

(повне найменування вищого навчального закладу)

(назва факультету)

(повна назва кафедри)

Кухтин М.Д.
(прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2026

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра обладнання харчових технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ
Т.в.о. завідувача кафедри ОХ
Пилипець О.М.
(підпис) (прізвище, ініціали)
“ ” 2026р.

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування»

(шифр і назва спеціальності)

здобувачі Дзвінці Людмилі Петрівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розроблення заходів з монтажу, експлуатації та ремонту кутера марки KR-200

керівник роботи Пилипець Оксана Михайлівна к.т.н., доц.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 04.05.2026 року № 4/9-215

2. Строк подання студентом проекту : 10 червня 2026 року

3. Вихідні дані до проекту: Технічний паспорт кутера марки KR-200

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Провести аналіз сучасного стану обладнання для тонкого подрібнення м'ясної сировини та визначити актуальність удосконалення процесів монтажу, експлуатації й технічного обслуговування кутера KR-200. Дослідити конструктивні особливості кутера KR-200, його призначення, основні технічні характеристики, принцип роботи та місце в технологічній лінії виробництва ковбасних виробів. Виконати аналіз патентних матеріалів, науково-технічної літератури та нормативної документації щодо конструкцій кутерів і напрямів їх удосконалення. Сформулювати мету, об'єкт, предмет та основні завдання кваліфікаційної роботи. Проаналізувати конструкцію кутера KR-200 та обґрунтувати вибір структурної схеми машини. Розробити структурну схему кутера та виконати її функціональний аналіз. Провести кінематичний розрахунок основних вузлів і приводів кутера, визначити передаточні числа та уточнити режими роботи обладнання. Виконати динамічний розрахунок ножового вала з визначенням навантажень, що виникають під час роботи обладнання. Провести розрахунок пасової передачі приводу ножового вала та перевірити її працездатність. Обґрунтувати конструктивні рішення щодо окремих вузлів і деталей кутера, спрямовані на підвищення надійності та ефективності роботи обладнання. Розробити заходи з монтажу кутера KR-200 на підприємстві, визначити вимоги до місця встановлення та підготовки фундаменту. Розробити схему монтажу обладнання та виконати вибір необхідного такелажного й вантажопідіймального оснащення. Провести аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які можуть виникати під час монтажу, експлуатації та ремонту кутера. Розробити заходи щодо забезпечення безпечного виконання монтажних робіт, дотримання вимог охорони праці та виробничої санітарії. Визначити вимоги безпеки під час експлуатації кутера KR-200 та запропонувати організаційно-технічні заходи щодо запобігання виробничому травматизму. Узагальнити результати проведених досліджень, розрахунків і розробок та сформулювати загальні висновки за результатами виконання кваліфікаційної роботи.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Кутера KR-200. Загальний вигляд. 2 листи Ф-А1. 2. Кінематична схема кутера KR-200 1 лист А1. 3. Складальні креслення вузла завантаження. 1 лист А1. 4. Деталювання. 1 лист А1. 5. Схема збирання-розбирання вузла вала ножового 1 лист А1.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Окіпний І.Б. – зав. каф. МТ		
Нормоконтроль	Кравець О.І. – доцент каф. ОХ		

7. Дата видачі завдання 04.05. 2026р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітки
1.	<i>1. Аналіз стану питання та визначення задач кваліфікаційної роботи</i>	до 01.04.2026р.	
2.	<i>2. Обґрунтування конструкції і розрахунки кутера KR-200</i>	до 15.04.2026р.	
3.	<i>3. Технологічні процеси ремонту кутера</i>	до 25.04.2026р.	
4.	<i>4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.</i>	до 01.05.2026р.	
5.	<i>Загальні висновки.</i>	до 05.05.2026р.	
6.	<i>Перелік посилань</i>	до 10.05.2026р.	
7.			
8.	<i><u>1. Кутер. Загальний вигляд. 2 листи Ф-А1.</u></i>	до 15.05.2026р.	
9.	<i><u>Кінематична схема кутера. 1 лист А1.</u></i>	до 20.05.2026р.	
10.	<i><u>3 Складальні креслення вузла вала ножевого. 1 лист А1.</u></i>	до 20.05.2026р.	
11.	<i><u>Деталювання. 1 лист А1.</u></i>	до 25.05.2026р.	
12.	<i><u>Схема збирання-розбирання 1 лист А1</u></i>	до 01.06.2026р.	

Здобувачка

_____ Дзвінка Л.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ Пилипець О.М.
(підпис) (прізвище та

ініціали)

Анотація

Кваліфікаційна робота на тему: «Розроблення заходів з монтажу, експлуатації та ремонту кутера марки KR-200».

Виконала: Дзвінка Людмила Петрівна.

Метою роботи є розроблення технічних і організаційних заходів, спрямованих на забезпечення надійного монтажу, ефективної експлуатації та якісного ремонту кутера марки KR-200.

У роботі виконано аналіз сучасних конструкцій кутерів, досліджено особливості будови та принцип дії кутера KR-200, проведено аналіз його кінематичної схеми та роботи основних механізмів. Визначено найбільш навантажені вузли та деталі, які підлягають інтенсивному зношуванню під час експлуатації. Виконано інженерні розрахунки привідних механізмів обладнання, обґрунтовано конструктивні рішення щодо зменшення енерговитрат процесу кутерування та підвищення ефективності роботи ножового механізму.

Розроблено заходи щодо монтажу кутера на підприємстві, визначено необхідні вантажопідіймальні засоби та порядок виконання монтажних операцій. Запропоновано технологію технічного обслуговування та ремонту обладнання, розроблено рекомендації щодо організації системи планово-попереджувальних ремонтів, а також визначено вимоги до безпечної експлуатації кутера в умовах м'ясопереробного виробництва.

Ключові слова: кутер, м'ясопереробне обладнання, ножовий вал, привідний механізм, монтаж, експлуатація, ремонт, технічне обслуговування, надійність.

					КРБ 021.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Анотація	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Дзвінка Л.П.						
Перевір.		Пилипець О.М.						
Н. контр.		Кравець О.І.						
Затверд.		Пилипець О.М.				ТНТУ, каф. ОХ, гр. МОЗ-41		

Abstract

The qualification thesis is devoted to the topic: “Development of Measures for the Installation, Operation, and Maintenance of the KR-200 Cutter.” The work was carried out by Dzvinka Liudmyla Petrivna.

The aim of the thesis is to develop technical and organizational measures aimed at ensuring the reliable installation, efficient operation, and high-quality maintenance of the KR-200 cutter.

The study includes an analysis of modern cutter designs, an investigation of the structural features and operating principle of the KR-200 cutter, and an analysis of its kinematic scheme and the functioning of its main mechanisms. The most heavily loaded assemblies and components subject to intensive wear during operation were identified. Engineering calculations of the drive mechanisms were performed, and design solutions were substantiated to reduce the energy consumption of the cutting process and improve the efficiency of the knife mechanism.

Measures for installing the cutter at an industrial enterprise were developed, including the selection of the required lifting equipment and the sequence of installation operations. A technology for technical maintenance and repair of the equipment was proposed, recommendations for organizing a preventive maintenance system were developed, and requirements for the safe operation of the cutter under meat-processing production conditions were determined.

Keywords: cutter, meat-processing equipment, knife shaft, drive mechanism, installation, operation, repair, maintenance, reliability.

					<i>КРБ 021.00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Abstract	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Дзвінка Л.П.</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Пилипець О.М.</i>						
<i>Н. контр.</i>		<i>Кравець О.І.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Пилипець О.М.</i>				<i>ТНТУ, каф. ОХ, зр. МОЗ-41</i>		

Зміст

ВСТУП.....	8
1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЗАДАЧ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ.....	10
1.1. Характеристика та особливості об'єкта проєктування	10
1.2 Аналіз патентних матеріалів та літературних джерел	14
1.3 Постановка завдань кваліфікаційної роботи.....	17
2. ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ І РОЗРАХУНКИ КУТЕРА KR- 200	20
2.1. КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ПРИНЦИП РОБОТИ КУТЕРА.....	20
2.2. Вибір структурної схеми кутера KR-200, та її аналіз.....	22
2.3. Розробка конструкції технологічного обладнання	24
2.3.1. Вибір структурної схеми кутера KR – 200, та її аналіз	24
2.3.2. Кінематичний розрахунок основних вузлів обладнання, уточнення режимів роботи.....	25
2.3.3. Динамічні розрахунки вала ножевого.....	27
2.3.4. Розрахунок пасової передачі привода вала ножевого.....	31
3. ЗАХОДИ З МОНТАЖУ, ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ КУТЕРА KR-200–2	35
3.1. Схема монтажу кутера.....	35
3.1.1. Вибір такелажного оснащення	35
3.1.3. Розробка та розрахунок фундаменту під кутер.	37
3.1.4. Вибір методів вивірки обладнання на фундаменті.....	39
3.2. Розроблення технології ремонту кутера KR–200.....	40
3.2.1. Характерні причини виходу з ладу кутера KR-200. Графік ППР	40
3.2.2. Розробка технічної документації на проведення ремонту кутера марки KR–200.....	43

					КРБ 021.00.00.000 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Дзвінка Л.П.			Зміст			Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.		Пилипець О.М.									
Н. контр.		Кравець О.І.						ТНТУ, каф. ОХ, гр. МОЗ-41			
Затверд.		Пилипець О.М.									

3.2.3. Дефектування та сортування деталей	47
3.2.4. Аналіз технічних умов вала ножевого	50
3.2.5. Розробка техпроцесу виготовлення ножевого вала.....	51
4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	63
4.1. Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів при монтажі, експлуатації та ремонті кутера KR-200	63
4.2. Забезпечення безпеки під час монтажу обладнання	64
4.3. Вимоги охорони праці під час експлуатації кутера.....	65
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	68
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	69
СПЕЦИФІКАЦІЇ.....	73

					КРБ 021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Актуальність теми. М'ясопереробна промисловість є однією з провідних галузей харчової індустрії, яка забезпечує населення широким асортиментом продуктів харчування та відіграє важливу роль у формуванні продовольчої безпеки держави. Сучасний розвиток підприємств галузі характеризується впровадженням високопродуктивного технологічного обладнання, автоматизацією виробничих процесів, підвищенням вимог до якості готової продукції, енергоефективності та безпечності виробництва.

Одним із найважливіших етапів виготовлення варених ковбас, сосисок, сардельок, паштетів та інших м'ясних виробів є процес тонкого подрібнення і перемішування сировини, який безпосередньо впливає на структуру, консистенцію та споживчі властивості готового продукту. Для виконання цих операцій на підприємствах широко застосовують кутери, які належать до найбільш відповідального та енергоємного обладнання м'ясопереробного виробництва.

Серед машин даного призначення значне поширення отримали кутери серії KR, зокрема кутер марки KR-200, який характеризується високою продуктивністю, можливістю механізованого завантаження та вивантаження продукту, а також широким діапазоном регулювання технологічних параметрів. Разом із тим тривала експлуатація обладнання супроводжується інтенсивним зношуванням ножів, елементів приводних механізмів, підшипникових вузлів, гідравлічної системи та інших деталей, що призводить до зниження продуктивності, погіршення якості фаршу, підвищення енерговитрат і збільшення кількості аварійних зупинок.

Особливої актуальності набуває питання забезпечення надійної роботи кутерів в умовах сучасного виробництва, де навіть короточасні простої

					КРБ 021.00.00.000 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Дзвінка Л.П.			Вступ	Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.		Пилипець О.М.							
Н. контр.		Кравець О.І.				ТНТУ, каф. ОХ, гр. МОЗ-41			
Затверд.		Пилипець О.М.							

обладнання можуть спричинити значні економічні втрати через порушення технологічного циклу та недовиконання виробничої програми. Тому важливим завданням є розроблення ефективних заходів щодо монтажу, експлуатації, технічного обслуговування та ремонту кутерного обладнання, спрямованих на підвищення його довговічності та зменшення експлуатаційних витрат.

Аналіз науково-технічної літератури, технічної документації та патентних матеріалів свідчить про значну увагу дослідників до вдосконалення конструкцій кутерів, підвищення ефективності процесу подрібнення та зниження енергоємності обладнання. Однак питання організації монтажу, технічного обслуговування і ремонту кутерів великої продуктивності, зокрема моделі KR-200, залишаються недостатньо висвітленими. Існує потреба в комплексному підході до оцінки технічного стану вузлів машини, вибору раціональних методів відновлення деталей та розробленні рекомендацій щодо забезпечення безпечної і надійної експлуатації обладнання.

У зв'язку з цим тема кваліфікаційної роботи, присвячена розробленню заходів з монтажу, експлуатації та ремонту кутера марки KR-200, є актуальною як з науково-технічної, так і з практичної точки зору.

Об'єктом розробки є кутер марки KR-200, призначений для тонкого подрібнення, перемішування та приготування фаршу в технологічних лініях виробництва ковбасних виробів і м'ясних напівфабрикатів. Кутер є одним із ключових агрегатів м'ясопереробного підприємства, від технічного стану та ефективності роботи якого значною мірою залежить якість готової продукції та продуктивність виробництва.

Предметом розробки є комплекс інженерно-технічних рішень, розрахунків і організаційно-технологічних заходів, спрямованих на вдосконалення процесів монтажу, експлуатації, технічного обслуговування та ремонту кутера KR-200, а також підвищення його надійності, довговічності та ефективності функціонування в умовах м'ясопереробного підприємства.

					КРБ 021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Аналіз стану питання та визначення задач кваліфікаційної роботи

1.1. Характеристика та особливості об'єкта проектування

1.1. Характеристика та особливості об'єкта проектування

Об'єктом проектування в даній кваліфікаційній роботі є кутер марки KR-200, який належить до основного технологічного обладнання підприємств м'ясопереробної промисловості та призначений для тонкого подрібнення, перемішування й емульгування м'ясної сировини під час виробництва ковбасних виробів, паштетів, м'ясних напівфабрикатів та інших харчових продуктів. Кутери даного типу широко використовуються на м'ясокомбінатах і підприємствах середньої та великої виробничої потужності завдяки високій продуктивності, надійності та здатності забезпечувати стабільну якість готового фаршу [1].

У сучасних умовах розвитку харчової промисловості особливі вимоги висуваються до якості м'ясної продукції. Для отримання варених ковбас, сосисок, сардельок та інших виробів необхідно забезпечити утворення однорідної м'ясної емульсії з високими показниками вологоутримувальної здатності, пластичності та структурної міцності. Вирішення цього завдання значною мірою залежить від роботи кутерного обладнання, яке здійснює остаточне подрібнення сировини після вовчка та формує необхідну структуру фаршу [2].

Кутер KR-200 є машиною періодичної дії. Цифра «200» у маркуванні машини вказує на номінальну місткість чаші, яка становить близько 200 літрів. Таке обладнання забезпечує переробку значних обсягів сировини за один

					КРБ 021.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Дзвінка Л.П.			1. Аналіз стану питання та визначення задач кваліфікаційної роботи	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Пилипець О.М.						
Н. контр.		Кравець О.І.						
Затверд.		Пилипець О.М.				ТНТУ, каф. ОХ, гр. МОЗ-41		

технологічний цикл, що дозволяє ефективно використовувати його як на великих підприємствах, так і в умовах спеціалізованих виробництв.

Технологічне призначення кутера полягає у виконанні декількох виробничих операцій одночасно:

- тонке подрібнення м'ясної сировини;
- змішування різних компонентів рецептури;
- рівномірний розподіл жирової тканини;
- внесення льоду, води, спецій та функціональних добавок;
- утворення м'ясної емульсії;
- забезпечення необхідної консистенції фаршу.

