

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Інститут (факультет) ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого**  
**Кафедра Машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв**

**«До захисту в ЕК»**  
Директор інституту(декан факультету)  
Сергій Блаженко  
(ім'я та прізвище)

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022р.

**«До захисту допущено»**  
Завідувач кафедри  
Олександр Гавва  
(ім'я та прізвище)

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 133 "Галузеве машинобудування"  
(код та назва спеціальності)  
освітньо-професійної програми Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв  
на тему: «Модернізація ротаційної печі "Агро-Терм" для запікання м'ясних виробів місткістю 1 візок».

Виконав: здобувач 5 курсу, групи ЗОХ-5-4ск

Римський Сергій Віталійович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник Беседа Сергій Дмитрович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Консультанти Юрій Бойко

(ім'я та прізвище)

(підпис)

(ім'я та прізвище)

(підпис)

(ім'я та прізвище)

(підпис)

Рецензент

(ім'я та прізвище)

(підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач \_\_\_\_\_

(підпис)

Київ - 2022р.

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут *Навч.-науковий інженерно-технічний інст. ім. акад. І.С. Гулого*

Кафедра *Машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв*

Освітній ступінь *бакалавр*

Спеціальність *133 «Галузеве машинобудування»*

(код і назва)

Освітньо-професійна програма *Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв*

(назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

*проф. Гавва О.М.*

“ ” \_\_\_\_\_ 2022 року

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

*Римський Сергій Віталійович*

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Модернізація ротаційної печі "Агро-Терм" для запікання м'ясних виробів місткістю 1 візок*

керівник роботи *Беседа Сергій Дмитрович, ст.викл.*

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

затверджені наказом закл. вищої осв. від "05" листопада 2021 року № \_\_\_\_\_

2. Строк подання здобувачем роботи *01 лютого 2022 р.*

3. Вихідні дані до роботи *1.Технічний паспорт обладнання.2.Альбом галузевого обладнання.3.Навчальна та спеціальна література.*

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) *анотації; зміст; вступ; опис існуючого обладнання; техніко-економічне та соціальне обґрунтування; характеристика вхідного матеріалу і готової продукції; будова і принцип роботи обладнання; розрахункова частина; монтаж,ремонт і експлуатація; технологія виготовлення окремих деталей; охорона праці; охорона довкілля; висновок; список використаної літератури.*

5. Перелік графічного матеріалу

\_\_\_\_\_

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Технологія машинобудування</i>	<i>Бойко Ю.І., доц. кафедри МАХФВ</i>		

7. Дата видачі завдання 23 грудня 2021 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Анотація, зміст</i>	<i>25.12.21</i>	<i>Виконано</i>
2	<i>Вступ</i>	<i>26.11.21</i>	<i>Виконано</i>
3	<i>Порівняльний аналіз існуючого обладнання аналогічного призначення</i>	<i>01.01.22</i>	<i>Виконано</i>
4	<i>Техніко-економічне соціальне обґрунтування</i>	<i>10.01.21</i>	<i>Виконано</i>
5	<i>Характеристика вихідного матеріалу і готової продукції</i>	<i>15.12.21</i>	<i>Виконано</i>
6	<i>Опис запропонованого технічного рішення</i>	<i>15.12.21</i>	<i>Виконано</i>
7	<i>Принцип роботи обладнання</i>	<i>17.12.21</i>	<i>Виконано</i>
8	<i>Розрахункова частина</i>	<i>17.01.22</i>	<i>Виконано</i>
9	<i>Вимоги щодо монтажу, наладки, експлуатації та ремонту</i>	<i>18.01.22</i>	<i>Виконано</i>
10	<i>Технологічний маршрут виготовлення штоку</i>	<i>18.01.22</i>	<i>Виконано</i>
11	<i>Охорона праці</i>	<i>22.01.22</i>	<i>Виконано</i>
12	<i>Охорона довкілля</i>	<i>24.01.22</i>	<i>Виконано</i>
13	<i>Висновки</i>	<i>26.01.22</i>	<i>Виконано</i>
14	<i>Список використаної літератури</i>	<i>28.01.22</i>	<i>Виконано</i>
15	<i>Графічна частина: 5 аркушів</i>	<i>28.01.22</i>	<i>Виконано</i>
16	<i>Подача КР на кафедру</i>	<i>01.02.22</i>	<i>Виконано</i>

**Здобувач**

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_ (підпис)

*Римський С.В.*

(прізвище та ініціали)

*Ст.викл. Беседа С.Д.*

(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Дипломний проект передбачає удосконалення ротаційної печі для запікання м'ясних виробів «Агро-Терм». Проект представлений пояснювальною запискою на 86 сторінок формату А4 та графічною частиною з 5-ти листів формату А1.

В розділах записки проведений аналіз існуючого обладнання, техніко – економічне обґрунтування, розроблені заходи по охороні праці, охороні навколишнього середовища. Запропоновано встановлення підтримуючого підшипникового вузла за рахунок якого досягається точне центрування продуктового візка та рівномірне обертання в пульсуючому режимі, а також досягається майже рівномірне запікання по всій поверхні візка та покращується сама якість ковбасних виробів, зменшення навантажень на підвісний стіл. Розрахунки та опис будови викладені в пояснювальній записці. Будова та конструктивні особливості виконані у графічній частині на аркушах А1

Також по закінченню цього проекту зроблені висновки що до проведеної роботи та викладений список використаної літератури.

Ключові слова: Ковбасні вироби, Агро-Терм, візок, сировина, якість

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження Беседа С.Д.	Вид документа: пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа <b>НУХТ</b>	Розробив документ Римський С.В.	Назва, додаткова назва АНОТАЦІЯ	19-1693.ДП.14000.ПЗ.			
	Документ затвердив Гавва О.М.		Інд. змін	Дата видання	Мова <b>UA</b>	Аркуш

## SUMMARY

The diploma project envisages the improvement of the rotary oven for roasting Agro-Term meat products. The project is presented by an explanatory note on 86 A4 pages and a graphic part of 5 sheets of A1 format.

The sections of the note analyze the existing equipment, feasibility study, developed measures for labor protection, environmental protection. It is proposed to install a supporting bearing unit due to which the exact centering of the food cart and uniform rotation in pulsating mode is achieved, as well as almost uniform baking over the entire surface of the cart and improves the quality of sausages, reducing loads on the hanging table. Calculations and description of the structure are set out in the explanatory note. The structure and design features are made in the graphic part on sheets of A1

Also, at the end of this project, conclusions were made about the work done and a list of references was presented.

Key words: Sausages, Agro -Term, cart, raw materials, quality

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження Беседа С.Д.	Вид документа: пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа  <b>НУХТ</b>	Розробив документ Римський С.В.	Назва, додаткова назва АНОТАЦІЯ	19-1693.ДП.14000.ПЗ.			
	Документ затвердив Гавва О.М.		Інд. змін	Дата видання	Мова UA	Аркуш

## ЗМІСТ

Вступ.....	6 <sup>5</sup>
1. Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі.....	7
2. Техніко-економічне, соціальне обґрунтування .....	12
3. Характеристика вхідного матеріалу і готової продукції.....	13
4. Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи обладнання.....	15
5. Розрахункова частина.....	19
6. Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту .....	32
7. Технологія виготовлення окремих деталей .....	43
8. Охорона праці .....	54
9. Охорона довкілля .....	67
Висновки .....	69
Список використаної літератури .....	70
Додатки .....	71

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження Беседа С.Д.	Вид документа: пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа <b>НУХТ</b>	Розробив документ Римський С.В.	Назва, додаткова назва <b>Зміст</b>	<b>19-1693.ДП.14000.ПЗ.</b>			
	Документ затвердив Гавва О.М.		Інд. змін	Дата видання	Мова <b>UA</b>	Аркуш

## Вступ

В розвитку агропромислового комплексу в Україні, одне з найголовніших місць надають саме м'ясній продукції. Підприємства м'ясної продукції є багатoproфільним виробництвом, ефективність роботи визначають технології які встановлені на підприємствах, від рівня технології встановлюють якість продукції. Судячи по нашим колегам з інших країн і брати до уваги їх досвід, в подальших планах вивести Україну на новий рівень в якості продукції, одним з важливих факторів збільшити обсяг та якість продуктів. Щоб здійснити ці плани, потрібно будувати високоефективні та технологічні підприємства.

Звичайно потрібно буде перебудовувати та технологічно переоснащувати підприємства які вже працюють на території України, та покращення обладнання для збільшення обороту продукції, та виводити її на новий рівень якості. Це можна досягти за рахунок ведення нових технологій в проекти. Одним з найпоширенішим асортиментом м'ясної продукції є ковбасні вироби. Швидкість виготовлення ковбасних виробів залежить як і від технологічного обладнання так і від організованості роботи підприємства.

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження Беседа С.Д.	Вид документа: пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа <b>НУХТ</b>	Розробив документ Римський С.В.	Назва, додаткова назва <b>Висновок</b>		<b>19-1693.ДП.14000.ПЗ.</b>		
	Документ затвердив Гавва О.М.					

# 1. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ПОСТАВЛЕНОЇ ЗАДАЧІ

На рис.1.1. показана пароварочна прохідна трьохсекційна камера корпус якої зібраний з теплоізолюваних щитів, має двоє дверей 2 і 7, через які по підвісному шляху 4 завантажують і вивантажують рами з продукцією. У кожну секцію завантажують по 5 рам. Гострий пар подається через два парових колектора 1 встановлених на бічних стінках. Розподіл парових потоків в об'ємі камери не регулюється, тому можливі суттєві перепади температури за обсягом. Для охолодження ковбас і конденсації пари після варіння служать душові лійки 8 в які по трубах 9 подають холодну воду. Вода відводиться в трап за рахунок похилих поверхонь підлоги.

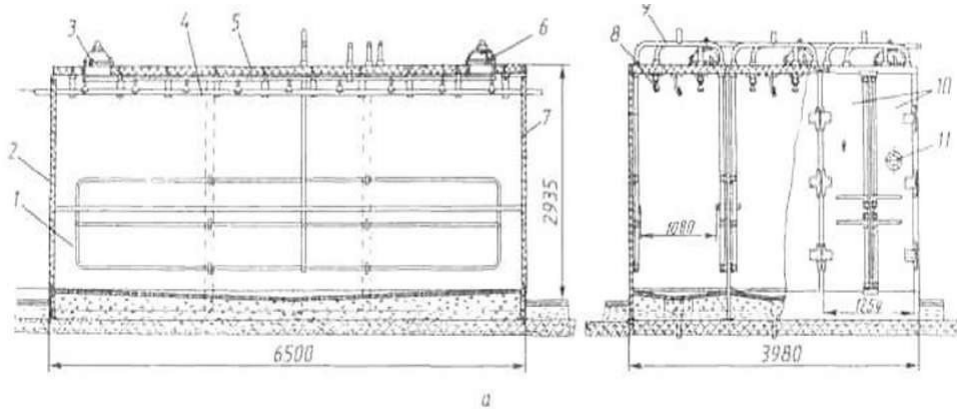


Рис.1.1. Пароварочна прохідна трьохсекційна камера

1 – паровий колектор; 2,7 – двері; 3,6 – освітлювач; 4 – підвісний шлях; 5 – корпус; 8 – душова воронка; 9 – труби для води; 10 – створи дверей; 11 – оглядове вікно. Для візуального контролю варіння в дверях є вікна, а на стелі встановлено освітлювачі 3. Пара з парових колекторів надходить в камеру через форсунки

бобишки 2 які приварені до труб 1. У бобишки угвинчують корпус форсунки 4 з розпилювачем 3. Зразкова витрата пара на варку 1т продукції  $185 \text{ м}^3$ , води -  $0,06 \text{ м}^3$ . Маса камери 10.5 т

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження Беседа С.Д.	Вид документа: пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа <b>НУХТ</b>	Розробив документ Римський С.В.	Назва, додаткова назва Порівняльний аналіз технічних рішень поставлених задач	19-1693.ДП.14001.ПЗ.			
	Документ затвердив Гавва О.М.		Інд. змін	Дата видання	Мова UA	Аркуш

У варильної камері (Рис.1.2.) підведення теплоти до продукту здійснюється повітряно-паровою сумішшю, яка рівномірно циркулюється по всьому об'єму камери. Корпус камери зібраний з теплоізолюваних щитів, що мають внутрішню 7, зовнішню 8 облицовку і теплоізоляцію 9. Камера тупикового типу з одними дверима. Продуктові рами завантажують в камеру на ходових колесах або по підвісним шляхах. Блок підготовки повітряно-парової суміші складається з парового калорифера 6, вентилятора 3. Сила каналу 4 і зони нагнітання 5, пов'язаної з бічними нагнітальними коробами 10.

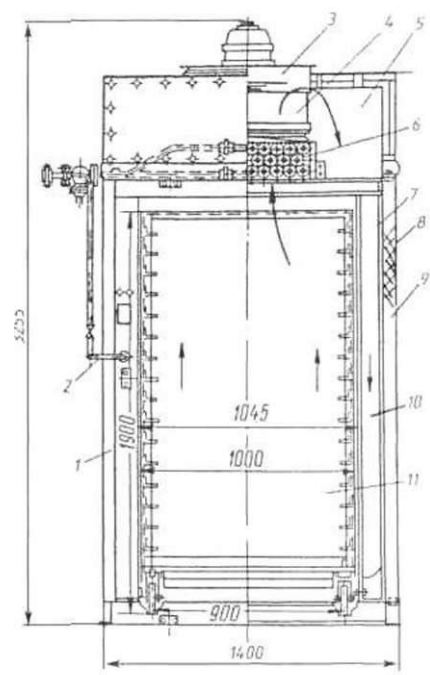


Рис.1.2. Варочна камера

1 – камера; 2 – труба для подачі пари; 3 – вентилятор; 5 – зона нагнітання; 6 – калорифер; 7,8 – внутрішня і зовнішня ізоляція; 9 – теплоізоляція; 10 – нагнітаючий короб; 11 – продуктова рама.

По коробах суміш надходить у нижню частину камери, звідти піднімається, обдуваючи продукт, і надходить на рециркуляцію. Вологість суміші підтримується вприскуванням гострої пари в нагнітальний короб по трубі 2. Кількість гострої пари регулюють вручну показаннями психрометра. Подібні камери виготовляють на різну кількість рам від 1 до 5.

