quad (2.10)$$

Загальне передаточне відношення редуктора:

$$i = \frac{n_{ном}}{nS} = \frac{1455}{60} = 24,25 \quad (2.11)$$

Де  $nS$ - обороти вихідного валу редуктора, об/хв.

Загальне передаточне відношення:

$$i = i_p * i_k \quad (2.12)$$

де  $i_p$ - передатне число редуктора,  $i_p=16,5$

$i_k$ - передатне число клинопасової передачі

$$i_k = \frac{i}{i_p} = \frac{24,25}{16,5} = 1,47 \quad (2.13)$$

Приймаємо значення рівне  $i = 1,5$

«Знаходимо ККД привода редуктора:

$$\eta = \eta_k \eta_p \eta_y \quad (2.14)$$

Де  $\eta_k$  - ККД клинопасової передачі,  $\eta_k = 0,95$ ;

$\eta_p$  - ККД черв'ячного редуктора,  $\eta_p = 0,8$ ;

$\eta_y$  - КПД підшипників,  $\eta_y = 0,99$ ;

Для черв'ячного редуктора коефіцієнт ширини  $Z_1 = 1 \dots 2$  для черв'яка  $\psi = 0,355$  [14].

Знаходимо передавальний момент редуктора коренерізки:

$$P_{дв} = T_{вих} * \omega_{вих} / \eta \quad (2.15)$$

$$T = \frac{P * \eta}{\omega} = \frac{p \eta * 30}{\Pi * n}, \text{ Н*м} \quad (2.16)$$

$$T = \frac{7500 * 0,7524 * 30}{3,14 * 1455} = 37, \text{ Н*м}$$

$$T_{max} = 37 \times 2 = 74, \text{ Нм}$$

Приймаємо коефіцієнт довговічності по контактній напрузі  $K_{нд} = 1,15$

Приймаємо коефіцієнт довговічності по зношенню  $K_{Fg} = 1,23$

Розраховуємо швидкість ковзання:

$$v_{ск} = \frac{4 * n_1}{10^5} \sqrt[3]{T_{max}} = \frac{4 * 1455}{10^5} \sqrt[3]{37 * 10^3} = 1,939, \text{ м/с} \quad (2.17)$$

Розраховуємо міжосьову відстань шківів:

$$a^i = 61 \sqrt[3]{\frac{T_p}{[G_n]}} = 61 \sqrt[3]{\frac{37 * 10^3}{200^2}} = 61 * 0,974 \approx 60, \text{ мм} \quad (2.18)$$

Найближче табличне значення  $a = 63$  мм

$$Z_1=2; \quad Z_2=Z_1^*$$

Передаточне число редуктора

$$i_p=2 \times 16,5=33$$

Розраховуємо попереднє значення число модуля:

$$m^i = 1,6 \frac{63}{33} = 3,054$$

Число модуля приймаємо за стандартною таблицею з першого ряду  $m=3,15$

Розраховуємо коефіцієнт діаметра черв'яка редуктора:

$$g = \frac{2a}{m} - Z_2 = \frac{2 \cdot 63}{3,15} - 33 = 7 \quad (2.19)$$

Приймаємо коефіцієнт діаметра черв'яка редуктора  $g = 8$ .

Розраховуємо коефіцієнт зсуву за формулою:

$$X = \frac{1}{m} \left[ a - \frac{m}{2} (Z_2 + g) \right] = \frac{1}{3,15} \left[ 63 - \frac{3,15}{2} (33 + 8) \right] = -0,5 \quad (2.20)$$

Коефіцієнт зсуву знаходиться у межах значень  $X = \pm 1$ .

Знаходимо кут підйому витка черв'яка редуктора:

$$\gamma = \arctg \frac{Z_1}{g} = \arctg \frac{2}{8} 14,02^\circ \quad (2.21)$$

Розрахункова довжина черв'яка:



$$e_1 = e_1^{\circ} + 4m$$

$$e_1^{\circ} = (8 + 0,06Z_2) * m$$

$$e_1 = (8 + 0,06 - 33) * 3,15 = 31,437 \text{ мм}$$

$$e_1^{\circ} = 32 \text{ мм}$$

$$e_1 = 32 + 4 * 3,15 = 44,6 \text{ мм}$$

$$e_1 = 45 \text{ мм}$$

(2.22)

Розрахунок ширини вінця черв'ячного колеса редуктора:

$$e_2 = 0,355 * a = 0,355 * 63 = 22,365, \text{ мм}$$

$$e_2 = 23, \text{ мм}$$

(2.23)

Фактичні контактні значення напруги у редукторі:

$$e_h = \frac{480}{d_2} \sqrt{\frac{Tp}{dw_1}} \quad (2.24)$$

Де

$$d_2 = mZ_2$$

$$dw_1 = m(g + 2x)$$

(2.25)

$$e_h = \frac{480}{m * Z_2} \sqrt{\frac{Tp}{m(g + 2x)}} = \frac{480}{3,15 * 33} \sqrt{\frac{37 * 10^3}{3,15[8 + 2 * (-0,5)]}} = 189,153, \text{ Па} \quad (2.26)$$

Розраховуємо швидкість ковзання редуктора:

$$S_{ck} = \frac{\pi * 3,15[(8 + 2(-0,5))]}{60 * 1000 * \cos 15,445} = 1,188, \text{ м/сек} \quad (2.27)$$

Колова сила на шківках редуктора:

$$F_{ti} = 2T_{\max} / d_2 = \frac{2 * 37 * 10^3}{3,15 * 33} = 7,119 * 10^2, \text{ Н} \quad (2.28)$$