Завдяки поєднанню цих операцій в одному агрегаті значно скорочується тривалість виробничого циклу та підвищується ефективність технологічного процесу.

Конструкція кутера KR-200 включає ряд основних вузлів та механізмів, кожен з яких виконує певні функції у процесі обробки продукту. До складу машини входять:

- станина;
- робоча чаша;
- ножова головка;
- вал ножового механізму;
- привід ножів;
- привід чаші;
- захисна кришка;
- механізм розвантаження;
- електрообладнання;
- система керування та автоматики.

Станина є несучою конструкцією машини і призначена для встановлення всіх складальних одиниць обладнання. Вона повинна мати достатню жорсткість і міцність для сприйняття статичних та динамічних навантажень, які виникають під час роботи кутера.

					КРБ 021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Робоча чаша являє собою металеву ємність напівсферичної форми, в якій безпосередньо здійснюється технологічний процес подрібнення та змішування сировини. Чаша виготовляється переважно з корозійностійкої харчової нержавіючої сталі, що забезпечує відповідність санітарно-гігієнічним вимогам та тривалий термін експлуатації.

Одним із найважливіших вузлів машини є ножова головка. Вона складається з комплекту серпоподібних ножів, закріплених на валу. Залежно від конструкції кутера кількість ножів може змінюватися від трьох до шести. Саме ножовий механізм забезпечує інтенсивне руйнування структури м'ясної сировини та отримання дрібнодисперсного фаршу.

Привід ножового валу зазвичай обладнується потужним електродвигуном, який забезпечує високу частоту обертання ножів. Швидкість обертання може досягати декількох тисяч обертів за хвилину, що дозволяє отримувати необхідний ступінь подрібнення продукту.

Привід чаші забезпечує її безперервне обертання відносно ножової головки. Завдяки цьому сировина рівномірно надходить у зону різання та багаторазово проходить через робочий простір ножового механізму.

Для забезпечення безпечної роботи персоналу кутер оснащується захисною кришкою з блокувальними пристроями. Система блокування виключає можливість запуску обладнання при відкритій кришці або порушенні її положення.

Принцип роботи кутера KR-200 полягає у взаємодії двох рухомих систем — ножового механізму та обертової чаші. Попередньо подрібнену м'ясну сировину завантажують у чашу. Після ввімкнення приводу чаша починає обертатися, подаючи продукт до ножів. Високошвидкісна ножова головка здійснює багаторазове різання частинок м'яса, внаслідок чого відбувається поступове зменшення їх розмірів і формування однорідної структури фаршу.

Під час кутерування до продукту можуть додаватися вода, лід, кухонна сіль, спеції, фосфати, білкові препарати та інші компоненти рецептури. Особливо важливим є використання льоду, який компенсує підвищення

					КРБ 021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

температури фаршу внаслідок механічної роботи ножів. Підтримання оптимальної температури продукту дозволяє зберігати функціональні властивості білків і забезпечує високу якість готової продукції [3].

Технологічний процес у кутері супроводжується значними механічними навантаженнями. Високі швидкості обертання ножів викликають появу відцентрових сил, вібрацій та змінних навантажень на елементи приводу. Найбільш навантаженими деталями машини є:

- ножі;
- вал ножової головки;
- підшипникові вузли;
- шків;
- приводні ремені;
- зубчасті передачі;
- муфти;
- кріпильні елементи.

В процесі експлуатації найбільш інтенсивно зношуються ріжучі кромки ножів, підшипники ножового валу, ремінні передачі та ущільнення. Інтенсивність зношування залежить від режимів роботи обладнання, якості сировини, своєчасності технічного обслуговування та кваліфікації обслуговуючого персоналу.

До найбільш характерних несправностей кутера KR-200 належать:

- затуплення або руйнування ножів;
- підвищене биття ножового валу;
- зношування підшипників;
- порушення співвісності валів;
- ослаблення різьбових з'єднань;
- руйнування приводних ременів;
- перегрів електродвигуна;
- вихід з ладу електричних апаратів керування;
- підвищені шум і вібрація;

					КРБ 021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- зношування ущільнювальних елементів.

Для забезпечення безвідмовної роботи обладнання необхідно проводити планово-попереджувальне технічне обслуговування. До складу робіт входять очищення обладнання після завершення виробничого циклу, перевірка стану ножів, контроль рівня мастила, підтягування кріплень, перевірка натягу ременів, контроль роботи підшипникових вузлів та електрообладнання.

Особливо важливим є правильне виконання монтажу кутера. Монтажні роботи повинні забезпечувати надійне закріплення машини на фундаменті, точне встановлення приводів та відсутність перекосів конструкції. Порушення вимог монтажу може призвести до підвищених вібрацій, прискореного зношування деталей та аварійних відмов обладнання.

Таким чином, кутер KR-200 є складною високопродуктивною технологічною машиною, від технічного стану якої безпосередньо залежить якість готової продукції та ефективність роботи підприємства. Саме тому питання розроблення заходів з монтажу, експлуатації та ремонту даного обладнання є актуальним завданням, спрямованим на підвищення його надійності, довговічності та економічної ефективності використання.

1.2 Аналіз патентних матеріалів та літературних джерел

Ефективність сучасного м'ясопереробного виробництва значною мірою визначається рівнем технічного оснащення підприємств та якістю функціонування основного технологічного обладнання. Одним із ключових видів машин у виробництві ковбасних виробів, паштетів, м'ясних напівфабрикатів та емульгованих продуктів є кутери, які забезпечують подрібнення, змішування та емульгування сировини до необхідного ступеня дисперсності. Саме тому питання підвищення надійності, довговічності та ефективності експлуатації кутерів залишається актуальним як для науковців, так і для виробників [6].

					КРБ 021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналіз науково-технічної літератури свідчить, що значна кількість досліджень присвячена удосконаленню конструкцій ріжучих механізмів кутерів, оптимізації кінематичних параметрів їх роботи та зниженню енерговитрат процесу подрібнення. Особлива увага приділяється впливу швидкості обертання ножового вала, геометрії ножів, форми чаші та режимів подачі сировини на якість готового продукту [7, 8].

Дослідження показують, що якість кутерування безпосередньо залежить від стабільності роботи привідної системи, технічного стану ножового вузла та правильності налаштування технологічних режимів. Порушення геометрії ріжучих елементів, дисбаланс ротора або зношування підшипникових вузлів призводять до збільшення вібрацій, погіршення структури фаршу та зростання енерговитрат [9].

Вагомий внесок у розвиток теорії та практики експлуатації технологічного обладнання харчових виробництв зробили вітчизняні та зарубіжні науковці, зокрема праці яких присвячені питанням надійності машин, організації технічного обслуговування, прогнозування ресурсу деталей та впровадження систем планово-попереджувального ремонту. У цих роботах доведено, що своєчасне технічне обслуговування дозволяє зменшити аварійні простої обладнання на 25–40 % та суттєво продовжити термін його експлуатації [10].

Окремий напрям досліджень пов'язаний із підвищенням експлуатаційної надійності кутерів шляхом удосконалення конструкції ножових головок та матеріалів ріжучих елементів. Для виготовлення ножів дедалі частіше використовують високолеговані інструментальні сталі та спеціальні зносостійкі покриття, які забезпечують підвищену твердість робочих поверхонь і стійкість до корозійного впливу агресивного середовища м'ясної сировини [11].

Значний інтерес становлять сучасні патентні розробки провідних виробників кутерного обладнання. Аналіз патентної документації свідчить про активне вдосконалення конструкцій ножових валів, систем балансування

					КРБ 021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ротора, пристроїв автоматичного завантаження та вивантаження продукту, а також систем контролю температури фаршу під час кутерування [12].

У патентах останніх років особлива увага приділяється створенню енергоефективних приводів із частотним регулюванням швидкості обертання ножів. Такі рішення дозволяють автоматично змінювати режими роботи залежно від властивостей сировини та стадії технологічного процесу, що забезпечує стабільну якість продукції та зменшує питомі витрати електроенергії [13].

Патентний аналіз також показує тенденцію до впровадження систем моніторингу технічного стану обладнання. У сучасних конструкціях застосовуються датчики вібрації, температури підшипників, навантаження на привід та частоти обертання робочих органів. Отримані дані передаються до автоматизованих систем керування, що дозволяє своєчасно виявляти ознаки несправностей та запобігати аварійним відмовам [14].

Окремі патентні рішення спрямовані на підвищення санітарно-гігієнічних показників кутерів. Для цього використовуються вдосконалені ущільнення валів, гладкі поверхні корпусних деталей без важкодоступних зон, а також автоматичні системи миття обладнання типу CIP (Cleaning In Place), що скорочують тривалість санітарної обробки та зменшують витрати води й мийних засобів [15].

Проведений аналіз літературних джерел і патентних матеріалів дозволив встановити, що основними напрямками вдосконалення кутерів є:

- підвищення надійності ножових та підшипникових вузлів;
- зниження енергоємності процесу подрібнення;
- автоматизація контролю технологічних параметрів;
- удосконалення систем технічного обслуговування та ремонту;
- збільшення ресурсу деталей, що працюють в умовах інтенсивного зношування;
- покращення санітарно-гігієнічних характеристик обладнання [7, 12].

					КРБ 021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Незважаючи на значну кількість наукових досліджень і патентних розробок, питання забезпечення надійної роботи кутерів у реальних виробничих умовах залишаються актуальними. Найбільш поширеними причинами відмов обладнання є зношування ножів, підшипникових опор, приводних передач, порушення балансування ротора та недотримання регламентів технічного обслуговування. Тому розроблення ефективних заходів з монтажу, експлуатації та ремонту кутера KR-200 є важливим напрямом підвищення технічної готовності обладнання та забезпечення безперебійної роботи м'ясопереробних підприємств [9, 10].

За результатами проведеного аналізу можна зробити висновок, що подальше вдосконалення систем технічного обслуговування і ремонту кутера KR-200, а також впровадження сучасних методів контролю технічного стану його вузлів є перспективним напрямом підвищення ефективності роботи обладнання та зменшення експлуатаційних витрат.

1.3 Постановка завдань кваліфікаційної роботи

Сучасні підприємства м'ясопереробної промисловості характеризуються високим рівнем механізації та автоматизації технологічних процесів. Одне з провідних місць у технологічних лініях виробництва ковбасних виробів, паштетів, сосисок, сарделенок та інших м'ясних продуктів займають кутери, які забезпечують інтенсивне подрібнення, змішування та емульгування сировини. Від технічного стану цього обладнання значною мірою залежать продуктивність виробництва, якість готової продукції, енергоефективність технологічного процесу та рівень виробничих витрат.

Проведений аналіз конструкції кутера KR-200, особливостей його роботи, а також літературних і патентних джерел показав, що в процесі експлуатації найбільшому навантаженню піддаються ножовий вал, підшипникові вузли, привідна система, механізми завантаження та вивантаження продукту. Внаслідок дії динамічних навантажень, вібрацій, абразивного впливу м'ясної

					КРБ 021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сировини та порушення режимів експлуатації відбувається поступове зношування деталей і вузлів машини, що призводить до зниження продуктивності, погіршення якості фаршу та виникнення аварійних зупинок обладнання.

Однією з основних умов забезпечення надійної роботи кутера є правильна організація його монтажу, дотримання вимог експлуатації, своєчасне проведення технічного обслуговування та виконання ремонтних робіт відповідно до вимог нормативної документації і рекомендацій виробника. Тому розроблення комплексу заходів, спрямованих на підвищення ефективності монтажу, експлуатації та ремонту кутера KR-200, є актуальним інженерним завданням.

Метою кваліфікаційної роботи є розроблення технічних і організаційних заходів, спрямованих на забезпечення надійної, безпечної та економічно ефективної експлуатації кутера KR-200 шляхом удосконалення процесів його монтажу, технічного обслуговування та ремонту.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- виконати аналіз конструкції та принципу роботи кутера KR-200;
- провести аналіз патентних матеріалів і науково-технічної літератури щодо сучасних конструкцій кутерів та напрямів їх удосконалення;
- визначити основні вузли та деталі кутера, які найбільше піддаються зношуванню під час експлуатації;
- розробити технологію приймання, транспортування, зберігання та монтажу кутера KR-200 на виробничому підприємстві;
- розробити рекомендації щодо правильної експлуатації обладнання та організації його технічного обслуговування;
- сформувати систему планово-попереджувального ремонту кутера з визначенням періодичності виконання ремонтних робіт;
- розробити технологічний процес ремонту кутера;
- виконати необхідні інженерні та технологічні розрахунки, пов'язані з ремонтом і відновленням працездатності обладнання;

					КРБ 021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– розробити заходи з охорони праці та безпеки життєдіяльності.

У результаті виконання кваліфікаційної роботи планується розробити комплекс рекомендацій щодо монтажу, технічної експлуатації та ремонту кутера KR-200, реалізація яких дозволить підвищити надійність роботи обладнання, зменшити кількість аварійних простоїв, покращити якість продукції та знизити витрати на його технічне обслуговування і ремонт.

					КРБ 021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Обґрунтування конструкції і розрахунки кутера KR-200

2.1. Конструктивні особливості та принцип роботи кутера

Кутер періодичної дії моделі KR-200 з механізованою системою завантаження представлено на кресленні формату А1. У межах литої рами 17 розміщені всі основні силові агрегати, приводи та передавальні механізми. На опорній плиті 19 змонтована робоча чаша 27, яка герметизується відкидними кришками 9. Додатково конструкцією передбачено шумозахисний кожух 8, що відкривається за допомогою гідравлічного приводу.

Ріжучий вузол виконано у вигляді шести комплектів серпоподібних ножів, встановлених на консольних валах 1. Для подачі сировини в робочу зону використовується перекидний завантажувальний механізм, до якого підвозиться технологічний візок. Його переміщення та перекидання здійснюється гідродвигуном.

Вивантаження готового продукту реалізується через розвантажувальну тарілку 15 та поворотний лоток, який приводиться в дію гідросистемою у момент завершення циклу обробки. Підйом і опускання кришок також здійснюється гідроприводом. Живлення гідросистеми забезпечується двома насосними агрегатами 3 і 4. Елементи керування винесені на щит 7, розташований у зоні обслуговування.

Застосування механізованих операцій завантаження та вивантаження суттєво знижує трудомісткість обслуговування, підвищує продуктивність та покращує санітарні умови виробництва. Підйом розвантажувальної тарілки та лотка сприяє зручності доступу до робочої зони під час технологічного процесу

					КРБ 021.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2. Обґрунтування конструкції і розрахунки кутера KR-200	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Дзвінка Л.П.						
Перевір.		Пилипець О.М.						
Н. контр.		Кравець О.І.				ТНТУ, каф. ОХ, гр. МОЗ-41		
Затверд.		Пилипець О.М.						

Обертання чаші 27 забезпечується електродвигуном 11 через відкриту циліндричну зубчасту передачу 21. Регулювання частоти обертання реалізовано безступінчасто шляхом зміни швидкості двигуна постійного струму.

Ножові вали 1 приводяться в рух двома електродвигунами 2 потужністю по 42 кВт кожний через клинопасову передачу. Частота обертання ріжучих органів також регулюється плавно за рахунок зміни швидкості електродвигунів постійного струму, що дозволяє адаптувати режим роботи до властивостей сировини.

Технологічний процес починається з підготовки сировини: м'ясо або попередньо подрібнений фарш, спеції та інші компоненти завантажуються у технологічний візок, який підвозиться до машини та фіксується на платформі завантажувального пристрою. Після запуску обладнання ножові вали та чаша приводяться в обертальний рух. Одночасно активується перекидний механізм, що забезпечує рівномірне розподілення сировини в об'ємі чаші.

