

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

**Інститут (факультет ) ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого**  
**Кафедра** Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування

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

«04» 06 2024р.

**«До захисту допущено»**  
Завідувач кафедри  
Микола ЯКИМЧУК  
(підпис) (ім'я та прізвище)

«04» 06 2024р.

**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 конвективної хлібопекарської печі для мініпекарні продуктивністю 1000 кг/добу хлібобулочних виробів.

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ОХ-4 -2

Мхоян Армен Арменович  
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник Миколів Іван Михайлович  
(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 - 2024р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**  
Інститут ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого  
Кафедра Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування  
Освітній ступінь бакалавр  
Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»  
(код і назва)  
Освітньо-професійна програма Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв  
(назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедри  
Микола ЯКИМЧУК

**“05” квітня 2024 року**

## **ЗАВДАННЯ**

### **НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

Мхоян Армен Арменович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Модернізація ротаційної конвективної хлібопекарської печі для мініпекарні продуктивністю 1000 кг/добу хлібобулочних виробів.

керівник роботи Миколів Іван Михайлович, доцент, к.т.н.

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

затверджені наказом закл. вищої осв. від “05” квітня 2024 року № 256-кс

2. Строк подання здобувачем роботи 04 червня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи технічний паспорт обладнання; кресленики обладнання; навчальна нормативна та спеціальна література

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) анотація, зміст; вступ, аналіз існуючого обладнання аналогічного призначення, техніко-економічне обґрунтування, характеристика вихідної сировини і готового продукту; опис запропонованого технічного рішення, принцип роботи, розрахункова частина, вибір конструкційних матеріалів, технологічний маршрут виготовлення деталі, вимоги щодо монтажу, експлуатації, ремонту, опис системи управління, заходи щодо охрони праці, екології; загальні висновки, список використаної літератури, специфікація

5. Перелік графічного матеріалу

Загальний вигляд -1 лист, Розрізи-2 листи, Основні вузли модернізації-1 лист, технологія виготовлення окремої деталі-1 лист.

## 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 \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Анотація, зміст</i>	<i>26.04.24</i>	<i>Виконано</i>
2	<i>Вступ</i>	<i>27.04.24</i>	<i>Виконано</i>
3	<i>Аналіз існуючого обладнання аналогічного призначення</i>	<i>29.04.24</i>	<i>Виконано</i>
4	<i>Техніко – економічне, соціальне обґрунтування</i>	<i>30.04.24</i>	<i>Виконано</i>
5	<i>Характеристика вихідної сировини і продукту</i>	<i>02.05.24</i>	<i>Виконано</i>
6	<i>Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип дії модернізованого обладнання.</i>	<i>04.05.24</i>	<i>Виконано</i>
7	<i>Підбір конструкційних матеріалів</i>	<i>06.05.24</i>	<i>Виконано</i>
8	<i>Розрахункова частина</i>	<i>10.05.24</i>	<i>Виконано</i>
9	<i>Розрахунок технології виготовлення окремих деталей</i>	<i>12.05.24</i>	<i>Виконано</i>
10	<i>Правила монтажу, експлуатації та ремонту обладнання</i>	<i>14.05.24</i>	<i>Виконано</i>
11	<i>Система управління</i>	<i>15.05.24</i>	<i>Виконано</i>
12	<i>Охорона праці</i>	<i>16.05.24</i>	<i>Виконано</i>
13	<i>Охорона довкілля</i>	<i>17.05.24</i>	<i>Виконано</i>
14	<i>Висновки</i>	<i>18.05.24</i>	<i>Виконано</i>
15	<i>Список використаної літератури</i>	<i>19.05.24</i>	<i>Виконано</i>
16	<i>Графічна частина: 5 аркушів</i>	<i>28.05.24</i>	<i>Виконано</i>
17	<i>Подача КР на кафедру</i>	<i>01.06.24</i>	<i>Виконано</i>

**Здобувач** \_\_\_\_\_  
(підпис)

**Керівник роботи** \_\_\_\_\_  
(підпис)

**Армен МХОЯН** \_\_\_\_\_  
(ім'я та прізвище)

**Іван МИКОЛІВ** \_\_\_\_\_  
(ім'я та прізвище)

## АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота на тему “ Модернізація ротаційної конвективної хлібопекарської печі для міні-пекарні продуктивністю 1000 кг/добу хлібобулочних виробів.” виконана з метою удосконалення системи паро зволоження тістових заготовок та стабілізації температури в печі. Для швидкого нагріву повітря на початку кожного циклу в блоки нагріву вбудовані масивні тепло акумулятори. Для поліпшення умов праці в конструкції печі допрацьований обертальний механізм вагонетки.

Під час виконання кваліфікаційної роботи було проведено аналіз існуючого обладнання, наведено сучасний стан розвитку хлібопекарської промисловості та технології процесу випікання хлібу. Проведено відповідні розрахунки, наведено основні вимоги до монтажу, експлуатації та технічного сервісу обладнання. Відображені питання техніки безпеки при обслуговуванні обладнання та охорони навколишнього середовища на підприємстві.

Кваліфікаційна робота виконана згідно виданому завданню на 110 аркушах пояснювальної записки, та 5 листах креслень формату А1 на яких представлено загальний вигляд обладнання, основні вузли модернізації та деталі, а також аркуш з технології машинобудування.

Ключові слова: ротаційна піч, паро зволоження, вагонетка, блок нагріву.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Миколай І.М.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Мхоян А.А.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Анотація</b>	<b>200283.КР.11.000 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/2</b>

## ABSTRACT

Qualification work on the topic "Modernization of a rotary convective bakery oven for a mini-bakery with a productivity of 1000 kg/day of bakery products." made with the aim of improving the system of steam moistening of dough blanks and stabilizing the temperature in the oven. For rapid air heating at the beginning of each cycle, massive heat accumulators are built into the heating units. To improve the working conditions in the design of the furnace, the rotating mechanism of the carriage has been refined.

During the qualification work, an analysis of the existing equipment was carried out, the current state of development of the bakery industry and the technology of the bread baking process were given. Appropriate calculations have been made, the basic requirements for installation, operation and technical service of the equipment have been given. Safety issues during equipment maintenance and environmental protection at the enterprise are reflected.

The qualification work was carried out in accordance with the issued task on 110 sheets of explanatory notes and 5 sheets of A1-format drawings, which present the general view of the equipment, the main modernization nodes and details, as well as a sheet of mechanical engineering technology.

Key words: rotary oven, steam humidification, trolley, heating unit.

## ЗМІСТ

Вступ.....	6
1. Аналітичний огляд існуючих конструкцій обладнання.....	10
2. Техніко – економічне обґрунтування.....	19
3. Сутність модернізації. Побудова та принцип роботи обладнання...	22
4. Підбір конструкційних матеріалів.....	42
5. Технологія виготовлення окремих деталей.....	46
6. Розрахункова частина.....	66
7. Правила монтажу, експлуатації та ремонту.....	89
8. Автоматизація виробництва.....	95
9. Охорона праці.....	98
10. Охорона довкілля.....	111
Висновок.....	115
Список використаної літератури.....	117

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Миколай І.М.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Мхоян А.А.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Зміст</b>	<b>200283.КР.11.000 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/1</b>

## ВСТУП

Економічна ситуація, яка склалася в Україні на початку 90;х років, привела до того, що хлібо; заводи, які забезпечували населення хлібом, хлібобулочними та кондитерськими виробами значно зменшили випуск продукції, а деякі заводи і взагалі припинили своє існування. Це визвало соціальне напруження у зв'язку з недостатнім постачанням населенню хлібобулочних виробів. Крім того, майже 80% хлібозаводів було укомплектовано застарілими печами, які відпрацювали по 20 і більше років і вимагали заміни. Ця заміна потребувала значних капіталовкладень, зокрема, на розробку нових печей, їх виготовлення й проведення налагоджувальних робіт. Навіть при наявності інвестицій, усі ці перераховані вище роботи неможливо провести в короткий час. Одним із напрямків збільшення децентралізованого випуску хлібобулочних виробів за короткий час і без суттєвих капіталовкладень є організація мініпекарень. Однак і вона вимагає відповідного малотоннажного (по продуктивності) устаткування для комплектації технологічних ліній. Крім того, враховуючи енергетичну скруту, це устаткування повинне бути малоресурсовитратним, енергозберігаючим та екологічно чистим. В технологічній лінії випічки хліба в мініпекарні головним устаткуванням є піч, технічні характеристики якої визначають продуктивність, асортимент продукції, що випікається, та економічність роботи мініпекарні. З метою зняття соціальної напруги у забезпеченні населення основним продуктом – хлібом (не кажучи вже про булочні та кондитерські вироби) в Інституті технічної теплофізики НАН України була запланована робота „Створити малогабаритну гігротермічну піч для випічки широкого асортименту хлібобулочних виробів”.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Миколай І.М.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Мхоян А.А.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Вступ</b>	<b>200283.КР.11.000 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> 1/4

З метою прискорення виконання роботи було вивчено технологічні процеси випічки та проведено наукові дослідження щодо вибору раціональних процесів випічки для реалізації їх у малотоннажних печах. Процеси випічки хлібобулочних і кондитерських виробів надзвичайно складні. Смак, аромат, пористість, зовнішній вид та багато інших показників якості продукції у значній мірі залежать від роботи печі, конструктивного вирішення системи обігріву, теплового, вологостійкого й гіротермічного режимів робочої камери.

Аналіз принципів особливостей найбільш вдалих схем нагріву деяких камер вітчизняних та зарубіжних печей, а також відповідних патентів дозволив вибрати перспективні прогресивні напрямки для проведення дослідження. Велике значення являє собою вивчення кінетики випічки в конвективних печах, виявлення впливу радіаційного та конвективного теплообміну в робочій камері печі.

Особливий інтерес викликають конструкції печей, в яких використовується принцип аеродинамічного нагріву, коли робоча камера печі з'єднана з вентилятором у циркуляційний контур. Нагрів повітря в робочій камері здійснюється шляхом подачі потоку за допомогою спеціальних решіток. Ця система має ряд переваг: гранично низька теплова інерція, простота конструкції, рівномірний розподіл теплоти в робочій камері, проста й надійна система регулювання, повна герметизація камери, що благотворно впливає на створення аромату у виробах, що випікаються. Інтенсивний конвективний теплообмін у робочій камері дозволяє організувати більш рівномірну випічку при порівняно низьких температурах поверхонь, що нагрівають, і одержати випічку з рівномірним кольором поверхні виробів. Але в таких печах важко здійснити необхідну гіротермічну обробку заготовок із тіста, тому вироби одержують більш засушеними. Аналіз показує, що печі з аеродинамічним нагрівом можна удосконалити і широко використовувати у хлібопекарній промисловості.

Працюють такі печі з періодичним завантаженням як етажерні, так із закатними візками. Одним із недоліків печей з аеродинамічним нагрівом є те, що в робочій камері темп зростання температури надто повільний, а деякі булочні та кондитерські вироби випікаються швидко і при високій температурі.

При випіканні у тісті й хлібі відбувається багато різних процесів: нагрів маси виробу, збільшення об'єму, зміна пористості й структури, яка супроводжується перетворенням тіста у м'якуш та скоринку, зменшення маси, створення та пере-творення ароматичних та смакових речовин. Кожний з названих процесів, для досягнення найкращого показника, вимагає різних термовологісних режимів, тобто, зміни параметрів робочої камери протягом всього часу випічки. Досягти на одному режимі нагріву заготовок із тіста, а далі й самого процесу випічки, ідеальних показників продукції, що випікається, складно. Отже, треба вибрати такий раціональний режим випічки, при якому досягається найбільш ефективно раціональне поєднання процесів й можна одержати найкращу комбінацію якісних показників виробу, що випікається: висоту хліба, пористість та еластичність м'якуша, розподіл його густини по висоті, колір та товщину скоринки, мінімальну усушку, аромат, швидкість черствіння та інше. Для кожного асортименту продукції, що випікається, обирається раціональний режим шляхом зміни температури й вологості у камері та часу випічки.

Аналіз зарубіжних і вітчизняних хлібопекарських печей щодо конструкції показує, що, в основному, іде використання металокаркасних конструкцій з теплоізоляцією. З проведеного аналізу можна зробити такі висновки:

1. Конструкцію печі необхідно вибрати металокаркасну, камеру – герметичну з теплоізоляцією.

2. Для організації раціонального режиму випічки у робочій камері використовувати комбінацію ефекту аеродинамічного нагріву з конвекційним теплообміном, а для збільшення темпу набору температури встановити трубчаті електронагрівачі з високоефективними сучасними поверхнями нагрівання.

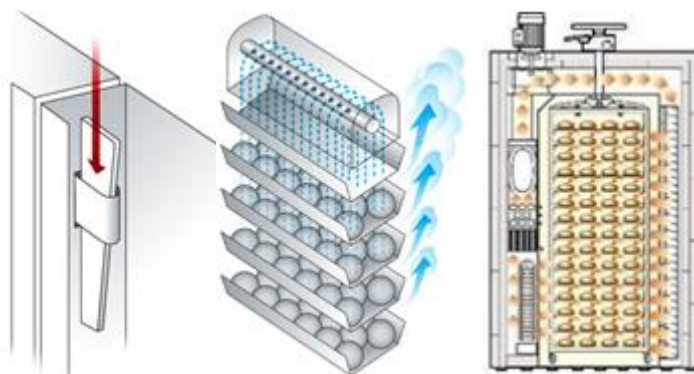
## 1. Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі

### Піч ротаційна електрична MELANI LUX.

Піч ротаційна електрична MELANI LUX призначена для випічки широкого асортименту сортів хліба, хлібобулочних виробів, бубликів, сушок, кондитерських виробів, виробів з листкового тіста, а також для сушіння сухарів тощо.

Піч ротаційна електрична MELANI LUX може застосовуватися в супермаркетах, гіпермаркетах, хлібозаводах, механізованих пекарнях, кондитерських фабриках, призначених для випічки великої кількості хлібобулочних і кондитерських виробів. Електронні елементи як силової плати так і плати управління виконані із якісних елементів виробників світового рівня PHILIPS, FAIRCHILD Semiconductor, Aimtec, SAMSUNG Austin semiconductor.

Піч ротаційна електрична MELANI LUX має збірно-розбірну конструкцію, з верхнім приводом обертання вагонетки, працюють на різних видах енергоносіїв (на вибір: електрика або газ), з автоматичним програмним управлінням, є печами європейського класу.



Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження Миколів І.М.	Вид документа <b>Пояснювальна записка</b>		Статус документа		
Власник документа <b>НУХТ</b>	Розробник документа Мхоян А.А.	Назва, додаткова назва <b>Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі</b>		<b>200283.КР.11.001 ПЗ</b>		
	Документ затверджено Якимчук М.В.					

Оригінальна конструкція повітропроводів забезпечує рівномірний нагрів печі по всьому об'єму. Обертання вагонетки забезпечує однаковий нагрів дек і хлібних форм, що дозволяє отримувати рівномірну випічку хлібобулочних і кондитерських виробів. Потужні парогенератори дозволяють виробляти велику кількість водяної пари, що сприяє утворенню якісної та блискучої скоринки, та зумовлює зменшення висихання хлібобулочних виробів. Система газовидалення створює додатковий приплив атмосферного повітря для зниження концентрації газів в пекарній камері.

Електрична ротаційна піч MELANI LUX має збірно-розбірну конструкцію.

Піч поставляються у зібраному вигляді. Якщо дверний проліт не дозволяє занести піч в приміщення, піч можна розібрати на окремі секції, які можна заносити в виробничі приміщення через стандартний дверний проліт. При монтажі секції з'єднуються за допомогою сталевих клинів, що пришвидшує установку печей та є надійним технічним рішенням. Виконання печі ззовні та всередині повністю із нержавіючої сталі.

Випічка широкого асортименту хлібобулочних та кондитерських виробів високої якості (рівномірне випікання, високий підйом, глянцева та рум'яна скоринка) забезпечується:

--Ефективна система циркуляції гарячого повітря відцентровим вентилятором створює в пекарної камері однорідний повітряний потік оптимальної швидкості (1,7- 2,5 м / с), що надходить в камеру розподілений по всьому внутрішньому об'єму.

-- Оригінальна конструкція повітропроводів зі спеціальними каналами з рядом отворів, оснащених регульованими заслонками забезпечує великий обсяг і помірну швидкість повітряного потоку.

-- Рівномірне подання потоків гарячого повітря, в поєднанні з обертанням вагонетки на низькій швидкості забезпечує рівномірне і ефективне випікання хлібобулочних і кондитерських виробів.

-- Парогенератор являє собою потужну систему парозволоження касетного типу з каскадним каналом подачі води, розміщеної безпосередньо в потоці гарячого повітря і забезпечує миттєве випаровування необхідної кількості води для максимального підйому випічки і досягнення необхідної глянцевої, рум'яної та тонкої скоринки без тріщин на їх поверхні.

-- Ефективність парозволоження зберігається і при низькому тиску вхідної води із системи водопостачання.

Випічка в ротаційній печі «MELANI LUX» здійснюється на вагонетці, що обертається навколо своєї осі.

Усередині хлібопекарської камери вгорі розташований кронштейн для плавного підйому і фіксації вагонетки з тістовими заготовками. При відкриванні дверей печі спрацьовує система важеля підйому вагонетки. Кронштейн автоматично опускається, вагонетка закатується в камеру вручну і заходить на гак кронштейна. При закриванні дверей печі вагонетка плавно піднімається на кронштейні. Кронштейн складається з кулачкового механізму, за яким обертаються дві пари підшипників, розташовані на півосях під кутом 180 °. Обертання вагонетки на кронштейні під час випічки здійснюється підшипниковим механізмом, який приводиться в рух електродвигуном через клинопасову передачу. Висока здатність навантаження верхнього приводу дозволяє випікати продукцію в режимі інтенсивної експлуатації. Верхній привід обертання, низький поріг пекарної камери з пандусом дозволяють уникнути струсу тістових заготовок при закатуванні вагонетки в пекарну камеру та виключають її зміщення під час випічки.

Система управління ротаційною піччю «MELANI LUX» побудована на базі стабільного мікропроцесорного контролера і забезпечує мінімальне технічне обслуговування, високу надійність в експлуатації, максимальний набір функцій управління.

Управління технологічним процесом здійснюється за допомогою сенсорних елементів управління і введення інформації, розташованих на екрані панелі управління. Основні функції, що задаються за допомогою панелі керування: - введення, редагування, збереження і відтворення в автоматичному режимі до 250 програм випічки з можливістю задання технологічних параметрів в кожному кроці; -- Коригування програм під час випічки;

-- Автоматичне парозволоження в циклі випічки і режим випічки без парозволоження;

-- Завдання та індикація прямого і зворотного відліку часу випічки;

-- Відображення графічної і текстової інформації про режими роботи, аварійні ситуації та пророблених маніпуляціях на дисплеї.

Система безпеки ротаційної печі «MELANI LUX»

– Захист від перегріву за рахунок установки термостата в самій гарячій частині теплообмінника;

– Захисний екран і кишень без утеплювача з внутрішньої сторони дверей для вільної циркуляції повітря, що перешкоджає перегріву дверей;

– При відкритті дверей під час випічки автоматично вмикається витяжка, як наслідок гаряча пара не обпалює пекаря;

– При відкритті дверей спрацьовує кінцевий вимикач, який зупиняє привід обертання вагонетки.

Переваги ротаційної печі «MELANI LUX»:

– Європейські принципи проектування, справедлива українська ціна.

- Висока продуктивність і компактність;
- Безперервність виробництва, помірне споживання енергії;
- Гнучке регулювання режимів випікання (можливість завдання в програмі будь-яких режимів випікання, які підтримуються автоматично за заданою програмою);
- Стабільність підтримки технологічних режимів;
- Інтерфейс для читання / запису даних;
- Потужний генератор пари;
- Фронтальне розташування зони обслуговування дозволяє встановлювати печі в ряд, економлячи виробничі площі;
- Велике оглядове вікно в дверях для контролю процесу випічки;
- Можливість легкого доступу до всіх вузлів і агрегатів для огляду і максимально швидкого техобслуговування.

Економічність ротаційних печей «MELANI LUX»  
 Основний критерій економічності ротаційної печі «MELANI LUX» - час відновлення температурного режиму між циклами випічки.

- Фактори, які впливають на швидке відновлення температурного режиму:
- Компактний трубчатий теплообмінник із жаростійкої нержавіючої сталі із зонним нагрівом для найбільшої температурної ефективності, що забезпечує високий коефіцієнт корисної дії самої печі;
  - Теплоізоляція із подвійного шару мінеральної вати, додатково пресованої в пластини, що забезпечує високоефективну теплоізоляцію;
  - ТЕНи (в електричній печі) розділені на групи, що дозволяють під час випікання підтримувати температуру, використовуючи тільки 50% від установленної потужності;
  - герметична ущільнювальна гума по периметру дверей;
  - конструкція системи парозволоження із збереженням тепла допомагає печі швидко відновлювати робочий режим між циклами випічки;
- Можливість збереження тепла в ротаційних печах «MELANI LUX»

являється одним із основних факторів, який впливає на економію енергії і виробничого часу.



**Печі ротаційні Gimak**, які пропонує ТОВ СП «Ефес», відрізняються високою надійністю, продуктивністю і простотою в обслуговуванні і процесі експлуатації.

Слово «ротація» означає зміну, перестановку, і це є основним принципом прискореного технологічного процесу ротаційної печі. Хлібобулочні вироби швидко рухаються і обдуваються гарячим повітрям.

*Печі ротаційні Gimak* забезпечують не тільки швидке, але і рівномірне пропікання продукту. Хліб, булки, батони, багети, весь асортимент Вашого цеху або заводу, будуть радувати споживача рівномірно пропеченою випічкою з дивовижною хрусткою скоринкою.

Гаряче повітря обдуває візки, що обертаються, процес випікання відбувається максимально енергійно і, разом з тим, хліб не стикається з розпеченими металевими нагрівачами. *Печі ротаційні Gimak* надійно страхують Вашу продукцію від пригорання і непропечених виробів. Висока

продуктивність, це не єдина якість, яка зробила *печі ротаційні* такими затребуваними і популярними в хлібопекарській галузі промисловості. Важливим достоїнством печей є їх компактність. Хлібопекарське обладнання деяких видів відмінно працює, але займає так багато місця, що його використання можливе тільки на хлібокомбінатах-гігантах.

*Печі ротаційні* Gіmak володіють напрочуд компактними розмірами, що особливо дивно, якщо Ви знаєте, як багато продукції найвищої споживчої якості така піч видає за одну добу роботи.

Універсальність печі ротаційної полягає ще в тому, що вона легко може змінювати джерела енергії.

*Печі ротаційні* Gіmak можуть працювати з застосуванням природного газу, електричної енергії та дизельного палива. Причому, Вам не потрібно купувати окрему піч під кожен вид палива, при зміні умов роботи одна і та ж піч може використовувати будь-яке з перерахованих видів палива. *Печі ротаційні* Gіmak завоювали ринок хлібопекарського обладнання своєю простотою і невибагливістю в процесі експлуатації. *Печі ротаційні* Gіmak працюють абсолютно безшумно, не потребують ні спеціального складного технічного обслуговування, ні особливого догляду. Вони прості, практичні і можуть працювати багато годин без перерви.

*Печі ротаційні* Gіmak знайшли застосування як на великих підприємствах хлібопекарської промисловості, так і в приватних маленьких, сімейних хлібопекарнях і, де б вони не працювали, відгуки про якість продукції, що ними випікається, завжди самі позитивні.

