

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

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

«04» 06 2024р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
Олександр ГАВВА
(підпис) (ім'я та прізвище)

«04» 06 2024р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності 133 "Галузеве машинобудування"
(код та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми Інжиніринг харчових та біотехнологічних
виробництв
на тему: Модернізація тістомісильної машини безперервної дії
продуктивністю 1200 кг/год) з метою підвищення продуктивності та якістю
процесу

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

Власій Ірина Василівна
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник Теличкун Володимир Іванович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти Юрій БОЙКО
(ім'я та прізвище) (підпис)

(ім'я та прізвище) (підпис)

(ім'я та прізвище) (підпис)

Рецензент _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

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

Здобувач _____
(підпис)

Київ - 2024р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут *ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого*

Кафедра *Машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв*

Освітній ступінь *бакалавр*

Спеціальність *133 «Галузеве машинобудування»*

(код і назва)

Освітньо-професійна програма *Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв*

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МАХФВ

Олександр ГАВВА

“05” квітня 2024 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Власій Ірина Василівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Модернізація тістомісильної машини безперервної дії продуктивністю 1200 кг/год з метою підвищення продуктивності та якості процесу*

керівник роботи *Теличкун Володимир Іванович. проф.к.т.н.*

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

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

2. Строк подання здобувачем роботи *04 червня 2024 р.*

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

література

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

5. Перелік графічного матеріалу

Загальний вигляд тістомісильної машини безперервної дії, камера пластифікації, деталювання тістомісильної машини безперервної дії

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач

_____ (підпис)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Ірина ВЛАСІЙ

_____ (ім'я та прізвище)

Володимир ТЕЛИЧКУН

_____ (ім'я та прізвище)

Анотація.....	4
Вступ.....	6
1. Аналіз конструкції тістомісильних машин безперервної дії.....	8
2. Опис конструкції і будови нової машини	18
3. Техніко-економічне обґрунтування проекту.....	22
4. Вибір конструкційних матеріалів.....	24
5. Розрахункова частина.....	26
5.1. Розрахунок продуктивності тістомісильної машини.....	26
5.2. Розрахунок балансу енерговитрат.....	29
5.3. Кінематичний розрахунок приводу	32
5.4. Розрахунок шпонки.....	34
5.5. Вибір підшипника	36
5.6. Підбір і розрахунок муфти.....	38
5.7. Розрахунок циліндричної передачі.....	40
6. Технологія виготовлення вала	43
7. Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту машини.....	58
8. Охорона праці.....	62
Висновки.....	83
Список використаної літератури.....	84
Додатки.....	85

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Теліжкін В.І.</i>	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Власів І.В.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> Зміст	200273.КР.19.00 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> 3

Анотація

Проект передбачає реконструкцію тістомісильної машини безперервної дії, яка проводиться з метою заміни фізично та морально застарілого обладнання на більш продуктивне та прогресивне. У проекті прораховано та детально розроблено конструкцію важливої складової лінії виробництва батону – тістомісильної машини. Проведено розрахунки та обрано найбільш прийнятну конструкцію робочих органів машини. Впровадження обладнання в лінію виробництва хлібобулочних виробів призводить до збільшення прибутку і якості продукції по лінії в цілому.

Ключові слова: тістомісильна машина, тісто, змішування, борошно, модернізація.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Телюкун ВІ</i>	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Власів ІВ</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> Анотація	200273.КР.19.01 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> 4

Abstract

The project involves the reconstruction of a continuous dough kneading machine, which is carried out with the aim of replacing physically and morally outdated equipment with more productive and progressive ones. The project calculated and developed in detail the design of an important component of the bread production line - the dough kneading machine. Calculations were made and the most suitable design of the machine's working bodies was chosen. The introduction of equipment into the production line of bakery products leads to an increase in profit and the quality of products on the line as a whole.

Key words: dough machine, dough, mixing, mixing, modernization.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Теляжук В.І.</i>	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Власій ІВ.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> АНОТАЦІЯ	200273.КР.19.01 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

Вступ

Хлібобулочні вироби займають важливе місце в харчуванні населення. У зв'язку з цим стоїть завдання повніше задовольняти потреби населення в цій продукції, постійно підвищувати її якість, мінімізуючи при цьому витрати сировини та енергії.

Вирішальне значення для покращення ефективності виробництва і, насамперед, підвищення продуктивності праці в хлібопекарській промисловості впроваджується нова техніка, яка сприяє інтенсифікації технологічних процесів, скороченню тривалості виробничих циклів і зниженню технологічних витрат сировини.

У цьому напрямку перспективним є використання нових тістомісильних машин з підвищеною інтенсивністю механічної дії на тісто. Застосування таких машин дає змогу комплексно механізувати й автоматизувати процес приготування тіста, а також забезпечити регулювання інтенсивності замішування й тривалості бродіння залежно від властивостей борошна.

Удосконалення тістоприготувального обладнання, крім того, має забезпечити можливість його роботи у дві зміни та з зупинками у вихідні дні. При оснащенні нових ліній технологічним обладнанням потрібно враховувати можливість переробки борошна з різними хлібопекарськими властивостями.

При замішуванні, крім раціональної механічної дії, необхідно підтримувати оптимальну температуру і структуроутворення, які повинні забезпечити надходження поживних речовин до бактеріальних клітин і необхідний для бактерій волого- і газообмін..

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <small>Телчун В.І.</small>	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <small>Власій І.В.</small>	<i>Назва, додаткова назва</i> Вступ	200273.KP.19.01 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <small>Гавва О.М.</small>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 6

При ударі та інтенсивному впливі на таку суміш можна травмувати культуру бактерій і знизити її активність. Тому вибір і обґрунтування раціональних конструкцій тістомісильних машин і параметрів їх роботи повинні базуватися на глибоких знаннях властивостей технологічних сумішей і механізму впливу на них робочих механізмів машини. Крім того, при розробці тістомісильних машин слід враховувати питання, пов'язані з оптимізацією та регулюванням параметрів замісу при зміні рецептури та якості сировини. Прогресивними в цьому напрямку є конструктивні рішення, прийняті на машинах А2-ХТТ, ФТК-1000, І8-ХТМ, де можливе дистанційне регулювання робочих параметрів замісу і продуктивності.

1. Аналіз конструкції тістомісильних машин безперервної дії

Тістомісильні машини безперервної дії призначені для автоматизованого і неперервного змішування тіста або тістоподібних сумішей в промислових масштабах. Ось деякі основні аспекти конструкції таких машин:

- 1. Бак для змішування:** Центральною частиною конструкції є бак або резервуар, в якому відбувається змішування і розробка тіста. Він зазвичай має міцну конструкцію та обладнаний рухомими елементами, такими як змішувальні лопаті чи гаки.
- 2. Змішувальні елементи:** Механізм змішування може бути різним у різних моделях. Він може включати рухомі лопаті, гаки або інші пристрої для ефективного перемішування і змішування інгредієнтів.
- 3. Привід:** Тістомісильні машини безперервної дії зазвичай обладнані потужним електродвигуном, який забезпечує рух змішувальних елементів.
- 4. Керування:** Деякі моделі можуть мати вбудовані панелі керування для налаштування швидкості змішування, таймерів та інших параметрів процесу.
- 5. Матеріали конструкції:** Конструкція зазвичай виготовляється зі стійких до корозії матеріалів, таких як нержавіюча сталь, для забезпечення тривалого терміну служби та відповідності стандартам санітарії та гігієни.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Тельчук В.І.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Власій І.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Аналіз конструкції тістомісильних машин безперервної дії	200273.KP.19.01 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.		<i>Інд. змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 8

6. **Система подачі інгредієнтів:** Деякі моделі можуть бути обладнані автоматизованою системою подачі інгредієнтів, яка дозволяє автоматично додавати воду, масло, борошно та інші компоненти до змішувального бака.
7. **Безпека:** Важливим аспектом конструкції є системи безпеки, такі як захисні ковпачки на рухомих частинах, автоматичні вимикачі у разі перевищення температур або надмірного навантаження.

Аналіз конструкції тістомісильних машин безперервної дії може різнитися залежно від виробника та конкретної моделі, проте ці основні аспекти визначають їхню ефективність та функціональність в промислових умовах.

З технологічних міркувань тістомісильні машини повинні мати допустиму конфігурацію місильного органу і таку частоту його обертання, щоб забезпечувала інтенсивний заміс за короткий час. Частота обертання робочого органу повинна регулюватися в залежності від виду оброблюваного матеріалу.

Тістомісильні машини безперервної дії появились в промисловості відносно недавно. В нашій країні такі машини були запропоновані в 1947 році. Через багатостадійність процесу замісу хлібного тіста багато тістомісильних машин мають декілька камер із застосуванням різних місильних органів. В одній тістомісильній машині застосовуються робочі органи, які відносяться до різних типів змішувачів. Камери циліндричної форми чи її елементи мають всі машини

Розглянемо кілька конструкцій розповсюджених тістомісильних машин безперервної дії закордонного та вітчизняного виробництва.

Тістомісильна машина Х-12 відноситься до тихохідних однокамерних машин. Призначений для замішування пшеничного та житнього тіста, продуктивністю до 20 т/добу. Він широко використовується завдяки простоті конструкції та обслуговування.

Машина складається (рис. 1.1) з напівциліндричної змішувальної ємності 5, в центрі якої розташований міцний вал 4 з лопатями 3. «Зверху знаходиться корито закривається відкидною кришкою».

В машину борошно подається через «прямокутний патрубок» 1, обладнаний 2 ємнісними показчиками рівня. Дозування борошна здійснюється роторним живильником, що приводиться в рух від головного вала за допомогою кривошипно-шатунного механізму і клиновим фрикційним храповиком..

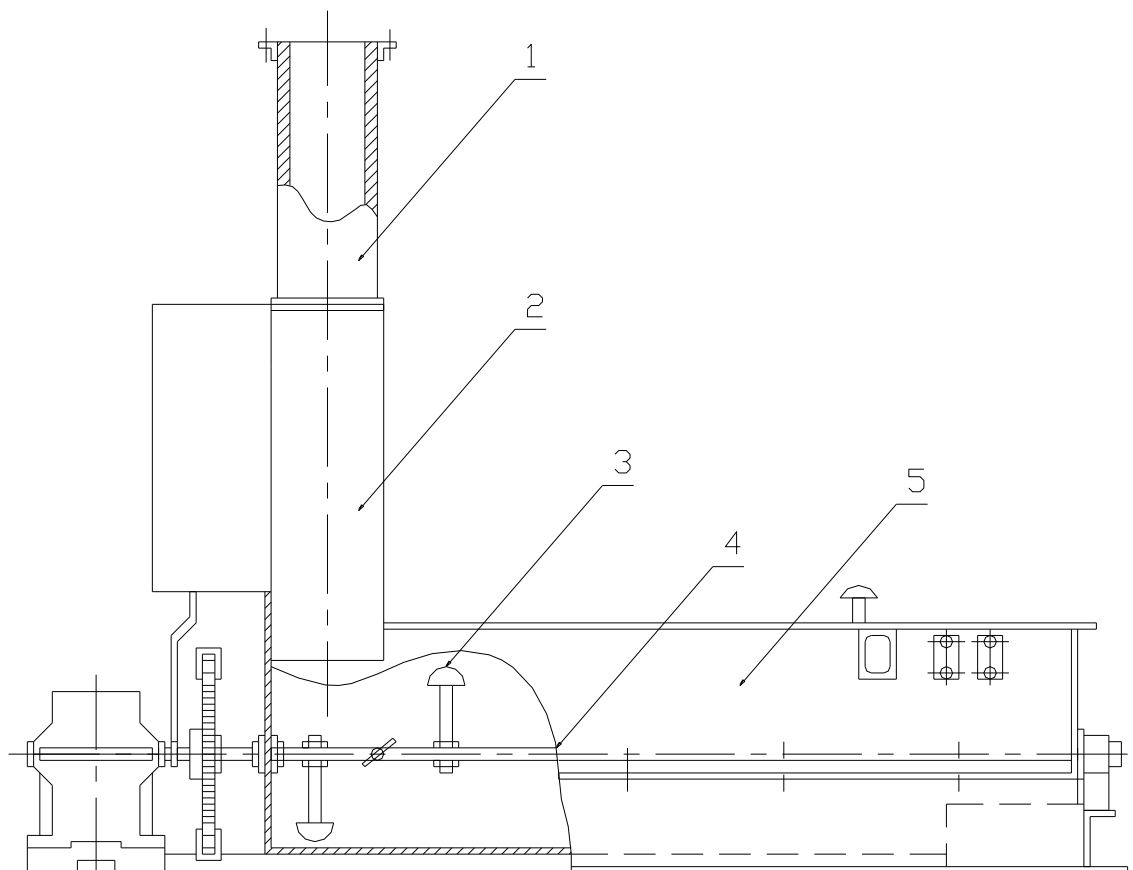


Рис. 1.1. Тістомісильна машина Х-12.

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

Над живильником встановлений зворушувач, він робить коливальні рухи через систему ричагів. Виходить тісто з машини через патрубок 6. Машинний привід здійснюється від електродвигуна через редуктор⁷ і зубчасту передачу. На головній панелі розташовані чотири кранові дозатори рідких компонентів.

Машина працює так. Всі компоненти малими дозами з дозаторів безперервно подаються в передню частину жолоба 5, відокремлену порогом, переміщуються лопатями 3 (закріпленими під кутом валу) і переміщуються по жолобу. У міру просування маси розвантажувального патрубку 6 вона переміщується і пластифікується.

Санітарна обробка машини проходить без розбирання, що не зручно. Слабкий рух тесту є недоліком машини, значні коливання складу через ненадійну роботу систем дозування та відсутність пристроїв регулювання швидкості обертання місильного валу та тривалості замісу.

Вища частота обертання місильного валу обмежена 48 об/хв, а інтенсивність механічного впливу обмежена силою, що виникає в результаті тертя тесту стінки місильної камери. Тому в цьому випадку неможливо збільшити інтенсивність замісу за рахунок збільшення частоти обертання валу. Тому для покращення замішування можна подовжити місильну ванну та збільшити кількість лопатей. Крім того, за рахунок зменшення робочої площі місильних лопатей або установки гальмівних лопатей на стінках місильної корита можна збільшити частоту обертання місильного валу та інтенсивність замісу.

Тістомісальна машина А.А. Хренова відноситься до високошвидкісних одновальних машин. Призначений для замісу житнього та житньо-пшеничного тіста. У напівциліндричному корпусі 1 (рис. 1.2.) у центрі розташований вал з трапецієподібними лопастями 2, закріпленими вздовж валу на гвинтовій твірній. На кінці валу встановлений «шнек 4», поміщений у циліндричний «патрубок 5», що закінчується шарнірним «клапаном 6». У ємності встановлена перегородка 3 для запобігання витіканню рідини. Для подачі борошна та рідин рідких компонентів

використовуються труби 7 і 8. Тісто замішується досить інтенсивно завдяки високій швидкості обертання місильних лопастей. Відносно невелика площа місильних лопастей дозволяє замішувати на високих швидкостях без затування всієї маси компонентів. При цьому перший етап замішування - змішування компонентів - відбувається швидше і більш досконало, а другий етап, який здійснюється однотипними лопатями, дозволяє інтенсивно замішувати з відносно низькими енерговитратами. Певним недоліком цієї машини є те, що неможливо самостійно регулювати інтенсивність дії місильних лопатей по зонах. Крім того, на машині ще не вирішені питання щодо очищення робочої камери та шнека від тіста тощо.

Суттєвою перевагою є компактність і висока продуктивність машини. Завдяки шнеку в кінці замісу забезпечує деяку пластифікацію тіста.

