

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад. І.С. Гулого

Кафедра Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування

«До захисту в ЕК»

Директор інституту(декан факультету)

Сергій БЛАЖЕНКО

(підпис)

(ім'я та прізвище)

« ___ » _____ 20__ р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Микола ЯКИМЧУК

(підпис)

(ім'я та прізвище)

« ___ » _____ 20__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності _____ 133 «Галузеве машинобудування» _____

освітньо-професійної програми Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв

на тему: Модернізація апарата ЗМ-250 для змішування рідких продуктів об'ємом 250 л

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

Погорелов Ярослав Всеволодович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник: Якобчук Роман Леонідович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Консультанти Бойко Юрій Іванович

(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 Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад. І.С. Гулого

Кафедра Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

(код і назва)

Освітня програма «Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв»

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТОКТП

проф. Микола ЯКИМЧУК

“ ____ ” _____ 20__ року

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

Погорелова Ярослав Всеволодовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Модернізація апарата ЗМ-250 для змішування рідких продуктів об'ємом 250 л

Керівник проекту (роботи) Якобчук Роман Леонідович, доц., кандидат тех. наук

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «05» квітня 2024 р. № 256-кс

2. Строк подання здобувачем роботи «04» червня 2024р.

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; перелік умовних позначень, термінів; вступ; порівняльний аналіз технічних рішень, 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 і технічного сервісу; опис системи управління; заходи щодо охорони праці; загальні висновки, список використаних літературних джерел, специфікація.

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

Загальний вигляд обладнання – 2 аркуші; Складальні одиниці обладнання, вузли, деталі – 2 аркуші; Технологія машинобудування – 1 аркуш.

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. каф. МАХФВ</i>		

7. Дата видачі завдання: «08» квітня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Анотація, зміст; перелік умовних позначень, термінів</i>	<i>15.04.2024р.</i>	
2	<i>Вступ</i>	<i>20.04.2024р.</i>	
3	<i>Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі</i>	<i>22.04.2024р.</i>	
4	<i>Техніко-економічне обґрунтування</i>	<i>28.04.2024р.</i>	
5	<i>Характеристика вихідної сировини і готового продукту</i>	<i>02.05.2024р.</i>	
6	<i>Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи.</i>	<i>10.05.2024р.</i>	
7	<i>Вибір конструкційних матеріалів</i>	<i>12.05.2024р.</i>	
8	<i>Розрахункова частина</i>	<i>15.05.2024р.</i>	
9	<i>Технологічний маршрут виготовлення деталі</i>	<i>16.05.2024р.</i>	
10	<i>Вимоги щодо монтажу і технічного сервісу</i>	<i>18.05.2024р.</i>	
11	<i>Опис системи управління</i>	<i>20.05.2024р.</i>	
12	<i>Заходи щодо охорони праці</i>	<i>24.05.2024р.</i>	
13	<i>Висновки</i>	<i>26.05.2024р.</i>	
14	<i>Список використаних літературних джерел</i>	<i>28.05.2024р.</i>	
15	<i>Графічна частина: 5 аркушів формату А1</i>	<i>28.05.2024р.</i>	
	<i>Подача кваліфікаційної роботи на кафедру</i>	<i>01.06.2024р.</i>	

Здобувач

_____ (підпис)

Ярослав ПОГОРСЛОВ

Керівник роботи

_____ (підпис)

Роман ЯКОБЧУК

АНОТАЦІЯ

В кваліфікаційній роботі бакалавра проведено аналіз способів та обладнання для змішування рідин різної в'язкості та інших речовин, на основі якого встановлено необхідність модернізації мішалки ЗМ-250. Удосконалення спрямоване на підвищення ефективності та якості готового продукту з мінімальними енерговитратами та полегшенням роботи працівників.

У проєкті представлено наступні напрями удосконалення мішалки ЗМ-250:

1. Встановлення запобіжника, що дозволить підвищити рівень безпеки та автономність установки.

2. Встановлення термометра та манометра, що забезпечить автоматизацію процесу змішування та гарантує точне дотримання рецептури.

Очікується, що модернізація мішалки ЗМ-250 дозволить:

- Підвищити якість готового продукту завдяки можливості контролю в'язкості продукту.

- Зменшити час замішування завдяки більш ефективному перемішуванню.

- Полегшити роботу працівників завдяки автоматизації процесу замішування.

Дипломний проєкт складається з основних частин: вступу, 10 розділів, висновків, списку використаних літературних джерел. Основний зміст проєкту представлено на 66 сторінках, а також містить 6 аркушів А1 графічного матеріалу.

Ключові слова: Мішалка, реактор, модернізація, ефективність

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якимчук Р. Л.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Погорєлов Я.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Анотація	200286.KP.04.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

SUMMARY

In the course project, an analysis of methods and equipment for mixing liquids of various viscosities and other substances was conducted, based on which the need for the modernization of the ZM-250 mixer was established. The improvements are aimed at increasing the efficiency and quality of the final product with minimal energy consumption and easing the workload for operators.

The project presents the following directions for improving the ZM-250 mixer:

1. Installation of a safety device, which will enhance the safety level and autonomy of the installation.
2. Installation of a thermometer and pressure gauge, which will automate the mixing process and ensure precise adherence to the recipe.

The modernization of the ZM-250 mixer is expected to:

- Improve the quality of the final product by allowing viscosity control.
- Reduce mixing time due to more efficient blending.
- Ease the workload for operators by automating the mixing process.

Graduation project consists of the following main sections: introduction, 10 chapters, conclusions, and a list of references. The main content of the project is presented on 66 pages, and it also includes 6 A1 sheets of graphical material.

Tags: Agitator, reactor, modernization, efficiency

ЗМІСТ

	стор.
Анотація.....	3
Вступ.....	6
1. Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі.....	8
2. Техніко-економічне обґрунтування.....	15
3. Характеристика вихідної сировини і готового продукту.....	16
4. Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи обладнання.....	18
5. Вибір конструкційних матеріалів.....	21
6. Розрахункова частина.....	23
7. Технологічний маршрут виготовлення деталі.....	33
8. Вимоги щодо монтажу і технічного сервісу.....	39
9. Опис системи управління.....	43
10. Заходи щодо охорони праці.....	46
Висновки.....	53
Список використаних літературних джерел.....	55
Специфікації.....	58

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якимчук Р. Л.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Погорєлов Я.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Зміст	200286.KP.04.000.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук В.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/1

Вступ

У сучасному виробничому процесі переробки харчових продуктів важливим аспектом є не лише якість кінцевого продукту, але й ефективність та економічність технологічного обладнання. Одним із таких обладнань є апарат ЗМ-250, призначений для змішування рідких продуктів об'ємом 250 літрів. Зважаючи на зростаючі вимоги до якості та стабільності технологічних процесів, модернізація цього апарата набуває особливої актуальності.

Модернізація апарата ЗМ-250 для змішування рідких продуктів об'ємом 250 літрів має ряд суттєвих переваг з економічного боку. По-перше, вдосконалення конструкції та технологічних параметрів апарата дозволить зменшити енерговитрати на процес змішування, що є важливим фактором у контексті зростаючих цін на енергоносії. По-друге, модернізація може значно підвищити продуктивність обладнання, скорочуючи час виробничого циклу і, відповідно, збільшуючи обсяги виробництва без додаткових витрат на нове обладнання.

Сучасні тенденції у харчовій промисловості вимагають постійного удосконалення технологічного обладнання для забезпечення конкурентоспроможності на ринку. Модернізація апарата ЗМ-250 дозволить не лише покращити технологічні показники, але й підвищити надійність та довговічність обладнання. Це, в свою чергу, зменшить витрати на технічне обслуговування та ремонт, що є суттєвим фактором у забезпеченні безперервного виробничого процесу.

З огляду на значні обсяги виробництва рідких продуктів у харчовій промисловості, розробка нового та удосконалення наявного обладнання для їхнього змішування є перспективним напрямком. Вдосконалення апарата ЗМ-250 дозволить не лише покращити якість кінцевого продукту, але й

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якобчук Р. Л.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Погорєлов Я.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Вступ	200286.KP.04.000.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

сприятиме зменшенню собівартості виробництва за рахунок оптимізації технологічних процесів.

Таким чином, модернізація апарата ЗМ-250 є актуальним завданням, яке має значний потенціал для підвищення ефективності виробництва рідких продуктів. Впровадження нових технологічних рішень та удосконалення наявного обладнання сприятиме розвитку галузі та забезпечить її стабільне зростання в умовах сучасного ринку.

1. Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі

Котли харчові парові типу КПЕМ-160П, КПЕМ-250П, КПЕМ-400П (далі - реактори) призначені для кип'ятіння води та приготування рідких продуктів харчування. Котел використовується на підприємствах громадського харчування, як самостійно, так і в складі технологічної лінії.

Принцип роботи котла заснований на непрямому обігріві вмісту у варильному котлі теплоносієм (паром), який подається в пароводяну сорочку від зовнішнього джерела. Такий процес обігріву повністю виключає пригорання продуктів.

Пристрій реактора наведено на рис. 1.

Котел складається з наступних основних вузлів: варильного котла з сорочкою, кришки 6, корпусу 4, запобіжної групи 13.

Варильний котел з сорочкою складається з варильного судини 1, обичайки сорочки 2 та дна. Замкнутий простір між варильною судиною, обичайкою сорочки та дном утворює пароводяну сорочку.

На передній панелі котла встановлено кран зливу 8.

Пароводяна сорочка із зовнішнього боку, обгорнута базальтовим теплоізоляційним матеріалом та алюмінієвою фольгою 3.

Кришка варильного котла 6 за допомогою пружинного механізму фіксується при відкритті на будь-який кут.

7. Підключення крана до водопровідної траси здійснюється з боку задньої стінки котла.

Запобіжна група 13 складається з запобіжного клапана і клапана вакуумного.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якимчук Р.Л.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Погорєлов Я.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі	200286.KP.04.001.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/7