*Печі ротаційні* Gіmak поставляються від виробника у вигляді окремих частин, які можна зібрати в приміщенні. При придбанні такої печі немає необхідності робити особливі проходи, валити стіни або вікна, якщо приміщення не мало раніше великих дверних отворів.

*Печі ротаційні Gimak* можна використовувати для самого різного асортименту випічки, при переході з одного виробу на інший печі ротаційні не потребують особливого налагодження або налаштування.

*Печі ротаційні* завдяки простоті конструкції і використанні при їх виготовленні високоякісних матеріалів, відрізняються високим рівнем надійності.

*Печі ротаційні* - сучасне хлібопекарське обладнання, що з'явилося як наслідок розвитку високих технологій в промисловому виробництві.

*Печі ротаційні Gimak* виготовлені з матеріалів, які пройшли найвимогливіший екологічний та санітарно-гігієнічний контроль і можуть використовуватися для виготовлення харчової продукції.

*Печі ротаційні Gimak* забезпечені парогенератором каскадного типу, що дозволяє не знижувати температуру в камері при подачі пари. Печі ротаційні Gimak придатні для виробництва самого широкого асортименту хлібобулочних виробів: формового і подового хліба, батонів, французьких багетів, дрібноштучних і кондитерських виробів.

*Печі ротаційні* можна використовувати не тільки для випічки хліба і булок, але також для висушування сухарів і хлібних паличок.

*Печі ротаційні* володіють наступними технічними та технологічними перевагами:

- Пекарна камера, внутрішнє облицювання та воздуходуви виконані з нержавіючої сталі;
- Є можливість відведення проміжної труби для подачі пари в ферментаційну камеру;
- За 10-45 хвилин можна випікати заготовку вагою до 800гр., Температура випічки лежить в інтервалі від 210 до 290 ° С;
- Можливість використовувати різні енергоносії - природний газ, дизельне паливо або електроенергію;
- Можливість швидкого і простого переходу з одного енергоносія на інший;

- Високий рівень наочності у відображенні заданих і фактичних параметрів роботи печі, а також часу випічки;
- Високий рівень енергетичної економічності завдяки досконалій конструкції камери згоряння;
- Повна герметичність, що забезпечується запірним дверним механізмом;
- Високий рівень енергетичної економічності завдяки досконалій конструкції камери згоряння;
- Повна герметичність, що забезпечується запірним дверним механізмом;
- Компактність технологічного обладнання дозволяє на невеликому просторі виготовляти великі обсяги готової продукції;
- Легкість регулювання подачі пари і установки повітряних жалюзей, чим досягається рівномірність випічки та отримання рівномірного кольору на поверхні всієї партії продукції.
- Швидкий набір температури при включенні печі, що остигнула;
- Простота обслуговування, надійність, універсальність;
- Економічна ефективність при використанні як на великих хлібопекарських підприємствах, так і в мініпекарні.

## 2. Техніко – економічне та соціальне обґрунтування

Виробництво хліба – найстаріша галузь харчової промисловості, яка виробляє продукти харчування. За кількістю компаній, обсягу і важливістю продукції, що випускається, хлібопекарська промисловість є однією з провідних галузей харчової промисловості України. Сучасні хлібопекарські підприємства - це складні комплекси, оснащені технологічним, транспортним, енергетичним, медичним і допоміжним обладнанням, а також обладнанням для моніторингу і контролю.

Комплексна механізація і автоматизація виробництва, впровадження передових технологій, наукова організація праці дозволяють підвищити ефективність роботи, ефективність виробництва і підвищити якість хлібобулочних виробів. У хлібопекарській промисловості рівень механізації основного виробництва зростає з кожним роком, але далеко відстає механізація вантажно розвантажувальних робіт на складах і зернових сховищах. Доставка хліба в торговельну мережу передбачає використання фізичної праці і залучення великої кількості робітників.

У зв'язку з цим пріоритетними напрямками розвитку хлібопекарської галузі є проектування і будівництво нових підприємств, розширення, технічне переоснащення і реконструкція діючих хлібозаводів, удосконалення номенклатури продукції, що випускається, що забезпечить високу конкурентоспроможність в умовах сучасних ринкових відносин.

Під виробничим процесом міні-пекарні розуміють сукупність дій пекарів і обладнання, в результаті яких сировина, що надходить в пекарню, перетворюється в хлібобулочні вироби в заданій кількості і із заданими властивостями, якістю і асортиментом за певний проміжок часу. Виробничий

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Миколай І.М.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Мхоян А.А.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Техніко – економічне та соціальне обґрунтування</b>	<b>200283.KP.11.002 ПЗ</b>				
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/3</b>	

процес, особливо в хлібопекарні, складається з основних, допоміжних і сервісних процесів. Основний виробничий процес в міні-пекарні включає процеси, безпосередньо пов'язані з переробкою вихідних інгредієнтів, які перетворюються в готову продукцію. Допоміжні процеси міні-пекарні включають в себе ремонт обладнання, прибирання та інші види робіт, які сприяють перебігу основних процесів, але не беруть в них безпосередньої участі. Процеси обслуговування в пекарні включають процеси, пов'язані з транспортуванням, тобто доставку інгредієнтів для виробництва і готової продукції і забезпечення енергетичними ресурсами (гаряча і холодна вода, електроенергія, каналізація).

Економічна ефективність міні-пекарні визначається сукупністю показників: наскільки ефективно працює підприємство, прибуткова його діяльність або збиткова, наскільки високий рівень рентабельності. Важливим показником, що характеризує роботу підприємства, є собівартість продукції. Від її рівня залежать фінансові результати підприємства, темпи розширеного відтворення, фінансовий стан суб'єктів господарювання. Собівартість хлібобулочних виробів залежить від обсягів виробництва і реалізації, а також витрат на це виробництво. Собівартість є найважливішим показником економічної ефективності виробництва. Від його рівня залежать фінансові результати підприємства, швидкість відтворення і фінансовий стан. Основними статтями витрат є фінансові витрати на сировину і матеріали, заробітну плату, паливо, електроенергію та ін. Загальна оцінка виробничо-фінансової діяльності підприємства дається на основі аналізу показників прибутку і рівня рентабельності. Показник прибутку характеризує різницю між відпускною ціною товару і його собівартістю у вартісному вираженні. Прибуток виступає як перевищення доходу від реалізації товару над виробничими витратами. Прибуток підприємства залежить від двох

показників: ціни на продукцію і собівартості її виробництва. Прибуток є одним з узагальнюючих розрахункових показників діяльності підприємства. Рентабельність - це показник ефективності одноразових і поточних витрат. В цілому рентабельність визначається відношенням прибутку до одноразових і поточних витрат. Рівень рентабельності виробництва показує співвідношення між відпускною ціною продукції і її собівартістю, виражене у відсотках.

Модернізована ротаційна хлібопекарська піч «КЕП – 6,5», яка встановлена на \_\_\_\_\_, має свої переваги над іншими зарубіжними та вітчизняними зразками. Так як вказане підприємство не малої виробничої потужності, то печі цього типу є найбільш привабливими у використанні.

На заводі чітко контролюється випуск продукції в залежності від потреб ринку. По ряду технічних та економічних причин потрібно іноді нарощувати, а іноді й зменшувати власне виробництво.

Модернізація печі дозволить при невеликих витратах і мінімальному ускладненні конструкції підвищити якість випічки, знизити енерговитрати, підвищити продуктивність, а отже зменшити собівартість продукції.

### 3. Характеристика вхідного матеріалу і готової продукції.

#### Сутність модернізації.

**Хліб** — продукт, випечений з тіста, яке приготовлене згідно з відповідними рецептами і технологічними режимами. Маса окремого виробу перевищує 500 г.

Залежно від виду борошна, яке використовується для приготування тіста, хліб поділяється на житній, пшеничний, житньо-пшеничний і пшенично-житній; від способу випікання — формовий і подовий; від рецептури — простий і поліпшений.

**Хліб з житнього борошна.** До простих видів хліба з житнього борошна належать: хліб з *оббивного*, з *обдирного* та *із сіяного* борошна. Поверхня хліба з сіяного борошна, як правило, гладенька, з оббивного — шорстка, з наколєннями або без них; колір від світло-коричневого (сіяного) до темно-коричневого (оббивного). Вологість хліба коливається в межах 43—53%, пористість — від 45 до 60%, кислотність — від 7 до 13°. Хліб з нижчих сортів борошна характеризується вищою вологістю і кислотністю і меншою пористістю. Дещо меншу вологість і пористість мають подові види хліба.

В рецептуру поліпшених видів житнього хліба входить солод, патока, молочна сироватка, прянощі. Найбільш поширеними різновидами поліпшеного житнього хліба є такі: житній, житній заварний обдирний і оббивний.

**Хліб житній** виготовляють з обдирного борошна. В рецептуру входять патока та молочна суха сироватка. Випікають його фермовим і подовим способами. Хліб *житній заварний* готують з обдирного або оббивного борошна і солоду у співвідношенні 95 до 5. В його рецептуру входить також кмин. Хліб випікають фермовим способом. Вироби мають темний колір

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження Миколай І.М.	Вид документа <i>Пояснювальна записка</i>		Статус документа		
Власник документа <b>НУХТ</b>	Розробник документа Мхоян А.А.	Назва, додаткова назва <b>Характеристика вхідного матеріалу і готової продукції</b>	200283.KP.11.003 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/20

м'якушки і скоринки. Це пояснюється тим, що приблизно 10% всієї кількості борошна заварюють водою, температура якої досягає 95—97° С. Поверхня хліба з наколеннями або без них, обсипана кмином або анісом. Хліб має приємний запах і солодкуватий смак. Для приготування *Московського* хліба використовують житнє оббивне борошно і житній солод у співвідношенні 93 до 7, патоку, кмин. Тісто для цього хліба готують заварним способом. Спосіб випікання хліба — фермовий. Вироби мають темний колір. Особливо темною є скоринка. Заварний спосіб приготування тіста і прянощі надають хлібу характерного запаху, солодкуватого смаку. Хліб *Шахтарський* належить до українського національного хліба. Його виготовляють з борошна житнього обдирного. В рецептуру входять патока, цукор, коріандр, гвоздика. Спосіб випікання — подовий.

Вологість поліпшених назв хліба від 43 до 53%, кислотність — 7—13°, пористість — 50—58%.

**Хліб з житньо-пшеничного борошна.** У ньому переважає житнє борошно. За рецептурою поділяється на простий і покращений.

Найбільш поширеним простим житньо-пшеничним хлібом є хліб з *оббивного борошна*. Для його приготування використовують борошно житнє оббивне і пшеничне оббивне у співвідношенні 60 : 40. Хліб *Дарницький* виготовляють з суміші борошна житнього обдирного і пшеничного 1-го сорту в співвідношенні 60 : 40.

До поліпшених видів хліба з житньо-пшеничного борошна належать такі: Бородінський, заварний житньо-пшеничний, хліб з кмином, хліб Любительський, Делікатесний, Петльований, Тернопільський та ін.

**Хліб Бородінський** виготовляють з борошна житнього оббивного, пшеничного 2-го сорту і житнього солоду у співвідношенні 80 : 15 : 5. В

рецептуру входять також цукор, патока, коріандр, кмин або аніс. Тісто готують заварним способом. Колір м'якушки і скоринки Бородінського хліба темно-коричневий. Випікають хліб спочатку при високій температурі: тістова заготовка при цьому обсмажується. Потім температуру випікання знижують. Після випікання скоринку хліба змазують крохмальним клейстером, який надає їй блиску. Поверхню обсипають відповідними прянощами. Хліб має характерний аромат, приємний кисло-солодкуватий смак, добре зберігається, довго не черствіє. *Заварний житньо-пшеничний* хліб відрізняється від простого житньо-пшеничного хліба приємним солодкуватим смаком і характерним запахом. Основною сировиною для його виготовлення є борошно оббивне житнє і пшеничне (55 : 40). Частина борошна (5%) заміняють на житній солод. Хліб випікають фермовим способом. Житній хліб з *кмином* виготовляють з борошна житнього обдирного і пшеничного 1 -го сорту у співвідношенні 60 : 40. Характерною особливістю цього хліба є те, що в його рецептуру входить багато кмину (1%) і ячмінний солод (0,5%). Хліб *Любительський* має складну рецептуру. Його виготовляють із суміші борошна житнього обдирного і пшеничного 2-го сорту у співвідношенні 80 : 15. Частина борошна (5%) заміняють житнім солодом. У рецептуру входить цукор, патока, коріандр, кмин або аніс. Поверхня хліба шорстка, посилана відповідними прянощами. **Хліб Делікатесний** готують із суміші борошна житнього сіяного і пшеничного вищого сорту у співвідношенні 85 : 10. Частина борошна (5%) заміняють на житній солод. Збагачують хліб патокою (5 кг) і кмином. Поверхня шорстка з наколеннями.

**Хліб Петльований** печуть з борошна житнього сіяного і пшеничного вищого сорту (80 : 20). В рецептуру хліба входить цукор.

**Хліб Тернопільський** виготовляють з борошна житнього сіяного і пшеничного 1-го сорту у співвідношенні 50 : 50. В тісто додають кмин.

**Хліб з пшенично-житнього борошна** має в рецептурі переважно пшеничне борошно. Його асортимент неширокий. З простих видів найбільш поширений оббивний, а з поліпшених — оббивний заварний.

Пшенично-житній *оббивний простий* хліб виготовляють із суміші оббивного борошна пшеничного і житнього (70 : 30). Пшенично-житній *оббивний заварний* хліб виготовляють з борошна пшеничного оббивного і житнього оббивного (70 : 25). Частина житнього оббивного борошна (5%) замінюють на житній солод. Цим і відрізняється рецептура заварного житньо-пшеничного оббивного хліба від простого хліба. Він має темну м'якушку і темну глянцеvu поверхню.

**Хліб з житнього і пшеничного борошна різних співвідношень.** За рецептурою хліб з такого борошна буває простим і поліпшеним. До простого хліба належить хліб Український, Український новий, а до покращеного — Слов'янський.

**Хліб Український** виготовляють з борошна житнього обдирного і пшеничного оббивного у співвідношенні 20 : 80; 30 : 70; 40 : 60; 50 : 50; 60 : 40; 70 : 30; 80 : 20. Співвідношення цих видів і сортів борошна залежить від хлібопекарських властивостей борошна і звичок людей окремих районів. У північних районах України люди віддають перевагу хлібу з підвищеною кислотністю. Кислотність хліба зростає із збільшенням у рецептурі кількості житнього борошна.

*Український новий* хліб виробляють із борошна житнього обдирного і пшеничного 2-го сорту. Співвідношення цього борошна може становити 80 : 20; 60 : 40; 50 : 50 і 40 : 60. *Слов'янський* хліб продукують з борошна житнього обдирного і пшеничного 2-го сорту у співвідношенні 15 : 85 і 30 : 70. В рецептуру входить патока.

**Хліб з пшеничного борошна.** Асортимент цього хліба широкий. Залежно

від рецептури він поділяється на простий, поліпшений і здобний.

**Простий пшеничний** хліб виготовляють з пшеничного борошна оббивного, вищого, 1-го і 2-го сортів. До простого пшеничного хліба належать: хліб з оббивного борошна, з борошна вищого, 1-го і 2-го сортів, паляниця Українська, арнаут Київський, хліб білий з борошна 1-го і 2-го сортів та ін.

Хліб пшеничний простий з *оббивного борошна, з борошна вищого, 1-го і 2-го сортів* випікають формовим і подовим способами.

**Паляниця Українська** має великий попит в Україні. Її виготовляють з борошна вищого, 1-го і 2-го сортів. Для приготування тіста використовують підвищену кількість дріжджів (2 кг пресованих; для простого пшеничного хліба — 1 кг). Випікають подовим способом. Форма виробів кругла, з боковим надрізом на 3/4 окружності, з трохи піднятим і чітко вираженим козирком.

**Арнаут Київський** є виробом з пшеничного борошна 2-го сорту. Його випікають подовим способом. Форма арнаута кругла з двома-трьома злипами, поверхня борошниста. Хліб пшеничний білий випікають з борошна 1-го і 2-го сортів. Для приготування тіста беруть підвищену кількість пресованих дріжджів (1,5 кг). Цей хліб відрізняється від звичайного пшеничного меншим вмістом солі, більш високими пористістю та енергетичною цінністю. Вологість пшеничного простого хліба складає 43—48%, кислотність — 3—6°, пористість — 65—70%. З пониженням сорту борошна вологість і кислотність хліба збільшується, а пористість, навпаки, знижується.

Асортимент *поліпшеного пшеничного хліба* більш широкий, ніж простого. Для виготовлення такого хліба використовують усі сорти пшеничного борошна, за винятком оббивного. До поліпшених виробів пшеничного хліба

належать хліб Молочний, Ситний з ізюмом, калачі Київські, хліб Домашній, Закарпатський, Селянський, булка Селянська, хліб білий з борошна вищого сорту та ін.

**Хліб Молочний** виготовляють з пшеничного борошна вищого сорту. В рецептуру хліба входять цукор, маргарин і сухе знежирене молоко. Хліб випікають подовим способом. Поверхня гладенька з наколеннями або косими надрізами.

**Хліб Ситний з ізюмом** виготовляють з борошна вищого сорту. В рецептуру входять ізюм, цукор і маргарин. Поверхня гладенька з наколеннями або без них і косими надрізами. На поверхні є вкраплення ізюму, який додають у тісто. Смак хліба солодкуватий, властивий хлібу з ізюмом.

**Калачі Київські** виготовляють з пшеничного борошна вищого і 1-го сортів. Вироби випікають подовим способом. Вони сплетені з п'яти джгутів. Поверхня виробів глянцева; у виробах вищого сорту змащена яйцем, 1-го сорту — посилана маком.

**Хліб Домашній** готують з борошна 1-го сорту. В рецептуру входять цукор і молоко незбиране. Форма хліба кругла або довгасто-овальна. Поверхня гладенька з наколеннями.

**Хліб Закарпатський** виготовляють з борошна 1-го і 2-го сортів з додаванням невеликої кількості цукру (1 кг). Випікають вироби подовим способом, форма їх кругла або довгасто-овальна з тупими кінцями.

**Хліб Селянський**—національний виріб України. Його виготовляють з борошна 1-го сорту. Збагачують хліб цукром, соняшниковою олією, молочною натуральною сироваткою. Булку *Селянську* (маса 0,73—0,83 кг) виготовляють з борошна 1 го сорту. Вироби збагачують сироваткою молочною згущеною та соняшниковою олією.

**Хліб пшеничний білий** з борошна вищого сорту має в рецептурі цукор (1 кг на 100 кг борошна). Для його приготування використовують підвищену кількість пресованих дріжджів (2 кг). Це дозволяє збагатити вироби вітамінами, повноцінними білками та іншими речовинами. Хліб випікають двома способами — фермовим і подовим. Подовий хліб має на поверхні надрізи або наколення.

До нових назв хліба з пшеничного борошна належать: хліб Микулинецький, калачі Полтавські.

**Хліб Микулинецький** — це український національний вид хліба. Для його приготування використовують борошно пшеничне вищого сорту, цукор, кмин. **Калачі Полтавські** належать до поліпшеного пшеничного хліба, їх виготовляють з борошна пшеничного вищого сорту. Тісто збагачують цукром, маргарином, молоком незбираним.

У поліпшеному пшеничному хлібі вологість становить від 40 до 45%, кислотність — 2,5—3°, пористість не менше 68—75%. В деяких виробках нормують вміст цукру і жиру.

**Хліб із суміші пшеничного борошна різних сортів.** Асортимент такого хліба невеликий. З простих назв виділяється Кишинівський, з поліпшених — "Сувенір селянський". Хліб *Кишинівський* виготовляють із суміші пшеничного борошна 1-го і 2-го сортів (30 : 70), а "Сувенір селянський" із суміші борошна пшеничного вищого і 1-го сортів у співвідношенні 40 : 60. Хліб "Сувенір селянський" збагачують соняшниковою олією, цукром і кмином.

### **Булочні вироби**

Булочні вироби є штучними. Маса окремого виробу не перевищує 500 г. Вироби масою до 200 г — називаються дрібноштучними, а від 200 до 500 г — великоштучними. Булочні вироби мають різну форму і зовнішній вигляд,

їх випікають у вигляді батонів, булок, плетеників, ріжків, хліба тощо. Поверхня булочних виробів може бути гладенька або шорстка, посилана маком, кмином, крихтою або сіллю, з надрізами або наколеннями та ін.

До булочних виробів належать батони, булки, булочки, калачі, плетеники, хали, сайки та деякі назви хліба. Їх випікають переважно з пшеничного борошна вищого і 1 -го сортів, рідко з борошна 2-го сорту. За рецептурою виробу поділяють на прості, поліпшені і здобні.

Асортимент простих булочних виробів неширокий. Їх виготовляють з того самого тіста, що й пшеничний простий хліб. У поліпшені види булочних виробів входить підвищена кількість цукру, жиру, молочних продуктів, яєць тощо. Для деяких виробів використовують тісто, з якого виготовляють поліпшені види пшеничного хліба.

Порівняно з пшеничним хлібом до складу булочних виробів входить менше води і більше поживних речовин (цукру, жиру). Енергетична цінність булочних виробів вища, ніж хліба.

**Батони.** Вироби випікають з борошна пшеничного вищого, 1-го і 2-го сортів. Маса батонів переважно становить 0,2, 0,4 і 0,5 кг. За рецептурою виробу поділяють на прості і поліпшені. Прості батони виготовляють з борошна пшеничного 1-го і 2-го сортів. До поліпшених батонів з борошна вищого сорту належать такі: *Особливі, Столові, з ізюмом* та ін. До поліпшених батонів, які випікають з борошна пшеничного вищого і 1 -го сортів, належать *нарізні і нарізні молочні*. З пшеничного борошна 1 -го сорту виготовляють батони *Студентські*, а 2-го — *прості батони з борошна 2-го сорту*. В рецептуру поліпшених батонів з борошна вищого сорту входить цукор, в батони Столові і з ізюмом — маргарин. Батони з ізюмом збагачують також патокою і ізюмом. Для приготування тіста Особливих батонів використовують підвищену кількість пресованих дріжджів (5 кг). Дріжджі

збагачують вироби вітамінами і повноцінними білками, надають їм високої пористості. В рецептуру нарізних і нарізних молочних батонів входять цукор і маргарин. Нарізні молочні батони збагачують також сухим знежиреним молоком. В рецептуру Студентських батонів входить цукор і маргарин.

Форма батонів довгасто-овальна (батони нарізні, нарізні молочні, Студентські, з ізюмом, Столові) або довгаста (батони Особливі). На поверхні батонів Столових є від 1 до 3 косих надрізів, інших— від 5 до 7 таких надрізів.

**Булки і булочки.** Назви походять від латинського слова "була", тобто куля. Багато булочних виробів не мають круглої форми, однак називаються булками або булочками. Маса булок і булочок невелика — 50—200 г. До найбільш поширених булок належать Міські, а булочок — Молочні, Гірчичні, "Маля", Дарницькі, з маком та ін. *Міські* булки виготовляють з борошна вищого і 1-го сортів. В рецептуру входять цукор і маргарин. Булочки *Молочні* і "*Маля*" випікають з борошна вищого сорту. В рецептуру Молочних входить значна кількість молока незбираного, в "Маля" — масло вершкове, молоко свіже, ферментний препарат "Оризон-ПК". Булочки *Гірчичні*, *Дарницькі* і з *маком* випікають з борошна 1-го сорту. В їх рецептуру входить цукор. Булочки Гірчичні збагачують гірчичною олією, Дарницькі — маргарином і незбираним молоком, з маком — маргарином і маком.