Після завершення етапу завантаження шумозахисна кришка закривається, і починається основна стадія подрібнення та емульгування. Після досягнення заданих параметрів процесу кришка відкривається, а в робочу зону опускається розвантажувальна тарілка разом із лотком. Готовий продукт завдяки адгезії прилипає до поверхні тарілки, переноситься у лоток і зрізається ножовим пристроєм у приймальний візок.

Усі технологічні параметри (тривалість процесу, швидкість обертання ножів і чаші) задаються та контролюються з центрального пульта керування. Система дозволяє працювати як у ручному, так і в автоматичному режимах. У ручному режимі оператор самостійно керує кожною операцією, тоді як в автоматичному — процес виконується за попередньо заданою програмою, а участь персоналу зводиться до завантаження та вивантаження сировини.

Обслуговування кутера здійснюється одним оператором, який пройшов відповідний інструктаж з охорони праці та ознайомлений з експлуатаційною документацією. Поточне технічне обслуговування та ремонт виконуються

					КРБ 021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кваліфікованим персоналом. Електроживлення обладнання здійснюється через автоматичний вимикач, встановлений у щиті цеху.

Перед запуском ножового вала необхідно переконатися у відсутності сторонніх предметів у чаші та перевірити герметичність зливного вузла.

Стабільна та безаварійна робота кутера забезпечується лише за умови дотримання регламенту планово-попереджувального обслуговування та виконання експлуатаційних інструкцій.

Після перших 48 годин роботи необхідно здійснити заміну мастила в редукторах приводів чаші, завантажувального та розвантажувального механізмів. Надалі змащування виконується відповідно до встановленої карти мастил.

Під час експлуатації слід постійно контролювати стан черв'ячних передач і температуру підшипникових вузлів ножового вала. Допустиме значення температури корпусів підшипників не повинно перевищувати 45 °С.

2.2. Вибір структурної схеми кутера KR-200, та її аналіз

Кутер KR-200 призначений для складання фаршу варених ковбас шляхом тонкого подрібнення належить до машин періодичної дії.

Створення машини починається з представлення її структури, яку виконують у вигляді структурної схеми. Нанесення умовних позначень і ліній на структурній схемі починають від електродвигуна і закінчують робочими органами чи виконавчими механізмами.

На схемі два ножеві вали приводяться в рух двома електродвигунами через клинопасові передачі (на рисунку зображено лише один ножевий вал, та як вони ідентичні). Для здійснення процесу перемішування встановлений один електродвигун, що приводить ножеві вали в дію через черв'ячний редуктор і дві клинопасові передачі.

Завантаження сировини проходить за рахунок перекидання візки за допомогою важільного механізму, який приводиться в дію гідродвигуном.

					КРБ 021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вивантаження готового фаршу здійснюється за рахунок обертання вивантажувальної тарілки. Обертання тарілки здійснюється за допомогою гідродвигуна, а піднімання і опускання — за рахунок важільної системи, що приводиться в дію гідроциліндром.

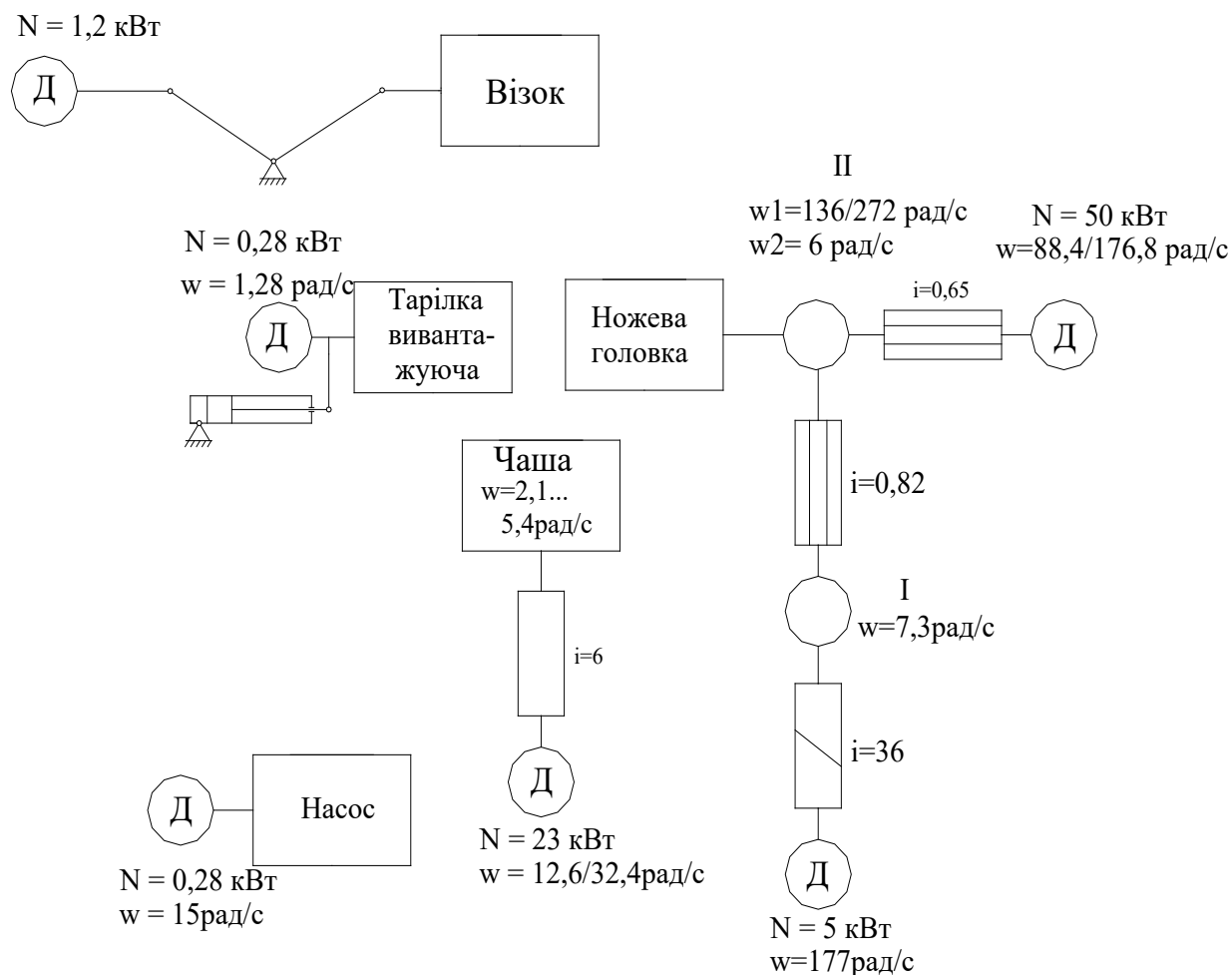


Рисунок 2.1. Структурна схема кутера KR-200.

Чаша машини обертається електродвигуном через циліндричну зубчасту передачу з внутрішнім зачепленням зубів, що забезпечує повільне її обертання.

Для дозування води служить насос-дозатор, який працює від електродвигуна потужністю 0,28 кВт.

2.3. Розробка конструкції технологічного обладнання

2.3.1. Вибір структурної схеми кутера KR – 200, та її аналіз

Кутер KR-200 належить до обладнання періодичної дії та використовується для приготування фаршу варених ковбас шляхом інтенсивного тонкого подрібнення сировини. Конструкція машини орієнтована на забезпечення високого ступеня диспергування м'ясної маси, стабільної якості емульсії та рівномірного змішування компонентів.

Проектування та аналіз такої машини зазвичай починають із формування її загальної структурної побудови, яку подають у вигляді структурної схеми. На ній послідовно відображають взаємозв'язки між основними функціональними елементами приводу та виконавчими механізмами. Побудову схеми прийнято виконувати від джерела енергії — електродвигуна — із подальшим поетапним відображенням передач, проміжних вузлів і завершенням на робочих органах, тобто ріжучій системі та допоміжних механізмах обробки продукту.

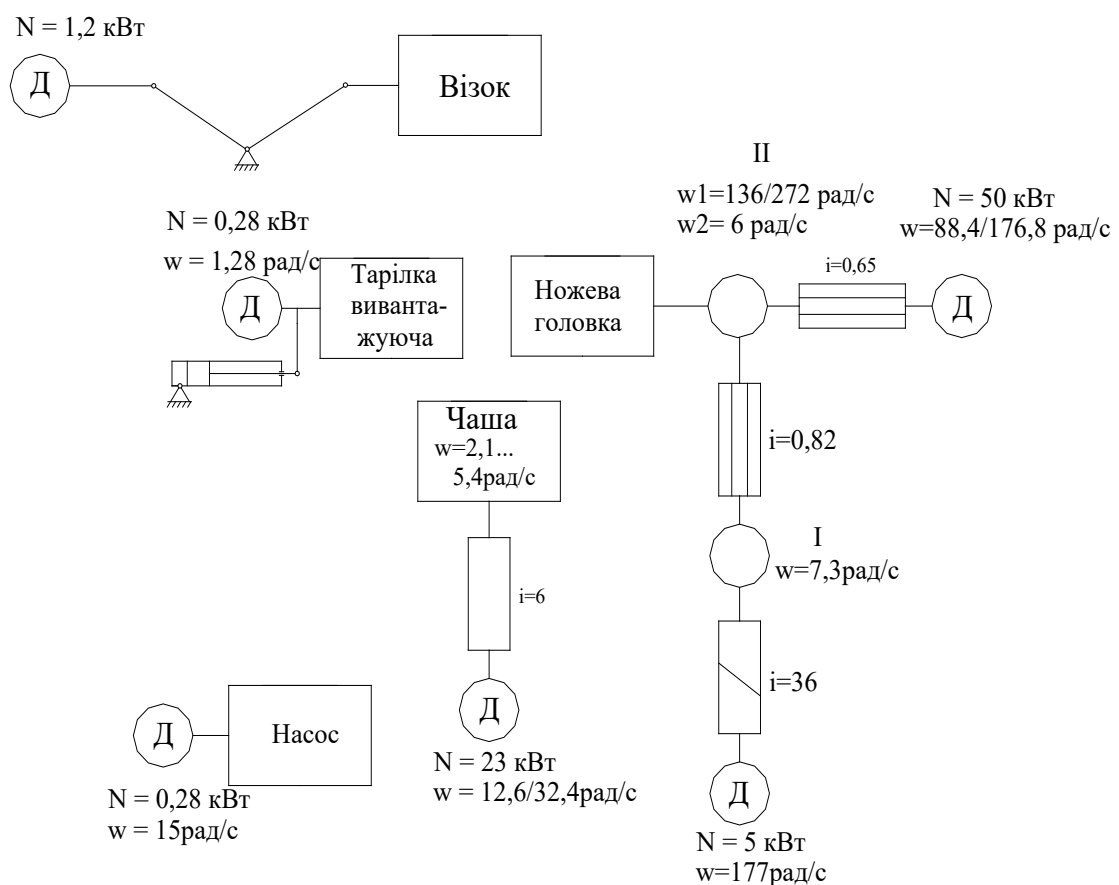


Рисунок 2.1. Структурна схема кутера KR-200.

					КРБ 021.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На представленій схемі привод ножових валів здійснюється від двох окремих електродвигунів через клинопасові передачі. Хоча на графічному матеріалі показано лише один вал, другий має аналогічну конструкцію та кінематичну побудову, що забезпечує їхню ідентичність за функціональними характеристиками.

Процес перемішування та подрібнення реалізується також через окремий електропривід, який через черв'ячний редуктор і систему клинопасових передач забезпечує синхронну роботу ножових валів, формуючи необхідний режим інтенсивної обробки продукту.

Подача сировини в робочу зону здійснюється шляхом перекидання завантажувального візка. Ця операція реалізується за допомогою важільного механізму, який приводиться в дію гідравлічним двигуном, що забезпечує плавність і контрольованість процесу завантаження.

Вивантаження готового продукту організовано через обертання спеціальної розвантажувальної тарілки. Її привід здійснюється гідродвигуном, тоді як вертикальне переміщення (підйом і опускання) реалізується за допомогою важільної системи, що працює від гідроциліндра, забезпечуючи точне позиціонування в зоні розвантаження.

Чаша кутера обертається від окремого електродвигуна через циліндричну зубчасту передачу з внутрішнім зачепленням, що дозволяє отримати понижені оберти та стабільний режим роботи робочої ємності.

Для дозованої подачі води використовується насос-дозатор, який приводиться в дію електродвигуном потужністю 0,28 кВт, що забезпечує точність подачі рідини відповідно до технологічного режиму обробки сировини.

2.3.2. Кінематичний розрахунок основних вузлів обладнання, уточнення режимів роботи

					КРБ 021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ножевий вал приводиться в рух від двигуна із частотою обертання $w_{\partial 1}$, що змінюється в діапазоні від 88,4 до 176,8 $рад/с$. Передаточне відношення клинопасової передачі:

$$i_{n1} = d_1 / d_2 = 175 / 270 = 0,65,$$

де d_1 – діаметр веденого шківів передачі, м;

d_2 – діаметр ведучого шківів передачі, м.

таким чином число обертів ножевого вала змінюється у межах:

$$w_1 = w_{\partial 1} / i_{n1} = (88,4 \dots 176,8) / 0,65 = 136 \dots 272 \text{ рад/с}.$$

Передаточне число зубчастої передачі з внутрішнім зачепленням визначається як відношення числа зубів веденого колеса до числа зубів ведучої шестерні:

$$i = z_2 / z_1.$$

Підставляємо значення:

$$i = 120 / 20 = 6.$$

Отже, передаточне число зубчастої передачі становить:

$$i = 6.$$

Таким чином, кутова швидкість обертання чаші знижується у 6 разів порівняно з кутовою швидкістю вала електродвигуна.

$$i_3 = z_2 / z_1 = 120 / 20 = 6.$$

Число обертів чаші може змінюватись в діапазоні:

$$w_2 = w_{\partial 2} / i_3 = (12,6 \dots 32,4) / 6 = 2,1 \dots 5,4 \text{ рад/с}.$$

Привод ножевого вала приводиться в рух від електродвигуна, який має частоту обертання $w_{\partial 3} = 177 \text{ рад/с}$. Передаточне відношення черв'ячного редуктора становить $i_p = 36$.

					КРБ 021.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Передаточне число пасової передачі буде:

$$i_{n2} = d_3 / d_4 = 175 / 270 = 0,85;$$

Загальне передаточне відношення :

$$i_{заг} = i_p \cdot i_{n2} = 36 \cdot 0,85 = 30,6;$$

Тоді частота обертання ножевого вала:

$$\omega_3 = \omega_{\partial 3} / i_{заг} = 177 / 30,6 = 6 \text{ рад/с.}$$

Отримані значення зводимо у таблицю 2.1.

Таблиця 2.1. – Результати розрахунків

Передаточні числа передач машини.					Кутові швидкості обертання валів <i>рад/с</i>					
i_{n1}	i_3	i_{n2}	i_p	$i_{заг}$	$\omega_{\partial 1}$	$\omega_{\partial 2}$	$\omega_{\partial 3}$	ω_1	ω_2	ω_3
0,65	6	0,85	36	30,6	88,4- 176,8	12,6- 32,4	177	136- 272	2,1- 5,4	6

2.3.3. Динамічні розрахунки вала ножевого

Визначаємо сили та моменти, що виникають у процесі різання.