Для контролю тиску в пароводяній сорочці служить манометр 12

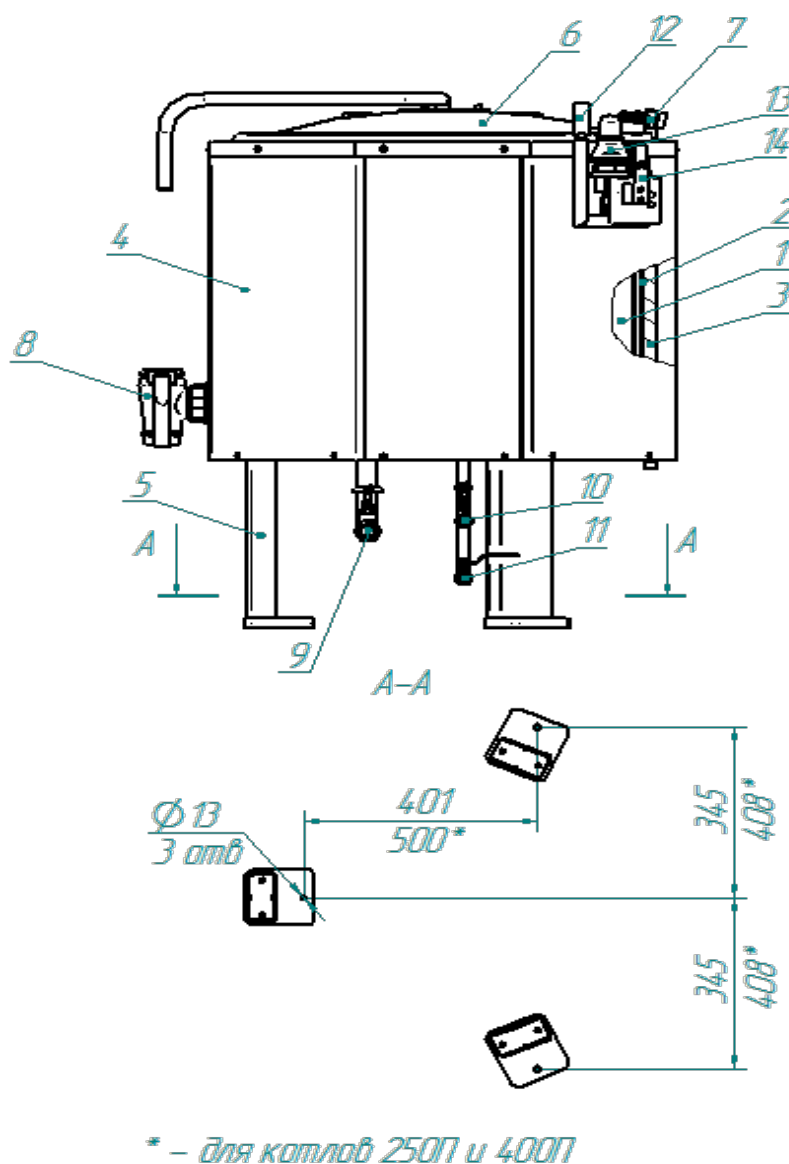


Рис.1 Котел КПЕМ-160П

- 1- Посудина варильна, 2- Обичайка пароводяної рубашки, 3- Обичайка пароводяної рубашки, 4-Теплоізоляція, 5- Теплоізоляція, 6- Корпус, 7- Нога, 8- Кришка запобіжника, 9- Кран заливу води у варильну посудину, 10- Кран зливний, 11- Клапан відводу пари, 12- Клапан відведення конденсату, 13- Кран зливу води, 14- Манометр, Група запобіжна, 15- Кронштейн відкриття вакуумного клапана

Таблиця 1.1

Характеристики мішалки №1

Найменування параметру	Величина параметра		
	КПЕМ		
	160П	250П	400П
1 Номінальний об'єм, л	160	250	400
2 Час розігріву води в посудині до температури 95оС, хв, не більше	35	40	60
3 Витрата пари на розігріві, кг/година, не більше*	40	55	60
4 Робочий тиск у пароводяній сорочці, МПа (кгс/см ²), не більше	0,05 (0,50)		
5 Тиск води у водопровідній системі, МПа (кгс/см ²)	0,1-0,6 (1-6)		
6 Габаритні розміри - мм, щоб не було більше			
- довжина	925	1066	1066
- ширина	925	1065	1065
- висота	1030	1116	1446
7 Маса, кг, не більше	111	134	170
* При теплоутриманні 2,68 МДЖ/кг (640 ккал/кг) та тиску в центральному паропроводі не менше 0,25 МПа (2.5 кг/см ²)			

Посівний апарат з механічним перемішуючим пристроєм і барботером

Корпус апарату зазвичай складається з вертикального циліндричного кожуха 1, верхньої кришки 7, на якій закріплено привід мішалки 5, та нижнього днища 8. У випадку апаратів, що працюють під тиском, відмінним від атмосферного, зазвичай використовуються еліптичні днища та кришки. В апаратах з великим діаметром кришки та днища роблять цілісними, а для проведення внутрішнього огляду та чищення на кришці встановлюють великі люки. На кришках розміщують також патрубки 9 і 10 для підведення і відведення речовин, подачі стисненого газу, встановлення контрольно-вимірювальних приладів і т. д. Для підведення і відведення теплоти корпус апарату постачають сорочкою 2. Приводом перемішуючого пристрою зазвичай служить електродвигун, сполучений з валом мішалки прямої або

заниженої передачі. Для зменшення частоти обертання вала мішалки в порівнянні з валом електродвигуна застосовують різні по влаштуванню редуктори.

Конструктивним елементом, безпосередньо призначеним для приведення рідини в рух, є мішалка. Як показує практика, більшість завдань перемішування може бути успішно вирішено шляхом використання обмеженого числа конструкцій мішалок.

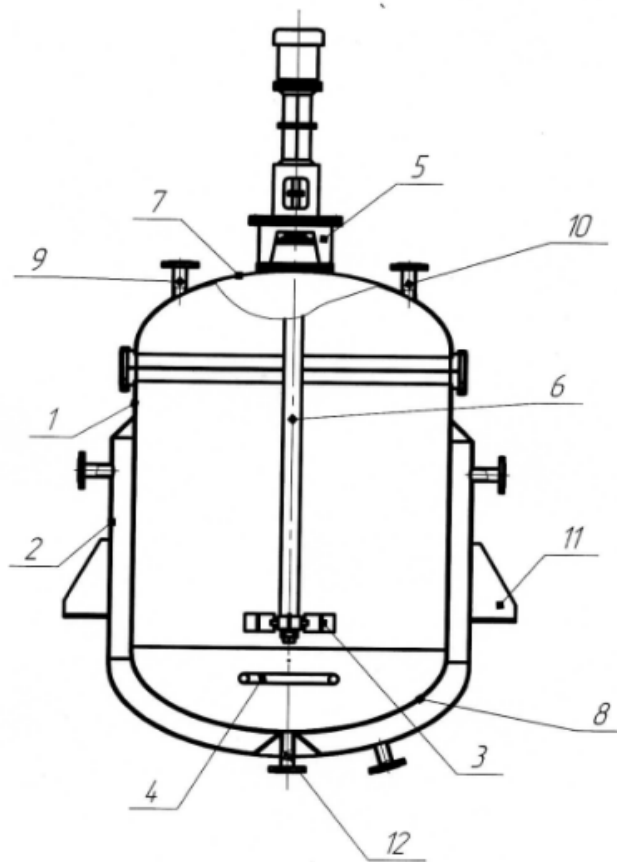


Рис. 2 Посівний апарат з механічним перемішуючим пристроєм і барботером

1 – корпус; 2 – сорочка; 3 – мішалка; 4 – барботер; 5 – двигун з приводом; 6 – вал мішалки; 7 – кришка; 8 – днище; 9,10 – штуцери; 11 – опора; 12 – штуцер для зливу продукту.

Таблиця 2

Характеристики мішалки №2

Найменування параметру	Величина параметра
Модель апарату	Посівний апарат з механічним перемішуючим пристроєм і барботером
---	---
ПА 100	ПА 200
1 Номінальний об'єм, л	100
2 Час перемішування, хв, не більше	30
3 Витрата повітря на барботаж, м ³ /год, не більше*	10
4 Робочий тиск у барботері, МПа (кгс/см ²), не більше	0,02 (0,20)
5 Тиск води у водопровідній системі, МПа (кгс/см ²)	0,1-0,6 (1-6)
6 Габаритні розміри, мм, не більше	
довжина	800
ширина	600
висота	1000
7 Маса, кг, не більше	80

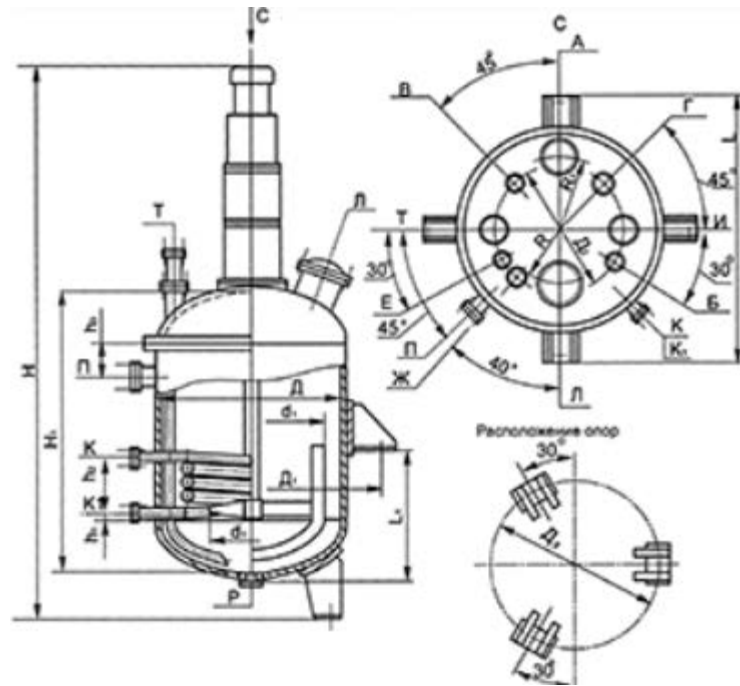


Рис 1.3 Апарат з еліптичним днищем та кришкою
 1- Корпус апарата, 2- Еліптичне днище, 3- Еліптичне днище, 4- Еліптична кришка, 5- Лопать мішалки, 6- Редуктор, 7- Теплообмінник (труба в трубі), 8- Насос, 9- Трубопроводи, 10- Електричний двигун

Таблиця 3

Характеристики мішалки №3

Найменування параметру	Величина параметра
Модель апарату	Апарат з еліптичним днищем та кришкою
---	---
АЕДК 100	АЕДК 200
1 Номінальний об'єм, л	100
2 Час нагріву рідини до 95°C, хв, не більше	25
3 Витрата енергії на нагрів, кВт/год, не більше*	5
4 Робочий тиск у апараті, МПа (кгс/см ²), не більше	0,04 (0,40)
5 Тиск води у водопровідній системі, МПа (кгс/см ²)	0,1-0,6 (1-6)
6 Габаритні розміри, мм, не більше	
довжина	900
ширина	800
висота	1500
7 Маса, кг, не більше	150

Висновок

На вище запропонованих мною конструкцій мішалок, для модернізації беремо 1 варіант, котел типу КПЕМ 160-П.

2. Техніко-економічне обґрунтування

У кваліфікаційній роботі наведено модернізацію змішувального апарату на 250 літрів ЗМ-250 для змішування сипких матеріалів. За матеріал обрано кармальний порошок.

Переробка вторинних сировинних ресурсів (відходів) виробництва харчової продукції є одним із перспективних напрямів у харчовій промисловості. Це дозволить зменшити забруднення навколишнього середовища та додатково отримати прибуток підприємствам, переробивши відходи виробництва та отримавши додатковий продукт або сировину для виробництва.

У харчовій галузі є значна частина відходів, і використання таких матеріалів, як кармальний порошок, дозволяє зменшити витрати та підвищити ефективність виробництва. Однак, термін зберігання сирого кармального порошку досить малий, а для подальшого перероблення його потрібно зберігати. Найкращий спосіб зберігання (консервації) – це процес теплового зневоднення (сушіння).

Тому, необхідно розробляти нові та удосконалювати наявні конструкції сушильних апаратів.

Основною метою модернізації змішувального апарату на 250 літрів ЗМ-250 для змішування сипких матеріалів – забезпечення інтенсифікації процесу сушіння кармального порошку в апараті. В рамках удосконалення був змінений привід, встановлений з частотним перетворювачем для можливості регулювання обертів мішалки.

Використання модернізованого змішувального апарату ЗМ-250 для сушіння кармального порошку є доцільним та техніко-економічно обґрунтованим.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якимчук Р. Л.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Погорелов Я.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Техніко-економічне, соціальне обґрунтування	200286.KP.04.002.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/1

3. Характеристика вихідної сировини і готового продукту

Суша карамель – це продукт харчової промисловості, отриманий шляхом висушування сиропу, виготовленого з цукру та інгредієнтів, які додають смакові й ароматичні властивості. Вологий сироп проходить процес зневоднення, після чого карамель перетворюється на тверду форму з подовженим терміном зберігання.