Булочки Дарницькі, "Маля" круглої форми, булки молочні та Гірчичні мають округлу або овальну форму із загостреними кінцями, а Міські — довгасто-овальну. Булки і булочки можуть мати різну поверхню: гладеньку або борошністу, посилану маком, з надрізами, наколеннями, гребінцем або без них. Булки Міські мають піднесений гребінець, який проходить уздовж виробу. Поверхня булочок "Маля" — гладенька, а Гірчичних — гладенька з відбитком штампа або без нього, Дарницьких — посипана крихтами.

**Калачі.** Вироби випікають з часів Київської Русі. Назва виробів походить від слов'янського слова "коло", що означає круглий. До простих калачів належать калачі *Московські*, які виготовляють з пшеничного борошна вищого сорту, форма нагадує висячий замок, поверхня шорстка, злегка борошниста. Знизу вироби підсипані борошном. На поверхні є дужка і піднесена губка.

**Плетеники.** їх випікають з борошна вищого, 1-го і 2-го сортів. Вироби плетуть з 3 джгутів. З пшеничного борошна вищого сорту випікають плетеники *Міські*, з маком і з борошна вищого сорту. До плетеників з борошна 2-го сорту належать плетеники з маком і з борошна 2-го сорту. В рецептуру *Міських* плетеників входять цукор і маргарин. Для приготування тіста використовують підвищену кількість пресованих дріжджів (1,5 кг). Плетеники з *маком* з борошна вищого сорту збагачують цукром, маргарином і маком, з *борошна 2-го сорту*— цукром і маргарином.

Форма плетеників довгасто-овальна з чітко вираженим плетінням. Поверхня глянцева, у виробах з маком посилана маком.

**Хали** на відміну від плетеників, плетуть не з трьох, а з кількох джгутів. В рецептуру хал входять цукор, маргарин, яйця курячі (для змащування поверхні). Форма довгасто-овальна з чітко вираженим плетінням, поверхня — з блиском.

**Сайки** — це булочні вироби, які користуються великим попитом. Слово "сайка" запозичене з естонської мови і означає "білий хліб". Для виготовлення сайок використовують пшеничне борошно вищого, 1-го і 2-го сортів. До сайок з борошна вищого сорту належать сайки з ізіюмом; з борошна 1-го сорту— Гірчичні і сайки з борошна 1-го сорту; з борошна 2-го сорту— сайки з борошна 2-го сорту. В рецептуру сайок з *ізіюмом* входять цукор, маргарин, ізіюм. Сайки *Гірчичні* збагачують цукром і гірчичною олією,

сайки з *борошна 1-го сорту*— цукром і маргарином, з *борошна 2-го сорту* — цукром. Сайки випікають фермовим і подовим способами. Їх маса становить 0,2 кг. форма сайок подових довгаста з округлими кінцями, фермових— прямокутна. Сайка фермова — це хлібина прямокутної форми, яка має від 5 до 8 поперечних заглибин. За цими заглибинами виріб можна легко розламати на окремі шматки. Сайка листова має форму Міської булки, але без гребінця (надрізу). Вироби випікають на листі, внаслідок чого вони не мають бокових скоринок. На поверхні і м'якушці сайок з ізюмом є висушені ягоди винограду.

**Ріжки.** Вироби мають серпоподібне зігнуту або довгасто-видовжену форму із потоншеними, інколи зігнутими кінцями. До них належать ріжки Молочні, шкільні, з маком, з кмином і сіллю. *Молочні* і *шкільні* ріжки виготовляють з борошна вищого і 1-го сортів, а решту—з борошна 1-го сорту. До рецептури ріжків шкільних входять цукор, маргарин, молоко незбиране свіже, ферментативний препарат "Оризон-ПК". Молочні ріжки збагачують цукром, молоком незбираним свіжим і маслом вершковим. При приготуванні тіста для Молочних ріжків використовують підвищену кількість пресованих дріжджів (5 кг). В ріжки з *маком* входять цукор, маргарин і мак, а з *кмином* і *сіллю*, крім того, кмин і кухонна сіль (2,5 кг). Більшу частину кухонної солі використовують для посипання поверхні. Маса ріжків від 50 до 200 г. Форма Молочних і шкільних ріжків довгаста із потоншеними, інколи зігнутими кінцями. Поверхня виробів гладенька з помітними витками. Форма ріжків з маком, а також з кмином і сіллю довгасто-овальна. Поверхня з рельєфом витків посилана маком або кмином і сіллю.

До булочних виробів належать також деякі назви хліба: *Молочний фермовий* (0,4 кг), *Поліський* (0,4 кг).

### Сутність модернізації.

Загальна компоновка печі залишається незмінною. Зовнішній вигляд печі підлягають зміні відповідно до рекомендацій спеціального конструкторського бюро.

Ротаційна піч марки КЕП-400М є металевою конструкцією, що складається з робочої камери, блоку електричного нагріву повітря, вентилятора з повітропроводами, парогенератора, механізму обертання візка-стелажу і візка-стелажу з протвнями. Камера для випічки виконана у вигляді теплоізолюваної шафи з дверцятами. Циркуляція нагрітого повітря здійснюється вентилятором.

Поza робочою камерою розташовано два блоки електро нагрівачів. Вироби на листах-подах, що встановлюються на стелажний візок, зачочуються в робочу камеру. Після закриття дверей включають систему обігріву і механізм обертання візка.

Недоліком печі КЕП-400М є незадовільна система конвективного обігріву, при якій із-за тривалого розігрівання на початку кожного циклу не досягається задана технологічним режимом температура, що знижує продуктивність і погіршує якість виробів. Розігрівання повітря в блоках електронагрівачів після включення їх вимагає певного часу і для зменшення його встановлена потужність електронагрівачів значно вище споживаною.

Невдалим також є пристрій для зволоження, оскільки утворювана в парогенераторі пара переміщається разом з гарячим повітрям системи конвективного обігріву і нагрівається, що знижує ефективність гігротермічної обробки, оскільки для парозволоження потрібно застосовувати суху насичену пару.

Модернізації також підлягає підйомний-обертальний механізм стелажного візка.

Для усунення вказаних недоліків при розробці технічного проекту модернізації застосовані наступні конструктивні рішення.

1. Для швидкого нагріву повітря на початку кожного циклу в блоки нагріву вбудовані масивні тепло акумулятори. і при розвантаженні і завантаженні візка-стелажу вентилятор рециркуляції не відключається, а гаряче повітря по бай пасу обходить пекарну камеру. Для цієї мети між нагнітальним і всмоктуючим патрубками пекарної камери встановлений вертикальний короб, що має шибер, для зміни напрямку потоку повітря (у пекарну камеру або в обхід її).

2. Для стабілізації температури в печі крім системи автоматизації встановлені трубки Перкінса, що є природними стабілізаторами, що підтримують температуру повітря до 270 °С.

3. Для отримання в пекарній камері сухої насиченої пари при гігротермічній обробці на вертикальній стінці каналу встановлені ялиночкою корита, по яких стікає випарювальна вода, що подається в заданій кількості.

Для поліпшення умов праці в конструкції печі допрацьований обертальний механізм. Замість розміщеної внизу пекарної камери шарової опори, на яку вручну встановлювали візок, застосований стіл, що обертається з направляючими, на які накочується візок. Стіл встановлений на опорах і обертається, при обертанні візка від механізму обертання, аналогічного КЕП-400М.

## СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ

Системою автоматизації передбачено:

- автоматична підтримка температури в пекарній камері в процесі випічки;
- автоматичне управління шибером, що направляє потік повітря у вертикальний короб при завантаженні і вивантаженні і під час гіротермічної обробки;
- відключення електронагрівачів при перегріві повітря під час накопичення теплоти акумуляторами.

#### ПРИЗНАЧЕННЯ І ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ

- Піч КЕП-6,5 призначена для випічки борошняних кондитерських і булочних виробів.
  - Піч працює в комплекті з вистійною шафою, стелажними візками і подіками. Цей комплект забезпечує вистій і випічку виробів. Міжопераційне переміщення, вистій і випічка виробів проводиться на стелажному візку.
  - Проектована піч є модернізацією печей, що серійно випускаються, марки КЕП-400М.
- При модернізації поліпшуються тепловий і паровологосний режими випічки, внаслідок чого поліпшується якість виробів і підвищується продуктивність печі.
- Застосований новий механізм обертання візка, що виключає ручну працю по установці візка на кульову опору.
- Печі можуть поставлятися на експорт.

#### ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА

Продуктивність технічна, кг/год, не менше, при виробітку:

батонів нарізних масою 0,5 кг

- 89

	36
хліба подового масою 1 кг з пшеничної муки 1с	- 74
булочної дрібниці (російська булка) масою 0,1 кг	-124
Питома витрата електроенергії при випічці батонів	
0,5 кг, кВт.год/кг	- 0,27
Встановлена потужність електронагрівачів, кВт	- 43
Встановлена потужність електродвигунів, кВт	- 2,05
Розміри печі, м:	
довжина	- 1,8
ширина	- 2,27
висота	- 2,55
Загальна площа подиків стелажного візка, м	- 6,35
розміри подиків, м	- 0,52x0,47
Найбільша кількість подиків на стелажному візку	- 26
Маса, кг, не більше	- 1950

#### БУДОВА ПЕЧІ

Піч хлібопекарська конвективна (рис.3.1) складається із пекарної камери 6, повітряних коробів 5,7, нагнітаючого 4 та відводного 8 повітряходів, вентилятора 2 та нагрівачів 3. Зовнішні, грючі частини печі теплоізовані від зовнішньої оболонки мінеральною ватою 14.

Основною частиною печі є пекарна камера ( рис.3.2 ) на підлозі якої встановлена шарова опора 2, а у верхній частині розташовано захват 9, приводу 3 стелажного візка 4. По бокам пекарної камери розташовані повітряні коробки 5 і 7. Переріз повітряних щілин в стінках пекарної камери регулюють за допомогою планок. Відводний повітрепровід 8 з'єднує короб з всмоктувальним патрубком вентилятора.

Вихідний отвір з'єднаний з входом повітря нагрівальної батареї 3. До вихідного вікна нагрівної батареї приєднано нагнітальний повітропровід 4. Вихідний отвір нагрівного повітропроводу приєднано з впускним коробом повітря.

В нагрівальній батареї розташовані ТЄНи 16. Форсунка 10 впуску води та плити 11 теплоаккумулятора розташовані у нагрівальному повітряпроводі.

Вентилятор має трубу прямого вихлопу, яка закривається шибером 15. Стрілкою 17 показано напрям обертання вентилятора.

Пекарна камера закривається дверцями 5, фіксація яких здійснюється за допомоги рукоятки 6. Над дверцями встановлено кінцевий вимикач 7. У дверцях вбудовано зорове вікно 8 та два освітлювача 9. Дверцята кріпляться до каркасу шарнірними петлями 10. Електроживлення ( 12 В ) до освітлювачів підводиться через штуцер 11.

На горі пекарній камери розташовано привід 3 візка. Перед піччю встановлено щит керування 12. Під час транспортування піч знаходиться на транспортній рамі 18.

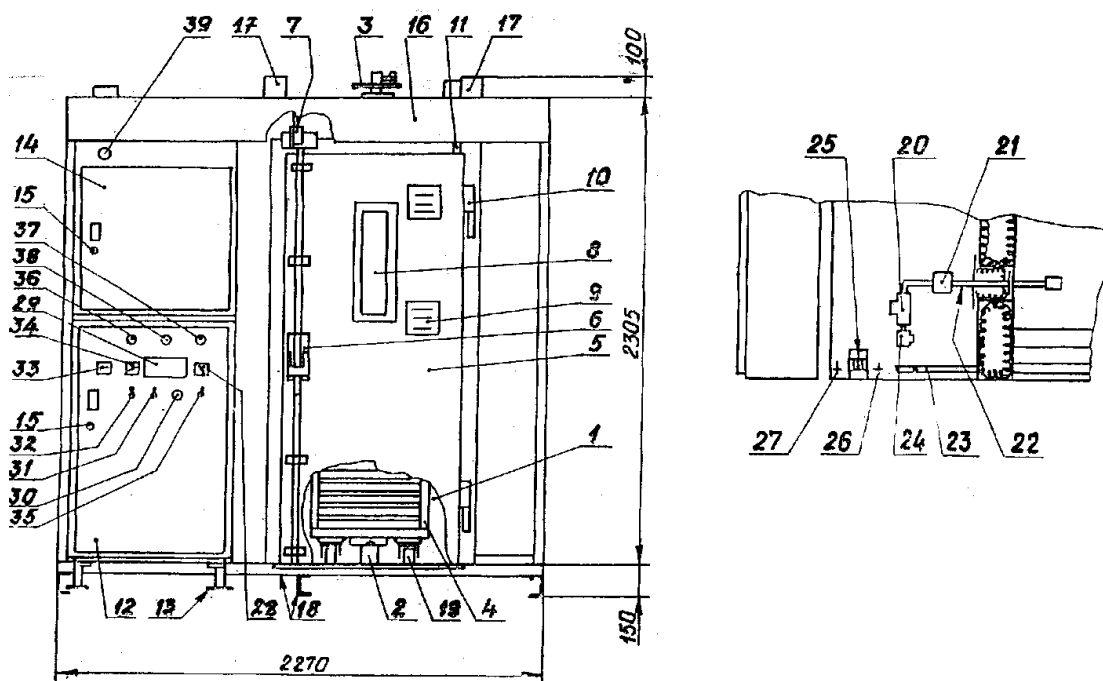


Рис 3.1. Загальний вигляд печі

Привід візка складається з двигуна, клинопасової передачі, червячного редуктора, ланцюгової передачі, запобіжного пристрою, вертикального вала муфти та захвату візка.

Вентилятор рис. 3.3. складається з корпусу 1, робочого колеса 2, двигуна 3, кришки 4, муфти 5. На муфті знаходиться крильчатка 6 для охолодження двигуна.

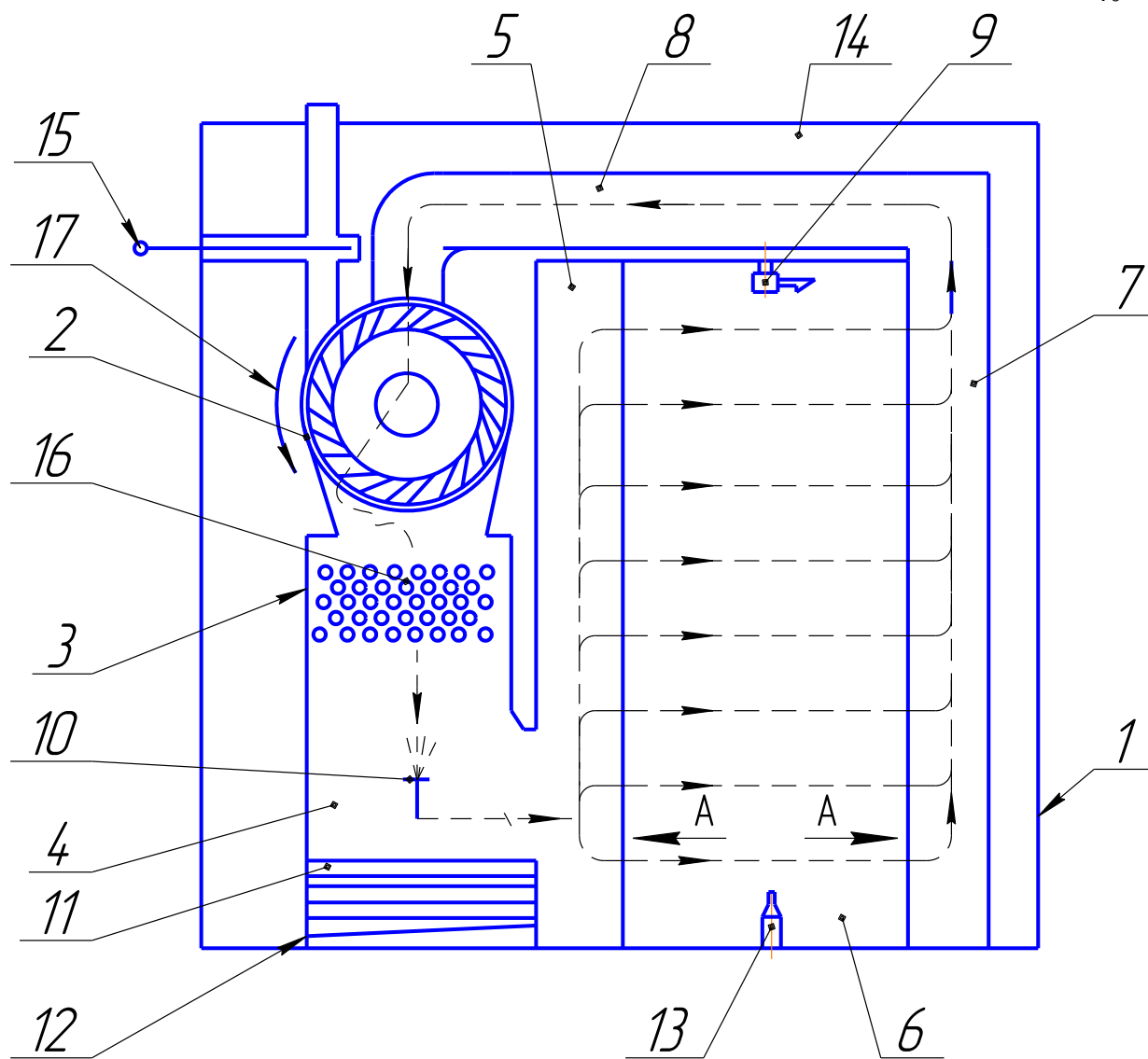
Система паро зволоження складається із фільтра 20, магнітного клапана 21, трубопровода 22, плит тепло акумулятора 11, форсунки 10 та дренажної труби 23. Фільтр 12 має кран 24 для впуску відстою.

Пекарна камера печі обігривається повітрям, який циркулює по замкнутому контуру.

Вентилятором 2 повітря продувається через ТЄНи. Для забезпечення більш плавного регулювання теплового режиму ТЄНи згруповані на три

групи. Нагріте повітря направляється через нагнітаючий повітряпровід 4 у впускний коро 5. Повітря, яке пройшло пекарню камеру 6 поступає у впускний короб 7 із якого через відводний повітряпровід направляється зворотно до вентилятора. Для отримання рівномірного випікання візок обертається.

Пар для зволоження середовища пекарної камери отримується системою паро зволоження. Через форсунку 10 вприскується вода у нагнітаючий повітряпровід, де вона випаровується за рахунок теплоти теплоаккумулятора та гарячого повітря. Вода, яка не випаровувалась через дренажну трубу 12. Кількість пара регулюється часом подачі води.



Вид А

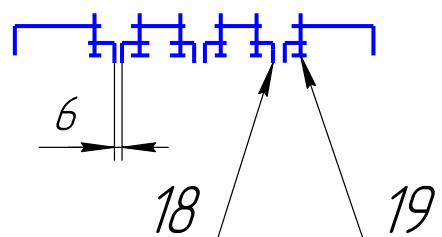


Рис 3.2. Пекарна камера печі

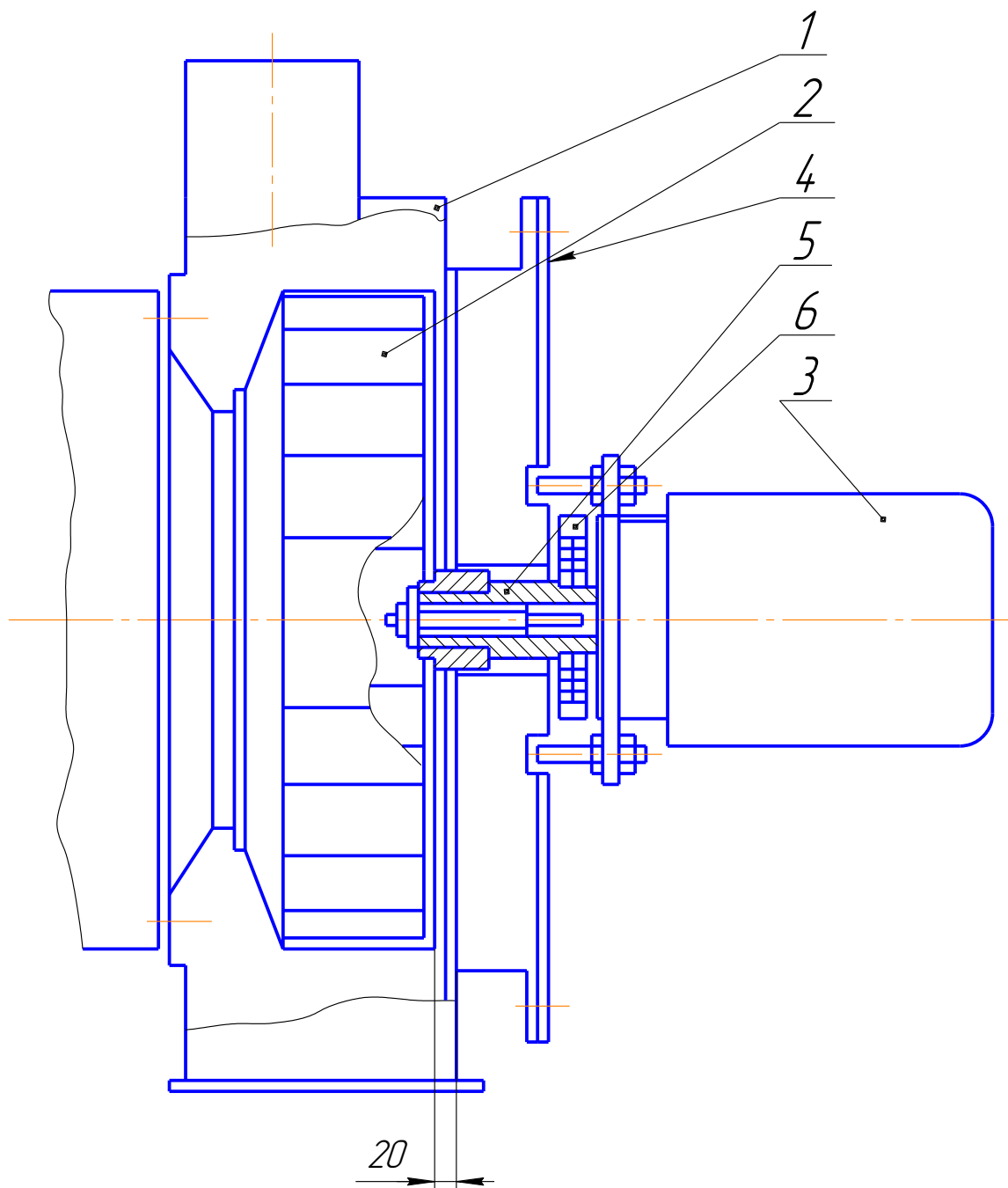


Рис 3.3. Вентилятор хлібопекарської печі

## 4. Вибір конструкційних матеріалів

Харчове обладнання безперервно вдосконалюється, створюються нові конструкції машин і апаратів, що пов'язано з частою зміною об'єктів виробництва.