Камера П1-ФУТ (Рис.1.3.) призначена для холодного копчення сирокочечних ковбас. Вона складається з двосекційно тупикової камери 2 з дверима 1. У камеру завантажують 20 рам. З димогенератора 8 дим надходить в кондиціонер 6, звідки через повітропровід 5, потім в повітророзподільну коробку 4, з допомогою якої повітряно-димову суміш подається в два короби, встановлених на бічних стінках камери. Таким способом вдається одержати більш одномірний обдув ковбас повітряно-димовою сумішшю. Відпрацьоване повітря по трубопроводу 9 повертається в кондиціонер. Циркуляцію робочої суміші забезпечує вентилятор 3.

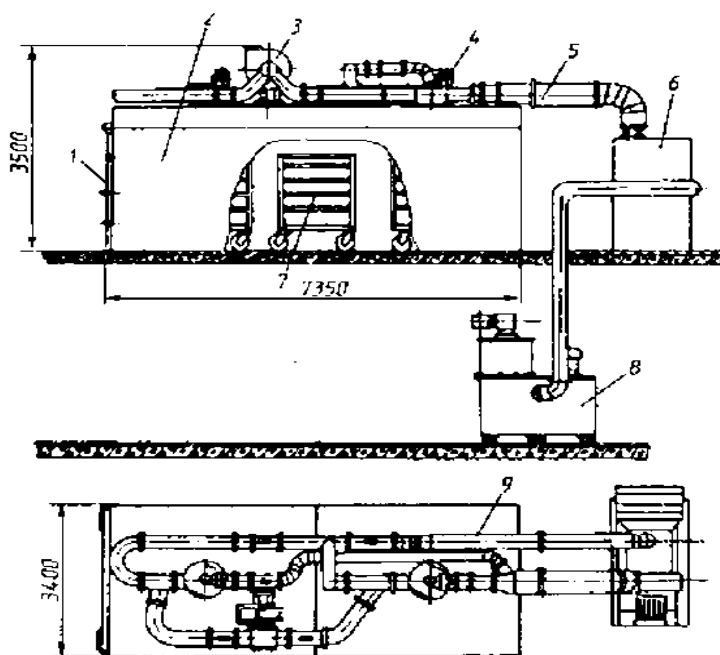


Рис.1.3.Камера П1-ФУТ

1 – двері; 2 – камера; 3 – вентилятор; 4 – повітророзподільна головка; 5 – повітропровід; 6 – кондиціонер; 7 – продуктивний візок; 8 – димогенератор; 9 – рециркуляційна система.

У камеру завантажують одночасно в залежності від виду 1900 ... 4000 кг продукту. Тривалість копчення 48...72год при температурі середовища 20 °С і вологості 75 ... 85%. Управління процесом здійснюють з пульта, на якому встановлені вимірювальні та керуючі прилади.

10

Ротаційна піч К7-ФП2-Г(Рис.1.4.) , призначена для запікання м'ясних хлібів, складається з термоізольованого корпусу 1, всередині якого обертається ротор 12. Ротор має три зірочки, закріплені на валу. На зубах зірочок встановлені пальці, на яких підвішені люльки 2. На люльки завантажують у формах або на лотках 3 продукт. Для завантаження і вивантаження продукту служать двері 9, врівноважені противагами. На верхній панелі камери установлений привід ротора 7 і калориферні установки, що складається з повітропроводів 5, калорифера 4, вентилятора 11.В калорифері повітря нагрівається і по боковому коробу надходить в перфоровані циліндри 8, встановлені між зірочками. Звідти потоки гарячої середовища потрапляють на продукт, вентилятором відсмоктуються і направляються на рециркуляцію в калорифер. Частина середовища з калорифера відводиться в атмосферу по трубі 6. Продукт весь час знаходиться в русі, що забезпечує рівномірну обробку по всьому об'єму.

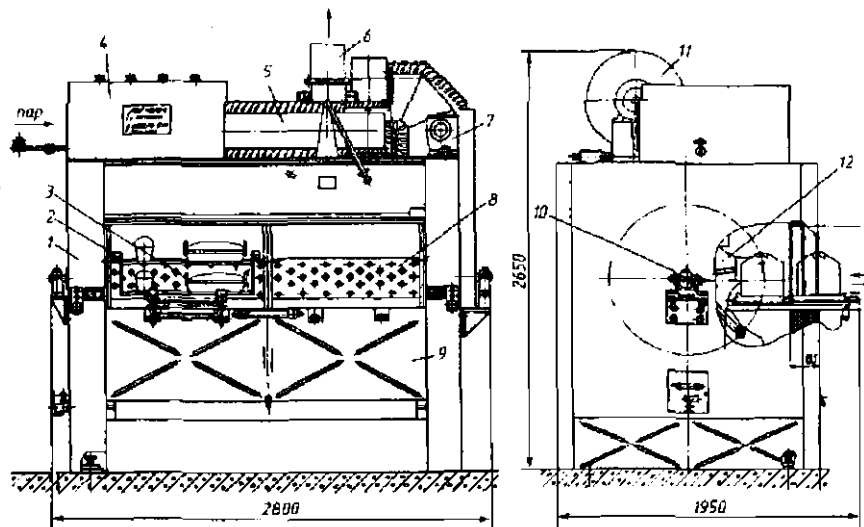


Рис.1.4. Ротаційна піч К7-ФП2-Г

Привід печі (Рис.1.5.) складається з електродвигуна 7, з'єднаний муфтою з черв'ячним редуктором, який муфтою з'єднаний з другим черв'ячним редуктором. Далі ланцюговою передачею редуктор з'єднаний з валом, на якому закріплені три зірочки з пальцями і колицками. Потужність



## 2.ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ТА СОЦІАЛЬНЕ ОБГРУНТУВАННЯ<sup>12</sup>

З кожним роком збільшується попит на натуральні запечені м'ясні продукти. Для отримання якісних продуктів є потреба створювати високоефективні нові обладнання та модернізувати існуючі.

Зараз широко застосовуються ротаційні печі з тунельним ходом або поворотним столом на який закріплюється продуктовий візок, що мають такі недоліки: не рівномірне запікання по всій поверхні продуктового візка; не точне центрування візка та ін..

Для усунення цих недоліків пропонується використовувати підтримуючий підшипниковий вузол, зображений на кресленні. З метою забезпечення кращого центрування візка в печі, дає змогу зменшити навантаження на підвісний пристрій. За рахунок встановлення такого підтримуючого підшипникового вузла досягається точне центрування продуктового візка та рівномірне обертання в пульсуючому режимі, а за рахунок цього ми досягаємо рівномірне запікання по всій поверхні візка та покращується саму якість продукції.

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження Беседа С.Д	Вид документа пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа <b>НУХТ</b>	Розробив документ Римський С.В.	Назва, додаткова назва Технічне-економічне та соціальне обґрунтування	<b>19-1693.ДП.14002.ПЗ.</b>			
	Документ утвердив Гавва О.М.					

### 3.ХАРАКТЕРИСТИКА ВХІДНОГО МАТЕРІАЛУ І ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ.

Матеріал для машини поділяють на два типи - основний та допоміжний. До першого виду належать різні види м'яса та продуктів які мають висукий концентрат білку (яйця, меланж, молоко і молочні продукти, рис, соєвий білок). До другого виду належать речовини як вода, сіль, нітрит натрію, та інше. Сировина продукту визначає споживчі властивості а також різноманітність цих виробів. Частіше всього використовують свинину та яловичину для виготовлення ковбас. Нові технології використовують харчові добавки в продукцію, які поліпшують властивості готової харчової продукції. Так як до підприємства частіше всього надходять м'ясо з низькою водозв'язуючою здатністю, через це застосовують харчові добавки. Добавки - речовини, які не передбачені як обов'язкові в рецептурі,але які вносять в процесі виробництва ковбасних виробів для їх покращення - підвищення інтенсивності забарвлення,стійкості при зберіганні,кращого смаку та аромату або скорочення втрат при термічній обробці.

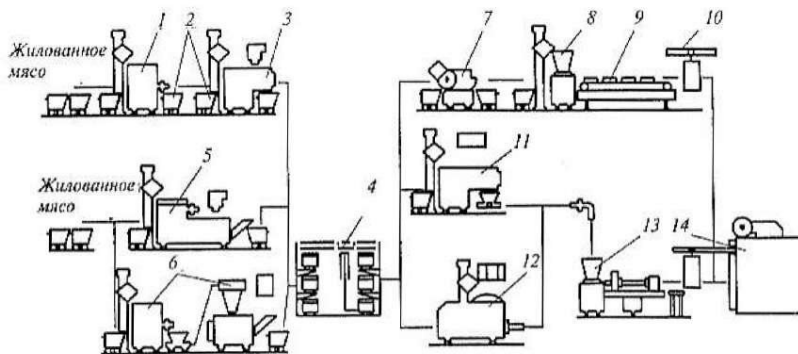


Рис.2.1. Машинно – апаратурна схема лінії виготовлення запечених м'ясних виробів

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження Беседа С.Д.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа <b>НУХТ</b>	Розробник документ Римський С.В.	Назва, додаткова назва Характеристика вхідного матеріалу і готової продукції	<b>19-1693.ДП.14003.ПЗ.</b>			
	Документ затверджен Гавва О.М.					

1 – вовчок; 2 – візки; 3 – змішувач; 4 – камера дозрівання; 5 – посолочний агрегат; 6 – комплекс обладнання для посола м'яса; 7 – чашечнийкутер; 8 – шприцувальна машина; 9 – конвеєрний стіл; 10 – візок; 11 – змішувач подрібнювач; 13 – ковбасний агрегат; 14 – ротаційна піч;

Принцип дії лінії. Після розбирання та обвалювання м'ясо направляють на жиловку. Жиловка це - відділення сполучної тканини, кровоносних і лімфатичних судин, хрящиків, дрібних кісточок та забруднень. Жиловану м'ясну сировину на підприємствах невеликої потужності подрібнюють в вовчку. За допомогою підлогових візків перевозять до змішувача в яких її солять. Посолене м'ясо перекладають з змішувача в підлогову візок та перевозять у камеру дозрівання. На підприємствах середньої і великої потужності здрібнення і посол м'яса здійснюється за допомогою посолочної машини. З першого агрегату подрібнене м'ясо само потрапляє в змішувач, а в другому – фаршевим насосом перекочується по трубопроводу від вовчка до вагового бункера змішувача. Посолочну речовину подають автоматичні дозатори в кількості, пропорційному масі подрібненої сировини в діжки змішувача. Після виконання всіх процедур сировину у візках направляють в камеру дозрівання. За допомогою роботи чашкового кутера, для ретельного подрібнення і приготування фаршу до шприца машини, фарш перевозять у візках, які потім розвантажують в приймальний бункер шприца з допомогою підйомника. Далі ковбасу формують в ручку в оболонку з одним забитим кінцем, а далі в ручну зав'язують шпагатом на конвеєрному столі, з подальшим розкладанням їх на візки. Змішувач-подрібнювач призначений для того щоб змішувати солоне, подрібнене м'ясо з іншими інгредієнтами та подальшим перемеленням.

## 4.БУДОВА ТА ПРИНЦИП РОБОТИ ОБЛАДНАННЯ.ОПИС ЗАПРОПОНОВАНОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ.

### 4.1.БУДОВА ТА ПРИНЦИП РОБОТИ ОБЛАДНАННЯ.

У печі «Агро-Терм» (Рис.4.1.) оброблюваний продукт обертається всередині камери на вертикальній осі. Піч складається з вертикальної камери 6, зібраної з тришарових плит. У камеру через двері 1 на коліщатках завантажують продуктивний візок. У задній частині камери розташований тепловий блок 5, що складається з електронагрівачів і циркуляційного вентилятора. На верхній панелі камери змонтований механізм 4 обертання візка, вентилятори циркуляційний та витяжний, клапани для подачі повітря і швидкого скидання тиску при зміні режиму обробки або при аварії. Плити, з яких збирають камеру, складаються з зовнішніх 3 і внутрішніх 4 панелей з нержавіючої сталі, між якими є шар теплоізоляції із мінеральної вати. Повітря нагрівається в калори –фері 2, зібраному з тенів, потужністю кожен 3,2 кВт. Система підключення тенів дозволяє отримувати потужності (кВт) нагрівача 38,4, 48 і 57,6. Нагріте повітря циркуляційним вентилятором подається в два бічних короби, які мають вертикальні щілини, ширину яких регулюють шибєрними блоками 6 і 7. Гаряче повітря проходить через продукт і по каналу 15, освіченій декоративною панеллю 16 і внутрішньою панеллю, знову надходить в калорифер. Двері 9 закривають замком 12 і ручкою 11. Вона ущільнена силіконовим ущільненням і забезпечена системою блокування, що відключає внутрішні механізми при відкриванні. За процесом запікання спостерігають через вікно 10 при включенні лампочок 13 підсвічування.

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження Беседа С.Д.	Вид документа: пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа <b>НУХТ</b>	Розробив документ Римський С.В.	Назва, додаткова назва Будова та принцип роботи. Опис запропонованого технічного рішення	<b>19-1693.ДП.14004.ПЗ.</b>				
	Документ затвердив Гавва О.М.		Інд. змін	Дата видання	Мова <b>UA</b>	Аркуш	

Продуктовий візок поміщають на круглий стіл, що обертається 14. Стіл складається із сталевого листа, закріпленого на корпусі 18, який змонтований на радіальних 19 і упорних 17 підшипниках. У корпусі закріплений кульковий фіксатор продуктового візка, що складається з кульки 21 і пружини 20. Змащують підшипники через маслянку 22.

Продуктовий візок 5 завантажується на коліщатках на поворотний стіл і фіксується кульковим фіксатором. Стіл приводиться в рух від черв'ячного мотор-редуктора 2 і зубчастої передачі 7, 8 зубчасте колесо якої з'єднане з приводним валом 15 через фрикційну муфту. Ведучий диск муфти закріплений на зубчастому колесі, ведений 9 - на валу. Стиснення дисків здійснюють тарілчастими пружинами 11 і гайками 10. На приводному валу закріплена рамка-води́ло 4, поєднана знизу зі столом регульовано опорами 6. Поворотний механізм працює в пульсуючому режимі: поворот столу на 360°, плавна зупинка і зворотний поворот на 360°. Робоча температура в камері 195°C, короткочасна 200°C. Робочим середовищем служить сухе повітря і повітряно-парова суміш. Для її отримання на тени із форсунок розбризкують воду. Передбачена подача води для промивки тенів. Управління процесом здійснюється від електронного блоку управління, який має 99 програм, кожна з яких включає до 9 кроків. На візок розміром 0,8x0,66x x1.76 м завантажують до 350 кг продукції.