Оскільки суша карамель широко використовується в харчовій промисловості як сировина для різноманітних кондитерських виробів, її виробництво є важливим етапом у створенні високоякісної продукції. Суша карамель є доступною і популярною завдяки своїй універсальності та багатим смаковим характеристикам.



Рис. 3.1 Суша карамель в порошковому виді

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якимчук Р. Л.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Погорелов Я.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Характеристика вхідного матеріалу і готової продукції	200286.KP.04.003.ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2	

Більшість сухої карамелі складається з цукру, глюкозного сиропу, смакових добавок і барвників. Хоча склад сухої карамелі може змінюватися в залежності від використовуваних інгредієнтів та технології виробництва, зазвичай вона має високий вміст цукру, який забезпечує солодкий смак і тверду текстуру.

Суша карамель також містить деяку кількість вологи, але цей рівень значно нижчий порівняно з початковим сиропом.

Високий вміст цукру в сухій карамелі робить її ідеальною для використання як інгредієнта в різних харчових продуктах. Її можна подрібнити в порошок, який зручно додавати до випічки, кондитерських виробів, морозива та інших десертів.

Низька вартість і висока доступність сухої карамелі призвели до її широкого використання в харчовій промисловості. Її додають до різних продуктів для підвищення їх смакових характеристик і надання солодкого аромату. Суша карамель також може служити декоративним елементом для кондитерських виробів, додаючи привабливий зовнішній вигляд.

Суша карамель має тверду консистенцію, колір – від світло-коричневого до темно-коричневого, смак – солодкий з карамельними нотками, запах – характерний карамельний. Склад: цукор, глюкозний сироп, смакові добавки, барвники. Абсолютно суха карамель містить у % (мас.): цукор – 90; вода – 2; інші інгредієнти – 8. Вологість сирої карамелі становить у межах 15...20 % (мас.), 600...700 кг/м³ – насипна густина сухої карамелі.

Високий вміст цукру та інгредієнтів у сухій карамелі забезпечує її довготривале зберігання та можливість широкого використання в харчовій промисловості. Для збільшення терміну зберігання та забезпечення високої якості продукту суху карамель необхідно зберігати в сухих умовах, захищаючи від вологи та прямих сонячних променів.

4. Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи обладнання

Провівши аналіз конструкції звичайної мішалки ЗМ-250, пропонується здійснити наступні модернізаційні заходи для підвищення безпеки та ефективності роботи апарату:

1. Встановлення автоматичного запобіжника для повного вимкнення реактора при критичній ситуації:
 - Запобіжник буде обладнаний датчиками контролю температури, тиску, вібрації та інших параметрів, які можуть сигналізувати про небезпечну ситуацію.
 - У випадку перевищення допустимих значень будь-якого з контрольованих параметрів, запобіжник автоматично відключає живлення реактора, зупиняючи роботу мішалки та забезпечуючи безпеку оператора та обладнання.
2. Заміна привода на привод з частотним перетворювачем:
 - Привод з частотним перетворювачем дозволяє регулювати оберти мішалки в залежності від потреб технологічного процесу.
 - Можливість плавного регулювання швидкості обертання дозволяє оптимізувати процес змішування, забезпечуючи кращу однорідність матеріалу та знижуючи енергозатрати.
 - Частотний перетворювач також сприяє зменшенню навантаження на механічні елементи мішалки, що подовжує термін служби обладнання.

Переваги модернізації:

- Підвищення безпеки роботи: Автоматичний запобіжник запобігає аварійним ситуаціям, що може зменшити ризики для оператора та обладнання.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якимчук Р. Л.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Погорєлов Я.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Будова та принцип роботи обладнання. Опис запропонованого технічного рішення	200286.KP.04.004.ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/3	

- Оптимізація технологічного процесу: Можливість регулювання обертів мішалки дозволяє точніше налаштовувати процес змішування відповідно до вимог конкретного матеріалу.
- Економія енергії: Плавне регулювання швидкості обертання може зменшити споживання енергії, знижуючи експлуатаційні витрати.
- Зменшення зносу: Регулювання обертів зменшує навантаження на механічні елементи мішалки, що сприяє збільшенню строку служби обладнання.

Недоліки модернізації:

- Підвищення вартості обладнання: Встановлення запобіжника та частотного перетворювача потребує додаткових фінансових витрат.

Необхідність додаткового навчання персоналу: Оператори повинні бути навчені Мішалка ЗМ-250 працює наступним чином. Матеріал подається в реактор через завантажувальний патрубок 1. В реакторі знаходиться рубашка для охолодження або підігрівання продукту, яка підключена до теплообмінника типу "труба в трубі". Цей теплообмінник забезпечує ефективний теплообмін між теплоносієм та продуктом, підтримуючи необхідну температуру в процесі змішування.

Матеріал інтенсивно перемішується за допомогою лопатевої мішалки, яка приводиться в дію електричним двигуном через редуктор. Швидкість обертання мішалки регулюється частотним перетворювачем, що дозволяє оптимізувати процес змішування відповідно до вимог технологічного процесу.

Для контролю якості процесу змішування, мішалка обладнана дисплеєм, на якому відображаються основні параметри роботи, такі як температура, швидкість обертання, рівень завантаження та інші важливі показники. Дисплей дозволяє оператору здійснювати постійний моніторинг і регулювання процесу.

У разі виникнення критичної ситуації, наприклад, перевищення допустимої температури або тиску, автоматичний запобіжник миттєво відключає живлення реактора, зупиняючи роботу мішалки та забезпечуючи безпеку оператора та обладнання.

Насос забезпечує циркуляцію теплоносія через рубашку реактора, підтримуючи необхідний температурний режим для охолодження або підігрівання продукту. Завдяки ефективному теплообміну та інтенсивному перемішуванню, матеріал рівномірно обробляється, забезпечуючи високу якість кінцевого продукту.

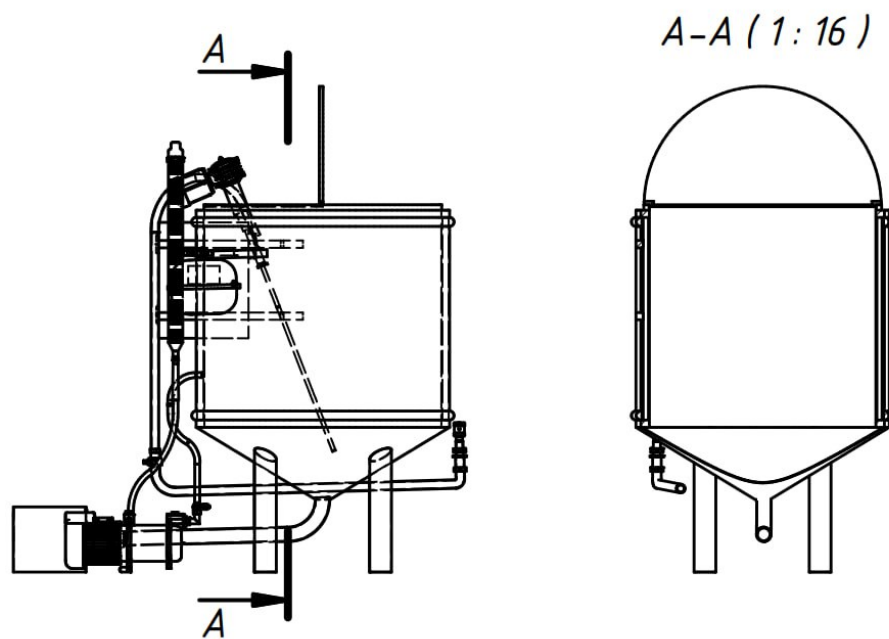


Рис. 4.1 Схематичне зображення ємності

1-корпус, 2- кришка, 3-вузол підшипниковий, 4-електродвигун, 5- патрубок подачі підготовленої води, 6-насос, 7- теплообмінник труба в трубі, 8- дисплей, 9- попереджувач.

5. Вибір конструкційних матеріалів

Харчова промисловість вимагає ретельного вибору матеріалів для виготовлення деталей і самих машин та апаратів. Основна вимога – відповідність властивостей матеріалу до харчових продуктів. У вузлах та деталях обладнання, де немає контакту з виробом, можна застосовувати загальні правила до вибору конструкційних матеріалів (КМ).

При виборі конструкційного матеріалу для виготовлення обладнання та деталей необхідно враховувати вплив матеріалу на продукт, а також нормативні документи, що дозволяють його використання в контакті з певним технологічним середовищем харчового виробництва на підприємстві; стійкість до корозії при тривалому впливі на матеріал агресивних харчових середовищ, підвищених температур і середовищ під тиском, а також при впливі очисних і дезінфікуючих розчинів; механічна міцність при виконанні необхідних робочих циклів; технологічні властивості виробництва за способами переміщення, лиття, зварювання тощо; економічна доцільність

Специфіка різних галузей харчової та переробної промисловості вимагає використання металів, що мають міцнісні і надійні характеристики, та інших конструкційних матеріалів, які працюють в середовищах з агресивними властивостями.

КМ, які широко використовуються в харчовій техніці, повинні задовольняти вимогам до цих матеріалів, які контактують з продуктами. Вони не повинні містити шкідливих для здоров'я людини елементів або вступати з продуктами в хімічні реакції, руйнуватися під впливом агресивних середовищ тощо.

Одним з основних параметрів матеріалу, який використовується у харчовій інженерії, є стійкість до корозії.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якимчук Р. Л.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Погорелов Я.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Вибір конструкційних матеріалів	200286.KP.04.005 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

Стандартами, що застосовуються галузі, встановлюють обмеження на асортимент і марки матеріалів, які використовуються у машинобудуванні для виробництва обладнання для підприємств виробництва харчової продукції.

Так, у нашому випадку, корпус та газоросподільча решітка сушильної установки буде виготовлятися з «харчової» сталі 12X18H10T за ДСТУ 7809:2015 або AISI 304, що працює в агресивних середовищі за температури 600 °С.

Приймаємо матеріал для виготовлення фланців, опор та інших складових що не контактують з продуктом, у нашому випадку – Ст 5 ДСТУ 7809:2015.

З сталі 12X18H10T за ДСТУ 7809:2015 або AISI 304 також будуть виготовлятися витки шнека.

СЧ 15 (GG-15 DIN 1691) використовуватиметься в якості матеріалу для виготовлення кришок на корпус сушильного апарату і корпус підвісної опори.

Інші деталі та вузли, які входять до складу сушильної установки, це – покупні стандартизовані: підшипники, манжети та ін., виготовляються з КМ, що передбачені на них стандартом.

6. Розрахункова частина

Розрахунок і характеристики існуючого обладнання

1. Технологічний розрахунок

Потужність, що витрачається на перемішування

$$N = E_{\text{ум}} * \rho * n^3 * d^5 \quad (6.1)$$

Де $E_{\text{ум}}$ – модифікований критерій Ейлера;

1. n – частота обертання робочого елемента мішалки, с^{-1} ;
2. ρ – густина рідини;
3. d – діаметр мішалки.

Залежність між зміненими критеріями Ейлера та Рейнольдса виражається формулою:

$$E_{\text{ум}} = \frac{C}{Re_{\text{ем}}^k} \quad (6.2)$$

де C і K – постійні коефіцієнти, які визначаються експериментально для кожного типу мішалок.

Модифікований критерій Рейнольдса

$$Re_{\text{ем}} = \frac{\rho n d^2}{\mu} = n d^2 / \nu \quad (6.3)$$

де μ , ν – динамічна і кінематична в'язкість рідини.