Розвиток харчової промисловості, направлений на скорочення ручної праці, збільшення виробництва якісно нового асортименту харчових продуктів, пред'являються підвищені вимоги до матеріалів, що використовуються у конструкціях сучасних машин і апаратів підприємств харчової промисловості. Специфіка різноманітних галузей харчової промисловості вимагає застосування міцних та надійних металів та інших матеріалів, що працюють в умовах високих тисків, температур, глибокого вакууму, агресивних середовищ.

Специфічні умови харчових виробництв: підвищена вологість, висока чи низька температура, безпосередній контакт з харчовими продуктами та агресивними середовищами, абразивна дія деяких продуктів, пред'являють особливі вимоги до вибору матеріалів для харчового обладнання.

Матеріали, що застосовуються в харчовому машинобудуванні, повинні відповідати загальним вимогам, які пред'являються до матеріалів, що знаходяться в контакті з харчовими продуктами. Матеріали не повинні містити шкідливих для здоров'я людини елементів чи вступати в реакцію хімічної взаємодії з продуктами, руйнуватися під дією харчових середовищ, миючих та дезінфікуючих засобів і мастильних матеріалів.

Однією з основних вимог до матеріалів, що застосовуються у харчовому машинобудуванні являється їх висока корозійна стійкість.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Миколай І.М.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Мхоян А.А.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Вибір конструкційних матеріалів</b>	<b>200283.KP.11.004ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/4</b>

Галузевими стандартами встановлені обмеження на марки та асортимент матеріалів, які застосовуються у харчовому машинобудуванні, що сприяє підвищенню рівня уніфікації та технологічності харчових машин та апаратів.

При необхідності застосування матеріалів, не передбачених ДОСТ 27-00-223-75, для виготовлення деталей харчового обладнання вимагається узгодження та дозвіл відповідних підрозділів Міністерства легкої та харчової промисловості України.

При виборі того чи іншого конструкційного матеріалу, що контактує з харчовим середовищем, необхідно враховувати токсичність матеріалу, а також дозвіл органів охорони здоров'я та його застосування при безпосередньому контакті з конкретним технологічним середовищем харчового виробництва; корозійну стійкість при довгій дії на матеріал реальних харчових середовищ, підвищених температур і тисків, а також миючих і дезінфікуючих розчинів; механічну міцність при виконанні необхідних робочих циклів деталей, вузлів і механізмів машини; технологічні властивості пересування, лиття, зварювання та ін.; економічну доцільність.

У печі КЕП-6,5 необхідно застосовувати дефіцитні корозостійкі і жароміцні сталі марки Х18Н10Т або інші з аналогічними властивостями, стійкі при високих температурах і вологості, для виготовлення деталей, внутрішньої обшивки, а також системи відведення пари з пекарної камери.

При застосуванні для виготовлення вище перелічених деталей сталі звичайної якості термін їх служби скоротиться у декілька разів (не більш за 1 рік).

Застосування дефіцитних приладів і засобів автоматизації викликане необхідністю автоматизувати підтримку заданої температури в пекарній камері і безпеці роботи печі у всіх режимах.

Матеріали які використовуються в хлібопекарській печі подані в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1.

Матеріали	Використання
Сталь Ст20 (ДОСТ 1050-74)	Вали та осі приводу
Сталь Ст45 (ДОСТ 1050-74)	Зірочки ланцюгових передач і захват приводу стилажного візка
Сталь Ст3 (ДОСТ 1050-74)	Прокат прямокутного перерізу 70×40×5 і 20×20×2 мм. Для виготовлення рами верстата, листовий прокат 1 – 3мм. Корпусних деталей
Сталь Х18Н10Т (ДОСТ 1050-74)	Внутрішня обшивка, системи відведення пари з пекарної камери

Сталь Ст20 (ГОСТ 1050-74) – допустимі напруження: розтягу [ $\sigma_p$ ] = 1400 (кгс/см<sup>2</sup>); згину [ $\sigma_{zg}$ ] = 1700 (кгс/см<sup>2</sup>); зминання [ $\sigma_{zm}$ ] = 2100 (кгс/см<sup>2</sup>); кручення [ $\tau_{kr}$ ] = 1050 (кгс/см<sup>2</sup>);

Сталь Ст45 (ГОСТ 1050-74) – допустимі напруження: розтягу [ $\sigma_p$ ] = 2000 (кгс/см<sup>2</sup>); згину [ $\sigma_{zg}$ ] = 2400 (кгс/см<sup>2</sup>); зминання [ $\sigma_{zm}$ ] = 3000 (кгс/см<sup>2</sup>); кручення [ $\tau_{kr}$ ] = 1500 (кгс/см<sup>2</sup>);

Сталь Ст3 (ГОСТ 1050-74) – допустимі напруження: розтягу [ $\sigma_p$ ] = 1250 (кгс/см<sup>2</sup>); згину [ $\sigma_{zg}$ ] = 1500 (кгс/см<sup>2</sup>); зминання [ $\sigma_{zm}$ ] = 1900 (кгс/см<sup>2</sup>); кручення [ $\tau_{kr}$ ] = 950 (кгс/см<sup>2</sup>).

Вуглецеві сталі – конструкційний матеріал, при виробництві якого звичайно не пред'являється високих вимог до складу шихти, процесів плавки та розливу.

Сталь марки Ст3 використовується для розрахункових металевих конструкцій, що підлягають зварюванню у вигляді сортового, фасадного та листового прокату: балки, форми, обичайки, днища, корпуси посудин та апаратів, що працюють під тиском; не відповідальні осі, шестерні, втулки, вкладиші, важелі, гайки, шайби та інші мало відповідні деталі, що не підлягають терміновій обробці, а також цементуємі та ціануємі деталі, від яких вимагається висока твердість поверхні та невисока міцність серцевини; валики, поршневі палиці, штовхачі, шестерні.

## 5. Технологія виготовлення деталі

Основою для проектування технологічних процесів (ТП) механічної обробки деталей і їх складання у вузли та вироби є виробнича програма, робочі креслення виробів і деталей та технічні умови на їх виготовлення.

Технологічний процес, який розробляється, повинен забезпечувати: підвищення продуктивності праці і якості виробу; скорочення трудових і матеріальних витрат; зменшення шкідливого техногенного впливу на навколишнє середовище; реалізацію значень базових показників технологічності конструкції даного виробу.

Проектування починається з аналізу вихідних даних для розробки ТП. Необхідно за наявними відомостями про програму випуску і з використанням конструкторської документації на виріб ознайомитися з його призначенням і конструкцією, з вимогами до його виготовлення й експлуатації.

За класифікатором заготовок, методикою розрахунку і техніко-економічною оцінкою заготовок, стандартами і технічними умовами на заготовку і застосовуваний матеріал вибирають вихідну заготовку і методи її виготовлення, дають техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки.

Потім вибирають технологічні бази, виконують оцінку точності і надійності базування в залежності від виду технологічного процесу (використовують класифікатори способів базування та існуючі методи вибору технологічних баз).

За документацією типового, групового чи одиничного ТП складають технологічний маршрут обробки, визначають послідовність технологічних операцій, номенклатуру обладнання і склад технологічного оснащення.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Миколай І.М.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Мхоян А.А.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Технологія</b> <b>виготовлення деталі</b>	<b>200283.KP.11.005 ПЗ</b>				
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/20</b>	

## 5.1. Вибір методу одержання заготовки

Вихідним матеріалом деталі є сталь 45 ГОСТ 977-75. У малосерійному і одиничному виробництві заготовки із сталі 45 одержують за допомогою відкритого формування в землю чи формуванням в опоках. В умовах серійного чи масового виробництва дуже поширене машинне формування.

Вихідним документом для розробки креслення виливка є креслення деталі, на яке наноситься припуск на механічну обробку; технологічний припуск; технологічні вказівки по виготовленню виливка.

Припуск на механічну обробку призначають з врахуванням неточності виготовлення виливка. Припуск на механічну обробку також залежить від габаритів деталі. Величина припуску регламентується ГОСТ і складає 0,7...2 мм для алюмінієвих виливків і 0,7...5 мм для сталі. Приймаємо 3 мм на сторону і на верхню горизонтальну частину виливка напуск 4,5 мм. До технологічного припуску відносяться припуски, що спрощують процес виготовлення виливка. До них відносяться ливарні ухили, напуски, припливи, галтелі.

## 5.2. Розробка технологічного маршруту деталі типу «зірочка»

Технологічний маршрут обробки деталі «зірочка»

Таблиця 5.1

Номер операції, переходу	Назва операції, переходу	Технологічне обладнання, пристроїв, інструмент оброблювальний, контрольний
10	Заготівельна, У33	Відрізний верстат, Лещата
10.1	Відрізати заготовку з прокату (по масі) L = 223 мм	3-х кулачковий патрон лещата, дискова пилка
20	Штампувальна	Прес
20.1	Відштампувати заготовку, враховуючи припуски	Поковка спецформи

30.	Токарна У33	Токарно-гвинторізний верстат 16К20 3-х кулачковий патрон
30.1	Точити $\varnothing 107,5$ начорно, L = 18мм	Різець прохідний правий В×Н×L = 16×25×140мм, $\alpha = 8^\circ$ , $\gamma = 10^\circ$ , $\varphi = 45^\circ$ , T15K6 Штангельциркуль ШЦ1
30.2	Торцювати $\varnothing 107,5$	Різець прохідний упорний правий В×Н×L = 16×25×140мм, $\alpha = 8^\circ$ , $\gamma = 10^\circ$ , $\varphi = 90^\circ$ , T15K6 Штангельциркуль ШЦ1
30.3	Торцювати $\varnothing 65$	Різець прохідний правий В×Н×L = 16×25×140мм, $\alpha = 8^\circ$ , $\gamma = 10^\circ$ , $\varphi = 45^\circ$ , T15K6 Штангельциркуль ШЦ1
30.4	Точити $\varnothing 60$ начорно L = 48.7 мм	Різець прохідний упорний правий В×Н×L = 16×25×140мм, $\alpha = 8^\circ$ , $\gamma = 10^\circ$ , $\varphi = 90^\circ$ , T15K6 Штангельциркуль ШЦ1
30.5	Точити фаску $1,6 \times 45^\circ$ на $\varnothing 60$	Різець прохідний правий В×Н×L = 16×25×140мм, $\alpha = 8^\circ$ , $\gamma = 10^\circ$ , $\varphi = 45^\circ$ , T15K6
40.	Токарна У33	Токарно-гвинторізний верстат 16К20 3-х кулачковий патрон
40.1	Торцювати $\varnothing 55$	Різець прохідний, В×Н×L = 16×25×140мм, $\alpha = 8^\circ$ , $\gamma = 10^\circ$ , $\varphi = 45^\circ$ , T15K6 Штангельциркуль ШЦ1
40.2	Торцювати $\varnothing 107,5$	Різець прохідний упорний правий В×Н×L = 16×25×140мм, $\alpha = 8^\circ$ , $\gamma = 10^\circ$ , $\varphi = 90^\circ$ , T15K6 Штангельциркуль ШЦ1
40.3	Точити $\varnothing 50$ начорно L = 18.7 мм	Різець прохідний упорний правий В×Н×L = 16×25×140мм, $\alpha = 8^\circ$ , $\gamma = 10^\circ$ , $\varphi = 90^\circ$ , T15K6 Штангельциркуль ШЦ1
40.4	Точити гантель R17	Фасонні різці
40.5	Розсвердлити отвір під $\varnothing 35$	Свердло P18, $\varnothing 20$ мм Цанга, Штангельциркуль ШЦ1
40.6	Розточити до $\varnothing 34,93$	Різець розточний $\varphi = 45^\circ$

40.7	Розвернути отвір під Ø35H9	Розвертка Ø35H9, Цанга, Штангельциркуль ШЦ1
50	Протяжна УЗЗ	Вертикально – протяжний верстат 7Б710 Лещата
50.1	Протягнути шпоночний паз 10N9	Протяжка 10N9
60	Зубофрезерна УЗЗ	Зубофрезерний напівавтомат 5К324А Спеціальний пристрій
60.1	Нарізати зуби зірочки Ø107,5	Дискова фасонна фреза
70	Свердлильна УЗЗ	Вертикально – свердлильний верстат 2Н118 Кондуктор
70.1	Свердлити отвір під М8	Свердло Ø6,7 нормалбної заточки
70.2	Нарізати різб М8 – 7Н	Метчик М8 – 7Н
80.	Слюсарна	Верстак
80.1	Зняти задирки і притупити гострі кромки	
90.	Контрольна	Стіл контролера

### 5.3. Розрахунок припусків

Найточніший розмір  $\varnothing 107,5h9$

Мінімальний припуск на напівчисте точіння

$$2 Z_{\text{min}} = 2 (R_{z1} + D_1 + \sqrt{(T_{\text{пр1}})^2 + \epsilon y^2}) \quad (5.1.)$$

де  $R_{z1}, D_1, T_{\text{пр1}}$  – відповідно висота мікронерівносеї, глибина дефектного шару та сумарна просторова

похибка при чорновому точінні;  $\varepsilon_{y2}$  - похибка установлення при напівчистому точінні.

$R_{z1} = 50$  мкм,  $D_1 = 50$  мкм,  $T_{пр1} = 100$  мкм.

$\varepsilon_{y2} = 100$  мкм

Тоді

$$2 Z_{1min} = 2 (50 + 50 + \sqrt{(900^2 + 100^2)}) = 2011 \text{ мкм}$$

$$2 Z_{2max} = 2 Z_{1min} + T_1 - T_2 \quad (5.2.)$$

де  $T_1$  – допуск розміру при чорновому точінні,  $T_2$  – допуск розміру при напівчистовому точінні:

$$T_1 = IT13 = 390 \text{ мкм};$$

$$T_2 = IT11 = 160 \text{ мкм};$$

$$2Z_{2max} = 2011 + 390 - 160 = 2241$$

$$2 Z_{2nom} = \frac{2 Z_{2max} + 2 Z_{2min}}{2} = \frac{2011 + 2241}{2} = 2126 \text{ мкм}$$

Припуск на чорнове точіння:

$$2 Z_{1min} = 2 (Rz_0 + D_0 + \sqrt{(T_{пр0}^2 + \varepsilon_{y1}^2)}), \quad (5.3.)$$

де  $Rz_0$ ,  $D_0$ ,  $T_{пр0}$  – відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарна просторова похибка.

Для заготовок масою від 2,5 до 4 кг:  $Rz_0 = 160$  мкм,  $D_0 = 200$  мкм,  $T_{пр0} = 400$  мкм

$\varepsilon_{y1} = 100$  мкм – похибка установлення при чорновому точінні.

$$2 Z_{I\min} = 2 (160 + 200 + \sqrt{(400^2 + 100^2)}) = 1544 \text{ мкм}$$

Загальний припуск

$$2Z_{\text{СУМ}} = \sum 2 Z_{i\text{ном}} = 2126 + 1544 = 3670 \text{ мкм} \quad (5.4.)$$

Приймаємо  $Z = 4$  мкм.

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_M = \frac{M_{\text{дет}}}{M_{\text{заг}}} = \frac{2,69}{3,06} = 0,87 \quad (5.5.)$$

де  $M_{\text{дет}}$  – маса деталі,  $M_{\text{заг}}$  – загальна маса деталі

Втрата металу (на стружку) = 13%

#### 5.4. Розрахунок технологічних операцій

##### Токарна 30.0

Перехід 30.1. Точити  $\varnothing 107.5$  начорно,  $l = 18$  мм.

Глибина різання при цьому:

$$t = \frac{d_3 - d_d}{2} = \frac{115 - 107,5}{2} = 3,75 \text{ мм} \quad (5.6.)$$

Вибираємо подачу. Для різців з перетином різця  $16 \times 25$  мм при обробленні сталевих деталей діаметром до 400 мм з глибиною різання до

5 мм  $S = 0,8 - 1,0$  мм/об . Приймаємо  $S = 0,8$  мм/об.

З таблиць вибираємо залежність для визначення швидкості різання і визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^{0.2} t^{0.15} S^{0.45}} = \frac{255}{T^{0.2} t^{0.15} S^{0.45}} \quad (5.7.)$$

де  $T$  — стійкість різця. Приймаємо  $T = 90$  хв.

$$\text{Тоді} \quad V = \frac{255}{90^{0.2} 3.75^{0.15} 0.8^{0.45}} = 101,96 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпінделя верстата:

$$n_B = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 101,96}{\pi \cdot 115} = 282,36 \text{ об/хв} \quad (5.8.)$$

Із ряду обертів шпінделя верстата 16K20 вибираємо ближче менше значення —  $n_B = 250$  об/хв.

(ряд: ...100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 730, 800, 1000, 1250, 1600 об/хв )

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпінделя:

$$V = \frac{\pi d n_B}{1000} = \frac{\pi \cdot 115 \cdot 250}{1000} = 90.28 \text{ м/хв} \quad (5.9.)$$

Основний час на виконання переходу :

$$t_{01} = \frac{L}{n_B S} \quad (5.10.)$$

де  $L$  — розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3, \quad (5.11.)$$

де  $l = 18$  мм — довжина оброблення безпосередньо на деталі;  $l_1 = 2$  мм — добавка довжини на підвід інструменту до початку різання з механічною подачею;  $l_2$  — величина врізання інструменту;  $l_3$  — величина перебігу різця.

Для упорного різця з основним кутом у плані  $\varphi = 45^\circ$ ,  $l_2 + l_3 = 5$  мм

Отже,

$$L = 18 + 2 + 5 = 25 \text{ мм.}$$

$$t_{01} = \frac{25}{250 \cdot 0,8} = 0,125 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{д1} = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n \quad (5.12.)$$

де  $t_1 = 0,09$  хв — допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поздовжнього обточування з установленням різця по упору або грубо по лімбу на верстатах з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі;  $t_2 = 0,05 + 0,05 = 0,1$  хв — допоміжний час на заміну частоти обертів шпінделя і подачі;  $t_3$  — допоміжний час на інші дії під

час виконання переходу. Оскільки потреби в заміні інструменту і інших діях немає, то  $t_3 = 0$ . Тоді:

$$t_{д1} = 0,09 + 0,1 = 0,19 \text{ хв.}$$

Сили різання :

$$P_{Z1} = C_p \cdot t \cdot S^{0.75} = 200 \cdot 3.75 \cdot 0.8^{0.75} = 634.42 \quad (5.13.)$$

$C_p = 200 \text{ кг/мм}^2$  - сталь

$t = 3.75 \text{ мм}$  - глибина різання

$S = 0.8 \text{ мм}$  – подача

$P_z \cdot V_d$

$$N_{e1} = \frac{P_z \cdot V_d}{60 \cdot 102} < N_{дв}, \text{ де } N_{дв} = 11 \text{ кВт} - \text{ потужність двигуна верстата 16К20}$$

$$N_{e1} = \frac{634.42 \cdot 90.28}{60 \cdot 102} = 9.36 \text{ кВт} < 11 \text{ кВт}$$

Перехід 30.2. Торцювати  $\varnothing 107,5$  начорно.

Глибина різання при цьому

$$t = 1,7 \text{ мм}$$

Вибираємо подачу. Для різців з перетином різця  $16 \times 25 \text{ мм}$  при обробленні сталевих деталей діаметром до  $400 \text{ мм}$  з глибиною різання до  $5 \text{ мм}$   $S = 0,6 - 1,2 \text{ мм/об}$ . Приймаємо  $S = 0,6 \text{ мм/об}$ .

З таблиці вибираємо залежність для визначення швидкості різання і визначаємо швидкість різання за формулою (5.7.):

$$V = \frac{C_v}{T^{0.2} t^{0.15} S^{0.45}} = \frac{485}{T^{0.2} t^{0.15} S^{0.45}}$$

де  $T$  — стійкість різця. Приймаємо  $T = 60$  хв.

Тоді

$$V = \frac{485}{60^{0.2} 1.7^{0.15} 0.6^{0.45}} = 177,2 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпінделя верстата за формулою (5.8.):

$$n_B = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 177,2}{\pi \cdot 107,5} = 525,1 \text{ об/хв}$$

Із ряду обертів шпінделя верстата вибираємо ближче менше значення —  $n_B = 500$  об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпінделя:

$$V = \frac{\pi d n_B}{1000} = \frac{\pi \cdot 107,5 \cdot 500}{1000} = 108,8 \text{ (м/хв)};$$

Основний час на виконання переходу :

$$t_{02} = \frac{L}{n_B S} \quad (5.14.)$$

де  $L$  — розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3,$$

де  $l = 21,25$  мм — довжина оброблення безпосередньо на деталі;

$l_1 = 2$  мм — добавка довжини на підвід інструменту до початку різання з механічною подачею;  $l_2$  — величина врізання інструменту;

$l_3$  — величина перебігу різця.

Для упорного різця з основним кутом у плані  $\varphi = 90^\circ$ ,  $l_2 = 0$ ,  $l_3 = 0$  мм

Отже,  $L = 21,25 + 2 + 5 = 28,25$  мм.

$$t_{02} = \frac{28,25}{500 \cdot 0,6} = 0,09 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{д1} = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n$$

де  $t_1 = 0,09$  хв — допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору або грубо по лімбу на верстатах з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі (табл. 26);  $t_2 = 0,05 + 0,05 = 0,1$  хв — допоміжний час на заміну частоти обертів шпінделя і подачі;  $t_3$  — допоміжний час на інші дії під час виконання переходу. Оскільки потреби в заміні інструменту і інших діях немає, то  $t_3 = 0$ . Тоді

$$t_{д2} = 0,09 + 0,1 = 0,19 \text{ хв.}$$

Сили різання :

$$P_{z2} = C_p \cdot t \cdot S^{0.75} = 200 \cdot 1.7 \cdot 0.6^{0.75} = 231.79 \quad (5.15.)$$

$C_p = 200 \text{ кг/мм}^2$  - сталь

$t = 1.7 \text{ мм}$  - глибина різання

$S = 0.6 \text{ мм}$  - подача

$P_z \cdot V_d$

$$N_{e2} = \frac{P_z \cdot V_d}{60 \cdot 102} < N_{дв}, \text{ де } N_{дв} = 11 \text{ кВт} - \text{потужність двигуна верстата 16К20}$$

$$N_{e2} = \frac{231.79 \cdot 168.8}{60 \cdot 102} = 6.39 \text{ кВт} < 11 \text{ кВт}$$

### Перехід 30.3. Торцювати $\varnothing 65$

Глибина різання при цьому:

$$t = 2,5 \text{ мм}$$

Вибираємо подачу. Для різців з перетином різця  $16 \times 25 \text{ мм}$  при обробленні сталевих деталей діаметром до  $100 \text{ мм}$  з глибиною різання до  $3 \text{ мм}$   $S = 0,6 - 0,9 \text{ мм/об}$ . Приймаємо  $S = 0,6 \text{ мм/об}$ .

З таблиці вибираємо залежність для визначення швидкості різання і визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^{0.2} t^{0.15} S^{0.35}} = \frac{403}{T^{0.2} t^{0.15} S^{0.35}} \quad (5.16.)$$

де  $T$  — стійкість різця. Приймаємо  $T = 90 \text{ хв.}$

403

$$\text{Тоді} \quad V = \frac{403}{90^{0.2} 2,5^{0.15} 0.6^{0.35}} = 206,4 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпінделя верстата за формулою (5.8.):

$$n_B = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 206,4}{\pi \cdot 115} = 1011,5 \text{ об/хв}$$

Із ряду обертів шпінделя верстата вибираємо ближче менше значення  
—  $n_B = 1000$  об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпінделя:

$$V = \frac{\pi d n_B}{1000} = \frac{\pi \cdot 65 \cdot 1000}{1000} = 204,1 \text{ м/хв}$$

Основний час на виконання переходу :

$$t_{03i} = \frac{L}{n_B S}; \quad (5.17.)$$

де  $L$  — розрахункова довжина оброблення для переходу;

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3, \quad (5.18.)$$

де  $l = 32,5$  мм — довжина оброблення безпосередньо на деталі;

$l_1 = 2$  мм — добавка довжини на підвід інструменту до початку різання з механічною подачею;  $l_2$  — величина врізання інструменту;

$l_3$  — величина перебігу різця.