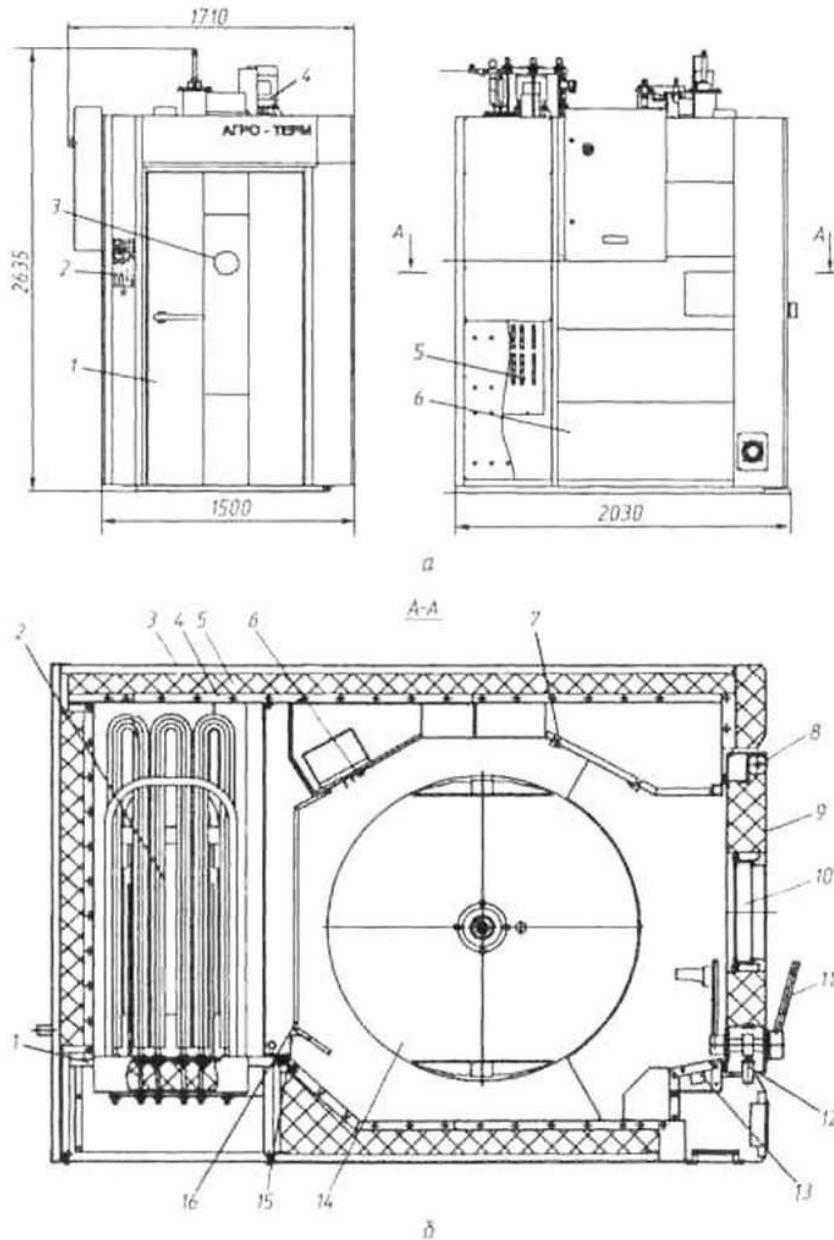


Рис.4.1. Піч «Агро-Терм»

А) Загальний вид: 1 – двері; 2 – пульт управління; 3 – оглядове вікно; 4 – привод обертання рами; 5 – тепловий блок; 6 – камера.

Б) Поперечний переріз камери: 1 – корпус калорифера; 2 – калорифер; 3,4 – зовнішня і внутрішня панелі; 5 – теплоізоляція; 6,7 – шиберні блоки; 8 – петля; 9 – двері; 10 – оглядове вікно; 11 – ручка; 12 – замок; 13 – лампа освітлення; 14 – поворотний стіл; 15 – канал для повітря; 16 – декоративна панель.

## Технічна характеристика

1. Сумарна встановлена потужність, 48 – 57,6 кВт;

- електродвигунів ..... 5 кВт;

- електронагрівачів..... 52 кВт;

2. Температура середовища в термокамері, 50-200 °С;

3. Розміри візка;

- довжина.....660 мм;

- ширина ..... 850 мм;

- висота..... 1772 мм;

4. Габаритні розміри, мм:

- довжина.....**1500** мм;

- ширина .....**2030** мм;

- висота..... 2635 мм;

- маса .....2000 кг;

### 4.2. ОПИС ЗАПРОПОНОВАНОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ.

Дипломний проект на тему «Модернізація ротаційної печі для запікання м'ясних виробів «Агро-Терм»» передбачає з метою забезпечення кращого центрування візка в печі, на підлозі печі розмістити підтримуючий підшипниковий вузол, що дає нам змогу центрувати візок та зменшити навантаження на підвісний пристрій. За рахунок встановлення такого підтримуючого підшипникового вузла ми досягаємо точне центрування продуктового візка та рівномірне обертання в пульсуючому режимі, а за рахунок цього ми досягаємо майже рівномірне запікання по всій поверхні візка та покращується сама якість ковбасних виробів.

## 5. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

### 5.1. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК

Габаритні розміри печі – 1500×2300×2635мм;

Габаритні розміри продуктового візка печі – 660×850×1772мм;

Габаритні розміри полицки з продуктом – 600×800мм;

1. Розраховуємо кількість продукту по ширині печі:

$$N = \frac{L}{L_{np}} = \frac{600}{15} \approx 4шт,$$

де; L – довжина продуктової полицки;

$L_{np}$  – довжина м'ясного виробу;

2. Розраховуємо кількість продукту по довжині печі:

$$n = \frac{B}{L_{np}} = \frac{800}{150} \approx 5шт,$$

де B – ширина продуктової полицки;

$L_{np}$  – довжина м'ясного виробу;

3. Розраховуємо максимальну кількість м'ясного продукту:

$$K_{np} = K_{ш} \cdot K_{д} = 4 \cdot 5 = 20шт;$$

де  $K_{ш}$  – кількість продукту по ширині печі;

$K_{д}$  – кількість продукту по довжині печі;

4. Розраховуємо загальну масу продукту в печі:

$$M = K_{np} \cdot K_{шт} \cdot m = 20 \cdot 18 \cdot 0,3 = 108кг;$$

де  $K_{np}$  – максимальну кількість м'ясного продукту;

$K_{шт}$  – кількість полицок в продуктовому візку;

$m$  – маса одного виробу в кг;

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження Беседа С.Д.	Вид документа: пояснювальна записка		Статус документа	
Власник документа <b>НУХТ</b>	Розробив документ Римський С.В.	Назва, додаткова назва Розрахункова частина	19-1693.ДП.14005.ПЗ.		
	Документ затвердив Гавва О.М.		Інд. змін	Дата видання	Мова <b>UA</b>

Розраховуємо продуктивність:

$$\Pi = \frac{M}{\tau} = \frac{108}{90} = 1,2 \text{ кг/хв};$$

$\partial eM$  – загальну масу продукту в печі;

$\tau$  – тривалість процесу запікання;

## 5.2. ЕНЕРГЕТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК

1. Розрахуємо кутову швидкість обертання валу двигуна:

$$\omega = \frac{\pi n}{30} = \frac{3,14 \cdot 10,833}{30} = 1,134 \text{ об/хв};$$

де  $n$  – частота обертання поворотного стола;

2. Розраховуємо потужність електродвигуна:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot \omega \cdot \eta_a}{1000 \cdot \eta} = \frac{2632 \cdot 1,134 \cdot 1,35}{1000 \cdot 0,8} = 5,06 \text{ кВт};$$

де  $M_{кр}$  – крутний момент, Н/м<sup>2</sup>;

$\omega$  – кутова швидкість, об/хв;  $\eta$  – ККД двигуна;

## 5.3. КІНЕМАТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК

Вихідні дані:

Потужність електродвигуна  $N_{дв} = 5 \text{ кВт}$ ;

Частота обертання валу  $n = 975 \text{ об/хв}$ ;

Частота обертання поворотного стола  $n = 10,833 \text{ об/хв}$ .

1. Розрахуємо загальне передаточне число приводу:

$$U_{заг} = \frac{n_{двиг}}{n_{візка}} = \frac{975}{10,833} = 90,002;$$

2. Розрахуємо загальне передаточне число привода:

$$U_{заг} = U_{ч} \cdot U_{ш};$$

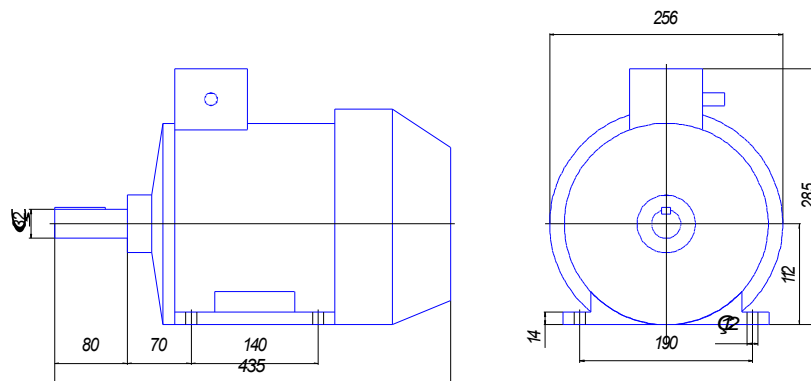
де  $U_{ч}$  – передаточне число черв'ячної передачі, приймаємо  $U_{ч} = 20$ ;

$U_{ш}$  – передаточне число зубчастої передачі;

3. Розрахуємо передаточне число зубчастої передачі:

$$U_{ш} = \frac{U_{заг}}{U_{ч}} = \frac{90}{20} = 4,5;$$

Із каталогу підбираємо електродвигун трифазний асинхронний з короткозамкненим ротором,  $N_{об.кат} \geq N_{дв.роз}$ . Вибираємо електродвигун АИРМ112М4 потужністю 5 кВт із параметрами :  $n = 975$  об/хв.; ККД = 8;  $\cos \varphi = 0.86$ ;



$$N_1 = N_{дв} = 5 \text{ кВт};$$

2. Визначаємо крутні моменти на валах привода:

$$T = 9550 \cdot \frac{N_1}{n} = 9550 \cdot \frac{5}{975} = 107,2 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

#### 5.4. РОЗРАХУНОК ЧЕРВ'ЯЧНОЇ ПЕРЕДАЧІ

Вихідні дані:

$$N_1 = 5 \text{ кВт};$$

$$n_1 = 975 \text{ об/хв};$$

$$u = 20;$$

$$t = 10000 \text{ год};$$

1. Приймаємо число заходів черв'яка  $z_1 = 2$  і ККД передачі  $\eta = 0,82$ .

$$T_2 = 9550 \cdot 10^3 \frac{N_1 u \eta}{n_1} = 9550 \cdot 10^3 \frac{5 \cdot 20 \cdot 0,82}{975} = 1767 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм};$$

2. Приблизна швидкість ковзання:

$$v_c = 0,0004n_1 \sqrt[3]{\frac{T_2}{1000}} = 0,0004 \cdot 975 \sqrt[3]{\frac{1767 \cdot 10^3}{1000}} = 4,7 \frac{m}{c};$$

3. Допущене контактне навантаження:

$$[\sigma_H] = 300 - 25 \cdot v_c = 300 - 25 \cdot 4,7 = 182 \text{ МПа};$$

4. Допущене контактне навантаження при розрахунку на дію максимального навантаження:

$$[\sigma_{HM}] = 2 \cdot \sigma_m = 2 \cdot 200 = 400 \text{ МПа};$$

5. Допущене напруження згину при базовому числі переміні напруги  $N_{FO} = 10^6$  для нереверсивного навантаження:

$$[\sigma_F]_0^0 = 102 \text{ МПа};$$

6. Сумарне число циклів навантаження:

$$N_{FE} = 60n_2t_c = 60 \frac{975}{20} 10000 = 29,25 \cdot 10^6;$$

7. Кофіцієнт довговічності:

$$K_{FL} = \sqrt[9]{\frac{N_{FO}}{N_{FE}}} = \sqrt[9]{\frac{10^6}{29,25 \cdot 10^6}} = 0,57;$$

8. Допустиме напруження на згин:

$$[\sigma_F] = [\sigma_F]_0^0 K_{FL} = 102 \cdot 0,57 = 58 \text{ МПа};$$

9. Допустиме напруження на згин при розрахунку на дію максимального навантаження:

$$[\sigma_{FM}] = 0,8 \cdot \sigma_m = 0,8 \cdot 200 = 160 \text{ МПа};$$

10. Число зубців черв'ячного колеса:

$$z_2 = z_1 \cdot u = 2 \cdot 20 = 40;$$

11. Кофіцієнт діаметра черв'яка:

$$q = 0,25 \cdot z_2 = 0,25 \cdot 40 = 10;$$

12. Кофіцієнт враховуючий розподілення навантаження по ширині вінця:

$$K_{Hv} = 0,3 + 0,1n + 0,02v_c = 0,3 + 0,1 \cdot 8 + 0,02 \cdot 4,7 = 1,194;$$

13. Знаходимо міжосьову відстань передачі із умови контактної витривалості:

$$a_w = \left(\frac{z_2}{q} + 1\right)^3 \sqrt{\left(\frac{170}{[\sigma_H] \frac{z_2}{q}}\right)^2} \cdot T_2 K_{H\beta} K_{Hv} = \left(\frac{40}{10} + 1\right)^3 \sqrt{\left(\frac{170}{182 \frac{40}{10}}\right)^2} 1767 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 1,194 = 242,5 \text{ мм};$$

14. Модуль зачеплення:

$$m = \frac{2a_w}{z_2 + q} = \frac{2 \cdot 242,5}{40 + 10} = 9,7 \text{ мм};$$

15. При стандартному модулі міжосьова відстань:

$$a_w = \frac{m(z_2 + q)}{2} = \frac{10(40 + 10)}{2} = 250 \text{ мм};$$

16. Ділильний діаметр:

$$d_{w1} = qm = 10 \cdot 10 = 100 \text{ мм};$$

$$d_{w2} = mz_2 = 10 \cdot 40 = 400 \text{ мм};$$

17. Розрахункова швидкість ковзання:

$$v_c = \frac{\pi d_{w1} n_1}{60000 \cdot \cos \varphi} = \frac{\pi \cdot 100 \cdot 975}{60000 \cdot 0,98058} = 5,2 \frac{\text{м}}{\text{с}};$$

$$[\sigma_H] = 170 \text{ МПа};$$

18. Коefіцієнт динамічного навантаження:

$$K_{Hv} = 0,3 + 0,1n + 0,02v_c = 0,3 + 0,1 \cdot 7 + 0,02 \cdot 5,2 = 1,104;$$

19. Приведений кут тертя при роботі бронзового колеса в парі із сталевим черв'яком:

$$\eta' = (0,95 \dots 0,96) \frac{\text{tg} \gamma}{\text{tg}(\gamma + \varphi')} = 0,96 \frac{\text{tg} 11^\circ 18' }{\text{tg} 12^\circ 58' } = 0,83;$$