Щільність бінарної неоднорідної системи (суспензії), що включає рідку та тверду фази, розраховується за допомогою наступної формули

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Якимчук Р.Л.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа НУХТ	Розробник документа Погорєлов Я.В.	Назва, додаткова назва Розрахункова частина	200286.КР.04.006.ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/10

$$\rho = \frac{1}{\frac{x}{\rho_{\text{ч}}} + \frac{(1-x)}{\rho_{\text{ж}}}} = \rho_{\text{ч}}\varphi + \rho_{\text{ж}}(1-\varphi) \quad (6.4)$$

де x, φ – масова і об'ємна концентрація твердої фази в частках;

$\rho_{\text{ч}}, \rho_{\text{ж}}$ – густина твердих частинок і рідкої фази.

В'язкість суспензії незалежно від розміру твердих частинок при об'ємній частці твердої фази $\varphi < 0.1$, розраховують за формулою

$$\mu = \mu_{\text{ж}}(1 + 2.5\varphi),$$

А при $\varphi > 0.1$

$$\mu = \mu_{\text{ж}}(1 + 4.5\varphi)$$

де $\mu_{\text{ж}}$ – динамічна в'язкість рідкої фази.

Для лопатевих мішалок коефіцієнт $k=0,2$. Для дволопатевих мішалок $C=6,8$, а для чотирьох лопатевих – $C=8,52$.

Відмінність у геометричних пропорціях мішалок враховується за допомогою симплексів, і визначається за наступною формулою.

$$\Gamma_1 = \left(\frac{D}{3d}\right)^{0.93}; \Gamma_2 = \left(\frac{H}{D}\right)^{0.6} \quad (6.5)$$

Вплив зміни відношення y/d в межах $0,2 \dots 0,5d$ незначний і їм можна знехтувати.

Корекція для дуже шорстких стінок посудини, установки відбивних перегородок, рівнів рідини, оправок для термометрів тощо враховується додатковим коефіцієнтом $\eta_{\text{доп}}$. Таким чином, потужність мішалки в роботі визначається за наступною формулою.

$$N_p = N/\eta_{\text{доп}} \quad (6.6)$$

Приймають $\eta_{\text{доп}}=0,8 - 0,95$.

Потужність двигуна обчислюють за формулою:

$$N_{\text{дв}} = k_2 N_p / \eta \quad (6.7)$$

Де η – коефіцієнт корисної дії приводу

кз – коефіцієнт запасу на випадок великого пускового моменту. Для лопатевих і турбінних мішалок $k_z = 1,5$, а для пропелерних і турбінних мішалок $k_z = 1,1 - 1,15$.

Існують два режими перемішування: ламінарний і турбулентний. У ламінарному режимі, коли значення $Re_m < 20$, перемішуються лише ті шари рідини, які безпосередньо контактують з лопатями мішалки. Коли значення $Re_m > 100$, спостерігається турбулентний режим перемішування. При значеннях Re_m понад 10^5 (область розвиненої турбулентності), число Ейлера майже не залежить від критерію Re_m . У цій області підвищення частоти обертання мішалки призводить до збільшення витрат потужності без досягнення бажаного результату. Ефективність змішування оцінюється за показником неоднорідності суміші. Ефективність змішування характеризується показником неоднорідності суміші

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_{розр})}{n * x_{розр}} \quad (6.8)$$

де x_i – доля найменшого компонента в пробі i ;

$x_{розр}$ – доля того ж компонента в розрахованій (ідеальній) суміші;

n – число проб, взятих з суміші і рівномірно розподілених у всьому об'ємі.

Тривалість переміщення для досягнення заданої неоднорідності суміші λ_k визначається за формулою

$$\tau_k = \frac{l}{K_{см}} \ln \frac{\lambda_n}{\lambda_k} \quad (6.9)$$

де $K_{см}$ – коефіцієнт швидкості змішування, s^{-1} , що залежить від властивостей середовища, конструкції змішувача і інтенсивності перемішування. Енергія, що витрачається на перемішування мішалкою, визначається за формулою

Енергія, що витрачається на перемішування мішалкою, визначається за формулою

$$E = N_p * \frac{\tau_k}{\eta} \quad (6.10)$$

У мішалці відбувається перемішування твердих частинок у рідині за допомогою дволопатевої мішалки, що обертається з частотою 2.5 об/с. Діаметр апарату 0.7 м, висота рідини 0.5м. Щільність рідини дорівнює 1100 кг / м³, а її в'язкість 0,001 Па • с. Вміст твердої фази в ідеальній суміші, щільність частинок. Діаметр мішалки становить 0,14 м, а висота лопатей – 45 мм. Після введення частинок у рідину та їх перемішування протягом 5 хвилин було взято 8 проб з різних місць об'єму апарату, у яких вміст твердої фази був наступним: 0,02; 0,03; 0,06; 0,03; 0,04; 0,03; 0,07; 0,04. Показник неоднорідності суміші на початку процесу становить $\lambda_0 = 1$, і через 5 хвилин має значення.

$$\lambda = \frac{0.02 + 0.03 - 0.01 + 0.02 + 0.01 + 0.02 - 0.02 + 0.01}{8 * 0.05} = 0.00175$$

Коеф. Швидкості змішування

$$K_{зм} = \frac{1}{\tau} \ln \frac{\lambda_0}{\lambda} = \frac{1}{300} \ln \frac{1}{0.15} = 0.0063 \text{ с}^{-1}$$

Тривалість перемішування:

$$\tau_k = \frac{l}{K_{зм}} \ln \frac{\lambda_0}{\lambda_k} = \frac{1}{0.0063} \ln \frac{1}{0.1} = 728 \text{ сек} = 12.14 \text{ хв}$$

2. Кінематичний розрахунок.



Рис. 1 Кінематична схема приводу

В результаті вибору, було затверджено використання електродвигуна

АІР71В4, виготовленого за технічними характеристиками ІМ3081, для з'єднання з фланцем. Параметри двигуна такі: потужність - 0,75 кВт, частота обертання - 1500 об/хв. Згідно з встановленою кінематичною схемою, розраховуємо коефіцієнт корисної дії приводу:

$$\eta_{пр} = \eta_{пк}^2 * \eta_{м} \quad (6.11)$$

Де $\eta_{пк}^2$ -ККД пари підшибників кочення, $\eta_{пк}=0.99$

$\eta_{м}$ -ККД муфты, $\eta_{м} = 0.98$

$$\eta_{пр} = 0.99 * 0.99 * 0.98 = 0.96$$

При ковзанні $S=0.05$, асинхронна частота обертання вала двигуна:

$$n_{дв} = (1 - S) * n = (1 - 0.05) * 1500 = 1425 \text{ об/хв}$$

Визначимо кутову швидкість двигуна за такою формулою:

$$\omega_{дв} = \frac{n_{дв} * \pi}{30} \quad (6.12)$$

$$\omega_{дв} = \frac{1425 * 3.14}{30} = 149.15 \text{ рад/с} \quad (6.13)$$

Розрахуємо передаточне відношення приводу за формулою:

$$u_{пр} = \frac{n_{дв}}{n_p} \quad (6.14)$$

$$u_{пр} = 1$$

Визначимо кутові швидкості на валах приводу:

$$\omega_1 = \omega_{\partial e} = 149.2 \text{ рад/с}$$

Визначимо потужності на валах

$$N_1 = N_{\partial e} = 0.75 \text{ кВт}$$

Визначимо крутні моменти на валах приводу:

$$T_1 = \frac{N_1}{\omega_1}$$

(6.15)

$$T_1 = \frac{0.75 * 10^3}{149.2} = 5.03 \text{ Н * м}$$

3. Розрахунок на міцність

Вихідні дані:

Радіус кришки апарату – $R_k = 0$,

Тиск в апараті – $P_H = 0$ МПа;

Діаметр апарату – $D = 0,7$ м

Кут при вершині конуса – $\alpha = 1$:
дусів

Час накопичення рідини в апараті
5 хвилин

Матеріал: 08X18H10

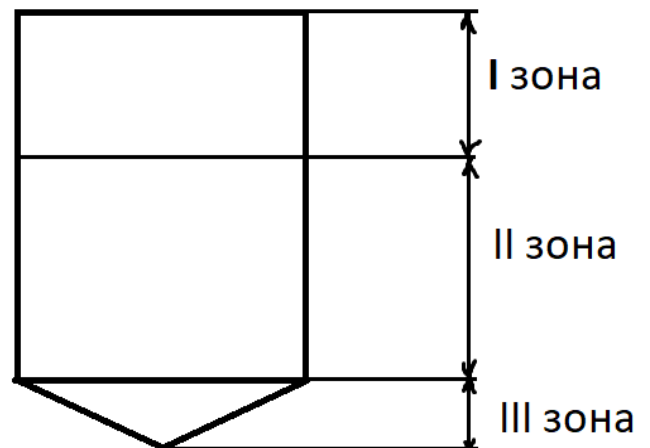
Об'єм рідини в апараті: $V = 0.22$ м³

Об'єм апарата: $V = 0.25$ м³

Об'єм рідини в конусній частині апарата:

$$V_k = \frac{1}{3} * \pi * R^2 * H_k = \frac{1}{3} * 3.14 * 0.35 * 0.35 * 0.1 = 0.013 \text{ м}^3$$

Де H_k = висота конічної частини апарата



Об'єм рідини в циліндричній частині апарата:

$$V_{\text{ц}} = V - V_k = 0.25 - 0.013 = 0.237 \text{ м}^3$$

Висота циліндричної частини

$$H_{\text{ц}} = 0.6 \text{ м}$$

Соснов – площа основи циліндра

$$S_{\text{осн}} = \frac{1}{4} * \pi * D^2 = \frac{1}{4} * 3.14 * 0.7 * 2 = 0.385 \text{ м}^2$$

На схемі апарата виділити характерні його зони виходячи із умови однаковості зовнішнього навантаження і геометричної форми:

Зона I: Сегмент циліндричної частини пристрою від точки з'єднання з плоскою кришкою до рівня рідини. Цей регіон не піддається внутрішнім напруженням.

Зона II: Частина циліндричної частини пристрою від рівня рідини до рівня опори кріплення пристрою, де опори закріплюються на рівні з'єднання з конічним днищем. Цей регіон підданий гідростатичному тиску рідини.

Зона III: Конічне днище, що несе навантаження від маси всієї рідини в пристрої. Проведемо розрахунок основних напружень для кожного виділеного регіону.

Розрахунок в 1 зоні

Зона I охоплює плоску кришку апарату та частину циліндричної обичайки з радіусом $R = 0,35 \text{ м}$. Ця зона не зазнає навантаження, надлишковий внутрішній тиск газу P_n дорівнює 0. Колові напруження можна обчислити за наступним виразом:

$$\sigma_k = \frac{P_n * R_{\text{ц}}}{2 * S_{\text{ц}}} \quad (6.16)$$

де $S_{\text{ц}}$ — товщина циліндричної обичайки.

Отже, колові напруження в 1 зоні будуть $\sigma_k = 0$

Оскільки в нашому випадку $r_m = \infty$, можна вважати, що ця зона не зазнає навантаження.

Розрахунок напружень у зоні II

Зона II охоплює частину циліндричної оболонки пристрою, яка залишається незмінною за своєю геометричною формою та навантаженою також незмінною за своїм характером зовнішніми силами (хоча їх величина може змінюватися). Особливість навантаження зовнішніми силами на цій ділянці полягає в різниці зовнішніх сил, які діють у меридіональному та коловому напрямках.