Під час кутерування формуються нормальна та дотична складові сили різання P_n і P_t . Співвідношення між цими силами залежить від кута ковзання, визначеного в пункті 3.4.

Сили P_n і P_t можна визначити з рівняння, прирівнявши потужності на різання:

					КРБ 021.00.00.000.ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

$$z \cdot (P_n \cdot v_n + P_t \cdot v_t) = \frac{a \cdot S \cdot z \cdot n}{60 \cdot 1000 \cdot \eta};$$

де a – питома витрата енергії Дж/м²;

S – площа перерізу фаршу, який подається під ніж, м²;

z – число ножів;

n – число обертів ножевого вала об/хв;

η, η_1 – к.к.д. приводу; $\eta = 0,9, \eta_1 = 0,85$

Площа сигментузаповненої чаші рівна:

$$S = 2 \cdot \pi \cdot R \cdot h = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,33 \cdot 0,23 = 0,47 \text{ м}^2;$$

де R – радіус місткості чаші, м;

h – висота шару фаршу у чаші, м.

Приймаємо значення $a = 300 \text{ Дж/м}^2$.

Так як $P_n = P \cdot \cos(\delta_0)$;

То знайдемо силу P , яка діє на один ніж кутера:

$$P = \frac{a \cdot S \cdot n}{60 \cdot 1000 \cdot \eta \cdot \eta_1 \cdot (v_n \cdot \cos(\delta_0) + v_t \cdot \sin(\delta_0))} =$$

$$= \frac{300 \cdot 0,47 \cdot 2600}{60 \cdot 1000 \cdot 0,9 \cdot 0,85 \cdot (23,2 \cdot \cos(75) + 86,7 \cdot \sin(75))} = 88,9 \text{ Н};$$

Сила P , яка діє на ніж:

$$P = P_1 + 2P_2 \sin\left(\frac{\beta}{2}\right) + 2P_3 \cos\left(\frac{\beta}{2}\right) + 2P_4 = P_1 + 0,24P_2 + 1,98P_3 + 2P_4$$

де P_1 – сила, що виникає внаслідок розділення матеріалу, Н;

P_2 – сила проникнення ножа у матеріал, Н;

P_3, P_4 – сили тертя на ріжучій поверхні і паралельних площинах ножа, м.

					КРБ 021.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Під час різання м'яса на бічних поверхнях ножа виникають значні адгезійні сили. Як видно з формули, якщо прийняти силу P за 100%, то частка сили P_1 становить 20%, сили P_2 — 5%, сили P_3 — 37%, а сили P_4 — 38%. Сили P_1 , P_2 і P_3 для нових ножів залишаються незмінними:

$$P_4 = 0,38 P = 0,38 \cdot 88,9 = 33,7 \text{ Н.}$$

$$P_1 + P_2 + P_3 = P - P_4 = 88,9 - 33,7 = 55,2 \text{ Н.}$$

У ножа зі зменшеною бічною поверхнею сили тертя та адгезії знижуються пропорційно зменшенню площі його бічної поверхні. Початкова площа становить $S = 4828 \text{ мм}^2$, нова площа — $S_1 = 4828 - 1895 = 2933 \text{ мм}^2$. Отже, площа зменшилась у 1,65 раза, або на 39%. Відповідно сила P_4 також зменшується у 1,65 раза і становить $P_4 = 33,7 / 1,65 = 20,4 \text{ Н}$.

Сила P становитиме:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 55,2 + 20,4 = 75,6 \text{ Н.}$$

					КРБ 021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

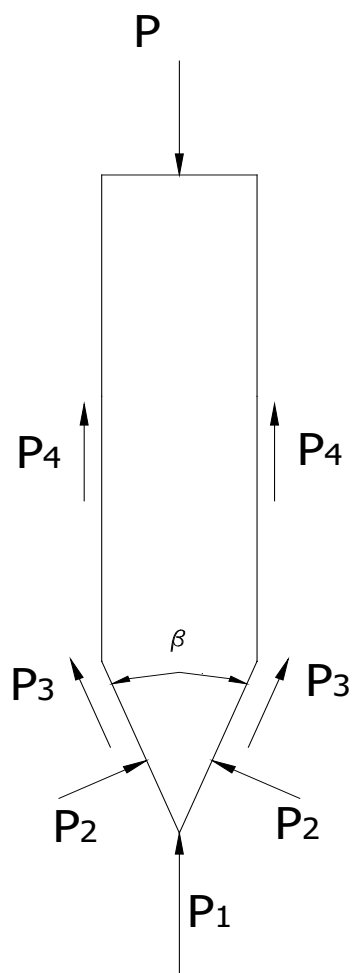


Рисунок 2.2. Схема дії сил при різанні

Необхідну потужність приводу одного ножового вала визначають за формулою:

$$N = z \cdot (P_n \cdot v_n + P_t \cdot v_t) = z \cdot P(v_n \cdot \cos(\delta_0) + v_t \cdot \sin(\delta_0)) =$$

$$= 6 \cdot 75,6 \cdot (23,2 \cdot \cos(75^\circ) + 86,7 \cdot \sin(75^\circ)) = 39987 \text{ Вт} = 40 \text{ кВт}.$$

Потужність двигуна:

$$N_d = N / \eta = 40 / 0,96 = 41,6 \text{ кВт}.$$

					КРБ 021.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підбираємо два електродвигуни потужністю $N_d = 42$ кВт марки 4A225M4/2УЗ.

Таким чином, необхідна потужність приводу ножового вала зменшилась на 10 кВт, а при використанні двох ножових валів — на 20 кВт, що є суттєвим зниженням енергоємності обладнання.

Геометричні параметри чаші залишаються незмінними, тому виконувати додаткові динамічні розрахунки привода чаші не потрібно.

Таблиця 2.2. Результати розрахунків

z	$P,$ H	$T_{\phi},$ $H \cdot m$	$N,$ $кВт$	$a,$ $Дж/м^2$	$n,$ $об/хв$	ω $рад/с$	V $м/с$	V_t $м/с$	V_n $м/с$
6,0	75,6,	122,0	40,0	300,0	2600,0	272,0	89,80	86,70	23,20

2.3.4. Розрахунок пасової передачі привода вала ножового

1. Швидкість паса становить:

$$v = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 270 \cdot 1690}{60 \cdot 1000} = 23,9 \frac{м}{с};$$

2. Орієнтовне значення міжосьової віддалі:

$$l = k \cdot D_1;$$

де k – коефіцієнт $k = 1,35$.

Підставимо:

$$l = 1,35 \cdot 270 = 364 \text{ мм.}$$

					КРБ 021.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

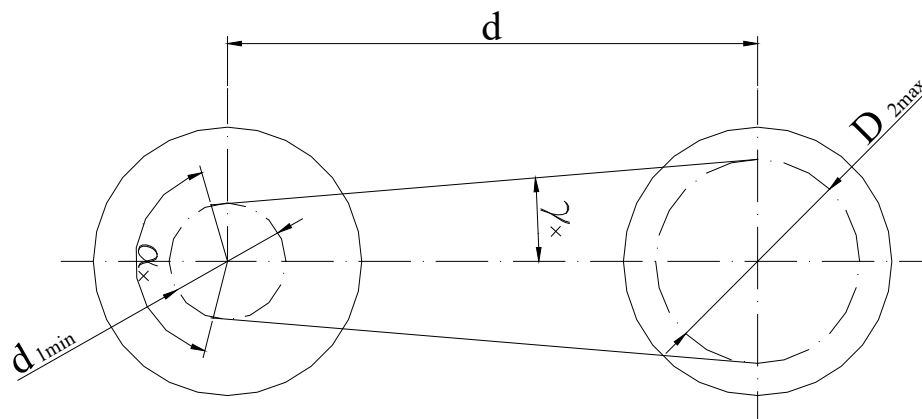


Рисунок 2.4. Схема передачі

Необхідна міжосьова віддаль становить $l = 745$ мм.

3. Кут обхвату для передачі:

$$\alpha = 180^\circ - 60^\circ \cdot \left(\frac{D_1 - D_2}{l} \right) = 180^\circ - 60^\circ \cdot \left(\frac{270 - 175}{745} \right) = 172^\circ$$

4. Потужність, що передається одним пасом:

$$N_0 = \frac{N}{k_1 \cdot k_2 \cdot z}$$

де N – потужність передачі, кВт;

k_1 – коефіцієнт кута обхвату;

k_2 – коефіцієнт характеру навантаження та режиму роботи;

z – число пасів.

$$k_1 = 0,98.$$

$$k_2 = 0,92.$$

					КРБ 021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підставимо

$$N_0 = \frac{N}{k_1 \cdot k_2 \cdot z} = \frac{42}{0,98 \cdot 0,92 \cdot 8} = 5,8 \text{ кВт.}$$

5. Довжина паса передачі:

$$L = 2 \cdot l + \frac{\pi}{2} (D_1 + D_2) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4 \cdot l} = 2 \cdot 745 + \frac{3,14}{2} (270 + 175) + \frac{(270 - 175)^2}{4 \cdot 745} = 1642 \text{ мм}$$

Найближче значення до розрахункової довжини паса становить $L_0 = 1600 \text{ мм}$

6. Уточняємо міжосьову віддаль:

$$A = \frac{1}{8} \cdot [2 \cdot L_0 - \pi \cdot (D_1 + D_2) + \sqrt{[2 \cdot L_0 - \pi \cdot (D_1 + D_2)]^2 - 8 \cdot (D_2 - D_1)^2}] =$$
$$= \frac{1}{8} \cdot [2 \cdot 1600 - 3,14 \cdot (270 + 175) + \sqrt{[2 \cdot 1600 - 3,14 \cdot (270 + 175)]^2 - 8 \cdot (270 - 175)^2}] = 723 \text{ мм.}$$

7. Уточнення кута обхвату:

$$\alpha_1 = 180^\circ - 60^\circ \cdot \frac{D_2 - D_1}{A} = 180^\circ - 60^\circ \cdot \frac{270 - 175}{723} = 172^\circ$$

8. Значення коефіцієнта кута обхвату:

$$C_\alpha = 1 - 0,003 \cdot (180 - \alpha_1) = 1 - 0,003 \cdot (180 - 172) = 0,97$$

9. Коефіцієнт швидкості:

$$C_v = 1,05 - 0,0005 \cdot v^2 = 1,05 - 0,0005 \cdot 23,9^2 = 0,76.$$

10. Коефіцієнт режиму роботи :

$$C_p = 0,9.$$

11. Число перебігів:

$$u = \frac{v}{L} = \frac{23,9}{1,6} = 14,9.$$

					КРБ 021.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. Прийmemo $\sigma_0 = 1,2H / \text{мм}^2$.

13. Прийmemo $\sigma_0 = 1,2H / \text{мм}^2$

$$k_0 = 1,51H / \text{мм}^2.$$

14. Допустиме значення питомого кругового зусилля:

$$[k] = k_0 \cdot C_\alpha \cdot C_v \cdot C_p = 1,51 \cdot 0,97 \cdot 0,76 \cdot 0,9 = 1,002H / \text{мм}^2.$$

15. Значення кругового зусилля отримаємо:

$$P = \frac{N}{v} = \frac{42000}{23,9} = 1757H.$$

16. Площа перерізу паса $F=230 \text{ мм}^2$.

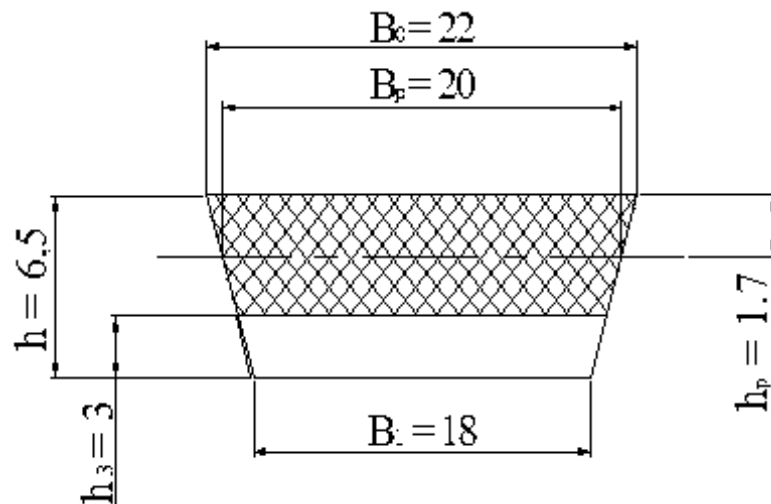


Рисунок 2.5. Поперечний переріз паса передачі

17. Число пасів:

$$z = \frac{P}{[k] \cdot F} = \frac{1757}{1,002 \cdot 230} = 7,6$$

Враховуючи отримане значення прийmemo число пасів 8.

18. Сила, яка на вал:

$$Q = 2 \cdot \sigma_0 \cdot F \cdot z \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) = 2 \cdot 1,2 \cdot 230 \cdot 8 \cdot \sin 60^\circ = 3824H.$$

					КРБ 021.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Заходи з монтажу, експлуатації та технічного обслуговування кутера KR-200–2

3.1. Схема монтажу кутера

3.1.1. Вибір такелажного оснащення

Кутер KR-200 надходить від заводу-виробника в транспортній тарі, що забезпечує захист обладнання від механічних пошкоджень під час перевезення та зберігання. Перед початком монтажних робіт необхідно підготувати виробниче приміщення відповідно до технічних вимог експлуатації обладнання.

Місце встановлення кутера повинно забезпечувати достатній простір як для його нормальної роботи, так і для проведення профілактичного обслуговування та ремонтних операцій. Мінімальна площа, необхідна для розміщення машини та організації робочої зони, становить близько 19 м². Для забезпечення доступу до вузлів обладнання при виконанні регламентних робіт між корпусом машини та стінами приміщення слід передбачити проходи шириною не менше 0,8 м.

Покриття підлоги повинно бути вологостійким, міцним і стійким до впливу мийних та дезінфекційних засобів, що застосовуються на підприємствах м'ясопереробної промисловості. Крім того, у приміщенні мають бути передбачені електричні мережі необхідної потужності, система захисного заземлення, а також мережі водопостачання та водовідведення для забезпечення санітарної обробки обладнання.

Установлення кутера виконують із контролем горизонтальності його положення по верхній крайці чаші. Конструкцією машини не передбачено жорсткого кріплення до фундаменту анкерними болтами, однак основа повинна забезпечувати достатню жорсткість і стійкість під час роботи.

					КРБ 021.00.00.000 ПЗ							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	3. Заходи з монтажу, експлуатації та технічного обслуговування кутера КР-200–2				Літ.	Арк.	Аркушів	
Розроб.		Дзвінка Л.П.										
Перевір.		Пилипець О.М.										
Н. контр.		Кравець О.І.										
Затверд.		Пилипець О.М.							ТНТУ, каф. ОХ, гр. МОЗ-41			

Дозатор води монтується поряд із кутером відповідно до прийнятої схеми електричних та технологічних з'єднань.

Після завершення механічного монтажу корпус машини та допоміжне обладнання підключають до контуру захисного заземлення згідно з чинними вимогами електробезпеки. Електроживлення здійснюється від трифазної мережі напругою 380/220 В із дотриманням вимог Правил улаштування електроустановок (ПУЕ). Підключення обладнання повинно виконуватися кваліфікованим персоналом із проведенням перевірки правильності фазування та справності захисних пристроїв.

Зважаючи на значну масу та габаритні розміри кутера, його транспортування всередині виробничого приміщення доцільно здійснювати механізованим способом. Якщо ковбасний цех розташований на першому поверсі та обладнаний транспортними проїздами достатньої ширини, для переміщення машини можуть використовуватися навантажувачі, оснащені вилковим захватом або стріловим підіймальним пристроєм.