20. Фактичний крутний момент на валу червячного колеса:

$$T_2 = 9550 \cdot 10^3 \frac{N_1 u \eta' }{n_1} = 9550 \cdot 10^3 \frac{11 \cdot 20 \cdot 0,83}{975} = 1788 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм};$$

21. Перевірка контактної напруженості:

$$\sigma_H = \frac{170}{q} \sqrt{\frac{z_2 + 1}{\left(\frac{q}{a_w}\right)^3 T_2 K_{H\beta} K_{Hv}}} = \frac{170}{10} \sqrt{\frac{40}{250} + 1} \cdot 1788 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 1,104 = 168,5 < [\sigma_H] = 170 \text{ МПа};$$

22. Перевіримо контактну міцність зуба при дії максимального навантаження:

$$\sigma_{HM} = \sigma_H \sqrt{\frac{T_{M2}}{T_2}} = 168,5 \sqrt{2} = 237 \text{ МПа} < [\sigma_{HM}] = 400 \text{ МПа};$$

23. Перевіряємо витривалість зубців червячного колеса на згин:

$$z_3 = \frac{z_2}{\cos^3 \gamma} = \frac{40}{0,98058^3} = 42;$$

24. Напруження згину:

$$\sigma_F = \frac{2T_2 \cos \gamma}{1,2d_2 d_1 m} Y_F K_{F\beta} K_{Fv} = \frac{2 \cdot 1788 \cdot 10^3 \cdot 0,98056}{1,2 \cdot 400 \cdot 100 \cdot 10} 1,51 \cdot 1 \cdot 1,104 = 12 \text{ МПа} < [\sigma_F] \\ = 58 \text{ МПа};$$

25. Перевіряємо міцність зуба на згин при дії максимальних навантажень:

$$\sigma_{FM} = \sigma_F \frac{T_{M2}}{T_2} = 12 \cdot 2 = 24 \text{ МПа} < [\sigma_{FM}] = 160 \text{ МПа};$$

Кінцеві параметри передачі приймаємо:

$$z_1 = 2; z_2 = 40; d_1 = d_{w1} = 100 \text{ мм}; d_2 = 400 \text{ мм}; a_w = 250 \text{ мм};$$

### 5.5. ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК

Розрахувати витрату теплоти на установку для обробки м'ясних виробів.

Вихідні дані: а) технічні дані установки - довжина x ширина x висота = 1700 x 1600 x 2500 мм; б) кількість візків у камері, шт. - 1; в) маса ковбасної сітки (рами), кг - 65; г) маса ковбаси на сітці (рамі) при діаметрі ковбасного батона 0,85 мм, кг - 60; д) кількість ковбаси в камері, кг - 350;

е) продуктивність (подача) вентилятора для надходження повітря в камеру, м<sup>3</sup>/год. - 5000; є) параметри нагрівного середовища в камері: 1) в режимі підсушування  $t_{\text{сер}} = 160 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $\phi = 10 \%$ ; 2) в режимі обсмажування  $t_{\text{сер}} = 160 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $\phi = 15 \%$ ; 3) швидкість руху пароповітряної суміші в камері під час підсушування і обсмажування  $W = 2 \text{ м/с}$ ,

і) розрахункові параметри ковбасних виробів: 1) початкова температура продукту -  $t_0 = 17 \text{ }^\circ\text{C}$ ; 2) температура поверхні ковбасного батона -  $t_{\text{п}}$ ; 3) кінцева температура у центрі ковбасного батона  $t_{\text{ц}} = 72 \text{ }^\circ\text{C}$  к) теплофізичні характеристики м'ясного фаршу: 1) густина  $\rho = 1020 \text{ кг/м}^3$  2) теплоємність  $c = 3,685 \text{ кДж/кг} \cdot \text{град}$ ; 3) теплопровідність  $\lambda = 0,465 \text{ Вт/м} \cdot \text{ }^\circ\text{C}$ ; 4) температуропо-відність  $a = 4,4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$ .

А) Процес підсмажування.

Процес підсмажування розраховується, як середнє значення за процес підсмажування значення радіуса ковбасного виробу, враховуючи емпіричну

поправку:  $R_i = k_i \cdot R_0$ , де  $R_0$  - радіус батона на 1-й стадії термічної обробки, м, (1 - підсушування; 2 - підсмажування; 3 - варка);  $k$  - емпіричний коефіцієнт, що характеризує збільшення радіуса ковбасного батона при термічній обробці

( $k_1 = 1; k_2 = 1,023; k_3 = 1,045$ );  $R_0$  - радіус ковбасного батона перед початком термічної обробки, м.

1. Середнє значення радіуса ковбасного батона:

$$R_{сер} = \frac{R_{підсуш} + R_{підсм}}{2} = \frac{0,0425 + 0,0437}{2} = 0,0431 \text{ м};$$

Значення критерію  $B_i = (16,45 + 0,0431)/2 = 1,525$ ;

2. Визначається значення критерію:

$$F_{0підсм} = \frac{B_{підсм} + 4}{1 \cdot B_{підсм}} \cdot \left[ \ln \frac{t_{сер} - t_0}{t_{сер} - t_{ц,підсм}} + F_0 - F_{0підсуш} \right]$$

де  $F_{0підсуш}$  — число Фур'є, яке відповідає тривалості процесу підсушування. Приймаючи  $t_{ц,підсм} = 40$  °С (значення температури в центрі ковбасного батона, що відповідає завершенню процесу підсмажування), визначають за номограмою, при  $B_i = 1,525$  і  $p = 0, F_0 = 0,105$ .

Число  $F_0$  що відповідає тривалості процесу, визначається із виразу:

$$F_{0підсм} = \frac{1,525 + 4}{1 \cdot 1,525} \cdot \left[ \ln \frac{160 - 17}{160 - 40} + 0,105 - 0,075 \right] = 0,161.$$

3. Тривалість процесу підсмажування (в розмірному часі) складає:

$$\tau_{\text{підсм}} = \frac{0,161 \cdot 0,0431^2}{0,00044} = 0,6820 \text{ год} = 40,8 \text{ хв.}$$

4. Температура на поверхні ковбасного батону в кінці процесу підсмажування:

$$\begin{aligned} T(1; F_0) &= 1 - \frac{B_i}{B_i + 2} \cdot \exp \left[ -\frac{8 \cdot B_i}{4 + B_i} \cdot (F_0 - F'_0) \right] = \\ &= 1 - \frac{1,525}{1,525 + 2} \cdot \exp \left[ -\frac{1 \cdot 1,525}{4 + 1,525} \cdot (0,161 - 0,105) \right] = 0,618. \end{aligned}$$

5. Розмірне значення температури поверхні ковбасного батону в кінці процесу підсмажування:

$$t_{\text{підсм}} = T \cdot (t_{\text{сер}} - t_0) + t_0 = 0,618 \cdot (160 - 17) + 17 = 68,3^\circ\text{C}.$$

Б)Процес запікання.

1.Визначається тривалість процесу запікання. Враховуючи,що при  $t = 85^\circ\text{C}$  і  $\varphi = 90\%$ ,  $d = 785,4 \text{ г/кг}$ , коефіцієнт тепловіддачі від пароповітряного середовища до продукту:

$$\begin{aligned} \alpha &= 1,167 \cdot B \cdot k \cdot w^{0,8} \cdot D^{-0,4} \cdot (1 + 1,9d) = \\ &= 1,167 \cdot 3,87 \cdot 1 \cdot 1,5^{0,8} \cdot 0,0882^{-0,4} \cdot (1 + 1,9 \cdot 0,7854) = 41,11 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}) \end{aligned}$$

2. Радіус ковбасного батона в кінці процесузапікання:

$$R_s = 1,045 \cdot 0,0425 = 0,044 \text{ м};$$

3. Середнє значення радіуса ковбасного виробу:

$$R_{\text{сер}} = (0,0437 + 0,0444)/2 = 0,0441 \text{ м};$$

4. Значення критерію  $B_i = (41,11 \cdot 0,0441)/0,465 = 3,9$ . За номограмою при  $B_i = 3,900$  і  $p=0, F_0 = 0,095$ ;

5. При розрахунку процесу запікання приймають, що початкова температура ковбасного батона  $t_{os}$  може бути прийнятою рівною середній температурі:

$$t_{os} = \frac{t_{ц.нідс.} + t_{п.нідсм.}}{2} = \frac{40 + 68,3}{2} = 54,1^\circ\text{C}.$$

6. Розраховують тривалість варки, вимірявши в кінці температуру в середині ковбасного батона в кінці процесу  $t_{ц.с.} = 72^\circ\text{C}$ :

$$F_{0нідсм} = \frac{B_i + 4}{1 \cdot B_i} \cdot \left[ \ln \frac{t_{сеп} - t_{os}}{t_{сеп} - t_{ц.с.}} + F_0 \right] = \frac{3,900 + 4}{1 \cdot 3,900} \cdot \left[ \ln \frac{85 - 54,1}{85 - 72} + 0,095 \right] = 0,0243.$$

7. Розмірний час тривалості процесу запікання  $\tau_s$ :

$$\tau_s = \frac{0,243 \cdot 0,0441^2}{0,00044} = 1,074 \text{ год} = 64,4 \text{ хв.}$$

8. Температура процесу в кінці процесу запікання:

$$\begin{aligned} T(1; F_0) &= 1 - \frac{B_i}{B_i + 2} \cdot \exp \left[ -\frac{8 \cdot B_i}{4 + B_i} \cdot (F_0 - F_0') \right] = \\ &= 1 - \frac{3,900}{3,900 + 2} \cdot \exp \left[ -\frac{1 \cdot 3,900}{4 + 3,900} \cdot (0,243 - 0,095) \right] = 0,632. \end{aligned}$$

$$t_n = T \cdot (t_{сеп} - t_{os}) + t_{os} = 0,632 \cdot (85 - 54,1) + 54,1 = 73,6^\circ\text{C}.$$

9. Загальна тривалість термічної обробки:

$$\tau_{заг} = \tau_{нідс} + \tau_{нідсм} + \tau_s = 0,308 + 0,68 + 1,074 = 2,062 \text{ год} = 123,7 \text{ хв.}$$

10. Теплове навантаження на нагрівання продукту визначається через середню температуру його, яка визначається із виразу:

$$\theta = 1 - \sum_{k=1}^{\infty} B_n \cdot \exp(-mn^2 \cdot F_0),$$

де  $mn$  - корні рівняння;  $B_n = \frac{2 \cdot I}{mn^2 \cdot (mn^2 + B_i^2)}$ .

$$\begin{aligned} \theta_{\text{мідсум.}} = 1 - [ & 0,357316^2 \cdot \exp(-1,531^2 \cdot 0,075) + 0,035248^2 \cdot \\ & \cdot \exp(-4,2427^2 \cdot 0,075) + 0,004196^2 \cdot \\ & \cdot \exp(-7,257^2 \cdot 0,075) + 0,00123^2 \cdot \\ & \cdot \exp(-10,343^2 \cdot 0,075) + 0,000452^2 \cdot \exp(-13,4543^2 \cdot 0,075) + \\ & + 0,000176 \cdot \exp(-16,576^2 \cdot 0,075)] = 0,231. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \theta_{\text{мідс.м.}} = 1 - [ & 0,956839^2 \cdot \exp(-1,539^2 \cdot 0,161) + 0,03569^2 \cdot \\ & \cdot \exp(-4,2486^2 \cdot 0,161) + 0,004859^2 \cdot \\ & \cdot \exp(-7,261^2 \cdot 0,161) + 0,00195^2 \cdot \\ & \cdot \exp(-10,360^2 \cdot 0,161) + 0,000458^2 \cdot \exp(-13,456^2 \cdot 0,160) + \\ & + 0,000179 \cdot \exp(-16,578^2 \cdot 0,161)] = 0,375. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \theta_{\text{с.ар.}} = 1 - [ & 0,9386^2 \cdot \exp(-1,6902^2 \cdot 0,243) + 0,0502^2 \cdot \\ & \cdot \exp(-4,3737^2 \cdot 0,243) + 0,0077^2 \cdot \\ & \cdot \exp(-7,346^2 \cdot 0,243) + 0,00202^2 \cdot \\ & \cdot \exp(-10,409^2 \cdot 0,243) + 0,00074^2 \cdot \exp(-13,506^2 \cdot 0,243) + \\ & + 0,00034 \cdot \exp(-16,619^2 \cdot 0,243)] = 0,560. \end{aligned}$$

$$\theta = \frac{\bar{t}(\tau) - t_{\text{с.ар.}}}{t_0 - t_{\text{с.ар.}}}; \quad \bar{t}(\tau)_i = B_i \cdot (t_{\text{с.ар.}} - t_0) + t_0, \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\bar{t}(\tau)_{\text{мідсум.}} = 0,231 \cdot (160 - 17) + 17 = 36,2^\circ\text{C}$$

$$\bar{t}(\tau)_{\text{мідс.м.ж.}} = 0,375 \cdot (160 - 17) + 17 = 48,1^\circ\text{C}$$

$$\bar{t}(\tau)_{\text{с.ар.}} = 0,560 \cdot (85 - 17) + 17 = 55,1^\circ\text{C}$$

11. Витрати теплоти на нагрівання продукту за процес, кДж:

$$Q_i = c \cdot M \cdot [\bar{t}(\tau)_i - t_{\text{с.ар.}}];$$

$$Q_{\text{місум.}} = 3,685 \cdot 400 \cdot [36,2 - 17] = 28301;$$

$$Q_{\text{мідс.м.ж.}} = 3,685 \cdot 400 \cdot [48,1 - 17] = 45841;$$

$$Q_{\text{с.ар.}} = 3,685 \cdot 400 \cdot [55,1 - 17] = 56160;$$

12. Теплове навантаження за процес, кВт:

$$q_i = \frac{Q_i}{\tau_i};$$

$$q_{\text{підсуш}} = \frac{28301}{0,308 \cdot 3600} = 25,52;$$

$$q_{\text{підсмаж}} = \frac{45841}{0,680 \cdot 3600} = 18,73;$$

$$q_{\text{вар}} = \frac{56160}{1,074 \cdot 3600} = 14,53;$$

13. Теплове навантаження на випаровування вологи. Кількість випареної вологи на протязі процесів підсушування, підсмажування і запікання, кг/кг:

$$w = A \cdot \Phi \cdot \tau \cdot d^{-1}; \quad w = w \cdot G, \text{ кг};$$

Де А – стала випаровування,  $A = 2,16 \cdot 10^{-3}$ ;