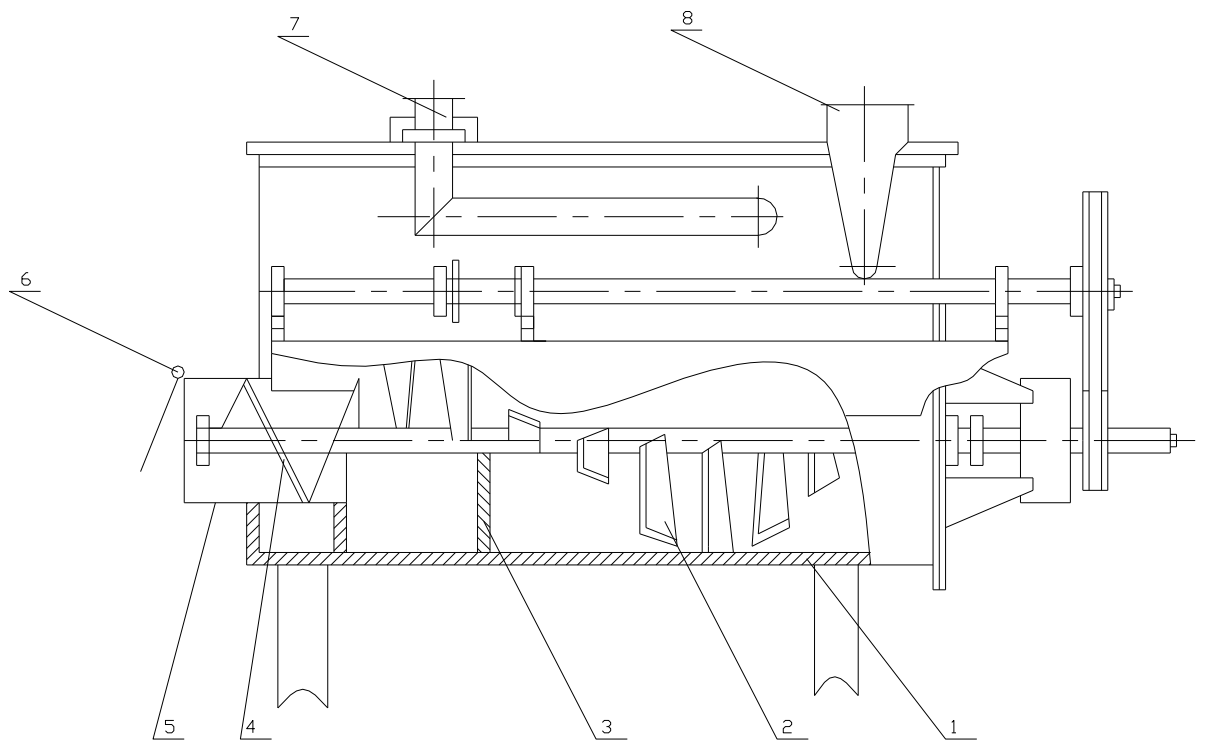


Рис. 1.2. Тістомісильна машина Хренова

Тістомісильна машина ФТК-1000 (рис. 1.3.) розроблена в Венгрії.

Тістомісильна машина ФТК-1000 - це обладнання, що використовується у харчовій промисловості для змішування тіста або тістоподібних продуктів. Вона має ряд функцій та характеристик, які роблять її ефективним інструментом для виробництва хліба, випічки, піци та інших харчових продуктів.

Основні особливості тістомісильної машини ФТК-1000 можуть включати:

1. Велика ємність: Ця машина зазвичай має великий бункер або ємність для змішування великих обсягів тіста.
2. Різноманітність налаштувань: Вона може мати різні режими і швидкості змішування для різних типів тіста або для досягнення певної консистенції продукту.
3. Автоматизація: Деякі моделі можуть бути повністю автоматизованими з програмованими режимами роботи, які дозволяють налаштовувати час, швидкість і інші параметри.
4. Надійність і безпека: Машини такого типу зазвичай мають міцну конструкцію та високі стандарти безпеки, щоб уникнути травм чи аварійних ситуацій.
5. Легке очищення: Багато моделей обладнані механізмами для швидкого і ефективного очищення після використання.

Ці тістомісильні машини широко використовуються у великих кулінарних підприємствах, хлібобулочних фабриках, пекарнях та ресторанах для виробництва великих обсягів випічки. Якщо вам потрібна додаткова інформація про конкретну модель ФТК-1000, рекомендую звернутися до виробника або пошукати технічні характеристики в Інтернеті.

Тістомісильна машина ФТК-1000 має циліндричну камеру 3 порівняно невеликого діаметру (200 мм), з сорочкою водяного охолодження. На внутрішній поверхні камери закріплені штифти. Камера відкривається для чищення двома половинами, що обертаються на шарнірі. До основного валу 1 прикріплені змішувальний шнек і насадка з лопатями 5. Месильна камера закінчується конічним соплом 6, що переходить в пластифікуюче сопло 7. При обертанні місильного валу з частотою 200 об/хв машина забезпечує продуктивність до 100.

Машина компактна, високонадійна та зручна для огляду, чищення та ремонту.

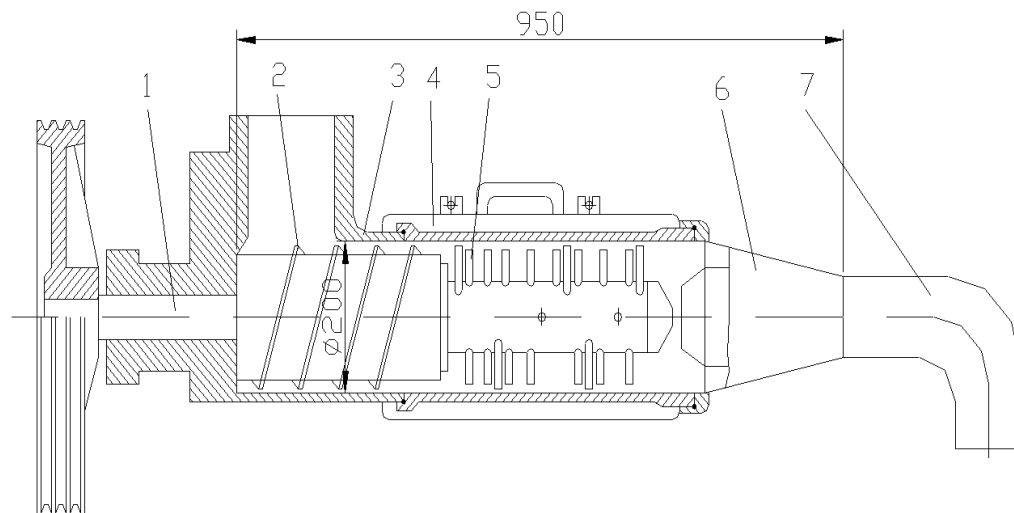


Рис. 1.3. Тістомісильна машина ФТК-1000.

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

Тарілчастий змішувач И8-ХТМ КТІХП

Тарілчастий змішувач И8-ХТМ КТІХП (И8-ХТМ) - це пристрій, який використовується для змішування різних рідин або розчинів. Він зазвичай використовується у промислових, хімічних або лабораторних процесах, де потрібно точно дозувати і змішувати рідини для досягнення певного результату.

И8-ХТМ може мати різні конструкції та характеристики в залежності від конкретної моделі та виробника. Однак загальний принцип роботи полягає в тому, що він має систему каналів, клапани і резервуарів, які дозволяють регулювати потік рідин та їхнє співвідношення в змішуваному потоці. Цей змішувач може мати різні застосування, включаючи хімічні процеси, виробництво ліків, харчову промисловість, аналіз лабораторних проб тощо.

Призначений для приготування опар, заквасок, борошняних поживних сумішей, а також інших компонентів вологістю 65-95%.

Змішувач (рис. 1.4) складається з робочої камери, виготовленої у вигляді двох циліндрів різного діаметра. У ньому розташований головний консольний вал зі змішувальними елементами. Перша камера попереднього змішування меншого діаметра, в якій на робочому валу закріплені циліндричні стрижні, розташовані по гвинтовій лінії, друга камера гомогенізації великого діаметра, в ній на валу встановлені робочі тарілки, що забезпечують високу інтенсивне змішування. Борошно в камеру подається через насадку за допомогою стандартного поворотного дозатора А2-ХТТ з індивідуальним приводом та пристроєм незалежного регулювання подачі. Рідкі компоненти подаються до розподільного пристрою через сопло. Суміш виходить через зливний патрубок, оснащений шнековим пристроєм, що забезпечує регулювання тривалості змішування шляхом зміни рівня суміші робочої камери. Сітка служить для стабілізації рівня зливу. На корпусі міксера є віконце для спостереження за роботою. Привідний електродвигун розташований у тумбочці.

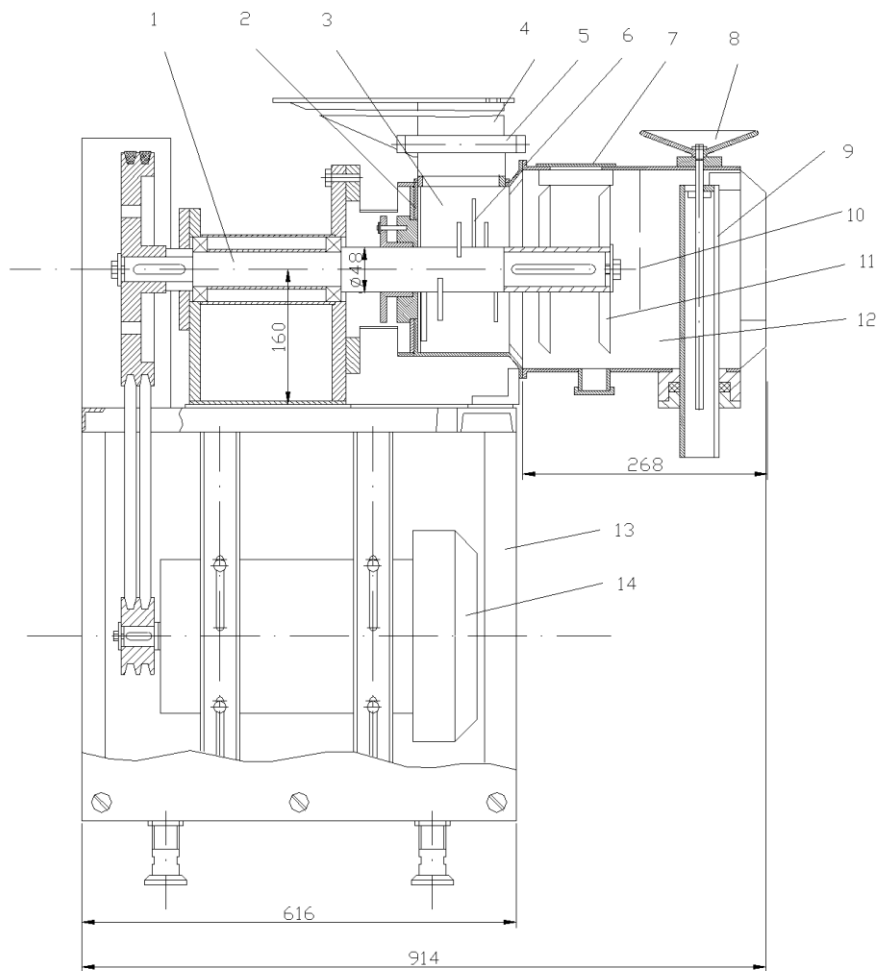


Рис. 1.4. Тарілчастий змішувач И8-ХТМ КТІХП

1-головний вал; 2-корпус робочої камери; 3-камера попереднього змішування; 4-патрубок подачі борошна; 5-патрубок для подачі рідких компонентів; 6-стержні; 7-вікно; 8-гвинтовий пристрій; 9-зливна труба; 10-заспокійлива решітка; 11-робоча тарілка; 12-камера гомогенізації; 13-станина; 14-привідний електродвигун.

Робота міксера ефективна на бактеріальних середовищах, що містять дріжджі, молочну кислоту, оцтову кислоту та інші мікроорганізми. Високий рівень дисперсності суміші забезпечується за короткий час (80-180 с). При цьому тривалість перемішування можна змінювати за допомогою реверсивного двигуна з дистанційним керуванням. Інтенсивність перемішування регулюється тиристорним приводом від 3 до

30 с-1. Частота обертання реєструється автоматичним тахометром «ЭТА-3А» на цифровому табло.

Є ще один варіант приводу із використанням додаткового клинового варіатора. Таким чином, змішувач можна налаштувати на раціональний режим роботи та включити до схеми автоматизації. Ця машина максимально відповідає сучасному технічному рівню і може бути включена до системи з автоматичним регулюванням параметрів процесу

2. Опис конструкції і будови нової машини

Недоліки існуючої конструкції

На даний момент конструкції тістомісильних машин періодичної дії, включаючи оригінальну конструкцію машини А2-ХТТ, мають певні недоліки. До них можна віднести обмежену інтенсифікацію процесу замішування та обмежену можливість регулювання цього процесу.

Замішування в оригінальній машині А2-ХТТ відбувається послідовно у двох камерах одновальної системи. У першій камері здійснюється перемішування за допомогою чотирилопатевого диска, а у другій - за допомогою плоских дисків та гальмівних сегментів. Потім тісто переміщується у щілині між плоским диском та гальмівними сегментами за рахунок знакопостійних зрушувальних деформацій, що створює сприятливі умови для орієнтації та формування частинок клейковинного скелету. Проте ця операція дещо передчасна, оскільки вона відбувається протягом 20-45 секунд від початку процесу, коли білкові частки борошна ще не успіли поглинути вологу по всьому перерізу часток і не пройшли процес їх гідратації.

Інтенсивність замішування за такої конструкції залежить від сили прилипання тіста до диску, що головним чином визначається вологістю тіста, його температурою та якістю білковини борошна, і не регулюється жодними пристроями, що унеможлиблює використання переваг машини для управління процесом.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Телюкун ВІ</i>	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник</i> <i>Ілкіментл</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> <i>Опис конструкції і будови</i> <i>нової машини</i>	200273.KP.19.02 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> 18

Мета та шляхи модернізації машини

Метою проведення модернізації машини є зміна режиму замішування на другій стадії процесу. Оскільки заміна кінематичної схеми та приводу машини не є виправданим з економічних міркувань, ми плануємо замінити робочі органи. Замість плоских дисків, які не демонстрували оптимальні результати, ми плануємо встановити шестипластинчасті хрестовини (див. рис.2.2). Така конструкція менш залежна від якості борошна, краще піддається управлінню процесом та дозволить отримати на виході тісто вищої якості..

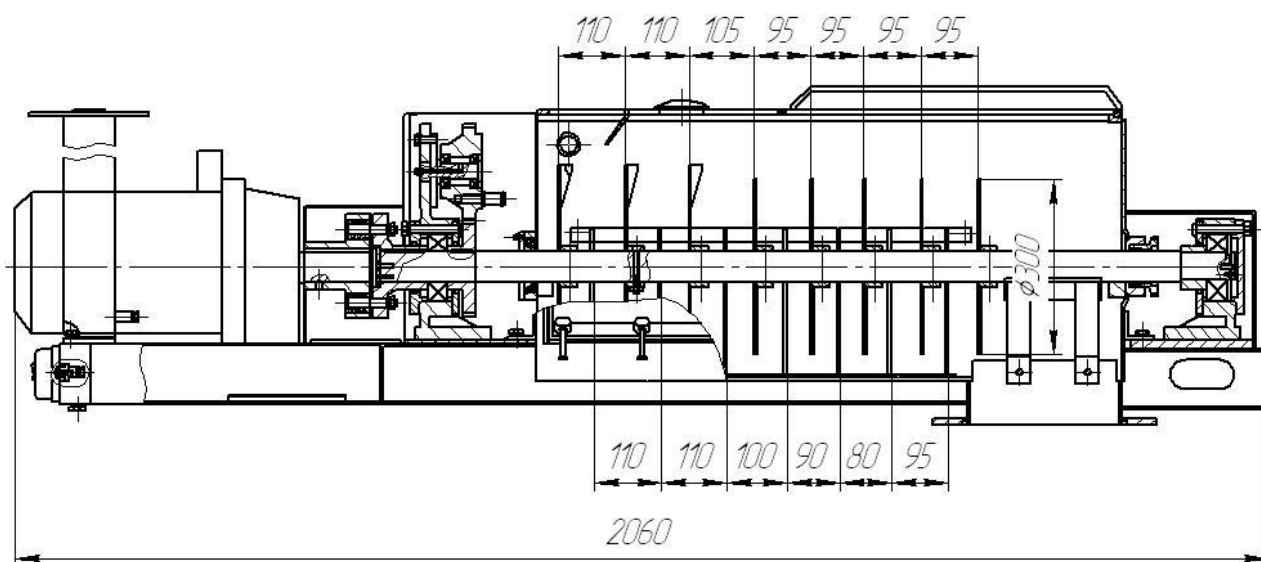
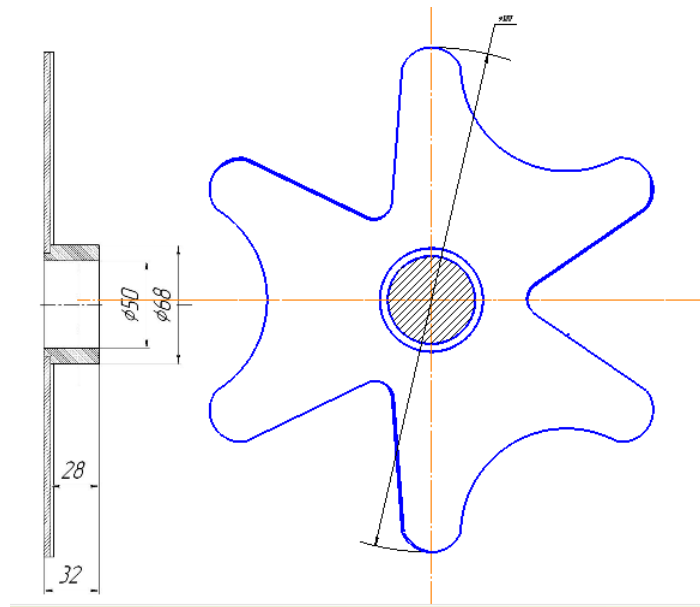


Рис. 2.1. Реконструйована тістомісильна машина А2-ХТТ

Наші нові хрестовидні лопаті відзначаються значним покращенням якості замішування. Їх оптимальна форма дозволяє тісту рівномірно переміщуватися та змішуватися у кориті, що позитивно впливає на результат. Додатково встановлені контропаті підсилюють цей ефект, забезпечуючи ще більшу однорідність змішування. Результати додаткових обчислень підтверджують збільшення енергії, витраченої на замішування, та покращення структури тіста порівняно зі стандартними машинами.