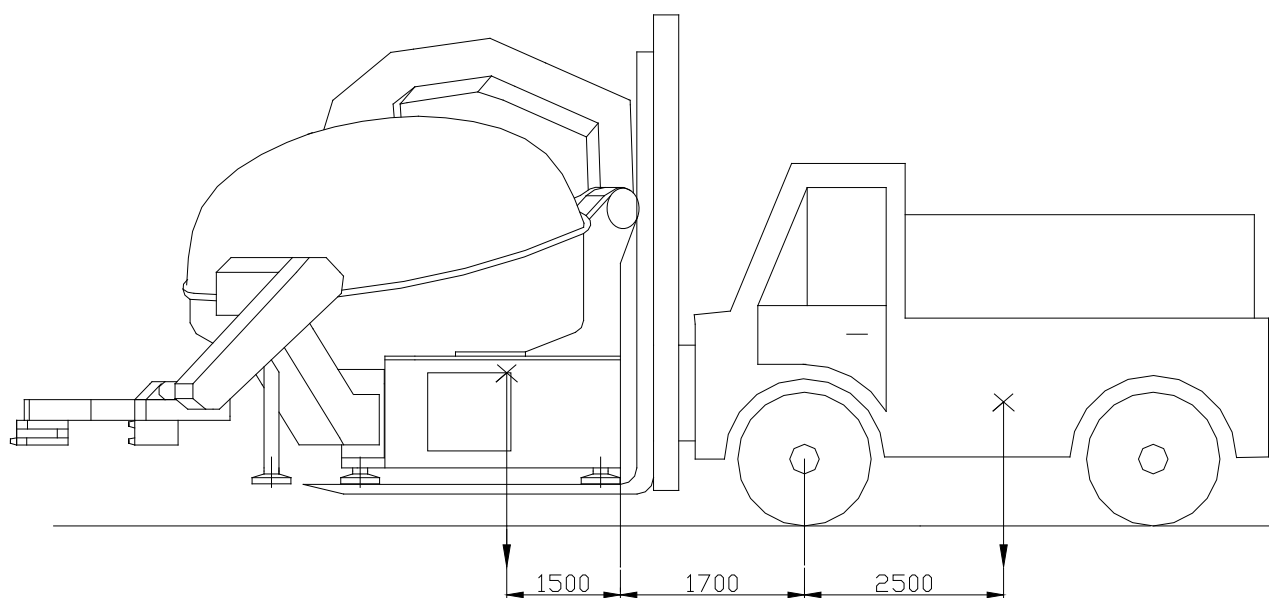


Рисунок 4.1. – Схема монтажу кутера KR–200 за допомогою автонавантажувача 4045Л

					КРБ 021.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибір транспортного засобу здійснюють з урахуванням маси обладнання. Для виконання монтажних операцій доцільно використовувати автотранспортер моделі 4045Л вантажопідйомністю 5000 кг, технічні характеристики якого забезпечують безпечне піднімання, транспортування та точне встановлення кутера в проектне положення.

Оскільки маса кутера є значною, його встановлюють не безпосередньо на підлогу, а на заздалегідь підготовлену основу або спеціальний фундамент, що забезпечує рівномірний розподіл навантаження та виключає виникнення перекосів під час експлуатації. Монтаж обладнання здійснюють із використанням автотранспортера 4045Л, обладнаного вилковим вантажозахоплювальним пристроєм, який дозволяє безпечно переміщувати машину та встановлювати її в робоче положення з необхідною точністю.

3.1.3. Розробка та розрахунок фундаменту під кутер.

Оскільки для кутера не передбачено кріплення фундаментними болтами, то його можна встановлювати безпосередньо на підлогу.

Питоме навантаження на основу:

$$P = \frac{G_m}{\alpha \cdot \sum f} \leq R_n$$

де G_m – вага, кН;

α – коеф.зменшення $\alpha = 0,7 \dots 0,9$;

f – площа, м²;

R_n – нормативний тиск, кПа = 200 кПа для глин. чорнозему.

Площа опори становить:

$$f = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,18^2}{4} = 0,025 \text{ м}^2.$$

Отримаємо:

					КРБ 021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P = \frac{G_m}{\alpha \cdot \sum f} = \frac{46}{0,9 \cdot 4 \cdot 0,025} = 511 > R_n = 200 \text{ кПа.}$$

Отже, несуча основа не забезпечує достатньої міцності для сприйняття маси обладнання, тому під кутер необхідно передбачити влаштування спеціального фундаменту.

Необхідне просторове положення машини забезпечується шляхом безвивірочного монтажу на жорстких бетонних подушках.

Відстані між осями опорних ніжок становлять:

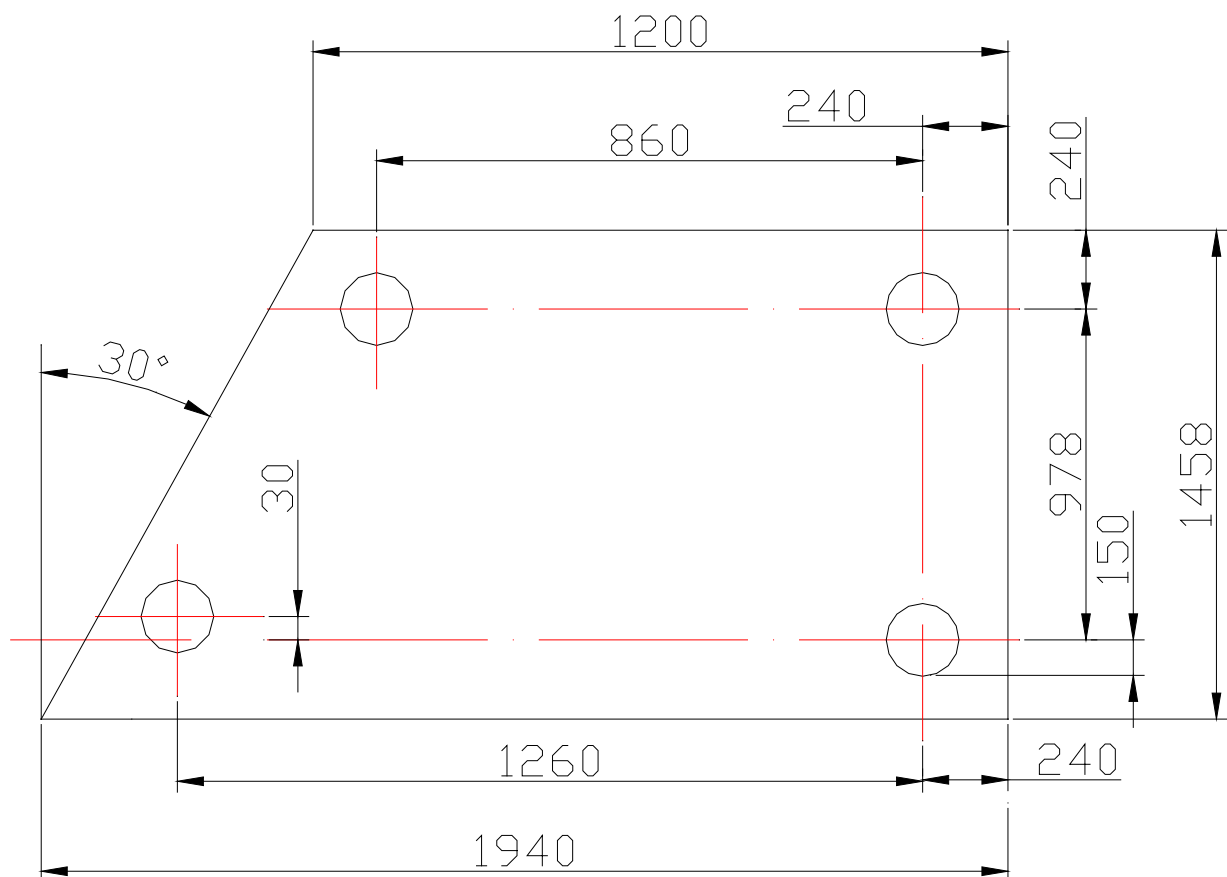
$$K = 30 \text{ мм};$$

$$K_1 = 1260 \text{ мм};$$

$$K_2 = 978 \text{ мм};$$

$$K_3 = 860 \text{ мм};$$

$$K_4 = 450 \text{ мм}.$$



					КРБ 021.00.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Рисунок 3.2. Схема розміщення опорних ніжок

Приймаємо висоту наземного фундаменту $H_1 = 100 \text{ мм}$, глибину $H_2 = 500 \text{ мм}$.

Нормативний тиск на ґрунт $R_n = 200 \text{ кПа}$. Коеф. зменшення $\alpha = 0,5$.
Питома вага бетону $\gamma = 20 \text{ кН/м}^3$.

Припуск $\Delta = 150 \text{ мм}$ на кожену сторону, віддаль від центра ніжки до краю:

$$\Delta_1 = \Delta + \frac{d}{2} = 150 + \frac{180}{2} = 240 \text{ мм}$$

де $d = 180 \text{ мм}$ – діаметр опорної ніжки, м.

Площа підоснови для фундаменту:

$$F = 0,5(1260 + 2 \cdot 240 + 860 + 2 \cdot 240) \cdot (978 + 2 \cdot 240) = 2,24 \text{ м}^2.$$

Загальна висота фундаменту: $H = H_1 + H_2 = 0,1 + 0,5 = 0,6 \text{ м}$

Об'єм:

$$V = F \cdot H = 2,24 \cdot 0,6 = 1,34 \text{ м}^3.$$

Вага:

$$G_\phi = V \cdot \gamma = 1,34 \cdot 20 = 26,88 \text{ кН}.$$

Тиск на ґрунт:

$$P = (G_m + G_\phi) / \alpha \cdot F = (46 + 26,88) / 0,5 \cdot 2,24 = 65,1 \text{ кПа} < R_n = 200 \text{ кПа}$$

Таким чином фактичний тиск перевищує допустимого значення.

Схему розміщення опорних ніжок наведено на рисунку 3.2.

3.1.4. Вибір методів вивірки обладнання на фундаменті

У кутері KR–200–2 масивна чаша, закріплена на вертикальному валу, здійснює обертальний рух, у процесі якого відбувається подрібнення та різання сировини. Для забезпечення довговічної роботи підшипникових вузлів і зниження зношування елементів приводу чаші особливу увагу необхідно

					КРБ 021.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

приділяти точності встановлення та вивірки обладнання під час монтажу на фундамент.

З огляду на те, що кутер встановлюється на опорні ніжки без анкерного кріплення до фундаменту, найбільш раціональним є застосування методу безвивірочного монтажу.

Бетонні опорні елементи формуються безпосередньо на фундаментній основі. Для їх виготовлення використовується бетонна суміш відповідно до вимог ГОСТ 7473-85. Виготовлення опор виконується будівельною організацією за заявкою монтажною служби підприємства.

У конструкції опор передбачається наявність металевих опорних пластин, зазвичай із попередньо механічно обробленою робочою поверхнею. Відстань від краю пластини до межі бетонної подушки повинна становити не менше 30 мм. Монтаж і встановлення пластин із заданою точністю виконується спеціалізованою монтажною організацією.

Процес формування жорстких опор здійснюється шляхом заливання бетонної суміші в підготовлену опалубку на очищену та зволожену поверхню фундаменту. При цьому рівень бетону задається з перевищенням проєктної відмітки на 10–20 мм. Після цього на ще пластичну бетонну основу встановлюється опорна пластина, яка легкими ударами забезпечується зануренням до розрахункового рівня та точного позиціонування.

3.2. Розроблення технології ремонту кутера KR–200

3.2.1. Характерні причини виходу з ладу кутера KR-200. Графік ППР

На основі виконаного в розділі 3 аналізу принципу дії та роботи основних вузлів обладнання встановлено найбільш типові причини його відмов. Узагальнені результати подано у вигляді таблиці 3.1.

					КРБ 021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 Узагальнені характерні відмови обладнання

Найменування неполадок, зовнішні прояви і додаткові ознаки	Імовірна причина	Способи усунення
1	2	3
При вмиканні кнопки керування сигнальна лампа не загоряється	1) Немає напруги в мережі 2) Перегоріла сигнальна лампочка 3) Несправний кінцевий вимикач блокування на осі кришки	Усунути дефект мережі Замінити сигнальну лампочку Перевірити або замінити кінцевий вимикач
Ножевий вал на набирає паспортних обертів	Ослабли паси приводу ножевого вала	Натягнути паси привода ножевого вала
При роботі кутера фарш під дією ножів витікає між чашею і кришкою в зоні ножів	Збільшений зозор між кришкою і чашею	Відрегулювати зазор між кришкою і чашею
Після переточки і встановлення ножів відчувається вібрація	Незбалансовані ножі	Провести балансування ножів згідно інструкції
Дозатор води не видає дозу	Несправний насос Несправне електрообладнання Мягка вода	Перевірити кріплення крильчатки на валу Перевірити роботу електрообладнання Ретельно обезжирити датчики
Погана якість фаршу	Затуплення ножів	Заточити кутерні ножі на заточному верстаті.

Система планово-попереджувального ремонту кутера KR-200

Кутер KR-200 був введений в експлуатацію 1 грудня 1998 р. Система планово-попереджувального ремонту (ППР) для кутера включає такі види робіт.

Міжремонтне обслуговування виконується щоденно з профілактичною метою та передбачає контроль за дотриманням правил технічної експлуатації і своєчасне усунення дрібних несправностей. Після перших 48 год роботи кутера необхідно замінити масло в редукторах приводу чаші та вивантажувального механізму.

Технічне обслуговування (ТО) виконується згідно з графіком ППР і має профілактичний характер, як правило поєднується з миттям кутера.

Поточний (малий) ремонт є мінімальним за обсягом видом ремонту, що забезпечує працездатність кутера до наступного планового ремонту. Передбачає заміну швидкозношуваних деталей і регулювання вузлів.

Середній ремонт полягає у відновленні працездатності шляхом заміни зношених деталей та перевірки стану всіх вузлів із усуненням несправностей.

Капітальний ремонт передбачає повне розбирання, дефектування та відновлення всіх зношених вузлів і деталей.

Розрахункова частина.

Очікувана робота в плановому році – одна зміна.