Розрахунок напруги в зубцях черв'ячного колеса редуктора:

$$g_F = \frac{\lambda_F * \cos \gamma_w}{1,3 m d w_1} F_{t2} K_F dK$$

$$K_F = 1 \quad (2.29)$$

$$g_F = \frac{1,61 * \cos 15,945 * 7,118 * 10^2}{1,3 * 3,15 * 3,15 [8 + 2(-0,5)]} = 12204, \text{ МПа}$$

Розрахунок розмірів черв'яка редуктора:

Ділильний діаметр черв'яка редуктора:

$$d_1 = m g = 3,15 * 8 = 25,2, \text{ мм} \quad (2.30)$$

Початковий діаметр черв'яка редуктора:

$$d_{w1} = m(g + 2x) = 3,15 * [8 + 2(-0,5)] = 22,05, \text{ мм} \quad (2.31)$$

Діаметр вершин витків черв'яка редуктора:

$$d_{a1} = d_1 + 2m = m(g + 2) = 3,15(8 + 2) = 31,5, \text{ мм} \quad (2.32)$$

Діаметр западин витків черв'яка редуктора:

$$d_{f1} = m(g - 2,4) = 3,15(8 - 2,4) = 17,64, \text{ мм} \quad (2.33)$$

Розрахунок розмірів колеса редуктора:

Ділильний діаметр колеса редуктора:

$$d = m Z_2 = 3,15 * 33 = 103,95, \text{ мм} \quad (2.34)$$

Діаметр вершин зубів колеса редуктора:

$$d_{a2} = m[Z_2 + 2(1 + (-0,5))] = 3,15[33 + 2(1 + (-0,5))] = 3,15 * 34 = 107,1, \text{ мм}$$

Найбільший діаметр колеса редуктора:

$$d_{a2} = d_{a2} + \frac{6m}{Z_1 + 2} = 107,1 + \frac{6 * 3,15}{2 + 2} = 111,825 \text{ , мм} \quad (2.36)$$

Діаметр западин колеса редуктора:

$$d_{f2} = m[Z_2 - 2(1,2 - x)] = 3,15 * [33 - 2[1,2 - (-0,5)]] = 3,15(33 - 3,4) = 93,24 \text{ , мм}$$

Радіус заокруглення колеса редуктора:

$$R_a = 0,5d_1 - m = 0,5 * 25,2 - 3,15 = 9,45 \text{ , мм} \quad (2.38)$$

$$R_f = 0,5d_1 + 1,2m = 16,38 \text{ , мм} \quad (2.39)$$

*Розрахунок клинопасової передачі удосконаленого подрібнювача соковитих кормів.*

«Для електричного двигуна потужністю 7,5 кВт і частотою обертання валу 1500 об/хв приймаємо ремені класу Б.

Мінімальний діаметр веденого шківa приймаємо  $d_1=125$  мм; вибираємо найближче значення з каталогу (для підвищення ресурсу)  $d_1=140$  мм» [14].

Діаметр ведучого шківa клинопасової передачі:

$$d_2=id_1=1,5 \times 140=210 \text{ мм}$$

Уточнюємо передатне відношення пасової передачі з урахуванням коефіцієнта ковзання  $S=0,01$ :

$$i = \frac{d_2}{d_1(1 - S)} = \frac{200}{140(1 - 0,01)} = 1,443 \quad (2.40)$$

Розрахунок міжосьової відстані шківів клинопасової передачі:

$$a_{\min} = 0,55(d_1 + d_2) + T_o = 0,55(140 + 200) + 10,5 = 197,5 \text{ мм} \quad (2.41)$$

$$a_{\max} = d_1 + d_2 = 140 + 200 = 340 \text{ , мм} \quad (2.42)$$

Приймаємо міжосьову відстань клинопасової передачі:  $a=270$  мм.

Визначаємо розрахункову довжину ременів клинопасової передачі:

$$Lp = 2a + \frac{\pi}{2}(d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a} = 2 * 270 + \frac{\pi}{2}(140 + 200) + \left( \frac{200 - 140}{4 * 270} 4 * 270 \right)^2 = 1077,40 \text{ мм} \quad (2.43)$$

Найближче табличне значення довжини ременів  $Lp=1000$  і  $1120$  мм:

$$W = 0,5 * \pi(d_1 + d_2) = 0,5 * 3,14(140 + 200) = 534,07 \quad (2.44)$$

Кут обхвату малого шківa клинопасової передачі:

$$\alpha_1 = 180 - 57 \frac{d_2 - d_1}{a} = 180 - 57 \frac{200 - 140}{291,42} = 168,26^\circ \quad (2.45)$$

Міжосьова відстань клинопасової передачі становить:  $a=291,5$  мм

$\alpha=0,98$  – коефіцієнт охоплення робочого шківa;

$C_L=0,98$  – коефіцієнт довжини ременя клинопасової передачі;

Розраховуємо число ременів клинопасової передачі:

$$Z = \frac{P}{P_o * C_Z} = \frac{7,5}{3,3 * 0,95} = 2,39 \quad (2.46)$$

Приймаємо кількість ременів клинопасової передачі,  $Z=3$ ;

Приймаємо робочу потужність  $p_o=4,7$ кВт для одного ременя.

$$P_o = p_o \frac{C\alpha * C_L}{C_p} = 4,7 * \frac{0,98 * 0,86}{1,2} = 3,3 \quad (2.47)$$