У меридіональному напрямку цього регіону діють наступні зовнішні сили:

- Гідростатичний тиск рідини, яка знаходиться над рівнем перерізу оболонки, де визначаються напруження. Ці сили призводять до появи внутрішніх колових сил пружності, які змінюються залежно від зміни величини гідростатичного тиску рідини, що знаходиться над перерізом.

У коловому напрямку, який проводиться перпендикулярно до осі симетрії пристрою, зовнішні сили діють лише зсередини оболонки, що представляє собою силу внутрішнього надлишкового газового тиску, яка намагається розірвати пристрій вздовж його осі і спричиняє меридіональні напруження в коловому перерізі. Оскільки опора пристрою розташована нижче, ніж розглянутий регіон, гідростатичний тиск рідини в пристрої не викликає таких напружень, оскільки не створює зовнішньої осьової сили.

Очевидно, що колові напруження в цьому регіоні змінюються вздовж оболонки, оскільки одна з зовнішніх діючих сил є змінною в осьовому напрямку. Меридіональні напруження залишаються постійними і дорівнюють меридіональним напруженням зоні I.

Тоді колові напруження в перерізі будуть дорівнювати

$$\sigma_k = \frac{(P_{\text{над}} + P_p) * \frac{1}{2} * D}{S_{\text{ц}}} = \frac{(P_{\text{над}} + x * y) * \frac{1}{2} * D}{S_{\text{ц}}} \quad (6.17)$$

У цьому випадку значення x буде варіюватися від $H_{\text{рід}}$ до H_u .
Максимальне зовнішнє зусилля буде досягатися на рівні кріплення опор, а саме:

3.5

$$P = P_{\text{н}} + P_p = P_{\text{н}} = (H_{\text{рід}} - H_u) * y = 0 + (0.7 - 0) * 1.22 * 10^4 = 0.085 \text{ Мпа}$$

Отже, рівня зовнішніх зусиль, колові напруження досягнуть значення

$$\sigma_k = \frac{(P_{\text{над}} + P_p) * \frac{1}{2} * D}{S_{\text{ц}}} = \frac{0.085 * 0.5 * 0.7}{0.002} = 1.5 \text{ МПа}$$

Меридіальні напруження в 2 зоні будуть дорівнювати

$$\sigma_m = \frac{D * P}{4 * S_{\text{ц}}} = \frac{0.0085 * 0.7}{4 * 0.002} = 0.74 \text{ МПа}$$

Рохраунок напружень у 3 зоні

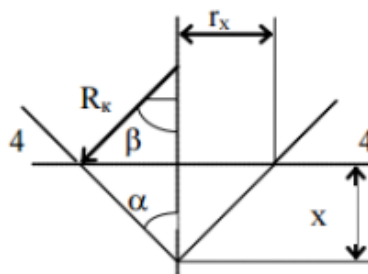
Визначимо недостатній для розрахунків геометричний параметр — кут α при вершині конуса виходячи із заданих геометричних розмірів

$$\text{tg} \alpha = \frac{\frac{1}{2} * D}{H_k} = \frac{0.5 * 0.7}{0.2} = 1.75$$

Звідси $\alpha = 60^\circ = 1.05 \text{ рад}$

Ми відокремлюємо частину оболонки в цій зоні, використовуючи кільцевий переріз на відстані x від вершини конуса, та видаляємо верхню частину оболонки.

Визначимо геометричні параметри конуса у перерізі 4—4: радіус кола конуса у перерізі



$$R_k = \frac{r_{x0}}{\cos\alpha} = \frac{1.75x}{0.5} = 3.5x \quad (6.18)$$

- гідростатичний тиск рідини, який дорівнює:

$$P_{\text{рід}} = (H_{\text{рід}} + H_k - x) * \rho \quad (6.19)$$

Ми розраховуємо колові напруження, використовуючи рівняння Лапласа. З урахуванням того, що $\rho_m = \infty$ і $\rho_k = R_k$, а також того, що P представляє собою суму зовнішніх навантажень, ми записуємо:

$$\sigma_k = \frac{(P_{\text{над}} + H_{\text{рід}}) * R_k}{S_k} \quad (6.20)$$

$$\sigma_k = \frac{(P_{\text{над}} + H_{\text{рід}}) * 1.084 H_k}{S_k} = \frac{(0 + 0.7 * 1.22 * 10^4) * 1.084 * 0.1}{0.002} = 456 \text{ Па} \quad (6.21)$$

Для визначення меридіональних напружень розглянемо сили, що діють на відсічену кільцевим перерізом частину оболонки

$$P = P_{\text{над}} + H_{\text{рід}} = P_{\text{над}} [H_c + (H_k - x)] * \rho \quad (6.22)$$

Для відсіченої частини оболонки діють наступні зовнішні сили: внутрішній надлишковий тиск газу, який не присутній над поверхнею рідини в апараті, і гідростатичний тиск рідини, що присутній у оболонці над рівнем перерізу.

Меридіональні напруження рівні нулю, коли $x = H_k$, а отже, і σ_k дорівнюють нулю, тобто у вершині конуса. Максимального значення меридіональні напруження досягають у основі конуса, коли $x = 0$:

$$\sigma_m = \frac{1.75 * 0.1 * (0 + 0.7 * 1.22 * 10^{-4}) + (0.1 - 1.75 * 0.1) * 1.22 * 10000 + 0.33 * 1.75 * 0.1 * 1.22 * 10000}{0.26 * 0.002} = 0.0028$$

МПа

7. Технологічний маршрут виготовлення деталі

Основним матеріалом для виготовлення деталі є Ст3. У малосерійному та одиничному виробництві заготовка створюється методом відкритого формування в ґрунт або в оболонкових формах. В умовах серійного чи масового виробництва широко застосовується машинне формування. Початковим документом для розробки креслення виливки є креслення деталі, до якого додаються припуски на механічну обробку, технологічні припуски та технологічні вказівки щодо виготовлення виливки. Припуски на механічну обробку призначаються з урахуванням можливих неточностей при виготовленні виливки та залежать від габаритних розмірів деталі. Величина припуску є регламентною і складає 0,7 – 5 мм для сталі. [16, 17, 19, 20]

Службове призначення деталі

Фланець – це деталь редуктора. Конструкція деталі має вісім отворів діаметром 6 мм, які призначені для кріплення фланця до передачі з боку вхідного валу до редуктора. Центрування деталі відбувається по квадратичній поверхні, де сторона дорівнює 100 мм. Тому впливає, що фланець може виконувати роль опори до передачі з боку вихідного валу, іншою стороною до агрегату, якому передається крутний момент.

7.1 Заливка деталі

Для того щоб уникнути зайвої витрати металу, найкращим варіантом буде заливка деталі. Для цього було прийнято прийнято деталь рис. 7.1 для подальшого торцювання

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якимчук Р. Л.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Погорелов Я.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Технологічний маршрут виготовлення деталі	200286.KP.04.007.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/6

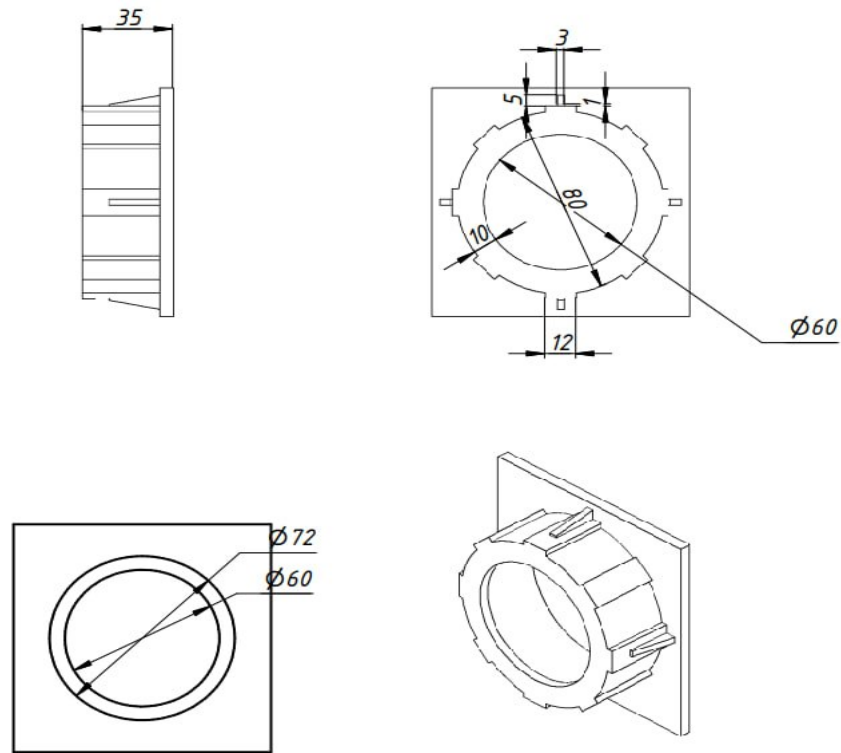


Рис.7.1 Заливка деталі “Фланець”

Технологічний маршрут виготовлення деталі

операції	Назва операції, або переходу	Технологічне устаткування, пристрої, інструмент для оброблення, контрольний
0	Заготівельна (ливарна)	Лиття заготовки із сталі Ст3 в оболонкову форму
0	Токарна	Верстат токарно-гвинторізний 16К20П з 3-х кулачковим патроном
0.1	Фрезерування пов.1 4=6 мм, l=100 мм	Прохідний різець відігнутий правий, Т16К6П, $\varphi = 45^\circ$, $\gamma=10^\circ$, $\alpha=8^\circ$; ВхНхL=16x25x140, ШЦ1

0.2	Зняти фаску пов 1. 2мм, 2x45	Прохідний різець відігнутий правий, T15K6, $\varphi=45^0$, $\gamma=10^0$, $\alpha=8^0$; ВхНхL=16x25x140, ШЦ1
0.3	Зняти фаску пов 2. 2мм, 2x45	Прохідний різець відігнутий правий, T5K12, $\varphi=45^0$, $\gamma=10^0$, $\alpha=8^0$; ВхНхL=16x25x140, ШЦ1
0	Токарна УЗЗ	Верстат токарно-гвинторізний 16К20 з 3-х кулачковим патроном, упор
0.1	Фрезерування пов.2 8=2 мм, 85мм	Прохідний різець відігнутий правий, T15K6, $\varphi=45^0$, $\gamma=10^0$, $\alpha=8^0$; ВхНхL=16x25x140, ШЦ1
0.2	Зняти фаску на пов 3. 4x45, 2 мм	Прохідний різець відігнутий правий, T15K6, $\varphi=45^0$, $\gamma=10^0$, $\alpha=8^0$; ВхНхL=16x25x140, ШЦ1
0.3	Зняти фаску на пов 4. 8x45, 2мм	Прохідний різець відігнутий правий, T15K6, $\varphi=45^0$, $\gamma=10^0$, $\alpha=8^0$; ВхНхL=16x25x140, ШЦ1
0	Свердлильна УЗЗ	Радіально - свердлильний верстат 2А125, кондуктор, упор
0.1	Свердлити 4 отв. під $\varnothing 8H8$ пов.1	Свердло $\varnothing 7$, P6M5
0.2	Свердлити 8 отв. під $\varnothing 8H8$ пов.3	Свердло P6M5 $\varnothing 8H8$