$\Phi$  - геометричний коефіцієнт,  $\Phi = 1,75$  для  $D = 85$  мм;

$\tau$  – тривалість процесу,  $\tau = 0,988$  год;

d – діаметр оболонки, м;

G – маса ковбасних виробів у пічці, кг;

$$w = 2,16 \cdot 10^{-3} \cdot 1,75 \cdot 0,988 \cdot 0,085^{-1} = 4,39 \cdot 10^{-2};$$

$$w = 4,39 \cdot 10^{-2} \cdot 400 = 17,6 \text{ кг};$$

14. Витрати теплоти на випаровування вологи, кДж:

$$Q_{\text{вип}} = \frac{w \cdot r}{\tau} = \frac{17,6 \cdot 2108,4}{0,988} = 37559 \text{ кДж};$$

15. Теплове навантаження, кВт:

$$q_{\text{вип}} = \frac{Q_{\text{вип}}}{3600} = \frac{37559}{3600} = 10,43 \text{ кВт};$$

16. Втрати теплоти через зовнішні огороження визначаються, кВт:

$$Q_{\text{втр}} = \sum F_i \cdot k_i \cdot \Delta t;$$

Де  $F_i$  - площа елементів огороження камери,  $\text{м}^2$ ;

$k_i$  - коефіцієнт теплопередачі елементів огороження;

$\Delta t$  - різниця температур всередині пічки,  $^{\circ}\text{C}$ ;

№	Елементи огороження	Площа	Коефіцієнт теплопередачі	Кількість елементів	Різниця температур	Тепловтрати
1	Бічна панель	17,6	0,53	2	76	1,42
2	Стельова	9,7	0,43	1	76	0,32
3	Двері	5,8	0,69	1	76	0,31
4	Торцева	5,8	0,53	1	76	0,23
5	Підлога	9,7	0,47	1	76	0,35
	Всього					2,63

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}};$$

Де  $\alpha_1, \alpha_2$ - коефіцієнти тепловіддачі від повітря до внутрішньої і зовнішньої поверхні огороження; для  $W_{ноє}=2\text{м/с}$ ,  $\alpha_1= 15 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$ ,  $\alpha_2= 10 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$ ;  $\delta$ -товщина теплоізоляційного шару,м; $\lambda$ - коефіцієнт теплопровідності теплоізоляційного матеріалу,  $\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ .1

Результати розрахунку внесено в таблицю: Таблиця 5.1.

14. Витрати теплоти на нагрівання внутрішніх металевих конструкцій,кДж:

$$Q_k = \sum G_i \cdot c_i \cdot (t_{сер} - t_k);$$

№	Елемент конструкції	Маса	Теплоємність	Різниця температур	К – сть теплоти	Теплове навантаж.
1	Алюмінієве облицювання	324	0,9	60	17496	
2	Повітряпрово ди із нерж.ст.	140	0,47	60	3948	
3	Ковбасні сітки	440	0,48	60	12672	
4	Каркас під'їзного шляху	60	0,48	60	1728	
	Всього				358,44	10,08

15. Сумарне теплове навантаження в період підсушування, підсмажування і запікання,кВт:

$$\dot{q} = q_{нідс} + q_{сум} + q_{страт} + q_k = 25,52 + 10,43 + 2,63 + 10,08 = 48,66 \text{ кВт};$$

$$q'' = q_{нідс} + q_{сум} + q_{страт} + q_k = 18,73 + 10,43 + 2,63 + 10,08 = 41,87 \text{ кВт};$$

$$q''' = q_{\text{взр}} + q_{\text{вип}} = 14,52 + 2,63 = 17,15 \text{ кВт.}$$

16. Витрата теплоти,кДж/год:

$$Q' = q' \cdot 3600 = 48,66 \cdot 3600 = 175176 \text{ кДж/год};$$

$$Q'' = q'' \cdot 3600 = 41,87 \cdot 3600 = 150732 \text{ кДж/год};$$

$$Q''' = q''' \cdot 3600 = 17,15 \cdot 3600 = 61740 \text{ кДж/год};$$

## 6.МОНТАЖ,ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ОБЛАДНАННЯ

1. Перед монтажем піч необхідно розпакувати і розконсервувати.
2. Піч,встановлюється строго горизонтально на чистій підлозі на висоті 30-40мм,після чого під опори прокладають плитки або інші негорючі матеріали. До печі підводять газопровід низького тиску,а для видалення гарячих парів і газів виконують самостійну витяжну вентиляцію.
- 3.Після змащення всіх точок піч випробують на холостому ході,перевіряючи при цьому правильність обертання ротора з люльками.
4. Приєднати до термокамери всі комунікації згідно монтажного креслення.

### НАЛАГОДЖЕННЯ

1. Налагодження приладів автоматики і контролю обробки проводити згідно документації на дані прилади;
2. Після закінчення монтажу в налагодженні пічки приймання в експлуатацію її оформлюється актом.

### ПОРЯДОК РОБОТИ

1. На панелі керування тумблером SA4 необхідно відключити звукову сигналізацію, та включити автоматичний вимикач QF1, в разі чого засвічується лампочка червоного кольору HL1 «Сіть».
2. Ручний режим роботи термокамери.  
Важіль позиційного перемикача SA1 потрібно перевести в положення « Ручний режим», потім засвічується лампочка зеленого кольору HL6 «Ручний режим».

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження Беседа С.Д.	Вид документа: пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа <b>НУХТ</b>	Розробив документ Римський С.В.	Назва, додаткова назва Монтаж, експлуатація та ремонт обладнання	19-1693.ДП.14006.ПЗ.			
	Документ затвердив Гавва О.М.		Інд. змін	Дата видання	Мова <b>UA</b>	Аркуш

За допомогою кнопки SB2 «Запуск циклу» можна включити вентилятор M1. Починає горіти зелена лампа HL2. За показником цифрового приладу P1 «Температура середовища», слідкувати занабиранням температури всередині пічки. При досягненні необхідної температури, за допомогою кнопкою SB1 «Все стоп» відключити вентилятори та електронагрівники. Піч підготовлена до роботи в ручному режимі. Відчинити двері пічки, опустити місток і закотити візок з продуктами. Голку терморпарі ВКІ помістити в середину продукції. Припідняти та закріпити місток в дверному проїомі пічки. Зачинити двері. Підключити тумблером SA4 звукову сигналізацію. За допомогою тумблерів «Секції 1» і «Секції 11» контролювати необхідну температуру в печі.

За допомогою вторинних приладів, візуально контролювати температуру в печі, (P1) та в середині продукту (P 2). Цикл визначається закінченим при досягненні необхідної температури в середині продукту. При цьому загорається індикатор HL 11 «Продукт готовий» та з'являється звуковий сигнал. Тумблери та електронагрівники вимикаються кнопкою «Все стоп» - вентилятор. Після вимикання печі, залишити там продукт на 5-10 хв, після чого викотити візок з готовим продуктом. При обсмажуванні ковбасних виробів зволоження пароповітряної суміші досягається шляхом впуску невеликої кількості води в робочу зону термокамери, через електромагнітний клапан У1 або вентиль кнопкою SB3. при цьому загорається лампочка HL 10.

### 3. Напіваавтоматичний режим роботи печі.

Після прогрівання робочої зони пічки позиційний перемикач «Режим роботи» на пульті керування необхідно перевести в положення «Автомат». Режими «Сушіння» та «Обсмажування». На реле КТ1 «Тривалість циклу» необхідно встановити конкретний час обробки. На блоці сигналізації P12 встановити температури готовності продукту та натиснути кнопку «Запуск», загорається лампочка HL2 індикатор. Підтримання температури обробки

здійснюється автоматично приладом P1. У системі регулювання передбачений автоматичний захист від перегріву печі. При перегріванні спрацьовує звукова сигналізація та загорається червоний індикатор HL5 «Перегрів». За допомогою 11 блоку встановлюється температура перегріву P1. Процес обробки закінчується сигналізацією (сирена), після чого секції електронагрівників та вентилятор відключаються. Загорається індикатор «Продукт готовий». Відключити тумблером звуковий сигнал. Далі встановити тривалість наступного режиму обробки. Натиснути кнопку «Пуск» - запускається процес в вибраному режимі. Процес закінчується світловою та звуковою сигналізаціями. Протягом усіх етапів обробки контролюється температура в середині продукту. По досягненню вибраної установки температури в товщі конкретного продукту автоматично вмикається попереджувальна звукова і світлова («Продукт готовий») сигналізація.

## 6.1.ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТ

1. Система ППР включає в себе:

- технічне обслуговування під час експлуатації;
- періодичне технічне обслуговування (О);
- поточний ремонт (П);
- середній ремонт (С);
- капітальний ремонт (К).

Періодичне технічне обслуговування, поточний, середній і капітальний ремонти повинні включатися в графік планово – попереджальних ремонтів підприємства споживача.

Структура міжремонтного циклу.

К-О-О-О-О-О-П-О-О-О-О-О-С-О-О-О-О-О-П-О-О-О-О-О-К

О- періодичне технічне обслуговування установки повинно проходити з періодичністю один раз на місяць.

п – поточний ремонт – з періодичністю кожні шість місяців.

С – середній ремонт – з періодичністю кожні дванадцять місяців.

К – капітальний ремонт – з періодичністю кожні два роки.

2. Технічне обслуговування при експлуатації включає в себе:

- Спостереження над роботою устаткування.
- Перевірку стану захисного заземлення, електропроводки.

## **6.2. РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ РЕМОНТУ**

Піч "Агро-Терм" відноситься до 4 групи обладнання в залежності від тривалості ремонтного циклу. Тому категорія ремонтної складності R=4,5

К-О-О-О-О-О-П1-О-О-О-О-О-С-О-О-О-О-О-П2-О-О-О-О-О-К

Таблиця 6.1.

Назва обладнання	ГОСТ,ТУ, марка, тип, характеристика	Категорія ремонтної складності	Норми часу на ремонтні роботи, люд.-год			
			О	П	С	К
1	2	3	4	5	6	7
Піч	Агро-Терм	4,5	9,9	19,8	78,3	159

1. Трудомісткість ремонту печі:

$$t_p = T_p \cdot R$$

де  $T_p$  – норма трудомісткості ремонту в люд.год. на одну умовну одиницю.

2. Трудомісткість ремонтного циклу машини:

$$t_{p.c.} = R(34 + 17,4 \sum C + 4,4 \sum П + 0,6 \sum O), \text{ люд.год.}$$

$$t_{p.c.} = 4,5(34 + 17,4 \cdot 1 + 4,4 \cdot 2 + 0,6 \cdot 20) = 306 \text{ люд.год.}$$

3. Тривалість в місяцях міжремонтних періодів:

$$P_{mp} = \frac{P_{pc}}{\sum C + \sum П + 1} = \frac{48}{1 + 2 + 1} = 12 \text{ міс.}$$

$P_{mp}$  - ремонтний цикл;

$\sum C$  – сума середніх ремонтів;

$\sum П$  – сума поточних ремонтів;

$\sum O$  - число оглядів в ремонтному циклі;

4. Тривалість в місяцях міжоглядових періодів:

$$P_{mp} = \frac{P_{pc}}{\sum C + \sum П + \sum O + 1} = \frac{48}{1 + 2 + 20 + 1} = 2 \text{ міс.}$$

$$P_{mo} = \frac{P_{mp}}{\sum O' + 1} = \frac{2}{5 + 1} = 0,3 \text{ міс.}$$

$\sum O'$  - число оглядів в міжремонтному періоді;

$P_{mp}$  – міжремонтний період;

5. Необхідна кількість чергових слюсарів для міжремонтного обслуговування:

$$Ч_{м.о.} = \frac{\sum R}{n},$$

де  $\mathcal{C}_{\text{м.о.}}$  - число явочних робітників, необхідне для забезпечення міжремонтного обслуговування в змінну;

$\sum R$  - сума ремонтних одиниць обслуговуючого обладнання;

D- норма міжремонтного обслуговування в умовних ремонтних одиницях на одного робітника в змінну.

$$\mathcal{C}_{\text{м.о.}} = \frac{4,5}{500} = 0,009 \text{ люд./змінну}$$

6. Необхідна середньорічна кількість явочних робітників:

$$\mathcal{C}_p = \frac{(T_{PK} \cdot \sum R_K + T_{PC} \cdot \sum R_C + T_{PP} \cdot \sum R_{II} + T_{PO} \cdot \sum R_O) \cdot K_H}{\Phi}$$

де  $T_{PK}, T_{PC}, T_{PP}, T_{PO}$  - норми трудомісткості на одну ремонту одиницю для капітального, середнього, поточного ремонту і огляду в люд·год;

$\sum R_K, \sum R_C, \sum R_{II}, \sum R_O$  - загальна річна кількість ремонтних одиниць при капітальних, середніх, поточних ремонтах і оглядах;

$K_H$  - коефіцієнт виконання норм часу, досягнутий у попередньому році;

$\Phi$  - ефективний річний фонд часу робітника в годину.

$$\mathcal{C}_p = \frac{(4,5 \cdot 159 + 4,5 \cdot 78,3 + 4,5 \cdot 19,8 + 4,5 \cdot 9,9) \cdot 0,9}{2000} = 0,54 \text{ люд. год.}$$

7. Тривалість ремонту обладнання:

$$A = T_p \cdot R \cdot K_H / B \cdot T_C \cdot C$$

де  $T_p$  - норма трудомісткості ремонту в люд.год. на одну умовну одиницю;

R - категорія ремонтної складності;

$T_C$  - тривалість зміни в годинах;

C - змінність роботи на ремонті даного обладнання;

$K_H$  - коефіцієнт виконання норм часу.

$$A = 24 \cdot 4,5 \cdot 0,9 / 2 \cdot 8 \cdot 1 = 2,95 \text{ змін}$$

$$A = 24 \cdot \Pi_p \cdot R / T_C, \text{ змін};$$

де  $\Pi_p$  – норма простою обладнання в ремонті на одну ремонтну одиницю.

$$A = 24 \cdot 0,6 \cdot 4,5 / 8 = 3,6 \text{ змін};$$

Таблиця 6.2.