Напруга та швидкість на кожному ремені клинопасової передачі:

$$S_o = \frac{850P * C_p * C_L}{Z * v * C_k} + QV^2 = \frac{850 * 7,5 * 1,2 * 0,86}{3 * 10,663 * 0,98} + 0,18 * 10,665^2 = 231H \quad (2.48)$$

$$V = \frac{\pi d_1 * n_1}{60} = \frac{\pi * 140 * 1455}{60} = 10,665 \text{ м / с}$$

Розрахунок сили що діє на вали клинопасової передачі:

$$F_n = 2S_o Z \sin \frac{\alpha_1}{2} = 2 * 231 * 3 * \frac{168,264}{2} = 1379 \text{ Н} \quad (2.49)$$

## **2.5 Технічне обслуговування удосконаленої машини для подрібнення соковитих кормів**

«Технічний стан, термін експлуатації і постійна готовність подрібнювача до роботи залежать від своєчасного та якісного обслуговування (щоденного і періодичного). Проводять обслуговування за допомогою інструмента з комплекту приладів.

При щоденному технічному обслуговуванні коренерізки перед початком роботи потрібно очистити від бруду і залишків подрібненого продукту; провести візуальний контроль стану захисних огорожень та запобіжних пристроїв; перевірити надійність кріплення різального ротора і його молотків, бункера й електричного двигуна, стан клинопасової передачі (якщо є необхідність зробити натяг) та підключення проводу заземлення. Варто оглянути місця змащення, при необхідності усунути підтікання і заправити мастилом. Також треба перевірити роботу подрібнювача на холостому ходу на протязі трьох хвилин. З появою сторонніх шумів і стуків треба негайно вимкнути подрібнювач та усунути несправності» [13].

«Технічне обслуговування ТО-1 проводять через місяць роботи. При цьому потрібно провести всі операції щоденного технічного обслуговування, крім цього здійснити змазування робочих частин подрібнювача, продути електричний двигун компресором (стисненим повітрям), перевірити кріплення двигуна, справність заземлення, технічний стан електричного обладнання шафи керування, надійність контактних з'єднань, визначити стан опору ізоляції обмоток електричного двигуна.

Технічне обслуговування ТО-2 проводиться через рік роботи

подрібнювача коренеплодів. При цьому, крім операцій зі щоденного обслуговування і технічного обслуговування ТО-1, необхідно перевірити опір контуру повторного заземлення, очистити внутрішні порожнини подрібнювача від забруднення. Підшипники мають бути вимиті і заправлені новим мастилом. Також варто відновити на поверхні подрібнювача ушкоджене фарбування» [13].

## РОЗДІЛ 3

### ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ НА КОРМОВИРОБНИЦТВІ

#### 3.1 Техніка безпеки при експлуатації та обслуговуванні удосконаленої коренерізки.

«При роботі на подрібнювачі необхідно дотримувати правила техніки безпеки: технічне обслуговування, ремонт і інші роботи з відходу виконувати при знеструмленому електродвигуні і знятому запобіжнику; при роботі не можна проштовхувати корм у робочі органи чи руками яким або предметом, не можна очищати робочі органи, що забилися, до зупинки і відключення машини від електромережі.

Під час роботи кормоподрібнювача не можна стояти проти напрямку викиду маси.

У приміщенні де встановлюється подрібнювач бетонують підлогу, а в місці розміщення машини роблять ухил до приямків і відстійників для стоку води і бруду, біля машини розміщують гумові ковдри або дерев'яні піддони.

До роботи на машинах і механізмах допускаються працівника старше 16 років, що знають їхній пристрій, правила експлуатації і минулі інструктаж з техніки безпеки на робочих місцях» [20].

«У місцях установки машин, механізмів і устаткування вивішують інструкцію з техніки безпеки.

Машини, механізми й устаткування розміщують відповідно до проекту, встановлюють на міцному фундаменті, чи підставі станинах і ретельно закріплюють. У випадку установки машин, механізмів і устаткування на між поверхових перекриттях останні розраховують на діях динамічних навантажень. Фундаменти можна викладати з бетону, бутового чи каменю цегли. Цегельна кладка з обпаленої цегли для фундаментів під устаткування допускається тільки вище рівня ґрунтових вод. Застосування силікатної

цегли не допускається» [20].

«Після установки машини на фундамент необхідно перевірити її технічний стан, усунути виявлені несправності, випробувати спочатку на неодруженому ході, а потім під навантаженням. Експлуатація машин при швидкостях, що перевищують паспортні дані, забороняється.

При монтажі машин і устаткування варто застосовувати необхідні міри і пристрої, що забезпечують максимальне зниження виробничого шуму і вібрації.

За всіма діями машинами й устаткуванням необхідно вести регулярний нагляд з метою своєчасного усунення дефектів. Забороняється залишати працюючу машину без нагляду» [20].

«Пуск нових встановлених машин і устаткування або після ремонту чи тривалої стоянки дозволяється головним інженером (механіком), інженером по механізації робіт на тваринницьких фермах. Попередньо машини й устаткування проходять перевірку й обкатування. Готовність машин і устаткування до експлуатації оформляють актом.

Пускові кнопки, рукоятки, рубильники і т.п. Варто установити так щоб виключалася всяка можливість їхнього довільного включення і щоб працюючому було зручно і безпечно ними користатися.

Для попередження про пуск устаткування, що обслуговується одночасно декількома робітниками, повинна бути усунута звукова сигналізація» [20].

Для відводу забрудненої води у відділенні з приготування кормів необхідно мати каналізацію.