Для упорного різця з основним кутом у плані  $\varphi = 45^\circ$ ,  $l_2 + l_3 = 5$  мм

Отже,  $L = 32,5 + 2 + 5 = 39,5$  мм.

39,5

$$t_{03} = \frac{39,5}{1000 \cdot 0,6} = 0,07 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{д3} = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n \quad (5.19.)$$

де  $t_1 = 0,09$  хв — допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору або грубо по лімбу на верстатах з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі ;  $t_2 = 0,05 + 0,05 = 0,1$  хв — допоміжний час на заміну частоти обертів шпінделя і подачі ;  $t_3$  — допоміжний час на інші дії під час виконання переходу. Оскільки потреби в заміні інструменту і інших діях немає, то  $t_3 = 0$ .

Тоді

$$t_{д3} = 0,09 + 0,1 = 0,19 \text{ хв.}$$

Сили різання :

$$P_{z3} = C_p \cdot t \cdot S^{0.75} = 200 \cdot 2.5 \cdot 0.6^{0.75} = 340.86; \quad (5.20.)$$

$C_p = 200$  кг/мм<sup>2</sup>- сталь

$t = 2.5$  мм - глибина різання

$S = 0.6$  мм - подача

$$N_{e3} = \frac{P_z \cdot V_d}{60 \cdot 102} < N_{дв}, \text{ де } N_{дв} = 11 \text{ кВт} - \text{потужність двигуна верстата 16K20}$$

$$N_{e3} = \frac{340.86 \cdot 204,1}{60 \cdot 102} = 10,37 \text{ кВт} < 11 \text{ кВт}$$

Перехід 30.4. Точити  $\varnothing 60$  начорно,  $l = 48,7$  мм.

Глибина різання при цьому:

$$t = \frac{d_3 - d_d}{2} = \frac{65 - 60}{2} = 2,5 \text{ мм} \quad (5.21.)$$

Вибираємо подачу. Для різців з перетином різця  $16 \times 25$  мм при обробленні сталевих деталей діаметром до 100 мм з глибиною різання до 3 мм  $S = 0,6 - 0,9$  мм/об. Приймаємо  $S = 0,6$  мм/об.

З таблиці вибираємо залежність для визначення швидкості різання і визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^{0.2} t^{0.15} S^{0.2}} = \frac{393}{T^{0.2} t^{0.15} S^{0.2}} \quad (5.22.)$$

де  $T$  — стійкість різця. Приймаємо  $T = 60$  хв.

Тоді

$$V = \frac{393}{60^{0.2} 2,5^{0.15} 2,5^{0.2}} = 167,2 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпінделя верстата за формулою (5.8.):

$$n_B = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 167,2}{\pi \cdot 115} = 819,2 \text{ об/хв}$$

Із ряду обертів шпінделя верстата вибираємо ближче менше значення  
—  $n_B = 800$  об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпінделя:

$$V = \frac{\pi d n_B}{1000} = \frac{\pi \cdot 65 \cdot 800}{1000} = 163,28 \text{ м/хв}$$

Основний час на виконання переходу :

$$t_{04} = \frac{L}{n_B S}; \quad (5.23.)$$

де  $L$  — розрахункова довжина оброблення для переходу;

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3, \quad (5.24.)$$

де  $l = 48,7$  мм — довжина оброблення безпосередньо на деталі;  $l_1 = 2$  мм — добавка довжини на підвід інструменту до початку різання з механічною подачею;  $l_2$  — величина врізання інструменту;  $l_3$  — величина перебігу різця.

Для упорного різця з основним кутом у плані  $\varphi = 90^0$ ,  $l_2 = 0$ ,  $l_3 = 0$   
Отже,  $L = 48,7 + 2 = 50,7$  мм.

$$t_{04} = \frac{50,7}{800 \cdot 0,6} = 0,1 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{д4} = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n \quad (5.25.)$$

де  $t_1 = 0,09$  хв — допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поздовжнього обточування з установленням різця по упору або грубо по лімбу на верстатах з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі;  $t_2 = 0,05$  хв — допоміжний час на заміну частоти обертів шпінделя;  $t_3$  — допоміжний час на інші дії під час виконання переходу. Оскільки потреби в заміні інструменту і інших діях немає, то  $t_3 = 0$ .

Тоді

$$t_{д4} = 0,09 + 0,05 = 0,14 \text{ хв.}$$

Сили різання :

$$P_{Z4} = C_p \cdot t \cdot S^{0.75} = 200 \cdot 2.5 \cdot 0.6^{0.75} = 340.86 \quad (5.26.)$$

$C_p = 200$  кг/мм<sup>2</sup>- сталь

$t = 2.5$  мм - глибина різання

$S = 0.6$  мм - подача

$P_Z \cdot V_d$

$$N_{e4} = \frac{P_{Z4} \cdot V_d}{60 \cdot 102} < N_{дв}, \text{ де } N_{дв} = 11 \text{ кВт} - \text{потужність двигуна верстата 16K20}$$

$$N_{e4} = \frac{340,86 \cdot 163.28}{60 \cdot 102} = 9.09 \text{ кВт} < 11 \text{ кВт}$$

Перехід 30.5. Точити фаску.

Оперативний час на зняття фасок для оброблюваної поверхні діаметром до 100 мм становить:

$$T_{оп} = 0,18 \text{ хв}$$

Основний час на виконання операції:

$$T_0 = \sum t_0 = 0.125 + 0.09 + 0.07 + 0.1 = 0,39 \text{ хв.} \quad (5.27.)$$

Допоміжний час

$$T_d = 2t_y + \sum t_d$$

де  $t_y$  – допоміжний час на встановлення(переустановлення), закріплення і зняття деталі.

Для встановлення деталі масою до 5 кг в патрон з центром  $t_y = 0,24$  хв.

Тоді

$$\sum t_d = t_{d1} + t_{d2} + t_{d3} + t_{d4} + t_{d5}, \quad (5.28.)$$

$$\sum t_d = 0.19+0.19+0.19+0.14= 0,71 \text{ хв.}$$

$$T_d = 2*0,24 + 0,71 = 1,19 \text{ хв.}$$

Операційний час:

$$T_{оп} = T_o + T_d = 0,39 + 1,19 + 0,18 = 1,76 \text{ хв.} \quad (5.29.)$$

Час на обслуговування робочого місця, перерви, відпочинок і природні потреби:

$$T_{об} + T_{п.п} = (2,5+4,0)T_{оп} / 100; \quad (5.30.)$$

$$T_{об} + T_{п.п} = 6,5 \cdot 1,76 / 100 = 0,11 \text{ хв.}$$

Штучний час становить:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{п.п} = 1,76 + 0,11 = 1,87 \text{ хв.} \quad (5.31.)$$

Калькуляційний час на виконання операції при виготовленні однієї деталі:

$$T_k = T_{шт} + T_{п.з} / n ; \quad (5.32.)$$

де  $T_{п.з}$  — підготовчо-завершувальний час на партію деталей.

На налагодження в самоцентрувальному патроні з підтримкою центром в задній бабці верстата з висотою центрів 200 мм при використанні шести інструментів дається 13 хв, на одержання та здавання інструментів та пристроїв — 7...10 хв і на заміну кулачків трикулачкового патрона — 4 хв.

Отже,

$$T_{п.з}=13 + 10 + 4 = 27 \text{ хв};$$

$n$  — кількість деталей у партії (серії).

Якщо виходити з річної програми 2000 деталей на рік, яка виконується помісячне 10 раз по 200 шт, то:

$$T_k = 1,87 + \frac{27}{200} = 2 \text{ хв.}$$

$$N = 60 / T_k = 30 \text{ деталей.} \quad (5.33.)$$

## 6. Розрахункова частина

### 6.1. Розрахунок продуктивності печі

Розрахунок продуктивності печі визначається по виробництву батона нарізного з пшеничного борошна першого гатунку, маса батону 0,4 кг.

$$G = \frac{m \cdot n}{\tau_{\text{вип}} + \tau_{\text{доо}}}; \frac{\text{кг}}{\text{с}}, \quad (6.1.)$$

де  $m$  - маса одного виробу, кг;

$n$  - кількість виробів, які одночасно завантажуються в піч;

$\tau_{\text{вип}}$  - час випікання,  $\tau_{\text{вип}} = 40$  хв;

$\tau_{\text{доо}}$  - допоміжний час, який витрачається на вивантаження і завантаження печі,  $\tau_{\text{доо}} = 3$  хв

$$G = \frac{0,4 \cdot 104}{1680 + 300} = 2,1 \cdot 10^{-2}; \frac{\text{кг}}{\text{с}}; \quad G = 75,6 \frac{\text{кг}}{\text{год}}$$

Добова продуктивність печі:

$$G_{\text{доб}} = p \cdot z \cdot G; \frac{\text{кг}}{\text{добу}}, \quad (6.2.)$$

де  $p$  - кількість робочих змін;

$z$  - кількість робочих годин на зміну

$$G_{\text{доб}} = 2 \cdot 7,4 \cdot 75,6 = 1118,9 \frac{\text{кг}}{\text{добу}}$$

### 6.2. Тепловий розрахунок печі

Витрати теплоти на випікання (тепловий баланс пекарної камери) складаємо на 1 кг продукції на виході з печі.

Витрати теплоти на випікання визначаються за формулою:

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження Миколай І.М.	Вид документа <b>Пояснювальна записка</b>	Статус документа			
Власник документа <b>НУХТ</b>	Розробник документа Мхоян А.А.	Назва, додаткова назва <b>Розрахункова частина</b>	200283.КР.11.006 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова <b>UA</b>	Аркуш 1/23

$$q_1 = W_{\text{вун}}(i_{\text{нн}} - i_{\text{е}}) + q_{\text{к}}c_{\text{к}}(t_{\text{к}} - t_{\text{м}}) + (q_{\text{м}}c_{\text{м}} + W_{\text{м}}c_{\text{м}})(t_{\text{м}} - t_{\text{м}}); \quad (\text{Дж/кг}); \quad (6.3.)$$

гарячого хліба,

де  $W_{\text{вун}}$  - кількість випаровуваної вологи з тістової заготовки під час випічки – упікання, %;

$i_{\text{нн}}$  - ентальпія перегрітої пари, яка визначається при атмосферному тиску і температурі в пекарній камері, кДж/кг;

$t_{\text{нк}} = 250 \text{ } ^\circ\text{C}$  – температура в пекарній камері, за таблицями перегрітої пари

$i_{\text{нн}} = 2970 \text{ кДж/кг}$ ;

$i_{\text{е}}$  - ентальпія води при температурі тіста в момент посадки його в пекарну камеру, кДж/кг,

$$i_{\text{е}} = t_{\text{м}} \cdot c_{\text{е}}; \quad \text{кДж/кг}, \quad (6.4.)$$

де  $t_{\text{м}} = 37 \text{ } ^\circ\text{C}$  - температура тіста;

$c_{\text{е}}$  - теплоємність води, кДж/(кг  $^\circ\text{C}$ )

$$i_{\text{е}} = 37 \cdot 4,187 = 155 \text{ кДж/кг},$$

$q_{\text{к}}$  - масова частина скоринки в хлібі, %;

$c_{\text{м}} = c_{\text{к}}$  - теплоємність сухої речовини відповідно скоринки і хліба, кДж/(кг  $^\circ\text{C}$ );

$$q_{\text{м}} = W_{\text{м}} = \frac{1 - 0,12}{2} = 0,44 \quad - \text{ вміст сухої речовини в м'якиші приблизно}$$

дорівнює вмісту вологи в м'якиші;

$t_{\text{к}}$  - температура скоринки,  $^\circ\text{C}$ ;

$t_{\text{м}}$  - температура м'якиша,  $^\circ\text{C}$

$$q_1 = 0,07(2970 - 155) + 0,12 \cdot 1,68(160 - 37) + (0,44 \cdot 1,68 + 0,44 \cdot 4,187)(98 - 37) = 435,6$$

$\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$

Витрати теплоти на утворення пари в пекарній камері:

$$q_2 = D_{\text{н}}(i_{\text{нн}} - i_{\text{е}}'); \quad \text{кДж/(кг г.хл.)}, \quad (6.5.)$$

де  $D_{\text{н}}$  - витрати пари на зволоженн середовища пекарної камери, кг/кг;

$i'_g$  - ентальпія води, яка подається для утворення пари, кДж/кг;

$i_{nn}$  - ентальпія перегрітої пари, яка визначається при атмосферному тиску і температурі в пекарній камері, кДж/кг

$$q_2 = 0,05(2970 - 126) = 142 \text{ кДж/кг}$$

Витрати теплоти вентиляційним повітрям розраховуються виходячи з того, що в період завантаження печі проходить повний обмін повітря в пекарній камері, тобто об'єм викиду повітря на одну посадку викидів:

$$V_{\text{вик}} = a \cdot b \cdot h; \text{ м}^3; \quad (6.6.)$$

де  $a$  - довжина пекарної камери, м;

$b$  - ширина пекарної камери, м;

$h$  - висота пекарної камери, м

$$V_{\text{вик}} = 0,85 \cdot 0,85 \cdot 1,9 = 1,37 \text{ м}^3$$

Теплові витрати з виходом повітря на одну посадку становитимуть:

$$q_3'' = c_p \cdot V_{\text{вик}} (t_{\text{нк}} - t_g); \quad \text{кДж/(кг гар.хліба)}, \quad (6.7.)$$

де  $c_p$  - ізобарна теплоємність 1 м<sup>3</sup> повітря, кДж/(м<sup>3</sup>К);

$V_{\text{вик}}$  - об'єм викиду повітря, м<sup>3</sup>;

$t_{\text{нк}}$  - температура пекарної камери, °С;

$t_g$  - температура води, °С

$$q_3'' = 1,3 \cdot 1,37(250 - 30) = 391,9 \text{ кДж/(кг гар.хліба)}$$

При тривалості випікання 40 хв, за годину виконується дві посадки ( $n=2$ ). Тоді за одиницю часу (1 год) втрати теплоти з вентиляційним повітрям становитимуть:

$$q_3' = n \cdot q_3'' \frac{1}{3600}; \quad \text{кВт}, \quad (6.8.)$$

де  $n$  - кількість посадок виробів;

$q_3''$  - теплові втрати з виходом повітря на одну посадку, кДж

$$q_3 = 2 \cdot 391,8 \cdot \frac{1}{3600} = 0,22 \text{ кВт}$$

Втрата теплоти на нагрів транспортних засобів – стелажних візків з формами:

$$q_4 = \frac{1}{3600} n \cdot q_k \cdot c_k \cdot (t_k'' - t_k'); \quad \text{кВт}, \quad (6.9.)$$

де  $n$  - кількість стелажних візків у печі;

$q_k$  - маса стелажного візка, кг;

$c_k$  - теплоємність заліза, кДж/(кг К);

$t_k''$  - температура середовища пекарної камери в кінці процесу випікання;  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_k'$  - температура стелажного візка на початку випікання,  $^{\circ}\text{C}$

$$q_4 = \frac{1}{3600} \cdot 1 \cdot 62 \cdot 0,46 \cdot (180 - 30) = 1,19 \quad \text{кВт}$$

Втрати теплоти огороженням перкарної камери в навколишнє середовище:

$$q_5' = f_n \cdot a_{np} \cdot c_0 \left[ \left( \frac{T_n}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_{нов}}{100} \right)^4 \right] + \alpha (t_n - t_{нов}); \quad \text{кВт}, \quad (6.10.)$$

де  $f_n$  - площа поверхонь огороження печі,  $\text{м}^3$ ;

$a_{np}$  - приведена ступінь чорноти поверхні огороження печі та навколишнього середовища;

$c_0 = 5,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К}^4)$  – стала Стефана – Больцмана.

Коефіцієнт тепловіддачі конвекцією від верикальних стін:

$$\alpha^{вепм} = Nu \frac{\lambda}{l}; \quad \text{Вт}/(\text{м}^2 \text{ К}), \quad (6.11.)$$

де  $Nu = c(Gr \cdot Pr)^n$  - критерій Нуссельта

Визначальна температура

$$t_m = (t_n + t_{нов})$$

де  $t_n$  – середня температура поверхні печі;  $t_n = 45 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$t_{нов}$  – температура повітря,  $t_{нов} = 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$$t_m = (t_n + t_{нов}) / 2 = (45 + 30) / 2 = 37,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

При визначенні  $t_m$  для повітря:

$\lambda = 0,0269$  Вт/м·К – коефіцієнт теплопровідності;

$\nu = 16,3 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с – кінематична в'язкість;

$P_r = 0,72$  – значення критерію Прандля.

Критерій Грасгофа:

$$G_r = (\beta \cdot l^3 \cdot q \cdot \Delta t) / \nu^2 \quad (6.12)$$

де  $l$  – висота печі,  $l = 3,39$  м

$q$  – механічна стала,  $q = 9,81$  кгм/с<sup>2</sup>

$\Delta t$  – різниця температур  $t_n$  і  $t_{нов}$ , °С

$\nu$  – кінематична в'язкість, м<sup>3</sup>/с

$$G_r = (2,39^2 \cdot 9,81(45 - 30)) / ((273 + 37,5)(16,3 \cdot 10^{-6})^2) = 2,4 \cdot 10^{10}$$

$$G_r \cdot P_r = 2,4 \cdot 10^{10} \cdot 0,72 = 1,75 \cdot 10^{10}$$

При такій величині добутку критеріїв емпіричні коефіцієнти матимуть значення:  $c=0,135$ ;  $n=0,33$ .

$$Nu = c(C_r P_r)^n = 0,135(1,75 \cdot 10^{10})^{0,33} = 324$$

$$\alpha_{верт} = Nu \cdot \frac{\lambda}{l} = 324 \cdot \frac{0,0269}{2,39} = 3,65 \text{ Вт/(м}^2 \text{ К)}$$

Коефіцієнт тепловіддачі конвекцією від горизонтальних стін

$$\alpha_{гор} = 1,3Nu(\lambda / e) \quad (6.13)$$

Критерій Грасгофа:

$$G_r = (\beta \cdot l^3 \cdot q \cdot \Delta t) / \nu^2, \quad (6.14.)$$

де  $l$  – визначаючий розмір, м;

$q$  – механічна стала, кг м/с<sup>2</sup>;

$\Delta t$  – різниця температур  $t_n$  і  $t_{нов}$ , °С;

$\nu$  – кінематична в'язкість, м<sup>3</sup>/с

$$G_r = (1,6^3 \cdot 9,81(45 - 30)) / ((273 + 37,5)(16,3 \cdot 10^{-6})^2) = 7,3 \cdot 10^9,$$

$$G_r P_r = 7,3 \cdot 10^9 \cdot 0,72 = 5,26 \cdot 10^9$$

При такій величині добутку критеріїв емпіричні коефіцієнти матимуть значення:  $c = 0,135$ ;  $n = 0,33$ .

Критерій Нусельта:

$$Nu = c(C_r P_r)^n = 0,135(5,26 \cdot 10^9)^{0,33} = 218$$

Коефіцієнт конвективної тепловіддачі:

$$\alpha_{\text{зоп}} = 1,3Nu(\lambda / e), \quad (6.15.)$$

де  $Nu$  – критерій Нуссельта;

$\lambda$  – коефіцієнт теплопровідності, Вт/м·К;

$l$  – визначаючий розмір, м;

$$\alpha_{\text{зоп}} = 1,3 \cdot 218(0,0269/1,6) = 4,76 \text{ (Вт/м·К)}$$

Площа вертикальних поверхонь печі визначається з герметичних розмірів:

$$f_{\text{верт}} = 2(a' + b')h', \quad (6.16.)$$

де  $a'$  – довжина печі;

$b'$  – ширина печі;

$h'$  – висота печі

$$f_{\text{верт}} = 2(155 + 1,6)2,39 = 15,06 \text{ м}^2$$

Площа горизонтальних поверхонь печі:

$$f_{\text{зоп}} = a' \cdot b', \quad (6.17.)$$

де  $a'$  – довжина печі;

$b'$  – ширина печі

$$f_{\text{зоп}} = 1,55 \cdot 1,6 = 2,48 \text{ м}^2$$

Тепловіддача вертикальними поверхнями:

$$Q_{\text{верт}} = f_{\text{верт}} \{ a_{\text{нр}} C_0 [(T_n / 100)^4 - (T_{\text{нов}} / 100)^4 + \alpha_{\text{верт}} (t_n - t_{\text{нов}})] \}, \quad (6.18.)$$

де  $a_{\text{нр}}$  – приведена ступінь чорноти поверхні огорожень печі та навколишнього середовища;

$C_0$  – стала Стефана – Больцмана, Вт/(м<sup>2</sup> К<sup>4</sup>);

$\alpha_{\text{верт}}$  – коефіцієнт тепловіддачі конвекцією від вертикальних стін, Вт/(м<sup>2</sup> К);

$t_n$  – середня температура поверхні печі, °С

$t_{\text{нов}}$  – температура повітря, °С

$$Q_{\text{верт}} = 15,06\{0,82 \cdot 5,7[(273 + 45)/100]^4 - ((273 + 30/100)^4] + 3,65(45 - 30)\} = 2,09 \text{ кВт}$$

Тепловіддача горизонтальними поверхнями:

$$Q_{\text{гор}} = f_{\text{гор}} \{a_{\text{пр}} C_0 [(T_n / 100)^4 - (T_{\text{нов}} / 100)] + \alpha_{\text{гор}} (t_n - t_{\text{нов}} = 0,385)\}, \quad (6.19.)$$

де  $a_{\text{пр}}$  – приведена ступінь чорноти поверхні огорожень печі та навколишнього середовища;

$C_0$  – стала Стефана – Больцмана, Вт/(м<sup>2</sup> К<sup>4</sup>);

$\alpha_{\text{гор}}$  – коефіцієнт тепловіддачі конвекцією від горизонтальних стін, Вт/(м<sup>2</sup>

К);

$t_n$  – середня температура поверхні печі, °С

$t_{\text{нов}}$  – температура повітря, °С

$$Q_{\text{гор}} = 2,48\{0,82 \cdot 5,7[(273 + 45)/100]^4 - ((273 + 30/100)^4] + 4,76(45 - 30)\} = 0,385 \text{ кВт}$$

Загальна тепловіддача стінами:

$$q'_5 = Q_{\text{гор}} + Q_{\text{верт}} = 0,385 + 2,09 = 2,475 \text{ кВт},$$

де  $Q_{\text{гор}}$  – тепловіддача горизонтальними поверхнями, кВт;

$Q_{\text{верт}}$  – тепловіддача вертикальними поверхнями, кВт;

Тепловіддача на одиницю продукції:

$$q_5 = q'_5 / G, \quad (6.19.)$$

де  $q'_5$  – загальна тепловіддача стінами, кВт;

$G$  – продуктивність печі за 1 секунду;

$$q_5 = \frac{2,475}{2,2 \cdot 10^{-2}} = 112,5 \text{ кДж/кг хл}$$

Тепловіддача на одиницю продукції:

$$q_3 = q'_3 / G, \quad (6.20.)$$

де  $q'_3$  – теплові витрати з вентиляційним повітрям, кВт;

$G$  – продуктивність печі за 1 секунду;

$$q_3 = \frac{0,22}{2,2 \cdot 10^{-2}} = 10 \text{ кДж/кг}$$

$$q_4 = q'_4 / G, \quad (6.21.)$$

де  $q'_4$  – втрати теплоти на нагрів транспортних засобів, кВт;

$$q_4 = \frac{1,19}{2,2 \cdot 10^{-2}} = 54 \text{ кДж/кг}$$

Приймаємо інші витрати:

$q_6$  – втрати теплоти через посадочні і розвантажувальні вікна пекарної камери, кДж/кг;

$q_7$  – інші втрати теплоти, кДж/кг;

$$q_6 + q_7 = 40 \text{ кДж/кг}$$

Сумарна теплопередача в пекарну камеру на одиницю продукції:

$$q_{нк} = \sum_{i=1}^7 q_i = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 + q_7, \quad (6.22.)$$

де  $q_1$  – втрати теплоти на випікання;

$q_2$  – втрати теплоти на утворення пари в пекарній камері;

$q_3$  – втрати теплоти з вентиляційним повітрям;

$q_4$  – втрати теплоти на нагрів транспортних засобів;

$q_5$  – втрати теплоти огороженням пекарної камери в навколишнє середовище;

$q_6$  і  $q_7$  – інші втрати теплоти

$$q_{нк} = 435,6 + 142 + 10 + 54 + 112,4 + 40 = 794 \text{ кДж/кг}$$

або за одиницю часу:

$$Q_{заг} = Q_i = G \cdot q_i = 2,2 \cdot 10^{-2} \cdot 794 = 17,5 \text{ кВт}$$

Визначення необхідної кількості електронагрівачів:

$$n = Q'_{заг} / N_m, \quad (6.23.)$$

де  $Q'_{заг}$  – сумарна теплопередача в пекарну камеру за одиницю часу, кВт;

$$Q'_{заг} = Q_{заг} \cdot k, \quad (6.24.)$$

де  $k = 1,2$  – коефіцієнт збільшення потужності

$$Q'_{заг} = 17,5 \cdot 1,2 = 21 \text{ кВт}$$

$N_m = 2$  кВт – потужність одного ТЕНа, кВт;

$$n = 21 / 2 = 10,5$$

Приймаємо для встановлення в печі необхідну кількість  $n = 11$  шт.