Роботи	Норми трудомісткості робіт			
	Профілактичний огляд	Ремонт		
		П	С	К
Слюсарні	0,6	3	12	23
Станочні	-	0,9	3,6	8,5
Інші	-	0,5	1,8	3,5
Всього	0,6	4,4	17,4	35,0

Витрати праці  $P$  на ремонт і профілактику робіт визначають за формулою.

$$P = a \cdot R;$$

Витрати праці на проведення слюсарних, станочних і інших видів робіт визначаються за формулою .

$$P_{сл} = R \cdot a_{сл} \cdot n;$$

$$P_{ст} = R \cdot a_{ст} \cdot n;$$

$$P_{ін} = R \cdot a_{ін} \cdot n;$$

де  $P_{ін}, P_{ст}, P_{сл}$  - трудоемність слюсарних, станочних і інших видів робіт;

$R$  - категорія ремонтної складності;

$a$  - трудоемність кожного виду робіт однієї ремонтної одиниці;

$n$  - кількість однотипних робіт в ремонтному циклі на рік;

8. Трудоемність інших робіт можна визначити за формулою:

$$P_{ін} = P_{заг} - (\sum P_{сл} + \sum P_{ст})$$

На огляд –  $0,6 \cdot 4,5 = 2,7$  год;

На поточний ремонт –  $4,4 \cdot 4,5 = 19,8$  год;

На середній ремонт -  $17,4 \cdot 4,5 = 78,3$  год;

На капітальний ремонт -  $35 \cdot 4,5 = 157,5$  год;

На огляд – **27** год;

На поточний ремонт – **19,8** год;

На середній ремонт - **78,3** год;

Всього – 125,8 год;

9. Трудоемність слюсарних і станочних робіт при оглядах:

$$P_{сл} = 4,5 \cdot 0,6 \cdot 10 = 33,75 \text{ год};$$

10. При поточному ремонті:

$$P_{сл} = 4,5 \cdot 3 = 13,5 \text{ год};$$

$$P_{т} = 4,5 \cdot 0,9 = 4,05 \text{ год};$$

11. При середньому ремонті:

$$P_{сл} = 4,5 \cdot 12 = 54 \text{ год};$$

$$P_{сл} = 4,5 \cdot 3,6 = 16,2 \text{ год};$$

$$P_{пр} = 125,8 - [(33,75 + 13,5 + 54) + (4,05 + 16,2)] = 4,3 \text{ год.}$$

Таблиця 6.3.

Назва обладнання	Марка	Категорія ремонтної складності	Кількість змін	Розряд ремонтного циклу	Тривалість місяці		
					Ремонтний цикл	Міжремонтний період	Міжострового період
Сепаратор	Агро-Терм	4,5	1	IV	159	78,3	19,8

Найменування обладнання	Види ремонтних і профілактичних робіт і їх трудоемність по місяцях, <i>норм-год</i>												Загальна трудоемність робіт				
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	В тому числі				
Ротаційна Піч «Агро-Терм»																	

Найменування неполадки, зовнішні признаки	Причина	Метод вилучення
1. При вмиканні пульта управління не загорається індикатор «мережа»	1. Згорів запобіжник 2. Перегорів індикатор 3. Відсутність напруги в мережі	1. Замінити запобіжник 2. Замінити індикатор 3. Провірити напругу, і в випадку відсутності замінити трансформатор
2. Вал двигуна при пускі не обертається, двигун гуде	1. Відсутність напруги в одній з фаз	1. Знайти і видалити розрив ланцюга
3. Стук в підшипниковому вузлі	1. Пошкодження підшипника	1. Замінити підшипник
4. Не підтримується задана температура в пічці	1. Вийшов з ладу прилад ЦР-7701	1. Замінити на справний прилад

#### 6.4.ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ОБСЛУГОВУВАНІ ОБЛАДНАННЯ

1. *Приміщення мусить бути обладнано припливно-витяжною вентиляцією.*

2. Ковбасний цех повинен бути забезпечений телефоном та сигналізаціями (звукова; світлова), а також зв'язком, що забезпечує координацію роботи ділянок.

3. Під час роботи печі, заборонено знаходитись всередині неї.

4. Спостереження за роботою печі, необхідно проводити через спеціальне вікно.

5. Перед роботою обладнання необхідно переконатись в справності машини.

6. При запуску печі слід оглянути її на стороні предмети. Запуск печі можна починати після завантаження продукції.

7. Не дозволяється залишати включену піч без нагляду.

8. Двері печі мають бути герметичними та не пропускати тепло в робочий цех.

9. Пічка повинна бути обладнана ґратчастою огорожею з розміром комірок не більше  $0,05 \times 0,05$ м.

**7.1.ВИБІР ДЕТАЛІ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МАТЕРІАЛУ**

В наш час технологічне обладнання підприємств має багату різноманітність .

Виготовляємо деталь вал редуктора приводу поворотного стола, тому що він є найважливішою деталлю привода обертового стола печі «Агро-Терм». Вибрана деталь відноситься до типу «вал» також вона є тілом обертання та має свою вісь обертання. Ця деталь володіє спеціальними якостями оскільки не піддається впливу агресивних середовищ, тому вона має бути виготовлена з нержавіючої сталі та корозостійкою.

Судячи з умов середовища в яких працює вал, найкращим матеріалом для виготовлення цієї деталі є конструкційна сталь, а саме сталь 45 ГОСТ 1050-88.

**7.2.ПЕРЕВІРКА ДЕТАЛІ НА ВІДПОВІДНІСТЬ УМОВАМ  
ВЗАЄМОЗАМІННОСТІ,НАДІЙНОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ**

Дивлячись за роботою печі «Агро-Терм» та роботу її основних вузлів та механізмів, можна поділити деталі за призначенням, характером роботи та формою, і іншими властивостями.

З точки зору надійності можна зазначити, що фактори які впливають на вал, є місцеві навантаження. Матеріал з якого виготовлений шток, а саме сталь 45 ГОСТ 1050-88, не реагує на температуру, майже не чутлива до впливу зовнішніх концентраторів напружень при циклічних навантаженнях та прийнятне відношення межі текучості до межі міцності на розтяг.

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження Беседа С.Д.	Вид документа: пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа <b>НУХТ</b>	Розробив документ Римський С.В.	Назва, додаткова назва Технологія виготовлення окремих деталей	19-1693.ДП.14007.ПЗ.			
	Документ затвердив Гавва О.М.		Інд. змін	Дата видання	Мова UA	Аркуш

Мінімальний припуск на оброблення поверхні валу розраховується двосторонній -  $2Z_{i\min} = 2(Rz_{i-1} + D_{i-1} + \sqrt{Tnp_{i-1}^2 + E_{yi}^2})$

$Rz_{i-1}, D_{i-1}, Tnp$  - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарне значення допуску просторових відхилень оброблюваної поверхні на попередньому ступені її оброблення;

$E_{yi}$  - похибка установки заготовки на даному ступені оброблення.

Максимальний припуск на оброблення

$$2Zi_{\max} = 2Zi_{\min} + T_{i-1} - T_i$$

$T_{i-1}$  - допуск розміру поверхні на попередньому ступені оброблення

$T_i$  - допуск розміру поверхні на даному ступені оброблення

Номінальний припуск на оброблення поверхонь

$$2Zi_{\text{ном}} = \frac{2Zi_{\max} + 2Zi_{\min}}{2}$$

Максимальні припуски використовують для визначення сили різання під час обробки, а номінальні – для сумарного припуску на оброблення поверхні.

Розрахунок загальної припустимості литої заготовки ведемо за найточнішим розміром  $\varnothing 32\text{к6}$ .

Припуск на чистове шліфування

$$2Z_{3\min} = 2(Rz_2 + D_2 + \sqrt{Tnp_2^2 + E_{y3}^2})$$

$Rz_2, D_2, Tnp_2$  - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарне значення просторових відхилень при чорновому шліфуванні

$E_{y3}$  - похибка установки деталі під час чистового шліфування.  $Rz_2 = 10$  мкм,  $D_2 = 20$  мкм (табл. 11).

Під час оброблення деталі в центрах  $Tnp_2 = 0, E_{y3} = 0$ .

Тоді  $2Z_{3\min} = 2(10 + 20) = 60$  мкм,  $2Z_{3\max} = 2Z_{3\min} + T_2 - T_3$ ;

$T_2$  - допуск при чорновому шліфуванні,  $T_2 = IT8 = 39$  мкм,

$T_3$  - допуск при чистовому шліфуванні,  $T_3 = IT6 = 16$  мкм;

$$2Z_{3\max} = 60 + 39 - 16 = 83 \text{ мкм};$$

$$2Z_{3\text{ном}} = \frac{2Z_{3\max} + 2Z_{3\min}}{2} = \frac{83 + 60}{2} = 72 \text{ мкм};$$

Припуск на чорнове шліфування

$$2Z_{2\min} = 2(Rz_1 + D_1 + \sqrt{Tnp_1^2 + E_{y2}^2})$$

$Rz_1, D_1, Tnp_1$  - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарна просторова похибка при чистовому точінні.

$E_{y2}$  - похибка установлення при чорновому шліфуванні,  $Rz_1 = 25$  мкм,  $D_1 = 25$  мкм (табл. 11). При обробленні в центрах  $Tnp_1 = 0$ ,  $E_{y2} = 0$ .

Тоді  $2Z_{2\min} = 2(25 + 25) = 100$  мкм,  $2Z_{2\max} = 2Z_{2\min} + T_1 - T_2$ .

$T_1$  - допуск при чистовому точінні,  $T_1 = IT11 = 160$  мкм;

$$2Z_{2\max} = 100 + 160 - 39 = 221 \text{ мкм};$$

$$2Z_{2\text{ном}} = \frac{2Z_{2\max} + 2Z_{2\min}}{2} = \frac{221 + 100}{2} = 160,5 \text{ мкм};$$

Припуск на чорнове точіння

$$2Z_{1\min} = 2(Rz_0 + D_0 + \sqrt{Tnp_0^2 + E_{y1}^2});$$

$Rz_0, D_0, Tnp_0$  - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарна просторова похибка відлитої заготовки.

$Rz_0 + D_0 = 360$  мкм,  $Tnp_0 = 1,4$  мм

$E_{y1}$  - похибка установлення при чорновому точінні.

Під час установлення деталі в патрон з центром  $E_{y1} = 100$  мкм.

$$2Z_{1\min} = 2(360 + \sqrt{1400^2 + 100^2}) = 2063 \text{ мкм};$$

Загальний припуск

$$2Z_{\text{сум}} = \sum_1^i 2Zi_{\text{ном}} = 72 + 160,5 + 2063 = 2292,5 \text{ мкм};$$

Приймаємо  $2Z_{\text{сум}} = 2,5$  мм.

## 7.4. РОЗРАХУНОК ОПЕРАЦІЙ

### Перехід 30.1 Точити поверхню $\varnothing 30 \times l = 35$ мм.

Ріжемо в глибину на 2 мм.

Подача табл. №17  $S=0,4 \dots 0,5$  мм/об. Зрівнюємо з даними з паспорта верстата та приймаємо  $S=0,5$  мм/об.

Зазначаємо швидкість різання табл. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4}} = \frac{131}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,5^{0,4}} = 70,26 \text{ м/хв}$$

Необхідна частота обертів шпинделя верстата

$$n^B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 70,26}{3,14 \cdot 30} = 40,68 \text{ об/хв}$$

Визначаємо більшу ближчу частоту обертів шпинделя верстата  $n_B=1000$  об/хв.

Можлива швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 30 \cdot 40,68}{1000} = 7,025 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 35 + 2 + 2 = 39 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$  - довжина деталі

$l_1$  - підвід інструменту  $l_1 = 2$  мм

$l_2$  - врізання інструменту

$l_3$  - перебіг інструменту

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{39}{40,68 \cdot 0,5} = 1,917 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_D = t_1 + t_2 = 0,1 + 0,12 = 0,22 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,1$  хв – допоміжний час, пов'язаний з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору на верстаті з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі (табл.26).

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12$  хв – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

### Перехід 30.2 Точити поверхню $\varnothing 32 \times l = 50$ мм.

Ріжемо в глибину на 2 мм.

Подача табл. №17  $S = 0,4 \dots 0,5$  мм/об. Перевіряємо з паспортними даними верстата та приймаємо  $S = 0,5$  мм/об.

Зазначаємо швидкість різання табл. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4}} = \frac{131}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,5^{0,4}} = 70,26 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 70,26}{3,14 \cdot 39} = 40,68 \text{ об/хв}$$

Приймаємо більшу ближчу частоту обертів шпинделя верстата  $n_B = 1000$  об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 30 \cdot 40,68}{1000} = 7,025 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 50 + 2 + 2 = 54 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$  - довжина деталі

$l_1$  - підвід інструменту  $l_1 = 2$  мм

$l_2$  - врізання інструменту

$l_3$  - перебіг інструменту

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{54}{40,68 \cdot 0,5} = 2,65 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_D = t_1 + t_2 = 0,1 + 0,12 = 0,22 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,1$  хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору на верстаті з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі (табл.26).

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12$  хв – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

### Перехід 30.3Зняти фаску $1,6 \times 45^\circ$ .

Приймаємо глибину різання 2 мм.

Подача табл. №17  $S=0,4 \dots 0,5$  мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо  $S=0,5$  мм/об.

Визначаємо швидкість різання табл. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4}} = \frac{156}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,5^{0,4}} = 83,66 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n^B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 83,66}{3,14 \cdot 39} = 484,42 \text{ об/хв}$$

Приймаємо  $n_B=520$  об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 30 \cdot 520}{1000} = 89,80 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 1,6 + 2 + 1 = 4,6 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$  - довжина деталі

$l_1$  - підвід інструменту  $l_1 = 2$  мм

$l_2$  - врізання інструменту

$l_3$  - перебіг інструменту

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{4,6}{520 \cdot 0,5} = 0,017 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_D = t_1 + t_2 = 0,05 + 0,12 = 0,17 \text{ хв}$$

### Перехід 40.1 Точити поверхню $\varnothing 32 \times l = 160 \text{ мм}$ .

Приймаємо глибину різання 2 мм.

Подача табл. №17  $S=0,4 \dots 0,5$  мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо  $S=0,5$  мм/об.

Визначаємо швидкість різання табл. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4}} = \frac{115}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,5^{0,4}} = 61,67 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 61,67}{3,14 \cdot 39} = 392,80 \text{ об/хв}$$

Приймаємо більшу ближчу частоту обертів шпинделя верстата  $n_B = 400$  об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 400}{1000} = 62,8 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{DET} + l_1 + l_2 + l_3 = 160 + 2 + 2 = 164 \text{ мм}$$

$l_{DET}$  - довжина деталі

$l_1$  - підвід інструменту  $l_1 = 2$  мм

$l_2$  - врізання інструменту

$l_3$  - перебіг інструменту

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{164}{400 \cdot 0,5} = 0,82 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_D = t_1 + t_2 = 0,1 + 0,12 = 0,22 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,1 \text{ хв}$  – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору на верстаті з

висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі (табл.26).