Тривалість ремонтного циклу:

$$T_{\text{ц}} = 12 \text{ міс} = 4200 \text{ год}$$

Напрацювання після останнього ремонту:

$$t_{\text{н}} = 350 \text{ год}$$

Структура ремонтного циклу:

К - ТО - М1 - ТО - М2 - ТО - С - ТО - М3 - ТО - М4 - ТО - К

Напрацювання до наступного ремонту:

$$t = 700 - 350 = 350 \text{ год}$$

Трудовісткість:

$$T_{\text{к}} = 36 \text{ люд-год}$$

					КРБ 021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$T_{то} = 1$ люд-год

Загальна трудомісткість:

$T_{заг} = T_k + T_{то}$

Розподіл трудомісткості:

Слюсарні роботи:

$T_c = 91 \cdot 0.72 = 65.5$ люд-год

Верстатні роботи:

$T_v = 91 \cdot 0.20 = 18.2$ люд-год

Інші роботи:

$T_i = 91 \cdot 0.08 = 7.3$ люд-год

3.2.2. Розробка технічної документації на проведення ремонту кутера марки KR–200

Таблиця 3.3. Технологічна карта складання вузла вала ножевого кутера

№ п/п	Операції і переходи	Інструмент пристосування. матеріал	Технічні вимоги на складання	Професія і розряд робочого	Норма часу	Примітка
1	На ножевий вал 1 встанов. підшипник 5 312	Молоток. оправка. гаряче мастило	Підшипник нагріти в маслі до 80 ⁰ -90 ⁰	Слюсар II розряд	3.6	
2	Контроль посадки		Вручну перевірити легкість обертання підшипника	Те ж	1	
3	Пригнати шпонку 40 до вала 1	Напильник лещата щуп			3.5	
4	Встанов. групу вала 1 в корпус 10	Молоток оправка	Посадку проводити без перекосу		2	
5	Встанов. втулку на вал 1	Молоток оправка			1	

					КРБ 021.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6	Встанов. в кришку 11 кільце 7				1	
7	Встанов. кришку 11 прокладку 17				0.5	
8	Встанов. кришку 11 з прокладкою і кільцем на корпус	Молоток			0.5	
9	Встанов. і загвинтити гвинти 28 в корпус 10	Викрутка			3	
10	Встанов. кільце 8 на втулку 4				0.5	
11	Встанов. втулку 4 з кільцем 8 на вал 1	Молоток оправка	Посадку проводии без перекоосу		1	
12	Встанов. втулку 3 на вал 1	Молоток оправка			1	
13	Встанов. сальник 33 на кришку 12				0.5	
14	Встанов. і загвинтити гвинти 31 в кришку 11	Викрутка			2.5	
15	Встанов. штифти 43 у втулку 5	Молоток	Штифти забивати не до кінця		3	
16	Встанов. втулку 5 на вал 1 і забити штифти	Молоток оправка	Штифти не повинні виступати за межі втулки		3	
17	Встанов. кришку 13 на вал 1				0.5	

					КРБ 021.00.00.000.ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

18	Встанов. і загвинтити гвинти 29 кришки 13 в втулку 3	Викрутка			2.5	
19	Встанов. ножі 15 на шайбу 22				1	
20	Встанов. шайбу 23 на шайбу 22	Молоток			0.5	Операції 19-22
21	Встанов. загвинтити гвинт 38 в шайбу 23	Викрутка			2	Повторити тричі
22	Встанов. гвинт 39 і загвинтити в шайбу 23	Викрутка			2	зібравши три
23	Встанов. шпонку на вал 1	Напильник щуп			3.5	аналогічні ноже-
24	Загвинтити гвинти 32 в вал 1	Викрутка			1.5	ві головки
25	Встанов. 3 ножеві головки на вал 1	Молоток			1.5	
26	Встанов. шайбу 24 на вал 1				0.5	
27	Встанов. прокладку 18 на вал 1				0.5	
28	Закрутити гайку 27 на вал 1	Ключ ріжковий	Закрутити до відказу		1	
29	Посадити втулку 6 на вал 1	Молоток оправка			2	
30	Посадити підшипник 32210 на вал і в корпус 10	Молоток оправка. гаряче мастило	Підшипник нагріти в маслі до 80 ⁰ -90 ⁰		3.6	

					КРБ 021.00.00.000.ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

31	Контроль посадки	Вручну перевірити легкість обертання вала			2	
32	Встанов. прокладку 19 на кришку 14				0.5	
33	Встанов. кільце 9 у кришку 14				1	
34	Встанов. кришку 14 на корпус 10	Молоток			1	
35	Загвинтити гвинти 30 кришки 14 в корпус 10	Викрутка			3.5	
36	Пригнати шпонку 42 до вала 1	Напильник. щуп			3.5	
37.	Встанов. фланець 20 на шків 21				0.5	
38.	Встанов. шайбу 37 на болт 26				1.5	
39.	Закрутити болти 26 з шайбами 37 в шків 21	Ключ трубчастий			2.5	
40.	Посадити шків 21 на вал 1	Молоток			1.5	
41.	Встанов. шайбу 36 на болт 25				0.2	
42.	Закрутити болт 25 з шайбою 36 у вал	Ключ ріжковий			1.5	

					КРБ 021.00.00.000.ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

3.2.3. Дефектування та сортування деталей

Відомість дефектів

на середній ремонт кутера KR-200.
(середній, капітальний) (обладнання)

інв №8463881 встановленого в ковбасному цеху

№ п\п	Деталі які мають дефект	Дефект	Способи усунення	Необхідна кільк. запасних деталей і матеріалів		Тру до-міс-ткі-сть	Оцінка стану обладнання при здачі в ремонт
				Наймен-ування	Кількість		
1	Корпус 10	Зрізана різьба в кріпильн. отв.	Нарізати різьбу ручними мітчиками з поперед. розсверлюванням				
2	Вал 1	Зрізані кріпильні різьби Зімяті шпоночні пази Поломка вала	Нарізати різьбу на верстаті 16K20 Фрезерувати більші шпоночні пази Зварити вал Виточити новий вал				
3	Підшипник 312	Зношеність тіл кочення, поломка сепаратора	Зам.новим	312	1		
4	Підшипник 32210	Те ж	Зам.	32210	1		

					КРБ 021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5	Шпон- ки 8742 108 115 108 160	Зріз або зминання шпонок	Зам.новим и	Шпон- ки 8742 108 115 108 160	1 1 1		
6	Втулки 2 і 6	Зношені посадочні пов.	Зам.новим и	Втулки 2 6	1 1		
7	Втулка 3	Зрізана візьба в кріпильн. отв.. Зношені посадочні пов.	Нарізати різьбу мітчиком Зам.новою	Втулка	1		
8	Втулка 5	Зношені посадочні пов.	Зам.новою	Втулка	1		
9	Шайби 22 і 23	Зріз різьби в кріпильни х отв.	Нарізати різьбу мітчиком Зам.новим	Шайби 22 23	3 3		
10	Ніж 15	затуплення Дизбаланс Поломка	Загострити на заточн. верстаті з водяним охолоджен ням Збалансув. зняттям шару металу з задньої пов. Зам.	Ніж	6		
11	Кільце ущіль- нююче	Пропус- кання мастила через знос	Зам.	Кільце СП80- 50-5	1		

					КРБ 021.00.00.000.ПЗ			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

12	Манжета	Те ж	Зам.	манжета 2130 52,1	1		
13	Кріпильні деталі болти, гвинти	Зріз різьби Поломка	Нарізати плашкою з поперед. проточуванням Зам.	Болти М8 24.58.019 М16 35.58.019 Гвинти М622.58 М418.58 М618.58 М415.58 Гвинти установочні М66.58 М614.58	4 1 6 3 3 2 3 3		
14	Гайки	Зріз різьби Замин різьби	Нарізати мітчиком з поперед. розсверл. Те ж Зам.	Гайка М36.5	1		
15	Паси клинов.	Знос. Розрив або підрив	Зам.	Паси 1-Г25- -1100Ш 1-В25- -1100Ш	3 8		

					КРБ 021.00.00.000.ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

3.2.4. Аналіз технічних умов вала ножевого

Деталь вал належить до групи тіл обертання типу валів, для яких характерним є значне переважання довжини над діаметром, а також відносно малі розміри торцевих поверхонь. Такі деталі широко використовуються для передавання крутного моменту та забезпечення взаємного розташування елементів приводу.

Аналіз технічних вимог, наведених на робочому кресленні, показує, що посадочні шийки Ø60k6 та Ø50k6 із заданою шорсткістю поверхні $Ra = 0,63$ мкм потребують завершальної високоточної обробки методом шліфування, що дозволяє забезпечити необхідні показники точності та якості поверхневого шару. Для поверхонь Ø54n7 і Ø58k7, до яких висуваються вимоги щодо шорсткості $Ra = 2,5$ мкм та $Ra = 1,25$ мкм, досягнення встановлених параметрів можливе лише за умови послідовного виконання чорнової, напівчистої та чистої обробки. При цьому припуск необхідно раціонально розподілити між переходами, залишаючи мінімальну його величину на завершальній стадії. Виконання таких вимог передбачає використання високоточного металорізального обладнання та якісного різального інструменту.

Матеріалом для виготовлення вала обрано конструкційну вуглецеву сталь 40 відповідно до вимог ГОСТ 1050–89. Дана марка сталі характеризується оптимальним поєднанням міцності, твердості, зносостійкості та технологічності, що забезпечує надійну роботу деталі в умовах дії змінних навантажень і крутних моментів. Завдяки добрим механічним властивостям та можливості термічної обробки сталь 40 широко застосовується для виготовлення валів, осей, шпинделів та інших відповідальних деталей машин.

					КРБ 021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.5. Хімічний склад сталі 40 згідно з ГОСТ1050–89, %.

C	Si.	Mn.	Ni.	Cr	S	P	
0.38-0.42	0.17-0.31	0.5-0.8	0.3	0.3	0.04	0.04	

Таблиця 3.6. Механічні властивості сталі 40 в її стані поставки

σ_s , МПа	σ_m , МПа	δ , %	ψ , %	a_n , кГ/см ²	НВ
550,0	280,0	22,0	30,0	6,0	200,0

3.2.5. Розробка техпроцесу виготовлення ножевого вала

Аналіз технічних умов для деталі зведемо в таблицю 3.5.

Таблиця 3.7. Аналіз техумов вала

Позначення поверхні	Технічна умова або вимога	Метод виконання	Метод контролю
Г	Забезпечити точність по 7 квал. і шорсткість $R_a=2,5\text{мкм}$	Точіння чистове	Точність-штанг., мікрометром. Шорсткість-методом порівняння за зразк.
Д,И	Забезпечити точність по 7 квал. і $R_a=1,25\text{мкм}$	Точіння тонке	-
Е,З	Забезпечити точність по 6 квал. і $R_a=0,63\text{мкм}$	Шліфування чистове	-
Ж	Точність по 8 квал. і шорсткість R_z20	Точіння напівчистове	-
Є	Точність не регламентована. Шорсткість R_z40	Точіння чорнове	-
Л,М,Н	Точність по 9 квал.. Шорсткість R_z20	Фрезерування одноразове	-
В	Забезпечити точність різі по 8 квал.	Нарізання різцем напівч.	Методом трьох дотичних
К,П	Забезпечити точність по 7 квал.	Розвертування, нарізання різі мітчиком	-
А,Б	Забезпечити шорсткість R_z40	Підрізання чорнове	-

					КРБ 021.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

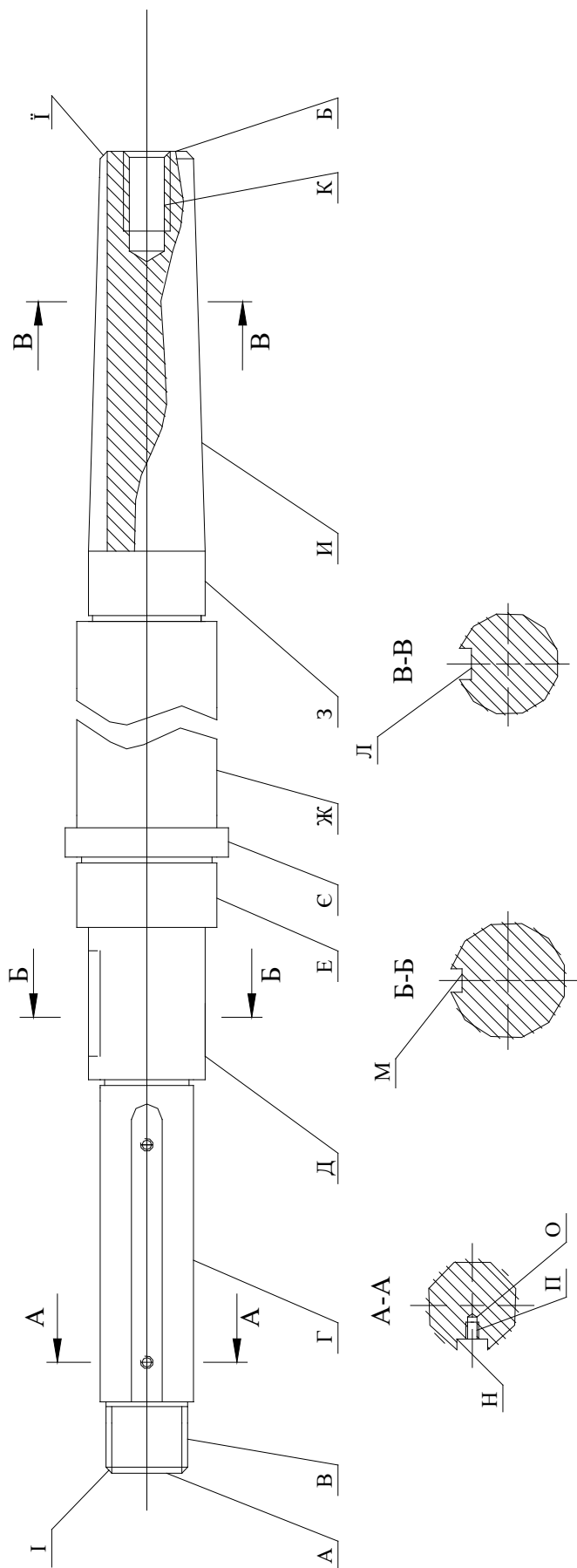


Рисунок 3.2. – Схема вала ножевого з позначенням оброблюваних поверхонь.

					КРБ 021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибір способу отримання заготовки для машинобудівних деталей здійснюється з урахуванням їх функціонального призначення, конструктивних особливостей, марки матеріалу, характеру виробництва та економічної доцільності застосування того чи іншого технологічного методу. Основною метою є отримання заготовки, форма і розміри якої максимально наближені до геометрії готової деталі, що дозволяє зменшити обсяг механічної обробки та витрати матеріалу.

Для виготовлення даної деталі в умовах одиничного виробництва можуть бути використані два основні способи отримання заготовки: виготовлення зі штампованої заготовки або відрізання заготовки з прокатного металу відповідного профілю.

Застосування штампування є доцільним у випадках, коли воно забезпечує суттєве зменшення витрат матеріалу. Практикою машинобудування встановлено, що використання штампованих заготовок економічно виправдане тоді, коли їх маса відрізняється від маси заготовок із прокату більш ніж на 15 %, що дозволяє компенсувати витрати на виготовлення штампового оснащення.

Масу заготовки, отриманої з прокату, визначаємо за формулою:

$$M_n = \frac{\pi \cdot d_3^2}{4} \cdot l_3 \cdot \rho = \frac{3,14 \cdot (68 \cdot 10^{-3})^2}{4} \cdot 1,4 \cdot 7800 = 39,2 \text{ кг.}$$

Маса штамповки:

$$M_{ш} = \left(\frac{3,14 \cdot 44^2 \cdot 170}{4} + \frac{3,14 \cdot 52^2 \cdot 65}{4} + \frac{3,14 \cdot 64^2 \cdot 30}{4} + \frac{3,14 \cdot 68^2 \cdot 10}{4} + \frac{3,14 \cdot 62^2 \cdot 928}{4} + \frac{3,14 \cdot 54^2 \cdot 30}{4} + \frac{3,14 \cdot 54^2 \cdot 165}{4} \right) \cdot 7,8 \cdot 10^{-6} = 34,13 \text{ кг}$$

$$\frac{39,16 - 34,13}{39,16} = 0,128 = 12,8\% < 15\%$$

Таким чином слід використовувати прокат.