### 6.3. Визначення розрахункової потужності на обертання вагонетки в печі

Необхідна потужність двигуна:

$$N_1 = (QV) / 1000\eta, \quad (6.25.)$$

де  $Q = 1200$  Н – сила, що діє на диск привода візка;

$V = (Z_3 n_3 t) / (60 / 1000)$  - швидкість обертання диска;

$Z_3 = 120$  – кількість зубів зірочки;

$n_3 = 11,4$  об/хв. – частота обертання диска;

$t = 12,7$  мм – крок ланцюга;

$\eta$  - ККД привода

Величинами  $Z_3$ ,  $\eta$  та  $t$  задаємося для проектного розрахунку, згідно рекомендацій [6].

$$V = (120 \cdot 11,4 \cdot 12,7) / (60 \cdot 100) = 0,29 \text{ м/с}$$

$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 = 0,96 \cdot 0,8 \cdot 0,99 = 0,76,$$

де  $\eta_1 = 0,96$  - ККД ланцюгової передачі;

$\eta_2 = 0,8$  - черв'ячного редуктора;

$\eta_3 = 0,99$  - ККД муфти

$$N_1 = (1200 \cdot 0,29) / (1000 \cdot 0,76) = 0,46 \text{ кВт}$$

Вибираємо електродвигун 4А71АЧУЗ ГОСТ 19523-74 потужністю  $N = 0,55$  кВт, частотою обертання ротора  $n = 1370$  об/хв.

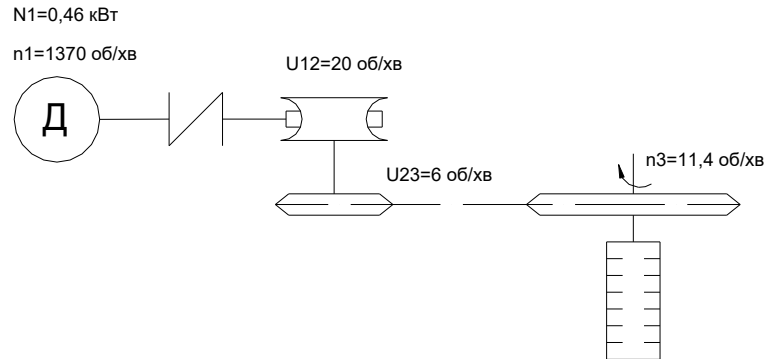


Рис. 6.1. Кінематична схема приводу

Загальне передаточне відношення приводу:

$$U_{13} = n / n_3, \quad (6.26.)$$

де  $n$  – частота обертання ротора, об/хв.;

$n_3$  – частота обертання диска, об/хв.;

$$U_{13} = 1370 / 11,4 = 120;$$

приймаємо передаточне число ланцюгової передачі  $U_{23} = 6$ , тоді передаточне число редуктора:

$$U_{12} = U_{13} / U_{23}, \quad (6.27.)$$

де  $U_{13}$  – загальне передаточне відношення приводу

$U_{23}$  – передаточне число ланцюгової передачі

$$U_{12} = 120 / 6 = 20$$

За визначеним передаточним числом підбираємо редуктор РЧУ-50-20-2-3-1 ГОСТ 13563-68 [2].

Визначення кінематичних характеристик приводу:

Крутний момент, що створюється редуктором:

$$T_1 = 9550 N_1 / n_1 \text{ Н}\cdot\text{м},$$

де  $N_1$  – потужність двигуна, кВт;

$n_1$  – частота обертання ротора, об/хв.

$$T_1 = 9550 \cdot 0,46 / 1370 = 3,2 \text{ Нм};$$

Крутний момент, що створюється редуктором:

$$T_2 = 9550 N_2 / n_2 \text{ Н}\cdot\text{м}, \quad (6.28.)$$

$$N_2 = N_1 \eta_2 \eta_3, \quad (6.29.)$$

де  $N_1$  - потужність двигуна, кВт;

$\eta_2$  - ККД червячного редуктора;

$\eta_3$  - КККД муфти

$$N_2 = 0,46 \cdot 0,99 \cdot 0,8 = 0,36 \text{ кВт}$$

$$n_2 = n_1 / U_{12}, \quad (6.30.)$$

де  $n_1$  - частота обертання ротора, об/хв.;

$U_{12}$  - передаточне число редуктора;

$$n_2 = 1370 / 20 = 68,5 \text{ об/хв.};$$

$$T_2 = 9550 \cdot 0,36 / 68,5 = 50,2 \text{ Н}\cdot\text{м},$$

Крутний момент диска:

$$T_3 = 9550 N_3 / n_3, \text{ об/хв}$$

$$N_3 = N_2 \eta_1, \text{ кВт}, \quad (6.31.)$$

де  $\eta_1$  - коефіцієнт корисної дії ланцюгової передачі;

$$N_3 = 0,36 \cdot 0,96 = 0,345 \text{ кВт}$$

$$n_3 = n_2 / U_{23}, \text{ об/хв.}, \quad (6.32.)$$

де  $U_{23}$  - передаточне число ланцюгової передачі;

$$n_3 = 68,5 / 6 = 11,4 \text{ об/хв.}$$

$$T_3 = 9550 \cdot 0,345 / 11,4 = 288,5 \text{ Н м}$$

Кінематичні характеристики зводимо до таблиці 6.1.

№ вала	Потужність N, кВт	Крутний момент T, Н м	Частота обертання n, кВт	Передаточне відношення U
1	0,46	3,2	1370	20
2	0,36	50,2	68,5	6
3	0,345	288,5	11,4	6

### Кінематичні характеристики приводу

Таблиця 6.1.

#### 6.4. Розрахунки на міцність

Розрахунок вала

Вихідні дані для розрахунку:

Крутний момент  $T_2 = 700$  Нм;

Кутова швидкість  $\omega_2 = 55$  рад/с;

Ділильний діаметр зубчастого колеса  $d_2 = 320$  мм;

Ділильний діаметр конічного колеса  $d_o = 95$  мм;

Передаточне число конічної передачі  $U_{кон} = 3$ ;

Сталь 40Х

Попередньо визначаємо сили, що діють у зачепленні зубчатих коліс і які передаються на вал.

Сили у зачепленні циліндричного зубчатого колеса.

Колова сила:

$$F_{t2} = \frac{2T}{d_2}; \quad (6.33.)$$

$$F_{t2} = \frac{2 \cdot 700 \cdot 10^3}{320} = 4375 \text{ Н}$$

Радіальна сила:

$$F_{r2} = F_{t2} \cdot \operatorname{tg} \alpha = 4375 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 1592,4 \text{ Н} \quad (6.34.)$$

Сили у зачепленні конічної шестерні.

Колова сила:

$$F_t = \frac{2T}{d_\omega} = \frac{2 \cdot 700 \cdot 10^3}{95} = 14737 \text{ Н}$$

Радіальна сила:

$$F_{r1} = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \delta_1, \quad (6.35.)$$

де

$$\delta_1 = \operatorname{arctg} \frac{d\omega_1}{d\omega_2} = \operatorname{arctg} \frac{95}{285} = 18,435^\circ \quad (6.36.)$$

Кут при вершині ділительного конуса шестерні:

$$F_{r1} = 14737 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ \cdot \cos 18,435^\circ$$

Зображуємо розрахункову схему вала, де вказані напрямки сил, що діють на вал.

Визначимо відстані між опорами та посадочними місцями валів.

$$a = b = 0,4 \cdot d_2 = 0,4 \cdot 320 = 128 \text{ мм} \quad (6.37.)$$

$$c = 2 \cdot d_{\omega 1} = 95 \cdot 2 = 190 \text{ мм} \quad (6.38.)$$

Реакція опор у вертикальній площині

$$\Sigma M_a = 0$$

$$R_{bx}(a+b) - F_{t2}b - F_{t1}c = 0 \quad (6.39.)$$

$$R_{bx} = \frac{F_{t2}b + F_{t1}c}{a+b} = \frac{4375 \cdot 128 + 14737 \cdot 190}{128 + 128} = 131125,1 \text{ Н}$$

$$\Sigma M_b = 0$$

$$R_{ax}(a+b) - F_{t2}a - F_{t1}(a+b+c) = 0 \quad (6.40.)$$

$$R_{ax} = \frac{-F_{t2}a + F_{t1}(a+b+c)}{a+b} = \frac{4375 \cdot 128 + 14737 \cdot 446}{128+128} = 23487,1$$

$$\Sigma X = 0$$

$$-R_{bx} + F_{t2} + R_{ax} - F_{t1} = 0 \quad (6.41.)$$

$$-13125,1 + 4375 + 23487,1 - 14737 = 0$$

Згинальні моменти у вертикальній площині:

$$\Sigma M_b = 0$$

$$M_{cx} = R_{bx} \cdot a = 13125,1 \cdot 0,128 = 1680 \text{ Нм}$$

$$M_{ax} = R_{bx}(a+b) - F_{t2} \cdot b = 13125,1 \cdot 0,256 - 4375 \cdot 0,128 = 2800 \text{ Нм}$$

$$M_{dx} = R_{bx}(a+b+c) - F_{t2}(b+c) - R_{ax} \cdot c = 13125,1 \cdot 0,446 - 4375 \cdot 0,318 - 23487,1 \cdot 0,19 = 0$$

Будуємо епюру згинальних моментів у вертикальній площині.

Реакції опор в горизонтальній площині.

$$\Sigma M_a = 0$$

$$-R_{by}(a+b) - F_{r2}b + F_{r1}c + M = 0 \quad (6.42.)$$

$$R_{by} = \frac{-F_{r2}b + F_{r1}c + M}{a+b} = \frac{-1592,4 \cdot 128 + 5088,6 \cdot 190 + 1696,2 \cdot 47,5}{128+128} = 3295,2 \text{ Н}$$

$$\Sigma M_b = 0$$

$$R_{r2} \cdot a - R_{ay}(a+b) + F_{r1}(a+b+c) + M = 0 \quad (6.43.)$$

$$R_{ay} = \frac{F_{r2}a + F_{r1}(a+b+c) + F_a \cdot r}{a+b} = \frac{1592,4 \cdot 128 + 5088,6 \cdot 446 + 1696,2 \cdot 47,5}{128+128} = 9976,2$$

$$\Sigma Y = 0$$

$$-R_{bx} + F_{r2} - R_{ay} - F_{r1} = 0 \quad (6.44.)$$

$$3295,2 + 1592,4 - 9976,2 + 5088,6 = 0$$

Згинальні моменти у горизонтальній площині:

$$\Sigma M_{by} = 0$$

$$M_{cy} = -R_{by} \cdot a = -3295,2 \cdot 0,128 = -421,8 \text{ Нм}$$

$$M_{ay} = -R_{by}(a+b) - F_{r2} \cdot b = -3295,2,1 \cdot 0,256 - 1592,4 \cdot 0,128 = 1047,4 \text{ Нм}$$

$$M_{dx} = -R_{by}(a+b+c) - F_{r2}(b+c) + R_{ay} \cdot c = -3295,2 \cdot 0,446 - 1592,4 \cdot 0,318 + 9976,2 \cdot 0,19 = -80,56$$

$$M_{dx} = -80,56 \text{ Нм}$$

Будуємо епюру згинальних моментів у горизонтальній площині.

Сумарні згинальні моменти

$$M_{Cb} = 0$$

$$M_{Cc} = \sqrt{M_{cx}^2 + M_{cy}^2} = \sqrt{1680^2 + 421,8^2} = 1732,1 \text{ Нм}$$

$$M_{Ac} = \sqrt{M_{ax}^2 + M_{ay}^2} = \sqrt{2800^2 + 1047,4^2} = 2989,5 \text{ Нм}$$

$$M_{Dc} = \sqrt{M_{dx}^2 + M_{dy}^2} = \sqrt{0^2 + 80,56^2} = 80,56$$

Будуємо епюру сумарних згинальних моментів.

Будуємо епюру крутного моменту. Зведені моменти знаходимо по формулі:

$$M_e = \sqrt{M_c^2 + (\alpha T)^2}, \quad (6.45.)$$

$$\text{де } \alpha = \frac{[\sigma_{-1}]}{[\sigma_c]}$$

За таблицями:  $[\sigma_{-1}] = 90$  МПа – допустиме знакоперемінне напруження для вала;  $[\sigma_c] = 150$  - допустиме пульсуюче напруження для вала

$$\alpha = \frac{90}{150} = 0,6$$

Тоді

$$M_{звB} = 0$$

$$M_{звC} = \sqrt{1732,1^2 + (0,6 \cdot 700)^2} = 1782,3 \text{ Н}$$

$$M_{звA} = \sqrt{2989,5^2 + (0,6 \cdot 700)^2} = 3018,9 \text{ Н}$$

$$M_{звD} = \sqrt{80,56^2 + (0,6 \cdot 700)^2} = 427,7$$

Розраховуємо діаметр вала в небезпечному (найбільш навантаженому) перерізі

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{np}}{0,1 \cdot [\sigma_{-1}]}} = \sqrt[3]{\frac{3018,9 \cdot 10^2}{0,1 \cdot 90}} = 69,5 \text{ мм} \quad (6.46.)$$

Діаметр вала під підшипники  $d_n = 70 \text{ мм}$

### 6.5. Розрахунок і підбір підшипників

Так як конічна шестерня повинна бути точно і жорстко зафіксована в осьовому напрямку, приймаємо конічні роликові підшипники легкої серії: для I опори 7214; для II опори 7212 по ГОСТ 339-79.

Радіальне навантаження на підшипник I  $F_{r1} = R_{ay} = 9976,2 \text{ Н}$ .

Радіальне навантаження на підшипник II  $F_{r2} = R_{by} = 3295,2 \text{ Н}$ .

Осьове навантаження, що сприймає підшипник I  $F_a = F_{ai} = 1696,2 \text{ Н}$ .

Коефіцієнт обертання внутрішнього кільця беремо  $V = 1$ .

Коефіцієнт безпеки при легких поштовхах беремо  $K_\sigma = 1,2$ .

Температурний коефіцієнт при робочій температурі менше  $100^\circ\text{C}$  беремо  $K_T = 1$ .

Стандарти запроваджують довговічність підшипників для зубчастих редукторів  $L_h = 20000 \text{ год}$  (при 90% надійності).

У підшипника 7214 динамічна вантажність  $C=95900 \text{ Н}$ ; кут контакту  $\alpha=14^\circ$ ; коефіцієнт  $e=0,37$ . У підшипника 7212 динамічна навантаження  $c=72200$ , кут нахилу  $\alpha=13^\circ$ , коефіцієнт  $e=0,35$ .

Для підшипника I:

Осьові складові радіального навантаження:

$$F_{sI} = 0,83 \cdot e \cdot F_r = 0,83 \cdot 0,37 \cdot 9976,2 = 3063,7 \text{ Н} \quad (6.47.)$$

Для підшипника II:

$$F_{sII} = 0,83 \cdot e \cdot F_r = 0,83 \cdot 0,35 \cdot 3295,2 = 957,3 \text{ Н} \quad (6.48.)$$

Розрахункове осьове навантаження при  $F_{sI} > F_{sII}$  і  $F_a > 0$ .

Для підшипника I

$$F_{al} = F_{sl} = 3063,7 \text{ Н} \quad (6.49.)$$

Для підшипника II

$$F_{all} = F_{sl} + F_a = 3063,7 + 1696,2 = 4759,9 \text{ Н} \quad (6.50.)$$

Знаходимо відношення  $\frac{F_a}{F_r}$  для підшипника II

$$\frac{F_{all}}{F_{rII}} = \frac{3063,7}{1,0 \cdot 9976,2} = 0,3 (e = 0,37)$$

Приймаємо коефіцієнт радіального та осевого навантаження  $X=1$ ;  
 $Y=0$ .

Приймаємо коефіцієнт радіального та осевого навантаження  $X=0,4$ ;  
 $Y=1,46$ , так як для підшипника II відношення

$$\frac{F_{all}}{F_{rII}} = \frac{4759,9}{1,0 \cdot 3295,2} = 1,44 > 0,35$$

Еквівалентне розрахункове навантаження для підшипника I

$$P_1 = V \cdot F_{rI} \cdot K_\sigma \cdot K_T = 1 \cdot 9976,2 \cdot 1,2 \cdot 1 = 11971,4 \quad (6.51.)$$

Еквівалентне розрахункове навантаження для підшипника II

$$P_2 = (0,4V \cdot F_{rII} + YF_{all})K_\sigma K_T = (0,4 \cdot 1 \cdot 3295,2 + 1,46 \cdot 4263,1) \cdot 1,2 \cdot 1 = 9050,6 \text{ Н} \quad (6.52.)$$

Відношення  $c/p=7,3$  звідки для підшипника III опори

$$c = 7,3p = 7,3 \cdot 11971,4 = 87391,2 \text{ Н}, \quad (6.53.)$$

яке дещо менше динамічного навантаження з таблиць ( $c=95900 \text{ Н}$ ). При цьому безвідмовність роботи підшипника буде вище 90%.

Для підшипника II опори  $p=9050,6$

$$c = 7,3p = 7,3 \cdot 9050,6 = 66069,4 \text{ Н},$$

яке дещо менше динамічного навантаження з таблиць ( $c=72200 \text{ Н}$ ). При цьому безвідмовність роботи підшипника буде трохи вище 90%

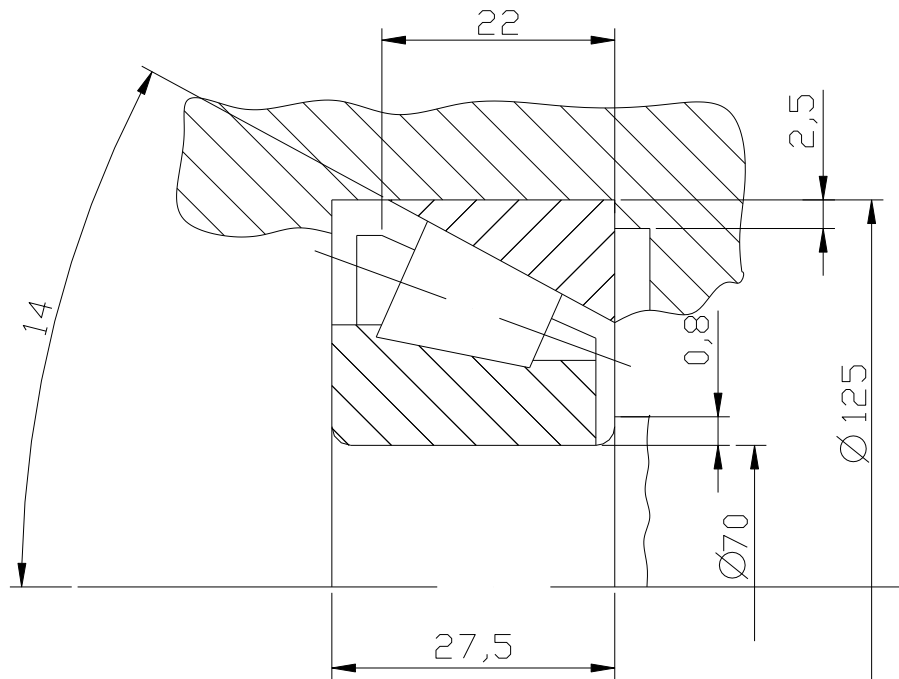


Рис. 6.3. Розріз підшипника

### 6.6. Розрахунок ланцюгової передачі приводу

Потужність на вихідному валу редуктора  $N_2 = 0,36$  кВт, частота обертання  $n_2 = 68,5$  об/хв, передаточне число  $U_{23} = 6$ .

Коефіцієнт експлуатації передачі:

$$K_e = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (6.54.)$$

де  $K_1 = 1,3$  - навантаження з незначним поштовхом;

$K_2 = 1,1$  - регулювання натягу ланцюга за допомогою нажимного ролика;

$K_3 = 0,9$  - міжосьова відстань знаходиться в проміжку  $(60 \dots 80)t$ ;

$K_4 = 1$  - нахил лінії центрів зірочок  $0^\circ$ ;

$K_5 = 0,8$  - змащення у ванні;

$K_6 = 1,5$  - робота у дві зміни.

$$K_e = 1,3 \cdot 1,1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 1,5 = 1,54$$

Число зубів ведучої зірочки приймаємо  $z_2 = 20$ .

Допустимий питомий тиск в шарнірах приймаємо  $[p]=35$  МПа.

Розрахунковий крок ланцюга:

$$t = 1833 \sqrt{\frac{N_2 \cdot K_e \cdot 10}{S_t \cdot [p] \cdot z_2 \cdot n_2 \cdot K_m}}, \quad (6.55.)$$

де  $N_2$  - потужність на вихідному валу редуктора, кВт;

$K_e$  - коефіцієнт експлуатації передачі;

$[p]$  - допустимий питомий тиск в шарнірах, МПа;

$z_2$  - число зубів ведучої зірочки;

$n_2$  - частота обертання, об/хв.;

$$t = 1833 \sqrt{\frac{0,36 \cdot 1,54 \cdot 10}{0,28 \cdot 35 \cdot 20 \cdot 68,5 \cdot 1}}$$

Приймаємо ланцюг ПР-12,7-1820-1 ГОСТ 13568-75 [6], у якого  $t = 12,7$  мм,  $Q_{розр} = 18200$  Н,  $S_{он} = 39,6$  мм<sup>2</sup>, маса 1 погонного метра ланцюга  $q = 0,65$  кг.