«Карданні, ланцюгові, зубцюваті і пасові передачі, сполучні муфти машин і устаткування повинні надійно відгороджуватися. Захисні огороження роблять відкидними чи легко знімними для проведення ремонту і технічного обслуговування.

При проведенні огляду, ремонту й інших робіт, зв'язаних з технологічним відходом, машину необхідно зупинити, а приводний ремінь



зняти.

Перед оглядом регулюванням апарата машин, що ріже, необхідно прийняти міри до надійного закріплення робочих органів для того, щоб виключити мимовільне їхнє обертання» [8].

«Таблиця 3.1 Карта контролю показників безпеки коренерізки.

Найменування вузла коркнкрізки	Показник контролю. Нормативні вимоги безпеки	Метод оцінки. Пристосування	Періодичність
1. Електродвигун	Огородження клинопасової передачі. Надійність захисного пристрою. Опір ізоляції (не нижче 0,5 МОм) Кріплення проводу, що заземлює, до болта заземлення - (зусилля затягування гайки - 60 Нм) Опір повторного контуру заземлення – не більш 4 Ом)	Зовнішній огляд Випробування Вимір. Омометр  Випробування, ключ 17x19	О    ▽
2. Подрібнюючий апарат	Надійність кріплення ножів і ножового диска (зусилля затягування гайок повинне бути 40...60 Нм)	Випробування; ЗИП	□

Умовні позначення : О- щозмінне обслуговування;

▽- сезонне (річне) обслуговування;

□- щомісячне обслуговування» [20].

«Примітка. Приміщення, де працює подрібнювач перевіряється на наявність каналізації, ухилів до приямків і відстійників для стоку води і бруду; гумового ковдрика чи дерев'яного ґратчастого настилу біля машини; комплектність щита й аптечки; а також відсутність у машині сторонніх стукотів, шумів при роботі; надійність кріплення болтових з'єднань, захисних огорожень, що обертаються деталей і вузлів.

Корпус електродвигуна, пускових приладів, машин і устаткування, що

можуть виявитися під напругою, повинні бути надійно заземлені.

Переустатковані чи виготовлені самотужки машини і механізми повинні відповідати вимогам техніки безпеки. Пуск їх в експлуатацію дозволяється головним інженером господарства.

При одночасному обслуговуванні машин і устаткування декількома обличчями призначають старшого.

При обслуговуванні машин і устаткування необхідно керуватися дійсними правилами техніки безпеки, передбаченими в посібниках з машини й устаткування» [20].

### **3.2 Загальні правила техніки безпеки та електробезпеки на виробництві**

«Сучасне сільськогосподарське виробництво безупинно оснащується різноманітними складними машинами й устаткуванням, агрегатами, безпечна робота на який вимагає відповідних знань. Для запобігання травматизму і захворюваності в сільському господарстві необхідні знання по охороні праці, уміння володіти прийомами надання першої медичної допомоги і методами гасіння пожеж» [22].

«Істотний вплив на умови праці роблять небезпечні і шкідливі виробничі фактори, що по природі дії класифікуються на такі групи: фізичні, хімічні, біологічні і психологічні.

До групи фізичних факторів відносяться машини, що рухаються, і механізми, не захищені рухливі елементи виробничого устаткування, вироби і заготівлі що пересуваються, матеріали, підвищена забрудненість і запиленість повітря робочої зони, підвищена чи знижена температура, вологість, швидкість, барометричний тиск, іонізація повітря робочої зони, підвищений рівень шуму, вібрації, іонізуючі і електромагнітні випромінювання, статична напруга, ультрафіолетова й інфрачервона радіація, небезпечний рівень напруги в електричній мережі, підвищена

напруженість електричного і магнітного поля, пульсації світлового потоку і яскравість світла, знижена контрастність, пряма й відбита яскравість» [22].

«Група хімічних факторів розділяється:

- По характері впливу на організм людини: токсичні, подразливі, канцерогенні, мутаційні впливають на репродуктивну функцію.
- По шляху проникнення в організм людини: через органи подиху, шлунково-кишкового тракту, слизуваті оболонки.

Група біологічних факторів включає наступні біологічні об'єкти: потогінні мікроорганізми, бактерії, віруси, гриби найпростіші і продукти їхньої життєдіяльності, мікроорганізми.

Група психофізичних факторів по характеру дії поділяється на фізичні і нервовопсихічні перевантаження. До фізичних перевантажень відносяться статичні і динамічні. До нервовопсихічних – розумове перевантаження, перевантаження аналізаторів, монотонність праці» [22].

«Більшість машин і устаткування на тваринницькому комплексі працює в не сприятливих умовах, а саме, підвищена вологість, агресивне середовище і інше. Тому, електропроводка виконана в закритому виконанні, тобто в металевих трубах і металевих рукавах. Ізоляція проводки повинна бути розрахована на напругу не менш 500 В. Освітлювальна проводка виконується на ізоляторах. Відстань між ізоляторами не повинне перевищувати 2 м, а перетин проводу не менш 1,5 мм<sup>2</sup>.

Захисне заземлення називається навмисне з'єднання з землею металевих частин електроустановок, що знаходяться, але зможуть випадково виявитися під напругою в наслідку замикання на корпус.

Заземленню підлягають: корпуси електродвигунів, трансформаторів, електронагрівників, пускова і регулювальна апаратура, каркаса щитів, металеві оболонки силових кабелів, металеві огороження, сталеві труби електропроводів, металеві корпуси освітлювальної апаратури, металеві конструкції транспортерів кормороздавачів і інших огорожень, де можливо випадкове проникнення чи людини тварин до струмоведучих частин» [22].

