



# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад. І.С.Гулого  
Кафедра Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування  
Освітній ступінь бакалавр  
Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»  
(шифр і назва)  
Освітня програма «Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв»  
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри ТОКТП  
проф. Мирончук В.Г.

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2021 року

## **З А В Д А Н Н Я** НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Тюрін Олександр Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Модернізація конвективної електричної печі марки КЕП з метою покращення якості готової продукції

керівник проекту (роботи) Миколів Іван Михайлович, доц., кандидат тех. наук

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 30 » 03 2021 р. № 227 -кв

2. Строк подання здобувачем роботи 01.06.2021р.

3. Вихідні дані до роботи 1. Технічний паспорт обладнання.

2. Альбом галузевого обладнання. 3. Навчальна та спеціальна література

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): анотація, зміст; вступ, порівняльний аналіз технічних рішень, обґрунтування модернізації (удосконалення), 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 охорони праці; висновки, список використаних літературних джерел, специфікація.

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

Загальний вигляд обладнання – 2 аркуші; Складальні одиниці обладнання – 2 аркуші;

Технологія машинобудування – 1 аркуш.

## 6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання: 19.04.2021 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Анотація, зміст</i>	23.04.2021	
2	<i>Вступ</i>	23.04.2021	
3	<i>Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі</i>	30.04.2021	
4	<i>Обґрунтування модернізації (удосконалення)</i>	30.04.2021	
5	<i>Характеристика вихідної сировини і готового продукту</i>	07.05.2021	
6	<i>Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи.</i>	07.05.2021	
7	<i>Вибір конструкційних матеріалів</i>	07.05.2021	
8	<i>Розрахункова частина</i>	14.05.2021	
9	<i>Технологічний маршрут виготовлення деталі</i>	14.05.2021	
10	<i>Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту</i>	18.05.2021	
11	<i>Опис системи управління</i>	21.05.2021	
12	<i>Заходи щодо охорони праці</i>	21.05.2021	
13	<i>Висновки</i>	28.05.2021	
14	<i>Графічна частина: 5 аркушів формату А3</i>	28.05.2021	
	<i>Подача кваліфікаційної роботи на кафедру</i>	01.06.2021	

**Здобувач**

\_\_\_\_\_

( підпис )

Тюрін О.М.

(прізвище та ініціали)

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_

( підпис )

Миколів І.М.

(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Дипломний проект на тему «Модернізація конвективної електричної хлібопекарської печі марки КЕП з метою покращення якості хліба» виконаний згідно виданому завданню.

Під час виконання дипломного проекту була проведена модернізація хлібопекарської конвективної електричної печі КЕП-6,5, наведено сучасний стан хлібопекарської промисловості, проведений аналіз існуючого обладнання та технології процесу випікання хліба. Викладені основні вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту обладнання. Висвітлені питання автоматизації, техніки безпеки та охорони навколишнього середовища.

Дипломний проект складається з пояснювальної записки на стор. та 5 листів креслень формату А1, на яких зображено загальний вигляд обладнання, вузли та деталювання.

**Ключові слова:** електрична піч, конвекція, пекарська камера, контейнер, парогенератор.

<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> Тюрін О.М.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Анотація</b>	<b>1704.92.КР.15.000 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Миранчук В. Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/2</b>

## ABSTRACT

Diploma project on "Modernization of convective electric baking oven brand KEP to improve the quality of bread" is performed according to the issued task.

During Execution of the diploma project was carried out modernization of the convective electric oven KEP-6,5, the current state of the baking industry is given, the analysis of the existing equipment and technology of process of baking of bread is carried out. The basic requirements for installation, operation and repair of equipment are stated. Issues of automation, safety and environmental protection are covered.

The diploma project consists of an explanatory note and 5 sheets of drawings in A1 format, which show the general view of the equipment, components and details.

**Keywords:** electric oven, convection, baking chamber, container, steam generator.

## ЗМІСТ

Вступ.....	
1. Аналітичний огляд існуючих конструкцій обладнання.....	
2. Техніко – економічне обґрунтування.....	
3. Сутність модернізації. Побудова та принцип роботи обладнання.....	
4. Підбір конструкційних матеріалів.....	
5. Технологія виготовлення окремих деталей.....	
6. Розрахункова частина.....	
6.1. Розрахунок продуктивності печі.....	
6.2. Визначення розрахункової потужності на обертання вагонетки в печі.....	
6.3. Розрахунки на міцність.....	
6.4. Розрахунок і підбір підшипників.....	
6.5. Розрахунок ланцюгової передачі приводу.....	
7. Правила монтажу, експлуатації та ремонту.....	
8. Система управління.....	
9. Охорона праці.....	
10 Охорона довкілля.....	
Висновок.....	
Список використаної літератури.....	

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Миколів 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> Тюрін О.М.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Зміст</b>	<b>1704.92.КР.15.000 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Миранчук В. Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/1</b>

## ВСТУП

Хлібопекарська підгалузь грає значну соціальну і стратегічну роль у житті суспільства. У сумарному обсязі продукції всієї харчової промисловості України вона займає одне із провідних місць, а частка хлібопродуктів у раціоні населення України складає 15 %, що підтверджує їхній статус як основного продукту харчування. Традиційно цій галузі приділяється менше уваги, ніж іншим, але будь-які зміни, що відбуваються на ринку хліба і хлібобулочних виробів, моментально впливають на економічне та соціально-політичне життя країни «Хлібний» ринок України на 99,9 % представлений продукцією вітчизняного виробництва. Однак протягом останнього десятиліття в хлібопекарській галузі зафіксовано спад виробництва. За даними органів статистики в Україні стерігалось таке стійке зниження обсягів виробництва хліба та хлібобулочних продуктів ще з початку 1990-х років. Наведені дані, свідчать про такий спад, який супроводжується також ростом цін при зниженню рентабельності діяльності самих підприємств галузі.

Зменшення споживання хліба стало основною причиною падіння обсягів виробництва хліба. Насамперед, це відбулося внаслідок скорочення населення країни, зниження купівельної спроможності, більш економічного використання хліба і значного збільшення випікання хліба невеликими пекарнями і сільським населенням самостійно, реальні обсяги якого не враховані статистикою.

<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> Тюрін О.М.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Вступ</b>	<b>1704.92.КР.15.000 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Миранчук В. Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/3</b>

Найбільші виробничі потужності хлібопекарської галузі зосереджені, як правило, у регіонах найбільшого виробництва борошна, а також у великих промислових центрах і столиці. Так, приблизно 49 % хліба і хлібобулочних виробів, вироблених в Україні, зосереджено в 6 найбільших промислових регіонах. Найбільшу частку у виробництві хлібобулочних виробів займає м. Київ (більше 10 % сукупного обсягувиробництва), а також Донецька (більше 10 %) і Дніпропетровська (більше 10 %) області. Причиною є густота населення зазначених регіонів і більш високий рівень економічного розвитку, а виходить, і платоспроможності попиту. Загалом у хлібопекарській галузі України на сьогоднішній день діє більше 1000 хлібо заводів різної потужності, котрі щодоби виробляють 6,8 тис. т хліба і хлібобулочних виробів. Асортимент продукції дуже широкий і різноманітний та щорічно оновлюється. Потужності промислових хлібо заводів використовуються на 30–40 %, за винятком хлібо заводів Києва і деяких великих міст — тут заводи працюють на повну потужність. Мова йде про високу конкурентоздатність продукції та її якість. У структурі виробництва 72 % хліба і хлібобулочних виробів випікають промислові хлібо заводи, розташовані в містах і районних центрах. Їх близько 400. Ще 6 % хліба виробляють підприємства колишньої системи «Укркоопспілка». Таких хлібо заводів близько 500. Як правило, це хлібо заводи невеликої потужності та обслуговують сільську зону. 1,5 % хліба припадає на частку підприємства «Укрпродсоюза». І, нарешті, 20 % хліба і хлібобулочних виробів випікають малі пекарні. На сьогодні в хлібопекарській галузі України існує багато проблем, серед яких, по-перше, потребує уточнення статистично-аналітичний діапазон аналізу фінансових результатів роботи хлібопекарської підгалузі харчової промисловості України в контексті часу. Так, за радянських часів загальноприйнятими і загальнодоступним часовим діапазоном вважалась п'ятирічка, але з розвитком в Україні ринкових умов господарювання, які обумовлюють появу приватної форми власності і комерційної таємниці, зазначений часовий

діапазон набув тенденції до звуження, насамперед, в академічному секторі економіки, що призвело до появи наукових праць, які базуються лише на порівнянні даних двох останніх років. Але, враховуючи щільний кореляційний зв'язок між результатами роботи сільськогосподарських підприємств і підприємств представників харчової індустрії, вважається за доцільне розширити межі фінансового аналізу хоч би на рік, що дозволить уникнути пастки так званого «невдалого року» Друга проблема, теж пов'язана із похибкою статистики, стосується наявності невеликих приватних пекарень, частка яких за різними даними коливається в межах 30–35 %. Також супермаркети, розпочавши активний наступ на регіони, запровадили власне випікання хліба та хлібобулочних виробів, що суттєво додає неточностей у статистичних обрахунках.

Третя проблема — моральне та фізичне застарівання хлібопекарського обладнання, на якому здебільшого працюють так звані «спадкові підприємства» у минулому потужні підприємства з часів СРСР. На думку фахівців галузі, низькі темпи оновлення обладнання на вітчизняних хлібо заводах збережуться і надалі через низьку рентабельність виробництва та відсутність державної підтримки галузі.

# 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ОБЛАДНАННЯ

Підприємствами: Укрхлібпром, ВАТ „УкрНДІПродмаш”, ВАТ „Калинівський машинобудівний завод” та за участю Херсонського хлібокомбінату були розроблені нові хлібопекарські печі, а саме, тунельні печі з конвективно – іонізуючим теплообігрівом пекарської камери (три типи) та хлібопекарська піч з двоярусною пекарською камерою.

В 2003 році піч А2-ХПК-25 пройшла успішні випробування на Херсонському хлібозаводі №2. Протягом 2003-2005 років такі печі встановлені та експлуатуються на восьми хлібозаводах України.

Основні технічні показники печі А2-ХПК-25 наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1. Технічні показники печі А2- ХПК-25

№	Найменування показників, розмірність	А2-ХПК-25
1	Продуктивність, кг/г	
	– при випіканні подового хліба із суміші пшеничного та житнього борошна, вагою 0,8 кг;	450
	– при випіканні батонів нарізних із пшеничного борошна вищого ґатунку, вагою 0,5 кг	600
2	Площа поду, м <sup>2</sup>	25,0
3	Ширина поду, мм	2100
4	Вид палива	Природний газ низького тиску
5	Пальник	М 121 Dreizler (Німеччина)
6	Витрати природнього газу при випіканні хліба, Нм <sup>3</sup> /год	12,5
7	Споживана електроенергія, кВт/ год	7
8	Витрати пари при випіканні хліба, кг/ год	40
9	Тривалість розігрівання печі від 200С, год	1,0-1,5
10	Габаритні розміри, мм	
	– довжина	15000
	– ширина	3410
	– висота	3230
11	Маса печі, кг	17700

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Миколів 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> Тюрін О.М.	<i>Назва, додаткова назва</i> Аналітичний огляд існуючих конструкцій обладнання	<b>1704.92.КР.15.001 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Мирончук В. Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/9

В процесі експлуатації печі А2-ХПК-25 на хлібозаводах виявлені такі її позитивні якості:

- універсальність: можливість випікати як широкий асортимент хліба, так і різноманітні кондитерські борошняні вироби;
- можливість випікати житньо-пшеничні сорти хліба при порівняно низьких температурах в зоні „обсмаження” (до 2300С);
- економічність роботи – мінімальні витрати палива, низька температура відпрацьованих газів у димарі 210 – 2200С або до 1300С при використанні утилізаторів;
- невелика теплова інерційність печі, що дозволяє перевести її із холодного стану в робочий режим протягом 1-1,5 год.;
- відповідність якісних показників хліба та хлібобулочних виробів чинним стандартам;
- відповідність роботи печі міжнародним стандартам з екології та енергоспоживання (коефіцієнт корисної дії печей становить 70-85% ).

В 2004 році за техдокументацією, розробленою ВАТ „УкрНДПродмаш”, Броварський завод „Торгмаш” розпочав серійне виготовлення малогабаритних двоярусних печей А2-ХПК.2, які призначені для хлібозаводів малої потужності, а також для заміни фізично зношених тупикових печей ФТЛ-2.

Нова піч вигідно відрізняється від існуючих печей. В ній можна випікати різноманітний асортимент подових хлібопекарських виробів, у тому числі подовий хліб із суміші житнього та пшеничного борошна. Піч має вбудований парогенератор, що робить її незалежною від наявності технологічної пари ззовні. Завдяки незначній теплоінерційності піч можна вивести на робочий режим протягом 1- 1,5 год.

Піч оснащена пальником німецької фірми „Драйцлер”, при роботі якого в продуктах згорання практично відсутні шкідливі викиди чадного газу та окисів азоту.

При роботі печі забезпечується автоматичне розпаювання, підтримування заданих оператором температурних режимів у пекарській камері, тривалість випікання виробів та безпека її роботи.

Піч А2-ХПК.2 постачається хлібозаводу-замовнику у вигляді максимально підготовлених до монтажу блоків.

Технічні показники хлібопекарської печі А2-ХПК.2 наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2. Основні технічні показники печі А2-ХПК.2

№	Найменування показників, розмірність	А2-ХПК.2
1	Продуктивність, кг/г	
	– при випіканні хліба	300
	– при випіканні булочних виробів	400
2	Площа поду, м <sup>2</sup>	17,0
3	Ширина поду, мм	1500
4	Вид палива	Природний газ низького тиску
5	Пальник	М 121 Dreizler (Німеччина)
6	Витрати природнього газу при випіканні хліба, Нм <sup>3</sup> /год	11
7	Споживана електроенергія, кВт/ год	5
8	Витрати пари при випіканні хліба, кг/ год	35
9	Тривалість розігрівання печі від 200С, год	1,0-1,5
10	Габаритні розміри, мм	
	– довжина	8100
	– ширина	2750
	– висота	3520
11	Маса печі, кг	12500

Як показали результати експлуатації печі на хлібозаводі, вироблений хліб за якісними показниками (смаковими, органолептичними) не поступається хлібу, що випускають обласні заводи. Хліб користується попитом у міського та сільського населення. Це перший успішний досвід виробництва складного за технологією подового хліба „Український” на районному хлібозаводі.

За теплотехнічними показниками та якістю вироблених хлібопродуктів двоярусні хлібопекарські печі А2-ХПК.2 не поступаються європейським аналогам. Порівняно з аналогічними двоярусними печами ППП (Чехія) при випіканні хліба витрати палива (газу) та технологічної пари в печах А2-ХПК.2 майже в 1,5 раза менші.

На хлібопекарських підприємствах малої продуктивності застосовують печі, що обігріваються газами, отриманими від спалювання рідкого, твердого і газоподібного палива. Технічна характеристика цих печей наведена в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3.

Показники	Характеристика хлібопекарської печі		
	ХПК-50М2	ПХПП-5	ФТЛ-20
Продуктивність печі, т на добу	3,1	0,11—0,18	5-7
Загальна споживана потужність, кВт	0,87	—	1
Ємкість водяного баку, л	540	25	—
Площа пода пекарної камери, м <sup>2</sup>	—	0,34	8,3
Кількість форм, шт.:			
на одній люльці	12	—	8
в печі	108	6	136

Габарити, мм			
довжина	4680	940	4140
ширина	2140	834	2610
висота	2440	1600	2700
Маса, кг	2225	196	35800

**Піч ХПК-50М2.** Вона призначена для випічки формового хліба з житньої шпалерної муки і житньо-пшеничної муки.

Хлібопекарська піч ХПК-50М2 може працювати як стаціонарно, так і бути змонтована на шасі одноосного автомобільного прицепа, спеціально переобладнаного для монтажу печі. Піч складається з пекарної камери і змонтованих на печі електричного приводу конвейєра, системи водопостачання і пристосування для спалювання рідкого палива.

Пекарна камера має форму правильного циліндра з горизонтальною віссю і забезпечена знімними стінками торців. Каркас пекарної камери зварний, зовні і зсередини обшитий листовою сталлю. Простір між внутрішньою і зовнішньою обшивками заповнений ізолюючим матеріалом — пом'ятою алюмінієвою фольгою.

З правого боку печі розміщений завантажувальний пристрій пекарної камери, забезпеченими дверцями.

У пекарній камері розташовані центральний і верхній газоходи і конвейєр. Центральний газохід є зварною конструкцією з циліндрового кожуха топки і конусної жарової труби.

Вогняна коробка (чавунна) складається з циліндра, задньої і передньої стінок. У чавунному циліндрі розміщуються колосники, утворюючи вогняну і поддувальную камери. На передній чавунній стінці розташовані топкова і піддувальна дверці. На цій же стінці закріплений поворотний кронштейн для монтажу автоматичної форсунки АФ-65.

У конусній частині центрального газоходу розміщений спеціальний чавунний конус для оберігання центрального газоходу від прогорання. До розширеного кінця центрального газоходу через ущільнення приєднаний вертикальний газохід, що проходить через водонагрівний бак, що з'єднується з верхнім газоходом.

У верхній частині пекарної камери змонтований пристрій для відведення пари упіку з пекарної камери. Ручки для регулювання тяги і відведення пари упіку встановлені над завантажувальним вікном пекарної камери.

Конвеєр печі виконаний у вигляді «білячого колеса», що складається з каркаса, люльок, приводного механізму і 4 опорних роликів.

На валу приводу змонтовані рукоятка, зірочка приводу і рукоятки з фіксуєчим пристроєм і перемиканням. При повороті рукоятки приводу на 360° одна з 9 люльок займає положення проти завантажувального вікна пекарної камери. Привід конвеєра печі здійснюється від електроприводу. Привід складається з редуктора і електродвигуна, сполучених між собою пружною муфтою. Обертання приводного механізму конвеєра здійснюється за допомогою ланцюгової передачі.

Водонагрівний казан (бак) складається з корпусу казана і вертикального газоходу. Він встановлений на передній стінці пекарної камери. Над пекарною камерою справа і зліва закріплені 2 циліндрових бака для води загальною місткістю 355 л. Для заповнення системи водою використовується самовсмоктуючий центробіжно-віхревий насос 1СЦВ-1,5 продуктивністю 1,5 м<sup>3</sup>/г.

Пристрій для спалювання рідкого палива складається з автоматичної форсунки АФ-65 з пультом управління, бака для пального і насоса РНА-1А.

Димові гази з топки печі проходять по конусному центральному газоходу, потім поступають у вертикальний і верхній газоходи пекарної камери і йдуть через димар в атмосферу. По шляху руху гарячі гази

передають тепло через стінки газоходів в пекарну камеру і нагрівають воду, що знаходиться у водонагрівному казані. Температура в пекарній камері встановлюється за допомогою терморегулятора і підтримується автоматично. Піч нагрівають до температури не вище 300° С.

Через завантажувально-розвантажувальне вікно проводять посадку (виїмку) форм на люльки конвеєра. Обертання конвеєра здійснюється від електродвигуна через редуктор і ланцюгову передачу. Посадку форм з тістом слід починати з правої сторони люльки, передвинувши першу секцію форм вправо до упору, потім завантажити наступні секції.

Форми ставлять на люльку обережно. Потрібно стежити при посадці, щоб форми вставали без перекосу, інакше форми можуть впасти з люльки і заклинити конвеєр. Дверцята пекарної камери тримають відкритими тільки той час, який необхідний для посадки форм з тістом або для виїмки випеченого хліба.

Під час випічки житнього хліба пари упіку періодично випускають, відкриваючи паровипускний клапан. При випічці пшеничного хліба пар не випускається, оскільки в цьому випадку він сприяє поліпшенню якості хліба.

Виробник — Куйбишевський завод «Продмаш».

**Портативна піч з газовим обігрівом ПХПГ-5.** Вона призначена для випічки формового і житнього і пшеничного хліба, а також мілких і кондитерських виробів. Як джерело тепла для обігріву печі використовується рідкий (балонний) газ, який спалюється факельним методом за допомогою спеціального інжекційного пальника низького тиску.

Портативна піч (мал. 1.1.) складається з власне печі, росстійної шафи і водонагрівного баку.

Власне піч включає каркас і вогняну коробку, пекарну камеру з дверцятами, що відкидаються, екраном і зволожувальним пристроєм, газового пальника із запальником.

Каркас є конструкцією з алюмінієвих куточків. Усередині нього розміщена зварна вогняна коробка, в якій змонтована пекарна камера 4. Під камерою встановлений екран, що оберігає її дно від прогорання. Під екраном розташований газовий інжекційний пальник 1 із запальником.

Каркас печі обшитий алюмінієвими листами. Простір між каркасом і вогняною коробкою заповнений термоізоляційним матеріалом — м'ятою алюмінієвою фольгою. У нижній частині каркаса знаходяться стійки для кріплення відкидних ніжок печі.

Пекарна камера 4 є зварною коробкою, виготовленою з нержавіючої сталі. У ній розміщені висувний подовий лист і водяне коритце для зволоження пекарної камери. На задній стінці камери закріплена паровипускна труба 5 з шибером і рукояткою для видалення пари упіку, а також зволожувальна трубка.

Посадочне гирло печі закривається дверцятами 2, що блокується за допомогою тяги з екраном 3.

Вода в ємність для зволоження пекарної камери подається за допомогою мірного стакана з випускним краном.

Газовий інжекційний пальник 1 складається з власне пальника і змішувача, розташованого під нею. Змішувач і пальник з'єднуються між собою фланцями. Газ до змішувача підводиться системою газопроводів з кранами і форсункою, змонтованих в передній частині каркаса — перед пальником.

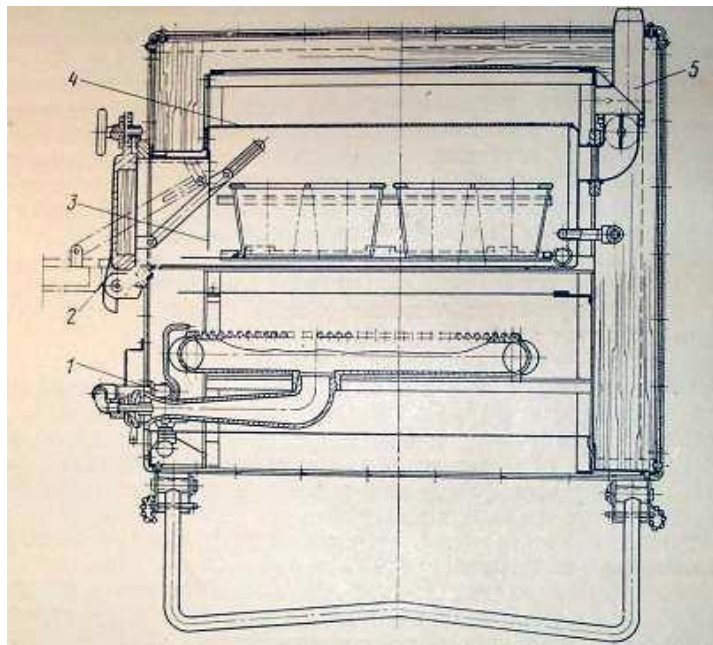
На печі встановлена знімна росстойна шафа, яка має двостулкові дверці із замком і забезпечена пристроєм для зволоження шафи.

За розстойною шафою встановлений водонагрівний бак для приготування води на технологічні потреби. Вода в баку нагрівається газами, що відходять.

Над дверцями пекарної камери розташований кутовий термометр в металевій оправі.

Газовий пальник запалюється за допомогою запальника. Теплові гази, що утворилися, прямують в бічні і задній газоходи, обігрівають нижні і вертикальні стінки пекарної камери, потім, піднімаючись вгору, омивають верхню частину пекарної камери і виходять у витяжну трубу. За досягненням необхідної температури в пекарній камері спостерігають по термометру. Потім відкривають дверцята пекарної камери і встановлюють в неї форми з тістом. У пекарній камері підтримують певну температуру, змінюючи кількість газу, що поступає. Після закінчення випічки відкривають дверці і виймають форми з випеченим хлібом.

Виробник — Завод досвідчених конструкцій ВНИИХПа.



**Рис. 1.1. Портативно хлібопекарна піч з газовим обігрівом ПХПГ-5**

1- газовий інжекційний пальник, 2- дверцята, 3- екран, 4- пекарна камера, 5- паровипускна труба.

## 2. ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

В Україні виробляють широкий асортимент хлібобулочних виробів, що відрізняються за складом сировини, формою, масою, способом випікання. Відповідно до номенклатури групового асортименту виробів хлібопекарної промисловості гатунки виробів об'єднані в 14 груп. Укрупнена номенклатура хліба та хлібобулочних виробів має кілька масових, традиційно популярних у населення груп: хліб із пшеничного борошна; хліб із житнього борошна; хліб із суміші житнього і пшеничного борошна; булочки, здобні, бараночки та сухарні вироби. Але на кожному хлібопекарному підприємстві є власна асортиментна програма. Одна з особливостей хлібопекарної галузі харчової промисловості – умовно постійний попит на продукцію, яку виробляють. Це пов'язано з історично сформованою специфікою харчування населення України, адже хліб для нас є обов'язковим складником харчування, не доповненням до їжі, а основним продуктом. Ні для кого не секрет, що в сучасних економічних умовах населення чітко поділене за матеріальним принципом. Існують прошарки населення, і нині це більша його частина, для яких, через дорожнечу інших продуктів харчування хліб – основна страва. Тому для даної категорії споживачів доволі часто, головним чинником при виборі хлібобулочної продукції стає її не якість, а вартість. У таких випадках зовнішні характеристики, зокрема пакувальна обгортка, її дизайн тощо не мають значення. Високоякісних характеристик потребують споживачі з певним рівнем достатку. В цьому випадку важлива не вартість продукції, а її якісні властивості й задоволення специфічних смакових уподобань (хліб із родзинками, горіхами, курагою тощо). Споживачів цієї категорії цікавлять нетрадиційні види продукції, наприклад, поєднання раніше непоєднаних компонентів – «різнокольоровий» хліб.

<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> Тюрін О.М.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Техніко-економічне обґрунтування</b>	<b>1704.92.КР.15.002 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Мирончук В. Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/2</b>

Суттєве значення мають зовнішній вигляд виробів, наявність та дизайн пакувальних матеріалів (не лише плівка, а й коробочки, пластикові лотки й ін.). Розширення асортименту продукції хлібопекарного виробництва викликане різними вимогами окремих категорій споживачів. Зростанню асортименту хлібобулочної продукції також сприяє жорстка конкуренція серед підприємств галузі, бо випуску лише основних видів хліба та кількох десятків одиниць здобної продукції стає замало для задоволення споживчого попиту. Протягом останнього часу загострюються питання здорового способу життя й споживання лише природних харчових продуктів, і, як результат, виникає необхідність розроблення нових, раніше навіть не відомих нашим споживачам видів продукції, зокрема низькокалорійного хліба, хліба з борошна грубого помолу, хліба з висівками тощо. Зростання асортименту хлібобулочної продукції потребує збільшення й розширення номенклатури сировини, необхідної для його підтримання. Українські державні стандарти на борошно, розроблені та впроваджені в 1998 р.,

Модернізована хлібопекарська піч «КЕП – 6,5», яка встановлена на «Оваднівському хлібозаводі», має свої переваги над іншими закордонними та вітчизняними примірниками. Так як дане підприємство не великої

виробничої потужності, то печі даного типу є найбільш доцільними 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.

Тому даним дипломним проектом пропонується модернізація хлібопекарської печі «КЕП – 6,5». Модернізація печі дозволить при невеликих витратах і мінімальному ускладненні конструкції підвищити якість випічки, знизити енерговитрати, підвищити продуктивність, а отже зменшити собівартість продукції.

### 3. СУТНІСТЬ МОДЕРНІЗАЦІЇ. ПОБУДОВА І ПРИНЦИП РОБОТИ ОБЛАДНАННЯ

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

Піч КЕП-6,5 є металевою конструкцією, що складається з робочої камери, блоку електричного нагріву повітря, вентилятора з воздуховодами, парогенератора, механізму обертання візка-стелажу і візка-стелажу з протвінями. Камера для випічки виконана у вигляді теплоізольованої шафи з дверцятами. Циркуляція нагрітого повітря здійснюється вентилятором.

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

Недоліком печі КЕП-6,5 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.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Миколів 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> Турін О.М.	<i>Назва, додаткова назва</i> Сутність модернізації. Побудова та принцип роботи обладнання	<b>1704.92.КР.15.003 ПЗ</b>				
	<i>Документ затверджено</i> Мирончук В. Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/8</b>	

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 теплоаккумулятори. і при розвантаженні і завантаженні візка-стелажу вентилятор рециркуляції не відключається, а гаряче повітря по байпасу 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 випаровувана 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

Модернізована піч КЕП-6,5 призначена для випічки борошняних кондитерських і булочних виробів. Проектована піч є модернізацією печей, що серійно випускаються, марки КЕП-400М.

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.

В результаті 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
хліба подового масою І 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 нагрівальних батарей 3. Зовнішні, гріючі 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 теплоакумулятора 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.

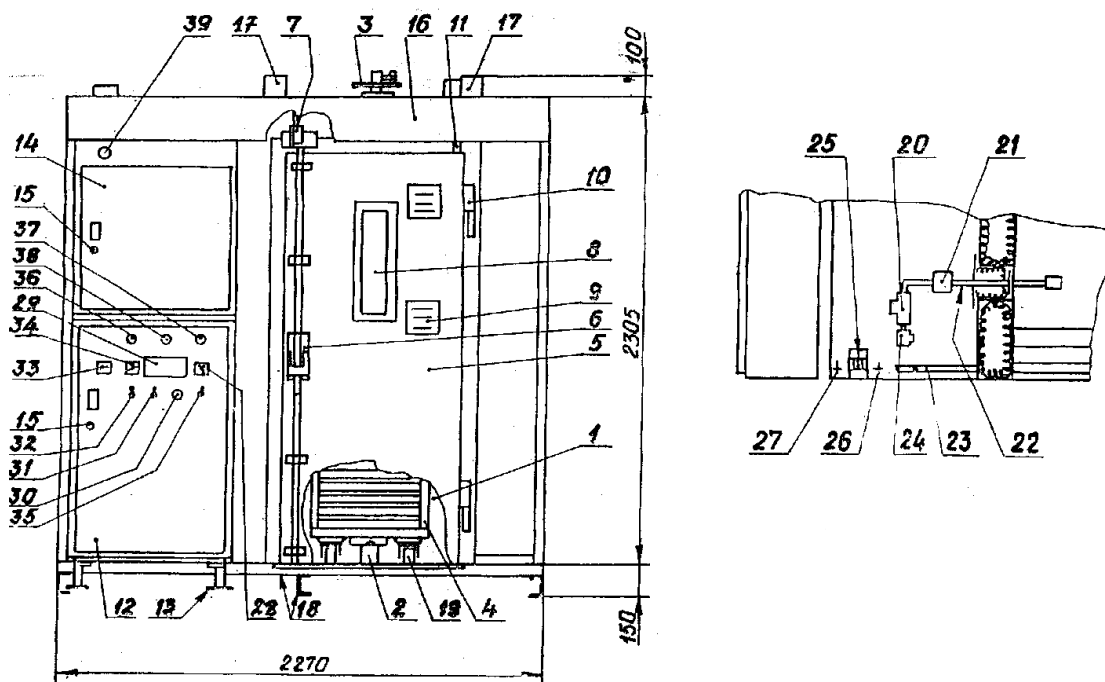


Рис 3.1. Загальний вигляд печі

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

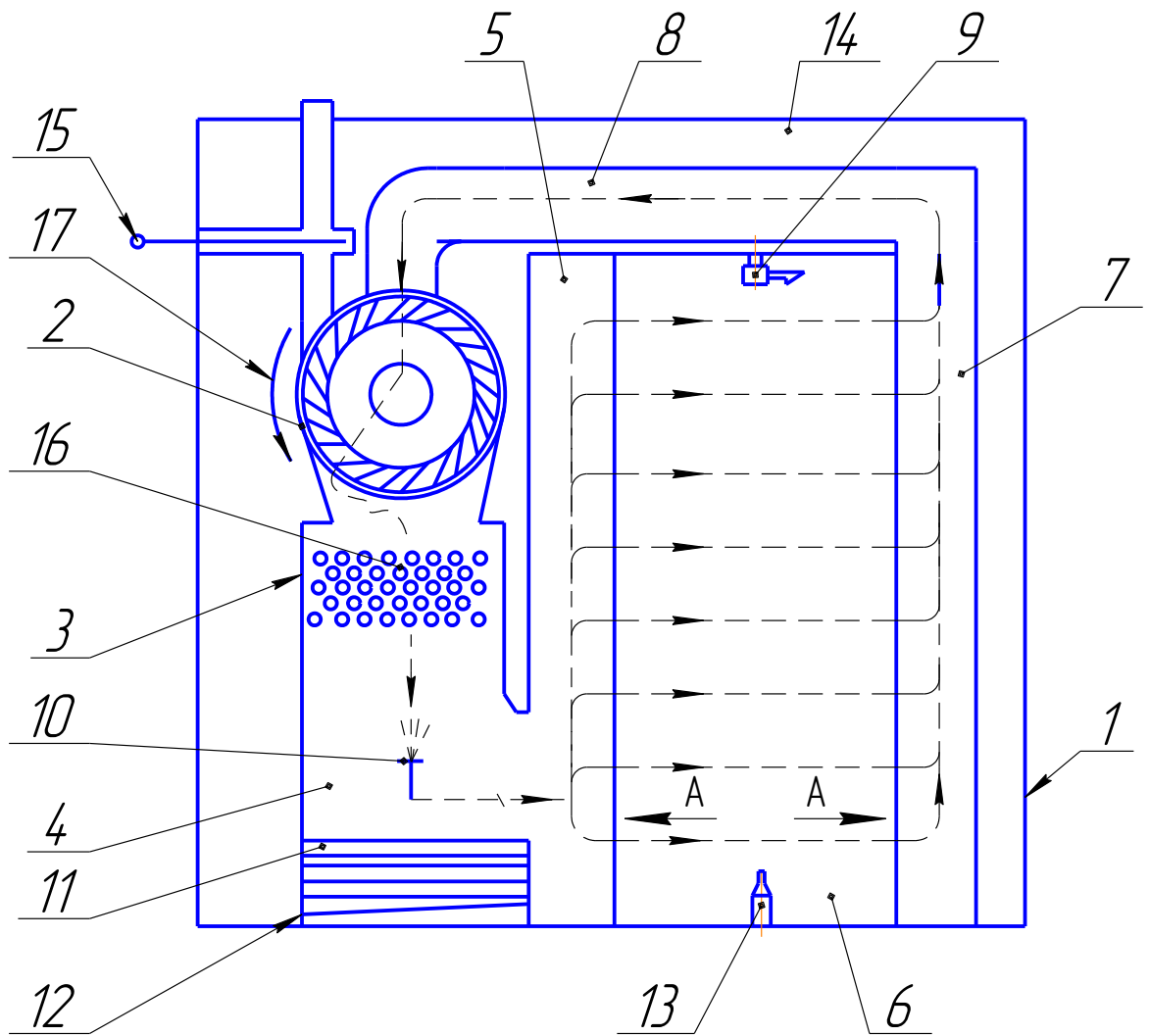
Вентилятор рис. 3.3. складається з корпусу 1, робочого колеса 2, двигуна 3, кришки 4, муфти 5. На муфті знаходиться крильчатка 6 для охолодження двигуна.

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

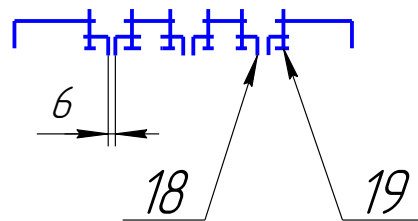


Рис 3.2. Пекарна камера печі

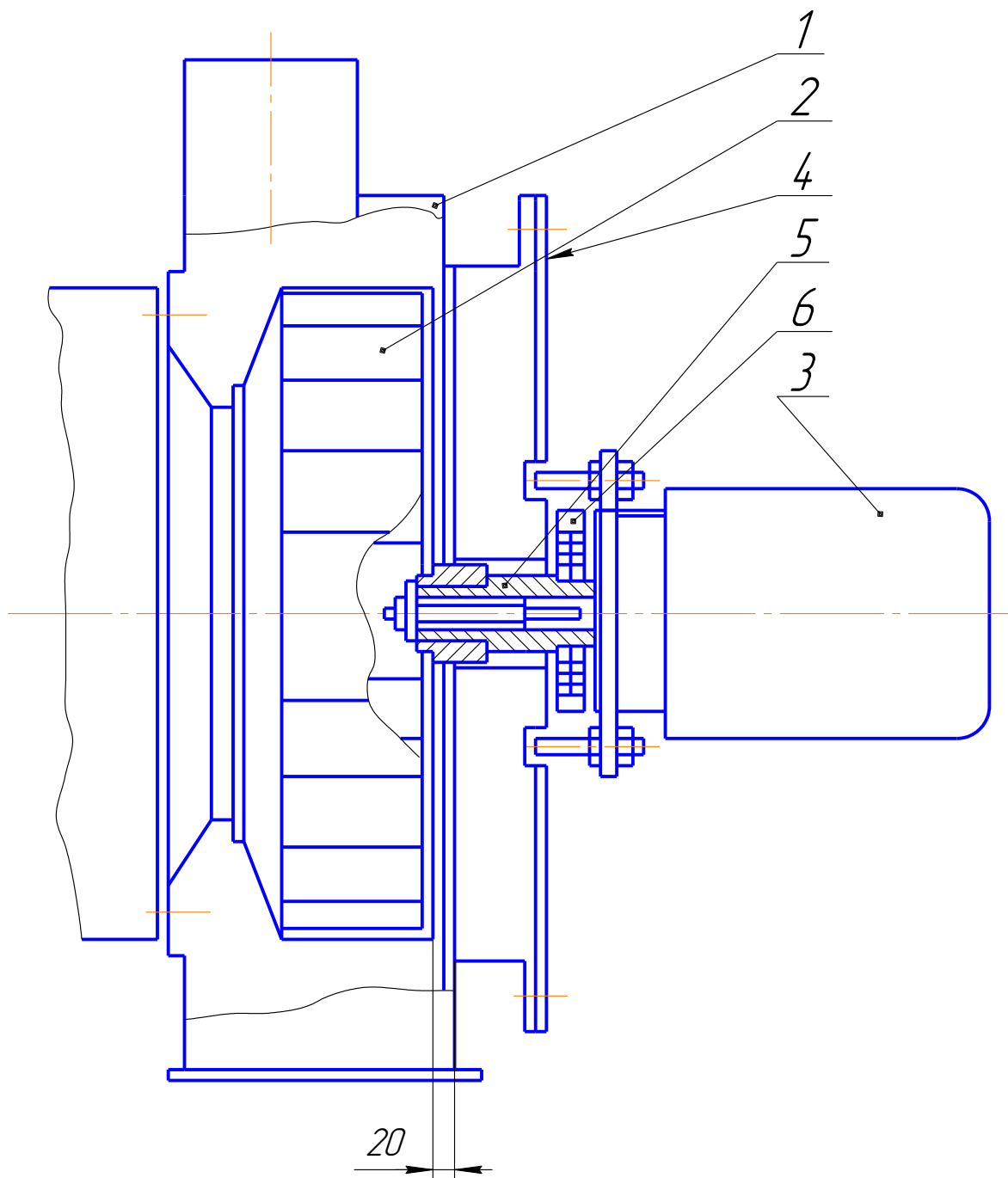


Рис 3.3. Вентилятор хлібопекарської печі

#### 4. ПІДБІР 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.

Галузевими стандартами встановлені обмеження на марки та

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Миколів 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> Турін О.М.	<i>Назва, додаткова назва</i> Підбір конструкційних матеріалів	<b>1704.92.КР.15.004 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Мирончук В. Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> 1/4

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> Миколів 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> Турін О.М.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Технологія виготовлення деталі</b>	<b>1704.92.КР.15.005 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Мирончук В. Г.		<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		Свердло P18, $\varnothing 20$ мм

40.6	Розсвердлити отвір під $\varnothing 35$	Цанга, Штангельциркуль ШЦ1 Різець розточний $\varphi = 45^\circ$
40.7	Розточити до $\varnothing 34,93$ Розвернути отвір під $\varnothing 35H9$	Розвертка $\varnothing 35H9$ , 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 $\varnothing 107,5$	Дискова фасонна фреза
70	Свердлильна УЗЗ	Вертикально – свердлильний верстат 2Н118 Кондуктор
70.1	Свердлити отвір під М8	Свердло $\varnothing 6,7$ 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

$$2 Z_{Imin} = 2 (R_{z1} + D_1 + \sqrt{(T_{pp1}^2 + \epsilon_{y2})}) \quad (5.1.)$$

де  $R_{z1}, D_1, T_{pp1}$  – відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарна просторова похибка при чорновому точінні;  $\epsilon_{y2}$  - похибка установлення при напівчистому точінні.

$R_{z1} = 50$  мкм,  $D_1 = 50$  мкм,  $T_{pp1} = 100$  мкм.

$\epsilon_{y2} = 100$  мкм

Тоді

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

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

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

$$T_1 = IT13 = 390 \text{ мкм};$$

$$T_2 = IT11 = 160 \text{ мкм};$$

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

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

Припуск на чорнове точіння:

$$2 Z_{Imin} = 2 (R_{z0} + D_0 + \sqrt{(T_{pp0}^2 + \epsilon_{y1}^2)}), \quad (5.3.)$$

де  $R_{z0}, D_0, T_{pp0}$  – відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарна просторова похибка.

Для заготовок масою від 2,5 до 4 кг:  $Rz_0 = 160\text{мкм}$ ,  $D_0 = 200\text{мкм}$ ,  $T_{\text{пр}0} = 400\text{мкм}$

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

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

Загальний припуск

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

Приймаємо  $Z = 4 \text{ мкм}$ .

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,  $l = 18 \text{ мм}$ .

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 16×25 мм при обробленні сталених 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.

Тоді

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

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 16К20 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:

$$\pi d n_B \quad \pi \cdot 115 \cdot 250$$

$$V = \frac{\quad}{1000} = \frac{\quad}{1000} = 90.28 \text{ м/хв} \quad (5.9.)$$

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 :

$$P_{z1} = C_p \cdot t \cdot S^{0.75} = 200 \cdot 3.75 \cdot 0.8^{0.75} = 634.42 \quad (5.13.)$$

$C_p = 200$  кг/мм<sup>2</sup>- сталь

$t = 3.75$  мм - глибина різання

$S = 0.8$  мм – подача

$P_z \cdot V_d$

$$N_{e1} = \frac{P_z \cdot V_d}{60 \cdot 102} < N_{дв}, \text{ де } N_{дв} = 11 \text{ кВт} - \text{потужність двигуна верстата 16K20}$$

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

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

Глибина різання при цьому

$$t = 1,7 \text{ мм}$$

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

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

$C_p = 200$  кг/мм<sup>2</sup>- сталь

$t = 1.7$  мм - глибина різання

$S = 0.6$  мм - подача

$P_z \cdot V_d$

$$N_{e2} = \frac{P_z \cdot V_d}{60 \cdot 102} < N_{дв}, \text{ де } N_{дв} = 11 \text{ кВт} - \text{потужність двигуна верстата 16K20}$$

$$231.79 \cdot 168.8$$

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

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

Глибина різання при цьому:

$$t = 2,5 \text{ мм}$$

Вибираємо подачу. Для різців з перетином різця  $16 \times 25$  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:

$C_v$

403

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

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

$$\text{Тоді} \quad V = \frac{403}{90^{0.2} 2,5^{0.15} 0,6^{0.35}} = 206,4 \text{ м/хв}$$

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.

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

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

$$N_{e3} = \frac{P_z \cdot V_d}{60 \cdot 102} < N_{дв}, \text{ де } N_{дв} = 11 \text{ кВт} - \text{потужність двигуна верстата 16К20}$$

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

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 сталених 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 —  $n_B = 800 \text{ об/хв}$ .

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  $l = 48,7 \text{ мм}$  — довжина оброблення безпосередньо на деталі;  $l_1 = 2 \text{ мм}$  — добавка довжини на підвід інструменту до початку різання з механіч-

ною подачею;  $l_2$  — величина врізання інструменту;  $l_3$  — величина перебігу різця.

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

$P_z \cdot V_d$

$N_{e4} = \frac{\quad}{60 \cdot 102} < N_{дв}$ , де  $N_{дв} = 11$  кВт – потужність двигуна верстата 16К20

$$N_{e4} = \frac{340,86 \cdot 163,28}{60 \cdot 102} = 9,09 \text{ кВт} < 11 \text{ кВт}$$

### 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

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

$$\sum t_d = 0,19 + 0,19 + 0,19 + 0,14 = 0,71 \text{ хв.}$$

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

Операційний час:

$$T_{оп} = T_0 + T_d = 0,39 + 1,19 + 0,18 = 1,76 \text{ хв.} \quad (5.29.)$$

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.

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

де  $m$  - маса одного виробу, кг;

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

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

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

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

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:

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

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження Миколів І.М.	Вид документа <b>Пояснювальна записка</b>		Статус документа		
Власник документа гаражного хліба, НУХТ	Розробник документа Тюрін О.М.	Назва, додаткова назва <b>Розрахункова частина</b>		1704.92.КР.15.006 ПЗ		
	Документ затверджено Мирончук В. Г.			Інд. змін.	Дата видання	Мова UA

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

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

$t_{nk} = 250$  °С – температура в пекарній камері, за таблицями перегрітої пари

$i_{nn} = 2970$  кДж/кг;

$i_g$  - ентальпія води при температурі тіста в момент посадки його в пекарню камеру, кДж/кг,

$$i_g = t_m \cdot c_g; \quad \text{кДж/кг}, \quad (6.4.)$$

де  $t_m = 37$  °С - температура тіста;

$c_g$  - теплоємність води, кДж/(кг °С)

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

$q_k$  - масова частина скоринки в хлібі, %;

$c_m = c_k$  - теплоємність сухої речовини відповідно скоринки і хліба, кДж/(кг °С);

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

дорівнює вмісту вологи в м'якиші;

$t_k$  - температура скоринки, °С;

$t_m$  - температура м'якиша, °С

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

$\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$

Витрати теплоти на утворення пари в пекарній камері:

$$q_2 = D_n (i_{nn} - i_g'); \quad \text{кДж/(кг г.хл.)}, \quad (6.5.)$$

де  $D_n$  - витрати пари на зволоження 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:

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

де  $a$  - довжина пекарної камери, м;

$b$  - ширина пекарної камери, м;

$h$  - висота пекарної камери, м

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

Теплові витрати з виходом повітря на одну посадку становитимуть:

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

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

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

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

$t_{\text{в}}$  - 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:

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

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:

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

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

Визначальна температура

$$t_m = (t_n + t_{nos})$$

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

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

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

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>2</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:  $c=0,135$ ;  $n=0,33$ .

$$Nu = c(C_r P_r)^n = 0,135(1,75 \cdot 10^{10})^{0,53} = 324$$

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

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>2</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 Нуссельта:

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

Коефіцієнт конвективної тепловіддачі:

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

де  $Nu$  – критерій Нуссельта;

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

$l$  – визначаючий розмір, м;

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

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:

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

де  $a'$  – довжина печі;

$b'$  – ширина печі

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

Тепловіддача вертикальними поверхнями:

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

де  $a_{\text{np}}$  – 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:

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

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

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

або за одиницю часу:

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

Визначення необхідної кількості електронагрівачів:

$$n = Q'_{\text{заг}} / N_m, \quad (6.23.)$$

де  $Q'_{\text{заг}}$  – 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.

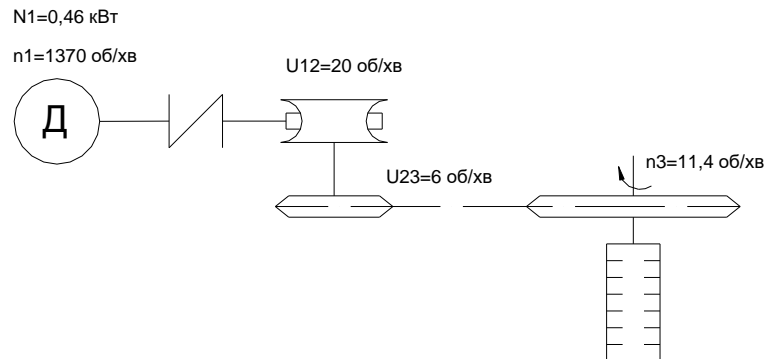


Рис. 6.1. Кінематична схема приводу

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:

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

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:

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

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

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:

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

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

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.

### Кінематичні характеристики приводу

Таблиця 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

#### 6.4. Розрахунки на міцність

Розрахунок вала

Вихідні дані для розрахунку:

Крутний момент  $T_2 = 700$  Нм;

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

Дільний діаметр зубчастого колеса  $d_2 = 320$  мм;

Дільний діаметр конічного колеса  $d_w = 95$  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 ділильного 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

$$\Sigma M_a = 0$$

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

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

$$\Sigma M_b = 0$$

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

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

$$\Sigma X = 0$$

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

$$-131125,1 + 4375 + 23487,1 - 14737 = 0$$

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:

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

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

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

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

$$M_{dx} = -80,56 \text{ Нм}$$

Будуємо епюру згинальних моментів у горизонтальній площині.

Сумарні згинальні моменти

$$M_{Cb} = 0$$

$$M_{C_c} = \sqrt{M_{c_x}^2 + M_{c_y}^2} = \sqrt{1680^2 + 421,8^2} = 1732,1 \text{ Нм}$$

$$M_{A_c} = \sqrt{M_{a_x}^2 + M_{a_y}^2} = \sqrt{2800^2 + 1047,4^2} = 2989,5 \text{ Нм}$$

$$M_{D_c} = \sqrt{M_{d_x}^2 + M_{d_y}^2} = \sqrt{0^2 + 80,56^2} = 80,56$$

Будуємо епюру сумарних згинальних моментів.

Будуємо епюру крутного моменту. Зведені моменти знаходимо по формулі:

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

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

За таблицями:  $[\sigma_{-1}] = 90 \text{ МПа}$  – 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 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...80)t;

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

$K_5 = 0,8$  - 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  $[p]=35 \text{ МПа}$ .

Термін служби ланцюга:

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

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

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

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

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:

$$a_m = 0,996 \cdot a$$

$$a_m = 0,996 \cdot 995 = 991 \text{ мм}$$

## 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.

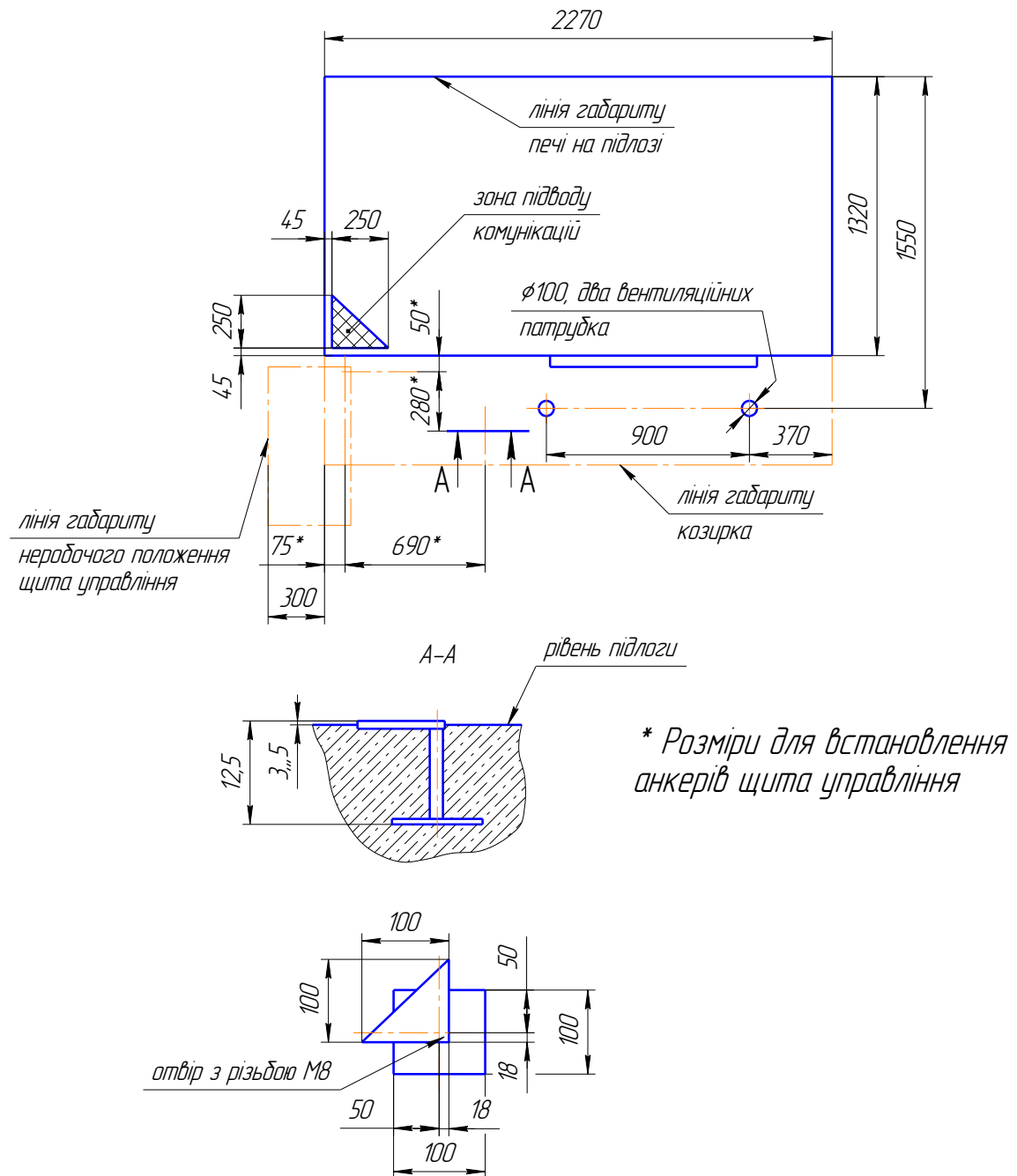
Живлення електрокабеля печі та вистійної шафи повинні бути підключені до розподільного щита через вимикач.

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.
5. Під'єднати до фільтру водопровід.

<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> Тюрін О.М.	<i>Назва, додаткова назва</i> Правила монтажу, експлуатації та ремонту	<b>1704.92.КР.15.007 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Мирончук В. Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/4

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 санодрягу або в несправному санодрязі;
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.

### Мащення

Для мащення редуктора приводу візка використовують масло трансмісійне ЛТУ 38-101529-75 (Нірол). 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.

## 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.

### 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:

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Миколів 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> Тюрін О.М.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Система управління</b>	<b>1704.92.КР.15.008ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Мирончук В. Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/3</b>

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 на щиті 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 ФСА	Параметр	Граничне значення параметру	Місце встановлення	Найменування і характеристика	Тип моделі	Кількість	Завод виготовлювач
1	Температура	До 550°C	На щиті	Термометр опору. Шкала-5 0 – 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

На хлібозаводі розроблені та затверджені інструкції з техніки безпеки, нологічні процеси виробництва хлібобулочних виробів, технологічне аднання для їх виробництва відповідають вимогам ДСТУ 2583-94.

Керівник підприємства забезпечує навчання робітників з правил безпеки праці. працівники при прийнятті на роботу та під час роботи проходять навчання, ґруктаж та перевірку знань з питань охорони праці та пожежної безпеки.

Кошти фонду охорони праці

формується за рахунок коштів, одержаних від застосування органами жавного нагляду за охороною праці штрафи санкцій до підприємства за ушення нормативних актів про охорону праці; 0,5% від прибутку ґриемницької діяльності, яка витрачається колективними договорами і залежить фактичного рівня безпеки, умов праці.

Директор підприємства здійснює контроль за правильним використанням та іком цих коштів, призначає відповідальних за це осіб. Рішення про ористання фонду охорони праці приймаються за участю служб охорони праці та фспілок підприємства. Службу охорони праці на підприємстві очолює інженер охорони праці.

На хлібозаводі можуть виникати наступні шкідливі і небезпечні фактори:

- - механічні фактори, до яких відноситься шум та вібрація;
- - термічні фактори, до яких відносяться температура нагрітих предметів і ерхонь;
- - електричні фактори, що характеризуються наявністю струмоведучих ґин устаткування.

При розробці заходів щодо поліпшення умов праці враховують весь комплекс торів, що впливають на формування безпечних умов праці.

Для попередження виробничого травматизму на підприємстві необхідно ґруктувати з безпечних прийомів роботи, контролювати дотримання правил ніки безпеки, тощо.

<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> Тюрін О.М.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Охорона праці</b>	1704.92.КР.15.009 ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> Миранчук В. Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/8	

Метеорологічні умови виробничих приміщень визначаються такими аметрами: температурою повітря в приміщені, С; відносною вологістю повітря, швидкістю руху повітря, м/с. які встановлені в нормативному документі, рема «ДСН 3.3.6.042-99» Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.

У виробничих приміщеннях хлібозаводу забезпечуються наступні еорологічні умови наведені в таблиці 12.1.

Таблиця 12.1- Мікрокліматичні параметри повітря робочої зони працівників бозаводу

Найменування професія	Холодний рід року		Теплий рід року		Швидкіс руху вітря,м/с	
	Темпера тура,°С	Вологість,	Швидкіс руху вітря,м/с	Темпе ра,°С		
1. Пекар	22	70	0,2	25	65	0
2. Тістороб	20	70	0,1	25	65	0
3. Машиніст зподільчо-каточної машини	20	68	0,2	23	68	0
4. Машиніст ето подільної шини	20	68	0,2	23	68	0

Одним із метеорологічних факторів, які впливають на самопочуття працюючих ідлишкове тепло, яке надходить у навколишнє середовище від нагрітого нічного обладнання, трубопроводів, печей. Для забезпечення нормальних еорологічних умов у всіх приміщеннях встановлено паливно-витяжна тиліяція з механічним збудженням. Для зменшення виділення тепла, ловипромінююче обладнання покривають шаром ізоляції.

На робочих місцях біля печей та іншого тепловипромінюючого обладнання зрюють необхідний для роботи мікроклімат шляхом облаштування місцевої тиліяції.

Однією з необхідних умов здорової і високопродуктивної праці є забезпечення тоти повітря в робочому приміщенні.

Необхідний стан повітря робочої зони забезпечують завдяки наступним заходам:

- - застосовують технологічні процеси і устаткування, що виключають утворення шкідливих речовин у робочу зону;
- - застосовують надійну герметизацію устаткування;
- - встановлюють на робочій ділянці вентиляції й опалення, що має велике значення для оздоровлення повітряного середовища;
- - застосовують засоби індивідуального захисту: санітарний одяг та взуття, цодяг та спецвзуття.

Основними несприятливими речовинами і виділеннями при виготовленні цукрових виробів, які впливають на здоров'я і працездатність робітників, є пилю, ошніаний пил, діоксид вуглецю, тепло- і вологовиділення.

У тарних і безтарних складах зберігання борошна встановлені засоби для уловлювання пилу, забезпечена герметизація і максимальне ущільнення стиків і дверей у технологічному обладнанні, шнеках, трубопроводах для попередження вилітання пилу, обладнання заземлене. Нижня межа вибухонебезпечної концентрації ошніяного пилу в повітрі становить 10 - 35 г/м<sup>3</sup>. Джерелом шуму в приміщеннях цукрових фабрик є розташоване в них технологічне обладнання та системи центральної вентиляції. Шум і вібрація на виробництві завдає великої шкоди, довго діючи на організм людини і знижуючи продуктивність праці. Основним нормативним документом який визначає санітарні норми виробничого шуму є СН 265-82.

Таблиця 12.2 - Характеристика рівнів шуму

Найменування працюючого обладнання	Фактичне значення рівня шуму, дБ	Допустиме значення рівня шуму, дБ, при f=1000 Гц
Тістомісильна машина	70 - 75	80
Тістоподільник-ладальник	55 - 60	80
Вистійна шафа та піч	45 - 50	80

Надмірні рівні вібрації й шуму приводять до професійних захворювань, зниження продуктивності праці, можуть служити непрямою причиною нещасних випадків.

адків.

Таблиця 12.3 - Рівень звукового тиску в робочій зоні

Значення	Рівень звукового тиску (дБ)		Рівень звука та вивалентні рівні звуку, дБА							
	октанових полосах по середнім геометричним частотам (кГц)		0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	
0,03	0,06									
Фактичне	100	95	9	8	8	7	7	7	8	
Допустиме	110	99	9	8	8	8	7	7	8	

Для зниження шуму, що виникає в цеху, передбачено: масивний бетонний підлога, шумопоглинаючі лаки, застосування звукоізолюючих кожухів і звукових екранів на устаткуванні, що є джерелами підвищеного рівня шуму.

Джерелом вібрації у виробничому приміщенні є електродвигуни, вентилятори, насоси, сита, зубчаті передачі та інше. Основним документом, який визначає граничні норми вібрації є «ДСН 3.3.6 039-99» .

З метою недопущення шкідливого впливу вібрації на здоров'я працюючих, на підприємстві передбачено ряд заходів:

- - використання віброізолюючих гнучких вставок для з'єднання;
- - використання прокладок під обладнання з матеріалів з великим коефіцієнтом внутрішнього тертя;
- - використання кожухів зі звукопоглинаючою обшивкою зсередини для звукоізоляції окремих вузлів.

Проектом передбачене природне освітлення (в світлий час доби), яке сприятливо діє на організм людини, поліпшує умови праці, знижує стомлюваність, сприяє підвищенню продуктивності праці, а також штучне робоче та аварійне освітлення.

Штучне освітлення здійснюється за допомогою люмінесцентних ламп, а для аварійного освітлення лампи розжарювання.

Інтенсивність робочого та охоронного освітлення не менше 75 лк.

Крім того на заводі передбачено аварійне освітлення (інтенсивність не менше 5 лк), яке використовується у аварійних ситуаціях. Світильники аварійного освітлення вмикаються автоматично у випадку порушення технології. На поточних робочих освітлення локалізоване.

Освітленість у виробничих приміщеннях відповідає значенням, наведеним у «ДСТУ В 2.5-28-2006» Природне та штучне освітлення.

Таблиця 12.4 - Норми мінімальної освітленості приміщень

Найменування приміщень	Зорова група	Освітленість, люкс	Показники іском-форту, не більше	Коефіцієнт пульсації		
Розряд	Підрозряд	Газорозрядні лампи	Лампи калювання			
Склад безтарного зберігання борошна	VIII	a	75	30	-	-
Лабораторія	IV	a	300	-	4	2
Відділення вітродувки, компресорна	VI	-	150	-	6	2
Комора додаткової рівнини	VIII	a	75	30	-	-
Матеріальний склад, комора відходів	VIII	b	50	20	-	-
Відділення підготовки сировини	V	b	150	-	4	2
Мийне відділення	V	b	150	-	4	2
Тістоготувальне відділення	V	a	200	-	4	2

Пекарний зал	V	а	200	-	4	2
Топкове відділення	VIII	а	75	30	-	-
Відділення для осіювання	V	в	150	75	4	2
Дріжджове відділення	V	в	150	75	-	-
Приміщення баків я води	VIII	б	50	20	-	-
Приміщення робничих бункерів і ірників	V	в	150	75	4	2
Відділення для олодження	V	г	100	-	-	-
Експедиція	V	г	100	-	-	-

На підприємстві встановлені душові, які обладнані відкритими кабінами з рахунку 1 душова кабінка на 5 чоловік працюючих в самій великій зміні. Поруч цшовими розташовані переддушові: для витирання після душу та зберігання гу робітників.

Туалети також розташовані в адміністративному корпусі, всіх інших обничих цехах, слюсарні, майстерні.

Для запобігання виробничого травматизму при експлуатації електроустановок едбачене заземлення всього стаціонарного електрообладнання: корпусів ктродвигунів, транспортерів, апаратів, приводів електрообладнання, пультів авління. В цеху використовується механічне та електричне блокування, яке езпечує відключення електроживлення струмоведучих частин. Блокуванням ож обладнані тістомісильні машини. В приміщеннях складу БЗБ ктродвигунів передбачене у вибухонебезпечному виконанні. Всі струмові менти надійно заземлені, незалежно від величини струму. Для заземлення едбачені наступні заземлювачі:

- -природні (металоконструкції, трубопроводи, які мають надійний контакт

млею);

- -штучні (вертикально вмонтовані в ґрунт сталеві труби, металеві стержні 0м).

Основними причинами пожеж на хлібозаводі є: порушення технологічних паментів і несправність виробничого обладнання, іскри електрозварювальних іт і необережне поводження з вогнем, іскри котельних та інших установок, ушення правил користування інструментами і електронагрівальними ладами. Саме тому, у виробничих приміщеннях передбачені заходи по ередженню вибухів, виникненню пожеж, засоби їх гасіння, сигналізація, ання пожежного водопостачання, шляхи евакуації людей.

Для підвищення пожежної безпеки при експлуатації хлібопекарських печей на ому підприємстві дотримуються наступних заходів:

- - прочищають газоходи хлібобулочних печей;
- - регулярно видаляють хлібні крихти, що накопичуються в пекарних ах.

Загорання в пекарній камері ліквідують парою, оскільки холодну воду неможна госовувати, бо відбувається руйнування печей в результаті температурних руг.

Враховуючи можливість виникнення пожежі і вибухів при експлуатації складів і дотримуються наступних вимог:

- - забезпечують належну герметизацію обладнання, шляхів з'єднання бопроводів і ємностей для борошна;
- - регулярно проводять ретельне прибирання від пилу обладнання і ітлювальних приладів;
- - проводять очистку силосів, карманів в ємностях при їх повному або тковому заповненні борошном.

На хлібозаводі забезпечена пожежна безпека по всій території заводу, ановлені щитки з спеціальним інвентарем, вогнегасниками.

Для гасіння пожежі є в наявності рукава і крани для перекриття слабкої ділянки мання двома струменями.

Резервуар для зберігання води на 1 годину гасіння пожежі має ємність не менше м3.

До пропозицій по покращенню умов праці можна віднести:

- - модернізація усіх видів обладнання з метою доведення його до вимог нормативних актів з охорони праці;
- - впровадження систем автоматичного контролю та сигналізації наявності довгих і небезпечних виробничих факторів, а також блокуючих пристроїв, що запобігають аварійне відключення технологічного і енергетичного обладнання в разі виникнення небезпеки;
- - застосування сигнальних кольорів та знаків безпеки відповідно до цих нормативних актів про охорону праці на виробничому обладнанні;
- - обладнання фізкультурно-оздоровчих кімнат, кімнат психологічного вантаження.

Отже, для створення безпечних умов праці на Вінницькому хлібозаводі об'єктивні приміщення мають необхідну площу, висоту, освітленість, вентиляцію.

Східці, драбини, площадки огорожені поручнями. Всі частини обладнання, що рухаються, оснащені огороженнями, гарячі поверхні апаратів, трубопроводів і кабелів термоізовані. Машини, транспортери мають механічне та електричне заземлення. Між обладнанням є проходи і проїзди, які забезпечують процес обслуговування і ремонт.

## 10. ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

Рідкі, тверді та газоподібні відходи завжди продукуються внаслідок процесів виробництва і повністю їх уникнути практично неможливо. Крім того, вони спричиняють забруднення довкілля і створюють екологічні проблеми, що також приводить до значної втрати придатних для використання матеріалів та енергії і вимагають додаткових коштів на проведення контролю відходів і вирішення екологічних проблем, тобто очищення забруднених територій і повітря.

Традиційно контроль відходів зводився в розвинутих країнах, а в нас і тепер, до точки зору "кінець труби" або "останні двері".

Такий підхід значною мірою призводить до того, що забруднення переноситься з одного місця в інше без практичного знешкодження шкідливого впливу забруднень на оточуюче середовище.

За визначенням Агенції захисту довкілля США попередження забруднень включає заходи, спрямовані на зниження кількості забруднення з його джерела або інші заходи, які зменшують кількість або усувають повністю появу забруднюючих речовин до того, як вступають в дію інші заходи по управлінню відходами. Це зводиться до простішого його визначення: "Якщо ви цього не продукуєте, то вас не болітиме голова, як його позбутися".

Технології зменшення відходів повинні бути ключовим компонентом будь-якої рентабельної, досконалої програми виробництва. Ці складові виробничих процесів не обов'язково повинні базуватися на високих технологіях або потребувати значних капіталовкладень. Технології зменшення відходів можуть і повинні бути застосовані до будь-якого процесу, від найпростішого до виробничих процесів і програм, пов'язаних з

<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> Тюрін О.М.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Охорона довкілля</b>	<b>1704.92.КР.15.010 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Мирончук В. Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/3</b>

космічними дослідженнями. Справді, деякі з найбільш рентабельних і досконалих технологій зменшення відходів представляють собою прості і відносно недорогі зміни у виробничих процесах.

Шляхи зменшення відходів у хлібопекарській промисловості можуть бути поділені на 4 основні групи:

1. управління використанням сировини і матеріалів;
2. модифікація і вдосконалення процесів виробництва;
3. зменшення об'ємів відходів;
4. утилізація відходів.

Для будь-якого виробництва першим кроком процесу вдосконалення операцій для мінімізації відходів є оцінка наявного виробничого процесу з метою виявлення шляхів вдосконалення його ефективності. Огляд повинен включати всі складові виробничого процесу, від поставки сировини через виробництво до зберігання готової продукції.

Засоби зменшення кількості шкідливих відходів у хлібопекарській промисловості:

1. зменшення кількості відходів на джерелі, де вони продукуються, через зменшення кількості матеріалів, які використовуються для виробництва, їх заміну, внесення змін до виробничих процесів чи їх заміну більш екологічно безпечними, внесення змін до виробничого ланцюга. Необхідно визначити, на якому з етапів виробничого процесу продукуються шкідливі відходи, прослідкувавши виробничий процес в зворотному порядку від стадії обробки відходів;

2. повторне використання у виробничому процесі: з усієї кількості отриманих відходів відділяється сировина, яка повертається на використання у цьому ж процесі. В межах підприємства продукти, які є відходами одного виробничого процесу, відділяють і вони можуть служити сировиною для

інших виробничих процесів. Поза межами підприємства з загального об'єму відходів відділяються ті, які мають певну цінність і можуть бути використані для інших галузей чи підприємств;

3. замкнений цикл – ідеальна ситуація, коли всі відходи виробництва в повному обсязі повторно використовуються в цьому ж процесі;

4. нульові викиди – ситуація, при якій у всіх відходах певного виробництва вміст шкідливих речовин нижчий від тих, які можна зареєструвати наявними засобами аналітичного контролю;

5. реєстр токсичних речовин (в США прийнятий в 1986 р.) – підприємства повинні подавати відомості про викиди та транспортування з підприємств токсичних речовин і ця інформація повинна бути доступна для громадськості;

6. засоби мінімізації шкідливих відходів обов'язково повинні передбачати постійний аналітичний контроль виробничих відходів. В ідеалі корисним є такий контроль на вході і виході кожного окремого технологічного процесу, а не загальний "контроль на виході", в якому основна увага приділяється обробці викидів підприємств, а не превентивним заходам;

7. мульти-медіа – стосується комплексного вивчення усіх потоків відходів виробництва – газоподібних, рідких та твердих;

8. перенос з одного середовища в інше: методика обробки відходів, яку часто безпідставно вважають методом попередження забруднення довкілля. Обробка часто просто приховує шкідливі викиди в певне середовище його переносом в інше.

## ВИСНОВОК

У даному дипломному проекті був зроблений аналітичний огляд хлібопекарських печей. Ознайомившись з існуючими конструкціями даного виду обладнання в якості обладнання для подальшої модернізації була вибрана ротаційна конвективна піч КЕП-6,5.

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 теплоаккумулятори. і при розвантаженні і завантаженні візка-стелажу вентилятор рециркуляції не відключається, а гаряче повітря по байпасу обходить пекарну камеру. Для цієї мети між нагнітальним і всмоктуючим патрубками пекарної камери встановлений вертикальний короб, що має шибер, для зміни напряму 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 випаровувана 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.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Миколів 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> Тюрін О.М.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Висновок</b>	1704.92.КР.15.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Миранчук В. Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

Стіл встановлений на опорах і обертається, при обертанні візка від механізму обертання, аналогічного КЕП-400М.

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 на 11,75%, підвищити продуктивність на 11,5%, 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. 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.
7. Антипов, С.Т. Машины и аппараты пищевых производств : учебник для вузов : в 2-х кн. / под ред. акад. РАСХН В.А. Панфилова. – М.: Высшая школа, 2001. – 1383 с.
8. Рвачов, В.В. Технологічне обладнання харчових виробництв. Механічне обладнання: навчальний посібник для студентів механічних фахів / В.В.Рвачов. – Одеса: Астропринт, 2001. – 320 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> Тюрін О.М.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Список використаної літератури</b>	<b>170492.КР.15.000 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Мирончук В. Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/2</b>

9. Тимингс, Р. Л. Справочник инженера-механика / Р. Л. Тимингс / под ред. Ю. И. Шкадиной; пер. с англ. – М. : Техносфера, 2008. – 632 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. Ганин, Н. Проектирование в системе КОМПАС–3D/ Н. Ганин. – СПб.: Питер, 2008. – 448 с.
12. 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.
- 13.Петько В. Ф., Гапонюк О. І. і др. Технологічне устаткування хлібопекарського, макаронного і кондитерського виробництв: підручник для студентів вищих навчальних закладів. - К.: ЦУЛ, 2007. - 432 с.
- 14.Головань Ю. П., Ильинский Н. А., Ильинский Т. Н. Технологическое оборудование хлебопекарных предприятий. – М.: Агропромиздат, 1988.- 382с.
- 15.Петько В. Ф. Технологічне устаткування хлібопекарського виробництва: конспект лекцій. – Одеса: ОТХП, 1992. – 4.1. – 100с.
- 16.Лисовенко А. Т. Технологическое оборудование хлебзаводов и пути его совершенствования. - М.: Лег. И пищ. Пром.-сть, 1982. – 208с.
- 17.Хромеенков В.М. Технологическое оборудование хлебзаводов и макаронных фабрик. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 496 с.