Перехід 20.1 Фрезерування пов 1, 4=6мм, l=100мм

1. Знаходимо глибину різання

$$t = Z = 5 \text{ мм}$$

2. Подача на зуб $S_z = 0.18 \text{ мм}$

3. Подача на оберт фрези

$$S_{\text{об.ф.}} = S_z z = 0.18 \cdot 12 = 2.16 \text{ мм}$$

4. Швидкість різання при фрезеруванні торців визначаємо за формулою.

$$V_p = \frac{C_v D_\phi^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_V = \frac{332 \cdot 80^{0.2}}{180^{0.2} \cdot 10^{0.1} \cdot 0.18^{0.4} \cdot 128^{0.2}} 0.431 = 72.96 \text{ м/хв,}$$

Де: $C_v = 332$; $q = 0.2$; $m = 0.2$; $x = 0.1$; $y = 0.4$; $u = 0.2$

Коеф. $C_v=332$, $q=0.2$; $m=0.2$; $x=0.1$; $y=0.4$; $u=0.2$ вибираємо з додатків у табл. Ю.І.Бойко та О.А.Литвиненко Технологія машинобудування додаток 6.15

$T = 180$ – середнє значення періоду стійкості фрези

5. Визначаємо поправковий коеф. Для сталі 45

$$K_V = K_{MV} K_{PV} K_{UV} = 1.23 \cdot 1 \cdot 0.35 = 0.431$$

K_{MV} — коефіцієнт, який враховує якість оброблюваного матеріалу

$$K_{MV} = K_\Gamma \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \left(\frac{750}{610} \right)^1 = 1.23$$

6. Розрахункова частина обертання фрези

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D_\phi} = \frac{1000 \cdot 72.96}{3.14 \cdot 80} = 290 \text{ хв}^{-1}.$$

За паспортом верстата $n_B = 270 \text{ хв}^{-1}$

Коригуємо швидкість різання з урахуванням прийнятої частоти обертання за паспортом:

$$V = \frac{\pi D_\phi n_B}{1000} = 67.82 \text{ м/хв,}$$

6. Визначаємо основний час

$$t_{ol} = \frac{L}{S_{об.ф} \cdot n} = \frac{166}{1,8 \cdot 250} = 0,36 \text{ хв.}$$

7. Розрахункова довжина різань поверхонь

$$L = l_0 + l_1 + l_2 = 124 + 2 + 40 = 166 \text{ мм,}$$

8. Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{доп1} = t_{вст} + t_{пер} + t_{зм} + t_{к} = 0,41 + 0,48 + 0,11 + 0,3 = 1,3 \text{ хв}$$

Перехід 20.2 Зняти фаску пов 1, 2x45 на 2мм

Оперативний час на зняття фаски визначаємо з таблиці. $t_c = 0.2 \text{ хв}$

2. Допоміжний час на виконання переходу:

де $t_{вст}$ = деталь вже встановлена; $t_{пер} = 0,11$ час, пов'язаний з переходом з установленням різця по лімбу з точністю $<0,2$ мм та автоматичним переміщенням супорта, хв; $t_{зм} = 0,05$ час, необхідний для зміни різального інструменту, хв; $t_{к} = 0,28$ поверхні, хв.-час на контрольні вимірювання оброблюваною

Точити пов.4 Ø50 начисто, $l = 8$ мм.

1. Приймаємо різець як і в попередньому переході.

2. Глибина різання при обробленні даної поверхні $t = 0,2$ мм

3. Приймаємо подачу при чистовому точінні із шорсткістю Ra 3,2 мм рівною $S_B = 0,2$ мм/об.

4. Розрахункову швидкість різання визначаємо:

$$V_p = \frac{C_v}{T^{0,2} t^{0,15} S_B^{0,35}} = \frac{220}{T^{0,2} t^{0,15} S_B^{0,2}} = \frac{220}{120^{0,2} 0,2^{0,15} 0,2^{0,2}} = 148,19 \text{ м/хв}$$

5. Розрахункова частота обертання:

$$n_p = \frac{1000 V_p}{\pi D_s} = 655,48 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо $n_b = 630$ об/хв.

6. Тоді фактична швидкість різання буде дорівнювати:

$$V_{\Phi} = \frac{\pi D_3 n_B}{1000} = 142,43 \text{ м/хв}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину оброблення:

$$L_p = l + l_1 + l_2 + l_3 = 50,7 + 2 + 0,2 + 0 = 52,9 \text{ мм}$$

$$\text{де } l = \frac{D_3}{2} = \frac{72}{2} = 36 \text{ – довжина оброблюваної поверхні заготовки,}$$

мм;

$$l_1 = 2 \text{ – відстань для підведення різця з робочою подачею, мм;}$$

$$l_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 0,2 \operatorname{ctg} 45^\circ = 0,2 \text{ – величина врізання інструменту, мм;}$$

$$l_3 = 0 \text{ – величина перебігу різця для повного оброблення поверхні, мм.}$$

8. Основний час на виконання переходу:

$$t_{07} = \frac{L_p}{S_n \cdot n_n} = \frac{52,9}{0,2 \cdot 630} = 0,42 \text{ хв}$$

9. Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{д7} = t_1 + t_2 + t_3 = 0,09 + 0 + 0 = 0,09$$

де t_1 – час допоміжний, що пов'язаний відповідно з переходом для поздовжнього точіння з встановленням різця по упору чи грубо по лімбу при подачі автоматичній – $t_1 = 0,09$ хв;

t_2 – час допоміжний на зміну частоти обертів шпинделя чи подачі – зміна не проводиться – $t_2 = 0$;

t_3 – час допоміжний для інших дій при виконанні переходу, ніяких дій не проводиться – $t_3 = 0$.

Під час виготовлення деталі основний час на виконання операцій становить:

$$T_0 = \sum t_{0i} = 0,79 + 0,606 + 6,64 + 1,26 + 1,32 + 0,42 + 0,18 = 11,22$$

хв

Час допоміжний на виконання операції:

$$T_{д} = t_y + \sum t_{дi} = 0,52 + 0,05 + 0,74 + 0,74 + 0,74 + 0,09 + 0,09 = 2,97$$

хв

8. Вимоги щодо монтажу і технічного сервісу

Монтаж змішувальних машин

Змішувальна машина при встановленні в лінію виробництва батонів ретельно вивіряється на підготовленому місці і закріплюється на залитих фундаментних болтах М16.

Необхідно перевірити напрямок обертання приводів машини та приєднати заземлення машини. Напрямок обертання валків повинен бути в сторону подавання тіста. Вал кривошипів, при погляді на нього зі сторони передньої дверці, повинен обертатися за годинникової стрілки.

Перед вмиканням машини необхідно ретельно перевірити правильність роботи і взаємодію окремих механізмів, особливо електродвигун

Впевнившись у відсутності пошкоджень, сторонніх предметів на машині (особливо в в самому реакторі) і змастив всі деталі які труться, увімкнути машину, з початку на мінімальних обертах, а після цього перевірити її роботу на всіх режимах на холостому ході (без завантаження самої емульсії).

Експлуатація

При підготовленні машини до роботи, необхідно: підключити сам дисплей та перевірити стан механізму перед запуском

Оглядом машини впевнитись в відсутності на рухомих частинах та в бункері головки сторонніх предметів. Увімкнути дисплей та запустити мішалку на мінімальних обертах щоб дати можливість прогріти її.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якобчук Р.Л.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ ОХ-4-2	<i>Розробник документа</i> Погорєлов Я.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Монтаж, експлуатація та ремонт обладнання	200286.KP.04.008.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/4

При повній справності машини завантажити в бункер головки ароматизатор або будь-яку іншу крихку речовину. Здійснити запуск машини, натиснувши при цьому обидві кнопки "ПУСК/СТОП" на пульті керування. Під час роботи машини необхідно слідкувати за станом температури та тиску в самому реакторі та наявності

При переналагодженні машини на інші види виробів, а також періодично в процесі роботи необхідно проводити зважування заготовок, керуючись технологічними інструкціями.

Під час роботи машини не допускається проводити роботи ремонтного характеру, залишати на машині інструмент та інші сторонні речі. На працюючій машині слід здійснювати лише корегування швидкостей роботи приводів машини за допомогою тумблерів які знаходяться на пульті керування.

При появі підвищеного шуму, стуку, вібрації, запаху гарі, появі диму або виникненні будь-яких поломок та несправностей, необхідно не затримуючись зупинити машину повертанням пакетного вимикача в положення "ВІДКЛ".

По мірі вироблення тіста, його слід своєчасно додавати в завантажувальний бункер головки.

Після закінчення роботи необхідно: зупинити машину; підняти кришку реактора; вимкнути подачу води насосом до рубашки реактора ; вимкнути живлення машини поворотом пакетного вимикача в положення "ВІДКЛ"; виконати зачищення бункера головки; опрокинути головку, перевірити стан реактору мішалки, промити його водою.

Ремонт змішувальної мішалки

Своєчасне виконання вимог з технічного обслуговування машини попереджає передчасне зношення окремих деталей, а в цілому подовжує строк роботи машини, забезпечуючи при цьому достатню надійність та

довговічність. Технічне обслуговування необхідно здійснювати при вимкненому електричному живленні машини.

Під час експлуатації необхідно виконувати:

- щотижневі технічні огляди;
- щомісячні технічні огляди;
- технічні огляди не рідше одного разу в три місяці;
- профілактичні ремонти не рідше одного разу на рік.

Щотижневий технічний огляд включає в себе перевірення кріплення опор валів, перевірення рівня мастила в редукторах, змащування поверхонь, що труться на вісі важелів у вала кривошипів, змащування зубчатих і ланцюгових передач, а також перевірення електрообладнання.

Щомісячний технічний огляд включає в себе змащування всіх місць прес - масльонками у відповідності зі схемою змащування.

Технічний огляд не рідше одного разу в три місяці включає в себе промивання і змащування опор підшипників ковзання та ревізію електрообладнання.

Профілактичний ремонт не рідше одного разу на рік включає в себе розбирання і чищення механічного та електричного обладнання машини, заміну зношених деталей, заміну мастила в редукторах та підшипникових опорах, а при необхідності - заміну підшипників.

Технічний огляд здійснюється цеховою бригадою слюсарів.

Конструкція машина повинна забезпечувати:

- Наявність захисних кожухів і запобіжних пристроїв для захисту операторів від рухомих частин.
- Оснащення системою датчиків для контролю параметрів процесу змішування (температура, швидкість, вологість тощо).

Точне дозування інгредієнтів для забезпечення стабільності якості кінцевого продукту. Машина повинна працювати плавно, без ривків.

Показники надійності і довговічності повинні бути:

- термін служби при трьох змінній роботі 8 років ;
- напрацювання на відмовлення 300 годин.

Реактор з мішалкою повинен мати захисне заземлення.

Зусилля на рукоятках маховика машини не повинно перевищувати 6 кг.

Ділянки машини де відбувається набігання стрічки на барабан повинні бути огорожені щитами.

Натяжні гвинти несучого транспортера повинні мати обмежувачі хода.

Кінцеві вимикачі, магнітні пускачі і автоматичні пускачі повинні встановлюватися на машині тільки в захисному виконанні.

Перевірка машини повинна проводитися на холостому ході з тривалістю безперервної роботи не менше 2-х годин

Слід перевірити:

- якість, правильності зборки і регулювання в відповідності з конструкторською документацією на машину і стандартом;
- відповідність параметрів машини справжньому стандарту і;
- конструкторської документації;
- правильність підключення і роботи електрообладнання;
- рівня шуму на одній машині
- якість роботи і фарбування.

Після дослідження на холостому ході перевіряють візуально стан поверхні всіх валів, підшипників, зубчастих і ланцюгових передач.