Шпонака

Опис конструкції модернізованої машини

Тістомісильна машина А2-ХТТ складається з комплексу механізмів, що забезпечують дозування муки, її змішування з рідкими компонентами і заміс опари чи тіста. Ця модель призначена виключно для обробки пшеничного тіста та опари.

Процес замішування в машині відбувається завдяки систематичним зсувним деформаціям, що виникають у тісті під дією місильних органів - лопатей, та гальмівних лопатей, розташованих на відповідній відстані від них. Це створює умови для орієнтації клейковинного скелету тіста в одному напрямку - у площині обертання лопатей.

Складається машина з напівциліндричної місильної ємності, вздовж якої проходить місильний вал 2 (рис. 2.3.) з закріпленими на ньому лопастевими місильними механізмами 3, які утворюють зону попереднього змішування; крім того на валу закріплені шести пластинчасті лопаті-хрестовини 5, які утворюють зону пластифікації. Між хрестовинами встановлені гальмівні лопасті 4. Вал машини опирається на шарикопідшипники, які закріплені в корпусі на кориті. В торцевих стінках корпусу машини є ущільнення, які складаються з манжети та скребка,

виконаного у вигляді пластини. Вал машини закріплений всередині місильної камери в точці з'єднання вала і корпусу. Верхня частина місильної ємності закривається кришкою, обладнаною вікном із прозорого оргскла, що дозволяє спостерігати за процесом замішування. Крім того, у кришці є спеціальний отвір для подачі рідких опар, який може бути закритий за необхідності.

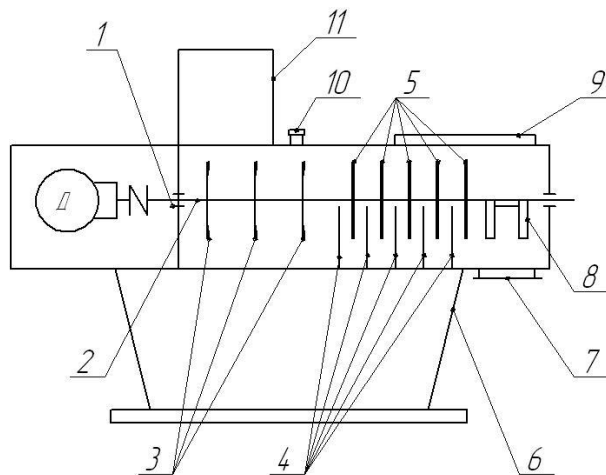


Рис. 2.3. Принципова схема реконструйованої тістомісильної машини А2-ХТТ

На бокових поверхнях місильної ємності є отвори для подачі рідких компонентів. Вихід готового тіста здійснюється через патрубок .

На корпусі тістомісильної машини встановлюється дозатор муки. Привід машини здійснюється від мотор-редуктора, який з'єднаний з місильним валом за допомогою муфти.

Принцип роботи машини полягає у такому: борошно та рідкі компоненти подаються зверху в змішувальну камеру через дозатори, де вони ретельно перемішуються лопатевими місильними органами та отримують імпульси для осьового зміщення. Подальше перемішування тіста відбувається у щілинах між хрестовинами та гальмівними лопатями, що створює умови для орієнтації та формування частинок клейковинного скелету. На виході з камери тісто намотується на вал, з якого воно знімається за допомогою ножа і направляється в патрубок.

3. Техніко-економічне обґрунтування проекту

Хлібопекарська промисловість є основою багатьох галузей харчової промисловості і має великий вплив на народне господарство України.

У загальному балансі виробництва споживчих товарів хліб займає понад 13%. Вона завжди була і повинна залишатися основою раціону харчування населення України.

В умовах сучасного ринку виживають лише ті, чия продукція якісніша та дешевша за аналогічну продукцію конкурентів. Цього важко досягти без використання сучасних технологій та обладнання. Аналіз показав, що придбання сучасних дорогих технологічних ліній не завжди виправдовує очікування. Це відбувається через недостатньо кваліфікований обслуговуючий персонал, невідповідність стандартів води, сировини, електроенергії. Тому вітчизняному виробництву вигідніше створювати або модернізувати наявне обладнання безпосередньо в Україні. Це набагато дешевше і практичніше.

Розроблена тістомісильна машина призначена для замісу пшеничного тіста, машина розроблена згідно з наукових розробок кафедри "Машин і апаратів харчових виробництв" (МАХВ) Національного університету харчових технологій.

Нова тістомісильна машина має наступні переваги:

- проста в конструкції та управлінні, що не вимагає високої кваліфікації обслуговуючого персоналу;
- використання принципово нових місильних лопатей підвищується якість тіста, а й відповідно і готової продукції, зменшується тривалість процесу виробництва хліба «зменшення

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Теліжун В.І.</i>	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Власці І.В.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> Техніко-економічне обґрунтування проекту	200273.KP.19.03 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> 22

тривалості бродіння за рахунок тонкого перемішування»,

- Машина базується на теоретичних розробках, експериментальних дослідженнях і сучасних концепціях раціонального процесу, використано математичну модель та сучасні розрахунки за допомогою комп'ютерних технологій. У ній використовуються лопаті з високим коефіцієнтом корисної дії (ККД), які практично не нагрівають тісто.
- Конструкція тістомісильної машини дозволяє здійснювати санітарну обробку після завершення роботи..

Таким чином, економічно доцільно та технічно можливо виконання проекту .

4. Вибір конструкційних матеріалів

У виробництві апаратів широко використовуються сталі різних марок, які регламентуються стандартом ГОСТ 5632-72. У деяких випадках вигідно використовувати труби з високоякісної жаростійкої низковуглецевої хромистої ферритної сталі 08X17T, яка відповідає встановленим стандартам і може застосовуватися для зварних конструкцій. Сталь 45 забезпечує високу міцнісні і пластичну властивості, що робить її ефективною альтернативою чавунам. Труби цієї сталі можна використовувати для транспортування води, повітря, газів та інших рідин, враховуючи певні обмеження.

Сталь 45 володіє стійкістю до ударних механічних дій, здатністю витримувати високі температурні навантаження (до 650 °С) і може експлуатуватися при температурах мінімум 250 °С без утворення окалини. Вона також має низький коефіцієнт термічного розширення і високу теплопровідність порівняно з нікелевмісними сталями, що робить її привабливим вибором для багатьох застосувань.

Крім того, властивість сталі 45 не сильно зміцнюється під час механічної обробки, що дозволяє легко проводити обробку різанням і шліфуванням, навіть без використання спеціалізованого інструменту. Вона також добре зварюється будь-якими методами.

Сталь 45 володіє набагато вищою теплопровідністю порівняно з аустенітною нікельвмісною сталлю (приблизно у 1,6 раза), що робить трубопроводи з цієї сталі ідеальними для використання в теплообмінних контурах.

В умовах високих коливань температур використання сталі 45 забезпечує надійніше фітінгове кріплення і забезпечує швидкий теплообмін.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Телешун В.І.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Власій І.В.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> <i>Вибір конструкційних матеріалів</i>	200273.KP.19.04 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

Сталь 45 відповідає державним санітарно-епідеміологічним нормам і є однією з найперспективніших для виробництва устаткування у різних галузях харчової і переробної промисловості. Отже, для виготовлення нових деталей ми використовуємо саме листову та прокатну сталь 45 відповідно до ГОСТ 5632-72.

Сталь 40X13 використовується як корозійностійкий матеріал з високою твердістю для виготовлення ріжучих, вимірювальних інструментів, пружин, підшипників та інших виробів, які працюють у середовищах з невеликою агресивністю. Після закалки і низькотемпературного відпуску вона має хорошу корозійну стійкість у атмосферних умовах, слабких розчинах кислот при помірних температурах, воді та інших середовищах з помірною агресивністю.

Сталь 08X17T застосовується для виготовлення виробів, що працюють переважно у окислювальних середовищах.

Особлива увага потрібна до матеріалів, з яких виготовлені деталі, котрі працюють у безпосередньому контакті з харчовими продуктами та середовищами. Вимоги до вибору таких матеріалів, включають обов'язковий дозвіл Міністерства охорони здоров'я на їх використання..

Матеріал	Марка	Номер дозволу
Сталі високолеговані і сплави корозієстійкі, жаростійкі і жароміцні ГОСТ 5632-72	40X13	08с/Б-7-128
	08X17T	126-14/1461-3

5. Розрахунки

5.1. Розрахунок продуктивності тістомісильної машини

Для розрахунку продуктивності тістомісильної машини можна використати такі основні параметри:

1. **Час циклу:** Це час, необхідний для завершення одного циклу замісу. Він включає в себе час на додавання і перемішування інгредієнтів, змішування, витримку і вивантаження тіста.
2. **Об'єм виробництва:** Це кількість тіста, яке може бути виготовлено за один цикл. Він залежить від розміру місильної камери та потужності машини.
3. **Продуктивність:** Це кількість тіста, яке може бути виготовлено протягом певного часу, наприклад, за годину. Це може бути розраховано як відношення обсягу виробництва до часу циклу, помножене на кількість циклів, що можуть бути виконані за цей час.
4. **Витрати сировини та інші експлуатаційні витрати:** Необхідно також врахувати витрати на сировину, електроенергію, обслуговування та інші експлуатаційні витрати, які впливають на виробничу вартість продукції.

Знаючи ці параметри, можна розрахувати ефективність тістомісильної машини і визначити її прибутковість.

Продуктивність тістомісильної машини (в кг/год) розраховується для забезпечення завантаження параметричного діапазону печі в її характерному діапазоні з урахуванням необхідних інтервалів виробництва і ритму лінії, до якої належить ця машина.

Визначимо продуктивність тістомісильної машини для забезпечення роботи печі продуктивністю 1100 кг/год з площею пода 50м² при виробництві батонів масою 0.5 кг.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Телюжин В.І.</i>	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Власій І.В.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> Розрахунки	200273.KP.19.05 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> 26

Тістомісильна машина повинна забезпечувати продуктивність лінії по тісту:

$$\Pi_{\text{т.м.}} = \Pi_{\text{п}} \times \frac{100 + \text{У}}{100} \times \text{К}_o,$$

де $\Pi_{\text{п}}$ - продуктивність печі по гарячому хлібу, кг/год;

У – упікання, % до гарячого батону з борошна першого гатунку $\text{У}=8.0\%$.

К_o - коефіцієнт, котрий враховує можливості зупинки на регулювання та зупинку ($\text{К}= 1.05$).

Підставивши дані у формулу, одержемо:

$$\Pi_{\text{т.м.}} = 1100 \times \frac{100 + 8,0}{100} \times 1,05 = 1247,4 \text{ кг/год}$$

Тістомісильна машина повинна забезпечувати продуктивність лінії по тісту $\Pi_{\text{т.м.}}=1247,4$ кг/год.

Визначаємо приблизну місткість місильної камери (в м^3):

$$V_{\text{T}} = \frac{\Pi_{\text{т.м.}} \times \tau}{3600 \times \rho \times \text{К}_1},$$

де К_1 - коефіцієнт заповнення місильної камери, $\text{К}_1=(0.5-0.7)$.

$$V_{\text{T}} = \frac{1247,4 \times 150}{3600 \times 1050 \times 0,5} = 0,099 \text{ м}^3$$

Знайдемо фактичну місткість робочої камери тістомісильної машини А2-ХТТ, параметри якої наведені в таблиці 3.1.

$$V = ((\text{H} - \text{R}) \times 2\text{R} + \frac{\pi \text{R}^2}{2}) \times \text{L},$$

де H -висота камери тістомісильної машини, м;

R -радіус робочої камери, м;

L-довжина робочої камери, м.

$$V = ((0.42 - 0.18) \times 2 \times 0.18 + \frac{3.14 \times 0.18^2}{2}) \times 0.9 = 0.1235 \text{ м}^3.$$

Зробимо розрахунок для перевірки продуктивності тістомісильної машини за відомим об'ємом робочої камери:

$$П = \frac{3600 \times V \times \rho \times K_1}{\tau}, \text{ кг/год}$$

τ - тривалість замісу, с

Підставивши дані в формулу, отримаємо:

$$П = \frac{3600 \times 0.1235 \times 1050 \times 0.5}{150} = 1556 \text{ кг/год.}$$

Отже знайдемо фактичну продуктивність тістомісильної машини, дивимось що вона забезпечує тістом лінію і піч:

$$П_{п.}(1247,4 \text{ кг/год}) < П_{тм}(1556 \text{ кг/год})$$

5.2. Розрахунок потужності приводу

Потужність приводу тістомісильної машини А2-ХТТ складений з потужності безпосередньо місильного механізму.

Для визначення потужності, яка потрібна електродвигуну для приведення в дію місильних вузлів, використовуємо формулу:

$$N=A*n/(\eta_1*\eta_2)$$

Де А- робота, яка витрачається на заміс, Дж/об

n- частота обертання місильного вала; с¹;

η_1 і η_2 –коефіцієнти корисної дії механізмів тістомісильної машини, проміжних механізмів приводу, при їх відсутності $\eta_2 = 1$. В нашому випадку $\eta_1=0.96$.

$$A=A_1+A_3,$$

Де А₁ – робота , яка втрачається на перемішування маси без вичоту витрат на нагрів маси за рахунок тертя;

А₃ - робота на нагрів тіста і металевих частин машини, що з ним контактують;

Вихідні дані берем з паспорта машини і креслень.

Кількість лопатей, шт	3
Крок лопатей,м	0,12
Товщина лопаті,м	0,005
Дистанція від осі обертання до початку лопаті,м	0,025
Дистанція від осі обертання до кінця лопаті,м	0,17
Кут нахилу лопаті,град	70
Зазор між кінцями лопаті і стінками місильної камери,м	0,015
Частота обертання місильного вала,об/хв	58
Кількість хрестовин, шт	5
Товщина хрестовини, м	0,002
Дистанція від осі обертання до початку хрестовини,м	0,025
Дистанція від осі обертання до кінця хрестовини,м	0,15
Кут нахилу хрестовини,град	90
Відстань між кінцями хрестовини і стінками місильної камери,м	0,015
Коефіцієнт подачі тіста для хрестовини	0,025
Крок розміщення хрестовин, м	0,095
Кількість гальмівних лопастей,шт	4

Кут нахилу гальмівних лопатей,град	90
Відстань від осі обертання до початку гальмівної лопаті,м	0,075
Відстань від осі обертання до кінця гальмівної лопаті,м	0,2
Коефіцієнт подачі тіста для гальмівної лопаті	0,025
Густина тіста,кг/м ³	950
Динамічна в'язкість,Па с	8
Шільність металевих частин,кг/м ³	7800
Коефіцієнт подачі тіста для шнеку	0,1083
Коефіцієнт корисної дії	0,9
Тривалість замісу,с	180

$$A_1 = a \cdot v \cdot \pi \cdot r_1 \cdot n_2 \cdot \cos(90 - \alpha) \cdot (R_2 - r_2) \cdot [(1 - k) \cdot \pi_2 (R_2 + r_2) + K \cdot S^2 / 2] ;$$

$$A_3 = 124 \cdot a \cdot \mu \cdot n \cdot \left(\frac{R_4 - r_4}{L} + \frac{2R_3 \cdot b \cdot \sin \alpha}{f} \right)$$

Підставляємо дані в формулу і отримуємо;

$$\begin{aligned} A_1 &= 3 \cdot 2,24 \cdot 3,14 \cdot 950 \cdot 0,93^2 \cdot \cos 20 \cdot (0,17^2 - 0,13^2) \cdot [(1 - 0,1083) \cdot 3,14^2 \cdot \\ &\cdot (0,17^2 + 0,13^2) + 0,1083 \cdot 0,075^2 / 2] + 3 \cdot 0,015 \cdot 3,14 \cdot 950 \cdot 0,93^2 \cdot (0,15^2 - \\ &0,048^2) \cdot [(1 - 0,025) \cdot 3,14^2 (0,15^2 + 0,043^2) + 0,025] + 3 \cdot 0,005 \cdot 3,14 \cdot 950 \cdot \\ &0,93^2 \cdot (0,172^2 - 0,075^2) \cdot [(1 - 0,025) \cdot 3,14^2 \cdot (0,172^2 + 0,075^2) + 0,025 \cdot 0,025^2 / 2] \\ &= 171,03 \text{ Дж/об.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_3 &= 124 \times 1 \times 8 \times 0,93 \times \left(\frac{0,17^4 - 0,13^4}{0,175} + \frac{2 \times 0,17^3 \times 2,24 \times \sin 9^\circ}{0,005} \right) + \\ &+ 124 \times 3 \times 8 \times 0,93 \times \left(\frac{0,15^4 - 0,043^4}{0,095} + \frac{2 \times 0,15^3 \times 0,015}{0,025} \right) + \\ &+ 124 \times 3 \times 8 \times 0,93 \times \left(\frac{0,172^4 - 0,112^4}{0,1} + \frac{2 \times 0,172^3 \times 0,005}{0,025} \right) = 2058,9 \text{ Дж / об} \end{aligned}$$

Робота, яку використовуємо на заміс:

$$A = 171 + 2058,9 = 2229,9 \text{ Дж/об}$$

Визначимо необхідну потужність тістомісильної машини:

$$N_2 = \frac{2230 \times 0.93}{0.96} = 2160 \text{ Вт} = 2,2 \text{ кВт}$$

Всі розрахунки пишемо в таблицю 5.2

Табл. 5.2

n, об/хв	A1, Дж/об	A3, Дж/об	A, Дж/об	N, кВт
58	171	2058,9	2229,9	2,5

Підбираємо по каталогу мотор – редуктор типо-розміру ЗМВз-40 типу АИР 90 L4 з потужністю $N = 2,5$ кВт і частотою обертання $n_{дв} = 58$ об/хв.