Колова швидкість ланцюга:

$$v = \frac{z_2 \cdot n_2 \cdot t}{60 \cdot 1000}, \quad (6.56.)$$

де  $z_2$  - число зубів ведучої зірочки;

$n_2$  - частота обертання, об/хв.;

$t$  - розрахунковий крок ланцюга, мм

$$v = \frac{20 \cdot 68,5 \cdot 12,7}{60 \cdot 1000} = 0,29 \text{ м/с}$$

Колове зусилля:

$$F_t = \frac{1000 \cdot N_2}{v}, \quad (6.57.)$$

де  $N_2$  - потужність на вихідному валу редуктора, кВт;

$v$  - колова швидкість ланцюга, м/с;

$$F_t = \frac{1000 \cdot 0,36}{0,29} = 1240 \text{ Н}$$

Середній питомий тиск в шарнірах ланцюга:

$$p = \frac{F_t}{S_{on}}, \quad (6.58.)$$

де  $F_t$  - колове зусилля, Н

$$p = \frac{1240 F_t}{39,6} = 31,3 \text{ МПа,}$$

що менше допустимого питомого тиску  $[p]=35$  МПа.

Термін служби ланцюга:

$$T = 5200 \frac{\Delta t \cdot K_c \cdot \sqrt{z_2} \sqrt[3]{a_t \cdot u}}{p \sqrt[3]{v} K_e}, \quad (6.59.)$$

де  $\Delta t \leq 3\%$  - допустиме збільшення кроку ланцюга;

$K_c$  - коефіцієнт змащення;

$z_2$  - число зубів ведучої зірочки;

$a_t$  - міжосьова відстань;

$U$  - передаточне число;

$p$  - середній питомий тиск у шарнірах ланцюга;

$$a_t = \frac{a}{t}; \quad a_t = \frac{995}{12,7} = 778 \quad (6.60.)$$

Коефіцієнт змащення:

$$K_c = \frac{K_{cn}}{\sqrt{v}}, \quad (6.61.)$$

де  $K_{cn}$  - коефіцієнт, що враховує спосіб змащення

$$K_c = \frac{2,5}{\sqrt{0,29}} = 4,64$$

$$T = 5200 \frac{3 \cdot 4,64 \cdot \sqrt{20} \cdot \sqrt[3]{78 \cdot 6}}{31,3 \sqrt[3]{0,29} \cdot 1,54} = 78772 \text{ год,}$$

що більше очікуваного строку служби .

$$T_{оч} = 4000 \cdot K_{cn},$$

де  $K_{cn}$  - коефіцієнт, що враховує спосіб змащення.

$$T_{оч} = 4000 \cdot 2,5 = 10000 \text{ год}$$

Розрахунок навантажень ланцюгової передачі.

Натяг від провисання веденої вітки від власної ваги:

$$F_f = K_f \cdot q \cdot g \cdot a, \quad (6.62.)$$

де  $K_f$  - коефіцієнт провисання;

$g$  - маса 1 погонного метра ланцюга, кг;

$a$  - величина міжосьової відстані, м

$$a = (60 \dots 80)t = (60 \dots 80)12,7 = 995 \text{ мм}$$

$$F_f = 6 \cdot 0,65 \cdot 9,81 \cdot 0,995 = 38 \text{ Н}$$

Сумарний натяг ведучої та веденої віток буде

$$F_{\Sigma b} = F_f + F_t K_1, \quad (6.63.)$$

де  $F_f$  - коефіцієнт провисання;

$F_t$  - колове зусилля, Н;

$K_1$  - коефіцієнт, що враховує характер, передаваемого навантаження;

$$F_{\Sigma b} = 38 + 1240 \cdot 1,3 = 1650 \text{ Н}$$

Навантаження, що дії на вали:

$$R = (1,15 \dots 1,2)F_t,$$

де  $F_t$  - колове зусилля, Н;

$$R = 1,2 \cdot 1650 = 1980 \text{ Н}$$

Перевірка ланцюга по запасу міцності

$$n = \frac{Q_{розр}}{F_{\Sigma b}}, \quad (6.64.)$$

де  $F_{\Sigma b}$  - сумарний натяг;

$$n = \frac{18200}{1650} = 11,$$

що більше допустимого  $[n]=10,2$

Геометричний розрахунок передачі.

Міжосьова відстань  $a=995$ .

Число зубців веденої зірочки:

$$z_3 = z_2 \cdot U_{23}, \quad (6.65.)$$

де  $z_2$  - число зубів ведучої зірочки;

$U_{23}$  - передаточне число

$$z_3 = 20 \cdot 6 = 120$$

Довжина ланцюга в кроках:

$$L_t = \frac{2a}{t} + \frac{z_2 + z_3}{2} + \left( \frac{z_3 - z_2}{2\pi} \right)^2 \frac{t}{a} \quad (6.66.)$$

$$L_t = \frac{2 \cdot 995}{12,7} + \frac{20 + 120}{2} + \left( \frac{120 - 20}{2\pi} \right)^2 \cdot \frac{12,7}{995} = 230$$

Дійсна міжосьова відстань становить  $a=995$  мм, так як значення  $L_t$  виявилось цілим і парним числом в результаті прямого розрахунку.

Діаметри ділільних кіл зірочок:

$$d_{o2} = \frac{t}{\sin \frac{180}{z_2}}; \quad (6.67.)$$

$$d_{o3} = \frac{t}{\sin \frac{180}{z_3}}, \quad (6.68.)$$

де  $t$  - крок ланцюга;

$z_2$  - число зубів ведучої зірочки;

$z_3$  - число зубів веденої зірочки

$$d_{o2} = \frac{12,7}{\sin \frac{180}{20}} = 81,18 \text{ мм};$$

$$d_{o3} = \frac{12,7}{\sin \frac{180}{120}} = 485,16 \text{ мм}$$

Монтажна міжосьова відстань:

$$a_{.м} = 0,996 \cdot a$$

$$a_{.м} = 0,996 \cdot 995 = 991 \text{ мм}$$

## 7. Правила монтажу, експлуатації та ремонту

### 7.1. Правила монтажу

Вибране місце встановлення печі повинно забезпечувати зручне користування нею та враховувати технологічну послідовність виготовлення продукції. Крім того, необхідно враховувати вимоги протипожежної безпеки та безпеку технологічного обслуговування.

Конструкція підлоги приміщення повинна утримувати навантаження від комплекту печі. Поверхня підлоги повинна бути рівною, без стиків.

Піч і вистійна шафа повинні встановлюватися на горизонтальній поверхні, яка перевірена по рівню. Піч і вистійна шафа встановлюються на підлозі без додаткового кріплення.

Живлення електрокабеля печі та вистійної шафи повинні бути підключені до розподільного щита через вимикач.

При виборі місця встановлення печі потрібно керуватися розмірами, які наведені на рис. 7.1., де вказані встановлюючі розміри, а також зона підводу комунікацій (електроживлення, водопровід, каналізація, розташування вентиляційних патрубків, розташування анкерів щита керування). Після підготовки місця встановлення печі роботи потрібно вести у наступній послідовності:

1. Від'єднати монтажну раму 18.
2. Встановити піч на місце.
3. Забетонувати анкери кріплення щита керування в підлогу.
4. Вивести кінець труби дренажу в каналізацію.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Миколай І.М.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Мхоян А.А.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Правила монтажу, експлуатації та ремонту</b>	<b>200283.КР.11.007 ПЗ</b>				
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/6</b>	

5. Під'єднати до фільтру водопровід.
6. Зробити розконсервацію, очищення печі та ревізію.
7. Під'єднати заземлюючий зажим печі до контуру заземлення.
8. Під'єднати кінці живлячого кабеля до живильної колодки.
- 9.Зробити контрольне електровимірювання згідно вимогам електробезпеки.
- 10.Зробити мащення печі, згідно карти мащення.

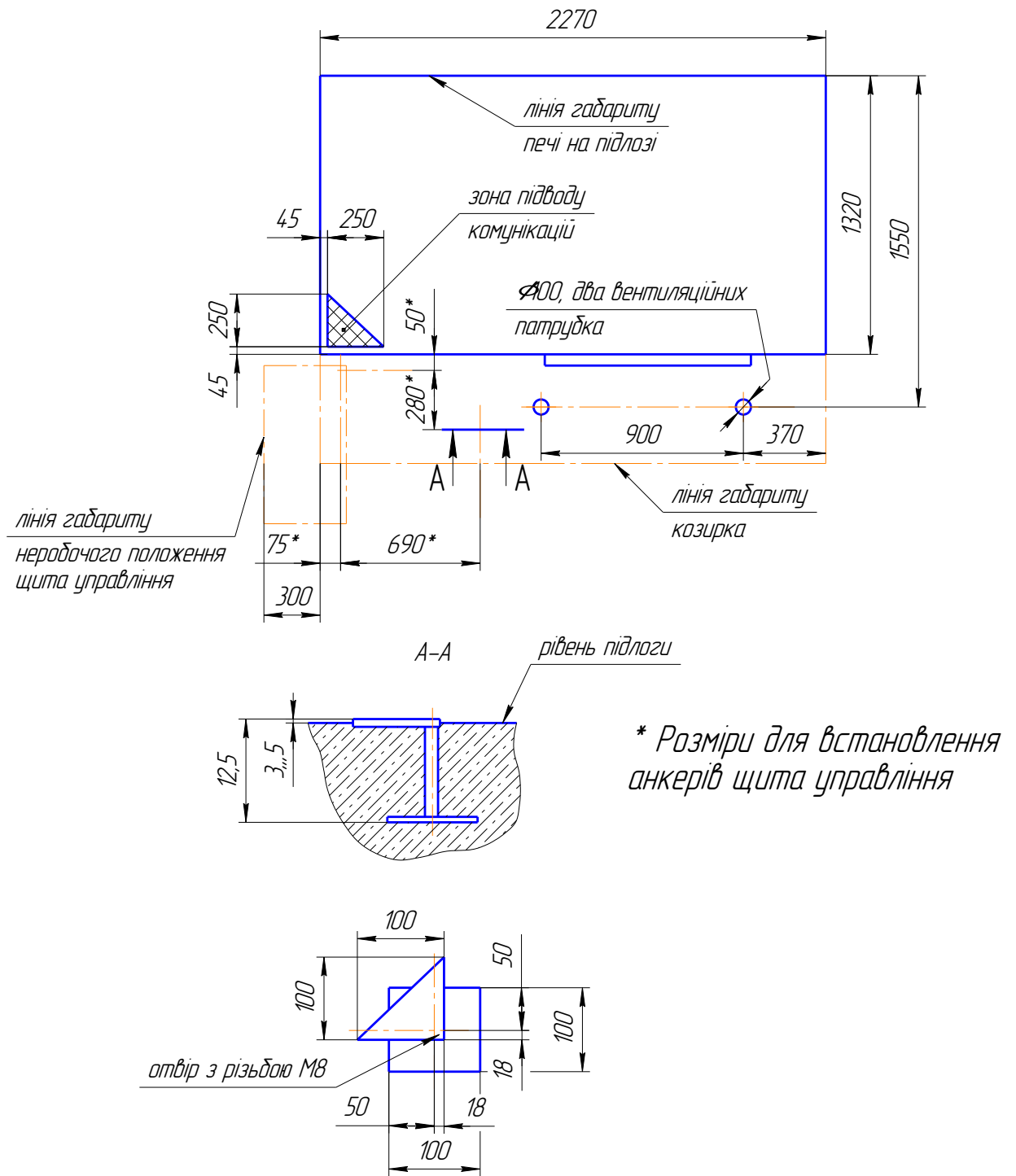


Рис. 7.1. Фундамент печі

## 7.2. Правила експлуатації та ремонту

Перед пуском у хід обслуговуючий персонал повинен добре вивчити конструкцію печі, принцип роботи її контрольно-вимірювальних приладів і засобів автоматизації, правила пуску і зупинки приводу. Перед початком роботи обслуговуючий персонал повинен перевірити:

1. справність всіх контрольно-вимірювальних приладів;
2. роботу вентиляційних пристроїв;
3. наявність огорожень на приводах печі і вентиляційних пристроїв;
4. справність основного обладнання і механізмів по посадці, надрізці і наколці тістових заготовок і вивантаженню готових виробів;
5. справність спорядження (форм, листів).

Обслуговуючому персоналу заборонено:

1. працювати на несправному обладнанні і при знятих огороженнях;
2. залишати робоче місце без нагляду;
3. заставляти проходи і підлогу на робочому місці формами, листами та іншими предметами;
4. працювати без саноцягу або в несправному саноцязі;
5. чистити і змащувати обладнання і поправляти секції з формами на люльках конвейера на ходу.

Обслуговуючий персонал печей відповідає за пошкодження і аварії, які трапились під час роботи від недотримання встановлених інструкцією правил експлуатації і заходів з безпеки.

Обслуговування печей з електрообігрівом повинно відповідати інструкціям по експлуатації печей з електрообігрівом машинобудівного заводу, що виготовляє піч.

Нагрівання печі з холодного стану до потрібної температури повинен проходити поступово. При дистанційному (ручному) вмиканні струм дається

тільки одній групі електронагрівачів. При досягненні температури в пекарній камері 100—120°C вмикається друга і інші групи електронагрівачів.

Тривалість розігріву печі з холодного стану повинна бути не менше 2,5 год, так як при недотриманні цієї умови можуть виникнути порушення щільності з'єднань секцій і вузлів печі і недопустима деформація деталей механізмів. Після розігріву печі систему управління переводять з ручного режиму на автоматичний.

### Технічне обслуговування

Технічне обслуговування електроапаратури повинен робити електрик відповідної кваліфікації. Перед роботою відключити живлення.

В об'єм технічного обслуговування входить:

1. Періодично 2 рази у рік перевіряти затяжку клемних з'єднань та стан контактів живильників.
2. Періодично 1 раз у місяць очищати щит управління від пилу.
3. Перед заміною запасних ТЕНів потрібно їх просушити протягом 24 години при температурі 60 – 80 градусів. Після просушки перевірити електричну міцність ізоляції.
4. Підлогу пекарної камери і вистійної шафи очищати один раз на добу.
5. Санітарне оброблення печі робити після її охолодження.

### Машення

Для машення редуктора приводу візка використовують масло трансмісійне ЛТУ 38-101529-75 (Нігрол). Необхідна кількість при заміні мастила 1,2 літра. Періодичність заміни один раз на рік при двохзмінній роботі. Мастило заливається через отвір, де знаходиться вказівник рівня масла. Періодичність перевірки рівня масла один раз у місяць.

Для мащення ланцюгової передачі використовують суміш мастила ЦИАТИМ-221 з графітом у співвідношенні 1:10. Мащення робити один раз у місяць.

Для мащення підшипників вертикального валу використовують мастило ЦИАТИМ-221. Періодичність – один раз у місяць.

#### Вимоги безпеки

1. Обслуговуючий персонал повинен бути ознайомлений з будовою печі, навчений роботі на ній та проінструктований по правилам техніки безпеки роботи на печі.
2. Забороняється працювати на незаземленій печі.
3. Забороняється залишати підключену піч без догляду.
4. При завантаженні і вивантаженні печі необхідно використовувати рукавиці з теплоізоляцією.
5. Перед чищенням печі, зупинкою на ремонт електроживлення повинно бути відключено.
6. Перше увімкнення печі повинно бути після ретельного перевірення усіх електричних з'єднань.

## 8. Система управління

### 8.1. Автоматизація процесу випічки хлібобулочних виробів

Основним показником ефективності автоматизації є собівартість продукції. Оскільки вона відображає стан виробництва. Найбільшу частину в затратах на виробництво борошняних та кондитерських виробів складає вартість сировини і основних матеріалів. Отже, основні задачі автоматизації заключаються в зведенні до мінімуму втрат сировини, в максимальному збереженні якості, в підвищенні виходу готової продукції.

Основні умови для здійснення автоматизації виробничого процесу:

1. Наявність високоефективної технології автоматизуємого процесу;
2. Достатній рівень комплексної механізації основних і допоміжних операцій;
3. Наявність ефективних датчиків, приладів, технічних засобів автоматизації, серійно випускаємих вітчизняними і світовими виробниками.

Одночасно має бути проведена оцінка доцільності автоматизації шляхом розрахунку економічної ефективності, відповідно сукупності витрат на її здійснення.

Критерієм доцільності в даному випадку є окупність, яка не повинна перевищувати встановленого допустимого строку.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Миколай І.М.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Мхоян А.А.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Система управління</b>	<b>200283.КР.11.008 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/3</b>

## 8.2. Обґрунтування доцільності автоматизації технологічного процесу випічки хлібобулочних виробів

Головним напрямком автоматизації процесу випічки хлібобулочних виробів є впровадження контрольно вимірювальних приладів, за допомогою яких можна створити систему автоматичного управління, яка буде передбачати здійснення наступних операцій:

1. автоматична підтримка температури в пекарній камері в процесі випічки;
2. автоматичне управління шибером, що направляє потік повітря у вертикальний короб при завантаженні і вивантаженні і під час гіротермічної обробки;
3. відключення електронагрівачів при перегріві повітря під час накопичення теплоти акумуляторами.

Впровадження системи автоматичного управління процесом випічки, дає можливість зменшити витрати сировини, підвищити оперативність управління, поліпшити якість готової продукції і підвищити продуктивність праці.

## 8.3. Опис функціональної схеми автоматичного контролю

При автоматизації процесу випікання хлібу в печі необхідно підтримувати температурні режими у заданому діапазоні. Схема автоматизації печі передбачає регулювання регулятором прямої дії 1 пропорційним режимом регулювання. Регулювання рівня температури здійснюється термометром опору. В якості датчика використовується PSA-02.02.03.63.12 позначений 1, сигнал від якого поступає на ТЕНи – 2 які задають потрібну температуру або вимикаються. Окремо нащиті управління розташований вимикач на світло у камері -7, та магнітні пускачі на

електродвигуни вентилятора -6 та приводу візка -5. Також на дверях печі розміщений датчик положення дверей -3 який подає сигнал на робочий орган закриття шибера -4. При відкритті дверей датчик зпрацьовує т подає сигнала на закриття шибера, та навпаки.

#### 8.4. Заказна специфікація на пристрої і засоби автоматизації

№ поз. за ФС А	Параметр	Граничне значення параметру	Місце встановлення	Найменування і характеристика	Тип моделі	Кількість	Завод виготовлювач
1	Температура	До 550°C	На щиті	Термометр опору. Шкала-50 – 550°C. Клас точності 4.	PSA-02.02.03.63.12	1	«Promsat», м. Київ
3	Положення		По місцю	Датчик положення дверей Клас точності 2	SG724-100	1	Гомельський завод вимірювальних приладів

## 9. Охорона праці

### 9.1. Закон України “Про охорону праці”

14 жовтня 1992 року в Україні був прийнятий Закон “Про охорону праці”. Цей закон, а також “Кодекс законів про працю в Україні” є основною законодавчою базою охорони праці, їх доповнюють державні міжгалузеві та галузеві нормативні акти про охорону праці – це стандарти, правила, норми положення, статuti, інструкції та інші документи, яким надано чинність правових норм, обов’язкових для виконання усіма установами і працівниками України.

### 9.2. Інструктажі

На «Оваднівському хлібозаводі», згідно з законодавством, працівники допускаються до самостійної роботи тільки після проведення інструктажів. Інструктажі за часом і характером проведення бувають вступними, первинними, повторними, позаплановими, цільовими.

Вступний інструктаж обов’язковий для всіх, кого приймають на роботу, незалежно від їх освіти, стажу роботи чи посади, з метою ознайомлення правил поведінки на території підприємства і з специфічними особливостями підприємства.

Первинний інструктаж проводиться на робочому місці начальником цеху або майстром з новоприйнятим працівником або тим, який буде виконувати нову роботу. Повторний проводиться з усіма працівниками: на роботах із підвищеною небезпекою – один раз на квартал; на інших роботах –

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Миколай І.М.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Мхоян А.А.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Охорона праці</b>	<b>200283.КР.11.009 ПЗ</b>				
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> 1/13	

один раз на півріччя.

Позаплановий інструктаж проводиться при зміні правил ОП, технологічного процесу, заміні або модернізації обладнання, також обов'язковий і при порушенні робітниками вимог безпеки праці, які можуть привести або вже привели до травм, аварії, тощо.

Цільовий інструктаж проводиться з працівниками: при виконанні разових робіт, не передбачених трудовою угодою; при ліквідації аварії, стихійного лиха; при проведенні робіт, на які оформлюються наряд-допуск, розпорядження або інші документи.

### **9.3. Аналіз виробничого травматизму**

Метою дослідження виробничого травматизму є розроблення заходів до запобігання нещасних випадків на підприємстві. Для цього необхідно систематично аналізувати і узагальнювати їх причини. Для вивчення виробничого травматизму використовують різні методи. Найпоширеніші і взаємодоповнюючі – статистичний, монографічний, економічний ергономічний та психофізичний методи.

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

На «Оваднівському хлібозаводі», задля виконання правових, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на запобігання нещасним випадкам, професійним захворюванням і аваріям в процесі праці, створена служба охорони праці. Управління охороною праці на підприємстві в цілому здійснює його керівник, а в цехах та відділах – їх керівники або головні фахівці. Так як на даному заводі число працюючих не перевищує 50 чоловік,

то службу охорони праці представляє головний інженер, призначений за суміцництвом.

### **9.5. Фінансування робіт з охорони праці**

Фінансування охорони праці здійснюється роботодавцем. Для підприємств, незалежно від форм власності, або фізичних осіб, які використовують найману працю, витрати на охорону праці становлять не менше 0,5% від суми реалізованої продукції.

### **9.6. Санітарні умови на дільниці**

У хлібопекарному виробництві основними шкідливими факторами є підвищена температура повітря і борошняний пил. Можливе підвищення концентрації борошняного пилу в просіювальному відділенні (6 мг/м) відбувається за рахунок погано організованої вентиляційної та аспіраційної системи. Основним джерелом виникнення великої кількості пилу є просіювальне обладнання. Джерелом підвищення температури повітря є пекарні печі у пекарному відділенні. Методом боротьби з підвищенням температури повітря є правильна організація вентиляційної системи. Умови праці на тісторозробних дільницях підприємств хлібопекарської промисловості відносяться до 3-го класу важкості.

### **9.7. Повітря робочої зони**

#### **9.7.1. Мікроклімат**

Мікроклімат виробничих приміщень визначається такими параметрами: температурою повітря в приміщенні, °С; відносною вологістю повітря, %; швидкістю повітря, м/с; тепловим випромінюванням, Вт/м.

Метеорологічні умови відповідають санітарно-гігієнічним нормам праці і наведені в таблиці.

Фактичні і допустимі норми в робочій зоні виробничих приміщень.

Таблиця 9.1. Фактичні і допустимі норми в робочій зоні виробничих приміщень.