1) Ціна штамповки:

					КРБ 021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{ш} = \frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_{II} - (Q - g) \cdot \frac{S_{відк}}{1000};$$

Маса деталі:

$$g = \left(\frac{3,14 \cdot 35^2 \cdot 32}{4} + \frac{3,14 \cdot 40^2 \cdot 138}{4} + \frac{3,14 \cdot 48^2 \cdot 65}{4} - 10 \times 6 \times 125 - 8 \cdot 4 \cdot 45 + \right. \\ \left. + \frac{3,14 \cdot 60^2 \cdot 30}{4} + \frac{3,14 \cdot 66^2 \cdot 10}{4} + \frac{3,14 \cdot 60^2 \cdot 928}{4} + \frac{3,14 \cdot 50^2 \cdot 30}{4} + \frac{3,14 \cdot 50^2 \cdot 165}{4} - \right. \\ \left. - 155 \cdot 10 \cdot 6 + \left(-45 \cdot \frac{3,14 \cdot 15^2}{4} \right) \right) \cdot 7,8 \cdot 10^{-6} = 28,57 \text{ кг}$$

$$C_i = 106 \text{ грн} \quad S_{відк} = 14,4 \text{ грн}$$

$$S_{заг} = \frac{106}{1000} \cdot 34,13 \cdot 1 \cdot 1,29 \cdot 0,83 \cdot 1,21 \cdot 0,77 - (34,13 - 28,57) \cdot \frac{14,4}{1000} = 3,53 \text{ грн.}$$

2) Вартість прокату:

$$S_i = 90 \text{ грн} - \text{вартість 1 тони заготовок}$$

$$S_{заг} = \frac{Q \cdot S_i}{1000} - (Q - g) \cdot \frac{S_{відк}}{1000} = \frac{39,16 \cdot 90}{1000} - (39,16 - 28,57) \cdot \frac{14,4}{1000} = 3,37 \text{ грн.}$$

Ціна виготовлення з прокату нижча.

Далі розрахуємо припуск на поверхню E під підшипник $\varnothing 60 \text{ к6}$, $Ra = 0,63$.

Необхідну кількість переходів:

$$n = \frac{\lg(\varepsilon)}{0,46};$$

$$\varepsilon = \frac{T_3}{T_\partial};$$

де T_3 – допуск заготовки, мкм ;

T_∂ – допуск деталі, мкм ;

$T_3 = 460 \text{ мкм}$ для $\varnothing 65$ при IT13;

$T_\partial = 19 \text{ мкм}$ для $\varnothing 66$ при IT6.

$$\varepsilon = \frac{T_3}{T_\partial} = \frac{460}{19} = 24,2;$$

					КРБ 021.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = \frac{\lg(\varepsilon)}{0,46} = \frac{\lg(24,2)}{0,46} = 3 \text{ переходи.}$$

Таким чином задану точність можна досягти у три переходи, дворазове проточування та шліфування.

Знаходимо для кожного переходу такі параметри як шорсткість, відхилення і похибку базування, глибину дефектного шару.

Прокат $Rz = 150 \text{ мкм}; T = 250 \text{ мкм}.$

Чорнова обробка різцем

$$Rz = 50 \text{ мкм}; T = 50 \text{ мкм}.$$

Чистова обробка різцем

$$Rz = 25 \text{ мкм}; T = 30 \text{ мкм}.$$

Шліфування

$$Rz = 5 \text{ мкм}; T = 15 \text{ мкм}.$$

Відхилення:

$$\rho = \sqrt{\rho_k^2 + \rho_y^2};$$

$$\Delta_k = 0,5 \text{ мкм/мм}.$$

Довжина, на якій розглядається відхилення $l = 160 \text{ мм}.$

$$\rho_k = L \cdot \Delta_k = 160 \cdot 0,5 = 80 \text{ мкм},$$

$$\rho_y = 0,25 \text{ мм}$$

Визначимо відхилення:

$$\rho = \sqrt{\rho_k^2 + \rho_y^2} = \sqrt{80^2 + 250^2} = 262 \text{ мкм}.$$

Після виконання чорнового обточування

$$\rho_1 = 0,06 \cdot \rho = 0,06 \cdot 262 = 15,7 \text{ мкм}.$$

Після виконання кінцевого обточування

$$\rho_1 = 0,04 \cdot \rho = 0,04 \cdot 262 = 10,5 \text{ мкм}.$$

Похибка базування становить $\varepsilon = 0$ (для самоцентруючого патрона).

					КРБ 021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначимо мінімальні припуски.

Попереднє обточування:

$$2 \cdot z_{\min 1} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1}) = 2 \cdot (150 + 250 + 262) = 2 \times 662 \text{ мкм.}$$

Кінцеве обточування:

$$2 \cdot z_{\min 2} = 2 \cdot (50 + 50 + 15,7) = 2 \times 115,7 \text{ мкм.}$$

Шліфування:

$$2 \cdot z_{\min 3} = 2 \cdot (25 + 30 + 10,5) = 2 \times 65,5 \text{ мкм.}$$

Розрахункові діаметри:

$$d_{p1} = 60,02 + 2 \cdot 0,0655 = 60,151 \text{ мм,}$$

$$d_{p2} = 60,151 + 2 \cdot 0,1157 = 60,382 \text{ мм,}$$

$$d_{p3} = 60,382 + 2 \cdot 0,662 = 61,706 \text{ мм.}$$

Найбільші граничні розміри становлять:

$$d_{\max 3} = 60,02 + 0,019 = 60,04 \text{ мм;}$$

$$d_{\max 2} = 60,16 + 0,046 = 60,21 \text{ мм;}$$

$$d_{\max 1} = 60,39 + 0,120 = 60,51 \text{ мм;}$$

$$d_{\max} = 60,71 + 0,46 = 62,17 \text{ мм.}$$

Граничні значення для припусків становлять:

$$2 \cdot z_{\max 3} = 60,21 - 60,04 = 0,17 \text{ мм;}$$

$$2 \cdot z_{\max 2} = 60,51 - 60,21 = 0,3 \text{ мм;}$$

$$2 \cdot z_{\max 1} = 62,17 - 60,51 = 1,66 \text{ мм;}$$

$$2 \cdot z_{\min 3} = 60,16 - 60,02 = 0,14 \text{ мм;}$$

$$2 \cdot z_{\min 2} = 60,39 - 60,16 = 0,23 \text{ мм;}$$

$$2 \cdot z_{\min 1} = 61,71 - 60,39 = 1,32 \text{ мм.}$$

					КРБ 021.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ 021.00.00.000.ПЗ

Арк.

Таблиця 3.8. Зведена таблиця припусків та допусків поверхні Ø60к6.

[illegible]

Номінальний припуск становить:

$$z_{nom} = z_{min} + ei_{i-1} + ei_i = 1690 + 19 + 46 + 120 = 1875_{мкм}.$$

Для інших поверхонь ножового вала, що підлягають механічній обробці, значення припусків і допусків приймаються відповідно до нормативних таблиць ГОСТ 7505–89. Розраховані та прийняті параметри зведено до узагальненої таблиці.

Таблиця 3.9. Зведені значення припусків і допусків на мехобробку вала

Поверхня	Розмір. мм	Припуск. мм		Допуск мкм
		табличний	розрахунковий	
<i>А. Б</i>	1400	2-4.4	—	1950,0
<i>В</i>	<i>M35–8H</i>	2-5.5	—	39,0
<i>Г</i>	$\varnothing 54\ n7$	2-5.5	—	30,0
<i>Д</i>	$\varnothing 58\ k7$	2-3.4	—	30,0
<i>Е</i>	$\varnothing 60\ k6$	2-2.5	2-0.94	18,0
<i>Є</i>	$\varnothing 64\ h10$	2-0.5	—	120,0
<i>Ж</i>	$\varnothing 60\ h8$	2-2.6	—	46,0
<i>З</i>	$\varnothing 50\ k6$	2-7.5	—	16,0
<i>И</i>	$>1:17$	2-7.5	—	16,0
<i>К</i>	<i>M16 – 7H</i>	2-1.3	—	18,0
<i>Л</i>	10 p9	5	—	36,0
<i>М</i>	6 p9	3	—	30,0
<i>Н</i>	12 p9	6	—	43,0
<i>О</i>	$\varnothing 7\ H9$	2-0.5	—	18,0
<i>П</i>	<i>M6 – 8H</i>	2-1	—	18,0

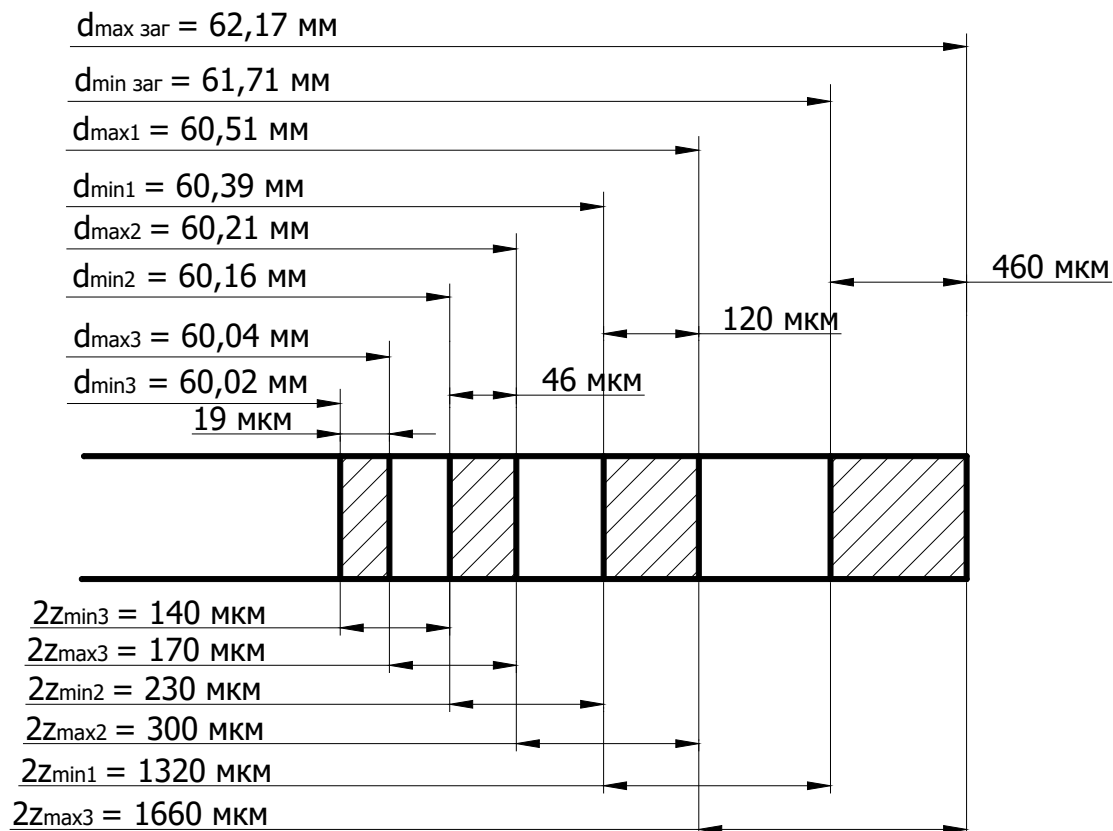


Рисунок 3.4. Схема графічного розміщення припусків та допусків на оброблювану поверхню $\varnothing 60_{\text{к6}}$

Технологічний маршрут виготовлення ножового вала формується з урахуванням вимог до точності розмірів, якості оброблених поверхонь та особливостей конструкції деталі. Послідовність виконання операцій механічної обробки встановлюється таким чином, щоб забезпечити раціональне використання обладнання, інструменту та технологічного оснащення, а також отримання заданих параметрів точності і шорсткості поверхонь.

Прийнятий маршрут механічної обробки ножового вала наведено в таблиці.

					КРБ 021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.10. Технологічний маршрут механічної обробки ножового вала

№ операції.	Назва операції (переходу)	Оброблювана поверхня	Базова поверхня	Обладнання
005	Фрезерно-центрувальна	А; Б	Є	Фрезерно-центрувальний верстат МР 73М
010 установ А	Токарно-гвинторізна	В; Г; Д; Е; Є; І	Ж; А	Токарно-гвинторізний верстат 16К20
установ Б	Токарно-гвинторізна	З; И; Ї; К	Ж; Б	Токарно-гвинторізний верстат 16К20
015 установ А	Шпоночно-фрезерна	Н; М	Ж	Фрезерно-шпоночний верстат 692М
установ Б	Шпоночно-фрезерна	Л	Ж	Фрезерно-шпоночний верстат 692М
020	Свердлильна	О; П	Ж	Свердлильний верстат 2Н125
025	Круглошліфувальна	Е; З	А; Б	Круглошліфувальний верстат 3Б12

					КРБ 021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.11. Вибір інструменту

№ операції	Назва операції	Інструмент	
		Ріжучий	Вимірювальний
005	Фрезерно – центрувальна	Фреза торцева насадна 1831 ГОСТ9304-69 Свердл. Центровочне тип А ГОСТ14952-75	Штанген. ШЦ-1-400 ГОСТ166-80
010 уст. А;Б.	Токарно-гвинторізна чорнова чистова і точіння фасок Нарізання різі М35-8Н Свердлильна Різенарізна М16-7Н	Різець прохідний упорний 2121 ГОСТ18870-73 Різець прохідний 2113 ГОСТ18878-73 Різець різьбовий 25x16 ГОСТ18885-73 Свердл. Ø14 ГОСТ4010-77 Зенкер Ø14,8 ГОСТ21544-76 Розвертка Ø15 ГОСТ1672-80 Мітчик Ø16мм ГОСТ3266-81	Штанген. ШЦ-1-400 ГОСТ166-80 - По методу трьох дротини, штанген- циркуль ШЦ-1-400 ГОСТ166-80 набір дротини. Штанген. ШЦ-1-400 ГОСТ166-80 Пробки двохсторонні 10- 20мм ГОСТ6507-78 Пробка різьбова М16 x 1 ГОСТ2016- 68
015 уст.А	Шпоночно-фрезерна фрез. паза під шпонку 8x7x42	Фреза шпоночна тип 2 з пластинок з твердого сплаву Ø8мм ГОСТ2424-78	Штанген. ШЦ-1-400 ГОСТ166-80

					КРБ 021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження табл. 3.11.

№ операції	Назва операції	Інструмент	
		Ріжучий	Вимірювальний
уст. Б	фрез. паза під шпонку 10x8x160	Фреза шпоночна тип 2 з пластинок з твердого сплаву Ø10мм ГОСТ6369-78	-
	фрез. паза під шпонку 10x8x115	Фреза шпоночна тип 2 з пластинок з твердого сплаву Ø10мм ГОСТ6369-78	-
020	Свердлильна Різенарізна	Свердл. Ø 4.8мм по ГОСТ4010-77. матеріал Р6М5. Зенкер Ø5 ГОСТ21544-76 Мітчик Ø 6мм ГОСТ3266-81	Штанген. ШЦ-1-400 ГОСТ166-80 Пробки двохсторонні 7мм ГОСТ6507-78 Пробка різьбова М 6 х 1 ГОСТ2016-68
025	Круглошліфувальна	Круг шліфувальний ПП 35x90x12 24А 10П С27К5 35м/с А1 _{кл} ГОСТ2424-83	Мікрометр гладкий МК 0-25 ГОСТ6507-78

					КРБ 021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

4.1. Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів при монтажі, експлуатації та ремонті кутера KR-200

Сучасні підприємства м'ясопереробної промисловості характеризуються високим рівнем механізації та автоматизації виробничих процесів. Одним із ключових видів обладнання, що використовується при виготовленні ковбасних виробів, є кутер KR-200, призначений для тонкого подрібнення м'ясної сировини та приготування фаршу необхідної консистенції. Висока продуктивність машини, значна потужність приводів та наявність швидкообертових робочих органів висувають підвищені вимоги до забезпечення безпечних умов праці під час монтажу, експлуатації та проведення ремонтно-відновлювальних робіт.