«Захисні заземлення застосовуються в трифазних мережах напругою до 1000В з ізольованою нейтраллю і вище 1000В з будь-яким режимом нейтралі. Метою захисного заземлення є зниження між корпусом, що знаходиться під напругою і землею до безпечного значення. Робоче заземлення – навмисне електричне з'єднання з землею окремих крапок електричного ланцюга.

Заземленням називається провідник (сталевий стрижень, чи труба смуга), що знаходиться в безпосередньому контакті з ґрунтом. Заземлювачі можуть бути забиті в землю стрижні діаметром 10...12 мм і довжиною 2,5 м, труби діаметром 30...50 мм чи кутова сталь 40\*40\*5 довжиною 2,5...3 м.

Опір одиночних заземлювачів залежить від геометричних параметрів, глибини закладення і питомого опору ґрунту» [22].

«Виробнича санітарія – це система організаційних, гігієнічних і санітарно-технічних заходів і засобів, що запобігає вплив виробничих факторів на працюючих. Головна увага виробнича санітарія приділяє захисту людини від впливу негативних впливів виробництва, переданих до нього через повітряне чи середовище шляхом безпосереднього впливу.

Задачею виробничої санітарії є створення здорових і безпечних умов праці на підставі встановлених гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин і впливів» [23].

«Для запобігання поширення інфекційних захворювань, хворих тварин необхідно містити в окремих приміщеннях – ізоляторах. Робітникам та службовцям необхідно два рази в рік проходити медичний огляд. Особливо шкідливий вплив на робітників і тварин робить аміак, що утворюється в результаті розкладання гною. У технологічній частині проекту розроблена система припливно-витяжної вентиляції виробничих приміщень, для гнойової рідоти передбачені гнойові збирачі з гідравлічними затворами і механізоване видалення гною.

У тваринницьких будинках необхідно передбачати не менш двох виходів для евакуації худоби. У залежності від виду тварин і ступеня

вогнестійкості будинків приймається сумарна ширина виходів для евакуації ВРХ на 1 м ширини виходу – 20-30 гол» [23].

«Територія двору (ферми), розриви між будівлями не повинні бути закладені залишками корму, соломи, сухого гною, іншими пальними матеріалами. Для паління повинні приділятися й обладнатися спеціальні місця. Усередині і зовні виробничих приміщень повинні встановлюватися засоби пожежогасіння. На кожні 50м<sup>2</sup> виробничої площі і 100м<sup>2</sup> тваринницької ферми повинний бути вогнегасник ОХП-5 чи один вуглекислотний вогнегасник.

На фермі повинний бути пожежний щит, який оснащують двома лопатами, чотирма відрами, двома сокирами, двома баграми, двома вогнегасниками, а поблизу встановлюють пересувну насосну установку. У кожного будинку ферми повинна стояти шухляда з піском, а влітку поблизу місця складування кормів – бочка з водою.

На фермі також повинна бути розташована пожежна водойма» [24].

## РОЗДІЛ 4.

### ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ РОБОТИ ПОДРІБНЮВАЧА СОКОВИТИХ КОРМІВ

Вихідні данні до економічних розрахунків роботи подрібнювача

Таблиця 4.1 - Вихідні данні роботи подрібнювача:

Показники	Розмір- ність	Варіанти розрахунків	
		базовий	проектний
Маса подрібнювача	кг	157	157
Потужність на привод робочих органів	кВт	4,5	4,5
Продуктивність подрібнювача	т/год.	4	5
Кількість обслуговуючого персоналу	люд.	1	1
Тарифний розряд роботи персоналу		IV	IV
Тарифна ставка робітника	грн/год	39,4	39,4
Балансова вартість подрібнювача	грн.	16280	16280
Норма амортизаційних відрахувань		0,15	0,15
Норма відрахувань на поточний ремонт та технічне обслуговування подрібнювача		0,05	0,05
Нормативне річне завантаження на подрібнювач	год.	2555	2044
Річний виробіток подрібнювача	т.	5110	5110

#### *Експлуатаційні витрати*

«Економічний ефект від застосування нової машини, як правило, забезпечується зниженням експлуатаційних витрат на виконання роботи у виробництві сільськогосподарської продукції. При цьому, в результаті

удосконалення машини підлягають розрахунку, в основному, експлуатаційні витрати, які у розмірі на одиницю роботи визначаються:

$$S = Z + \Gamma + T_p + A, \text{ грн.}, \quad (4.1)$$

де  $Z$  – заробітна плата обслуговуючого персоналу, грн.;

$\Gamma$  – вартість паливо-мастильних матеріалів, електроенергії, грн.;

$T_p$  – витрати на поточний ремонт і технічне обслуговування, грн.;

$A$  – амортизаційні відрахування ( на реновацію ), грн» [17].