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12 \text{ хв}$  – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

### Перехід 40.2 Точити поверхню $\varnothing 36 \times l = 100 \text{ мм}$ .

Приймаємо глибину різання 2 мм.

Подача табл. №17  $S=0,4 \dots 0,5 \text{ мм/об}$ . Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо  $S=0,5 \text{ мм/об}$ .

Визначаємо швидкість різання табл. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4}} = \frac{115}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,5^{0,4}} = 61,67 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n^B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 61,67}{3,14 \cdot 39} = 392,80 \text{ об/хв}$$

Приймаємо більшу ближчу частоту обертів шпинделя верстата  $n_B = 400 \text{ об/хв}$ .

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 400}{1000} = 62,8 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 100 + 2 + 2 = 104 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$  - довжина деталі

$l_1$  - підвід інструменту  $l_1 = 2$  мм

$l_2$  - врізання інструменту

$l_3$  - перебіг інструменту

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{104}{400 \cdot 0,5} = 0,52 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_d = t_1 + t_2 = 0,1 + 0,12 = 0,22 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,1$  хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для

поперечного обточування з установленням різця по упору на верстаті з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі (табл.26).

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12$  хв – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

### Перехід 40.3Зняти фаску $1,6 \times 45^\circ$ .

Приймаємо глибину різання 2 мм.

Подача табл. №17  $S=0,4 \dots 0,5$  мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо  $S=0,5$  мм/об.

Визначаємо швидкість різання табл. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4}} = \frac{156}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,5^{0,4}} = 83,66 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n^B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_s} = \frac{1000 \cdot 83,66}{3,14 \cdot 39} = 484,42 \text{ об/хв}$$

Приймаємо  $n_B=520$  об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_d = \frac{\pi \cdot d \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 30 \cdot 520}{1000} = 89,80 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 1,6 + 2 + 1 = 4,6 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$  - довжина деталі

$l_1$  - підвід інструменту  $l_1 = 2 \text{ мм}$

$l_2$  - врізання інструменту

$l_3$  - перебіг інструменту

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{4,6}{520 \cdot 0,5} = 0,017 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_d = t_1 + t_2 = 0,05 + 0,12 = 0,17 \text{ хв}$$

## 7.5.ТЕХНОЛОГІЧНИЙ МАРШРУТ ВИГОТОВЛЕННЯ ВАЛУ

Таблиця 7.1.

Номер операції, переходу	Назва операції, переходу	
1	2	3
10	Заготівельна (УЗЗ)	Прокат Ø39, сталь 45 ГОСТ 1050-78, відрізний верстат
10.1	Відрізати заготовку довжиною 348мм, Ø39	Дискова відрізна фреза Ø200, Р6М5, ШЦ-1
20	Фрезерно-центрувальна (УЗЗ)	Фрезерно-центрувальний верстат
20.1	Фрезерувати пов. 1 і 2, на відстань 345мм	Торцева фреза Ø200, Р6М5, ШЦ-1
20.2	Свердлити центрувальний отвір пов.3 Ø3 мм	Центрувальне свердло Ø5мм, Р6М5, ШЦ-1
20.3	Свердлити центрувальний отвір пов.4 Ø3 мм	Центрувальне свердло Ø5мм, Р6М5, ШЦ-1
30	Токарна (УЗЗ)	Токарно-гвинторізний верстат 16К20
30.1	Точити пов.1 Ø30,3мм на довжину l=35 мм начорноз припуском під шліфування	Різець прохідний упорний правий $\varphi = 90^\circ$ ; $\gamma = 12^\circ$ ; $\alpha = 8^\circ$ ; $r = 1 \text{ мм}$ ; розміри -ВхНхL = 16 x 25 x 140 мм, Т15К6, ШЦ1

30.2	Точити пов.2Ø32,3ммна довжину l=50 мм начорноз припуском під шліфування	Різець прохідний упорний правий $\varphi = 90^\circ; \gamma = 12^\circ; \alpha = 8^\circ; r = 1 \text{ мм};$ розміри -ВxНxL = 16 x 25 x140 мм, Т15К6, ШЦ1
30.3	Зняти фаску 1,6×45°пов.3	Різець прохідний відігнутий правий $\varphi = 45^\circ; \gamma = 10^\circ; \alpha = 8^\circ; r = 1 \text{ мм};$ розміри -ВxНxL = 16 x 25 x140 мм, Т15К6, ШЦ1
40	Токарна (УЗЗ)	Токарно-гвинторізний верстат16К20
40.1	Точити пов.1 Ø32,3мм на довжину l=160 мм начорно з припуском під шліфування	Різець прохідний упорний правий $\varphi = 90^\circ; \gamma = 12^\circ; \alpha = 8^\circ; r = 1 \text{ мм};$ розміри - В x Н x L = 16 x 25 x 140 мм, Т15К6, ШЦ1
40.2	Точити пов.2Ø36,3 мм на довжину l=100 мм начорно з припуском під шліфування	Різець прохідний відігнутий правий $\varphi = 45^\circ; \gamma = 10^\circ; \alpha = 8^\circ; r = 1 \text{ мм};$ розміри -ВxНxL = 16 x 25 x 140 мм, Т15К6, ШЦ1
40.3	Зняти фаску 1,6×45°пов.3	Різець прохідний відігнутий правий $\varphi = 45^\circ; \gamma = 10^\circ; \alpha = 8^\circ; r = 1,5 \text{ мм};$ розміри - В x Н x L = 16 x 25 x 140 мм, Т15К6, ШЦ1
50	Фрезерна (УЗЗ)	Вертикально-фрезерний верстат
50.1	Фрезерувати шпоночний паз пов.1 довжиною 100 мм начорно	Двохлезова шпонокова фреза,Р6М5, ШЦ1-1
50.2	Фрезерувати шпоночний паз пов.1 довжиною 100 мм начисто	Двохлезова шпонокова фреза, Р6М5, ШЦ1-1
60	Фрезерна (УЗЗ)	Вертикально-фрезерний верстат
60.1	Фрезерувати шпоночний паз пов.1 довжиною 15 мм начорно	Двохлезова шпонокова фреза,Р6М5, ШЦ1-1
60.2	Фрезерувати шпоночний паз пов.1 довжиною 15 мм начисто	Двохлезова шпонокова фреза, Р6М5, ШЦ1-1
70	Шліфувальна УЗЗ	Круглошліфувальний станок 3Б151
70.1	Шліфувати пов.1, Ø30кб начорно і начисто	Шліфувальний круг
70.2	Шліфувати пов.2, Ø32кб начорно і начисто	Шліфувальний круг

## 8.ОХОРОНА ПРАЦІ

Закони та нормативні документи з охорони праці, основи на законі по ОП в Україні, який прийняли 14 жовтня 1992 року. Доповнений, перезатверджений 2002р від 21 листопада, конституція України. Нормативна документація з охорони праці представлена у вигляді стандартів, гостів і так далі.

Закони України з ОП визначають головні положення щодо реалізації конституційного права громадян на охорону їх життя і здоров'я в процесі трудової діяльності, регулюється державними органами, відносини між власником підприємства , установи та організації або уповноваженим органом та працівником з питань його безпеки, гігієни праці та виробничого середовища та встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

В ковбасному відділі , у якому встановлена піч, має нараховуватись не менше 6 робітників, поділених на дві зміни. Випадки, які можуть призвести до травм:

- ◆ падіння потерпілого, у тому числі – з висоти;
- ◆ Предмети які обертаються та рухаються;
- ◆ Дія електричного струму
- ◆ Травми заподіяні іншою особою;
- ◆ стихійне лихо;
- ◆ пожежа;

### 8.1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ

Метою дослідження виробничого травматизму - це розроблення заходів щодо запобігання нещасних випадків на підприємстві.

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження Беседа С.Д.	Вид документа: пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа <b>НУХТ</b>	Розробив документ Римський С.В.	Назва, додаткова назва Охорона праці	19-1693.ДП.14008.ПЗ.			
	Документ затвердив Гавва О.М.		Інд. змін	Дата видання	Мова <b>UA</b>	Аркуш

Аналізуючи причини травм та удосконалюючи техніку безпеки.

Для визначення виробничого травматизму використовуються різні методи. Найпоширеніші та взаємодоповнюючі:

- статистичний,
- монографічний,
- економічний,
- ергономічний,
- психофізіологічний.

### **Організація служби охорони праці на підприємстві**

На підприємстві є особа яка проводить інструктажі та відповідає за охорону праці. На певному заводі ці обов'язки виконує інженер з охорони праці. Його основні обов'язки — проводити інструктажі з охорони праці, слідкувати за дотриманням вимог виробничої санітарії та гігієни праці на підприємстві

### **Інструктажі**

Відповідно з діючим законодавством, керівники підприємств зобов'язані контролювати своєчасне та якісне проведення інструктажів відповідним безпечним прийомом та методам праці, ознайомлювати працівників з правилами поведінки на заводі. Без попереднього, належного інструктажу неможна запобігти нещасних випадків. Є декілька видів інструктажу працюючих по безпечним прийомом та методам праці.

### **Фінансування заходів з охорони праці**

Фінансування заходів з охорони праці підприємств здійснюється з бюджету підприємства його власником, за рахунок 0,5 % від фонду оплати праці , штрафів, спонсорської допомоги. Заходи з охорони праці є безкоштовними

для робітників даного підприємства. Підприємство надає кошти на покращення безпеки, гігієни праці і виробничого середовища та комплексних заходів, що опрацьовуються та реалізуються на підприємствах, в установах, організаціях. Фінансування заходів з ОП проводяться також за рахунок штрафів та спонсорської допомоги. 56

## 8.2. САНІТАРНІ УМОВИ НА ДІЛЬНИЦІ

На підприємствах м'ясної промисловості санітарні умови все ж таки бажають бути кращими. В зв'язку з тим, що на дільниці постійно є гаряча та холодна вода, а також обов'язково є туалет, стан волості в цеху досить високий.

### Виробничі шкідливі та небезпечні фактори

Основним шкідливим для здоров'я людини фактором, що працює з пічкою є висока вологість (особливо в самій пічці) висока температура та протяги. В печі температуру створює парогенератор, а протяги вентилятори, душова дільниця має високу відносну вологість. Всі ці виробничі фактори впливають на органи дихання персоналу. Тому обов'язковим є користування засобами індивідуального захисту.

На дільниці присутні такі небезпечні фактори як: Ш – шум, В – вібрація, М<sub>Т</sub> - механічні травми, Е – електробезпека, Т – теплове випромінювання, В<sub>Н</sub> - вологовиділення.

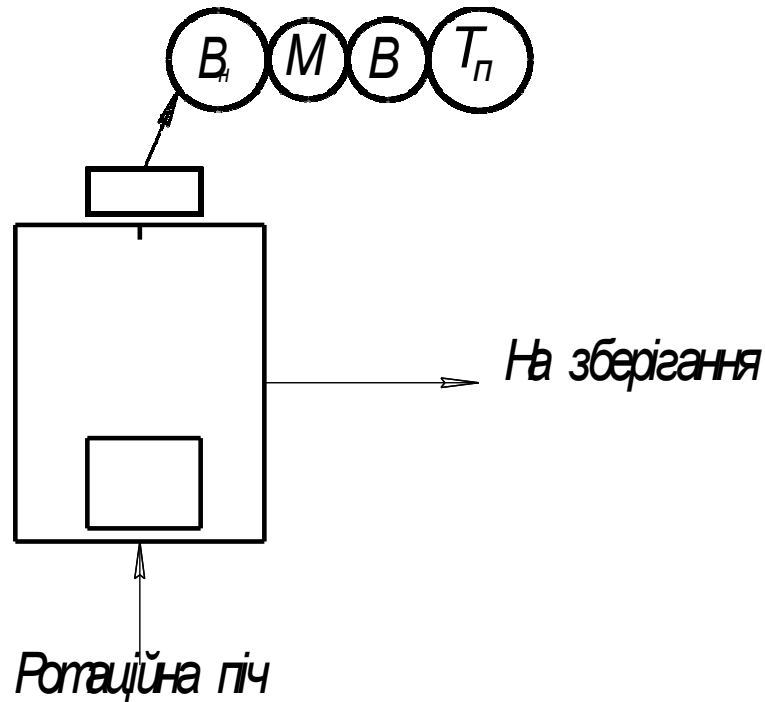


Рис.8.1. Схема небезпечних факторів печі  
**Метеорологічні умови**

Цех переробки м'яса - це споруда яка була побудована на початку нашого століття. Споруда досить міцна. Кількість вікон та дверей мінімальна.

Основними засобами захисту цеху від погодних умов є ущільнення дверних і віконних отворів, а в разі необхідності стін та зміцнення перекриття.

Під час праці людиною витрачається енергія яку накопичив її організм, поповнити запаси можна поївши. Інтенсивність витрат залежить від інтенсивності праці, а також від оточуючого середовища, в першу чергу, від стану свіжості повітря в приміщенні, який називається метрологічними умовами.

Метрологічні умови в приміщеннях визначаються такими параметрами як: температурою повітря в приміщенні  $C$ ; відносною

вологістю повітря, %; рухливістю повітря, м/с; тепловим випромінюванням Вт/м<sup>2</sup>. ГОСТ 12.1.005-88. р

**Оптимальні і допустимі норми температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні виробничого приміщення.**

Таблиця 8.1.

Період року	Температура, С				Відносна вологість, %		Швидкість руху, м/с		
	Оптимальна	допустима		Оптимальна	Допустима на робочому місці постійному та непостійному, не більше	Оптимальна	Допустима на робочому місці постійному та непостійному, не більше		
		верхня межа	нижня межа						
		на робочому місці							
	Постійному	Непостійному	Постійному	Непостійному					
холодний	1...23	25	26	20	17	0...60	75	0,1	Не більше 0,2
теплий	2...24	28	30	22	20	0...60	60 (при 27 С)	0,2	0,1...0,3

**Випромінювання (теплове і радіаційне)**

Загрозу для здоров'я несе випромінювання, а саме теплове та радіаційне.

У роботі печі може бути присутнім теплове випромінювання, яке утворюється внаслідок подачі пари. Але пічка має товсті стіни, а споруди мають подвійні жаро не пропускні двері, то таке

випромінювання майже не несе особливої небезпеки для людини, за винятком коли людина перебуває в самій сушарці.