5.3. Кінематичний розрахунок приводу

Кінематична схема тістомісильної машини А2-ХТТ зображена на рис. 5.1.

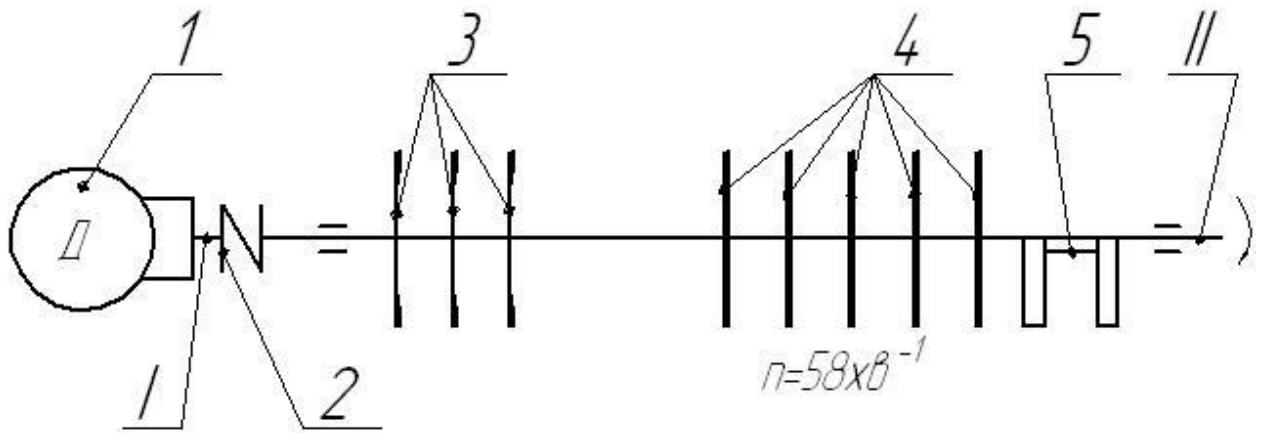


Рис.5.1. Кінематична схема приводу

1 - мотор-редуктор; 2 - муфта; 3 - лопаті; 4 - хрестовини; 5 - ніж.

Знаходимо частоту обертання валів тістомісильної машини, позначивши їх для зручності I і II

$$n_I = n_{II} = n_{дв};$$

де $n_I + n_{II}$ – частоти обертання I і II валів відповідно;

$n_{дв}$ – частота обертання мотора – редуктора (з технічної характеристики).

$$n_I = n_{II} = 58 \text{ об/хв}$$

Знаходимо потужність на двигунах:

$$n = \frac{N_{вих}}{\eta}$$

Де $N_{вих}$ - потужність, кВт;

η – коефіцієнт корисної дії.

$$N_1 = N_{дв} = 2,5 \text{ кВт};$$

$$N_2 = \frac{N_1}{\eta_m \times \eta_{під}}$$

де η_m – ККД муфти;

$\eta_{\text{під}}$ – ККД підшипників;

З [4] вибираємо наступні дані;

$$\eta_m = 0,99$$

$$\eta_{\text{під}} = 0,97$$

Також враховуємо витрату потужності для розвантажування борошна.

$$N_2 = \frac{2.5 - 2.2}{0.99 \times 0.97} = 0,3 \text{ кВт}$$

Визначаємо крутний момент на валу:

$$T = \frac{N}{n} \times 9550 \text{ Н.м}$$

$$T_1 = \frac{N_1 \times 9550}{n_1} = \frac{2.5 \times 9550}{58} = 411.63 \text{ Н.м}$$

Отримані дані зводимо в таблицю:

№ вала	Число обертів	Потужність	Крутний момент
	$n, \text{об/хв}$	$N, \text{кВт}$	$T, \text{Н.М.}$
I	58	2,5	411.63

5.4 Розрахунок шпонок

1. Вихідний вал (шпонка під муфту).

Для діаметра 45 мм приймаємо шпонку $b = 14$ мм, $h = 9$ мм.

Розрахункову довжину знаходимо за формулою :

$$l_p \geq \frac{4 \cdot T}{d \cdot h \cdot [\sigma_{зм}]} = \frac{4 \cdot 411000}{45 \cdot 9 \cdot 100} = 40.6 \text{ (мм)}$$

конструктивно приймаємо $l = 50$ мм.

Визначаємо $\sigma_{зм}$ яке не повинно перевищувати (100-120)

$$\zeta_{зм} = \frac{2 \cdot T \cdot 10^3}{d \cdot l_p \cdot h} = \frac{2 \cdot 411 \cdot 10^3}{45 \cdot 50 \cdot 9} = 41 \text{ (мм)}$$

Визначаємо $\tau_{зм}$ яке не повинно перевищувати (60-90)

$$\tau_{зм} = \frac{2 \cdot T \cdot 10^3}{d \cdot l_p \cdot b} = \frac{2 \cdot 411 \cdot 10^3}{45 \cdot 50 \cdot 14} = 26 \text{ (мм)}$$

Отже умова виконується.

2. Вхідний вал (шпонка під шестерню).

Для діаметра 46 мм, приймаємо шпонку $b = 14$ мм, $h = 9$ мм.

Розрахункову довжину знаходимо за формулою :

$$l_p \geq \frac{4 \cdot T}{d \cdot h \cdot [\sigma_{зм}]} = \frac{4 \cdot 411000}{46 \cdot 9 \cdot 100} = 40 \text{ (мм)}$$

конструктивно приймаємо $l = 58$ мм.

Визначаємо $\sigma_{зм}$ яке не повинно перевищувати (100-120)

$$\zeta_{зм} = \frac{2 \cdot T \cdot 10^3}{d \cdot l_p \cdot h} = \frac{2 \cdot 411 \cdot 10^3}{46 \cdot 58 \cdot 9} = 35 \quad (\text{мм})$$

Визначаємо $\tau_{зм}$ яке не повинно перевищувати (60-90)

$$\tau_{зр} = \frac{2 \cdot T \cdot 10^3}{d \cdot l_p \cdot b} = \frac{2 \cdot 411 \cdot 10^3}{46 \cdot 58 \cdot 14} = 22 \quad (\text{мм})$$

Отже умова виконується.

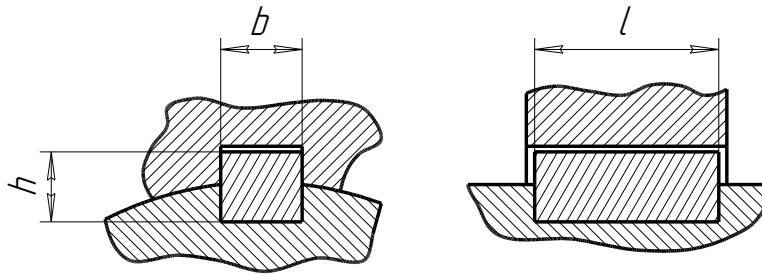


Рис. 11 Ескіз шпоночного з'єднання.

5.5. Вибір підшипників.

Вибір підшипника на вихідному валу

Для початку вибираємо підшипник 7309, з такими характеристиками : $d = 45$,

$D = 100$, $b = 26$

$C = 76100$ (Н) – каталожна динамічна грузопідйомність даного типорозміру підшипника;

$C_0 = 59300$ Н – каталожна статистична грузопідйомність підшипника.

Розраховуємо колові, радіальні та осьові навантаження відповідно

$$F_t = \frac{2T_1}{d\omega_1} = \frac{2 \cdot 411 \cdot 10^3}{340} = 2417,6 \text{ (Н)}$$

$$F_r = F_t \cdot \frac{\text{tg} \cdot d\omega}{\cos\beta} = 2417,6 \cdot \frac{\text{tg} 20^\circ}{\cos 70} = 2572,7 \text{ (Н)}$$

$$F_a = F_t \cdot \text{tg}\beta = 2417,6 \cdot \text{tg}70 = 6642,3 \text{ (Н)}$$

Відношення $\frac{F_a}{F_r} = \frac{6642,3}{2572,7} = 2,6 \geq e = 0,29$;

Для даного підшипника при $\frac{F_a}{F_r} \geq e$ приймають $X = 0,4$, $Y = 2,09$.

Розраховуємо навантаження :

$$P = (X \cdot F_r + Y \cdot F_a) K_T K_B = (0,4 \cdot 2572,7 + 2,09 \cdot 6642,3) \cdot 1 \cdot 1,2 = 17894 \text{ (Н)};$$

K_T – температурний коефіцієнт ($K_T = 1$)

K_B – коефіцієнт безпеки ($K_B = 1,2$)

Розраховуємо довговічність підшипників :

Номінальна довговічність розраховується за формулою :

$$L = \left(\frac{C}{P} \right)^p = \left(\frac{76100}{17894} \right)^{3,3} = 118,5 \text{ (млн.об)}$$

$$L_h = \frac{10^6 L}{60 \cdot n} = \frac{10^6 \cdot 118,5}{60 \cdot 100} = 19750 \text{ (год)}$$

2. Попередньо вибираємо підшипник 7308, з такими характеристиками :

$d = 40, D = 90, b = 23.$

$C = 61000$ (Н) – каталожна динамічна грузопідйомність даного типорозміру підшипника;

$C_0 = 46000$ Н – каталожна статистична грузопідйомність підшипника.

Розраховуємо колові, радіальні та осьові навантаження відповідно:

$$F_t = \frac{2T_1}{d\omega_1} = \frac{2 \cdot 411 \cdot 10^3}{340} = 2417,6 \text{ (Н)}$$

$$F_r = F_t \cdot \frac{\text{tg} \cdot d\omega}{\cos\beta} = 2417,6 \cdot \frac{\text{tg} 20^\circ}{\cos 70} = 2572,7 \text{ (Н)}$$

$$F_a = F_t \cdot \text{tg}\beta = 2417,6 \cdot \text{tg}70 = 6642,3 \text{ (Н)}$$

Відношення $\frac{F_a}{F_r} = \frac{6642,3}{2572,7} = 2,6 \geq e = 0,29;$

Для даного підшипника при $\frac{F_a}{F_r} \geq e$ приймають $X = 0,4, Y = 2,09.$

Розраховуємо еквівалентне навантаження :

$$P = (X \cdot F_r + Y \cdot F_a)K_T K_B = (0,4 \cdot 2572,7 + 2,09 \cdot 6642,3) \cdot 1 \cdot 1,2 = 17894 \text{ (Н)};$$

K_T – температурний коефіцієнт ($K_T = 1$)

K_B – коефіцієнт безпеки ($K_B = 1,2$)

Розраховуємо довговічність підшипників :

Номинальна довговічність розраховується за формулою :

$$L = \left(\frac{C}{P}\right)^p = \left(\frac{61000}{17894}\right)^{3,3} = 57,2 \text{ (млн.об)}$$

$$L_h = \frac{10^6 L}{60 \cdot n} = \frac{10^6 \cdot 57,2}{60 \cdot 100} = 9533 \text{ (год)}$$

5.6 Підбір і розрахунок муфти.

По розрахункам маємо такі вихідні дані : $T = 411$ (Н·м); $d = 45$

1. Знаходимо розрахунковий крутний момент :

$$T_p = K_k \cdot T_{\text{ном}} ;$$

$T_{\text{ном}}$ – номінальний крутний момент на вхідному валу ($T_{\text{ном}} = 411$ Н·м);

$$T_p = 2 \cdot 411 = 822 \text{ (Н·м)} ;$$

2. Вибираємо муфту пружною втулко – пальцевою по ГОСТ 21424 – 75:

3. Параметри муфти :

Зовнішній діаметр муфти : $D = 170$ (мм) ;

Довжина півмуфти : $l = 110$ (мм) ;

Загальна довжина муфти : $L = 225$ (мм) ;

Кількість пальців : $z = 8$ (шт) ;

Діаметр розміщення пальців : $D_1 = 130$ (мм) ;

Діаметр пальця: $d_{\text{п}} = 42$

4. Перевірний розрахунок пальця на зминання :

$$\sigma_{\text{зм}} = \frac{2 \cdot T_p \cdot 10^3}{D_0 \cdot z \cdot d_n \cdot l_e} \leq [\sigma_{\text{зм}}] \quad [\sigma_{\text{зм}}] = (1,8 - 2,0) \text{ (Нм}^2\text{)} ;$$

$$\zeta_{\text{зм}} = \sigma_{\text{зм}} = \frac{2 \cdot T_p \cdot 10^3}{D_0 \cdot z \cdot d_n \cdot l_e} = \frac{2 \cdot 411 \cdot 10^3}{170 \cdot 8 \cdot 42 \cdot 32} = 0,45 \text{ (Нм}^2\text{)}$$

5. Перевіряємо пальці муфти на згин :

$$\sigma_{\text{зг}} = \frac{2 \cdot T_p \cdot l_n}{D_0 \cdot z \cdot d_n^3} \leq [\sigma_{\text{зг}}] \quad [\sigma_{\text{зг}}] = (90 - 100) \text{ (МПа)}$$

$$\sigma_{\text{зг}} = \frac{2 T_p \cdot l_n}{D_1 \cdot z \cdot d_n^3} = \frac{2 \cdot 411 \cdot 82}{170 \cdot 8 \cdot 42^3} = 0,7 \text{ (МПа)}$$

Отже обидві умови виконуються

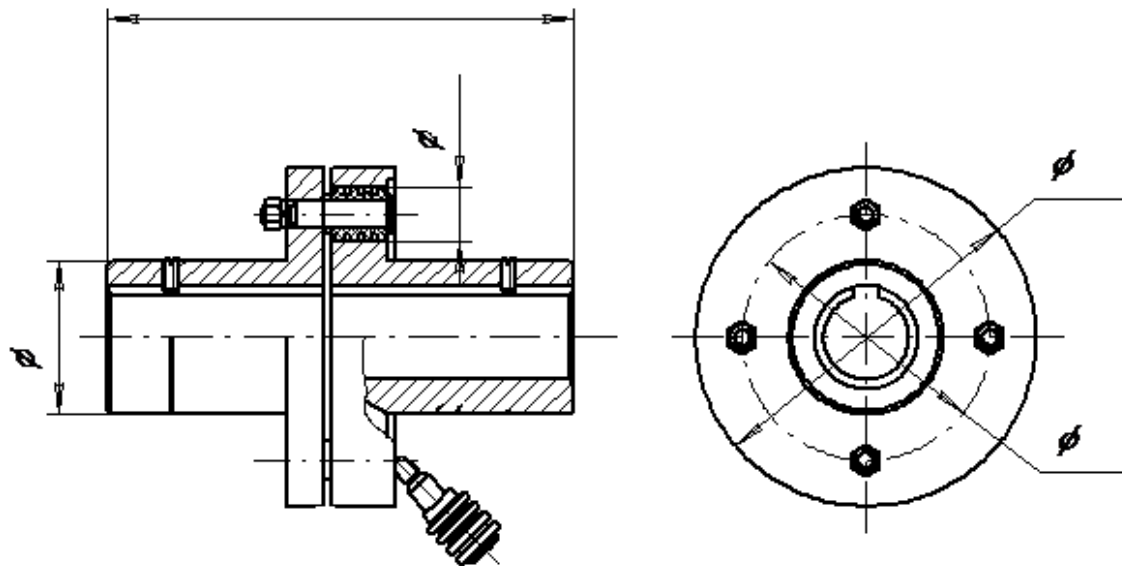


Рис. 14 Ескіз втулко-пальцева муфти.

5.7 . Розрахунок циліндричної відкритої передачі

Із кінематичних розрахунків маємо такі показники :

$$T = 9550 \frac{200}{58} = 32,931 \text{ Н}\cdot\text{м} ;$$

$$n = 58 \text{ хв}^{-1};$$

$$u_p = 0,85 ;$$

$$N_2 = 0,2 \text{ кВт};$$

1. Вибір матеріалу :

Вибираємо матеріал для шестерні і колеса:

легована сталь 50 із термообробкою – поліпшення.

Для шестерні твердість поверхні зубців : $H_1 = 210 \text{ HB}$

Для колеса твердість поверхні зубців : $H_2 = 230 \text{ HB}$

$$H_1 = 210 \text{ HB} \Rightarrow \sigma_{B1} = 600 \text{ МПа}, \sigma_{T1} = 340 \text{ МПа}$$

$$H_2 = 230 \text{ HB} \Rightarrow \sigma_{B2} = 690 \text{ МПа}, \sigma_{T2} = 350 \text{ МПа}$$

2. Допустимі напруження для розрахунку зубчастої передачі.

а) Визначаємо границі контактної витривалості зубців шестерні та колеса :

$$\sigma_{H \text{ lim } b1} = 2H_1 + 70 = 2 \cdot 210 + 70 = 490 \text{ МПа} ;$$

$$\sigma_{H \text{ lim } b2} = 2H_2 + 70 = 2 \cdot 230 + 70 = 530 \text{ МПа} ;$$

б) Базу випробувань для матеріалу шестерні та колеса визначаємо так :

$$N_{H01} = 30H_1^{2,4} = 30 \cdot 210^{2,4} = 1,12 \cdot 10^7$$

$$N_{H02} = 30H_2^{2,4} = 30 \cdot 230^{2,4} = 1,39 \cdot 10^7$$

Якщо $N_{H01} < N_{HE1}$ і $N_{H02} < N_{HE2}$, то коефіцієнт довговічності для зубців шестерні та колеса буде $K_{HL} = 1$

в) Допустимі контактні зусилля для зубців шестерні та колеса при коефіцієнті $Z_R = 0,95$ (шорсткість поверхні зубців $R_a = 1,25 \dots 0,63$) та коефіцієнт запасу $S_H = 1,1$ для зубчастих коліс із однорідною структурою.

$$[\sigma_{H1}] = \frac{\sigma_{H \text{ lim } b1} \cdot Z_R \cdot K_{HL}}{S_H} = \frac{490 \cdot 0,95 \cdot 1}{1,1} = 411,95$$

$$[\sigma_{H2}] = \frac{\sigma_{H \text{ lim } b2} \cdot Z_R \cdot K_{HL}}{S_H} = \frac{530 \cdot 0,95 \cdot 1}{1,1} = 503,59$$

3. Проектний розрахунок передачі :

Беремо коефіцієнт ширини зубчастих вінців $K_{be} = 0,27$ відповідно розраховуємо коефіцієнт K_{bd} .

$$K_{bd} = K_{be} \cdot u / (2 - K_{be}) = 0,27 \cdot 0,85 / (2 - 0,27) = 0,13$$

Визначаємо коефіцієнт, що враховує нерівномірний розподіл навантаження по ширині зубчастих вінців : $K_{H\beta} = 1,12$.

Для сталевих конічних коліс допоміжний коефіцієнт $K_d = 1000$ МПа.

Розраховуємо мінімальний зовнішній ділительний діаметр конічного колеса.

$$d_{e2min} = K_d \sqrt[3]{\frac{T_{1H} \cdot K_{H\beta} \cdot u^2}{K_{be} \cdot (1 - K_{be}) \cdot [\sigma_{H2}]^2}} = 1000 \cdot \sqrt[3]{\frac{411 \cdot 1,12 \cdot 0,85^2}{0,27 \cdot (1 - 0,27) \cdot 503,59^2}} = 188,08$$

приймаємо число зубів шестерні : $Z_1 = 55$;

За вибраною кількістю зубців шестерні визначають число зубців конічного колеса:

$$Z_2 = u \cdot Z_1 = 0,85 \cdot 55 = 47 ;$$

Модуль обираємо: $m=3$

Розраховуємо діаметр зубчастого колеса :

$$d = m \cdot z = 3 \cdot 55 = 165 \text{ мм}$$

4. Попередні значення деяких параметрів передачі.

Зовнішні ділительні діаметри шестерні та колеса визначаємо :

$$d_{e1} = m \cdot Z_1 = 3 \cdot 55 = 165 \text{ мм} ;$$

$$d_{e2} = m \cdot Z_2 = 3 \cdot 47 = 141 \text{ мм} ;$$

Знаходимо зовнішню конусну відстань :

$$R_e = 0,5m_e \sqrt{Z_1^2 + Z_2^2} = 0,5 \cdot 3 \cdot \sqrt{55^2 + 47^2} = 108,52$$

Ширина зубчастих вінців :

$$b = b_1 = b_2 = K_{be} \cdot R_e = 0,27 \cdot 108,52 = 29,3 \text{ мм} ;$$

Знаходимо середню конусну відстань :

$$R_m = R_e - 0,5b = 108,52 - 0,5 \cdot 29,3 = 93,87 \text{ мм} ;$$

Знаходимо середній модуль зубців :

$$m_m = \frac{m \cdot R_m}{R_e} = \frac{3 \cdot 93,87}{108,52} = 2,6$$

Знаходимо середні ділильні діаметри шестерні та колеса :

$$d_{m1} = m_m \cdot Z_1 = 2,6 \cdot 55 = 142,73 \text{ мм} ;$$

$$d_{m2} = m_m \cdot Z_2 = 2,6 \cdot 47 = 122,2 \text{ мм} ;$$

Колова швидкість зубчастих коліс :

$$v = 0,5 \cdot \omega_2 \cdot d_{m1} = 0,5 \cdot 58 \cdot (142,73 \cdot 10^{-3}) = 0,4 \text{ м/с} ;$$

Виберемо 9-й ступінь точності – тихохідні передачі ($n_{ст} = 9$).

Знаходимо колову силу у зачепленні зубчастих коліс.

$$F_t = F_{Ht} = F_{Ft} = \frac{2T_2}{d_{m1}} = \frac{2 \cdot 32,931 \cdot 10^3}{142,73} = 461,45$$

5. Розрахунок активних поверхонь зубців на контактну втому :

Розрахунок кругової сили :

$$\omega_{Ht} = \left[\frac{F_{Ht}}{0,85 \cdot b} \right] \cdot K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{Hv} = \left[\frac{4469,39}{0,85 \cdot 79,006} \right] \cdot 1 \cdot 1,12 \cdot 1,10 = 81,99 \text{ Н/мм}$$

де $K_{H\alpha}$ – коефіцієнт, що враховує розподіл навантаження між зубцями ;

K_{Hv} – коефіцієнт динамічного навантаження ;

$$K_{H\beta} = 1,12; K_{H\alpha} = 1; K_{Hv} = 1,10;$$

Знаходимо розрахункове контактне напруження :

$$\sigma_H = Z_M \cdot Z_H \cdot Z_\varepsilon \sqrt{\left(\frac{\omega_{Ht}}{d_{m1}} \right) \cdot \left(\frac{\sqrt{1+u^2}}{u} \right)} = 275 \cdot 1,77 \cdot 1,1436 \sqrt{\left(\frac{22,89}{142,73} \right) \cdot \left(\frac{\sqrt{1+0,85^2}}{0,85} \right)} = 316,57$$

де Z_H – коефіцієнт форми спряжених поверхонь зубців ;

Z_M – коеф. що враховує механічні властивості матеріалів зубчастих коліс

Z_ε – коефіцієнт сумарної довжини контактних ліній ;

$$Z_M = 275 \text{ МПа (для сталевих коліс) ;}$$

$$Z_H = 1,77 ;$$

$$Z_\varepsilon = 1,1436 ;$$

Отже, $\sigma_H = 316,57 \text{ МПа}$, а $[\sigma_H] = 411,95 \text{ МПа}$ що не перевищує граничного значення.

6. Розрахунок активних поверхонь зубів на контактну міцність :

$$\sigma_{H \max} = \sigma_H \sqrt{\frac{T_{2\max}}{T_2}} = 412 \cdot \sqrt{\frac{32,931}{32,931}} = 412$$

Контактна міцність забезпечується : $412 < [\sigma_{H\max}]$.

7. Розрахунок зубців на втоми при згині :

$$Y_{F1} = 4,11 ; \quad Y_{F2} = 3,63 ;$$

$$Y_\varepsilon = 1 ; \quad Y_\beta = 1 ;$$

$$K_{F\alpha} = 1 ; \quad K_{F\beta} = 1,28 ; \quad K_{Fv} = 1,28 ;$$

Y_F – коефіцієнт форми зубів ;

Y_ε – коефіцієнт перекриття зубців ;

Y_β – коефіцієнт нахилу зубців (прямозуба – 1) ;

$K_{F\alpha}$ – коефіцієнт, що враховує розподіл навантаження між зубцями ;

$K_{F\beta}$ – коефіцієнт нерівномірності навантаження по ширині зуб. вінців ;

K_{Fv} – коефіцієнт динамічного навантаження зубців ;

Питома розрахункова сила :

$$\omega_{Ft} = \left[\frac{F_{Ft}}{0,85 \cdot b} \right] \cdot K_{F\alpha} \cdot K_{F\beta} \cdot K_{Fv} = \left[\frac{461,45}{0,85 \cdot 29,3} \right] \cdot 1 \cdot 1,28 \cdot 1,28 = 30,36$$

Розрахункове напруження згину в зубцях шестерні та колеса :

$$\sigma_{F1} = Y_{F1} \cdot Y_\varepsilon \cdot Y_\beta \cdot \frac{\omega_{Ft}}{m_m} = 4,11 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{30,36}{2,6} = 48$$

$$\sigma_{F2} = Y_{F2} \cdot Y_\varepsilon \cdot Y_\beta \cdot \frac{\omega_{Ft}}{m_m} = 3,63 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{30,36}{2,6} = 42,39$$

σ_{F1} і σ_{F2} менші за відповідні допустимі : $[\sigma_{F1}] = 329,14 \text{ МПа} ; [\sigma_{F2}] = 216$

МПа ;

отже стійкість зубців проти втоми забезпечується.

умова теж виконується :

$$[\sigma_{F1\max}] = 650,85 \text{ МПа} > \sigma_{F1\max} = 650,08 \text{ МПа}$$

$$[\sigma_{F2\max}] = 576 \text{ МПа} > \sigma_{F2\max} = 552 \text{ МПа}$$

6. Технологія виготовлення вала

6.1. Вибір деталі та матеріалів.

Підбір деталі проводиться на основі аналізу умови експлуатації та функціонального призначення вузла, машини чи пристрою. Під час розробки технологічного напрямку вибирають методи обробки, кріплення та базування заготовок, котрі забезпечують надійність їх встановлення та точність виготовлення.

Для оброблення деталі типу шестерня використовують:

Вал — деталь, що обертається навколо своєї осі, призначена для передачі руху зв'язаним з нею частинам машини чи механізму, складовою яких вона є. При цьому вал передає крутний момент вздовж своєї осі та забезпечує підтримання обертових деталей машин, котрі на ньому розміщені. Крутні моменти передаються за допомогою сил, що діють на вали з боку механічних передач (наприклад, у зачепленні зубчастих або черв'ячних передач, натягу приводних пасів тощо). Тому на вали діють також згинальні моменти і осьові навантаження.

Цапфа — ділянка вала або осі, що лежать в опорі. Цапфи підрозділяються на шипи, шийки і п'яти.

Шипом називається цапфа, що розташована на кінці вала або осі і передає переважно радіальне навантаження.

Шийкою називається цапфа, розташована в середній частині вала або осі.

П'ятою називають цапфу, що передає осьове навантаження. Опорами для п'ят служать підп'ятники. П'яти за формою можуть бути суцільними, кільцевими і гребінчастими. Останні з переліку застосовують відносно рідко.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Гелічкін В.І.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Власич І.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Технологія виготовлення вала	200273.KP.19.06 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.		<i>Інд. змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 43

Матеріали для виготовлення вала:

Термооброблена сталь є основним матеріалом для виготовлення зубчастих коліс силових передач. Залежно від твердості робочих поверхонь зубів, яка досягається після термообробки, вали можна умовно поділити

Марка сталі: 35, 45, 40Х, 40ХН, 18ХГТ, 12ХНЗА, 25ХГНМ, 35Л, 40ХНМА, 45Л, 50ГЛ.

Властивості сталі однієї марки можуть відрізнятися в залежності від температурного режиму при термічному обробленні. Отримання потрібних характеристик залежить не лише від температурного режиму, але і від розмірів перерізу заготовки (діаметру або товщини)

6.2. Розрахунок припусків

Заготівлю одержують методом лиття. Припуск на обрізку кінців складає
Отже, заготовка має $\varnothing 236$ мм та довжину 86 мм.

Розраховуємо припуск литої заготовки максимально точного розміру. $\varnothing 40H7$.
Припуски на чистове розвертання:

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

Rz_3, D_3, Tnp_3 - відповідно висоті мікронерівностей, глибині дефектного шару та сумарній величині просторових відхилень при чистовому точенні..

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

При монтажі 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 розвертанні, $T_3 = IT8 = 39$ мкм,

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

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

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

Припуск на чорнове розвертання:

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

Rz_2, D_2, Tnp_2 - відповідно висоті мікронерівностей, глибині дефектного шару та сумарній величині просторових відхилень при чорновому точенні.

- помилка встановлення деталі при чорновій токарній обробці. $Rz_2 = 20$ мкм,
 $D_2 = 25$ мкм .

При монтажі деталі в патроні $Tnp_2 = 100$ мкм, $E_{y3} = 100$.

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

T_2 - допуски чистовому розточуванні, $T_2 = IT10 = 100$ мкм,

T_3 - допуски нормальному розвертанні, $T_3 = IT8 = 39$ мкм.

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

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

допуск на чистове розточування:

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

Rz_1, D_1, Tnp_1 - відповідно висоті мікронеоднорідностей, глибині дефектного шару та сумарній величині просторових відхилень при свердлінні.

- помилка встановлення деталі під час розточування. $Rz_2 = 50$ мкм, $D_2 = 50$ мкм

. При установленні деталі в патроні $Tnp_1 = 100$ мкм, $E_{y2} = 100$.

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

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

T_2 - допуск при чистовому розточуванні $T_2 = IT10 = 100$ мкм.

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

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

Допуск на чорнове розточування:

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

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

$Rz_0 = 200$ мкм; $D_0 = 300$ мкм; $Tnp_0 = 620$ мм;

E_{y1} - похибка установлення чорновому точінні.

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

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

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

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

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

6.3. Технологічний маршрут виготовлення вала

№	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 (УЗЗ)	Токарно-гвинторізний верстат 16К20, 3-ох кулачковий патрон
20.1	Торцювати пов.(1) z=3 мм.	Прохідний різець 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	Прохідний різець відігнутий правий, ВК6, В*Н*L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
20.3	Точити пов.(2) Ø230h9, начисто.	Прохідний різець 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)	Розточний різець ВК6, В*Н*L=16×25×140мм, α=95°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
20.6	Розточити отв. Ø39,7 мм. пов. (3)	Розточний різець 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. Ø40Н7 пов.(3)	Чистова розвертка Ø40Н7, колібр пробка Ø40Н7

20.9	Знятя фаску 2,5x45 ⁰ пов.(6).	Прохідний різець відігнутий правий, ВК8, В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
20.10	Знятя 3 фаски 2,5x45 ⁰ .	Прохідний різець 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.	Прохідний різець відігнутий правий, ВК8, В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
30.2	Знятя 3 фаски 2,5x45 ⁰ .	Прохідний різець відігнутий правий, ВК8, В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
30.3	Знятя фаску 2,5x45 ⁰	Прохідний різець відігнутий правий, ВК8, В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
50	Протягувальна (УЗЗ)	Верстат горизонтально-протяжний, 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	Знятизадирки і притупитигострі кромки	
90	Контрольна	Стіл контролера

6.4. Розрахунок операцій

6.4.1. Токарна операція

Перехід 20.1 Торцювати пов.1.

Глибина різання при обробці вказаної поверхні $t = 3$ мм. Подача табл.. №17
 $S = 0,6 \dots 1,2$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо
 $S = 1,0$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання табл.. №20

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

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 ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата $n_B = 125$ об/хв.

Поточна швидкість різання при таких обертах шпинделя

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

Розрахунок довжини 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 $l_3 = 0$

Основний час для виконання переходу

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

додатковий час для виконання переходу

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

$t_1 = 0,11 \text{ хв}$ – додатковий час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору (табл..26).

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

$T_3 = 0 \text{ хв}$ – заміна різця.

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

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

Подача табл.. №17S=0,6÷1,2 мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємоS_г=1 мм/об .

Знаходимо швидкість різання табл.. №20

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

Частота обертання шпинделя верстата

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

Приймаємо ближчу меншу частоту обертання шпинделя верстата $n_B = 125 \text{ об/хв.}$ Поточна швидкість різання при таких обертах шпинделя

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

Розрахункова довжина оброблення для переходу

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

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

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

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 2$

l_3 - перебіг інструменту $l_3 = 0$

Основний час на виконання переходу

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

Додатковий час на виконання переходу

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

$t_1 = 0,11 \text{ хв}$ – Додатковий час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору.

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

$T_3 = 0,7 \text{ хв.}$ – заміна різця.

Перехід 20.3 Точити пов.(2) Ø230h9, під 0.

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

Подача табл.. №18 $S = 0,25 \div 0,3 \text{ мм/об.}$ Перевіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S_6 = 0,3 \text{ мм/об.}$

Знаходимо швидкість різання табл.. №20

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

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 163,8}{3,14 \cdot 232} = 224,9 \text{ об/хв}$$

Приймаємо меншу кількість обертів шпинделя верстата $n_V = 200 \text{ об/хв.}$

Ефективна швидкість різання такими осінніми шпинделями

$$V_D = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 232 \cdot 200}{1000} = 145,7 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

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

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

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

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 1$

l_3 - перебіг інструменту $l_3=0$

Основний час переходу

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

Додатковий час на виконання переходу

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

$t_1 = 0,11$ хв – Додатковий час, пов'язаний за для поперечного обточування з установленням різця по упору.

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

$T_3 = 0$ хв. – заміна різця.

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

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

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

Приймаємо $S_B=0,5$ мм/об

Вибираємо емпіричну формулу (критичної) швидкості різання сталі (табл. 45)

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

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

Розрахунок обертання шпинделя:

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

Приймаємо $n_B=1600$ об/хв.

Поточна швидкість свердління:

$$V_o = \frac{\pi \cdot d_{св} \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 35 \cdot 1600}{1000} = 175,8 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжини обробки

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

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

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 3$ мм

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

Основний час на перехід 20.4

$$t_0 = \frac{L_3}{S_g \cdot n_g} = \frac{92}{0,5 \cdot 1600} = 0,12 \text{ хв};$$

Допоміжний час на перехід 20.4

$t_{д1} = 0,08$ (табл. 51)

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

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

Вибираємо діапазон подач: $S = 0,4 \dots 0,5$ мм/об

Приймаємо $S_B = 0,5$ мм/об

Визначаємо швидкість різання табл. №20

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

Необхідна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 133}{3,14 \cdot 38} = 1114,6 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n_B = 1000$ об/хв.

Поточна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 38 \cdot 1000}{1000} = 119,3 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

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

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

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 1,5$ мм

l_3 - перебіг інструменту

Базовий час на виконання переходу

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

Час для виконання переходу

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

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

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

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

Допуск на оброблення становить $t = \frac{39,7 - 38}{2} = 0,85$ мм.

Вибираємо діапазон подач: $S = 0,3 \dots 0,5$ мм/об, табл. №18

Приймаємо $S_B = 0,5$ мм/об

Визначимо швидкість різання табл. №20

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

Необхідна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 144,9}{3,14 \cdot 39,7} = 1162,4 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n_B = 1000$ об/хв.

Поточна швидкість різання при таких обертах шпинделя

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

Розрахункова довжина оброблення для переходів

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

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

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 0,85$ мм

l_3 - перебіг інструменту

Головний час на виконання переходу

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

Додатковий час на виконання переходу

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

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

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

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

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

Вибираємо діапазон подач: $S = 1,7 \dots 2,7$ мм/об (табл.44)

Приймаємо $S_B = 2,0$ мм/об

Вибираємо емпіричну формулу (критичної) 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 шпинделю:

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

Приймаємо $n_B = 60$ об/хв.

Нинішня швидкість свердління:

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

Розрахункова довжини обробки

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

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

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 3$ мм

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

Основний час

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

Додатковий час

$t_{д1} = 0,1$ (табл. 51)

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

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

Приймаємо $S_B = 2,0$ мм/об

Вибраємо емпіричну формулу (критичної) швидкості різання чавуна (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)

Частота обертання 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.

Поточна швидкість свердління:

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

Довжина обробки

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

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

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 3$ мм

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

Головний час

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

7. Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту машини

Надійна і тривала робота спроектованого обладнання забезпечується тільки при строгому дотриманні правил експлуатації, своєчасному, якісному і повному проведенні технічного обслуговування і ремонтно-профілактичних робіт, передбачених посібником з експлуатації. Особи, які беруть участь у монтажі, наладці, експлуатації та обслуговуванні обладнання, повинні мати достатню підготовку з матеріальної частини і пройти інструктаж з техніки безпеки.

Пристрої для монтажу і наладки обладнання

Для переміщення основних вузлів і деталей нового обладнання по території заводу до місця його монтажу використовується навантажувач вантажопідйомністю 5 тонн. Для підняття та встановлення частин обладнання використовується кран-балка з вантажопідйомністю 5,5 тонн. Ці засоби є досить мобільними та маневреними, не вимагають спеціальної підготовки проїздів та робочих монтажних площадок.

При підніманні вантажу використовуються монтажні стропи типу ІСК-1 чотирьохсилкові зі скобою, котрі призначені для закріплення обладнання до стріли автокрану.

Для монтажу необхідні також наступні засоби, а саме:

- складні металеві лінійки ($\pm 0,5$ мм точність);
- рівні будівельні;
- вирубні електроножиці і дискові пили;

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Телешун В.І.</i>	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Власій І.В.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту машини	200273.KP.19.07 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мава</i> UA	<i>Аркуш</i> 57

- свердлильна і шліфувальна машина;
- металеві метри і штангенциркулі;
- молотки масою 300-500 гр.;
- викрутка ;
- рожкові і накидні гійкові ключі;
- монтажні домкрати.

Організація і технологія монтажу, експлуатації та ремонту тістомісильної машини

Машина прибуває на монтаж у розібраному стані. Її складають на заздалегідь підготовлений фундамент або просто на підлогу цеху, фіксуючи її і орієнтуючи в просторі цеху. Горизонтальність встановлення перевіряють за допомогою рівня, який ставлять на оброблену поверхню основи машини.

Перевіряють перед обробкою та змащують всі необхідні точки машини і, за допомогою прес-масльонки, контролюють щільність прилягання кришок (неточність прилягання в будь-якому місці не повинна становити 1,5 мм) та роботу механізмів блокування. На холостому ході випробування проводять протягом 2 годин. Після цього всі нагрівальні машини перевіряються повторно.

Якщо температура деяких підшипників перевищить 60 °С, їх слід розібрати, промити гасом, насухо протерти, знову зібрати і повторно перевіряти при роботі машини без навантаження. Машина обкатується під навантаженням 3-4 години.

Змащення стаканів і підшипників виконують солідолом один раз на зміну. Перед розбирання машини провіряють вимикають електродвигун з електромережі, демонтується огороження і розбираються більш великі вузли. Вузли розбираються в такій послідовності, щоб

спочатку зняти деталі, які перешкоджають демонтажу інших. При частковому розбиранні для ремонту або ремонту виймаються лише деякі деталі.

Після вибору вузлів детальна інформація про вироби, мастики, фарбування та зайві вироби. Очищення деталей від обладнання та мастики має спеціальні щитки з додатковим промиванням деталей газом, а особливо відходів - бензином. Після цього деталі витирають насухо портальними подушечками або обдувають сором'язливими подушечками і змочують маленькою кулькою мастики. Основними дефектами валів і підшипників є:

а) Зношування вкладишів і шийок валів, яке призводить до зміни їх діаметра і форми, призводить до збільшення зазорів між підшипником і валом;

б) тріщини та розшарування;

в) Подряпини, риски і задирки можуть виникнути в результаті потрапляння в місильну камеру інородних предметів.

При ретельному спостереженні за машиною необхідно періодично контролювати режим роботи, перемикаєти і підтягувати всі сальники. Технічний огляд необхідно проводити не частіше одного разу на два місяці. Перед початком роботи з нами важливо уважно ознайомитися з інформацією про наявність в автомобілях сторонніх предметів і виявлення городу.

Необхідно періодично перевіряти затяжку кріпильних деталей і підтягувати болти та гайки. Крім того, іноді контролюють за допомогою вагів точність роботи дозуючих станцій і дозаторів муки, а також слідкують за тим, щоб дози відповідали прийнятій рецептурі.

При виявленні шуму, ударів, стуку машину необхідно відразу ж відключити, виявити причини цих явищ і усунути їх.

При переході з одного виду тіста на інший, а також після розтирання машини всі робочі органи, які обробляються тістом, очищають від надлишків тіста, промивають водою і змащують розмариновою олією..

Здійснення планово - попереджувального ремонту обладнання

Ремонт обладнання на підприємствах харчової промисловості, зокрема у хлібопекарнях, потрібно проводити своєчасно через необхідність безперервного виробництва продукції. На Київському дослідному хлібозаводі вживаються три види планово-попереджувальних робіт (ППР):

1) Огляд:

Бригадир кожного дня механічної групи енергетичного відділення розподіляє працівників електрослужби по різних ділянках. Кожен працівник відповідає за певну частину обладнання. Їм покладено обов'язок своєчасного змащування, налагодження, забезпечення роботоздатності та інших аспектів.

2) Поточний ремонт:

Зупинка обладнання на простій здійснюється за графіком. Техніки розділені на команди та головних механіків залежно від їх конкретних потреб . Ці працівники займаються виключно поточним ремонтом, не відволікаючись на інші завдання.

3) Капітальний ремонт:

Здійснюється раз на рік. Окрім штатних працівників, в ньому беруть участь також спеціалісти у певному обладнанні. Цілком логічно, що під час капітального ремонту доводиться витримувати тривалий простої обладнання, що, в свою чергу, закладено в масштабну роботу підприємства.

У будь-яких надзвичайних ситуаціях, які призводять до виходу з ладу вашого конкретного обладнання, до ремонту залучаються наші власні техніки, які ніколи не завершать роботу.

Плановий попередній ремонт на підприємстві буде проводити головний механік, який підпорядкований головному інженеру. Постійним ремонтом займатимуться фахівці механічної групи.

8. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ, ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

8.1 Вступ

У сучасних умовах охорона праці вважається однією з найважливіших економічних і соціальних задач, яка стосується не лише окремого підприємства, але й держави в цілому. Якщо умови праці сприятливі, це сприяє розвитку здібностей працівників, забезпечує широкі можливості для високопродуктивної і творчої діяльності, а також зменшує аварійність і травматизм.

Механічні травми можуть статися, якщо працівники не дотримуються правил техніки безпеки, не правильно регулюють машину під час роботи, не видаляють сторонніх предметів або здійснюють інші дії під час роботи машини.

У цьому розділі аналізується робота мозку в твердому виробництві хлібокомбінату щодо впровадження модернізації твердотілого обладнання А2-ХТТ із суворим дотриманням нормативно-технічної документації НПАОП 1.8.10-1.24-9 6 «Правила охорони роботи з розвитку крові», а також додаткову документацію в нашій країні.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <small>Теліжкін В.І.</small>	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <small>Власій І.В.</small>	<i>Назва, додаткова назва</i> Заходи з охорони праці, техніки безпеки	200273.КР.19.08 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <small>Гавва О.М.</small>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 61

8.2. Наявність шкідливих та небезпечних факторів на робочому місці

Найпоширенішими травмами та небезпечними роботами на хлібопекарському виробництві будуть роботи з технологічним обладнанням та електроустановками.

Більше 40% травм на хлібокомбінаті відбуваються через технологічні неполадки, які є причиною неправильної експлуатації, що власники не пройшли плановий огляд, або ремонту, проведеного роботами з високою кваліфікацією.

Значний частковий травматизм виникає внаслідок електротравм внаслідок поганої ізоляції електричних проводів, негерметичної ізоляції електродвигунів, експлуатації обладнання в якості попереднього ремонту або заміни.

Велика присутність також має марнотратні та небезпечні заводи:

- велика температура повітря робочої зони;
- вібрація та шум;
- освітленості робочої зони;
- електро - та пожежонебезпека.

Понад 60% нещасних випадків стаються через халатність робітників, несправності обладнання та організаційні причини. Отже, для зниження рівня травматизму необхідно підвищувати кваліфікацію працівників та впроваджувати організаційні заходи на підприємстві.

8.3 Принцип роботи тістомісильної машини А2-ХТТ

Машина складена у циліндричний контейнер для змішування, через яку прокладений місильний вал №2 з лопатевими місильними органами, що створюють зону попереднього змішування. На цьому валу також закріплені шестикрильчасті пластинчасті лопаті-хрестовини, утворюючи зону пластифікації. Між хрестовинами розташовані гальмівні лопаті. Вал машини утримується на шарикопідшипниках, які закріплені в корпусі на кориті. В торцевих стінках корпусу встановлені ущільнення, складені з манжети та скребка у вигляді пластини. Скребок закріплений у середині місильної камери в точці з'єднання вала і корпусу. Зверху місильна ємність закривається кришкою з вікном з оргстала, яке дозволяє стежити за процесом замішування і має отвір для подачі рідких домішок, що закривається кришкою.

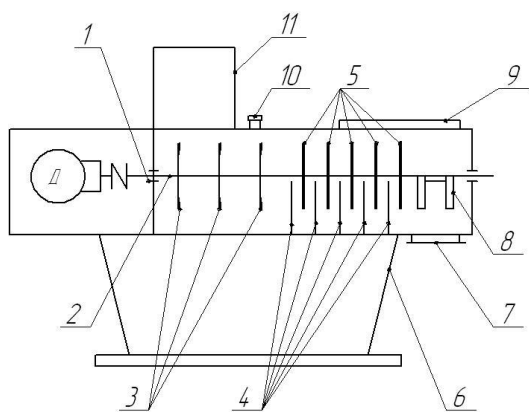


Рис. 8.3. Схема модернізованої тістомісильної машини А2-ХТТ передбачає наявність отворів для подачі рідких компонентів на бічних поверхнях місильної ємності. Готове тісто виходить через патрубок 7. На корпусі машини розміщений дозатор муки 11. Машина рухається мотор-

редуктором 13, який з'єднаний з приводним валом 2 за допоміжною муфтою 12. Процес роботи машини полягає в тому, що борошно та рідкі компоненти подаються зверху за допомогою дозаторів в змішувальну камеру, де вони ретельно перемішуються лопатевими місильними органами і отримують імпульси для осевого зміщення. Подальше перемішування тіста відбувається в щілинах між хрестовинами та гальмівними лопатями, створюючи сприятливі умови для орієнтації і формування частинок клейковинного скелету. Тісто намотується на вал 2 на вихідній ділянці камери, знімається за допомогою ножа 8 і направляється в патрубок 7.

8.4 Мікроклімат

Основними нормативними документами, які регламентують параметри мікроклімату виробничих приміщень, є ГОСТ 12.1.005-88 " Санітарно-гігієнічні умови до очищення робочої зони " та ДСН 3.3.6-042-99 " Національні санітарні нормативи мікроклімату виробничих приміщень ".

Створення комфортного мікроклімату, що відповідає нормам щодо температури повітря, вологості та швидкості руху повітря, сприяє поліпшенню терморегуляції організму людини. Це допомагає забезпечити стабільний тепловий баланс організму, незалежно від зовнішніх умов.

Відхилення від норм мікроклімату може призвести до порушення терморегуляції, що може спричинити втому, зниження уваги, захворювання та може стати причиною нещасних випадків. Тому важливо дотримуватись нормативів щодо метеорологічних параметрів повітряного середовища.

У виробничих приміщеннях, де є вікна та аераційні ліхтарі, але відсутнє видалення шкідливих речовин, рекомендується забезпечити природну вентиляцію для забезпечення норм мікроклімату. У разі відсутності достатньої вентиляції у дифузійному відділенні, де обслуговування технічного устаткування ускладнене, рекомендується встановлення механічної припливної вентиляції. прийнятні норми параметрів мікроклімату в робочій зоні дифузійної установкин аведені в таблиці 8.1. Таким чином, використання теплоізоляції поверхонь обладнання та наявність вентиляційних систем сприяють зменшенню негативного впливу підвищеної температури виробничого середовища на працівників.

Таблиця 8.1.

Період року	Температура,		Віднос-на во-логість, φ , %	Швид-кість руху, $V, \text{м/с}$
	Верхня межа	Нижня		
	Робоче приміщення			
Теплий	28	26	60	0.4...0.5
Холодний	21	19	≤ 75	0.3

У зоні оператора параметри мікроклімату та чистота забезпечуються за рахунок встановлення кондиціонера типу Delonghi.

8.5 Шум та вібрація

Шум на виробництві є одним з найпоширеніших фізіологічних подразників, який впливає на більшість органів та систем організму людини. Його дія може викликати різноманітні негативні наслідки, включаючи нервові та захворювання серця, виразкову хворобу, порушення обмінних процесів та функціонування органа слуху. Крім того, у приміщеннях, де працюють машини та механізми з незрівноваженими частинами, що обертаються чи здійснюють зворотньо-поступальний рух, може виникати вібрація. Це не лише шкідливо впливає на обладнання, але також може спричиняти зміни в діяльності серцевої та нервової систем, спазми судин і т.д.

На виробництві необхідно негайно вживати заходів для зниження рівня шуму та вібрації, щоб забезпечити безпеку та здоров'я працюючих.

8.6 Виробниче освітлення

Освітлення виробничих приміщень відіграє ключову роль у робочому середовищі, оскільки воно впливає на працюючих під час виконання роботи. Недостатнє чи нерівномірне освітлення робочих місць може призводити до напруження зору, втоми організму, втрати уваги та погіршення зорової та моторної функцій. Проте, важливо також уникати надмірного рівня освітлення, який також може мати негативний вплив.

У дифузійному відділенні використовується природне комбіноване освітлення через бокові віконні прорізи та аераційний ліхтар, що забезпечує 5% природної освітленості.

Освітлення та його експлуатація повинні відповідати встановленим правилам технічної експлуатації електроустановок та правилам техніки безпеки. Рівень освітлення у виробничих та побутових приміщеннях має відповідати вимогам норм проектування.

Аварійне освітлення необхідне для продовження роботи у разі відключення загальних джерел енергії. Рівень освітленості у разі повинен становити щонайменше 5% від встановлених норм системи зовнішнього освітлення.

Аварійне освітлення повинно забезпечувати необхідне освітлення на підлозі основних проходів і сходах в приміщенні, при цьому рівень освітленості становить не менше 0,5 лк.

8.7 Вимоги до виробничого обладнання.

Випробувальне обладнання комплектується панелями електроустаткування та автоматики (силовими шафами, пультами керування), а також пристроями керування та контролю та сигналізацією. Рівень електромотажу не нижче за IP44.

Розміщення обладнання та органів управління на панелі необхідне для унеможливлення несучих пускових та монтажних частин, а також для забезпечення безпечного відключення приводів пристроїв та допоміжних установок (насосів, конвеєрів), небезпечних. Для екстрених операцій у середній частині пристрою корпус у нижній частині повинен мати люки, обладнані спеціальними ручками.

Усі рухомі частини устаткування, які можуть створити небезпеку травмування, повинні бути обладнані надійними огороженнями - щільними або сітчатими. Огороження має бути міцним, добре закріпленим, без ріжучих кромek або гострих кутів, і не повинно контактувати з рухомими частинами устаткування. Місця, які потребують частого огляду, повинні мати легко знімне і відкривається огороження.

Кришки та щитки, що закривають робочі органи машин, механізмів або пристроїв, які періодично потребують огляду та очищення, повинні бути замкнені перемикаючим пристроєм для автоматичної зупинки машин при піднятті кришки чи щита. Пристроями необхідно керувати з пультів керування.

Системи ручного та автоматичного аварійного відключення не повинні виводити з ладу пристрої, відключення яких може призвести до травмування людей. Засоби вимірювання, встановлені на технологічному обладнанні, повинні відповідати діючим стандартам і мати необхідний клас точності та продуктивності.

Обладнання повинно розміщуватися на робочих місцях на відстані не більше двох метрів від помосту чи робочого майданчика. Вимірювальні шкали приладів повинні бути розміщені та освітлені так, щоб їх покази були добре видні обслуговуючому персоналу.

Між манометром і посудиною є триходовий клапан або пристрій, що замінює його і дозволяє здійснювати періодичну перевірку манометра за допомогою контрольного пристрою . У необхідних випадках манометр повинен мати сифонну трубку, масляний буфер або інші пристрої для звільнення його від безпосереднього впливу середовища і температури, що забезпечують надійну роботу.

Щити, перехідні коробки та збірні кабельні ящики повинні бути пронумеровані, всі затискачі та проводи, що до них входять, а також імпульсні лінії, мають бути марковані.

Вторинні та первинні пристрої, а також датчики мають маркування із зазначенням їх значення. Повітря, яке постачається до систем автоматизації, має бути очищене від пилу, мастила та вологи.

Ремонт та налаштування контрольно-вимірювальних приладів і засобів автоматизації можуть здійснюватися виключно спеціалістами, які призначені для цього розпорядженням керівництва заводу.

8.8 Електробезпека

Експлуатація електроустановок має відповідати вимогам Правил користування електроустановками (ПУЕ), СН 174-75, Правил технічної експлуатації електроустановок потребителів (ПТБ), РД 34.21.122-87 та інструкції по захисту від статичної електрики в хімічній, нафтохімічній та нафтохімічній промисловості. Під час експлуатації електрообладнання, якщо воно має дефекти або відсутні захисні пристрої, рекомендується його негайно вимкнути.

Електроустановки підприємств, включаючи електричні апарати, мотори, пуско-регулюючу та захисну апаратуру, освітлювальне обладнання та електричні мережі, повинні відповідати умовам навколишнього середовища (температурі, вологості, пожежної та вибухонебезпечності).

Для підвищення рівня електробезпеки в приміщеннях виробництва рекомендується вживати такі заходи:

- недоступність струмоведучих частин;
- прокладання кабелів під підкладкою в спеціальних каналах, проведення освітлювальної розводки, ізоляція шумопровідних елементів ($R_{із} \geq 0,5$ МОм);
- заземлення всіх металевих корпусів електродвигунів, струмопровідних панелей, мікропроцесорного контролера та ПЕОМ ($R_{з доп} \leq 4$ Ом);
- застосування автоматичних вимикачів;
- джерело низької напруги 36 В (для аварійного освітлення електроцита) та 24 В (для переносного електроінструменту) на робочому місці оператора та в зоні електропостачання;

- Використання попереджувальної сигналізації, написів та плакатів під час проведення запланованих профілактичних ремонтів і тестувань електрообладнання.

- Для проведення ремонту та обслуговування електрообладнання допускаються фахівці з групою допуску не нижче II.

- Проведення організаційних заходів, таких як спеціальне навчання, атестація та переатестація персоналу з електротехнічних питань, проведення інструктажів тощо.

- Всі провідники електрообладнання (для живлення, сигналізації, управління і т. д.) повинні бути позначені за допомогою кольорової маркування.

Оптимальні умови, які вводяться в технологічну схему, можуть відповідати сучасним стандартам, не обмежуючись точними класами і правилами.

Стаціонарні контрольні-вібраційні пристрої можна зосередити та встановити на робочих місцях не лише за два метри від плоских підкладок на роботизованій платформі. Оптимальні шкали арматури розташовувалися та підсвічувалися таким чином, щоб їх показники були добре видні обслуговуючому персоналу.

Між манометром і посудиною повинен бути встановлений трикрановий кран або пристрій, який його замінює і дозволяє проводити періодичну перевірку манометра за допомогою контрольного. У випадках, коли умови роботи і властивості середовища, що знаходиться в посудині, цього вимагають, манометр повинен мати сифонну трубку, масляний буфер або інші пристрої, які захищають його від прямого впливу середовища і температури, забезпечуючи надійну його роботу. Щити, перехідні коробки і збірні кабельні ящики слід пронумерувати, а всі затискачі та проводи, що до них входять, а також імпульсні лінії потрібно позначити. Ремонт і налагодження контрольних-регулюючих приладів і засобів автоматизації дозволяється виконувати тільки роботам, які визнані відповідальними за комунальні послуги на підприємстві.

8.9 Пожежна безпека

Пожежної безпеки на підприємствах зі 100-річним виробничим становищем необхідно дотримуватися Закону України «Про пожежну безпеку» та «Правила пожежної безпеки в Україні». Грубі висловлювання власників про пожежну безпеку у «Правилах пожежної безпеки в Україні».

На вході виробничих приміщень мають бути нанесені написи про категорії приміщення з вибухопожежною та пожежною небезпекою, а також класи приміщення за ПУЕ, а також інформація про відповідальну особу за пожежну безпеку.

Кожне підприємство повинно мати загальнооб'єктову інструкцію щодо заходів з пожежної безпеки та окрему інструкцію для всіх вибухопожежонебезпечних та пожежонебезпечних приміщень.

Протиопіковий режим при дифузії та в ПК безпечний згідно з ГОСТ 12.1.004-85.ССБТ «Пожежна безпека. Загальні вимоги» та ДНАОП 0.01-1.01-95 «Правила пожежної безпеки в Україні».

Система запобігання пожежі передбачає:

- Надійна теплоізоляція елементів із високою температурою.;
- Періодичний контроль цілісності шумо- та теплоізоляції;
- Наявність місць для куріння;
- Проведення інструктажів з протипожежної безпеки;
- Дотримання протипожежних правил безпеки при виконанні вогняних робіт;
- Наявність системи захисту від атмосферної електрики;
- Дотримання правил під час роботи на паровій установці.

Система протипожежного захисту включає в себе:

- наявність плану евакуації з філії біля дверей підприємства (два евакуаційні виходи).
- дистанція між будівлями — 15 м;
- використання вогнестійких будівельних матеріалів (I ступінь вогнестійкості);
- протипожежний водопровід, розташований поблизу відділень (гідранти — 3 шт.; внутрішні пожежні крани — 3 шт.);

- наявність первинних засобів гасіння пожеж (вогнегасників ВХП-10-4 шт., ВВ-5 — 3 шт.);
- можливість відключення установок, обладнання та комунікацій.

Система постійного підтримання контрольної точки, що проводиться гарячими будівельними матеріалами та рівнями міцності, включає такі склади:

- Аварійне відключення установок.
- Наявність автоматичної системи оповіщення про пожежу з димовими датчиками.
- Два вогнегасники ВП-4.

8.10. Розрахунок штучного контурного заземлюючого пристрою

Вихідні дані для розрахунку:

$d_b = 0,05$ — діаметр вертикального електрода, м;

$l_b = 3$ — довжина вертикального електрода, м;

$H_0 = 0,9$ — глибина занурення вертикального електрода, м;

$\rho = 120$ — питомий електричний опір ґрунту, Ом·м;

$b = 4 \times 40$ — прямокутна стрічка перерізом, мм;

1) важливий електричний опір окремого вертикального електрода:

$$R_g = \frac{0.16 \cdot \rho}{l_g} \left(\ln \frac{2 \cdot l_g}{d_g} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot H_g + l_g}{4 \cdot H_g - l_g} \right), \text{ Ом,}$$

де H_b — глибина занурення середини вертикального електроду в землю, м,

$$R_g = \frac{0.16 \cdot 120}{3} \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0.05} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 2.4 + 3}{4 \cdot 2.4 - 3} \right) = 32.71, \text{ Ом.}$$

2) розраховуємо довжину горизонтального електрода, що з'єднує вертикальні:

$$l_z = a_b (n_b - 1), \text{ м}$$

де a_b — відстань між вертикальними електродами, м;

n_b — кількість вертикальних електродів, шт.

Приймаємо $n_b = 4$ шт., тоді:

$$l_z = 6(4 - 1) = 18, \text{ м.}$$

3) оцінюємо електричний опір горизонтального електрода:

$$R_2 = \frac{0.16 \cdot \rho}{l_2} \ln \frac{l_2^2}{d_{\Gamma} \cdot H_2}, \text{ Ом,}$$

де d_{Γ} — діаметр горизонтального електрода, м. Оскільки електрод має прямокутний, а не круглий переріз, $d_{\Gamma \text{ екв}} = 0,5b$, b — ширина прямокутної стрічки, м:

$$d_{\Gamma \text{ екв}} = 0.5 \cdot 0.04 = 0.02 \text{ м.}$$

H_{Γ} — глибина погруження середини горизонтального електрода в землю, м:

$$H_2 = H_0 = 0,9, \text{ м,}$$

$$R_2 = \frac{0.16 \cdot 120}{18} \ln \frac{18^2}{0.02 \cdot 0.9} = 11.17, \text{ Ом.}$$

4) вічислемо електричний опір заземлюючого пристрою розтікання струму:

$$R_3 = \frac{R_6 \cdot R_2}{R_6 \cdot \eta_2 + R_2 \cdot \eta_6 \cdot n_6} = \frac{32.71 \cdot 11.17}{32.71 \cdot 0.55 + 11.17 \cdot 0.78 \cdot 4} = 4.8, \text{ Ом,}$$

де $\eta_в$, η_{Γ} — відповідні коефіцієнти вибору для вертикальних і горизонтальних заземлювачів, які розташовані по контуру.

Таким чином, $R_3 = 4,8$ Ом, що не задовольняє думки опори заземлювального пристрою для спорудження струму.

б) Приймаємо $n_в = 13$ шт., тоді:

$$l_2 = 6(13 - 1) = 72, \text{ м.}$$

5) Оцінюємо електричний опір горизонтального електрода:

$$R_2 = \frac{0.16 \cdot \rho}{l_2} \ln \frac{l_2^2}{d_{\Gamma} \cdot H_2}, \text{ Ом,}$$

де d_{Γ} — діаметр горизонтального електрода, м. томущо електрод має не круглий, а прямокутний переріз, то $d_{\Gamma \text{ екв}} = 0,5b$, b — ширина прямокутної стрічки, м,

$$d_{\Gamma \text{ екв}} = 0.5 \cdot 0.04 = 0.02, \text{ м,}$$

H_{Γ} — глибина занурень середини горизонтального електрода в землю, м:

$$H_2 = H_0 = 0,9, \text{ м,}$$

$$R_2 = \frac{0.16 \cdot 120}{72} \ln \frac{72^2}{0.02 \cdot 0.9} = 3.90, \text{ Ом.}$$

Вичислемо електричний опір заземлюючого пристрою розтікання струму:

$$R_3 = \frac{R_g \cdot R_2}{R_g \cdot \eta_2 + R_2 \cdot \eta_g \cdot n_g} = \frac{32.71 \cdot 3.90}{32.71 \cdot 0.665 + 3.90 \cdot 0.375 \cdot 13} = 3.1, \text{ Ом,}$$

де η_v , η_r — Не підлягає сумніву коефіцієнт вікоопір вертикальних і горизонтальних заземлювачів, рознесених по контуру. Таким чином,

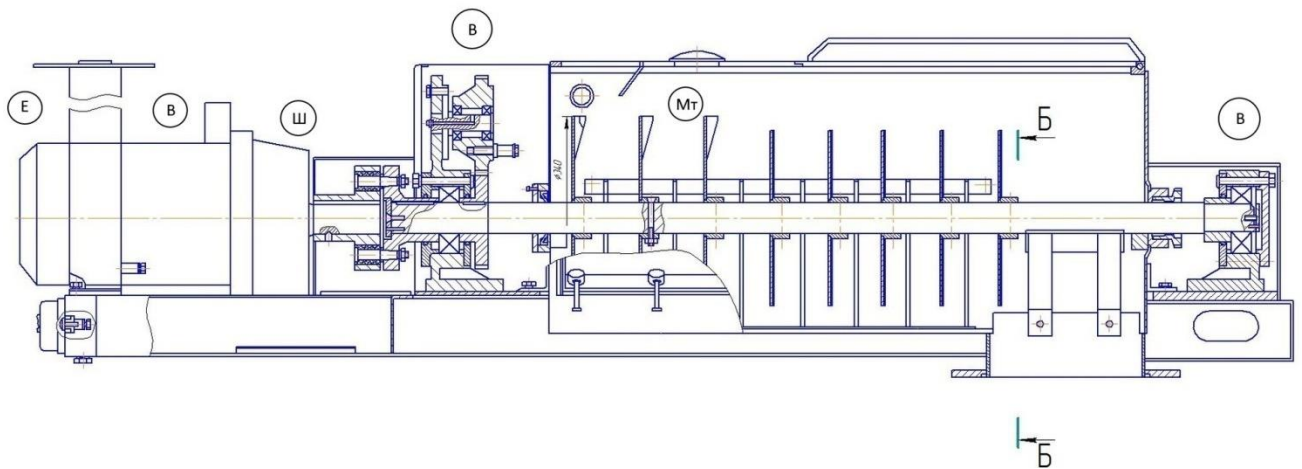
$$R_3 = 3.1 \text{ Ом, } R_{3 \text{ доп}} = 4 \text{ Ом,}$$

$$R_3 < R_{3 \text{ доп}},$$

що задовольняє умови опору заземлюючого пристрою розтікання струму.

Результати розрахунків: $R_3 = 3.1 \text{ Ом}$; $n_v = 13 \text{ шт.}$; $l_r = 72 \text{ м}$.

8.11 Шкідливі фактори машини



Тістомісильна машина А2-ХТТ

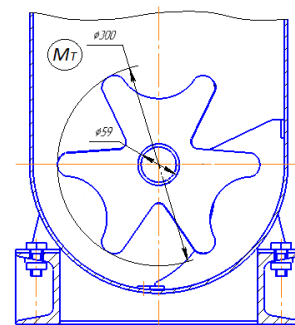
В – вібрація

Ш - шум

Е – електробезпека

Мт – механічні травми

Б-Б



9. Система управління

Одним із основних напрямів розвитку хлібопекарської промисловості, що забезпечує підвищення продуктивності праці, є впровадження комплексної механізації та автоматизації виробничих процесів на заводі.

Комплексна механізація та автоматизація, заснована на наявності сучасного обладнання та технологій, дозволить значно підвищити ефективність хлібопекарського виробництва, рівень продуктивності виробництва, узгодженість продукції та мислення робітників на всіх роботах.

Роль і значення автоматизації виробничої діяльності в сучасному виробництві впливають із загальної спрямованості технічного розвитку всіх сфер народного господарства. Ефективність автоматизації виробництва підтверджена практикою роботи автоматизованих компаній.

Для хлібопекарської галузі є характерні особливості, що вказують на актуальність та економічну ефективність автоматизації виробництва:

- а) широке освоєння в технологічному виробництві безперервних процесів;
- б) масове впровадження безперервних потокових ліній для виготовлення продукції та її пакування, пакування, оформлення;

Застосування засобів вимірювання - приладів, вимірювальних, перетворювальних та інших технічних засобів - сприяє технічному прогресу, підвищенню продуктивності праці та вдосконаленню стандартів виробництва.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Телькун ВІ</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Власій ІВ</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> Система управління	200273.KP.19.09 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> 74

Так, впровадженню автоматизації в харчовій промисловості сприяють різноманітні фактори, зокрема безперервність виробництва, комплексна механізація технологічних процесів та значні обсяги виробництва.

Номенклатура приладів загальнопризначеного використання пройшла значні зміни, зокрема завдяки впровадженню серійного виробництва Державної системи приладів (ДСП), яка характеризується підвищеною надійністю, уніфікованими габаритами і стандартизованими вихідними сигналами.

Найбільш поширеними є локальні системи, що призначені для керування окремими агрегатами, а також автоматичні локальні системи управління. Внаслідок автоматизації підвищується продуктивність праці та дотримуються вимог безпеки.

При виборі систем автоматизації та керування враховуються структурні та алгоритмічні особливості, умови роботи і вимоги до якості роботи проекрованої системи. Зокрема, враховуються локальність системи, необхідна серійність і однорідність апаратури, невелика інерційність об'єкта, велика частота збурень, необхідність дистанційної передача сигналу, високі можливості роботи робота, а також простота зв'язку з керуючими обчислювальними пристроями

Схема автоматизації включає:

- дистанційне керування та місцеве і електроприводами і клапанами;
- контроль і аварійна сигналізація при відхиленні параметрів від заданого значення;

Управління електроприводами в цій схемі здійснюється за допомогою кнопок на панелі керування, а також можливе дистанційне керування за допомогою кнопок, розташованих на щиті. Управління проекрованою машиною відбувається за допомогою пульта керування, що дає можливість контролювати її роботу на відстані. Також передбачено електроблокування, яке при спрацьовуванні впливає на пульт.

10. Охорона довкілля

Сучасні підходи до розвитку окремих галузей харчової промисловості підтверджують, що питання виробництва, споживання та якості продукції пов'язані з екологізацією виробництва та технологій.

Вібраційна екологія – це науковий процес безперервної розробки системи технічних, організаційних та інших рішень, що дозволяють підвищити ефективність використання природних ресурсів та усунути кислотність природного середовища у рослин. їм рівні.

Під екологізацією технологій розуміють розробку та впровадження у виробництво технологій, які забезпечують збереження екологічної рівноваги та не допускають забруднення середовища.

Основи екологізації включають розробку та впровадження маловідходних, енергозберігаючих технологій, а також очищення опрацьованих повітря та стічних вод. Підходи до екологізації мають соціальні, екологічні та економічні аспекти.

Хлібопекарська промисловість є матеріаломісною галуззю, оскільки використовує значну кількість природних ресурсів та енергії. Вона також впливає на навколишнє середовище через викиди та утворення відходів.

Промисловість Харчова займає важливе місце серед проблем промислового циклу за надлишковим обструкцією середнього.

До 10% стічних вод підприємств припадає на долю харчових виробництв. Для захисту навколишнього середовища на підприємствах хлібопекарської промисловості проводяться різноманітні заходи, включаючи виявлення джерел забруднення та їх подальшу утилізацію. Підприємства хлібопекарської галузі можуть впливати на стан атмосфери та водних ресурсів своїми викидами.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Теліжун ВІ</i>	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Власці ІВ.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> Охорона довкілля	200273.KP.19.10 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мада</i> UA	<i>Аркш</i> 76

Екологічне обґрунтування доцільності встановлення нової машини.

Проект передбачає встановлення нової тістомісильної машини на лінію виробництва батонів. Ці нововведення, впроваджені під час заміни обладнання, не мають негативного впливу на викиди шкідливих речовин та сприяють зменшенню енерговитрат на приготування одиниць хлібобулочних виробів.

Усі переваги, зазначені вище, прямо пов'язані зі станом навколишнього середовища. Наприклад, вироблення електричної енергії, яку використовує нове обладнання, на електростанціях супроводжується викидами шкідливих газів та відходів.

Характеристики викидів підприємства

Типи промислових підприємств діляться на неорганізовані та організовані. До неорганізованих джерел відносяться гази, труби та чисті води, що усувають недоліки в конструкції, установках, трубопроводах, місцях, під'їздах та дверях, особливо під час відповідальних процесів та доступності продукції при неправильно організованому транспортуванні. Особливо небезпечні для атмосферного середовища є викиди рідких та газоподібних речовин, які виникають при порушенні технологічних процесів та в інших ситуаціях.

Організовані викиди - це викиди, що відводяться від місць їх утворення за допомогою повітропроводів, газоходів (димових труб, шахт) від технологічного обладнання.

Викиди в атмосферу харчовими підприємствами можна поділити так:

- Викидок, коли супроводжуються виділенням енергії та теплоти;
- Переробка вторинних матеріальних ресурсів;
- Викиди, які супутні основним технологічним процесам.

У хлібопекарських печах переважно використовують природний газ або електрообігрів. На булочно-кондитерських комбінатах також користуються природним газом.

На хлібозаводах при специфічних організаційних прийомах, таких як боропили та курячі пили, обробляються гази, виходи від вогнищ, що горять, а також гази, що подаються від компресорно-сушильних установок для видалення стисненого повітря, призначені для аерозольного транспортування муки. Під час проби бродіння видно вуглекислий газ, що містить етиловий спирт, альдегіди та складний ефір. Для уловлювання парів етилового спирту та інших будинків зброжені гази проходять через спиртоуловлювачі. Нині більшості заводів вуглекислий газ сприймається як вторинний матеріальний ресурс і викидається в атмосферу, а чи не в цех готової продукції.

Для контролю викидів у повітря розроблено спеціальні санітарно-гігієнічні нормативи. Основною фізичною характеристикою будинків у повітрі є концентрація промови в одиниці обсягу (мг/м³) повітря у нормальних умовах. Розділити гранично-разову гранично допустиму концентрацію (ГДК) відходів та середньогранично допустиму концентрацію речовин відходів.

У таблиці 10.1. нами визначено значення КОД деяких найбільш характерних забруднювачів атмосферного повітря. Таблиця 10.1. Значення деяких найбільш характерних атмосферних збурень

Речовина	Клас небезпеки	Гранично – допустимі концентрації, мг/м ²	
		ГДК мР	ГДК сд

NO	2	0,085	0,04
CO	4	5,0	3
SO	3	0,5	0,05
Хлор	2	0,1	0,03
Озон	1	0,16	0,003
Аміак	4	0,2	0,04
Спирт:			
Метиловий	3	1	0,5
Етиловий	4	5	5
Пил:			
Борошняний	4	0,5	0,150
Цукровий	4	0,5	0,5
Бенз – (а) - пірен	1	-	$1 \cdot 10^{-6}$

Характеристика скидів

Стічні води хлібокомбінату, що використовуються у виробничому процесі та спускаються у водойми або каналізацію, представляють собою складну фізико-хімічну систему. У них затримуються не лише розчинні частки, але й частки різного ступеня дисперсності (від 10^{-3} до 10^{-2} м.). Окрім того, у стоках міститься значна кількість забруднювачів, як органічного, так і неорганічного походження.

Стоки хлібокомбінату є сприятливим середовищем для активних мікроорганізмів. Вони характеризуються наявністю зважених часток (150

мг/л), рН у межах 6,0–7,0, повним біологічним споживанням кисню (БС = 500–700 мг О₂/л) і хімічним споживанням кисню (ХС = 600–800 мг О₂/л).

Производственные сточные воды с предприятия не должны нарушать работу канализационных сетей и сооружений, способствуя коррозии или образованию шлаков. , а концентрація зважених часток не повинна перевищувати 500 мг/л. рН не повинен бути нижче 6,5 і вище 8,5. Міські каналізаційні системи також вимагають повного очищення стічних вод підприємства. Вони пропускають надлишок механічного відстійника через сітки і направляють його в біологічний відстійник через сітки в місцеву каналізаційну систему. Іноді виникають труднощі з появою різноманітних промов. У таблиці 10.2 наведено кількість стічних вод, що утворюються на одиницю продукції.

Табл.10.2. Кількість стічних вод, які утворюються на одиницю продукту

Підприємство	Одиниця продукції	Система водопостачання	Середньорічний обсяг стічних вод, що надходять у водоймища на одиницю продукції		
			Підлягають очищенню		Всього
			виробничі	побутові	
Х/З продуктивністю 126 т/доб.	1 тонна виробів	прямоточна	0,83	0,35	1,18
30	1 тонна вир.	прямоточна	1,89	0,98	2,87
Х/З з кондитерським цехом 46 т/доб.	1 тонна виробів	прямоточна	1,7	0,79	2,49
40	1 тонна вир.	прямоточна	1,93	1,21	3,14

Несвоєчасна та неповна переробка вторинних матеріальних ресурсів та відходів виробництва призводить до їх псування, інфікування, а головне - до пагубного впливу на навколишнє середовище. Це призводить до різкого збільшення ступеня забруднення стічних вод, що також відображається на собівартості продукту.

Висновки

У дослідженні, що проведене в рамках даного дипломного проекту, було проведено аналіз основних параметрів апарату, враховуючи такі фактори, як продуктивність, об'єм місильної камери та час замісу. На основі цих вихідних даних було розроблено модернізовану конструкцію тістомісильної машини безперервної дії з горизонтальним валом, в якій використані лопаті-хрестовини замість дискових робочих органів. Це виконано з метою підвищення ефективності роботи, скорочення часу виробничих циклів, зменшення витрат сировини та поліпшення якості виробленої продукції.

Запропонована модернізація тістомісильної машини дозволила покращити якість і швидкість замішування тіста завдяки використанню нових місильних органів. Крім того, застосування раціональної конструкції робочих органів призвело до зменшення споживання електричної енергії під час замісу тіста.

В результаті виявлено, що запропоновані модифікації дозволили досягти позитивних змін у процесі виробництва та підвищили продуктивність у виробництві хлібобулочних виробів.

Література

1. Загальні технології харчових виробництв : підручник / В. А. Домарецький, П. Л. Шиян, М. М. Калакура та ін. ; за наук. ред. М. М. Калакури, Л. Ф. Романенко; М-во освіти і науки України, Відкритий міжнар. ун-т розвитку людини "Україна", Нац. ун-т харч. технол. — Київ : Ун-т Україна, 2010. — 814 с. — базова для спец. 181. — ISBN 978-966-388-318-2.
2. Технологічні комплекси харчових виробництв : навч. посіб. / В. І. Теличкун, О. М. Гавва, Ю. С. Теличкун та ін. ; Нац. ун-т харч. технол. — Київ : Сталь, 2017. — 456 с. — рекомендовано кафедрою. — ISBN 978-617-676-130-3.
3. Технологічне обладнання хлібопекарських і макаронних виробництв: Підруч. / О. Т. Лісовенко, О. А. Руденко-Грицюк, І. М. Литовченко та ін. ; Ред. О.Т. Лісовенко. — К. : Наук. думка, 2000. — 284 с. — рекомендовано кафедрою. — ISBN 966-00-0553-9.
4. Технологія хлібопекарського виробництва : Підруч. / В. І. Дробот. — К. : Логос, 2002. — 365 с. — базова для спец. 181. — ISBN 966-581-363-3.
5. Харчові технології. Технології хліба, кондитерських, макаронних виробів та харчоконцентратів : навч. посіб. / О. В. Самохвалов, З. І. Кучерук, С. Г. Олійник та ін. ; Харків. держ. ун-т харч. та торг. — Харків : Бронін О. В., 2019. — 284 с. — ISBN 978-617-7738-55-7.
6. Харчові технології. Модуль 1. Технології хліба, кондитерських, макаронних виробів та харчоконцентратів [Електронний ресурс] : конспект лекцій для здобувачів освіт. ступ. "Бакалавр" 181 "Харчові технології" освіт.-проф. програми "Технологічна експертиза та безпека харчової продукції" ден. та заоч. форм навч. / А. О. Шевченко, А. М. Грищенко ; Нац. ун-т харч. технол. — Київ : НУХТ,
7. Технології хліба, кондитерських, макаронних виробів та харчоконцентратів спеціального призначення [Електронний ресурс] : конспект лекцій для студ. освіт. ступ. "Магістр" спец. 181 "Харчові технології" освітньо-професійної програми "Технології хліба, кондитерських, макаронних виробів та харчоконцентратів" ден. та заоч. форм навч. / В. Г. Юрчак, В. В. Дорохович, Ю. В. Бондаренко, І. М. Зінченко ; Нац. ун-т харч. технол. — Київ : НУХТ, 2018. — 109 с. — каф. технології хлібопекарських та кондитерських виробів.

8. Технологічний інжиніринг підприємств харчової галузі: навч. посіб. / Я. Г. Верхівкер, О. С. Бессараб, Т. І. Нікітчина ; за ред. Я. Г. Верхівкера ; Одес. нац. акад. харч. технол., Нац. ун-т харч. технол. — Одеса : Освіта України, 2017. — 144 с. — ISBN 978-617-7366-26-2.
9. Технологічне обладнання харчових виробництв: курс лекцій для студ. напряму підготов. 6.050502 "Інженерна механіка" денної та заочної форм навч. / уклад. : В. І. Теличкун, В. М. Таран, Ю. С. Теличкун, М. Г. Десик. — К. : НУХТ, 2014. — 240 с. — каф. машин і апаратів харчових та фармацевтичних підприємств
10. Технологічні комплекси харчових виробництв : конспект лекцій для студ. спец. напряму 0925 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" ден. та заоч. форм навч. / О. С. Марценюк, Н. А. Жестерева. — К. : НУХТ, 2005. — 83 с. — каф. процесів і апаратів харчових виробництв та технології консервування. З 2011 р. каф. процесів і апаратів харчових виробництв.
11. Мирончук В.Г., Орлов Л.О., Українець А.І. та ін.. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. Навчальний посібник. – Вінниця: Нова книга, 2004. – 288с
12. Технологічне обладнання хлібопекарських і макаронних виробництв / За ред. О.Т. Лісовенка, - К.: Наукова думка, 2000. – 281с.
13. Яцюк М.М., Прокопенко О.І. Організація та проведення дозиметричного контролю на підприємствах харчової промисловості: Конспект лекцій з дисципліни „Цивільна оборона” для студентів усіх спец. ден. та заоч. форм навчання. – К.: УДУХТ, 1997. – 44с.
14. Проектування процесів і апаратів харчових виробництв. Під редакцією В.Н. Стабникова. Київ. «Вища школа», 1982. – 197с. [664. (075) П79

15. Десик М.Г. Шляхи економії енергоресурсів при виробництві сухарних виробів/ М.Г. Десик, В.І. Теличкун, Ю.С. Теличкун, І.В. Житнецький// Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2011. - № 11-12. – 13-15.

16. Технологічне обладнання харчових виробництв. Механічне обладнання: Навчальний посібник для студентів механічних фахів. – Одеса: Астропринт, 2001. – 320с

17. Монтаж, ремонт, наладка обладнання харчових виробництв // П.В. Гурський, Ф.В. Перцевий, І.С. Гулий. Практикум. Навч.посібник. – Харків: 2001. – 230 с.

18. Мирончук В.Г., Люлька Д.М., Єщенко О.А., Свідерська О.І. Монтаж та технічний сервіс обладнання/ В.Г. Мирончук, Д.М. Люлька, О.А. Єщенко, О.І. Свідерська. Практикум: навч.посіб. / За ред. В.Г.Мирончука. – К.: НУХТ, 2017. – 162 с.

19. Modeling of the process of kneading the yeast dough by cam operating elements/ Vitalii Rachok, Volodymyr Telychkun, Yevgenii Shtefan, Yuliya Telychkun, Stanka Damyanova// 31.05.2019

20. Безпека життєдіяльності: Метод вказівки для виконання лабораторних робіт для студентів усіх спеціальностей денної та заочної форм навчання. Частина 1. / Укл.: В.М. Пелих, О.І. Василюк, О.П. Слободян – К.: УДУХТ 1998 – 32с.

21. . <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705815044185>