«Заробітна плата обслуговуючого персоналу можна визначити за формулою:

$$Z = \sum_{i=1}^n \frac{N_i \cdot Z_i \cdot K_3}{W}, (i = 1, 2, \dots, n), \text{ грн.}, \quad (4.2)$$

де  $N_i$  – кількість обслуговуючого персоналу за тарифного розряду;

$Z$  – годинна тарифна ставка  $i$ -го розряду, грн./год;

$K_3$  – коефіцієнт підвищення розцінок за виконання плану і нарахувань на зарплату (в середньому для кінно-ручних робіт  $K_3 = 26$ , для механізованих -  $K_3 = 1,4$  );

$W$  – продуктивність подрібнювача за час змінного часу, т/год» [17].

$$Z_{\text{б}} = 1 \cdot 39,4 \cdot 1,4 : 4 = 20,3 \text{ грн. /т}$$

$$Z_{\text{п}} = 1 \cdot 39,4 \cdot 1,4 : 5 = 18,2 \text{ грн. /т}$$

«Вартість електроенергії можна визначити за формулою:

$$\Gamma_e = \frac{N_e \cdot \Pi_e}{W}, \text{ грн.}, \quad (4.3)$$

де  $N_e$  - номінальна потужність електродвигунів, кВт ;

$\Pi_e$  - ціна 1 кВт . год електроенергії , грн/кВт.год» [17].

$$\begin{aligned} \Gamma_{\text{б}} &= 4,5 \cdot 1,78 : 4 = 2,1 \text{ грн. /т} \\ \Gamma_{\text{п}} &= 4,5 \cdot 1,78 : 5 = 1,6 \text{ грн. /т} \end{aligned}$$

«Відрахування на поточний ремонт і технічне обслуговування машини у розрахунку на одиницю роботи:

$$T_p = \frac{1 \cdot B_m \cdot \chi_m}{W \cdot T_m}, \text{ грн.}, \quad (4.4)$$

де  $B_m$  - балансова вартість машини, грн. Визначається множенням їхньої ціни на коефіцієнт 1.1, грн.;

$T_m$  - річне завантаження подрібнювача, год» [17].

$$\begin{aligned} T_{\text{б}} &= 16280 \cdot 0,05 : 4 : 2555 = 1,31 \text{ грн.} \\ T_{\text{п}} &= 16280 \cdot 0,05 : 5 : 2044 = 1,22 \text{ грн.} \end{aligned}$$

«Амортизаційні відрахування по машині:

$$A = \frac{1 \cdot B_m \cdot a_m}{W \cdot T_m}, \text{ грн.}, \quad (4.5)$$

де  $a_m$  - норма амортизаційних відрахувань по подрібнювачу, %.

Варто мати на увазі, що при розрахунку амортизаційних відрахувань необхідно брати суму амортизації на реновацію» [17]:.

$$\begin{aligned} A_{\text{б}} &= 16280 \cdot 0,15 : 4 : 2555 = 2,92 \text{ грн.} \\ A_{\text{п}} &= 16280 \cdot 0,15 : 5 : 2044 = 2,45 \text{ грн.} \end{aligned}$$

*Річна економія експлуатаційних витрат*

«Річна економія експлуатаційних витрат визначається як різниця вказаних витрат, що припадають на одиницю роботи по базовій і новій машинам, помножена на річний обсяг робіт нової машини, тобто:



$$E_p = (S_0 - S_1) \cdot W_1 \cdot T_1 \text{ грн.}, \quad (4.6)$$

де  $S_0, S_1$  - експлуатаційні витрати на одиницю роботи базової і модернізованої машини грн.;

$W_1$  - годинна продуктивність проектованої машини, т/год.;

$T_1$  - річне завантаження в годинах проектованої машини, т [18]:.

$$S_0 = 10,3 + 2,1 + 1,31 + 2,92 = 15,65 \text{ грн.}$$

$$S_1 = 8,2 + 1,6 + 1,22 + 2,45 = 13,03 \text{ грн.}$$

$$E = (15,65 - 13,03) \cdot 2,5 \cdot 2044 = 23400 \text{ грн.}$$

#### *Капітальні вкладення*

«Капіталовкладеннями в проектовану машину в період експлуатації є її балансова вартість. При визначенні економічної ефективності удосконаленої машини важливе значення має різниця в капітальних витратах між базовою й удосконаленою машинами. Якщо капітальні витрати на нову машину менше, ніж на базову, то споживач техніки має економію на капіталовкладеннях. Проте, частіше усього нова машина має вартість вище базової. У цьому випадку в наявності додаткові капіталовкладення, які визначаються наступним чином, грн :

$$\Delta K = K_1 - K_0; \quad (4.7)$$

де  $\Delta K$  - додаткові капіталовкладення в нову машину ;

$K_1$  - капіталовкладення в модернізовану машину ( $K_1 = B_1$ ) грн.;

$K_0$  - капіталовкладення в базову машину ( $K_0 = B_0$ ) грн» [18].

«Якщо нова машина призначена для заміни ручної праці, то додатковими капіталовкладеннями є повна вартість машини.

У визначенні економічної ефективності нової машини важливе значення має розмір капітальних витрат, що припадає на одиницю виробітку.

Цей розмір являє собою питомі капіталовкладення, що визначаються як відношення балансової вартості машини до її річного виробітку» [18].

$$K_{\text{уд.о}} = \frac{K_0}{W_{0,\text{год}}}; \quad K_{\text{уд.1}} = \frac{K_1}{W_{1,\text{год}}}; \quad (4.8)$$

$$K_{\text{б}} = 16280 : 5110 = 1,22 \text{ грн/т.}$$

$$K_{\text{п}} = 16280 : 5110 = 1,22 \text{ грн/т.}$$

#### *Річний економічний ефект по приведеним витратам*

«Річний економічний ефект від застосування проектного варіанта техніки в розрахунку на одну машину визначається як різниця приведених витрат:

$$E_{\text{пр}} = (I_0 - I_1) \cdot W_{\text{год}} = [(S_0 + E_{\text{н}} \cdot K_{\text{уд.о}}) - (S_1 + E_{\text{н}} \cdot K_{\text{уд.1}})] \cdot W_{\text{год}} \text{ грн.}, \quad (4.9)$$