9. Опис системи управління

Створення комп'ютерно-інтегрованого виробництва є основним напрямком автоматизації виробництва. Основною системою автоматизації тепер став функціонал мікропроцесорних систем управління. ЗМ-250, як об'єкт керування, має ряд особливостей. Зокрема, необхідно постійно підтримувати задану швидкість обертання мішалки, регулювати температуру і тиск в апараті, а також контролювати кількість матеріалу, що подається для змішування.

Опис апаратурно – технологічної схеми

Оператор вручну засипає сировину до змішувальної мішалки ЗМ-250. Одночасно з початком змішування запускається електричний двигун, який приводить в дію редуктор з лопатями для ефективного перемішування. Теплообмінник типу "труба в трубі" забезпечує підтримку необхідного температурного режиму, нагріваючи рідину або інший матеріал до заданої температури.

Теплоносій подається насосом через відцентровий вентилятор і проходить через нагрівання до температури 100 °С у теплообміннику "труба в трубі". Підігрійтий теплоносій надходить до змішувальної мішалки, де підтримується стабільна температура для забезпечення якісного процесу змішування.

Температура та інші важливі параметри контролюються за допомогою дисплея з датчиками. Дисплей показує температуру, швидкість обертання лопатей, тиск та інші параметри, що дозволяє оператору стежити за процесом в режимі реального часу. Дисплей також дозволяє регулювати оберти мішалки за допомогою частотного перетворювача.

Після завершення процесу змішування готовий продукт вивантажується через випускний отвір, контрольований клапаном.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якобчук Р. Л.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Погорелов Я.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Опис система управління	200286.KP.04.009.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/3

Відпрацьований теплоносії проходить через систему фільтрації та повертається в цикл або викидається в атмосферу, забезпечуючи безпеку та екологічність процесу.

Опис схеми автоматизації

Схема автоматизації змішувальної мішалки ЗМ-250 передбачає автоматичне регулювання процесу змішування, температурного режиму та ряду інших технологічних параметрів.

Продуктивність подачі матеріалу в мішалку регулюється, працюючи в імпульсному режимі, відповідно до витрати матеріалу, виміряного перетворювачем навантаження шнека. Сигнал потім передається на вторинний пристрій ПК 1.1 для обробки та контролю.

Контроль температурного режиму в мішалці здійснюється термоперетворювачем опору та логометром у комплекті з перемикачем. Це забезпечує точний контроль температури всередині мішалки, що є критично важливим для дотримання технологічних вимог та забезпечення якості кінцевого продукту.

Додатково, швидкість обертання мішалки регулюється частотним перетворювачем, що дозволяє адаптувати процес змішування під різні типи матеріалів і технологічні вимоги.

Контроль витрати матеріалу на виході зі змішувальної мішалки ЗМ-250 здійснюється за допомогою схеми, що працює в імпульсному режимі за витратою матеріалу, виміряною перетворювачем навантаження шнека. Потім сигнал передається на дисплей мішалки

Від двигуна змішувальної мішалки сигнал надходить на магнітний пускач, а потім на дисплей і кнопкову станцію. Дисплей дозволяє оператору контролювати та регулювати швидкість обертання мішалки, температуру,

тиск і витрати матеріалу, забезпечуючи повну автоматизацію і точний контроль процесу змішування.

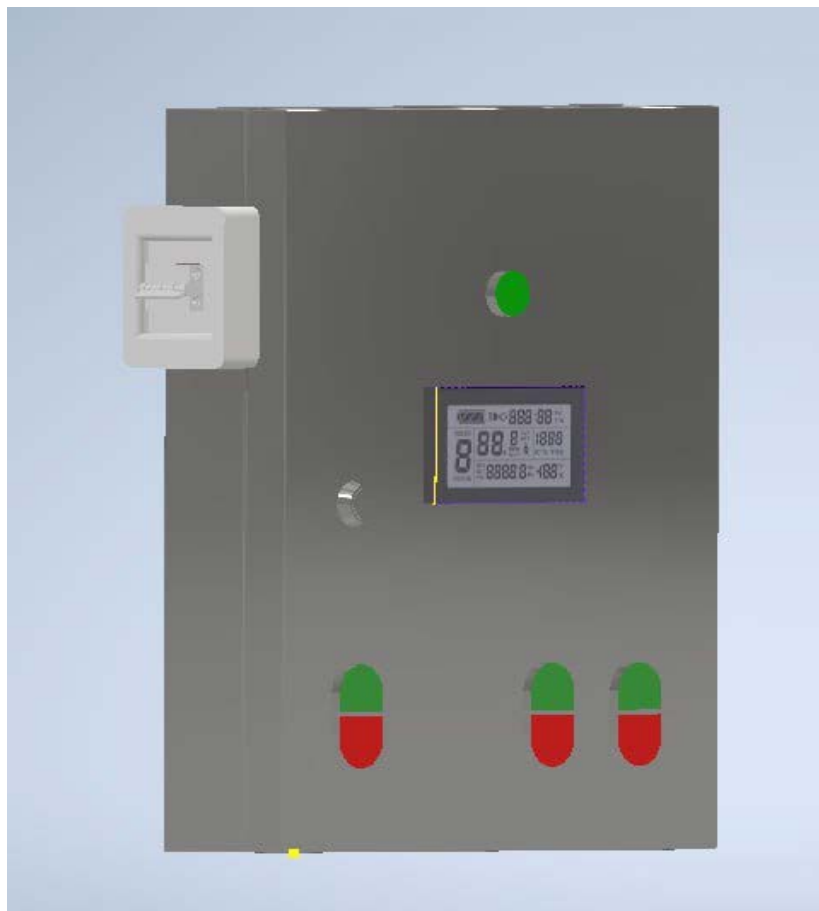


Рисунок 9.1 – фото опису дисплея з панеллю задач

10. Заходи щодо охорони праці

Закон України про охорону праці

Закон України "Про охорону праці", прийнятий 14 жовтня 1992 року, визначає ключові положення щодо забезпечення конституційного права громадян на захист їхнього життя та здоров'я під час трудової діяльності. Він регулює відносини між роботодавцем (власником підприємства, установи або організації) чи його уповноваженим представником і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, залучаючи до цього відповідні державні органи. Закон також встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

Вплив шкідливих факторів та засоби захисту від них

На підприємстві, де використовуються мішалки для змішування ароматизаторів і різних емульсій, основними шкідливими факторами є висока температура повітря та присутність хімічних випарів. Хімічні випари можуть викликати гострі та хронічні захворювання верхніх дихальних шляхів, а також алергічні реакції у працівників.

Для захисту дихальних шляхів працівників необхідно встановити ефективні системи вентиляції та витяжки. У зонах з особливо високою концентрацією випарів робітники повинні використовувати індивідуальні засоби захисту, такі як респіратори та окуляри. Кратність повітрообміну повинна розраховуватися відповідно до умов праці і може варіюватися від 2 до 4.

Цехи, де використовуються ароматизатори та емульсії, також відносяться до вибухо- та пожежонебезпечних об'єктів. Необхідно передбачити засоби для гасіння пожеж і ретельно контролювати потенційні джерела займання.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Якимчук Р.Л.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ ОХ-4-2	<i>Розробник документа</i> <i>Погорєлов Я.В.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> Заходи з охорони праці, техніка безпеки	200286.KP.04.010.ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> <i>Якимчук М.В.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/7	

Важливо також стежити за концентрацією хімічних випарів у повітрі приміщень, використовуючи спеціальне обладнання для моніторингу.

Дотримання цих заходів забезпечить безпечні умови праці та зменшить ризик професійних захворювань і нещасних випадків на виробництві.

Мікроклімат

Для підвищення працездатності та збереження здоров'я робітників важливо створити стабільні метеорологічні умови за ДСН 3.3.6.042-99: «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень». В поняття метеорологічні умови повітряного середовища входять: температура повітря; відносна вологість; швидкість руху повітря; інтенсивність теплового опромінення.

В даній таблиці подано параметри мікроклімату виробничих приміщень і різні пори року.

Параметри	Холодний період року	Теплий період року
Оптимальна температура		21...23 °С
Допустима температура	18...20 °С	27...29 °С
Відносна вологість повітря	17...23 °С	40...60% але не більше 75%
Швидкість руху повітря	40...60% але не більше 75%	не більше 0,2 м/с
	0,2...0,3 м/с	

Освітлення

На підприємстві у промисловому цеху передбачено два види освітлення – природне та штучне.

Освітлення відповідає вимогам ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення».

Для освітлення робочих місць у приміщенні прийняте бокове освітлення через віконні отвори у стінах. Для забезпечення нормальної роботи застосовується верхнє освітлення за допомогою люмінесцентних ламп (ДСТУ ІЕС 60901:2008 Лампи люмінесцентні одноцокольні. Вимоги до робочих характеристик (ІЕС 60901:2004, IDT)).

Природне освітлення – це освітлення приміщень прямим або відбитим денним світлом (видима частина променевої енергії Сонця). Організація раціонального природного освітлення на робочих місцях – одна з умов забезпечення нормальної виробничої діяльності людини. Недостатня освітленість може спричинити професійне захворювання або травматизм.

Норми природної освітленості (ДБН В.2.5-28-2006)

Характер истика виконуваної зорової роботи	Найменш ий розмір об'єкту розпізнавання	Розряд зорової роботи	Освітленість, лк
			Лампи розжарювання
Середньо ї точності	0,5 - 1,0 мм	IV	150

Норми природного освітлення виробничих приміщень встановлені з урахуванням обов'язкового очищення скла світлових прийомів: для приміщень з незначними виділеннями пилу, диму та копоті не рідше двох разів на рік.

Для створення нормативного освітлення в приміщенні в темний час доби, а також в приміщенні, де не передбачається природного освітлення або воно недостатнє, влаштовується штучне освітлення.

Нормуючим показником штучного освітлення є освітленість, одиницею вимірювання якої являється люкс (ДСТУ Б В.2.2-6-97 (ГОСТ 24940-96) Будинки і споруди. Методи вимірювання освітленості).

Штучне освітлення передбачено робоче, аварійне і евакуаційне. Аварійне освітлення призначене для продовження роботи, або евакуації людей в разі раптового відімкнення або виходу з ладу робочого освітлення.

Це освітлення має незалежне джерело електрики, арматура його світильників відзнаку. Найменше освітлення робочих поверхонь, що потребують обслуговування при аварійному режимі, повинно складати 5% освітлення, нормованого для робочого загального освітлення, але не менше 2 лк у середині будівель, і 1 лк для території зовні підприємств.

На підприємстві періодично перевіряють рівень освітлення на робочих місцях та загальне освітлення приміщень, а також справність аварійного освітлення; чистять та миють світильники, замінюють лампи, які вийшли з ладу. Рівень освітлення робочої поверхні контролюють люксметрами.

Випромінювання

У промисловому цеху існує тільки теплове випромінювання, воно виникає внаслідок нагрівання поверхні обладнання і деяких трубопроводів. Теплота виділяється при нагріванні матеріалів, переході електричної енергії у теплову, при терті рухомих частин машин тощо.

В теплий період року додається також тепло сонячного випромінювання.

Інтенсивність інфрачервоної радіації від теплового обладнання не повинна перевищувати 70 Вт/м² (відповідно ДСН 3.3.6.042-99). Для попередження несприятливого впливу інфрачервоного випромінювання на організм робітників рекомендується:

- застосовувати секційно-модульне обладнання;

- на робочих місцях коло печей, плит та іншого обладнання, що працює з підігрівом, застосовувати повітряні душі;
- регламентувати внутрішньозмінні режими праці та відпочинку працюючих.