Період року	Температура, С					Відносна вологість, %		Швидкість руху, м/с	
	оптимальна	допустима				оптимальна	допустима на робочому місці постійному і непостійному, не більше	оптимальна	допустима на робочому місці постійному і непостійному, не більше
		верхня границя		нижня границя					
		на робочому місці							
постійному	непостійному	постійному	непостійному	постійному	непостійному	постійному	непостійному		
холодний	21...23	25	26	20	17	40...60	75	0,1	Не більше 0,3
теплий	22...24	28	30	22	20	40...60	60 (при 27 С)	0,2	0,1...0,3

### 9.7.2. Вентиляція

В проекті передбачена припливно-витяжна вентиляція виробничих приміщень з механічним рухом повітря, швидкість руху становить не більше 0,3 м/с. Отвори для збору і викиду повітря розташовані на висоті 3,0 м від рівня підлоги. У виробничих приміщеннях запроектовані бортові відсоси. На робочих місцях біля печей передбачене повітряне душення.

В побутових приміщеннях передбачена природна обмінна вентиляція. Для швидкої заміни повітря у приміщенні на випадок аварії передбачають систему аварійної вентиляції, яка повинна вмикатися автоматично при досягненні допустимої концентраційної межі шкідливих або небезпечних виділень.

Черговий персонал, здійснюючий нагляд за вентиляційними установками, повинен проводити планові профілактичні огляди

вентиляторів, повітропроводів і приймати заходи щодо усунення несправності.

## 9.8. Шум і вібрація

На хлібозаводі розповсюджені в основному шуми механічного і аеродинамічного походження. Шум обумовлюється механічними коливаннями в пружних середовищах і тілах, частоти яких лежать в діапазоні 16...20 000Гц, які спроможне сприймати людське вухо.

Джерелом шуму є слідує технологічне обладнання: тістомісильна машина, просіювач борошна, тістоподільник, шафа попереднього вистою, тістозакаточна машина. Шум аеродинамічного походження виникає внаслідок стаціонарних або нестаціонарних процесів в газах. Таким шумом супроводжується робота вентиляційних систем, повітрорудок. Найбільш радикальний спосіб усунення шуму в машинах і обладнанні – це покращення їх конструкції або використання звукоізоляції, звукопоглинання та інших заходів. Для особистого захисту працівників використовують засоби індивідуального захисту – навушники, біруші.

Таблиця 9.2. Допустимі рівні шуму

Робочі місця	Рівні звукового тиску Дб, воктанових смугах із частотами, Гц	Рівні звуку, Дб
Робочі місця і зони у виробн. прим	83	85

Крім того, деталі обладнання, що швидко обертаються, створюють вібрацію, яка через фундамент і підлогу передається людині. Аналіз параметрів на робочих місцях при нормально збалансованому обладнанні показує, що рівні вібрації не перевищують гігієнічних норм, встановлених стандартами.

### **9.9. Освітлення: природне та штучне**

Освітлення у побутових та виробничих приміщеннях, а також на території підприємства повинно відповідати вимогам СНіП 2-4-79. Раціональне освітлення виробничого приміщення сприяє зменшенню зорової та загальної втоми, а також травматизму.

Освітлення в цеху комбіноване. Частина світла потрапляє через вікна, а частина (штучне) використовується в денні часи і в нічний час, як додаткове. Для освітлення побутових приміщень використовують лампи розжарювання, а для освітлення цеху використовують світильники типу ЛСП-2-40-У4 з люмінесцентними лампами типу ЛБ-40.

Виробниче освітлення в приміщенні (розряд здорової роботи –V) повинно відповідати таким нормам:

- для природного освітлення КПО становитиме 1.5 %
- для штучного освітлення освітленість становитиме 300 лк.

Крім робочого освітлення передбачене аварійне освітлення, світильники якого повинні бути включені на протязі всього часу горіння робочого освітлення і мали відмітні знаки. Аварійне освітлення необхідне для продовження роботи і повинно забезпечувати на робочих місцях не менше 5% освітленості від встановлених норм при системі загального освітлення. Аварійне освітлення для евакуації людей повинне забезпечувати

освітленість на підлозі основних проходів і на сходах в приміщенні не менше 5 лк.

#### 9.9.1. Аварійне освітлення

Аварійне освітлення використовується для забезпечення безпечного перебування обслуговуючого персоналу в відділенні, а також для евакуації людей в випадку відключення робочого освітлення. Аварійне освітлення підключено на протязі всього робочого часу праці робочого освітлення, так як необхідна освітленість в приміщенні досягається при одночасній роботі робочого і аварійного освітлення.

#### 9.9.2. Ремонтне освітлення

Для проведення ремонту обладнання використовується сітка ремонтного освітлення, з напругою 36 В.

Освітленість на хлібозаводі відповідає нормам освітленості на робочих місцях та допоміжних приміщень і наведена в таблиці.

Таблиця 9.3. Рівень освітленості

Приміщення	Штучне освітлення Е норм, Лк	Природне освітлення КПО (ln), %
		При бічному освітленні
Виробничі	300	1,5
Адміністративні	300	1
Гардеробні, туалети та ін.	75	0,3
Коридори та проходи	75	0,1

### 9.10. Теплове випромінювання

Основним джерелом теплового випромінювання в хлібопекарному виробництві є печі. Передача теплоти випромінюванням залежить від температури поверхні тіла та ступеня його чорноти.

Методи захисту людей від температурних впливів та теплового випромінювання умовно поділяють на загальні, які забезпечують спеціальний захист від цих шкідливостей, та окремі, що забезпечують захист однієї з них. Основні методи захисту – теплоізоляція та охолодження гарячих поверхонь; екранування; застосування вентиляції, повітряних оазисів та душування; засоби індивідуального захисту; організація раціонального режиму праці і відпочинку.

### **9.11. Техніка безпеки при обслуговуванні обладнання**

При експлуатації печі повинні бути виконані такі основні правила по техніці безпеки:

1. Обслуговуючий персонал повинен бути ознайомлений з будовою печі, навчений роботі на ній та проінструктований по правилам техніки безпеки роботи на печі.
2. Забороняється працювати на незаземленій печі.
3. Забороняється залишати підключену піч без догляду.
4. При завантаженні і вивантаженні печі необхідно використовувати рукавиці з теплоізоляцією.
5. Перед чищенням печі, зупинкою на ремонт електроживлення повинно бути відключено.
6. Перше увімкнення печі повинно бути після ретельного перевірення усіх електричних з'єднань.

### **9.12. Санітарно - побутові приміщення**

Об'ємно – планувальні конструктивні рішення виробничих і допоміжних будівель і приміщень новозбудованих і реконструйованих підприємств повинні задовольняти вимоги СН 245-71, СНіП 2.01.02-85, СНіП 2.09.02-85, СНіП 2.10.05-85, СНіП 2.09.04-87, а також іншими нормативними документами, затвердженими Держбудом України.

Побутові приміщення розміщують таким чином, щоб працюючі не проходили через виробничі приміщення з шкідливими викидами, якщо вони в цих приміщеннях не працюють.

В побутових приміщеннях створюють припливну і витяжну вентиляцію згідно з діючими нормами .

Гардероби обладнуються шафами і лавками шириною 0,3 м. Душеві кабінки розміщують суміжно з гардеробами. При дешевих передбачають перед душеві (для переодягання). Туалети розміщують так, щоб відстань від найбільш віддаленого робочого місця до туалету була не більше 75 м. Кімната для куріння розміщується суміжно з туалетами. Їх розміщення та обладнання узгоджується з протипожежною охороною.

### **9.13. Електробезпека**

Електробезпека являє собою систему організаційних, технічних заходів, що забезпечують захист людей від шкідливого та небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги і статичної електрики. Цех по виробництву хлібобулочних виробів відноситься до категорії приміщень з підвищеною небезпекою. Електробезпека забезпечується такими основними засобами та способами: захисними огорожами, ізоляцією струмоведучих частин, застосуванням малих напруг, заземленням, організацією безпечної експлуатації, захисним зануленням та інше. Допустимий опір заземлювачів не більше 4 Ом. Опір ізоляції в електричних мережах 0,5 Ом. Колективні і індивідуальні засоби захисту: наявність на робочих місцях інструкцій,

розподіл електричної мережі, захист при переході напруг з вищої сторони на нижчу.

Щит печі має запобіжні пристрої, що відключають піч від мережі, у разі замикання однієї з фаз на корпус печі.

Двері електрощита закриваються ключем за допомогою внутрішніх (вбудованих) замків. На внутрішній стінці дверець електрощита є електричні схеми.

При експлуатації печей з електрообігрівом необхідно дотримуватись правил з безпечної експлуатації електрообладнання:

1. Електронагрівачі повинні працювати тільки у тому середовищі, для якого вони призначені.
2. Кількість електронагрівачів, встановлених на одну піч, визначається за результатами розрахунків.
3. Електронагрівачі не повинні торкатись один одного.
4. Вихідні кінці електронагрівачів повинні бути захищені від механічних пошкоджень індивідуальними ковпаками або загальним кожухом. Також повинна бути передбачена теплова ізоляція вивідних кінців нагрівачів. (Температура на вивідних кінцях не повинна перевищувати 180-200° С).
5. Корпус кожного електронагрівача рекомендується надійно заземляти. Жилипроводів і кабелів до нагрівачів потужністю біля 5 кВт підключаються за допомогою кабельних наконечників.
6. Рекомендується підключати нагрівачі до електромережі через індивідуальні плавкі запобіжники. Це дозволить легко визначати вихід з ладу любого нагрівача, встановленого на печі.
7. Не допускати кріплення нагрівачів за вивідні стержні.
8. Необхідно періодично проводити очистку оболонки (хімічним і механічним шляхом) нагрівачів від можливих забруднень і осадженнях на них.

9. З метою продовження строку служби нагрівачів перед монтажом бути здійснені захисні покриття.

#### 9.14. Пожежна безпека

Пожежна небезпека на підприємстві різноманітна і залежить від того, які речовини і матеріали перероблюються на різних стадіях технологічного процесу, або зберігаються у будівлях і спорудах.

Цех по виробництву хлібобулочних виробів по категорії приміщень по вибухо-, пожежонебезпеці відноситься до категорії В, клас вибухо- і пожежонебезпеки П – П.

Таблиця 9.4. Характеристика приміщень за СНІП

Найменування приміщень	Х-ка по вологості	Х-ка по запиленості	Категорія приміщень по ПБ
Склад зберіг. борошна	сухе	запилене	В
Основні виробничі	сухе	не запилене	В
Складські	сухе	не запилене	В

Проводяться заходи по підвищенню рівня пожежної безпеки технологічного обладнання, а саме: режим роботи обладнання відповідає паспортним даним та технологічному регламенту; теплоізоляція нагрітих поверхонь; запобігання накопиченню зарядів статичної електрики, шляхом створення заземлених контурів.

Відстань від найбільш віддаленого робочого місця до евакуаційного виходу не перевищує 20 метрів. З виробничого приміщення і з будівлі є по два виходи, які розташовані з протилежних сторін.

У випадку виникнення на печі пожежі, необхідно одразу ж, не чекаючи прибуття пожежної команди, приступити до його погашення. При цьому слід користуватись паром, а не водою, так як потрапляння води на розжарені металеві поверхні печі може призвести до їх короблення.

#### 9.14.1. Первинні засоби пожежогасіння

Загоряння в початковій стадії його розвитку можна погасити за допомогою первинних засобів пожежогасіння. До них відносяться внутрішньо пожежні крани з пожежними дулами і рукавами, вогнегасники (ОХП-10: ОП-10), бочки з водою, багри, ломи, сокири, відра. Всі об'єкти харчової промисловості незалежно від належності стаціонарних систем пожежогасіння повинні бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння, їх розташовують на видних місцях, легкодоступних в

будь-який час.

#### 9.14.2. Протипожежні заходи

Внутрішні пожежні крани розміщуються в приміщенні цеху в проти лежачих кінцях споруди – один біля входу, другий в прибудові. Вони знаходяться на висоті 1,35м від підлоги в шафах з скляними дверцями. Крім цього цех забезпечений первинними засобами пожежогасіння: вогнегасниками ОХП-10: ОП-10, ящиком з піском, бочкою з водою, відрами, лопатою, азбестовим полотном 2х2м. Для сигналізації пожежі встановлені автоматичні сигналізатори, які мають тепловий датчик МДПІ-0,28.

### 9.15. Пропозиції по покращенню умов праці

1. Покращити систему вентиляції, зокрема в місцях завантаження і розвантаження печей.

2. Передбачити додаткові огорожі біля небезпечних рухомих частин обладнання.

3. Впровадження технічних засобів захисту від ураження електрострумом, шкідливих, агресивних та вибухонебезпечних середовищ.

4. Впровадження централізованого контролю за небезпечними та шкідливими речовинами, систем колективного захисту від цих факторів та забезпечення оптимального мікроклімату приміщень.

5. Організацію кабінетів по техніці безпеки, лабораторій, придбання наочної агітації та літератури по техніці безпеки

## 10. Охорона довкілля

В останні роки в усьому світі велика увага приділяється розробці і впровадженню заходів по охороні навколишнього середовища, в тому числі по зниженню викидів в атмосферу. В зв'язку з цим всі промислові підприємства України повинні, в першу чергу, проводити інвентаризацію джерел викидів забруднюючих речовин. Виробництво хліба не відноситься до тих галузей харчової промисловості, які дуже забруднюють навколишнє середовище (чого не скажеш про цукрову, спиртову, м'ясну та деякі інші галузі). Викиди хлібопекарських підприємств в атмосферу включають:

- речовини органічного походження (окис етилового спирту, оцтова кислота, оцтовий альдегід), що виділяються основним виробництвом, тобто при технологічному процесі;
- речовини неорганічного походження (окис азоту, вуглецю), що виділяються основним виробництвом при згоранні природного газу, рідкого і твердого палива в хлібопекарських печах і парових котлах. Нижче дано характер викидів по стадіям технологічного процесу виробництва хліба із пшеничного і житнього борошна з послідуєчим балансом викидів в твердій, рідкій і газоподібній фазі.

Процес виробництва хлібобулочних виробів включає наступні етапи:

- приймання, зберігання і підготовка сировини до виробництва;
- заміс, бродіння, розстійка тістових заготовок;
- випікання хліба;
- зберігання готової продукції і відправка в торговельну мережу.

Оскільки основною сировиною для випікання хліба є борошно, то основним забрудненням повітря на складі, а в деяких місцях виробництва є борошняний пил.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Миколай І.М.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Мхоян А.А.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Охорона довкілля</b>	<b>200283.KP.11.010 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/4</b>

Гранично допустима концентрація борошняного пилу сягає 0,06 мг/м<sup>3</sup>, в той час, як на хлібокомбінаті потужність викидів складає 0,05 т/рік. Для очищення повітря від пилу використовуються циклони, або рукавні фільтри (сухі пиловловлювачі). Після використання циклонів вловлений пил може бути повторно відправлений на виробництво, а після використання рукавних фільтрів пил на виробництво не допускається, використовується лише на корм.

Джерелом утворення органічних сполук є цукор (в основному глюкоза), який зброджується в результаті життєдіяльності дріжджових клітин, що присутні в тісті.

В процесі випікання хліба відбувається найбільший викид легких сполук які через пекарню камеру потрапляють в атмосферу, а деяка кількість видалається з конденсатом в стічні води.

Таким чином, як правило, на цій стадії виробництва хліба основними забруднювачами навколишнього середовища є оксид вуглецю, етиловий спирт та шум (вентилятори, струшуючі рукавні фільтри, тістомісильні та завалочні машини). Безумовно тут також використовується вентиляція приміщень та вологе прибирання, а знищення шуму здійснюється приглушувачами, які встановлені в каналах, трубопроводах. При охолодженні і зберіганні хліба в основному відбувається процес перерозподілу. Кількість летких сполук на цьому етапі незначна.

Кількість основних викидів визначається на всіх стадіях технологічного процесу в тісті, конденсаті і готовому хлібі. В зв'язку з тим найбільша кількість летких сполук утворюється і виділяється при виробництві хліба з пшеничного борошна опарним способом та житнього хліба на заквасках з направленим культивуванням мікроорганізмів. Для визначення летких компонентів аналізується проби твердої фази тістових заготовок в процесі розстійки, перед випіканням, гарячого і охолодженого

хліба, конденсату пароповітряного середовища пекарної камери, газового середовища в процесі розстійки і в кінці випікання хліба.

В хлібобулочному і кондитерському цеху існують кімнати стерилізації (автоклав і мийка) у них в повітря виділяється водяні пари та пари хлору, які потрапляють в атмосферу робочої зони і навколишнє середовище, таким чином при роботі хлібокомбінатів в атмосферу викидаються наступні речовини.

Перелік забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферу на хлібозаводі приведені в (табл.10.1.).

Таблиця 10.1.

## Перелік забруднюючих речовин.

Назва викидів	ГДК, Мг/м <sup>3</sup>	Клас небезпеки	Потужність викидів
Окис заліза	0,4	4	5
Гідроокис натрію	0,01	2	0,0077
NO <sub>2</sub>	0,085	2	4,523
CO	5	4	8,054
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	5	4	0,776
Ацетальдегід	0,01	3	0,038
Ацетон	0,35	4	0,0184
Мурашина кислота	0,2	3	0,518
Оцтова кислота	0,2	3	0,521
Фурфурол	0,05	3	0,359
Пил паперовий	0,1	0	0,01
Пил борошна	0,06	0	0,05
Пил металевий	0,4	0	0,01

Тверді відходи хлібокомбінату розміщуються в спеціально відведеному місці на території заводу і вивозяться на місцеве звалище. Кількість викидів і скидів твердих відходів на підприємстві визначаються спеціалізованою

організацією, контролюється виконання державним управлінням екологічної безпеки. Основними відходами виробництва хліба є відходи борошна, тіста, хлібної та сухарної крихти, хлібобулочних виробів, а також інші відходи тіста та хліба, одержані при виробництві х/б виробів. Відходи хлібопекарного виробництва застосовуються згодовуванням тваринам, птиці, рибі.

Види відходів:

1. Відходи тіста – це шматочки тіста одержані в результаті нещільності, а також під час пуску технологічного обладнання, які за санітарним станом не можуть бути використані для виготовлення х/б та сухарних виробів.

2. Відходи від виробів – шматки підгорілої скоринки у вигляді обрізків та інші. Частина цих відходів 5% після помелу йде на вторинне використання - додається в закваску тіста.

Транспортування відходів здійснюється насипом або в ящиках, який відповідає санітарним вимогам, що пред'являються до засобів перевезення кормів для с/г тварин.

Основні шляхи зменшення забруднення навколишнього середовища на підприємстві це – дотримання роботи печей та котлів суворо по режимним картам, які розроблені спеціалізованою організацією, яка має ліцензію на проведення цих робіт. Кожний рік підприємство вносить плату за користування природними ресурсами.

## Висновки

В ході виконання кваліфікаційної роботи була проведена модернізація ротаційної конвективної хлібопекарської печі для міні-пекарні продуктивністю 1000 кг/добу хлібобулочних виробів.. Її суть полягає в тому, що при розробці технічного проекту модернізації застосовані наступні конструктивні рішення.

1. Для швидкого нагріву повітря на початку кожного циклу в блоки нагріву вбудовані масивні тепло акумулятори. При розвантаженні і завантаженні візка-стелажу вентилятор рециркуляції не відключається, а гаряче повітря по бай пасу обходить пекарну камеру. Для цієї мети між нагнітальним і всмоктуючим патрубками пекарної камери встановлений вертикальний короб, що має шибер, для зміни напрямку потоку повітря (у пекарну камеру або в обхід її).

2. Для стабілізації температури в печі крім системи автоматизації встановлені трубки Перкінса, що є природними стабілізаторами, що підтримують температуру повітря до 270 °С.

3. Для отримання в пекарній камері сухої насиченої пари при гіротермічній обробці на вертикальній стінці каналу встановлені ялиночкою корита, по яких стікає випарювальна вода, що подається в заданій кількості.

Для поліпшення умов праці в конструкції печі допрацьований обертальний механізм. Замість розміщеної внизу пекарної камери шарової опори, на яку вручну встановлювали візок, запропонований стіл, що обертається з направляючими, на які накочується візок. Стіл встановлений на опорах і обертається, при обертанні візка від механізму обертання, аналогічного як в печі КЕП-400М.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Миколай І.М.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Мхоян А.А.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Висновки</b>	<b>200283.КР.11.000 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/2</b>

Для модернізованої печі виконані відповідні технологічний та конструктивний розрахунки. Описані питання з монтажу, експлуатації та технічного сервісу обладнання. Розглянуті заходи з охорони праці при роботі пекарського відділення, охорони навколишнього середовища та автоматизації процесу випікання.

Результатом роботи стало підвищення ефективності роботи хлібопекарської печі шляхом використання рециркуляції сушильного агента. Модернізація печі дозволить при невеликих витратах і мінімальному ускладненні конструкції підвищити якість випічки, знизити енерговитрати, підвищити продуктивність обладнання, а отже зменшити собівартість одиниці продукції.

## Список використаної літератури

1. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості: підруч. для студентів ВНЗ / Мирончук В.Г., Гулий І.С., Пушанко М.М. та ін. — Вінниця: Нова книга, 2007. — 648с.
2. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості: навч. посіб. / Мирончук В.Г., Орлов Л.О., Пушанко М.М. та ін. — Вінниця: Нова книга, 2004. — 288с.
3. Монтаж та технічний сервіс обладнання. Практикум: навч. посіб. / за ред. В.Г. Мирончука. — К.: НУХТ, 2017. — 162с.
4. Заплетніков, І.М. Експлуатація і обслуговування технологічного обладнання харчових виробництв: навч. посіб. / І.М.Заплетніков, В.Г.Мирончук, В.М.Кудрявцев — К.: «Кафедра», «Центр учбової літератури», 2012. — 344с.
- 5.Чепелюк, О.О. Гігієнічні вимоги до проектування обладнання харчових виробництв: підруч. / О.О.Чепелюк, О.А.Єщенко, Ю.Ю.Доломакін. — К.: НУХТ, 2017. — 311с.
- 6.Загальні технології харчових виробництв: підручник / В.А.Домарецький, П.Л.Шиян, М.М.Калакура, Л.Ф. Романенко. — К. : Университет "Україна", НУХТ, 2010. — 814 с.
- 7.Механічні процеси і обладнання переробного та харчового виробництва: навч. посібник / П.С.Берник, З.А.Стоцько, І.П.Паламарчук, В.В.Яськов. — Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2004. — 336 с.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Миколай І.М.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Мхоян А.А.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Список використаної літератури</b>	<b>200283.КР.11.000 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/2</b>

8.Соколенко, А.І. Інтенсифікація масообмінних процесів в харчових і мікробіологічних технологіях / А.І.Соколенко, О.Ю.Шевченко, В.А.Піддубний – Київ,"Люксар", 2008. – 443 с.

9.Рвачов, В.В. Технологічне обладнання харчових виробництв. Механічне обладнання: навчальний посібник для студентів механічних фахів / В.В.Рвачов. – Одеса: Астропринт, 2001. – 320 с.

10.Ванін, В.В. Комп'ютерна інженерна графіка в середовищі AutoCAD / В.В. Ванін, В.В. Перевертун, Т.М. Надкернична. – К.: Каравелла, 2006.–334 с.

11.Механічні процеси і обладнання переробного та харчового виробництва / П.С.Берник, З.А.Стоцько, І.П. Паламарчук, В.В.Яськов – Львів: Вид-во. Нац. ун-т Львівська політехніка, 2004. – 336 с.

12. Купчик М.П.,. Основи охорони праці./ М.П Купчик., М.П Гандзюк., І.Ф Степанець– К.:Основа, 2000.- 416 с.

13. Підшипники кочення/.Довідник.Павлище В.Т. -Львів:Афіша,2003.- 160с.