де  $I_0, I_1$  - приведені витрати відповідно по базовій і модернізованій машинах у розрахунку на одиницю роботи, грн.;

$W_{\text{год}}$  - річний виробіток нової машини, т.;

$S_0, S_1$  - експлуатаційні витрати відповідно для базової і модернізованої машин у розрахунку на одиницю роботи, грн.;

$K_{\text{уд.о}}, K_{\text{уд.1}}$  - питомі капітальні витрати відповідно для базової і модернізованої машин у розрахунку на одиницю роботи, грн» [18].

$$E_{\text{пр}} = [(15,65 + 0,15 \cdot 1,22) - (13,03 + 0,15 \cdot 1,22)] \cdot 5110 = 234240 \text{ грн.}$$

#### *Продуктивність праці*

«Продуктивність праці характеризується виходом виробленої продукції або обсягом виконаної роботи в розрахунку на одиницю витрат праці (люд.годин, люд.днів тощо) [19].

У робочому процесі або окремій операції продуктивність праці по машинах, які порівнюються, визначається як відношення годинної продуктивності машини до кількості робітників, що обслуговують дану машину:

$$\Pi_0 = \frac{W_1}{N_0}; \quad \Pi_1 = \frac{W_1}{N_1}; \quad (4.10)$$

де  $\Pi_0, \Pi_1$  - продуктивність праці в базовому і модернізованому варіантах, од. роботи/рік.

$W_0, W_1$  - година продуктивність відповідно базової і модернізованої машин, од. роботи/рік ;

$N_0, N_1$  - кількість обслуговуючого персоналу відповідно базової і модернізованої машин люд» [19].

$$\Pi_6 = 4 : 1 = 4 \quad \text{т./люд.год}$$

$$\Pi_{п} = 5 : 1 = 5 \quad \text{т./люд.год}$$

### *Трудомісткість*

«Трудомісткість продукції або окремої операції характеризується кількістю живої праці, витраченої на виробництво цієї продукції або виконання даної операції.

Трудомісткість виконання будь-якої операції при однаковому рівні інтенсивності праці обслуговуючого персоналу визначається як:

$$T_{p_0} = \frac{N_0}{W_0}; \quad T_{p_1} = \frac{N_1}{W_1}; \quad (4.11)$$

де  $T_{p_0}, T_{p_1}$  - трудомісткість виконання операції відповідно базовою і модернізованою машинами , люд.год/т» [19].

$$T_6 = 1 : 4 = 0,250 \quad \text{люд.год/т.}$$

$$T_{п} = 1 : 5 = 0,200 \quad \text{люд.год/т.}$$

### *Визначення техніко-економічних показників*

«Найважливішими техніко-економічними показниками є: продуктивність машини, матеріалоємність процесу, енергоємність процесу, енергонасиченість тощо. Техніко-економічні показники безпосередньо залежать від технічних параметрів подрібнювача» [19].

#### *Матеріалоємність*

«Матеріалоємність операції - відношення маси коренерізки до виробітку на цій операції:

$$M_j = \frac{G_m}{T_m}; \quad (4.12)$$

де  $M_j$  - матеріалоємність операції в розрахунку на одиницю роботи, кг;

$G_m$  - маса коренерізки, кг.;

$T_m$  - річне завантаження коренерізки, год» [19].

$$M_{б=} \quad 157 \quad : \quad 5110 \quad = \quad 0,3 \quad \text{кг/т.}$$

$$M_{п=} \quad 157 \quad : \quad 5110 \quad = \quad 0,3 \quad \text{кг/т.}$$

#### *Енергоємність процесу*

«Енергоємність процесу визначається як відношення ефективної потужності двигуна до годинної продуктивності машини:

$$F_j = \frac{N_{\text{эф}}}{W_j}; \quad (4.13)$$

де  $N_{\text{эф}}$  - ефективна потужність двигуна, кВт» [19]:

$$E_{\text{сп}}= \quad 4,5 \quad : \quad 4 \quad = \quad 1,13 \quad \text{кВт.год/т.}$$

$$E_{\text{б}}= \quad 4,5 \quad : \quad 5 \quad = \quad 0,9 \quad \text{кВт.год/т.}$$

#### *Енергонасиченість*

«Цей показник визначається як відношення номінальної потужності двигуна до маси машини:

$$F_n = \frac{N_e}{G_m}; \quad (4.14)$$

де  $F_n$  - енергонасиченість машини, кВт./т» [19]:.

$$E_{np} = 4,5 : 0,157 = 28,7 \text{ кВт./т.}$$

$$E_{nb} = 4,5 : 0,157 = 28,7 \text{ кВт./т.}$$

Головні результати розрахунку зводяться в таблицю 4.2.

Таблиця 4.2 – Техніко-економічні показники

Показники	Розм.	Машина		Проект. у % до базового
		базова	проект.	
Продуктивність	т/год.	4	5	125,0
Річний виробіток	т.	5110	5110	100,0
Матеріалоємність	кг/т.	0,031	0,031	100,0
Енергоємність	кВт.г/т.	1,13	0,9	80,0
Енергонасиченість	кВт/т.	28,7	28,7	100,0
Продуктивність праці	т/люд.г	4	5	125,0
Трудомісткість	люд.г/т	0,250	0,200	80,0
Експлуатаційні витрати	грн/т.	15,65	13,03	80,5
Річний економічний ефект за приведеними витратами	грн.		234240	

## ВИСНОВКИ

Зробивши проектування поточної технологічної лінії приготування соковитих кормів, модернізацію подрібнювача та економічне обґрунтування використання удосконаленої машини, ми бачимо, що при використанні даного подрібнювача в технологічній лінії, підвищується продуктивність роботи подрібнювача, знижується енергоємність і металоємність машини.