Захист працюючих від шкідливих та небезпечних факторів:

Особливості технологічних процесів в тістомісильному відділенні хлібопекарного заводу диктують необхідність при проектуванні передбачувати заходи безпеки і створення комфортних та безпечних умов праці.

Дуже важливо при обслуговуванні обладнання дотримуватись усіх правил техніки безпеки.

Для захисту дихальних шляхів працюючих мають бути облаштовані вентиляційні системи і витяжки. В особливо запилених зонах робітники повинні користуватись індивідуальними засобами захисту (респіратори, окуляри). Кратність повітрообміну розраховується в залежності від умов праці і може коливатись в межах від 2 до 4.

При установці реакторів з мішалкою, машини безперервної дії слід залишати висоту від верху обладнання до перекриття не меншу 1,8 м для зручності ремонту.

Освітленість в тістомісильних цехах повинна складати 200 лк.

Паропроводи і тробупроводи гарячої води повинні бути теплоізованими з температурою на поверхні не більшою 45 °С.

Площадки для обслуговування тістомісильної машини безперервної дії мають бути забезпечені зручними драбинами (у випадку їх установки над рівнем підлоги) і перилами висотою 1 м.

Цехи хлібопекарної промисловості відносяться до категорії вибухо- та пожежонебезпечних категорії Г. Необхідно передбачити засоби гасіння пожежі. Не варто залишати відкритими можливі джерела

спалахування. Обов'язково контролювати концентрацію пилу у повітрі приміщень.

Техніка безпеки при обслуговуванні змішувальної машини

До роботи з обслуговування змішувальної машини допускаються особи, які знають її конструкцію, що вивчили паспорт, пройшли інструктаж з техніки безпеки і мають першу групу допуску роботи з електроприводом. Всі операції, пов'язані з технічним доглядом або усуненням несправностей, робити тільки при повній зупинці машини і вимкненим загальним електроживленням від мережі змінного струму.

На апараті загального включення електроживлення вивісити табличку "Не вмикати! Працюють люди"

Робоче місце має бути достатньо освітленим. Чищення і змащення на ходу суворо забороняється. Забороняється працювати на машині без належного заземлення. Постійно стежити за правильним регулюванням вимикачів шляхових. Забороняється залишати працюючу змішувальної машини без нагляду. Всі роботи пов'язані з експлуатацією і доглядом за електрообладнанням дозволяється виконувати персоналу, ознайомленому з правилами техніки безпеки для установок з напругою до 1000 В.

Поблизу робочого місця повинна знаходитися медична аптечка. Особи обслуговуючі тістозакаточну машину повинні бути ознайомлені з правилами надання першої допомоги при ураженні електричним струмом.

На робочих місцях повинна бути інструкція з техніки безпеки.

При експлуатації машини періодично контролювати її роботу, стежити за санітарним станом, за наявністю мастила в корпусах підшипників і на ходовому гвинту механізму повороту, контролювати натяг ременів, систематично проводити технічний огляд і профілактичний ремонт машини.

Періодичність технічного огляду і профілактичного ремонту встановлюється в залежності від виробничих умов, але не рідше одного разу

на місяць. Після закінчення зміни необхідно промити реактор та вимкнути усі підключені прибори

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі розглянуто модернізацію змішувальної машини ЗМ-250, об'ємом 250 літрів. В результаті аналізу вдалося встановити, що в кількох областях є суттєве покращення, яке підвищило ефективність та надійність обладнання.

По-перше, впроваджена нова система регулювання швидкості обертання змішувальних лопатей. Завдяки даній модернізації значно покращилась якість змішування інгредієнтів, яке забезпечує однорідність готового продукту. Регульована швидкість також сприяє зниженню енерговитрат, оптимізуючи роботу машини.

По-друге, модернізовано конструкцію для полегшення очищення та технічного обслуговування. Додано знімні елементи та покращено доступ до внутрішніх частин змішувача, що скоротило час на санітарну обробку та підвищило загальну гігієнічність обладнання. Це є особливо важливим у харчовій промисловості.

По-третє, встановлено додаткові захисні кожухи та автоматичні запобіжні системи, що підвищило рівень безпеки при експлуатації змішувача. Автоматичне відключення при відкритті захисних кришок запобігає можливим травмам оператора.

Крім того, інтеграція сучасної системи датчиків і контролерів дозволила автоматизувати процес змішування, забезпечуючи постійний моніторинг і контроль параметрів. Це сприяло підвищенню стабільності якості продукції та зменшенню втрат сировини.

Таким чином, модернізація змішувальної машини ЗМ-250 дозволила значно підвищити її експлуатаційні характеристики, ефективність, безпеку та зручність обслуговування.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якимчук Р.Л.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Погорєлов Я.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Висновки	200286.KP.04.000.ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2	

Реалізовані технічні рішення покращили якість готової продукції та оптимізували виробничі процеси, що позитивно вплинуло на продуктивність і економічність роботи підприємства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Верба, І. І. Навчальний посібник „Обладнання автоматизованого виробництва“ „Сучасні тенденції розвитку систем автоматизації“ для поглибленого вивчення дисципліни [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 131 „Прикладна механіка“, спеціалізації „Технології комп’ютерного конструювання верстатів, роботів та машин“ / І. І. Верба, О. В. Даниленко, О. В. Самойленко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,65 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 260 с.

2. Виготовлення обладнання хімічних виробництв [Текст] : підруч. [для студ. закл. вищ. освіти]. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2022. – 233 с.: іл. – Бібліогр.: с. 228–231.

3. Вікіпедія (електронний ресурс) Режим доступу: <http://uk.wikipedia.org> (дата звернення 25.04.2024). – Назва з екрана.

4. Гейчук, В. М. Функціональне проектування верстатів, роботів та машин в Autodesk Inventor. Частина I [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів, які навчаються за спеціальністю «Галузеве машинобудування» / В. М. Гейчук ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 13,39 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 394 с. – Назва з екрана.

5. Загальні технології харчових виробництв: підручник / В.А. Домарецький, П.Л. Шиян, М.М. Калакура, Л.Ф. Романенко. – К. : Университет "Україна", НУХТ, 2010. – 814 с.

6. Заплетніков І.М. Експлуатація і обслуговування технологічного обладнання харчових виробництв: навч. посіб. / І.М. Заплетніков, В.Г. Мирончук, В.М. Кудрявцев – К.: «Кафедра», «Центр учбової літератури», 2012. – 344с.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Якимчук Р.Л.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ ОХ-4-2	<i>Розробник документа</i> <i>Погорєлов Я.В.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> Список використаної літератури	200286.KP.04.000.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Якимчук М.В.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/3

7. Купчик, М. П. Основи охорони праці / М. П. Купчик, М. П. Гандзюк, І. Ф. Степанець, В. Н. Вендичанський, А. М. Литвиненко, О. В. Іваненко. – К.: Основа, 2000. – 416 с.

8. Курс комп'ютерної графіки в середовищі AUTOCAD. ТЕОРІЯ ПРИКЛАДИ ЗАВДАННЯ [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. Спеціальності. 105 «Прикладна фізика та нанотехнології», спеціалізації «Прикладна фізика» / Т.М. Надкернична, О.О. Лебедева; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 8,87 Мбайт). - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. - 191 с.

9. Марценюк, О.С. Процеси і апарати харчових виробництв [Текст] : підруч. / О.С. Марценюк, Л. М. Мельник ; НУХТ. — К. : НУХТ, 2011. — 407 с.

10. Машинобудування та сам-технології [Електронний ресурс] [Текст] : метод. рекомендації до викон. курсової роботи для здобувачів освіт. ступ. "Бакалавр" спец. 131, 133 освіт.-проф. програми "Прикладна механіка", "Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв" ден. та заоч. форм навч. / уклад. : Ю. І. Бойко ; Нац. ун-т харч. технол. — Київ : НУХТ, 2023. — 32 с.

11. Методичні рекомендації до виконання випускної роботи на здобуття освітнього ступеня "Бакалавр" спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» освітньо-професійної програми «Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв» денної та заочної форм навчання / Уклад.: В.Г. Мирончук, М.В. Якимчук, О. М. Гавва, Р.Л. Якобчук, Є.М. Бабко – Київ.: НУХТ, 2022. - 48 с.

12. Монтаж та технічний сервіс обладнання. Практикум [Текст] : навч. посіб. / В. Г. Мирончук, Д. М. Люлька, О. А. Єщенко, О. І. Свідерська ; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т харч. технол. — Київ : НУХТ, 2017. — 162 с.

13. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. / Підручник. / В.Г. Мирончук, І.С. Гулий, М.М. Пушанко та ін. ; за ред. В.Г. Мирончука.– Вінниця: Нова книга, 2007. – 648 с.

14. Обладнання харчових та переробних виробництв: традиції та інновації. Вітчизняний та світовий досвід [Електронний ресурс] : наук.-допом. бібліогр. покажч. / [упоряд. О. В. Олабоді] ; Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка. – Київ, 2020. – 247 с.

15. Основи розрахунку і конструювання технологічного обладнання: навч. посіб. – Ч. 1 / В.В. Пономаренко, Є.М. Бабко, В.В. Олішевський. – К.: НУХТ, 2023.-314 с.

16. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості: навч. посіб. / Мирончук В.Г., Орлов Л.О., Пушанко М.М. та ін. — Вінниця: Нова книга, 2004. —288с.

17. Слободянюк, Н. В. "Тенденції та особливості функціонування машинобудування України" // Інвестиційна діяльність в умовах сучасного розвитку економіки. – 2021. – №10. – С. 87-92.

18. Сухенко Ю.Г., Бойко Ю. І. Технологічні основи машинобудування. Лабораторний практикум: Навч. посібник/За ред. проф. Ю. Г. Сухенка – К.: НУХТ, 2009.- 262 с.

19. Сухенко, Ю.Г. Надійність і довговічність устаткування харчових і переробних виробництв: підруч. для студентів ВНЗ / Ю.Г.Сухенко, О.А. Литвиненко, В.Ю. Сухенко. —К.: НУХТ, 2010. —547 с.

20. Чепелюк, О.О. Гігієнічні вимоги до проектування обладнання харчових виробництв: підруч. / О.О. Чепелюк, О.А. Єщенко, Ю.Ю. Доломакін. – К.: НУХТ, 2017. – 311с.

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кількість	Прим.
				<u>Документація</u>		
A1			200286.KP.04.003.SK	Креслення	1	
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	200286.KP.04.002.02	Корпус редуктора	1	
		2	200286.KP.04.002.03	Кришка редуктора	1	
		3	200286.KP.04.002.04	Вал-шестерня	1	
		4	200286.KP.04.002.05	Вал	1	
		5	200286.KP.04.002.06	Колесо зубчасте	1	
		6	200286.KP.04.002.07	Пробка	1	
		7	200286.KP.04.002.08	Лопасть дволопатева	1	
		8	200286.KP.04.002.09	Кільце розпірне	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		9		Гвинт М5 х ГОСТ 174 73-80	4	
		10		Гвинт М8х35 ГОСТ 1491-80	12	
		11		Гвинт М10х40 ГОСТ 1491-80	6	
		12		Гвинт М12х80 ГОСТ 1491-80	6	
		13		Підшипник 208 ГОСТ 8338-80	2	

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Якимчук Р.Л.	Вид документа Специфікація		Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Погорелов Я.В.	Назва, додаткова назва		200286.KP.04.003.SP			
	Документ затверджено Якимчук М.В.	Дволопатева лопасть та редуктор		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/1