### **8.3.ОСВІТЛЕННЯ**

Освітлення в цехах м'ясної обробки, та на території підприємства має відповідати вимогам СНіП 2-4-79. Правильне освітлення приміщень сприяє зменшенню зорової та загальної втоми, а також травматизму.

Освітлення в цеху в основному комбіноване. Тобто частина світла потрапляє через вікна, а частина є штучним, як додаткове. Для освітлення ковбасного цеху використовують лампи нагрівання, а сам цех освітлюють світильники типу ЛСП-2-40-У4 з люмінесцентними лампами типу ЛБ-40.

Окрім робочого освітлення передбачене ще й аварійне освітлення, світильники якого повинні бути включені на протязі роботи робочого освітлення та повинні мати відмітні знаки. Аварійне освітлення повинно становити не менше 5% від всього освітлення цеху необхідне для продовження роботи. Аварійне освітлення повинне забезпечувати освітленість на полу основних проходів і на сходах в приміщенні не менше 5 лк для швидкої та правильної евакуації людей з приміщень.

#### **Аварійне освітлення.**

Аварійне освітлення потрібно для безпечної роботи персоналу у відділеннях, а також для швидкої евакуації людей у випадку відключення основного освітлення. Аварійне світло включено постійно

на протязі всього робочого часу, так як і основне освітлення, так як для безпечної роботи потрібне основне і аварійне освітлення.

#### **Ремонтне освітлення.**

Для ремонту освітлення використовується сітка освітлення, з напругою 36 В.

### **8.4. ШУМ І ВІБРАЦІЯ**

Насоси є основним джерелом струму в приміщеннях виготовлення м'ясної продукції. Насоси видають звук в розмірі – 75ДБл, який не перевищує допустиму норму.

В цехах по переробці м'яса джерелом шуму є машини які знаходяться в приміщеннях так і зв'язуючи транспортні пристрої.

Щоб запобігти накладання звуку один на другий від машин, їх розміщають по периметру будівлі в ізольованих капітальними стінами приміщеннях.

При запуску і налаштування машин потрібно проводити статичне та динамічне балансування рухомих частин обладнання.

Щоб знизити рівень звуку тиску від обладнання до норми по ГОСТ 12.1.00.3-76 Виконуються наступні заходи:

- В приміщеннях де є ізоляція встановлюються вентилятори;
- повинен бути плавний підвід повітря до вентиляторів;
- передбачені вібропоглиначі гнучкі вставки для приєднання повітропроводів до вхідних та до нагнітаючих патрубків вентиляторів;
- на пружинних амортизаторах встановлюються вентилятори .

Захист від шуму. Джерелами шуму є

електродвигуни технологічного обладнання, насоси, транспортери цеху.

У відділені рівень шуму повинен відповідати експлуатаційним даним по діючим підприємствам – не перевищуючи 45ДБл, в разі дотримання норм не вимагають проведення спеціальних заходів.

### **Вібрація**

При збільшенні потужності та швидкості переміщення у виробництві призводять до таких явищ як вібрація. Вібрації негативно впливають на організм людини тим самим можуть викликати такі наслідки як серйозні патологічні зміни. Для підприємства є радикальними способами позбутися вібрації, комплексною механізацією і автоматизацією підприємства.

## **8.5. ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА**

Цех по переробці м'ясних продуктів відноситься до приміщень з підвищеною небезпекою, що супроводжується наявністю таких небезпечних факторів як: сирість(що перевищує 75% вологості в повітрі довгий час); підлога яка проводить струм; підвищена температура повітря.

У цехах вироблення м'ясної продукції, споживають енергію такі прилади як: привод печі та інше обладнання. Ці машини можуть створити небезпеку для людини і його життя. За часту електротравми бувають спричиненими незадовільною організацією робочих місць та не правильним інструктажем і недоліки в обладнанні. Всі металеві частини електрообладнання обов'язково повинні бути заземлені для того щоб захистити персонал від ураження струмом.

В приміщеннях є автоматичне захисне відключення всіх фаз при замиканні в мережі 380 В

Індивідуальними засобами захисту є: спецодягом і взуттям для кожного працівника та захисні засоби для виробництва праці та ремонту обладнання, які відповідають вимогам. Захисними засобами захисту є: окуляри, респіратори, запобіжні пояси, діелектричні рукавиці, ізолюючі шланги, плоскогубці та ін.

Колективними засобами захисту є: основні організаційно-технічні заходи та засоби щодо попередження електротравм, які регламентуються ДНАОП 0.00-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів».

### **Статична електрика**

Під час роботи з утворенням або переміщенні діелектриків, розділенням і тертям речовин, з'являються заряди статичного струму, які можуть спровокувати вибух або пожежу на підприємстві.

Види захисту:

1. Заземлення обладнання.
2. Дотримання вологості в межах 75 %;
3. Іонізація повітря;
4. Проведення профілактичних заходів.

### **Захист від блискавки**

Металеві ферми перекриття з'єднуються між собою металевою половою яка з'єднана струмовідводами та заземлена по периметру будівлі, що захищає її від прямих ударів блискавки. Контур заземлення зроблений електродами з круглої сталі діаметром 12мм, довжиною 5м, забитих в землю та з'єднаних між собою на глибині 0,5 метра і нижче відмітки землі з допомогою електрозварки стальною половою розміром

40\*40 мм. Внутрішній контур заземлення зроблений з полосової сталі<sup>63</sup> розміром 25\*4мм та нульовими типами кабелів.

## 8.6. ВЕНТИЛЯЦІЯ

В приміщені переробки м'яса повинна бути припливно-витяжна вентиляція з механічним і природнім рухом повітря. Витяжна вентиляція повинна бути для того щоб виловлювати шкідливі речовини в зоні їх виділення, а припливна вентиляція призначення для транспортування свіжого повітря в робочі приміщення. Припливно-витяжна вентиляція діє за допомогою вентиляторів. Притяжна вентиляція транспортує свіже повітря в калорифери, де воно нагрівається та переходить до сушки.

## ПОБУТОВІ ПРИМІЩЕННЯ

Побутові приміщення розміщені так щоб працівники не потрапляли до приміщень з шкідливими викидами, якщо вони безпосередньо там не працюють.

В таких приміщеннях створюють припливну та витяжну вентиляцію.

В гардеробах є шафи і лавки, навпроти них розміщені душові кабінки. Найближчий туалет розміщений за 75 метрів від робочого місця. Кімната для куріння знаходиться за територією приміщень біля туалету.

## 8.8. ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ОБСЛУГОВУВАННІ ОБЛАДНАННЯ

1. В цеху варки має бути витяжна вентиляція.
2. Ковбасний цех має бути оснащений телефонним зв'язком, а також сигналізацією.
3. Заборонено заходити в середину печі під час її роботи.
4. Наглядати за роботою печі слід через спеціальне вікно.
5. Перед роботою машини необхідно переконатись в її справності.
6. Перед запуском печі слід оглянути її та завантажити в неї продукт.
7. Забороняється залишати піч під час її роботи
8. Двері пічки повинні бути герметичними.

## 8.9. ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА

На підприємствах м'ясної промисловості використовують автоматичні установки пожежогасіння.

Автоматичні установки є двох видів: спринклерні та дренчерні та класифікуються в залежності засобу гасіння: водяні, парові, пінні, газові, порошкові та комбіновані. Вибір підприємства здійснюється відповідно до особливостей технологічного процесу та техніко-економічного обґрунтування.

Об'єктів, які мають бути обладнаними автоматичними установками пожежогасіння, визначаються ГОСТ 12.4.009-83.

## ПРОТИПОЖЕЖНІ ЗАХОДИ

Приміщення печі відносяться до вибухонебезпечних установ категорії Б згідно з нормами технологічного проектування НАПБ Б 03.002.07 . В зв'язку із змінами в документах, виконується комплекс заходів по забезпеченню вибухопожежної безпеки.

Джерелом загорання є:

- факел газового пальника, електродуга ;
- розжарені елементи поверхонь конструкцій;
- розряди статичного струму.

Суміші можуть загоратись як і при допоміжних виробничих операціях, так і при проведенні основних процесів.

Дії для запобігання вибухів та пожеж:

- засоби зв'язку;
- автоблокування приводів груп машин;
- датчик рівня заповнення;
- герметичність обладнання;
- вільний доступ до обладнання;
- аспірація мережі забезпечення вибухорозрядниками.

На першому поверсі є насоси які мають подавати воду на всі поверха під час виникнення пожежі. На кожному поверсі знаходиться пожежний гідрант. Для підприємств категорії В-ІІ складає на зовнішнє гасіння 20 л/с, на внутрішнє 5 л/с. Запас води на пожежогасіння визначають за формулою:

$$Q = (3 \cdot 3600 \cdot N) / 100, \text{ м}^3$$

$$N = П1 + П2$$

де,  $P_1$  – витрати води на внутрішнє гасіння, л;

$P_2$  – витрати води на зовнішнє гасіння, л;

3600-1000 – переведені коефіцієнти відповідно в години і літри;

3 – витрати води з врахуванням 3-х годинного пожежогасіння.

$$Q = 3 \cdot 3600 \cdot (20 + 5) / 100 = 270 \text{ м}^3;$$

площа приміщення цеху  $15 \cdot 40 = 600$  кв.м.

Знаходимо кількість і тип вогнегасників. Так для гасіння пожежі на площі 1000 кв.м потрібно:

Повітряно-пінних вогнегасників місткістю 10 л – 2, порошкових місткістю 10 л – 2, порошкових місткістю 5 кг – 2 відповідно для площі 600 кв. м треба вдвічі менша кількість вогнегасників, тобто ВВП-10 – 1, ВПС-10 – 1, ВП-2А – 1.

### **Пропозиції щодо покращення умов праці**

На превеликий жаль всі операції на пічці періодичної не проводяться в ручну в умовах протягів і підвищеної температури. Ці всіх умови погано впливають на стан здоров'я людей і можуть спричинити до важких захворювань органів. Крім того, операції, які пов'язані з виготовленням ковбасних виробів фізично важкі для людей. Тому однією та основною пропозицією для того щоб було просте працювати, є механізація основної роботи: завантаження ковбасних виробів, перенесення ковбас з одної посудини в другу, вивантаження ковбас з пічки за допомогою транспортера.

## 9.ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

Харчова промисловість великий вплив на екологію. За обсягом відходів займає майже перше місце в цій галузі. Мінімальне значення дорівнює обсягу ресурсів у галузях переробки сільськогосподарської продукції, а максимальне – отримано, сумарним значення різноманітних видів продукції а також існуючих норм утворення відходів. В середньому використання сировини не має перевищувати 30%. З цього робимо висновок, що 2/3 сировини, яка надходить на підприємство перетворюється у відходи. Останнім часом харчова промисловість змінилась, розроблені зміни пройшли апробацію в промислових умовах, високоефективних, технологічних процесів і організаційно-економічних систем, які дозволяють утилізувати більше відходів. Але незначно змінилось загальне становище, і однією із проблем, яку потрібно вирішити вже найближчим часом, є переробка відходів перед безпосередньою передачею їх іншим галузям. Промислові підприємства з переробки м'яса є забруднювачами атмосферного повітря. На територіях де утримують худобу та птицю на значній відстані в повітря розповсюджують шкідливі речовини такі як: аміак, сірководень та інші гази. Майже на всіх підприємствах є великі холодильники. В них зберігаються хімічні речовини які мають назву хлорфторвуглеці. Ці хімічні речовини руйнують озоновий шар. Ці сполуки широко розповсюджуються у виробництві. Їх використовують як охолоджувачі речовини в холодильниках і кондиціонерах.

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження Беседа С.Д.	Вид документа: пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа <b>НУХТ</b>	Розробив документ Римський С.В.	Назва, додаткова назва Охорона довкілля	19-1693.ДП.14009.ПЗ.				
	Документ затвердив Гавва О.М.		Інд. змін	Дата видання	Мова <b>UA</b>	Аркуш	

Найнебезпечнішим є бромистий метил. Цьому паливу надають перевагу за його економічну та промислову ефективність. Через роботу підприємств забруднюється вода. В стічних забруднених водах, органічні речовини складають 58%, мінеральні речовини – 42%. Також мають місце бактеріальні та біологічні забруднювачі. Мінеральними забруднювачами є пісок, глинисті частки, які потрапили у воду після миття. Забруднення рештками тварин. На здоров'я людини впливають продукти які не відповідають вимогам. В складі багатьох продуктів міститься цинк, мідь, свинець, Не рідко їх вміст в продуктах перевищують. Також не мало імпортих продуктів містять синтетичні основи і сурогати.

За результатами аналізу роботи різних ротаційних печей та проведення техніко – економічного аналізу, проведення основних розрахунків (технологічний розрахунок, енергетичний розрахунок, кінематичний розрахунок, тепловий розрахунок) в цій печі «Агро-Терм» було запропоновано на підвозі камери розмістити підтримуючий підшипниковий пристрій, розроблена графічна частина в якій показаний головний вигляд печі «Агро-Терм», креслення вузлів печі і креслення підтримуючого підшипникового пристрою та деталей.

Встановлення підтримуючого підшипникового пристрою було розроблено для кращого центрування візка та рівномірне запікання м'ясних виробів по всій площині візка, рівномірне обертання стола в пульсуючому режимі, а за рахунок цього і покращення якості м'ясних виробів.

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження Беседа С.Д.	Вид документа: пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа <b>НУХТ</b>	Розробив документ Римський С.В.	Назва, додаткова назва <b>Висновок</b>	<b>19-1693.ДП.14000.ПЗ.</b>			
	Документ затвердив Гавва О.М.					

## Список використаної літератури

1. Ивашов В.И., Панфилов В.А., Колошин Ю.А. «Технологическое оборудование м'ясний промишлености» Пищевая промышленность., М. 2007
2. Пелеев А.И. «Технологическое оборудование мясокомбинатов» Пищепромиздат, 1963.
3. Горбатов В.М. «Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт оборудования», М. 1975
4. Горбатов В.М. «Оборудования для убоя скота, птицы, производств колбасных изделий и птицепродуктов», М. изд. «Пищевая промышленность»
5. Горбатов В.М. «Техника безопасности и охрана труда в мясной промышленности» М. 1975.
6. Дашевский В.Н. «Охрана труда в пищевой промышленности», М. «Легкая и пищевая промышленность» 1983.

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження Беседа С.Д.	Вид документа: пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа <b>НУХТ</b>	Розробив документ Римський С.В.	Назва, додаткова назва Список використаної літератури	19-1693.ДП.14000.ПЗ.			
	Документ затвердив Гавва О.М.		Інд. змін	Дата видання	Мова <b>UA</b>	Аркуш