Соковиті корми мають велику питому вагу в раціонах великої рогатої худоби. При очищенні і подрібненні коренеплоди використовуються для приготування кормових сумішей в раціоні тварин.

Важливо дотримуватися також і технології зберігання коренеплодів (консервування) в зимовий період. Для цього слід використовувати технологію їх закладання в спеціальні бурти.

Щодо удосконалення машини, то на подрібнювачі необхідно передбачати регулювання здрібнених часток відповідно до зоотехнічних вимог: - для великої рогатої худоби 10-15 мм; - для свиней 5-10 мм.

Використання клинопасового приводу подрібнювального апарату дозволяє покращити надійність коренерізки при експлуатації та зменшити витрати при технічному обслуговуванні.

Економічне обґрунтування визначалось для модернізованого подрібнювача соковитих кормів типу КМІ-2,5 на основі використання в технологічній лінії подрібнення коренеплодів на тваринницькій фермі із загальним поголів'ям 200 корів.

Застосування удосконаленого подрібнювача соковитих кормів сприяє зниженню собівартості виробництва молока.

Річний економічний ефект від застосування модернізованого подрібнювача соковитих кормів склав 234240 грн.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні вказівки для виконання кваліфікаційної роботи здобувачів першого (бакалаврського) освітнього рівня по спеціальності «208 Агроінженерія» денної та заочної форм навчання /укл. Поляков А.М., Волох В.О., Логвиненко М.В., Фесенко Г.В., Риндяєв В.І., Чаплигін Є.М. – Слов'янськ: ЛНАУ, 2020. – 28с.
2. Волох В.О., Дзюба А.І. Чаплигін Є.М Навчально-методичні рекомендації для лабораторних- практичних занять, для здобувачів вищої освіти ОР «бакалавр» з дисципліни «Машини та обладнання для тваринництва». Старобільськ, 2019. 73с.
3. Волох В.О., Дзюба А.І. Чаплигін Є.М. Методичні рекомендації для лабораторних робіт здобувачів вищої освіти ОР «бакалавр» з дисципліни «Машини, обладнання та їх використання при переробці сільськогосподарської продукції». Старобільськ, 2019. 65с.
4. Волох В.О., Дзюба А.І. Чаплигін Є.М. Конспект лекцій, для здобувачів вищої освіти ОР «бакалавр» з дисципліни «Машини і обладнання для тваринництва» Старобільськ, 2019. 141с.
5. Технологія кормів та кормових добавок: навчальний посібник / К.М. Сироватко, М.О. Зотько. - Вінниця: ВНАУ, 2020.- 263 с.
6. Ревенко І.І., Роговий В.Д., Кравчук В.І. і ін. Проектування механізованих технологічних процесів тваринницьких підприємств. - К.: Урожай, 1999. - 192 с.
7. Ревенко І.І., Манько В.М., Кравчук В.І. Машиновикористання у тваринництві. - К.: Урожай, 1999. - 208 с.
8. Брагінець М.В., Педченко П.В.. Монтаж, експлуатація і ремонт машин у тваринництві. - К.: Вища шк., 1991. - 359 с.
10. Ревенко І.І. Машини та обладнання для тваринництва / І.І. Ревенко, М.В. Брагінець, В.І. Ревенко. – К.: Кондор. – 2009.- 731 с.
11. Бойко І.Г. Машини та обладнання для тваринництва – Х: ХНТУСГ. Т.1.

– 2006. – 275 с.

12. Бойко І.Г. Машини та обладнання для тваринництва – Х: ХНТУСГ. – Т.2. – 2006. – 279 с.

13. Бойко І.Г., Грідасов В.І., Дзюба А.І. та інш. Практикум по машинам і обладнанню для тваринництва. Харків, ЧП Червяк, 2004. – 269 с.

14. Бойко І.Г., Науменко О.А, Полупанов В.М. та інш. Проектування технологій і технічних засобів для тваринництва" – Х: ХНТУСГ. - 2009. – 429с.

15. ISO 128-34:2005. Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Види на машинобудівних креслениках.

16. Батіг А. І. та ін. Планування та організація діяльності аграрного підприємства. – К.: Аграрна освіта, 2003. – 425 с.

17. Петров В.М. Організація виробництва та планування діяльності на підприємствах АПК: навч. посібник / Харків: Майдан, 2016. 362с.

18. Россоха В.В. Управління господарською діяльністю аграрних підприємств та її збутова політика. *Економіка АПК*. 2016. № 8. С. 71-78.

19. ДСТУ 2500 – 94. Основні норми взаємозамінності. Єдина система допусків та посадок. Терміни та визначення. Позначення та загальні норми.

20. ДСТУ-П OHSAS 18002:2006 Системи управління безпекою та гігієною праці. Основні принципи виконання вимог (OHSAS 18002:2000, IDT).

21. НПАОП 01.0-1.02-18 Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві.

22. НПАОП 01.41-1.01-01 Правила охорони праці під час технічного обслуговування та ремонту машин і обладнання сільськогосподарського виробництва

23. ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень».

24. ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту».