

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Інститут ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого
Кафедра Машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв
Освітній ступінь бакалавр
Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»
(код і назва)
Освітня програма Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри МАХФВ
Олександр ГАВВА

“05” квітня 2024 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Білик Ярослав Володимирович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка бродильно-формуального агрегату для виробництва булочних виробів продуктивністю 80 кг/год

керівник роботи Теличкун Володимир Іванович, професор

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

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

2. Строк подання здобувачем роботи 04 червня 2024 р.

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

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

5. Перелік графічного матеріалу

Загальний вигляд агрегату, креслення ключової деталі, деталювання агрегату, креслення технологічного виготовлення деталі

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач

_____ (підпис)

Ярослав БЛІК

_____ (ім'я та прізвище)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Володимир ТЕЛИЧКУН

_____ (ім'я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Хлібопекарна промисловість є однією з найбільших галузей харчової промисловості, яка відзначається високим рівнем механізації та має провідну роль у галузі. Асортимент продукції налічує близько 350 найменувань, включаючи хлібобулочні, сухарні, бубличні, кондитерські та інші вироби. Окрім основних дільниць, що виробляють масові сорти хлібобулочних виробів, на хлібопекарному підприємстві також є спеціалізовані дільниці для випуску макаронних, бубличних, кондитерських, сухарних та багетоподібних виробів.

Кваліфікаційна робота складається з розрахунково-пояснювальної записки і графічної частини.

У розрахунково-пояснювальній записці подано техніко-економічне обґрунтування, опис будови та принципу роботи бродильно-формуального агрегату для виробництва булочних виробів з продуктивністю 80 кг/год. Описано особливості монтажу, ремонту та експлуатації, наведено схему пристрою та підібрано конструкційні матеріали. Також розглянуто питання охорони праці та виконано розрахунки основного технологічного обладнання. Обсяг записки складає 82 сторінок.

Графічна частина містить 4 листи формату А1, креслення основних технологічних операцій для виготовлення деталі колесо зубчасте 4 листів форматом А4, 2 листа форматом А3 в тому числі креслення самої деталі, а також 3Д креслення агрегату.

Ключові слова: бродіння, тісто, замішування.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Теличкун В.І.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Білик Я.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> АНОТАЦІЯ	200272.ДП.18.000.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 3

ABSTRACT

The bakery industry is one of the largest branches of the food industry, which is characterized by a high level of mechanization and has a leading role in the industry. The range of products includes about 350 items, including bakery, rusks, bagels, confectionery and other products. In addition to the main departments that produce mass varieties of bakery products, the bakery also has specialized departments for the production of pasta, bagels, confectionery, bread and baguette-like products.

The qualification work consists of a calculation and explanatory note and a graphic part.

The calculation and explanatory note provides a technical and economic justification, a description of the structure and principle of operation of the fermentation and forming unit for the production of bakery products with a productivity of 80 kg/h. The features of installation, repair and operation are described, the diagram of the device is given, and construction materials are selected. The issue of labor protection was also considered and the calculations of the main technological equipment were performed. The volume of the note is 80 pages.

The graphic part contains 4 sheets of A1 format, drawings of the main technological operations for the manufacture of the gear wheel part, 4 sheets of A4 format, 2 sheets of A3 format, including drawings of the part itself, as well as 3D drawings of the unit.

Key words: fermentation, dough, kneading.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Теличкун В.І.</i>	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Білик Я.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> АНОТАЦІЯ	200272.ДП.18.000.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> EN	<i>Аркуш</i> 4

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. Аналітичний огляд існуючих тістомісильних машин.....	8
1.1. Тістомісильні машини безперервної дії.....	8
1.2. Обладнання для формування тіста.....	17
1.3. Способи замішування тіста.....	21
1.4. Стадії процесу замісу тіста.....	22
2. Техніко-соціально-економічне обґрунтування розробки бродильно-формуального агрегату.....	24
3. Конструкція та принцип дії розробленого бродильно-формуального агрегату.....	27
4. Вибір конструкційних матеріалів.....	27
5. Розрахункова частина.....	29
5.1. Розрахунок продуктивності бродильно-формуального агрегату.....	29
5.2. Розрахунок геометричних параметрів бродильно-формуального агрегату.....	32
5.3. Розрахунок на міцність.....	33
5.4. Розрахунок шнека.....	34
5.5. Підбір мотор-редуктора та розрахунок приводу бродильно-формуального агрегату.....	37
5.6. Розрахунок підшипників.....	42
5.7. Вибір та перевірочний розрахунок муфти.....	44
6. Монтаж, ремонт та експлуатація бродильно формуального агрегату.....	47
7.1. Монтаж бродильно-формуального агрегату.....	47
7.2. Експлуатація бродильно-формуального агрегату.....	48

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Теличкун В.І.</i>	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Білик Я.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> ЗМІСТ	200272.ДП.18.000.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 5

7.3. Ремонт бродильно-формуального агрегату.....	49
7.4. Монтаж ремонт та експлуатація бродильно-формуального агрегату.....	58
8. Розробка технологічного процесу виготовлення деталі зубчасте колесо.....	53
9. Охорона праці.....	66
ВИСНОВКИ.....	77
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	78
ДОДАТКИ.....	81

ВСТУП

Харчова промисловість є однією з провідних галузей народного господарства України. Вона займає друге місце за обсягом продукції, об'єднуючи 22 спеціалізовані підгалузі та понад 40 основних виробництв, що випускають понад 10 тисяч найменувань продукції.

Одним із головних завдань харчової промисловості є забезпечення споживачів високоякісними продуктами харчування. Це завдання стає ще більш важливим в умовах економічного спаду та політичної нестабільності, оскільки вихід з економічної кризи неможливий без розвитку цієї галузі.

Розвиток харчової промисловості забезпечується використанням інтенсивних факторів, таких як вдосконалення організації виробництва, прискорення науково-технічного прогресу та підвищення кваліфікації працівників. Інтенсифікація виробництва передбачає максимальне використання сучасних наукових досягнень і широке впровадження нових прогресивних технологій у виробництво.

Важливим напрямком технічного прогресу є заміна застарілого обладнання більш продуктивним і економічним, впровадження нової техніки та прогресивних технологій, постійне вдосконалення обладнання, мінімізація витрат на виробництво продукції та зниження її собівартості.

Застосування екструзійної техніки в харчовій промисловості, зокрема в хлібопекарській, дозволяє створити високо механізоване потокове виробництво. Це значно скорочує втрати сировини, зменшує відходи, знижує витрати ручної праці та енергії.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Теличкун В.І.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Білик Я.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> ВСТУП	200272.ДП.18.000.ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 7	

РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ТІСТОМІСИЛЬНИХ МАШИН

1.1. Тістомісильні машини безперервної дії

Замішування тіста є однією з найважливіших технологічних операцій, яка значною мірою визначає подальший процес і якість хліба. Під час замішування тіста з борошна, води, дріжджів, солі та інших інгредієнтів утворюється однорідна маса зі специфічною структурою та фізичними властивостями, що забезпечує легкість обробки тіста під час бродіння, формування та витримки.

Для замішування хлібного тіста використовуються різні типи машин, які мають різну механічну дію на тісто залежно від виду борошна, складу рецептури та характеристик асортименту. З технологічних причин тістомісильні машини повинні мати оптимальну конфігурацію для замішування тіста та відповідну частоту обертання, що забезпечує інтенсивний заміс за короткий час. Робоча швидкість повинна регулюватися залежно від виду матеріалу, що обробляється.

Машини для безперервного замішування увійшли в галузь порівняно недавно. У нашій країні перші такі машини були запропоновані в 1947 році. Завдяки багатоетапному процесу замішування хлібного тіста більшість тістомісильних машин мають кілька камер, що використовують різні типи місильних тіл. В одній тістомісильній машині використовуються робочі органи, що належать до різних типів змішувальних елементів. Усі машини мають циліндричні замішувальні камери або їх компоненти.

Розглянемо кілька конструкцій найпопулярніших машин для безперервного замішування вітчизняного та зарубіжного виробництва.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Теличкун В.І.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Білик Я.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ТІСТОМІСИЛЬНИХ МАШИН	200272.ДП.18.001.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 8

Тістомісильна машина ФТК-1000 (рис. 1.1.1.) вироблена в Угорщині. Вона розроблена для інтенсивного змішування пшеничного та житнього тіста.

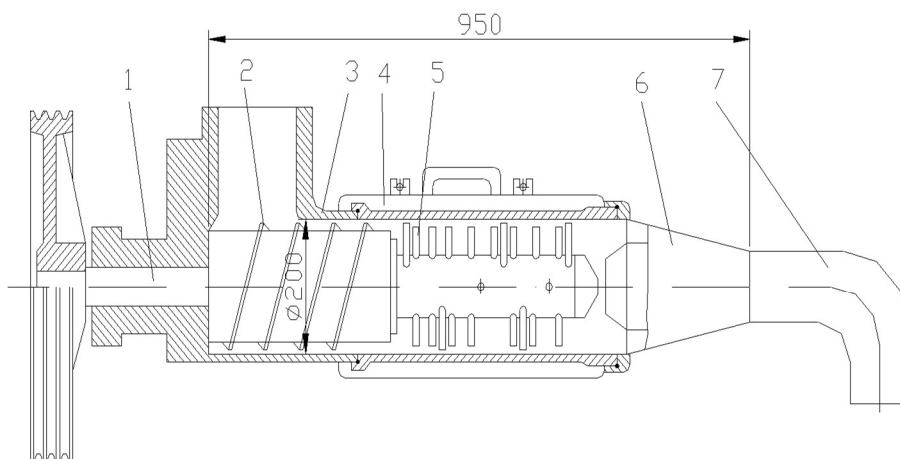


Рис. 1.1.1. Тістомісильна машина ФТК-1000.

1-головний вал; 2-шнек; 3-місильна камера; 4-водоохолоджувальний кожух; 5-місильні лопаті; 6-конічна насадка; 7-пластифікуючий патрубок.

Тістомісильна машина ФТК-1000 оснащена циліндричною камерою з невеликого діаметру (200 мм), яка має водоохолоджуючий кожух. Внутрішня поверхня камери оснащена шпильками. Для очищення камера розділяється на дві половини за допомогою шарніра. На головному валу 1 закріплені змішувальний шнек і насадка з місильними лопатями 5. Місильна камера закінчується конічною насадкою 6, яка переходить у пластифікуючий патрубок 7. При частоті обертання місильного валу 200 об/хв машина здатна забезпечити продуктивність до 1000 кг/год. Машина компактна, надзвичайно надійна, легко перевіряється, чиститься та ремонтується.

Тістомісильна машина А.А. Хренова (рис. 1.1.2) є високошвидкісною оновальною змішувальною машиною. Вона призначена для змішування

житнього та житньо-пшеничного тіста. У напівциліндричному корпусі 1 по центру розташований вал з трапецієподібними лопатями 2, які закріплені вздовж вала по гвинтовій лінії.

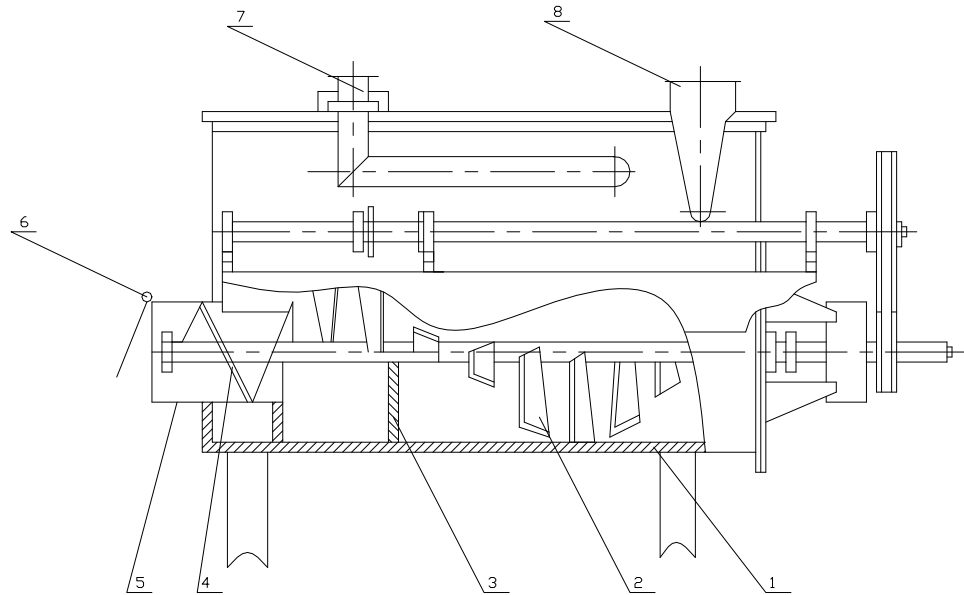


Рис. 1.1.2. Тістомісильна машина “Хренова”

На кінці вала встановлений шнек 4, який розташований у циліндричному патрубку 5 і завершується шарнірним клапаном 6. У ємності, щоб запобігти підтіканню рідини, розміщена перегородка 3. Для подачі борошна і рідких компонентів використовуються патрубки 7 і 8. Інтенсивне змішування тіста забезпечується високою швидкістю обертання змішуючих лез. Невелика площа місильних лопатей дозволяє працювати на високих швидкостях без надмірного навантаження компонентів. Перший етап змішування проходить швидко і точно, оскільки змішуються інгредієнти, а другий етап, із застосуванням однотипних лез, забезпечує інтенсивне перемішування з відносно низькими енерговитратами. Недоліком цієї машини є неможливість регулювати інтенсивність роботи місильних лопатей у різних зонах. Крім того, залишаються невирішеними питання, пов'язані з очищенням робочої камери і шнека від тіста.

Основними перевагами машини є її компактність і висока ефективність. Шнек в кінці процесу замісу забезпечує додаткову пластифікацію тіста.

Тістомісильна машина Х-12 (рис. 1.1.3) належить до тихохідних однокамерних машин. Вона призначена для замішування пшеничного і житнього тіста з продуктивністю до 20 тонн на добу. Ця машина широко використовується завдяки простій конструкції та легкості в обслуговуванні. Машина складається з напівциліндричної місильної ємності 5, в центрі якої розташований місильний вал 4 з лопатями 3. Верхня частина ємності закривається відкидною кришкою.

Борошно подається в машину через прямокутну трубу 1, оснащену двома ємнісними індикаторами рівня. Дозування борошна здійснюється за допомогою обертового живильника, який приводиться в рух від головного валу кривошипно-шатунним механізмом і клиновим фрикційним храповиком.

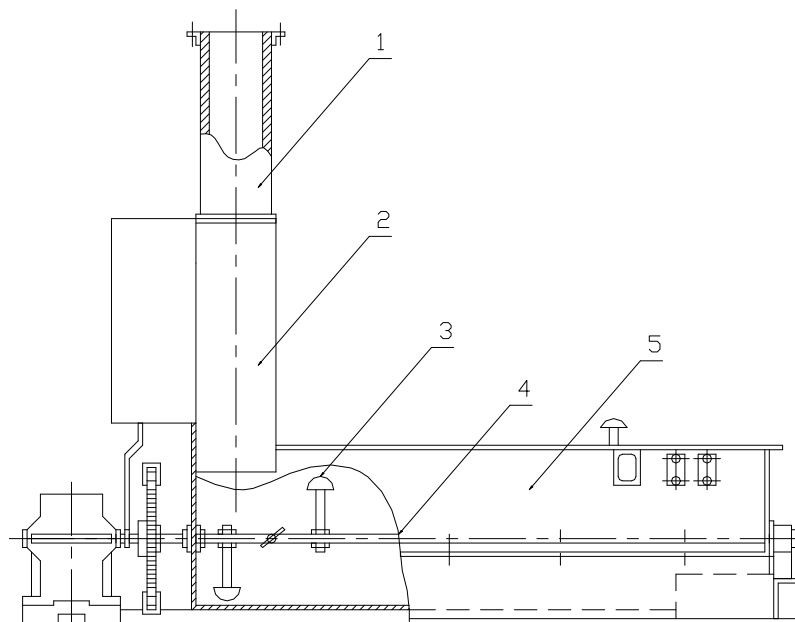


Рис. 1.1.3. Тістомісильна машина Х-12.

1-патрубок подачі борошна; 2-дозатор борошна; 3-місильні лопаті; 4-вал; 5-місильна ємність.

Над живильником розташована мішалка, яка виконує коливальні рухи через систему важелів. Тісто виходить з машини через трубу 6. Привод

машини здійснюється від електродвигуна через редуктор 7 і шестерню. На передній панелі є чотири дозатори для рідких компонентів.

Машина працює наступним чином: всі компоненти подаються невеликими дозами від дозаторів безперервно у передню частину корита 5, яке відділене порогом. Компоненти перемішуються лопатями 3, закріпленими під кутом до осі валу, і переміщуються вздовж корита. У процесі переміщення маса тіста змішується і пластифікується до патрубку вивантаження 6.

Санітарна обробка машини здійснюється без розбирання, що є незручним. Недоліками машини є низька щільність тіста, значні коливання у складі через ненадійну роботу дозуючих систем і відсутність пристроїв для регулювання швидкості обертання змішувального валу та тривалості перемішування. Максимальна швидкість обертання валу обмежена 48 об/хв, а інтенсивність механічної дії обумовлена тертям тіста об стінки змішувальної камери. Таким чином, неможливо збільшити інтенсивність змішування за рахунок підвищення швидкості обертання вала.

Для покращення якості змішування можна подовжити місильне тіло і збільшити кількість лопатей. Також, за рахунок зменшення робочої площі місильних лопатей або встановлення гальмових лопатей на стінках місильної канавки, можна збільшити швидкість обертання місильного вала і інтенсивність перемішування.

Тістомісильна машина И8-ХТА-12/1 (Рис. 1.1.4) представляє собою однокамерну двовальну машину з низькою швидкістю обертання з Т-образними лопатями 5, розташованими на паралельних валах 3 таким чином, що лопаті одного вала проходять поміж лопатей іншого. Робоча камера закривається кришкою 4.

Борошно надходить до машини через трубу 1 та роторний дозатор 2, і його подача регулюється храповим пристроєм. Замішане тісто виводиться через трубу 9. Машина обладнана двошвидкісним приводом або варіатором швидкості, який дозволяє змінювати швидкість обертання валів.

Принцип роботи машини повторює застарілі рішення, оскільки він не передбачає підтримку різних (раціональних) частот тривалості та інтенсивності перемішування на різних етапах процесу. Машина не адаптована для автоматичного управління та регулювання процесу.

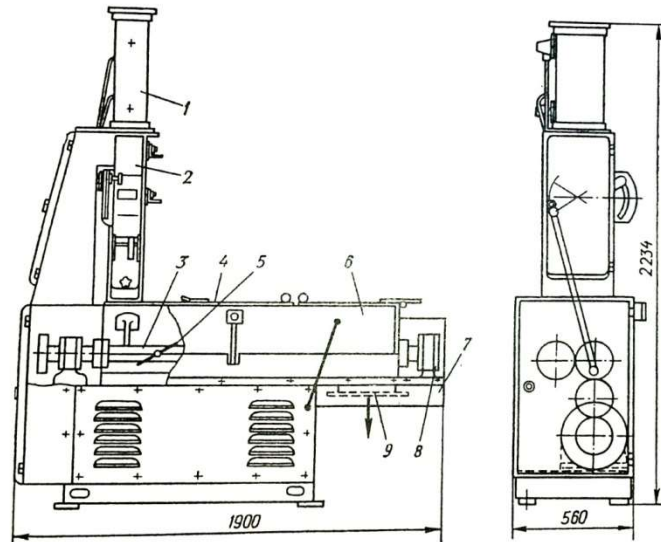


Рис. 1.1.4 Тістомісильна машина И8-ХТА-12/1

1 - борошняний патрубков; 2 - дозатор борошна; 3 - місильні вали; 4 - кришка робочої камери; 5 - місильна лопать; 6 - робоча камера; 7 - станина; 8 - підшипник; 9 - розвантажувальний патрубков.

Тістомісильна машина ТОПОС (Рис.1.1.5) є двовальним верстатом із спіральними замісними лопатями, розташованими у закритій камері. Вона призначена для замішування пшеничного тіста з продуктивністю 25 тонн продуктів на добу.

Машина складається із закритої замісної камери, яка складається з'єднаних роликів з двома геометричними кришками, що встановлені на шарнірах камери шляхом розміщення двох паралельних роликів із спіральними лопатями. На випускному вікні встановлені два закріплені на гвинті заслінки для регулювання ступеня наповнення камери тістом. Готове тісто виходить з камери у вигляді шару на конвеєрі.

Принцип роботи машини полягає в наступному: борошно та рідкі інгредієнти подаються у камеру. Замішування відбувається у горизонтальній

камері з двома спіральними лопатями, які рухаються назустріч один одному. Борошно подається в машину через періодично працюючий зважувальний пристрій через прозору пластикову втулку, яка підключена до труби. Усі рідкі інгредієнти дозуються ротаційними насосами, змішуються зі спеціально підготовленою водою і подаються в машину через спеціальну трубку. Замішане тісто виходить з машини через отвір, який має спеціальні клапани, що регулюють наповнення замісної камери та час перемішування.

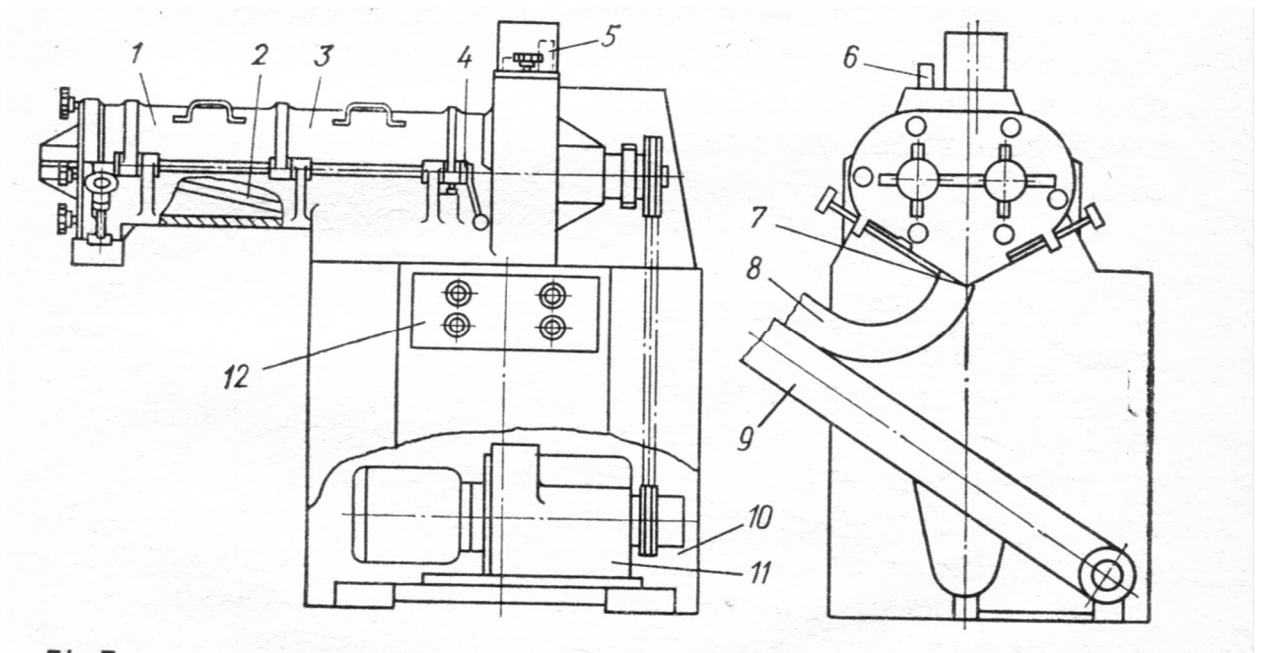


Рис.1.1.5. Тістомісильна машина ТОПОС

1 - Місильна камера, 2 - Місильна лопать, 3 - Кришка, 4 - Шарніри, 5 Патрубок подачі муки, 6 Патрубок для рідини, 7 Випускна заслінка, 8 Пласт тіста, 9 Транспортёр, 10 Станина, 11 Мотор редуктор, 12 Пульт управління,

Тістомісильна машина "КОНПЕТУА" (Рис. 1.1.6) представляє собою високомеханізований комплекс, що включає, але не обмежується цим, двокамерний замісник для тіста, плити, а також дозатори з постійним контролем консистенції. Станція дозування заповнювачів оснащена трьома резервуарами для сипучих інгредієнтів, таких як борошно, крохмаль та спеціальні добавки. Рівень у бункерах підтримується за допомогою ємнісних

датчиків. Поблизу конвеєра встановлені спеціальні обсяги, в яких можна регулярно забирати зразки за допомогою трьох клапанів.

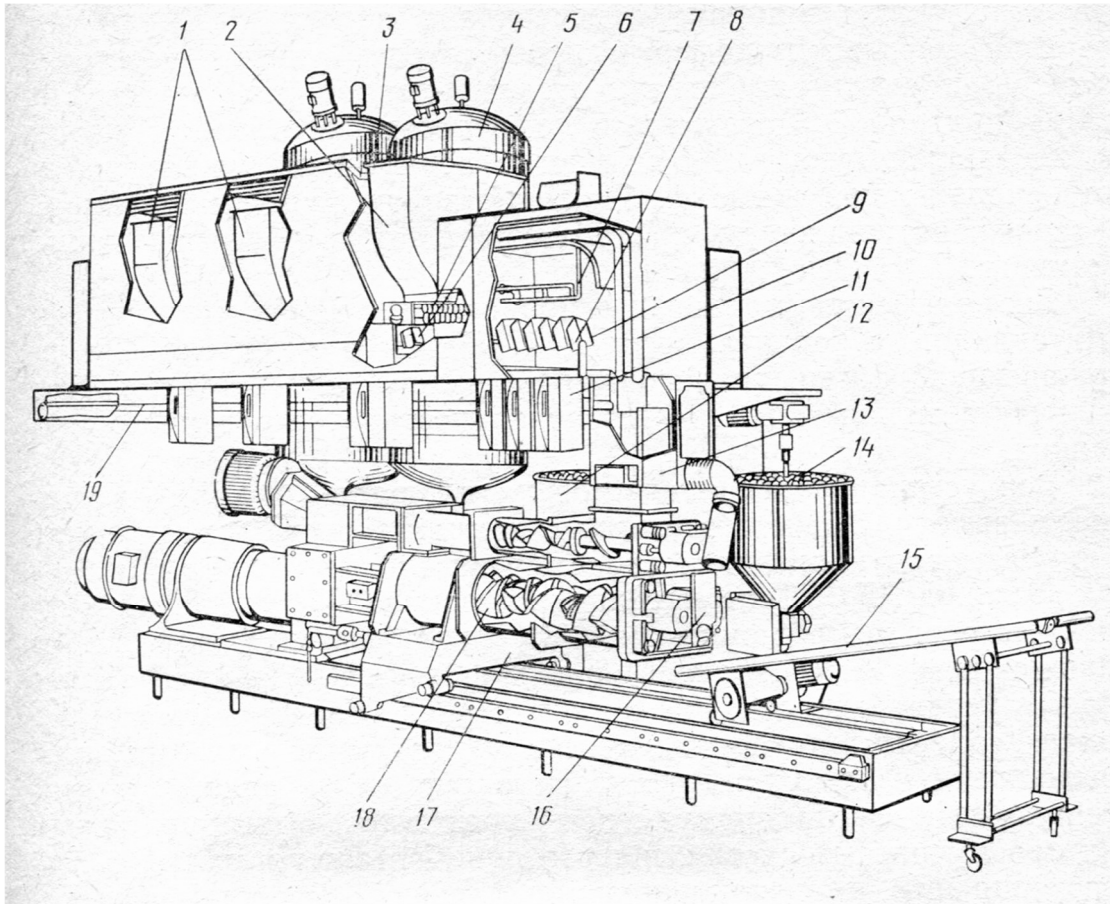


Рис. 1.1.6. Тістомісильна машина КОМПЕТУА

1,2-Бункери для сипучих компонентів.3,4-Змішувальні ємкості. 5-Дозуючі шнеки. 6,8,9-Клапани. 7-Труби для подачі інших компонентів. 10 -Труба для подачі опари.11- Ємкість для відбора проб.12,14- Ємкість для опар і жиру.13 Приймочна шахта змішувача.15 Транспортер для тіста.16 муштук.17 змішувач.18 Місильні вали.19 транспортер.

Збірні баки для розподілу цукру або солі розміщені на нижній частині машини. Ємності з мішалками використовуються для змішування пасти, яка потім подається по трубах до приймальної шахти. Змішані рідкі компоненти транспортуються у резервуар по трубопроводах, а звідти до приймальної шахти мішалки. Після надходження від приймального вала елементів мішалки, вони пройшли через розподільник у двохвальній мішалці, де

знаходяться гвинтові котушки різного ступеня. Привід мішалки дозволяє регулювати дозу окремих компонентів.

Після змішувальної камери суміш потрапляє в місильну камеру, де розміщені два місильні вали зі спеціальними кулачками. Змішане тісто виходить із машини через мундштук з регулятором. Готове тісто транспортується за допомогою конвеєрної стрічки. Машина легко розбирається для очищення місильних камер і шнеків. Корпус від'єднується від торцевих фланців приводу і розмотується вздовж напрямних рейок, щоб звільнити місильні кулачки. Для очищення корпусів замішувальної камери зовнішні фланці роз'ємні та відкидні. Усі деталі машини виготовлені з антикорозійних матеріалів, корпус місильної камери та мішалки - з нержавіючої сталі, а місильні затискачі та передні двері - з алюмінію. Пристрій займає площу 7-4.5 м і має висоту 3.5 м. Такі місильні машини випускаються у шести розмірах з продуктивністю від 400 до 4000 кг/год.

Тістомісильна машина "ZPM Mixer" постійної дії розроблена фірмою "Werner & Pfleiderer". Завдяки гвинтовим робочим органам, що мають різну інтенсивність, можливо замішувати тісто різних типів. Привід машини оснащений регулятором частоти, який дозволяє налаштовувати тривалість замішування і автоматизувати процес. Усі структурні компоненти виготовлені з високоякісної нержавіючої сталі і мають високу стійкість до зношування. На корпусі машини розміщена водяна сорочка, яка дозволяє контролювати температуру тіста.

В машині здійснюється автоматичне керування процесом замішування тіста, а також моніторинг температури по всьому корпусу. Ця конструкція тістомісильної машини може забезпечувати продуктивність у діапазоні від 500 до 7000 кг/год.

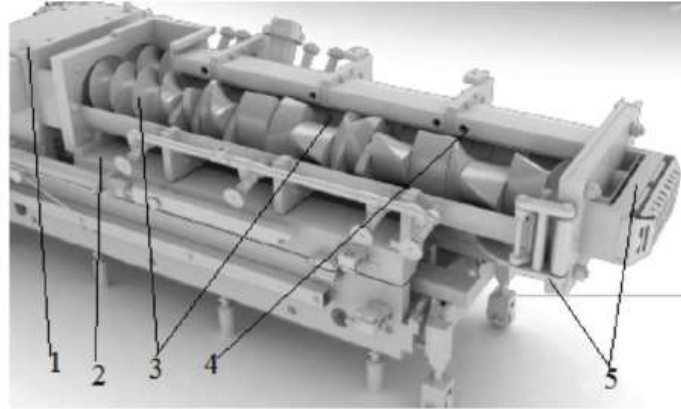


Рис.1.1.7. Тістомісильна машина "ZPM Mixer". 1 – привід, 2 – рама, 3 – робочі органи, 4 – водяна сорочка, 5 – механізм вивантаження.

Тістомісильна машина безперервної дії "MX Continuous Mixer" виготовлена компанією "Markel Food Group". Вона має гвинтову робочу комбінацію з кулачками, що дозволяє ефективно замішувати тісто з високим вмістом вологи та жиру, які мають низьку в'язкість. Такі машини для замішування доступні у шести розмірах з продуктивністю від 50 до 2000 кг/год.



Рис.1.1.8 Тістомісильна машина безперервної дії "MX Continuous Mixer"

1.2. Обладнання для формування тіста

Для формування тіста використовуються різні методи:

- 1) Штампування, яке використовується для надання тісту певної форми, наприклад, для отримання тістових заготовок для печива.

2) Округлення та розкочування, що використовується для обробки батоноподібних тістових заготовок.

3) Екструзія, яка полягає у видавлюванні, наприклад, для отримання макаронних виробів.

Використання вологової термічної обробки сировини з методами екструзії може значно підвищити ефективність промислових процесів. Технологія приготування їжі з використанням екструзії була розроблена понад 50 років тому і продовжує активно вдосконалюватися до сьогоднішнього часу.

Екструзійне лиття є поширеним методом формування у харчовій промисловості, за допомогою якого отримують продукти, такі як ковбаси, макарони, хлібні палички та соломка. Існують три методи екструзії: холодне формування, термічна обробка та формування під низьким тиском, а також гаряча екструзія.

Під час холодного формування сировина піддається тільки механічним змінам через повільне її переміщення під тиском і формування продукту з утворенням заданих форм.

У другому методі, сухі інгредієнти сировини змішують з водою та піддаються термічній обробці у екструдері. Виріб нагрівається різними способами, а отриманий екструдат має певні характеристики.

Третій метод, гаряча екструзія, здійснюється при високих температурах і тиску, що призводить до значних змін в якості матеріалу. Екструзійне приготування є новим передовим процесом термомеханічної обробки різних продуктів.

Останнім часом шнекові екструдери використовуються для видавлення крохмальсодержащих мас. Основний елемент такого екструдера - шнек спеціальної конструкції, який обертається всередині циліндра. З одного боку циліндра знаходиться отвір для завантаження сировини, а з іншого - матриця. Під час обертання шнек захоплює сировину, тисне її до матриці і пресує через отвори.

Розмір і форма отворів у матриці впливають на зовнішній вигляд і якість виробів. Матеріал матриці повинен бути міцним, витривалим та маєтсья вибирати таким, щоб мінімізувати знос виробу під час проходження через отвори.

Конструктивні особливості екструдерів дозволяють регулювати інтенсивність та тривалість обробки сировини на велику масштабі, змінюючи структуру та властивості готової продукції в заданому напрямку.

Вибір складу сировини та зміна умов обробки сприяють розширенню асортименту харчових та технічних продуктів.

Екструдери використовуються у кондитерській промисловості для формування пластикових кондитерських виробів, які виходять через формувальну матрицю певного перерізу. Вони призначені для безперервної екструзії профільованих виробів із жирових мас при певних температурних умовах.

Макаронні вироби також можуть бути формовані за допомогою екструзії з 1947 року.

У деяких секторах харчової промисловості екструдери дозволяють поєднувати кілька процесів - змішування, диспергування, кип'ятіння, пластифікацію та формування - у одній одиниці, використовуючи екструзійну техніку.

При високій температурі під час екструзії тиску волога негайно випаровується після пресування через матрицю, що усуває потребу у складних операціях сушіння продуктів. Це дозволяє отримати готовий продукт, такий як локшина швидкого приготування з легкою структурою, за мінімально можливий час. Змінюючи режим роботи екструдера, можна отримати напівфабрикати з унікальними властивостями, які потім використовуються для приготування макаронних виробів.

Метод екструзійного лиття має ряд переваг, таких як безперервність процесу на високій швидкості, безвідходна технологія та висока виробнича культура, а також низька собівартість виробництва. У порівнянні з екструзійним формуванням, екструдер забезпечує інтенсивну механічну та високотемпературну обробку сировинних компонентів. Цей метод може застосовуватись як у виробництві модифікованих крохмалів, так і у виробництві різних харчових продуктів з новими властивостями. Застосування технології екструзії в харчовій промисловості дозволяє активізувати багато технологічних процесів і створювати нові харчові композиції, які знаходять застосування не лише у звичайному харчуванні, але й у дитячому та дієтичному харчуванні. У хлібопекарній промисловості, екструдери є важливою складовою багатьох тістоподільників. Наприклад, тістоподільник РМК–60А з поршнеvim нагнітанням призначений для поділу пшеничного тіста із сортового борошна для вироблення виробів різної маси. Крім того, у кондитерській промисловості використовують валково-шестеренні екструдери для виробництва пралінових цукерок та батончиків.

Використання методів екструзії в харчовій промисловості призвело не лише до активізації різноманітних технологічних процесів, але й до розробки нових харчових композицій, які використовуються не лише у звичайному харчуванні, а й у дитячому та дієтичному харчуванні. Екструдований крохмальний продукт знаходить широке застосування у кондитерській, хлібопекарській, харчовій концентратній промисловості, а також у виробництві молочних та інших кулінарних виробів. Екструдери дозволяють об'єднувати низку операцій в одній машині, виконувати їх швидко і безперервно, а також складати композиції з декількох компонентів, змішувати, стискати, нагрівати, варити, стерилізувати і формувати майже одночасно.

У порівнянні з іншими традиційними харчовими пристроями, екструдери забезпечують безперервну обробку з високою пропускнуою здатністю і можуть мати повне автоматичне управління. Після аналізу всіх

типів екструдерів з різними нагнітачами та формуючими тілами, ми прийшли до висновку, що для виробництва багетів найкраще підійде шнекове впорскування, а для формування тіл можна використати форму, схожу на матриці для формування трубчастих макаронів.

Виробництво багетів - це захоплюючий процес, який набуває все більшого значення в останні роки, оскільки різноманітність та асортимент цього продукту постійно зростають. Специфічні умови приготування тіста, формування заготовок, їх гіротермічна обробка та випікання дозволяють отримати багети з характерними формами, інтенсивною глянцевою хрусткою поверхнею та м'якою крихтою.

1.3. Способи замішування тіста

Готування тіста може відбуватися за однофазним або багатofазними методами. У однофазних методах всі складові тіста, відповідно до рецептури, змішуються в один етап з загальної кількості борошна та інших інгредієнтів. У багатofазних, переважно двофазних, методах спочатку готують першу фазу з борошна та дріжджів, потім до неї додають залишкове борошно та інші складові за рецептом і замішують другу фазу - тісто.

Вибір методу приготування тіста залежить від виду та сорту борошна, а також від конкретної рецептури виробів. З огляду на біохімічні властивості борошна, пшеничні вироби готуються на пресованих або рідких дріжджах, а також на дріжджових молочнокислих заквасках, тоді як житні вироби використовують молочнокислі закваски.

Рецептура тіста розробляється для кожного виду продукту відповідно до уніфікованої нормативної документації. Уніфікований рецепт включає в себе склад сировини та її відсоткове співвідношення на 100 кг борошна. Це стандартизована інформація, яка передбачається для кожного типу продукції.

У виробничій рецептурі для порційного способу приготування тіста вказується кількість сировини на одну порцію тіста, яка залежить від його місильної здатності. У випадку безперервного способу приготування тіста у

виробничій рецептурі вказується кількість сировини, яка витрачається за одну хвилину замішування напівфабрикату.

Лабораторія разом з виробничою рецептурою для кожного виду продукції розробляє параметри технологічного процесу відповідно до технологічних інструкцій та урахувуючи обладнання та якість сировини. Основні параметри технологічного процесу включають вологість та температуру на різних етапах приготування тіста, тривалість бродіння, кислотність, тривалість та температуру витримки та випікання заготовок тіста, а також інші важливі фактори.

Сировину для замішування напівфабрикатів дозують за допомогою спеціальних дозаторів або дозуючих станцій. При порційному способі приготування тіста борошно зазвичай дозують за вагою, а інші компоненти, такі як суспензія дріжджів, розчини солі та цукру, розплавлений жир, - переважно за об'ємом.

1.4 Стадії процесу замісу тіста

Змішування тіста відбувається у робочій камері машини, і процес може тривати від 1 до 20 хвилин. Під час цього процесу компоненти тіста піддаються тонкому перемішуванню та механічній обробці, що вирішально впливає на структуру та якість готового тіста, а також на ефективність його бродіння та якість кінцевого продукту, яким є хліб.

О. Т. Лісовенко висунув теорію про три стадії перемішування тіста, щоб полегшити аналіз процесу і визначити оптимальні параметри. Перша стадія, або механічне змішування, полягає у тому, щоб досягти рівномірного розподілу компонентів суміші. Це включає вологування сухих компонентів, їх диспергування, агрегацію та сорбцію вологи. Друга стадія - це фактичне змішування, коли досягається розчин розчинних частин борошна та вирівнювання вологи різних компонентів. Нарешті, на третій стадії відбувається пластифікація, що супроводжується структурними змінами в частинках крохмалю та створенням клейковинної решітки. Це важливий етап,

оскільки структурні зміни становлять основу для подальшого розвитку кришки тіста. На кожній з цих стадій вимагається певний рівень механічної обробки, що може бути варіюється залежно від умов процесу і специфіки рецептури.

РОЗДІЛ 2. ТЕХНІКО-СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ ЗМІШУВАЛЬНО-БРОДИЛЬНОФОРМУВАЛЬНОГО АГРЕГАТУ

У хлібопекарській галузі особливо важливими є деякі види хлібних виробів, такі як бублики, сухарі, соломка, хлібні палички, печиво та інші, які вважаються найбільш трудомісткими у виробництві. Це пояснюється їхньою складною технологічною схемою та недостатнім рівнем механізації. Саме тому наше підприємство зосередило свою увагу на виробництві цих видів продукції, зокрема, на виробництві печива.

Для впровадження новітніх технологій, необхідне будівництво нових виробничих приміщень та проведення масштабних будівельно-монтажних робіт, що збільшує вартість пасивної частини основних фондів. Однак реконструкція або модернізація парку обладнання дозволяє оптимально використовувати наявні будівлі та споруди, що знижує потребу у будівництві нових об'єктів та одночасно збільшує виробничі потужності підприємства.

Впровадження змішувально-бродильно-формуального агрегату дозволить здійснювати всі операції приготування тіста в одній одиниці, замінивши кілька машин: стіл для витримки тіста, формувальну машину, підставку. Це також максимально механізує процес виробництва бісквітів та дозволяє створити компактну виробничу лінію.

Впровадження такої лінії дозволить раціонально використовувати виробничі площі, зменшити кількість пристроїв та знизити витрати на електроенергію. Ця ініціатива спрямована на ефективне використання площі для обробки тіста, що в свою чергу призведе до зменшення ручної праці та підвищення загального рівня конкурентоспроможності підприємства.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Теличкун В.І.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Білик Я.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Техніко-соціально-економічне обґрунтування розробки змішувально- бродильноформуального агрегату	200272.ДП.18.002.ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 24	

РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКЦІЯ ТА ПРИНЦИП ДІЇ РОЗРОБЛЕНОГО БРОДИЛЬНО-ФОРМУВАЛЬНОГО АГРЕГАТУ

Поєднання процесів замісу, бродіння, формування та розпушування в одному агрегаті сприяє зменшенню потрібного машинного обладнання, виробничих площ та часу виготовлення, оскільки деякі операції відпадають, а також зменшуються витрати на обслуговування та експлуатацію обладнання, що в свою чергу знижує виробничі витрати.

Під час ферментації тіста в закритій камері екструдера під тиском, утворений вуглекислий газ переходить у розчинений стан. При формуванні на виході з матриці, внаслідок різкого падіння тиску, екструдати набухають (збільшуються лінійні розміри виробів порівняно з розміром формувального каналу). Розпушені вироби безперервно видавлюються на під печі у вигляді джгута. Одночасно з процесом екструдювання відбувається механічна обробка виробу – нарізання.

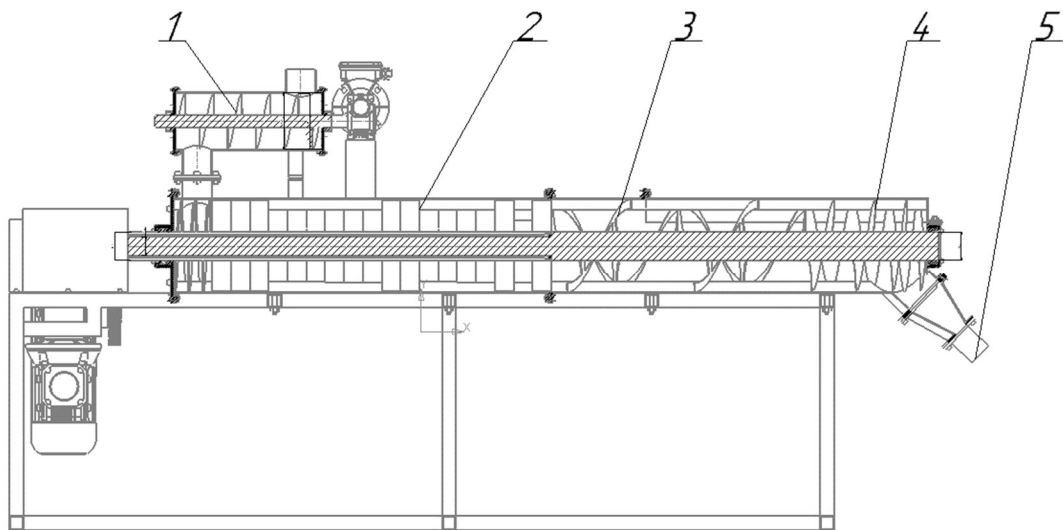


Рис.3.1 Бродильно- формувальний агрегат. 1 – камера попереднього замісу; 2 – зона замісу і пластифікації; 3 - зона виброджування; 4 – шнек нагнітання; 5 – Матриця для екструзії готового тіста.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Теличкун В.І.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Білик Я.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> КОНСТРУКЦІЯ ТА ПРИНЦИП ДІЇ РОЗРОБЛЕНОГО БРОДИЛЬНО- ФОРМУВАЛЬНОГО АГРЕГАТУ		200272.ДП.18.003.ПЗ		
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.					

Принцип роботи розробленого бродильно-формуального агрегату (Рис. 3.1): У камеру попереднього замішування 1 подаються всі компоненти відповідно до рецептури, рідкі інгредієнти дозуються за допомогою форсунки, для подачі борошна встановлюється патрубок, який розпилює його за допомогою сили тяжіння та спеціальної конструкції дозатора. Перемішування всіх компонентів відбувається протягом 2 хв (періодичність замісу в камері попереднього замісу відбувається кожні 2 хв), після чого через патрубок сформована маса тіста потрапляє у зону замішування і пластифікації 2, де за допомогою кулачкового робочого органу розміщеного на валу із змінним кроком відбувається заміс і пластифікація тіста. Після цього процесу тісто потрапляє до зони бродіння 3, де воно піддається ферментації для накопичення вуглекислого газу, необхідного для розширення шматочків тіста перед випіканням. Після бродіння тісто потрапляє до під дію шнека нагнітання 4 і проштовхується через отвори формуальної матриці 5 і випускається безпосередньо на під печі у вигляді циліндра. Розширення заготовок тіста відбувається за рахунок вуглекислого газу, що зберігається під час бродіння. Отриманий циліндр готового тіста нарізується на шматки необхідної маси вже на поді печі.

У робочих органів в зоні замісу і пластифікації, та у робочих органів в зоні виброджування – окремі приводи, для забезпечення можливості регулювання параметрів приготування тіста відповідно до рецептури.

РОЗДІЛ 4. ВИБІР КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

У галузі харчової інженерії встановлюються специфічні вимоги до матеріалів, які використовуються у виробництві машин та пристроїв. Ці матеріали мають відповідати наступним критеріям:

- Бути безпечними для контакту з харчовими продуктами.
- Бути економічно доцільними для застосування у виробництві.
- Відповідати вимогам до надійності та тривалості експлуатації устаткування.

Основні компоненти змішувально-бродильно-формуального агрегату виготовлені зі сталі. Це цільнозварні конструкції, які включають секційний металевий корпус з кришкою та вбудовану водяну сорочку з нержавіючої сталі, а також робочі органи кулачка та шнеки з нагнітачем на кінці.

Стінки змішувально-бродильно-формуального агрегату повинні відповідати специфічним вимогам, таким як корозійна стійкість, виконання санітарно-гігієнічних стандартів та зручність у зварюванні. Оскільки корпус цього агрегату регулярно піддається санітарній обробці, включаючи промивання агресивними середовищами, для його виготовлення використовується корозійно-стійка аустенітна сталь AISI 316L, яка є стандартним матеріалом для таких застосувань у харчовій промисловості. Всі інші деталі, які мають контакт з тістом (наприклад, гвинти, решітки), також виготовлені з цієї самої марки сталі.

Кулачки та матриці, які пропускають тісто, повинні мати хімічну стійкість, низьку адгезію та відмінну міцність. Тому ми виготовляємо їх із фторопласту Ф-4.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Телічкун В.І.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Разробник документа</i> Білик Я.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> ВИБІР КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ	200272.ДП.18.004.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 27

Деталі, які не знаходяться у контакті з тістом, виготовляються зі звичайної вуглецевої конструкційної сталі низької якості Ст 5, щоб економити кошти.

Щодо шестерень, для них необхідні достатня міцність, в'язкість та легкість в обробці, тому ми використовуємо сталь 40X13 з наступною термічною обробкою, зокрема нормалізацією.

Оскільки кулачки піддаються осьовому циклічному ударному навантаженню, ми вибираємо сталь із підвищеною пластичністю, наприклад, 25X13H2. Використані матеріали, їхні ДСТУ і ТУ наведені в табл.4.1.

Таблиця 4.1 Перелік матеріалів використаних в обладнанні.

Найменування матеріалу, марка	Найменування деталі	Стандарт
AISI 316L	Корпус ЗБФА.	AISI 316L
X12M	Розподілювач, решітки, шнек.	ГОСТ 1435-74
Сталь 40XH	Зубчасті колеса.	ГОСТ 1050-88
Ст.5	Опори, рама.	ГОСТ 380-94
Ф-4	Матриця , кулачки	ГОСТ 10007-80

РОЗДІЛ 5. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

5.1. Розрахунок продуктивності бродильно-формуального агрегату

Для розрахунку продуктивності розробленого бродильно-формуального агрегату використовується піч, яка відповідає потребам виробництва хлібобулочних виробів, зокрема, для виробництва багетів шириною вогнища 0,6 м. Обрана циклотермічна кондитерська піч польської фірми «Rem-Piek» WSL-8070 має такі параметри:

довжина поду печі, мм; $L = 12000$;

ширина поду печі, мм; $B = 600$;

Додаткові дані для розрахунку продуктивності печі по галетам:

Геометричні розміри:

довжина виробу – 120 мм;

ширина виробу – 50 мм;

висота виробу – 50 мм;

Маса виробу – 0,2 кг

час випікання виробу у печі, хв – $\tau = 10$ хв = 600 с;

зазор між рядами виробів, мм:

по довжині поду печі – $a = 5$ мм;

по ширині поду печі – $b = 20$ мм;

густина тіста – $\rho = 1320$ кг/м³

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Теличкун В.І.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Білик Я.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА	200272.ДП.18.005.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 29



Рис.5.1.1. Печ польської фірми «Rem-Piek» WSL-8070

Таблиця 5.1.1 Характеристика печі WSL-8070

поверхня випікання м ²		7
Габаритні розміри мм	довжина тунелю	12000
	ширина	1300
	макс. висота з трубою	2830
ширина стрічки, мм		600
час випікання хв.	мін.	4
	макс.	15
напруга живлення		3x220/380В;50Гц
макс. температура випікання		280
встановлена потужність КВт		10
маса печі,кг		7000

Кількість виробів в ряді по довжині поду печі:

$$N = \frac{L - a}{l + a} = \frac{12000 - 5}{120 + 5} = 95,96 \text{ (шт)}$$

Де: L – довжина поду пекарної камері;

a – відстань між виробами;

l – довжина виробів;

Кількість виробів в ряду по довжині поду печі:

$$n = \frac{B - a}{h + a} = \frac{600 - 5}{50 + 5} = 10,81(\text{шт})$$

Де: B – ширина поду, мм;

h – діаметр виробу, мм;

a – відстань між виробами;

Секундна продуктивність печі, кг/с:

$$P_{\text{сек}} = \frac{N \cdot n \cdot g \cdot 1000}{\tau} = \frac{96 \cdot 11 \cdot 0,200}{600} = 0,35 \text{ кг/с};$$

Де: g – маса готового виробу, кг; $g = 0,200$ кг.

погодинна продуктивність печі, кг/год:

$$P_{\text{год}} = 3600 \cdot P_{\text{сек}} = 3600 \cdot 0,35 = 1267 \text{ кг/год};$$

Швидкість транспортера, м/с:

$$v = \frac{L}{\tau \cdot 1000} = \frac{12000}{600 \cdot 1000} = 0,02 \text{ м/с};$$

Продуктивність бродильно формувального агрегату відносно продуктивності печі, кг/год:

$$P_{\text{м}} = P_{\text{год}} \cdot k_0 \cdot (100 + y) \cdot 0,01; = 82,08 \cdot 1,1 \cdot (100 + 15) \cdot 0,01 = \\ = 87,437 \text{ кг/год};$$

Де: $P_{\text{год}}$ – погодинна продуктивність печі по готовим виробам, кг/год;

y – коефіцієнт упікання, % до готового виробу; $y = 15$ %;

k_0 – коефіцієнт, враховуючий можливі зупинки для регулювання та очищення; $k_0 = 1,1 \dots 1,2$;

Секундна продуктивність бродильно формувального агрегату:

$$P_{\text{с}} = z \cdot \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} \cdot s \cdot n \cdot \rho \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3;$$

Де: k_1 – коефіцієнт подачі,; $k_1 = 0,2 - 0,5$;

k_2 – співвідношення загальної площі поверхні лопатей до поверхні гвинтів при однаковому діаметрі та кроці; $k_2 = 0.15 - 0.2$;

k_3 – коефіцієнт, що враховує площу перетину, утвореного перетином траєкторій руху лопатей, для дво-вального агрегату – $k_3 = 0.55 - 0.7$;

n – частота обертання валу робочого органу; $n = 0.75$ об/с;

Продуктивність бродильно-формуального агрегату на секунду в області замішування залежить від геометричних характеристик шнека., кг/с:

$$\begin{aligned} P_{c1} &= 2 \cdot \frac{3.14 \cdot (0,2^2 - 0,06^2)}{4} \cdot 0,0445 \cdot 0.75 \cdot 1320 \cdot 0.2 \cdot 0.2 \cdot 0.5 = \\ &= 0,05 \text{ кг/с}; \end{aligned}$$

Продуктивність бродильно-формуального агрегату на секунду в області пластифікації враховується з урахуванням геометричних параметрів шнека та вимірюється у кілограмах на секунду.

$$\begin{aligned} P_{c2} &= 2 \cdot \frac{3.14 \cdot (0,2^2 - 0,06^2)}{4} \cdot 0,025 \cdot 0.75 \cdot 1320 \cdot 0.2 \cdot 0.2 \cdot 0.5 = \\ &= 0.028 \text{ кг/с}; \end{aligned}$$

Ми оцінюємо годинну продуктивність бродильно-формуального агрегату у зоні пластифікації тіста.

$$P_{БФА} = P_{c2} \cdot 3600 = 0,028 \cdot 3600 = 100 \text{ кг/год};$$

5.2. Розрахунок геометричних параметрів бродильно-формуального агрегату

Ми визначаємо об'єм зони бродіння, враховуючи значення секундної продуктивності екструдера і час, протягом якого тісто перебуває у бункері.

$$V_{б.е} = \frac{P_{c2} \cdot \tau_{брод.}}{\rho}$$

Де: $\tau_{брод.} = 60 \text{ хв.} = 3600 \text{ с};$

$$V_{б.е} = \frac{0,028 \cdot 3600}{1320} = 0,076 \text{ м}^3;$$

Оскільки об'єм бродильного контейнера розраховується за формулою $V = 1,6 \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot l$, встановивши діаметр поперечного перерізу, ми можемо знайти довжину бродильного бункера.

$$l = \frac{V \cdot 4}{1,6 \cdot \pi \cdot (D^2 \cdot 2)} = \frac{0,076 \cdot 4}{1,6 \cdot \pi \cdot (0,2^2 \cdot 2)} = 0,75 \text{ м};$$

Ми проводимо розрахунок об'єму приміщення, де відбуваються процеси замішування та пластифікації тіста.

$$V = \frac{P_{c2} \cdot \tau_{\text{заміш.}}}{\rho} = \frac{0,028 \cdot 1200}{1320} = 0,0254 \text{ м}^3;$$

$\tau_{\text{заміш.}}$ – час замішування тіста; $\tau_{\text{заміш.}} = 20 \text{ хв.} = 1200 \text{ с.}$

Довжину робочої камери можна визначити з формули:

$$L = \frac{4 \cdot V}{2 \cdot \pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot \varphi \cdot 0,7}$$

Де: φ - коефіцієнт заповнення місильної ємкості; $\varphi = 0,5 \dots 0,07$;

$$L = \frac{4 \cdot 0,0254}{2 \cdot \pi \cdot (0,2^2 - 0,06^2) \cdot 0,5 \cdot 0,7} = 0,8 \text{ м};$$

5.3. Розрахунки на міцність

Визначення товщини стінки бродильно-формуального агрегату.

Робочий тиск, Па; $P = 0,2 \cdot 10^6 \text{ Па};$

Внутрішній діаметр оболонки, м; $D = 0,2 \text{ м};$

Допустиме напруження AISI 316 стінки апарату:

$$\sigma_p = 515 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Добавка на корозію до товщини стінки б, м; $b = 0,002 \text{ м};$

Допустиме напруження стінки на розтяг:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_p}{n};$$

Де: n – коефіцієнт запасу міцності, $n = 4$.

$$[\sigma] = \frac{515 \cdot 10^6}{4} = 128,75 \cdot 10^6 \text{ Па};$$

Товщина стінки апарату $\delta_{\text{ст}}$, м:

$$\delta_{\text{ст}} = \frac{P \cdot D}{(2 \cdot \beta \cdot [\sigma]) - P} + \delta;$$

$$\delta_{\text{ст}} = \frac{0,2 \cdot 10^6 \cdot 0,2}{(2 \cdot 0,85 \cdot 128,75 \cdot 10^6) - 0,2 \cdot 10^6} + 0,002 = 2,2 \cdot 10^{-3} \text{ м};$$

Товщина стінки бродильно-формуального агрегата стандартом більшу за розрахункову $\delta_1 = 0,002$ м.

5.4. Розрахунок шнека

Ми здійснюємо розрахунок і розробляємо шнек, враховуючи максимальний тиск у робочій камері. $P_{\text{MAX}} = 0,2 \cdot 10^6$ Па, коефіцієнт тертя продукту $f = 0,3$, густину продукту $\rho = 1320$ кг/м³.

Діаметр зовнішній шнеку D приймається на рівні 220 мм, внутрішній $d = 89$ мм, а крок шнеку конструктивно приймається на рівні 25. (мм).

Визначаємо кут нахилу гвинтових ліній на зовнішній стороні шнека та біля валу за допомогою наступних формул.

$$\alpha_D = \arctg\left(\frac{H}{\pi \cdot D}\right);$$

$$\alpha_d = \arctg\left(\frac{H}{\pi \cdot d}\right);$$

$$\alpha_D = \arctg\left(\frac{0,025}{\pi \cdot 0,22}\right) = \arctg 0,0356 = 2,072^\circ;$$

$$\alpha_d = \arctg\left(\frac{0,025}{\pi \cdot 0,089}\right) = \arctg 0,089 = 5,11^\circ;$$

Обчислюємо середнє значення кута нахилу гвинтових ліній у витку шнеку за допомогою формули.:

$$\alpha_{\text{ср}} = \frac{\alpha_D + \alpha_d}{2} = \frac{2,072^\circ + 5,11^\circ}{2} = 3,591^\circ;$$

Допоміжні величини:

$$\cos^2 \alpha_{cp} = \cos^2 3.591^\circ = 0,996,$$

$$\operatorname{tg} \alpha_{cp} = \operatorname{tg} 3.591^\circ = 0,063,$$

$$\sin(2 \cdot \alpha_{cp}) = \sin(2 \cdot 3.591^\circ) = 0,125;$$

Розраховуємо згинальний момент у витку шнека на внутрішньому контурі, тобто поблизу вала, за допомогою відповідної формули:

$$M_3 = \frac{P_{\max} \cdot D^2}{32} \cdot \frac{1.9 - 0.7 \cdot a^{-4} - 1.2 \cdot a^{-2} - 5.2 \cdot \ln a}{1.3 + 0.7 \cdot a^{-2}};$$

Де: $a = \frac{D}{d}$ - співвідношення діаметрів шнека і валу; $a = \frac{0.22}{0.06} = 2.472$;

$$\begin{aligned} M_3 &= \frac{0.2 \cdot 10^6 \cdot 0.22^2}{32} \cdot \frac{1.9 - 0.7 \cdot 2.472^{-4} - 1.2 \cdot 2.472^{-2} - 5.2 \cdot \ln 2.472}{1.3 + 0.7 \cdot 2.472^{-2}} = \\ &= 646 \text{ Н} \cdot \text{м}; \end{aligned}$$

Витки шнеку будуть виготовлені з матеріалу AISI 316L. Ми можемо прийняти, що для цієї сталі допустиме напруження при згині рівне допустимому напруженню при розтягу, тобто 125×10^6 Па. Тоді товщину витка шнеку визначимо за допомогою відповідної формули.:

$$[\sigma] = \pm \frac{6 \cdot M_3}{\delta^2};$$

$$\delta = \sqrt{\frac{6 \cdot 646}{128,75 \cdot 10^6}} = 0,0055 \text{ м};$$

Приймаємо $b = 6$ мм

Визначимо крутний момент для робочих витків шнеку за допомогою наступної формули.:

$$M_{кр} = 0,131 \cdot m \cdot (1 - K_0) \cdot P_{\max} \cdot (D^3 - d^3) \cdot \operatorname{tg} \alpha_{cp}$$

Де: m - кількість максимально навантажених кроків шнека; K_0 - коефіцієнт відставання;

P_{\max} - максимальний тиск, який шнека,

α - кут підйому гвинтової лінії витків шнеку.

Коефіцієнт відставання часточок матеріалу у поосьовому напрямку:

$$K_0 = 1 - (\cos^2 \alpha_{cp} - 0,5 \cdot f \cdot \sin 2\alpha_{cp})$$

Де: f - коефіцієнт тертя продукту по шнеку.

$$K_0 = 1 - (0,996 - 0,5 \cdot 0,3 \cdot 0,125) = 0,023$$

$$\begin{aligned} M_{кр} &= 0,131 \cdot 3 \cdot (1 - 0,023) \cdot 0,2 \cdot 10^6 \cdot (0,22^3 - 0,089^3) \cdot 0,063 = \\ &= 195,83 \text{ Н} \cdot \text{м}; \end{aligned}$$

Поосьове зусилля:

$$\begin{aligned} S &= 0,392 \cdot m \cdot (D^2 - d^2) \cdot P_{\max} = 0,392 \cdot 3 \cdot (0,22^2 - 0,089^2) \cdot 0,2 \cdot 10^6 = \\ &= 9520,7 \text{ Н}; \end{aligned}$$

Нормальні і дотичні напруження валу:

$$\begin{aligned} \sigma_{ст} &= \frac{S}{F} = \frac{9520,7}{0,785 \cdot 0,089^2} = 1,531 \text{ МПа}; \\ \tau &= \frac{M_{кр}}{W_p} = \frac{195,83}{0,2 \cdot 0,089^3} = 1,4 \text{ МПа}; \end{aligned}$$

Еквівалентне напруження:

$$\sigma_{екв} = \sqrt{\sigma_{ст}^2 + 4 \cdot \tau^2} = \sqrt{1,531^2 + 4 \cdot 1,4^2} = 3,191 \text{ МПа};$$

Це напруження залишається в межах допустимого для матеріалу валу шнека (Х12М). Тому, для спрощення конструкції шнеку, можна застосувати порожній вал замість суцільного. Наприклад, у цьому випадку можна використати трубу.

Нормальні і дотичні напруження порожнього:

$$\begin{aligned} \sigma_{ст} &= \frac{S}{F} = \frac{9520,7}{0,785 \cdot 0,089^2 \cdot (1 - (\frac{0,072}{0,089})^4)} = 2,797 \text{ МПа} \\ \tau &= \frac{M_{кр}}{W_p} = \frac{195,83}{0,2 \cdot 0,089^3 \cdot (1 - (\frac{0,072}{0,089})^4)} = 2,537 \text{ МПа}; \end{aligned}$$

Еквівалентне напруження:

$$\sigma_{екв} = \sqrt{\sigma_{ст}^2 + 4 \cdot \tau^2} = \sqrt{2,797^2 + 4 \cdot 2,537^2} = 5,794 \text{ МПа};$$

Отримане значення напруження більше раніше знайденого, але менше допустимого.

5.5. Підбір мотор-редуктора та розрахунок приводу бродильно-формуального агрегату

Вихідні дані:

Потужність на шнеку $N=1,8$ кВт;

Частота обертання шнеку – $n_{\text{вих}} = 45$ об/хв.;

Термін служби – 4 років;

Число робочих змін за добу – 3.

Давайте проаналізуємо процес змішування, складемо баланс енергії та визначимо частки кожної з робіт у загальному балансі.

$$A = A_1 + A_2 + A_3 + A_4;$$

Де: A_1 - робота, що витрачається на перемішування маси;

$$A_1 = a \cdot b \cdot \pi \cdot \rho_t \cdot n^2 \cdot \sin \alpha \cdot (r_2^2 - r_1^2) \cdot \left[(1 - k) \cdot \pi^2 \cdot (r_2^2 + r_1^2) + k \cdot \frac{S^2}{2} \right];$$

Де: a – кількість шнеків, шт..

b – ширина шнеків, м.

r_1 - відстань від осі обертання до початку шнеку, м.

r_2 - відстань від осі обертання до кінця шнеку, м.

k – коефіцієнт подачі тіста для шнеку.

S – крок шнеку, м.

A_2 - робота, яка витрачається на переміщення робочих органів;

$$A_2 = \frac{2}{3} \cdot a \cdot b \cdot \delta \cdot \rho \cdot \pi^2 \cdot n^2 \cdot (r_2^3 - r_1^3);$$

Де: δ – товщина шнеку, м.

A_3 - Енергія, яка витрачається на нагрів тіста і металевих деталей машини, що знаходяться в контактi з ним.;

$$A_3 = 124 \cdot a \cdot \mu \cdot n \cdot \left(\frac{r_2^4 - r_1^4}{l} + 2 \cdot \frac{r_2^3 \cdot b \cdot \sin \alpha}{f} \right);$$

Де: μ - динамічна в'язкість тіста, Па·с.

f – зазор між шнеком та стінками місильної камери, м.

A_4 - робота, що витрачається на зміну структури тіста;

Отже:

$$A_1 = 2 \cdot 0.0655 \cdot 3.14 \cdot 1320 \cdot 0.75^2 \cdot \sin 45 \cdot (0.11^2 - 0.0445^2) \cdot [(1 - 0.108) \cdot 3.14^2 \cdot (0.11^2 + 0.0445^2) + 0.108 \cdot 0.025^2 / 2] = 0.271 \text{ Дж};$$

$$A_2 = \frac{2}{3} \cdot 2 \cdot 0.0655 \cdot 0.006 \cdot 1320 \cdot 3.14^2 \cdot 0.75^2 \cdot (0.11^3 - 0.0445^3) = 0.005 \text{ Дж};$$

$$A_3 = 124 \cdot 2 \cdot 10 \cdot 0.75 \cdot \left(\frac{0.11^4 - 0.0445^4}{0.001} + 2 \cdot \frac{0.11^3 \cdot 0.0655 \cdot \sin 45}{0.001} \right) = 494.352 \text{ Дж};$$

$$A_4 = 0,1 \cdot A_1 = 0.05 \cdot 0.271 = 0.027 \text{ Дж};$$

Розрахунок енергетичного балансу на один оберт шнека:

$$A = 0.271 + 0.005 + 494,352 + 0.027 = 494,655 \text{ Дж/об};$$

Питома робота замісу:

$$A_{\text{пит}} = A \cdot \frac{n \cdot \tau}{m_T} = 494.655 \cdot \frac{0,75 \cdot 1200}{31152} = 14.29 \text{ Дж/г};$$

Де: m_T - маса тіста

$$m_T = V \cdot \rho = 0.0236 \cdot 1320 = 31.152 \text{ кг.}$$

Крутний момент на валу :

$$T_{\text{вих}} = \frac{N_{\text{вих}}}{\omega_{\text{вих}}};$$

Де: $\omega_{\text{вих}}$ – кутова швидкість вихідного валу;

$$\omega_{\text{вих}} = \frac{\pi \cdot n_{\text{вих}}}{30} = \frac{\pi \cdot 45}{30} = 4,712 \text{ рад/с};$$

Тоді:

$$T_{\text{вих}} = \frac{1800}{4,712} = 382 \text{ Нм};$$

Потужність двигуна:

$$N_{\text{двигуна}} = \frac{N_{\text{вих}}}{\eta_{\text{привода}}} = \frac{1800}{0,73} = 2465,7 \text{ Вт};$$

Де: $\eta_{\text{привода}}$ – коефіцієнт корисної дії приводу.

$$\eta_{\text{привода}} = \eta_{\text{редуктора}} \cdot \eta_{\text{муфти}} \cdot \eta_{\text{зуб.}} \cdot \eta_{\text{п.п.}} \cdot \eta_{\text{п.п.}} = 0,8 \cdot 0,98 \cdot 0,95 \cdot 0,99 \cdot 0,99 = 0,73;$$

Де: $\eta_{\text{редуктора}}$ – ККД мотор-редуктора, $\eta_{\text{редуктора}} = 0,8$;

$\eta_{\text{муфти}}$ – ККД муфти, $\eta_{\text{муфти}} = 0,98$;

$\eta_{\text{зуб.}}$ – ККД прямозубої циліндричної зубчатої передачі, $\eta_{\text{зуб.}} = 0,95$;

$\eta_{\text{п.п.}}$ – ККД пари підшипників, $\eta_{\text{п.п.}} = 0,99$;

Підбираємо мотор-редуктор за характеристиками: $T_1=382\text{Нм}$; $n=45$ об/хв. $N_{\text{двигуна}}=3,0\text{кВт}$.

Обираємо мотор-редуктор NORD SK 672.1-100AP/4, який має наступні характеристики:

потужність двигуна, кВт;

$$N_{\text{двигуна}} = 3,0\text{кВт};$$

частота обертанн вихідного валу, об/хв;

$$n_{\text{вих.}}=45 \text{ об/хв};$$

частота обертання валу двигуна, об/хв;

$$n_{\text{двигуна}} = 1460 \text{ об/хв};$$

вага, кг;

$$m=48 \text{ кг};$$

передаточне число;

$$i=32,44.$$

$$\frac{T_{\text{пуск}}}{T_{\text{ном}}} = 1,6; \quad \frac{T_{\text{макс}}}{T_{\text{ном}}} = 2,0;$$

Знаходимо загальне передавальне число приводу:

$$u_{\text{заг}} = \frac{n_{\text{двигуна}}}{n_{\text{вих}}} = \frac{1460}{45} = 32,444$$

Коефіцієнт передачі приводу визначається як результат множення передаточних чисел мотор-редуктора і прямозубої відкритої циліндричної передачі.

Оскільки $i_{\text{редуктора}} = 32,444$.

$$\text{Тоді } i_2 = \frac{u_{\text{заг}}}{i_{\text{редуктора}}} = \frac{32,444}{32,444} = 1$$

Прямозуба передача потрібна для забезпечення сталої кількості обертів дублюючого валу валу.

Розраховуємо потужності на окремих валах машини :

$$N_1 = N_{\text{двигуна}} = 2465,7 \text{ (Вт)};$$

$$N_2 = N_1 \cdot \eta_{\text{редуктора}} = 2465,7 \cdot 0,8 = 1972,6 \text{ (Вт)} ;$$

$$N_3 = N_2 \cdot \eta_{\text{муфти}} \cdot \eta_{\text{п.п}} \cdot \eta_{\text{зуб}} = 1972,6 \cdot 0,98 \cdot 0,99 \cdot 0,95 = 1818 \text{ (Вт)} ;$$

$$N_4 = N_3 \cdot \eta_{\text{п.п}} = 1818 \cdot 0,99 = 1800 \text{ (Вт)};$$

Потужність $N_4 = 1800 \text{ Вт}$ розподіляється одночасно між двома паралельними шнеками.

Розраховуємо частоту обертів паралельних валів машини:

$$n_1 = 1460 \text{ об/хв};$$

$$n_2 = \frac{n_1}{u_{\text{редуктора}}} = \frac{1460}{32,444} = 45 \text{ об/хв};$$

$$n_3 = n_2 = 45 \text{ об/хв};$$

$$n_4 = \frac{n_3}{u_{\text{зуб}}} = \frac{45}{1} = 45 \text{ об/хв};$$

Визначаємо кутові швидкості на паралельних валах машини.

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 1460}{30} = 152,891 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_2 = \frac{\pi \cdot n_2}{30} = \frac{3,14 \cdot 45}{30} = 4,712 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_3 = \frac{\pi \cdot n_3}{30} = \frac{3,14 \cdot 45}{30} = 4,712 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_4 = \frac{\pi \cdot n_4}{30} = \frac{3,14 \cdot 45}{30} = 4,712 \text{ с}^{-1};$$

Знаходимо крутні моменти на паралельних валах привода :

$$T_1 = 9550 \cdot \frac{N_1}{n_1} = 9550 \cdot \frac{2465,7}{1460} = 16,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$T_2 = 9550 \cdot \frac{N_2}{n_2} = 9550 \cdot \frac{1932,9}{45} = 418,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$T_3 = 9550 \cdot \frac{N_3}{n_3} = 9550 \cdot \frac{1818}{45} = 386 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$T_4 = 9550 \cdot \frac{N_4}{n_4} = 9550 \cdot \frac{1800}{45} = 382 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Вносимо всі отримані відомості у таблицю для зручності подальшого їх використання.

Таблиця 5.5.1 Таблиця отриманих значень

№ вала	Потужність N, Вт	Частота обертання n, об/хв	Кутові швидкості, рад/с	Крутний момент T, Н·м	Передаточне число
1	2465,7	1460	152,891	16,1	
2	1972,6	45	4,712	418,6	32,44
3	1818	45	4,712	386	1
4	1800	45	4,712	382	

Визначаємо сумарну кількість годин роботи приводу

Строк служби передачі:

$$t_{\Sigma} = 330 \cdot L \cdot C \cdot 8 \cdot K_{річ} \cdot K_{доб} = 330 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 8 \cdot 0,86 \cdot 0,94 = \\ = 25610,112 \text{ год};$$

Де: 330 – кількість днів роботи в рік; 8 – час зміни;

L-термін служби L= 4роки; C-число робочих змін в добу C=3

$$K_{\text{річ}} = 0,86; K_{\text{доб}} = 0,94;$$

Тривалість навантажень відповідно до гістограми

$$t_1 = 0,27 * t_{\Sigma} = 0,27 \cdot 25610,112 = 6914,73 \text{ год}$$

$$t_2 = 0,5 * t_{\Sigma} = 0,5 \cdot 25610,112 = 12805,056 \text{ год}$$

$$t_3 = 0,23 * t_{\Sigma} = 0,23 \cdot 25610,112 = 5890,326 \text{ год}$$

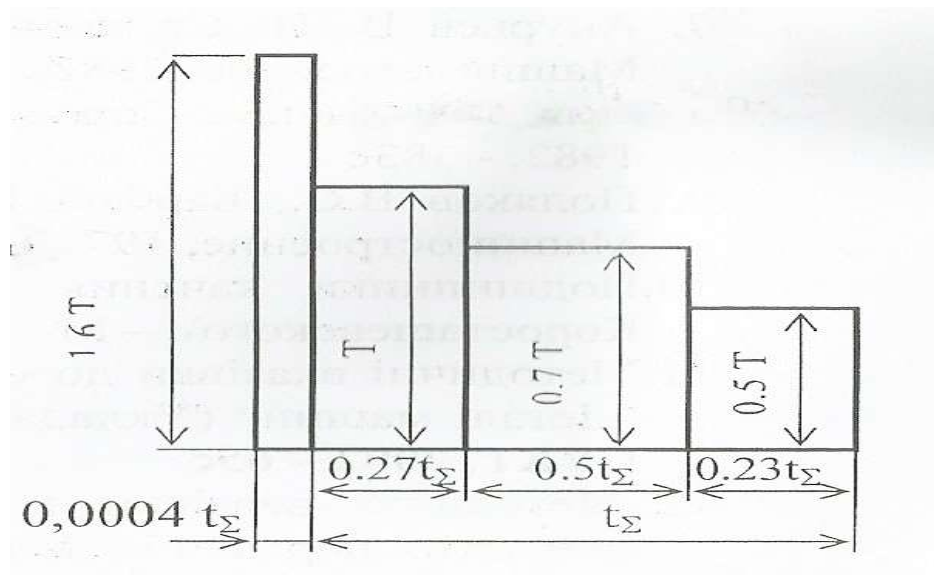


Рис.5.5.1 Графік навантаження приводу машини

5.6. Розрахунок підшипників

Визначення радіально-упорного роликового підшипника здійснюється на основі наступних параметрів: радіальне навантаження, яке діє на підшипник $F_r = 3157.135 \text{ N}$; осьове навантаження, яке діє на вал і передається підшипнику.

$F_{ab} = 9520.7 \text{ N}$; частота обертання валу $n = 45 \text{ об/хв}$; посадковий діаметр валу підшипника $d = 55 \text{ мм}$; коеф. обертання кільця $V = 1$; коеф. безпеки $K_6 = 1,2$; температурний коеф. $K_T = 1,05$; потрібна довговічність $L_h \geq 26000 \text{ год}$

Попередньо обираємо підшипник середньої серії 7310 за ГОСТ 333-79, що має наступні характеристики:

динамічна вантажопід'ємність $C = 96600$;

статична вантажопід'ємність $C_0 = 75900$;

кут контакту $\alpha = 12^\circ$

Компонента осевого навантаження для радіального навантаження на підшипник.

$$F_s = 0.83 \cdot e \cdot F_r = 0.83 \cdot 0.319 \cdot 3157.135 = 835,915H$$

Де: $e = 1.5 \cdot \tan \alpha = 1.5 \cdot \tan 12^\circ = 0.319$

Розрахункове поосьове навантаження

$$F_a = F_s + F_{ab} = 835,915 + 9520.7 = 10356,615 H$$

Розраховуємо співвідношення:

$$\frac{F_a}{V \cdot F_r} = \frac{10356,615}{1 \cdot 3157.135} = 3.28 > e = 0.31$$

Приймаємо коеф. радіальної і поосьової навантажень:

$$X = 0.4 \text{ і } Y = 0.4 \cdot \operatorname{ctg} \alpha = 0.4 \cdot \operatorname{ctg} 12^\circ = 1,882.$$

Еквівалентне динамічне навантаження підшипника

$$P = (X \cdot F_r + Y \cdot F_a) \cdot K_6 \cdot K_T$$

$$P = (0.4 \cdot 3157.135 + 1,882 \cdot 10356.615) \cdot 1.2 \cdot 1.05 = 26150,5H;$$

$$L_h = \frac{10^6}{60 \cdot n} \cdot \left(\frac{C}{P}\right)^m = \frac{10^6}{60 \cdot 45} \cdot \left(\frac{96600}{26150,5}\right)^{\frac{10}{3}} = 28861,48 \text{ год}$$

Де: $m=10/3$

Обрана номінальна довговічність підшипника перевищує термін служби передачі, що свідчить про правильний вибір підшипника.

5.7. Вибір та перевірочний розрахунок муфти

За умовою:

Крутний момент, Нм; $T_3 = 386\text{Нм}$;

Діаметр валу, мм; $d = 45\text{мм}$.

Вибір пружної втулко-пальцевої муфти відповідно до ГОСТ 21424-75 здійснюється згідно таблиць для обертового моменту 500 Нм і діаметра валу 45 мм. Геометричні розміри муфти такі:

$D = 170\text{ мм}$; $L = 200\text{ мм}$; $D_1 = 130\text{ мм}$; $l_1 = 18\text{ мм}$; $l_2 = 32\text{ мм}$; $d_2 = 80\text{ мм}$;
 $d_3 = 28\text{ мм}$; $B = 5\text{ мм}$; $B_1 = 56\text{ мм}$.

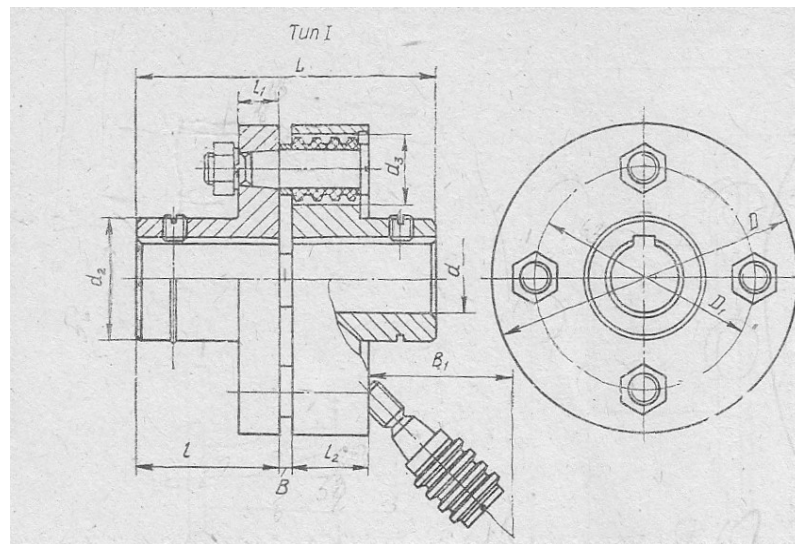


Рис. 5.12.1 Ескіз муфти

Пальці мають такі геометричні розміри:

$d = 14\text{ мм}$; $d_1 = \text{M10}$; $d_2 = 7,8\text{ мм}$; $d_3 = 20\text{ мм}$; $l = 66$; $l_1 = 33\text{ мм}$; $l_2 = 12\text{ мм}$;
 $l_3 = 2\text{ мм}$; $l_4 = 4\text{ мм}$; $b = 2\text{ мм}$; $h = 1,5\text{ мм}$; $l_5 = 28\text{ мм}$; $l_6 = 3,5\text{ мм}$; $t = 7\text{ мм}$;
 $s = 5\text{ мм}$; $D = 26\text{ мм}$; $d_4 = 20\text{ мм}$; $d_5 = 20\text{ мм}$.

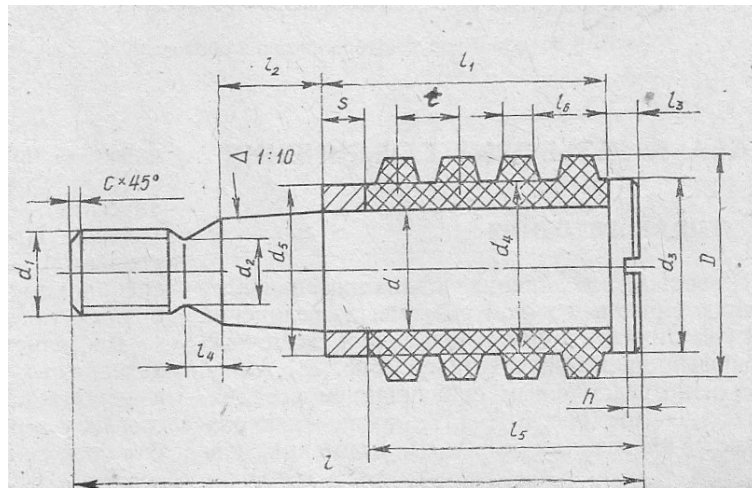


Рис. 5.12.2. Ескіз пальця

Момент опору для пальця

Для обраної муфти проводимо перевірку на згин для пальців.

$$\sigma_{зг} = \frac{M_{зг}}{Z \cdot W} \leq [\sigma_{зг}];$$

Де:

$$M_{зг} = \frac{2 \cdot T}{D_1} \cdot (0,5 \cdot (l_5 - l_3) + s);$$

$l_5 - l_3 = 28 - 2 = 26$ мм – довжина пальця втулки

$$M_{зг} = \frac{2 \cdot 386000}{130} \cdot (0,5 \cdot 26 + 5) = 106892,31 \text{ Н} \cdot \text{мм};$$

Момент опору в одного пальця:

$$W = \frac{\pi \cdot d_{п}^3}{32} \approx 0,1 \cdot d_{п}^3 = 0,1 \cdot 14^3 = 274,4 \text{ мм}^3$$

$Z=8$ -кількість пальців

Для сталі 45 : $[\sigma_{зг}] = 140$ МПа

$$\sigma_{зг} = \frac{106892,31}{8 \cdot 274,4} = 48,7 \text{ МПа} < [\sigma_{зг}] = 140 \text{ МПа}$$

Для обраної муфти проводимо перевірку втулки на зміцнення.

$$\sigma_{зм} = \frac{P}{Z \cdot A_{зм}} \leq [\sigma_{зм}],$$

Де:

$[\sigma_{зм}] = 2\text{МПа}$ – можливе напруження втулки на зминання

Сила яка діє на втулку:

$$P = \frac{2 \cdot T}{D_1} = \frac{2 \cdot 386000}{140} = 5514,28 \text{ Н}$$

$$A_{зм} = (l_5 - l_3) \cdot d_n = 26 \cdot 14 = 364\text{мм}^2$$

$$\sigma_{зм} = \frac{5514,28}{8 \cdot 364} = 1,8 \text{ МПа} \leq [\sigma_{зм}] = 2\text{МПа}$$

РОЗДІЛ 6. МОНТАЖ, РЕМОНТ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ БРОДИЛЬНО ФОРМУВАЛЬНОГО АГРЕГАТУ

6.1 Монтаж бродильно-формуваального агрегату

Виконання етапів монтажу обладнання є ключовим аспектом, що визначає успішну та ефективну роботу агрегату. Ці процеси здійснюються відповідно до попередньо розробленого плану, який включає у себе всі необхідні кроки та вимоги. До проведення монтажних робіт допускаються тільки особи, які мають відповідні знання з матеріальної частини обладнання та пройшли відповідний інструктаж з техніки безпеки. Це необхідно для забезпечення безпеки та запобігання можливим аваріям під час монтажу, налагодження, експлуатації та обслуговування обладнання.

Бродильно-формувальний агрегат (БФА) доставляється на монтаж уже зібраним і готовим до встановлення. Процес монтажу розпочинається з виконання маркувальних робіт для точного розміщення обладнання. Після цього блок кріпиться на підготовлену підставу за допомогою анкерних болтів для забезпечення надійності фіксації. Далі встановлюється мотор-редуктор на спеціальну підставку згідно з проектними вимогами.

Після успішного встановлення пристрою проводиться його очищення від забруднень і масла для забезпечення належної роботи. Перед запуском машини важливо перевірити герметичність болтових з'єднань, міцність підшипників і змастити всі необхідні деталі машини для запобігання непередбаченим проблемам. Також потрібно встановити захист накопичувача та переконатися у його надійному кріпленні.

Після цього ручно перевіряється, чи вільно обертаються органи тіста для замішування. Потім машину запускають на холостому ходу з обов'язковим контролем стану пристрою. Під час роботи машини важливо виявити відсутність стуку або вібрації. При підключенні двигуна редуктора

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Теличкун В.І.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Білик Я.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Монтаж, ремонт та експлуатація бродильно формуваального агрегату	200272.ДП.18.006.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 47

обов'язково перевіряється напрямок обертання місильних органів.

Після цього машину на короткий час прокручують, а при нормальній роботі проводять обкатку без завантаження тривалістю 2-3 годин. Після успішного пробного запуску та виправлення виявлених недоліків можна перейти до повноцінної експлуатації.

6.2 Експлуатація бродильно-формуального агрегату

Правила технічної експлуатації змішувально-бродильно-формуального агрегату включають в себе забезпечення оптимальних умов для його роботи, що охоплює такі аспекти як відповідність приміщень, дотримання чистоти, регулювання температури та вологості, забезпечення чистоти повітря та інші. Основні вимоги до експлуатації бродильно-формуального агрегату включають наступне:

- Підтримка належного стану робочого місця.
- Регулярне очищення та змащування обладнання вчасно та належним чином.
- Дотримання допустимих режимів роботи механізмів, включаючи силове, швидкісне, теплове навантаження та інші параметри.
- Суворе дотримання правил керування машинами, включаючи процедури запуску, експлуатації та зупинки.
- Реалізація заходів, визначених системою планового технічного обслуговування та ремонту обладнання.

На заводі відділ головного механіка відповідає за нагляд за технічним станом обладнання. Вони не лише контролюють умови експлуатації, а й готують пропозиції та технічну документацію для поліпшення обладнання. Інспекційна служба цього відділу має право зупиняти машини та агрегати у разі виявлення незадовільного стану, неправильної експлуатації або порушення графіків планового технічного обслуговування.

Робітник (оператор) повинен мати розуміння про конструкцію та взаємодію основних механізмів машин, а також уміти їх регулювати та виконувати дрібний ремонт. Також важливо забезпечувати належний стан

робочого місця. Виконання робітниками правил експлуатації обладнання має значний вплив на технічний стан БФА.

Догляд за БФА є необхідним для збереження його ефективності. При належному догляді можна значно збільшити термін служби агрегату перед наступним ремонтом. Перед початком роботи робітник повинен оглянути агрегат і перевірити його робочий стан, а також переконатися у наявності масла в місцях змащення. У разі виявлення будь-яких пошкоджень або несправностей робітник повідомляє про це майстру. Під час робочої зміни слід проводити змащення всіх зазначених місць згідно карти змащення даного пристрою та використовувати масло, зазначене в інструкції. Завдяки централізованому змащуванню необхідно переконатися, що масляний бак завжди наповнений маслом.

6.3 Ремонт бродильно-формуального агрегату

Під час роботи БФА важливо стежити за станом агрегату. Потрібно контролювати температуру підшипників. Якщо в робочому механізмі з'являються сторонні шуми, необхідно зупинити машину та провести необхідні регулювання. У випадку незначних пошкоджень, які не спричиняють простою, слід оперативно замінити пошкоджену деталь.

Ремонт і технічне обслуговування включають комплекс операцій, спрямованих на підтримання ефективності та справності обладнання під час його експлуатації, зберігання та транспортування. Технічне обслуговування обладнання при його використанні виконується відповідно до інструкцій з експлуатації, розроблених виробником. Комплекс робіт з ремонту та обслуговування БФА включає технічний огляд та ремонт у разі виявлення несправностей. Технічне обслуговування охоплює дотримання правил запуску, експлуатації та вимкнення обладнання, своєчасне змащення окремих вузлів, підтримання належної санітарної обробки робочого місця тощо. На кожному робочому місці повинні бути наявні інструкції з технічного обслуговування агрегату. Обслуговування виконують оператори та інші

працівники, які безпосередньо працюють з агрегатом. Технічний нагляд здійснюється бригадою ремонтників, до складу якої входять чергові слюсарі, електрики, мастильники та інші фахівці. При технічному огляді виконуються роботи, необхідні для забезпечення нормальної експлуатації обладнання між плановими ремонтами.

До таких робіт відносяться різні операції, спрямовані на забезпечення належної роботи обладнання та його довговічності. Це включає регулювання окремих механізмів, що дозволяє забезпечити їх правильне функціонування, а також підтягування різьбових з'єднань, що необхідно для запобігання їх розхитуванню та поломкам. Догляд за арматурою також входить до обов'язкових робіт, оскільки правильне функціонування арматури впливає на загальну ефективність агрегату.

Більшу частину цієї роботи виконують у міру необхідності, керуючись інструкцією з експлуатації, розробленою виробником. Інструкція містить усі необхідні рекомендації та вказівки щодо обслуговування та догляду за обладнанням, що допомагає підтримувати його в належному стані.

Поліпшення якості обслуговування є одним з ключових аспектів для забезпечення безперебійної роботи обладнання. Постійний контроль за роботою агрегату дозволяє своєчасно виявляти та усувати дрібні несправності, які, якщо їх залишити без уваги, можуть призвести до серйозних поломок та позапланових ремонтів. Регулярне обслуговування і контроль сприяють зменшенню кількості позапланових ремонтів, що не тільки підвищує ефективність роботи обладнання, але й знижує витрати на його утримання.

Виробничий процес ремонту ВФА охоплює широкий спектр основних технологічних процесів. Сюди входять:

1. Очищення – це початковий етап, під час якого обладнання очищається від забруднень, пилу, мастил та інших залишків, що накопичилися під час експлуатації.

2. Розбирання – процес демонтажу окремих частин та вузлів агрегату, що дозволяє провести детальний огляд і оцінку стану кожної компоненти.

3. Промивання – ретельне миття окремих деталей для видалення залишків забруднень, що не вдалося усунути під час початкового очищення.

4. Контрольно-сортувальні роботи – включають в себе перевірку стану кожної деталі, сортування їх за категоріями (придатні, потребують ремонту, підлягають заміні).

5. Ремонт і відновлення деталей і муфт – виконуються заходи щодо усунення виявлених дефектів, відновлення функціональності деталей, що підлягають ремонту.

6. Складання – процес збирання агрегату після ремонту і відновлення його компонентів.

7. Обкатка – це перевірка роботи агрегату без навантаження для виявлення можливих несправностей та забезпечення належного функціонування після ремонту.

Крім основних процесів, виробничий процес ремонту BFA також включає підготовчі та супутні процеси, такі як:

1. Матеріальна і технічна доставка – забезпечення своєчасної доставки необхідних матеріалів, запасних частин і технічного обладнання для проведення ремонту.

2. Забезпечення експлуатації машини та іншого обладнання – заходи для підтримки справності і готовності до використання всього необхідного обладнання, яке залучено до процесу ремонту.

3. Доставка та відправлення відремонтованих об'єктів – організація транспортування агрегатів, що були відремонтовані, до місця їх подальшої експлуатації або складування.

Ці етапи є невід'ємною частиною ефективного і комплексного процесу ремонту, що дозволяє забезпечити високу якість і надійність роботи обладнання після його відновлення. Завдяки таким підходам, ремонтний

процес стає систематизованим, що сприяє підвищенню його ефективності та продовженню терміну служби ВФА.

Перед початком ремонту БФА необхідно провести ретельний огляд обладнання для виявлення всіх можливих дефектів. Ці дефекти можуть бути виявлені під час огляду, а також на основі аналізу записів у журналі механіка та слюсарів-ремонтників. До початку ремонту заготовляються всі необхідні змінні деталі та інструменти.

Перед демонтажем та ремонтом агрегату необхідно відключити обладнання від мережі електроживлення і технологічних комунікацій. Привід агрегату також вимикається, а напівмуфти вала двигуна від'єднуються. З баків системи змащення зливається масло. Для безпеки на рубильнику електромережі вивішується табличка: "Не вмикати - люди працюють".

Основні правила розбирання ЗБФА:

- Розбирається лише той вузол або механізм, який потребує ремонту; повне розбирання виконується лише при капітальному ремонті.
- Перед розбиранням необхідно ознайомитися з технічним паспортом, кінематичною схемою, кресленнями основних деталей і визначити порядок розбирання. Рекомендується попередньо скласти план розбирання за одним із методів: послідовним чи паралельно-послідовним.
- В процесі розбирання проводиться складання відомості дефектів.
- Розбирання агрегату починається зі зняття кожухів, кришок і запобіжних щитків, щоб відкрити доступ до вузла, який підлягає розбиранню.
- Якщо розбираються декілька вузлів, деталі кожного з них складаються окремо. При зніманні громіздких деталей і вузлів необхідно користуватися вантажопідйомними механізмами.
- Для полегшення розбирання сполучень, потрібно використовувати спеціальні пристрої, знімачі, інструменти та спеціальні механізми.

РОЗДІЛ 7. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ ЗУБЧАСТЕ КОЛЕСО

7.1. Розрахунок припусків

Заготовка виготовляється методом лиття. Припуск на обробку торців становить $3 \cdot 2 = 6$

Отже, заготовка має діаметр $\varnothing 140$ мм і довжину 50 мм. Розрахунок припуску для загальної литої заготовки проводимо за найточнішим розміром $\varnothing 40H7$.

Припуск на чистове розвертання складає:

$$2Z_{4\min} = 2(Rz_3 + D_3 + \sqrt{Tnp_3^2 + E_{y4}^2})$$

Rz_3, D_3, Tnp_3 - відповідно, висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарне значення просторових відхилень при чистовому розвертання.

E_{y4} - похибка встановлення деталі під час нормального розвертання. $Rz_3 = 5$ мкм, $D_3 = 10$ мкм.

При установленні деталі $Tnp_3 = 100$ мкм, $E_{y4} = 100$.

Тоді $2Z_{4\min} = 2(5 + 10 + \sqrt{100^2 + 100^2}) = 312,8$ мкм, $2Z_{4\max} = 2Z_{4\min} + T_3 - T_4$

T_3 - допуск при чорновому розвертання, $T_3 = IT8 = 39$ мкм,

T_4 - допуск при чистовому розвертання, $T_4 = IT7 = 25$ мкм.

$$2Z_{4\max} = 312,8 + 39 - 25 = 326,8 \text{ мкм}$$

$$2Z_{4\text{ном}} = \frac{2Z_{4\max} + 2Z_{4\min}}{2} = \frac{326,8 + 312,8}{2} = 319,8 \text{ мкм}$$

Допуск на грубе розвертання:

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

Rz_2, D_2, Tnp_2 - Слід зазначити висоту мікронерівностей, глибину дефектного шару і загальне значення просторових відхилень під час грубого розвертання.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Теличкун В.І.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа НУХТ	Разробник документа Білик Я.В.	Назва, додаткова назва РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ ЗУБЧАСТЕ КОЛЕСО		200272.ДП.18.007.ПЗ		
	Документ затверджено Гавва О.М.					

E_{Y3} - Помилка встановлення деталі під час грубого розвертання.. $Rz_2=20$ мкм,
 $D_2=25$ мкм .

При фіксації деталі в патроні. в $Tnp_2=100$ мкм, $E_{Y3}=100$.

Тоді $2Z_{3min} = 2(20 + 25 + \sqrt{100^2 + 100^2}) = 372,8$ МКМ, $2Z_{3max} = 2Z_{3min} + T_2 - T_3$

T_2 - Допуск на розточуванні під чистове оброблення, $T_2 = IT10 = 100$ мкм,

T_3 – Допуск для стандартного розвертання, $T_3 = IT8 = 39$ мкм.

$$2Z_{3max} = 372,8 + 100 - 39 = 433,8 \text{ МКМ}$$

$$2Z_{3хол} = \frac{2Z_{3max} + 2Z_{3min}}{2} = \frac{433,8 + 372,8}{2} = 403,3 \text{ МКМ}$$

Допуск для чистового розвертання.:

$$2Z_{2min} = 2(Rz_1 + D_1 + \sqrt{Tnp_1^2 + E_{Y2}})$$

Rz_1, D_1, Tnp_1 - Висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарне значення просторових відхилень під час свердління. Помилка установки деталі під час розвертання. $Rz_2=50$ мкм, $D_2=50$ мкм.

При фіксації деталі в патроні $Tnp_1=100$ мкм, $E_{Y2}=100$.

Тоді $2Z_{2min} = 2(50 + 50 + \sqrt{100^2 + 100^2}) = 482,8$ МКМ, $2Z_{2max} = 2Z_{2min} + T_1 - T_2$

T_1 - допуск чорновому розточуванні за , $T_1 = IT12 = 250$ мкм,

T_2 – при допусці розточуванні чистовому $T_2 = IT10 = 100$ мкм.

$$2Z_{2max} = 482,8 + 250 - 100 = 632,8 \text{ МКМ}$$

$$2Z_{2хол} = \frac{2Z_{2max} + 2Z_{2min}}{2} = \frac{632,8 + 482,8}{2} = 557,8 \text{ МКМ}$$

Напуск на чорнове розточування:

$$2Z_{1min} = 2(Rz_0 + D_0 + \sqrt{Tnp_0^2 + E_{Y1}})$$

Rz_0, D_0, Tnp_0 - Висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та загальна просторова похибка литої заготовки.

$Rz_0=200$ мкм; $D_0=300$ мкм; $T_{пр0}=620$ мм;

E_{y1} - Похибка установки під час грубого точіння..

Під час установки деталі в патрон. $E_{y1}=100$ мкм

$$2Z_{1\min} = 2(200 + 300 + \sqrt{620^2 + 100^2}) = 2256,1 \text{ мкм}$$

Загальний припуск $2Z_{\text{сум}} = \sum_1^i 2Zi_{\text{ном}} = 319,8 + 403,3 + 557,8 + 2256,1 = 3537 \text{ мкм}$

Приймаємо $2Z_{\text{сум}}=3,5$ мм. Коеф. використання матеріалу:

$$K_M = \frac{M_{\text{дет}}}{M_{\text{заг}}} = \frac{12,8}{18,9} = 0,68$$

7.2. Технологічний виготовлення маршрут колеса зубчастого

№	Назва операції, переходу	Технологічне обладнання, інструмент оброблюваний, контрольний
10	Заготівельна	Лиття в земляну форму .
10.1	Відлити заготовку	Ø236 мм, L=86 мм. СЧ 25 ГОСТ 1412-79
20	Токарна (УЗ3)	Токарно-гвинторізний верстат 16К20, 3-ох кулачковий патрон
20.1	Торцювати пов.(1) z=3 мм.	Різець прохідний відігнутий правий, ВК6, В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
20.2	Точити пов.(2) Ø232 ^{-1,0} , начорно	Різець прохідний відігнутий правий, ВК6, В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
20.3	Точити пов.(2) Ø230h9, начисто.	Різець прохідний відігнутий правий, ВК8, В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
20.4	Розсвердлити отв. Ø35 ^{+0,43} , пов.(3)	Свердло Ø30, Р6М5
20.5	Розточити отв. Ø38 мм. пов. (3)	Різець розточний ВК6, В×Н×L=16×25×140мм, α=95°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
20.6	Розточити отв. Ø39,7 мм. пов. (3)	Різець розточний ВК6, В×Н×L=16×25×140мм, α=95°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
20.7	Розвернути отв. Ø39,93 пов.(3)	Чорнова розвертка Ø39,93, Р6М5

20.8	Розвернути отв. Ø40H7 пов.(3)	Чистова розвертка Ø40H7, калібр пробка Ø40H7
20.9	Зняти фаску 2,5x45° пов.(6).	Різець прохідний відігнутий правий, ВК8, В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
20.10	Зняти 3 фаски 2,5x45°.	Різець прохідний відігнутий правий, ВК8, В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
30	Токарна (УЗЗ)	Токарно-гвинторізний верстат 16К20, 3-ох кулачковий патрон
30.1	Торцювати пов.(1) z=3 мм.	Різець прохідний відігнутий правий, ВК8, В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
30.2	Зняти 3 фаски 2,5x45°.	Різець прохідний відігнутий правий, ВК8, В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
30.3	Зняти фаску 2,5x45°	Різець прохідний відігнутий правий, ВК8, В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
50	Протягувальна (УЗЗ)	Горизонтально-протяжний верстат, 7Б510 Оправка.
50.1	Протягнути шпонковий паз b=12 мм.	Протяжка шпоночна, комбінована, з виглажуючим зубом, Р14Ф4; γ=15°, α _р =3°, α _к =2°, ГОСТ 9788-68
60	Зубофрезерна (УЗЗ)	5К324А Оправка, упор, прижим.
60.1	Фрезерувати зубці m = 5, z = 44	Фреза черв'ячна, m=5, z=44, коротка, ГОСТ 9324-60
70	Мийна	Мийна машина
70.1	Промити деталь	
80	Слюсарна	Верстак
80.1	Зняти задирки і притупити гострі кромки	
90	Контрольна	Стіл контролера

7.3. Розрахунок операцій

7.3.1. Токарна операція

Перехід 20.1 Торцювати пов.1.

Загальна глибина різання для даної обробки складається міліметрів. Після порівняння зі значеннями, вказаними в паспорті верстата, обираємо подачу в діапазоні від 0,6 до 1,2 мм на обертання, але приймаємо значення подачі 1,0 мм на обертання.

Швидкість різання табл.. №20

$$V = \frac{C_T}{T^{0,2} \cdot f^{0,15} \cdot S^{0,4}} = \frac{304}{60^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 1^{0,4}} = 113,7 \text{ м/хв}$$

необхідна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 113,7}{3,14 \cdot 236} = 153,4 \text{ об/хв}$$

Приймаємо найближче менше значення обертів шпинделя верстата, яке становить 125 обертів на хвилину. Дійсна швидкість різання при такій швидкості обертання шпинделя .

$$V_D = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 236 \cdot 125}{1000} = 92,6 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 56 + 2 + 3 = 61 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі $l_{ДЕТ} = 56$ мм

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 3$

l_3 - перебіг інструменту $l_3 = 0$

Час, необхідний для виконання переходу, основний.

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{61}{125 \cdot 1,0} = 0,49 \text{ хв}$$

Допоміжний час, витрачений на виконання переходу.

$$t_{\text{Д}} = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,12 = 0,23 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,11$ хв – Допоміжний час, який прямо відноситься до переходу для поперечного обточування з установкою різця за опорою.

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

$T_3 = 0$ хв – зміна різця.

Перехід 20.2 Точити пов.(2) Ø232_{-1,0}, чорно.

Приймаємо глибину врізання $t = \frac{236 - 232}{2} = 2$ мм.

Подача табл.. №17 $S = 0,6 \div 1,2$ мм/об. з Порівнюємо з даними, зазначеними у паспорті верстата, і приймаємо відповідне рішення. $S_e = 1$ мм/об .

Визначаємо швидкість рзання табл.. №20

$$V = \frac{C_T}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4}} = \frac{243}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 1^{0,4}} = 96,6 \text{ м/хв}$$

Необхідно визначити оптимальну частоту обертів шпинделя верстата.

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_s} = \frac{1000 \cdot 96,6}{3,14 \cdot 236} = 130,4 \text{ об/хв}$$

Будемо виходити зі значення ближчої меншої частоти обертів шпинделя верстата, яку встановлено на рівні $n_B = 125$ об/хв. Тоді можемо розрахувати дійсну швидкість різання при цих обертах шпинделя.

$$V_{\text{Д}} = \frac{\pi \cdot d \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 236 \cdot 125}{1000} = 92,6 \text{ м/хв}$$

Розрахункова оброблення довжина для переходу

$$L = l_{\text{ДЕТ}} + l_1 + l_2 + l_3 = 83 + 2 + 2 = 87 \text{ мм}$$

$l_{\text{ДЕТ}}$ - деталі довжина $l_{\text{ДЕТ}} = 87$ мм

l_1 - інструменту підвід $l_1 = 2$ мм

l_2 - інструменту врізання $l_2 = 2$

l_3 - інструменту перебіг $l_3 = 0$

Час, необхідний для виконання переходу, визначається як основний час.

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{87}{125 \cdot 1,0} = 0,7 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{\text{д}} = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,12 + 0,7 = 0,93 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,11$ хв – Допоміжний час, який прямо пов'язаний з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору.

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12$ хв – Допоміжний час на зміну обертів шпинделя і подачі. $T_3 = 0,7$ хв. – різця заміна.

Перехід 20.3 пов.(2) Ø230h9, Точити начисто.

Приймаємо глибину врізання $t = \frac{232 - 230}{2} = 1 \text{ мм}$.

Подача з таблиці №18: $S = 0,25$ до $0,3$ мм/об. Порівнюємо з даними з паспорта верстата і встановлюємо $S_B = 0,3$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання

$$V = \frac{C_T}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,2}} = \frac{292}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,3^{0,2}} = 163,8 \text{ м/хв}$$

необхідна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_s} = \frac{1000 \cdot 163,8}{3,14 \cdot 232} = 224,9 \text{ об/хв}$$

Приймаємо найближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата $n_B = 200$ об/хв. Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя буде розрахована відповідно до обраної подачі та діаметра оброблюваної деталі.

$$V_{\text{д}} = \frac{\pi \cdot d_s \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 232 \cdot 200}{1000} = 145,7 \text{ м/хв}$$

Довжина оброблення для переходу, що розраховується.

$$L = l_{\text{ДЕТ}} + l_1 + l_2 + l_3 = 83 + 2 + 1 = 86 \text{ мм}$$

$l_{\text{ДЕТ}}$ - деталі довжина $l_{\text{ДЕТ}} = 83$ мм

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 1$

l_3 - пербіг інструменту $l_3 = 0$

Основний час, що потрібен для виконання переходу.

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{83}{200 \cdot 0,3} = 1,38 \text{ хв}$$

Допоміжний час що потрібен для виконання переходу

$$t_D = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,12 + 0 = 0,23 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,11$ хв – Допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з встановленням різця по упору.

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12$ хв – Допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі. $T_3 = 0$ хв. – заміна різця.

Перехід 20.4 Розсвердлити $\varnothing 35^{+0,43}$, пов.(3)

допуск на оброблювання становить $t = \frac{35 - 30}{2} = 2,5$ мм.

Вибираємо діапазон подачі.: $S = 0,4 \dots 0,5$ мм/об (табл.42)

Приймаємо $S_B = 0,5$ мм/об

Обираємо емпіричну формулу для визначення критичної швидкості різання сталі. (табл. 45)

$$V_c = \frac{55,2 \cdot d_{ce}^{0,5}}{T^{0,125} \cdot t^{0,2} \cdot S^{0,4}} = \frac{55,2 \cdot 35^{0,5}}{70^{0,125} \cdot 2,5^{0,2} \cdot 0,7^{0,4}} = 184,4 \text{ м/хв}$$

де $T = 70$ хв. – стійкість свердла (табл. 46).

Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя.:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot d_{ce}} = \frac{1000 \cdot 184,4}{3,14 \cdot 35} = 1677,7 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n_B = 1600$ об/хв.

Реальна швидкість свердління.:

$$V_{\delta} = \frac{\pi \cdot d_{\text{сз}} \cdot n_{\text{в}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 35 \cdot 1600}{1000} = 175,8 \text{ м/хв}$$

Оціночна довжина обробки.

$$L = l_{\text{ДЕТ}} + l_1 + l_2 + l_3 = 83 + 3 + 6 = 92 \text{ мм}$$

$l_{\text{ДЕТ}}$ - глибина різання $l_{\text{ДЕТ}} = 83 \text{ мм}$.

l_1 - інструменту підвід $l_1 = 3 \text{ мм}$

l_2, l_3 - врізання і інструменту перебіг $l_2 + l_3 = 6 \text{ мм}$ (табл. 48)

Основний час для здійснення переходу. 20.4

$$t_0 = \frac{L_s}{S_s \cdot n_s} = \frac{92}{0,5 \cdot 1600} = 0,12 \text{ хв};$$

Допоміжний час, необхідний для здійснення переходу. 20.4

$t_{\text{д1}} = 0,08$ (табл. 51)

Перехід 20.5 Розточити о. Ø38 мм. пов. (3)

Припуск на оброблення складає. $t = \frac{38 - 35}{2} = 1,5 \text{ мм}$.

Обираємо діапазон значень подачі.: $S = 0,4 \dots 0,5 \text{ мм/об}$

Приймаємо $S_{\text{в}} = 0,5 \text{ мм/об}$

Визначаємо швидкість різання. табл.. №20

$$V = \frac{C_T}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4}} = \frac{243}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,5^{0,4}} = 133 \text{ м/хв}$$

Визначаємо необхідну частоту обертання шпинделя верстата.

$$n_{\text{в}} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_s} = \frac{1000 \cdot 133}{3,14 \cdot 38} = 1114,6 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n_{\text{в}} = 1000 \text{ об/хв}$.

Розраховуємо фактичну швидкість різання при такій швидкості обертання шпинделя.

$$V_{\text{д}} = \frac{\pi \cdot d_s \cdot n_{\text{в}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 38 \cdot 1000}{1000} = 119,3 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу може бути визначена за формулою або методом, що враховує різноманітні параметри та умови обробки.

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 83 + 2 + 1,5 = 86,5 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - дов. деталі $l_{ДЕТ} = 83 \text{ мм}$

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

l_2 - врізня інструмент $l_2 = 1,5 \text{ мм}$

l_3 - перебіг інструменту

Головний період часу, необхідний для завершення переходу.

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{86,5}{1000 \cdot 0,5} = 0,17 \text{ хв}$$

Вторинний проміжок часу, що витрачається на завершення переходу.

$$t_D = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,12 + 0,7 = 0,93 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,11 \text{ хв}$ – Час, який витрачається на перехідні процеси, пов'язані з поперечним обробленням та налаштуванням різця згідно з вказівками.

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12 \text{ хв}$ – Час, необхідний для зміни обертів шпинделя і подачі, складає $T_3 = 0,7$ хвилини, що включає час на заміну різця.

Перехід 20.6 Розточити отв. $\varnothing 39,7 \text{ мм}$. пов. (3)

Припуск на оброблювання становить. $t = \frac{39,7 - 38}{2} = 0,85 \text{ мм}$.

Вибираємо діапазон подачі.: $S = 0,3 \dots 0,5 \text{ мм/об}$, табл. №18

беремо $S_B = 0,5 \text{ мм/об}$

Визначаємо швидкість різання. табл. №20

$$V = \frac{C_T}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4}} = \frac{243}{60^{0,2} \cdot 0,85^{0,15} \cdot 0,5^{0,4}} = 144,9 \text{ м/хв}$$

Необхідно визначити частоту обертів шпинделя верстата.

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_s} = \frac{1000 \cdot 144,9}{3,14 \cdot 39,7} = 1162,4 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n_B = 1000$ об/хв.

Швидкість різання при цих обертах шпинделя буде дійсною.

$$V_D = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 39,7 \cdot 1000}{1000} = 124,7 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу визначається відповідно до вимог технологічного процесу.

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 83 + 2 + 0,85 = 85,85 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - деталі довжина $l_{ДЕТ} = 83 \text{ мм}$

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

l_2 - інструменту врізання $l_2 = 0,85 \text{ мм}$

l_3 - інструменту пеебіг

Основний час, необхідний для завершення переходу, може бути визначений згідно з робочим графіком або планом виробництва.

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{85,85}{1000 \cdot 0,5} = 0,17 \text{ хв}$$

Допоміжний час для завершення переходу

$$t_D = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,12 + 0 = 0,23 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,11 \text{ хв}$ – Допоміжний час, що пов'язаний з переходом для поперечного обточування з встановленням різця по упору, охоплює час, витрачений на підготовку обладнання, налаштування різця та інші процеси, необхідні для здійснення цього перехідного кроку виробництва.

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12 \text{ хв}$ – Допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі охоплює період, під час якого виконуються необхідні процедури для налаштування частоти обертання шпинделя та значення подачі перед початком обробки.. $T_3 = 0 \text{ хв}$. – заміна різця.

Перехід 20.7 Розвернути отв. Ø39,93 пов.(3)

допуск на оброблення становить $t = \frac{39,93 - 39,7}{2} = 0,115 \text{ мм}$.

Вибраємо діапазон пдач: $S=1,7...2,7$ мм/об (табл.44)

обираємо $S_B=2,0$ мм/об

Ми вибираємо емпіричну формулу (критичну) для розрахунку швидкості різання чавуну. (табл. 45)

$$V_c = \frac{15,1 \cdot d_p^{0,2}}{T^{0,3} \cdot t^{0,1} \cdot S^{0,5}} = \frac{15,1 \cdot 39,93^{0,2}}{70^{0,3} \cdot 0,115^{0,1} \cdot 2^{0,5}} = 7,74 \text{ м/хв}$$

де $T = 70$ хв. – стійкість розвертки (табл. 46)

Розрахункова частота обертання шпинделя верстата.:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot d_p} = \frac{1000 \cdot 7,74}{3,14 \cdot 39,93} = 61,7 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n_B=60$ об/хв.

Дійсна швидкість оброблення:

$$V_o = \frac{\pi \cdot d_p \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 39,93 \cdot 60}{1000} = 7,5 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 83 + 3 + 38 = 124 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - врізання глибина $l_{ДЕТ} = 83$ мм.

l_1 - інструменту підвед $l_1 = 3$ мм

l_2, l_3 - проходження врізання інструменту $l_2 + l_3 = 38$ мм (табл. 48)

основний

$$t_0 = \frac{L_3}{S_\epsilon \cdot n_\epsilon} = \frac{124}{2,0 \cdot 60} = 1,03 \text{ хв};$$

Помагальний час

$t_{д1} = 0,1$ (табл. 51)

Перехід 20.8 Розвернути отв. Ø40H7 пов.(3).

Допуск оброблення на становить $t = \frac{40 - 39,93}{2} = 0,035$ мм.

беремо $S_B=2,0$ мм/об

Ми вибираємо емпіричну формулу (критичну) для розрахунку швидкості різання чавуну (табл. 45)

$$V_c = \frac{15,1 \cdot d_p^{0,2}}{T^{0,3} \cdot t^{0,1} \cdot S^{0,5}} = \frac{15,1 \cdot 40^{0,2}}{70^{0,3} \cdot 0,035^{0,1} \cdot 2^{0,5}} = 8,7 \text{ м/хв}$$

де $T = 70$ хв. – стійкість розвертки (табл. 46)

Розрахункова частота крутіння шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot d_p} = \frac{1000 \cdot 8,7}{3,14 \cdot 40} = 69,3 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n_B = 60$ об/хв.

Дійсна швидкість обробки:

$$V_o = \frac{\pi \cdot d_p \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 60}{1000} = 7,5 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблювання

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 83 + 3 + 38 = 124 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - врізання глибина $l_{ДЕТ} = 83$ мм.

l_1 - інструменту підведення $l_1 = 3$ мм

l_2, l_3 - проходження врізання інструменту $l_2 + l_3 = 38$ мм (табл. 48)

Загальний час час

$$t_0 = \frac{L_3}{S_g \cdot n_g} = \frac{124}{2,0 \cdot 60} = 1,03 \text{ хв};$$

РОЗДІЛ 8. ОХОРОНА ПРАЦІ

Вступ

Відповідно до статті 1 Закону України «Про охорону праці», який був прийнятий в дію за постановою Верховної Ради України № 2695-XII від 14 жовтня 1992 року та зазнав подальших змін, охорона праці охоплює широкий спектр правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та медично-профілактичних заходів і засобів. Її метою є збереження життя, здоров'я та працездатності людини під час виконання праці.

Система управління охороною праці (СУОП) представляє собою важливу підсистему у загальній системі управління виробництвом. Вона відповідає за контроль над показниками безпеки та охорони праці, проведення аналізу стану охорони праці, а також за забезпечення прийняття, підготовку та реалізацію рішень, спрямованих на збереження здоров'я та працездатності людини під час виконання праці.

Основні принципи функціонування системи управління охороною праці на підприємстві включають:

а) Забезпечення зв'язку між процесом виробництва та рівнем безпечних і нешкідливих умов праці.

б) Дотримання трудової та технологічної дисципліни працівниками підприємства.

в) Спільна діяльність органів управління охороною праці підприємства з метою впровадження заходів щодо створення безпечних та здорових умов праці.

г) Забезпечення обов'язкової економічної зацікавленості як роботодавця, так і працівника в поліпшенні умов праці на підприємстві.

Мета системи управління охороною праці полягає в забезпеченні безпеки праці та збереженні здоров'я та працездатності працівників.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Теличкун В.І.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Разробник документа</i> Білик Я.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> ОХОРОНА ПРАЦІ		200272.ДП.18.008.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 66	

Для виявлення можливих небезпечних та шкідливих чинників для працівників, проводиться аналіз основних технологічних процесів та обладнання. Наприклад, ми детально розглянемо роботу обладнання цеху, яке виготовляє багети на підприємстві. Ми складемо спрощену схему агрегату і нанесемо на неї умовні позначення для відображення різних елементів та їх взаємодії. Такий підхід дозволить ідентифікувати потенційні ризики та вжити відповідних заходів безпеки.

У робочій зоні може відбуватися вплив шкідливих та небезпечних виробничих факторів, таких як:

- підвищення температури повітря у випадку порушення експлуатації обладнання та проблем з вентиляцією;
- можливість контакту з обертовими частинами електроприводів у випадку відсутності або несправності захисних засобів.

Для забезпечення нормальних умов праці необхідно здійснити наступні заходи:

- забезпечити надійну ізоляцію поверхонь обладнання;
- забезпечити подачу свіжого повітря за допомогою працюючої вентиляційної системи.

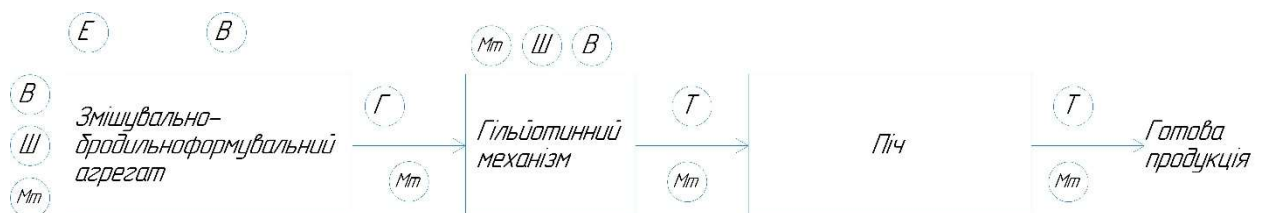


Рис.8.1. Небезпечні чинники на лінії виробництва багетів

Для покращення усвідомлення наявних у цеху шкідливих і небезпечних чинників, було введено символи, які відображають різноманітні аспекти ризику:

- Ш – шум;
- В – вібрація;
- Мт – механічні травми;

- Е – електронезбезпека;
- Т – виділення тепла.

Мікроклімат

Для забезпечення комфортного та безпечного мікроклімату у виробничих приміщеннях важливо дотримуватися допустимих норм параметрів, які включають:

- температуру повітря в приміщенні, вимірювану в градусах Цельсія (°С);
- відносну вологість повітря, виражену у відсотках (%);
- рухливість повітря, вимірювану у метрах на секунду (м/с);
- теплове випромінювання, виражене у ватах на квадратний метр (Вт/м²), відповідно до вимог ГОСТ 12.1.005-88 "Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони".

Згідно вимог до умов мікроклімату на ділянці випікання, система вентиляції має забезпечувати такі параметри:

- у зимовий період: температура повітря в діапазоні від 17 до 19°С;
- у теплу пору року: температура повітря від 21 до 23°С;
- швидкість повітря від 0,2 до 0,3 м/с.

Враховуючи підвищену вологість в приміщенні, додаткове зволоження повітря не потрібне у системі вентиляції. Допустимі норми мікроклімату представлені в таблиці.

Таблиця 8.1. Допустимі норми мікроклімату

№ пор.	Професія	Категорія робіт за важкістю	Температура, °С на робочих місцях				Відносна вологість φ, %	Швидкість руху повітря, м/с
			Верхня границя		Нижня границя			
			Постійних	непостійних	постійних	непостійних		
1	Оператор ЗБФА	ІІа	Холодна пора року				75	до 0,2
			25	26	22	20		
			Тепла пора року				60(при 27 °С)	0,1-0,3
26	28	25	22					
2	Оператор	ІІа	Холодна пора року					

Загазованість

Під час експлуатації змішувально-бродильноформуального агрегату, зокрема під час формування виробів через отвори матриці, виникає певна кількість двоокису вуглецю. Однак його концентрація є незначною, тому рівень загазованості не перевищує нормативних значень.

Запиленість

Під час експлуатації змішувально-бродильноформуального агрегату пил не надходить у повітряне середовище.

Шум

У дільниці виробництва багетів рівень шуму не перевищує нормативний. Перевірка рівня шуму та вібрації на робочих місцях проводиться не рідше одного разу на рік. Рівень шуму на постійних робочих місцях і в робочих зонах у виробничих приміщеннях становить 80 децибел.

Допустимі норми шуму для вибраних професій подано в таблиці.

Таблиця 8.2. Допустимі норми шуму

№ п/п	Робочі місця	Рівні звукового тиску (дБ) в октавних смугах з середньгеометричними частотами (Гц)									Рівень звуку, дБ
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	Оператор БФА	100	95	90	84	79	78	75	74	72	80
2	Оператор гільйотинног о механізму	100	95	90	84	79	78	75	74	72	80
3	Пекар	100	95	90	84	79	78	75	74	72	80

Найбільш ефективним способом контролю за шумом є зменшення його в джерелах виникнення. З цією метою вживаються такі заходи:

- Заміна ударних взаємодій деталей на безударні, де це можливо.
- Впровадження звукоізоляції на огорожувальних конструкціях.
- Регулярна заміна підшипників вчасно.
- Використання в'язких рідин для змащення ударних деталей.

- Систематична перевірка та виправлення несправностей в пневматичній системі гільйотинного механізму.

Вібрація

Вібрація може виникати локально або охоплювати весь об'єкт. При роботі обладнання на виробничих дільницях, воно створює вібрацію, яка передається на фундамент або підлогу. Оскільки це обладнання не вимагає постійного керування або безпосереднього контакту з людиною, воно створює загальну технологічну вібрацію. У нашому випадку цю вібрацію створюють БФА та інше обладнання.

Рівні вібрації, які впливають на людину у виробничих умовах, мають залишатися в межах встановлених норм. Для постійних робочих місць і зон у виробничих приміщеннях допустимий рівень вібрації становить до 93 дБ відповідно до Державного стандарту України ГОСТ 12.1.012:2008 "Система стандартів безпеки праці. Вібраційна безпека. Загальні норми".

Випромінювання

Змішувально-бродильноформульний агрегат не являється джерелом будь-якого випромінювання.

Освітлення

Освітлення на робочих місцях забезпечується як природним світлом у світлу частину доби, так і штучним світлом в темну пору. Природне освітлення здійснюється за допомогою великих вікон, але з часом ефективність природного освітлення може зменшуватися через забруднення скла. Для підтримання оптимального рівня освітленості рекомендується проводити очищення скла не рідше, ніж два рази на рік. Крім того, важливу роль у природному освітленні відіграють чистота та колір стін і стелі приміщення.

Штучне освітлення формується за допомогою штучних джерел світла, що поділяються на робоче, аварійне та охоронне. Вибір типів світильників відповідає характеристиці та призначенню приміщень. Розміщення світильників рівномірне по всій площині цеху. Очищення світильників

проводить електрик щомісяця, а контроль за освітленістю – не рідше одного разу за три місяці. Увімкнення загальної системи освітлення здійснюється централізовано. Штучне освітлення забезпечується люмінесцентними лампами, розташованими поблизу робочих місць. Люмінесцентне освітлення цеху 200 лк.

На території бродильно-формувальної ділянки передбачено аварійне освітлення, яке виконується для забезпечення безпечного перебування обслуговуючого персоналу в цеху та для організації евакуації людей у разі вимикання робочого освітлення. Аварійне освітлення має ключове значення для безпеки працівників, оскільки дозволяє уникнути нещасних випадків і паніки в умовах недостатнього освітлення. На світильниках аварійного освітлення нанесено відрізняючий знак відповідно до Правил улаштування електроустановок (ПУЕ), що дозволяє швидко ідентифікувати їх в разі потреби. Норма аварійного освітлення складає 75 люкс, що забезпечує достатню видимість для безпечного руху та виконання необхідних дій під час евакуації або аварійної ситуації. Крім того, аварійне освітлення підключено до резервного джерела живлення, що гарантує його роботу навіть у випадку повного відключення електропостачання. Це створює додатковий рівень безпеки для всіх працівників ділянки, забезпечуючи стабільне освітлення в екстрених ситуаціях.

Для проведення ремонтних робіт на території виробничих приміщень облаштовано мережу ремонтного освітлення. Ця мережа призначена спеціально для забезпечення якісного освітлення під час виконання ремонтних і технічних робіт, де необхідна висока точність і безпека. Мережа ремонтного освітлення працює при напрузі 36 В, що є оптимальним для зменшення ризику електротравм у робітників під час ремонтних робіт. Живлення мережі ремонтного освітлення здійснюється від понижуючих трансформаторів, що забезпечують стабільне і безпечне електропостачання.

Для підвищення ефективності та безпеки виконання ремонтних робіт, освітлювальні прилади розміщуються таким чином, щоб рівномірно освітлювати робочу зону, мінімізуючи тіні і зони з недостатнім освітленням. Регулярне обслуговування та перевірка справності цієї мережі є обов'язковим завданням для відповідальних осіб, що гарантує її надійність і ефективність.

Для вибраних професій, що працюють у цеху, наведено норми штучного освітлення робочих місць, що відповідають вимогам нормативних документів. Ці норми враховують специфіку роботи, необхідний рівень освітлення для забезпечення комфорту і безпеки працівників, а також технічні характеристики приміщень. Освітленість робочих місць ретельно контролюється, і в разі необхідності, проводяться заходи щодо поліпшення умов освітлення, включаючи заміну ламп, очищення світильників, та коригування їх розміщення.

Таким чином, забезпечення належного рівня освітленості на робочих місцях є одним з ключових аспектів, який сприяє підвищенню продуктивності праці, зменшенню кількості виробничих травм та забезпеченню загального комфорту і безпеки працівників на виробництві.

Таблиця 8.3. Допустимі норми освітлення

№	Професія	Точність зорової роботи	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Освітленість, лк	
					Комбінована: Газорозрядні лампи.	Загальна: Газорозрядні лампи.
1	Оператор БФА	Малої точності	V	в	400	200/150
2	Оператор гільйотинного механізму	Малої точності	V	в	400	200/150
3	Пекар	Малої точності	V	в	400	200/150

Розташування та безпечна експлуатація технологічного обладнання.

При розміщенні обладнання дотримані вимоги СНиП 2.09.02-85* «Виробничі будівлі» зі змінами № 1 від 21.10.2004 року. Відповідно до цих вимог, проходи між обладнанням з електроприводом та будівельними конструкціями повинні забезпечувати вільний підхід з усіх боків, з шириною проходів не менше 1 метра.

Усі рухомі, струмоведучі та обертові частини обладнання мають захисні огороження. Встановлено блокування огорожувальних частин із приводом та гільйотинним механізмом, яке забезпечує вимкнення електродвигуна та пневмопривода при знятті огорожень.

Забезпечення санітарно-побутовими приміщеннями

Територія цеху з виробництва галет, розташованого в складі хлібзаводу, відповідає вимогам ДБН В.2.2-28-2010. Для забезпечення санітарно-гігієнічних норм на хлібзаводі передбачені наступні побутові приміщення: роздягальні, душові, санвузли, кімната відпочинку та приміщення для прання спецодягу.

Побутові приміщення розташовуються в одній будівлі з виробничими і оснащуються припливно-витяжною вентиляцією. В адміністративному приміщенні хлібзаводу знаходяться медпункт і пункт громадського харчування.

Відповідно до нормативних вимог, необхідно передбачити гардеробну з індивідуальною шафою для кожного працівника. До гардеробних мають примикати душові. У гардеробних слід встановити по одному умивальнику. Вбиральня може бути загальною для чоловіків і жінок, але повинна мати закривається тамбур і умивальник.

Електробезпека

Бродильно-формувальна діляниця, відповідно до "Правил улаштування електроустановок" (ПУЕ), класифікується як зона підвищеної небезпеки через ризик ураження електричним струмом та умови виробничого середовища.

Для забезпечення електробезпеки необхідно здійснити наступні заходи:

- заземлення всіх металевих не струмопровідних елементів електрообладнання;
- швидкодіюче автоматичне захисне відключення у разі замикання на корпус електродвигунів приводу машини або їх перевантаження;
- захисне розділення мережі;
- блокувально-попереджувальна сигналізація з написами та плакатами;
- використання захисних засобів і пристроїв;
- проведення планово-попереджувального ремонту (ППР) та профілактичних випробувань електричного обладнання лише при відключеному електричному живленні;
- проведення організаційних заходів (навчання, інструктажі, атестація);
- захист від блискавки шляхом встановлення блискавковідводів на даху цеху.

Пожежна безпека

Територія бродильно-формувальної ділянки, яка є частиною цеху з виробництва галет, за вибухо-пожежною безпекою відноситься до категорії "В" відповідно до норм технологічного проектування, зазначених у НАПБ Б.03.002-2007. Ця категорія вказує на потенційно небезпечні умови, які можуть виникати в процесі роботи даної ділянки. Враховуючи це, необхідно приділити особливу увагу забезпеченню заходів безпеки, таких як правильне зберігання і обробка матеріалів, регулярні перевірки стану обладнання, дотримання встановлених норм і правил, а також проведення навчань та інструктажів персоналу з питань пожежної безпеки. Крім того, важливо забезпечити наявність та справність пожежної сигналізації, систем пожежогасіння, а також достатню кількість пожежних виходів та евакуаційних маршрутів. Регулярний моніторинг умов на ділянці допоможе своєчасно виявляти та усувати потенційні небезпеки, зменшуючи ризик виникнення аварійних ситуацій.

Ступінь вогнестійкості будівлі для основних цехів має бути не нижче III згідно з ДБН В 1.1-7-2002. Відповідно до ПУЕ, клас приміщення та зони вибухопожежної небезпеки відносяться до В-Па. Для своєчасного оповіщення про пожежу в цеху встановлена автоматична пожежна сигналізація, що використовує теплові пожежні оповіщувачі АТП-ЗМ. Для боротьби з пожежами в цеху передбачені первинні засоби пожежогасіння, які включають пожежні стволи з пожежними рукавами, внутрішні пожежні трубопроводи, вогнегасники, лопати, відра, сухий пісок, азбестові ковдри, а також інструменти для розбирання будівельних конструкцій.

Розрахунок необхідної кількості води для трьох часового пожежогасіння.

$$G = \frac{3 \cdot 3600 \cdot (n_1 + n_2)}{1000}, (\text{м}^3);$$

3 – розрахунковий час гасіння пожежі, в годинах;

3600 та 1000 – коефіцієнти для переведення годин в секунди і літрів в метри кубічні відповідно.

n_1 – витрата води на внутрішнє пожежогасіння, у літрах за секунду;
 $n_1=5$ л/с;

n_2 – витрата води на зовнішнє пожежогасіння, у літрах за секунду, виходячи з того, що відділення відноситься до категорії "В", має ступінь вогнестійкості "III", та об'єм приміщення рівний:

$$V_{\text{пр}}=L \times S \times H$$

де L- довжина; S- ширина; H- висота цеху;

$$V_{\text{пр}}=101 \times 60 \times 6=36360 \text{ м}^3, \text{ то } n_2=15 \text{ л/с.}$$

$$G = \frac{3 \cdot 3600 \cdot (5 + 15)}{1000} = 216 \text{ м}^3;$$

Для пожежогасіння необхідно мати резервуар об'ємом не менше 216

м³.

У випадку пожежі або інших надзвичайних ситуацій у цеху повинно бути не менше двох шляхів евакуації для людей. Виходи розташовуються на протилежних сторонах будівлі або розподілені по різних частинах. У випадку потреби одним з шляхів евакуації може бути вікно з пожежною драбиною або сходами, які ведуть на подвір'я.

1. Додаткові захисні бар'єри біля небезпечних рухомих частин обладнання.
2. Впровадження технічних пристроїв для захисту від ураження електричним струмом.
3. Встановлення системи централізованого контролю та колективного захисту.
4. Забезпечення оптимальних умов мікроклімату у приміщенні.
5. Створення кабінетів з питань безпеки та лабораторій з техніки безпеки.

ВИСНОВКИ

Ця кваліфікаційна робота пропонує заміну морально і фізично застарілого обладнання для замішування та виброджування тіста на більш продуктивне, економічне та сучасне.

Запропоноване нами обладнання є вирішенням проблеми, яка існує в сучасній промисловості, а саме відсутності ефективних конструкцій безперервних змішувально-бродильно-формувальних агрегатів. Впровадження спроектованого та розробленого нами обладнання дозволить значно покращити виробничий процес. Завдяки цьому обладнанню стане можливим впровадження у виробництво прискорених методів приготування тіста, які включають заміс і виброджування, що дасть можливість впровадження механізованого потокового виробництва. Це призведе до оптимізації виробничих процесів, підвищення продуктивності, зниження витрат на експлуатацію та електроенергію, а також до покращення якості готової продукції. Таким чином, наш агрегат не лише забезпечить інноваційний підхід до виробництва тіста, але й стане важливим елементом у процесі модернізації хлібопекарної промисловості.

Впровадження такого обладнання дозволяє досягти значної механізації та автоматизації виробничого процесу. Це сприяє покращенню кількісних та якісних показників виходу продукції, а також зменшенню собівартості готових виробів. Завдяки впровадженню розробленого обладнання фізична людська праця замінюється механічною, що підвищує культуру та якість праці на підприємстві. Такі зміни є першочерговими завданнями хлібопекарської промисловості. Обладнання характеризується високим ступенем автоматизації і виготовляється з екологічно чистих матеріалів, що робить його не лише ефективним, але й безпечним для навколишнього середовища.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Теличкун В.І.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Білик Я.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> ВИСНОВКИ	200272.ДП.18.000.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 77

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Тарельник В.Б., Коноплянченко Є.В., Зубко В.М. Галузеве машинобудування. – К.: Вища освіта, 2023. — 468 с.
2. Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій : зб. наук. праць / наук. ред. В. І. Моссаковський. – Дніпропетровськ : Навч. кн., 1999. – 215 с.
3. Оболкіна В. І., Дудко С. Д., Сидорченко Є.Б., Кожанов Ю.Г. Борошняні кондитерські вироби: технологія та устаткування. – 2021. –350 с.
4. Гвоздєв О.В., Ялпачик Ф.Ю., Олексієнко В.О. Машини та обладнання хлібопекарського виробництва. – К.: Вища освіта, 2010. — 307 с.
5. Черевко О.І., Поперечний А.М. Процеси і апарати харчових виробництв. – К.: Світ книг, 2019. — 496 с.
6. Патент на корисну модель 25943 Україна, МПК А21С11/08, А21С/13/00; Бродильно-формуєчий агрегат / Теличкун В.І., Чепелюк О.О., Шкляр С.В., Теличкун Ю.С., Губеня О.О.; НУХТ. - Заявл.27.04.2007 ; Опубл. 27.08.2007, Бюл. №13.
7. *Дробот В.І.* Довідник з технології хлібопекарського виробництва: Навч. посіб. — К.: Руслана, 1998. — 416 с.
8. Ковбаса В.М., Дорошевич А.М., Хіврич Б.І. Застосування екструзії у виробництві нових харчових продуктів. – К.: Укр.ІНТЕІ., 1995. – 64 с.
9. Войналович О., . Марчиниша Є. Охорона праці в галузі. Харчові технології. — К.: ЦУЛ, 2018. —582 с.
10. Розрахунки обладнання підприємств переробної та харчової промисловості / за ред. Мирончука В. Г./ Підручник – Вінниця :Нова книга, -2004.- 288 с.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Теличкун В.І.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Білик Я.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	200272.ДП.18.000.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 78

11. *Російсько-український* словник технічних термінів у хлібопекарському, кондитерському та макаронному виробництвах / Уклад. О.А. Руденко-Грицюк. — К.: УДУХТ, 1998. — 26 с.
12. *Технологічне* обладнання хлібопекарських і макаронних виробництв / За ред. О.Т. Лісовенка. — К.: Наук, думка, 2000. — 282 с.
13. *Технологическое* оборудование хлебопекарных и макаронных предприятий / Под ред. С.А. Мачихина. — М.: Агропромиздат, 1986. — 263 с.
14. *Методичні* вказівки до виконання курсового проекту з обладнання хлібопекарського, макаронного та кондитерського виробництва для студентів спец. 7.06 всіх форм навчання / Уклад. І.М. Литовченко / — К.: КТ1ХП, 1992. — 27 с.
15. Башта А.В. Опір матеріалів у розрахунках на міцність, жорсткість і стійкість / — К.: НУХТ, 2008. — 215с.
16. Food and Feed Extrusion Technology: An Applied Approach to Extrusion Theory 2nd ed. Edition. By D.Forte. G.Young. 2010. – 366 p.
17. ZPM Mixer continuous mixing system [Електронний ресурс] / WP bakery group, 2018 – Режим доступу: http://www.wpib.de/fileadmin/downloads/broschueren/wpib/ZPM_Kneter-gb.pdf
18. Exact mixing by reading bakery systems [Електронний ресурс]/ Markel food group, 2018 – Режим доступу: <http://www.exactmixing.com/models/mx-continuous-mixer.html>
19. Camozzi [Електронний ресурс]/ Camozzi , 2018 – Режим доступу: <http://catalog.camozzi.ua/#!d01d03s05p01>
20. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості /за ред. Мирончука В. Г./ Підручник – Вінниця :Нова книга , 2007.- 648с.
21. Борозенець Г.М., Павлов В.М., Семак І.В. Деталі машин. — К.: Кондор, 2021 —220 с.

22. Технологічне обладнання харчових виробництв: Навчальний посібник / В.І. Теличкун, Ю.С. Теличкун, О.О. Губеня, С.В. Стефанов, С.Т. Дамянова. – Київ: Видавництво «Сталь», 2023. – 634 с.
23. Запорожець О. Основи охорони праці. — К.: ЦУЛ, 2021 — 264 с.

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	К-сть	Примітка																									
				<u>Документація</u>																											
A1			200272.ДП.00.00.000 СК	Загальний Вигляд																											
				<u>Складальні одиниці</u>																											
		1	200272.ДП.01.00.000	Вал замісу	1																										
		2	200272.ДП.02.00.000	Вал виброджування нагнітання	1																										
		3	200272.ДП.03.00.000	Кулачок	1																										
		4	200272.ДП.04.00.000	Шнек замісу	1																										
		5	200272.ДП.05.00.000	Стрічковий шнек	1																										
		6	200272.ДП.06.00.000	Шнек нагнітання	1																										
		7	200272.ДП.07.00.000	Зубчасте колесо	1																										
<table border="1"> <tr> <td>Відповідальна організація НУХТ</td> <td>Технічне узгодження Теличкун В.І.</td> <td>Розробник документа Білик Я. В.</td> <td>Документ затверджено Гавва О.М.</td> <td colspan="2">Масштаб 1:1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" rowspan="2">Власник документа НУХТ</td> <td colspan="2">Вид документа Специфікація</td> <td colspan="3">Статус документа</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Назва, додаткова назва Робочі органи</td> <td colspan="3">200272.ДП.00.00.000 СП</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>Інд. змін.</td> <td>Дата видання</td> <td>Мова UA</td> <td colspan="2">Аркуш 1/1</td> </tr> </table>							Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Теличкун В.І.	Розробник документа Білик Я. В.	Документ затверджено Гавва О.М.	Масштаб 1:1		Власник документа НУХТ		Вид документа Специфікація		Статус документа			Назва, додаткова назва Робочі органи		200272.ДП.00.00.000 СП					Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/1	
Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Теличкун В.І.	Розробник документа Білик Я. В.	Документ затверджено Гавва О.М.	Масштаб 1:1																											
Власник документа НУХТ		Вид документа Специфікація		Статус документа																											
		Назва, додаткова назва Робочі органи		200272.ДП.00.00.000 СП																											
		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/1																										