У процесі роботи кутера найбільшу небезпеку становлять ножові вали, які обертаються з великою кутовою швидкістю. Контакт працівника з ріжучими елементами може призвести до тяжких виробничих травм. Небезпеку також створюють рухомі елементи приводів, клинопасові передачі, зубчасті механізми та вузли систем завантаження і розвантаження продукту. Особливо небезпечними є випадки проведення регулювальних або ремонтних робіт без повного відключення обладнання від джерел енергії.

Важливим фактором виробничого середовища є шум і вібрація, що виникають під час роботи ножового механізму, приводних передач та електродвигунів. Тривала дія шуму негативно впливає на центральну нервову систему працівників, викликає швидку втому, зниження концентрації уваги та продуктивності праці. Вібрації можуть спричиняти додаткові навантаження на організм людини та погіршувати умови роботи обслуговуючого персоналу.

					КРБ 021.00.00.000 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Дзвінка Л.П.			4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці			Літ.	Арк.	Акрушів
Консульт.		Окіпний І.Б.								
Н. контр.		Кравець О.І.								
Затверд.		Пилипець О.М.								
					ТНТУ, каф. ОХ, гр. МОЗ-41					

Особливістю м'ясопереробних підприємств є також підвищена вологість виробничих приміщень, зумовлена регулярним миттям обладнання та санітарною обробкою виробничих ділянок. Поєднання вологи та електрообладнання підвищує ризик ураження електричним струмом, тому справність систем заземлення і захисного відключення має особливе значення.

Під час монтажу та ремонту кутера виникають додаткові небезпеки, пов'язані з переміщенням великогабаритних вузлів, застосуванням вантажопідіймальної техніки, виконанням слюсарних, електромонтажних та зварювальних робіт. Тому всі роботи повинні виконуватись із суворим дотриманням вимог нормативних документів з охорони праці та промислової безпеки.

4.2. Забезпечення безпеки під час монтажу обладнання

Монтаж кутера KR-200 є відповідальним етапом введення обладнання в експлуатацію, від якого залежить не лише його подальша надійна робота, а й безпека персоналу. До виконання монтажних робіт допускаються працівники, які пройшли відповідне навчання, інструктажі та медичний огляд.

Перед початком монтажу необхідно підготувати робочий майданчик, перевірити стан підлоги та фундаменту, забезпечити достатню освітленість робочої зони і вільний доступ до місця встановлення обладнання. Особливу увагу приділяють перевірці справності вантажопідіймальних механізмів, стропів та захоплювальних пристроїв, оскільки маса кутера становить декілька тонн.

Переміщення машини до місця встановлення здійснюють за допомогою автотранспорту або інших вантажопідіймальних засобів. Під час виконання цих операцій забороняється перебування людей у зоні можливого падіння вантажу. Усі команди машиністу навантажувача повинні подаватися однією відповідальною особою, що виключає непорозуміння та помилки при виконанні монтажних робіт.

					КРБ 021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після встановлення кутера проводять перевірку його горизонтальності, правильності підключення електричних комунікацій та надійності заземлення. Лише після завершення всіх перевірок дозволяється проведення пробного пуску обладнання.

4.3. Вимоги охорони праці під час експлуатації кутера

Безпечна експлуатація кутера забезпечується поєднанням технічних засобів захисту та правильної організації праці. Перед початком роботи оператор зобов'язаний провести зовнішній огляд машини, переконатися у справності захисних огорожень, блокувальних пристроїв та системи аварійної зупинки.

Особливе значення має справність шумозахисної кришки та кінцевих вимикачів, які автоматично відключають ножові вали при її відкриванні. Наявність таких пристроїв значно знижує ризик травмування персоналу і є обов'язковою умовою безпечної роботи обладнання.

Під час роботи кутера категорично забороняється відкривати кришки, виконувати очищення чаші або регулювання ножового механізму. Усі технологічні операції повинні здійснюватися лише за допомогою штатних органів керування. Працівник повинен постійно контролювати роботу машини, звертаючи увагу на сторонні шуми, надмірну вібрацію, перегрівання підшипникових вузлів та інші ознаки несправностей.

Для зменшення впливу шуму та вібрації рекомендується застосовувати сучасні шумоізоляційні матеріали, підтримувати справний стан приводів та регулярно виконувати балансування обертових деталей. Раціональна організація режимів праці та відпочинку також сприяє зниженню негативного впливу виробничих факторів на персонал.

Проведення технічного обслуговування та ремонтів є необхідною умовою забезпечення надійної роботи кутера протягом усього терміну експлуатації. Однак саме під час виконання цих робіт ризик травмування працівників значно

					КРБ 021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зростає через необхідність контакту з вузлами машини та її енергетичними системами.

Перед початком будь-яких ремонтних операцій обладнання повинно бути повністю відключене від електромережі. На пускових пристроях вивішують попереджувальні плакати, а приводи блокують від випадкового ввімкнення. Якщо машина обладнана гідравлічною системою, необхідно також зняти тиск у магістралях і переконатися у відсутності можливості самовільного переміщення виконавчих механізмів.

Особливу обережність необхідно проявляти під час демонтажу ножів, оскільки навіть у нерухомому стані вони становлять значну небезпеку через гострі ріжучі крайки. Роботи повинні виконуватися із застосуванням захисних рукавиць та спеціального інструменту.

При проведенні електромонтажних робіт використовують переносні світильники безпечної напруги, діелектричні засоби захисту та інструмент з ізольованими ручками. Зварювальні роботи допускається виконувати лише після очищення обладнання від залишків жиру та інших горючих речовин, які можуть спричинити займання.

Виробництво ковбасних виробів пов'язане з використанням значної кількості електрообладнання, мастильних матеріалів та допоміжних речовин, що обумовлює необхідність дотримання вимог пожежної безпеки. Основними причинами виникнення пожеж можуть бути короткі замикання, перевантаження електричних мереж, несправність електрообладнання або порушення правил виконання вогневих робіт.

Для запобігання пожежам необхідно забезпечувати систематичний контроль технічного стану електромереж, своєчасно проводити вимірювання опору ізоляції та перевірку ефективності заземлення. У виробничих приміщеннях повинні бути встановлені первинні засоби пожежогасіння, а персонал має бути навчений правилам їх використання.

Важливою складовою сучасного виробництва є охорона навколишнього середовища. Під час експлуатації та ремонту кутера утворюються

					КРБ 021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відпрацьовані мастильні матеріали, металеві відходи, використані прокладки та інші матеріали, які підлягають централізованому збору та утилізації відповідно до екологічних вимог. Виробничі стічні води повинні проходити очищення перед скиданням у каналізаційну мережу, а використання ресурсів має здійснюватися з максимальною ефективністю.

Проведений аналіз умов монтажу, експлуатації та ремонту кутера KR-200 показав, що основними небезпечними факторами є дія рухомих робочих органів, електричного струму, шуму, вібрації та вантажопідіймальних механізмів. Дотримання вимог охорони праці, використання сучасних засобів колективного та індивідуального захисту, своєчасне технічне обслуговування обладнання і впровадження системи планово-попереджувальних ремонтів забезпечують безпечну роботу персоналу, знижують ризик виникнення аварійних ситуацій та сприяють підвищенню ефективності виробничого процесу.

					КРБ 021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальні висновки

Проведено аналіз сучасного стану обладнання для тонкого подрібнення м'ясної сировини, розглянуто конструктивні особливості кутерів періодичної дії та виконано огляд науково-технічної літератури і патентних матеріалів. Встановлено, що підвищення надійності, довговічності та енергоефективності кутерного обладнання є одним із важливих напрямків розвитку м'ясопереробної галузі.

Досліджено конструкцію кутера KR-200, його основні вузли та механізми. Розглянуто кінематичну схему машини, визначено особливості взаємодії приводу ножових валів, чаші, механізмів завантаження та вивантаження продукції. Проведений аналіз дозволив встановити найбільш навантажені елементи конструкції та характерні причини їх зношування і виходу з ладу.

Розроблено технологічний процес виготовлення та відновлення окремих деталей привідного механізму, обґрунтовано вибір матеріалів, заготовок, способів механічної обробки та режимів різання. Виконано нормування технологічних операцій та визначено трудомісткість ремонтно-відновлювальних робіт.

Розроблено рекомендації щодо транспортування, встановлення та вивірки кутера KR-200.

На основі аналізу умов роботи обладнання розроблено систему планово-попереджувального ремонту, визначено структуру ремонтного циклу, склад основних ремонтних операцій та трудомісткість їх виконання.

Проаналізовано небезпечні та шкідливі виробничі фактори, характерні для експлуатації, монтажу та ремонту кутера.

					КРБ 021.00.00.000 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Дзвінка Л.П.			Загальні висновки	Літ.		Арк.	Акрушів
Перевір.		Пилинець О.М.							
Н. контр.		Кравець О.І.							
Затверд.		Пилинець О.М.							
						ТНТУ, каф. ОХ, гр. МОЗ-41			

Перелік посилань

1. Пелех Л.В. Машины та апарати харчових виробництв. – Львів: Новий Світ-2000, 2018. – 368 с.
2. Заяц Ю.О., Гуменюк В.В. Обладнання підприємств м'ясної промисловості. – Київ: Центр учбової літератури, 2019. – 412 с.
3. Рогов І.А. Технология мяса и мясных продуктов. – Москва: КолосС, 2017. – 711 с.
4. Гавва О.М., Беспалько А.П. Обладнання для переробки м'яса. – Київ: НУХТ, 2020. – 285 с.
5. Машины та обладнання харчових виробництв: підручник / За ред. П.О. Карпенка. – Київ: Інкос, 2021. – 896 с.
6. Машины та апарати харчових виробництв : підручник / Л. Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, В. П. ШАПОРЕВ, Є. І. ОРЛОВ та ін. – Харків : НТУ «ХПІ», 2014. – 652 с.
7. Рогов І. А., Забашта А. Г., Коваленко В. М. Технологічне обладнання м'ясної промисловості. – Київ : Вища школа, 2010. – 487 с.
8. Гуменюк Г. Д. Обладнання підприємств м'ясної промисловості. – Київ : Центр навчальної літератури, 2012. – 432 с.
9. Паламарчук І. П., Ярошенко Л. В. Експлуатація та ремонт машин харчових виробництв. – Вінниця : ВНАУ, 2016. – 398 с.
10. Кравченко В. П. Надійність і ремонт машин та обладнання харчових виробництв. – Київ : Аграрна освіта, 2015. – 364 с.
11. Черевко О. І., Поперечний А. М. Матеріали та конструкції обладнання харчових виробництв. – Харків : Світ Книг, 2013. – 416 с.
12. Патенти у галузі обладнання для подрібнення та емульгування м'ясної сировини : огляд технічних рішень. – Київ : Укрпатент, 2022. – 58 с.

					<i>КРБ 021.00.00.000 ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Перелік посилань			
Розроб.		Дзвінка Л.П.						
Перевір.		Пилипець О.М.						
Н. контр.		Кравець О.І.						
Затверд.		Пилипець О.М.			ТНТУ, каф. ОХ, гр. МОЗ-41			

14. Shynkaryk, M., Kravets, O., & Venhrynovych, S. (2021). Features of pressing the juice from viburnum berries. Вісник Тернопільського національного технічного університету, 101(1), 94-101.

15. Шинкарик М.М., Кравець О.І. Основи теплотехніки: навч. посібник. – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2024. 132 с.

16. Improvement of environmental sustainability of milk processing enterprises / Oleh Kravets, Mariia Shynkaryk, Viktor Kravets // Scientific Journal of TNTU. — Tern.: TNTU, 2024. — Vol 114. — No 2. — P. 111–118.

17. Shynkaryk, M., Kravets, O., Papernyak, R., & Lukiyanchuk, B. (2026). Determining the influence of equipment used in modern cottage cheese production lines on the quantitative and dispersed composition of cheese dust. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(11 (139), 14–22.

18. Shynkaryk M. Mathematical modelling of the separation of suspension process on the filter with selt-purifier filter element / M. Shynkaryk, O. Kravets / Ukrainian Food Journal. – 2016. № 1. – P. 135-143.

19. Кравець О. І., Шинкарик М. М., Ворошук В. Я., Паперняк Р. В. Дослідження впливу кулачкового насоса на процес руйнування сирного зерна при виробництві сиру кисломолочного // Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки. 2026. Том 2, № 2 С. 127-136.

20. Шинкарик М.М. Шляхи зниження затрат енергоресурсів на процес сушіння технічного казеїну / М.М. Шинкарик, О.І. Кравець, С.О Четверікова, С.М. Венгринович // VI Всеукраїнська науково-практична конференція “Підвищення ефективності діяльності підприємств харчової та переробної галузей АПК”, 23-24 лист. 2017р.: матеріали – К.: – 2017. – С. 107-108.

21. Шинкарик М.М. Дослідження впливу окремого обладнання лінії виробництва сиру кисломолочного на утворення сирного пилу / М.М. Шинкарик, О.І. Кравець, М.А. Стадницький, Р.В. Паперняк // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : матеріали 92-ї Міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів (Київ, 20-24 квітня 2026 р.). Київ : НУХТ, 2026. Ч. 2. С. 17.

					КРБ 021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

22. Shynkaryk, M. M., Kravets, O. I. (2026). Energy losses and environmental consequences of thermotechnical system operation // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Науковий журнал. – Луцьк: ЛНТУ, 2026. № 1 (26) С.70-76.

23. Heat exchange in a chamber apparatus with a circulation circuit during cheese masses production / Mariia Shynkaryk, Viktor Voroshchuk, Oleh Kravets, Olha Krupa, Natalia Zvarych // Scientific Journal of TNTU. — Tern.: TNTU, 2022. — Vol 108. — No 4. — P. 43–53.

24. Шинкарик М.М. Вдосконалення лінії очистки сироватки / М.М. Шинкарик, В.Г. Юкало, О.І. Кравець // Вісник ТДТУ. – 2005. – № 2. – С. 192-196.

25. Паливода Ю. Є. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки: навчально-методичний посібник / Паливода Ю.Є., Дячун А.Є., Лещук Р.Я. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 240 с.

26. Пилипець М. І. Правила заповнення основних форм технологічних документів : навч.-метод. посіб. / Уклад. Пилипець М. І., Ткаченко І. Г., Левкович М. Г., Васильків В. В., Радик Д. Л. Тернопіль : ТДТУ, 2009. 108 с.

27. Пилипець М.І. Раціональні способи виготовлення заготовок для одиничного і дрібносерійного виробництва/ М.І. Пилипець, О.М. Пилипець //Збірник тез доповідей Міжнародної науково-технічної конференції присвяченої пам'яті професора Гевка Богдана Матвійовича „Проблеми теорії проектування та виготовлення транспортно-технологічних машин “, 2021. - с.13

28. Технологія оброблення корпусних деталей : навч. Посіб. Ю. Є. Паливода, І. Г. Ткаченко, Ю. Б. Капаціла, І. Б. Гевко. Тернопіль : – Тернопіль: ТНТУ, 2016. 152 с.

29. Вітенько Т., Ворощук В. Навчально-методичний посібник до виконання кваліфікаційної роботи для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Галузеве

					КРБ 021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

машинобудування» спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» галузі знань 13 – «Механічна інженерія». ФОП Паляниця, 2024. 52 с.

СПЕЦИФІКАЦІЇ