

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

Інститут (факультет) ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого  
Кафедра ТОКТП

«До захисту в ЕК»  
Директор інституту(декан факультету)  
\_\_\_\_\_  
(підпис) Блаженко С.І  
(прізвище та ініціали)  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

«До захисту допущено»  
Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_  
(підпис) Мирончук В.Г  
(прізвище та ініціали)  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

Зі спеціальності \_\_\_\_\_ 133 «Галузеве машинобудування»  
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Обладнання переробних і харчових виробництв  
**на тему: “Модернізація установки для термічної обробки твердого сиру, типу**  
**ПЗ з розробкою подрібнюючого механізму”.**

Виконав: здобувач 4 курсу, групи 9ск

Лявданський А.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник : Олішевський Валентин Вікторович  
(прізвище та ініціали) (підпис)

Консультанти : \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній  
роботі немає запозичень із праць  
інших авторів без відповідних  
посилань.

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ - 2020р.

# Національний університет харчових технологій

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

Кафедра Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування  
Спеціальність 133 Галузеве машинобудування

## ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри ТОКТП  
проф. Мирончук В.Г.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

## ЗАВДАННЯ

### на виконання випускної роботи (дипломний проект) студентіві

Лявданському Артему Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

**1. Тема проекту (роботи)** “Модернізація установки для термічної обробки твердого сирю, типу ПЗ з розробкою подрібнюючого механізму”.

затверджена наказом по університету від “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. № \_\_\_\_\_

**Керівник проекту (роботи)** Олішевський Валентин Вікторович,

доцент, кандидат технічних наук

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

**2. Термін здачі студентом закінченого проекту** «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**3. Вихідні дані до проекту (роботи):** *технічний паспорт обладнання;*

*кресленники обладнання; навчальна, нормативна та спеціальна література*

**4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки** (перелік питань, що їх належить 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, експлуатації, ремонту, опис системи управління, заходи щодо охорони праці, екології; загальні висновки, список використаних літературних джерел, специфікація.*

**5. Перелік графічного матеріалу :**

*- загальний вигляд апарату (1 аркуш); Креслення модернізованого вузла апарату (1 аркуш); креслення збіркових одиниць з необхідною кількістю проєкцій, розрізів, перетинів та креслення вузлів деталей, конструкція яких розроблена студентом (1 аркуш); креслення ключової деталі складальної одиниці у відповідності з*

технологією процесу її виготовлення (1 аркуш). Графічне зображення 3Д моделі апарату (1 аркуш).

**6. Консультанти з проекту із зазначенням розділів проекту, що їх стосуються**

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Техн. маш.			
Охорона праці			

Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. \_\_\_\_\_

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

Пор. №	Назва етапів виконання проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Анотація, зміст; перелік умовних позначень, термінів		
2	Вступ		
3	Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі		
4	Техніко-економічне, соціальне обґрунтування.		
5	Характеристика вихідної сировини і готового продукту		
6	Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи.		
7	Вибір конструкційних матеріалів		
8	Розрахункова частина		
9	Технологічний маршрут виготовлення деталі		
10	Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту. Система управління		
11	Опис системи управління		
12	Заходи щодо охорони праці, екології		
13	Висновки,		
14	Графічна частина: 6 аркушів формату А1		
15	Подача ДП на кафедрі		

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис) \_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

\_\_\_\_\_ (підпис) \_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Даний дипломний проект присвячений модернізації установки для термічної обробки при плавленні твердого сиру, з розробкою подрібнюючого механізму.

Метою дипломного проекту, є модернізація морально і технічно застарілого обладнання, що і в цей час працює на українських заводах.

Основною метою було збільшення різальної здатності на 5% та змішувальної здатності на 2%. Це вдалося зробити за рахунок зміни форми лез та їх конструкції.

Продуктивність роботи установки вдалось збільшити на 2%.

В пояснювальній записці наведено: технічне завдання на курсовий проект, аналітичний огляд існуючих конструкцій обладнання, сутність модернізації.

Побудова та принцип роботи обладнання, підбір конструкційних матеріалів, розрахункова частина, правила експлуатації, ремонту та монтажу, автоматизація виробництва, заходи з охорони праці, цивільний захист, охорона довкілля, техніко-економічний розрахунок.

В графічній частині проекту наведені: загальний вигляд установки для плавлення твердого сиру, креслення привода, креслення вузла модернізації, 3D-компоновка котла-плавителя, лист технології машинобудування та деталювання.

Записка дипломного проекту містить: ілюстрацій, таблиці, 6 листів формату А1.

Ключові слова: твердий сир, подрібнення, різання, термічна обробка

## ANNOTATION

This diploma project is aimed at the research of the modernization of the installation for heat treatment during melting of hard cheese, with the development of a grinding mechanism.

The purpose of the diploma project is to modernize out-of-date equipment, which is still working at Ukrainian plants.

The main goal was to increase the cutting ability by 5% and mixing ability by 2%. It was done by changing the shape of the blades and their design.

The plant's productivity was increased by 2%.

The explanatory note contains: terms of reference for the course project, analytical review of existing equipment designs, the essence of modernization.

Construction and principle of operation of equipment, selection of construction materials, calculation part, rules of operation, repair and installation, automation of production, labor protection measures, civil protection, environmental protection, technical and economic calculation.

The graphic part of the project shows: a general view of the installation for melting hard cheese, a drawing of the drive, a drawing of the modernization unit, 3D-layout of the boiler-melter, a sheet of engineering technology and detailing.

The note of the diploma project contains: illustrations, tables, 6 sheets of A1 format.

Key words: hard syr, selective, rizannya, thermal processing

**АНОТАЦІЯ  
ВСТУП**

- 1. Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі**
  - 2. Техніко-економічне та соціальне обґрунтування**
  - 3. Характеристики вхідного матеріалу і готової продукції**
  - 4. Опис запропонованого технічного рішення, принцип роботи обладнання**
  - 5. Розрахункова частина**
    - 5.1 Технологічна частина
    - 5.2 Кінематична частина
    - 5.3 Теплотехнічні розрахунки
  - 6. Вибір конструкційних матеріалів**
  - 7. Розрахунок технології виготовлення окремої деталі**
    - 7.1 Вибір деталі технологічного обладнання
    - 7.2 Вибір виду заготовки та обґрунтування методів її виготовлення
    - 7.3 Вибір величин загальних припусків та розрахунок розмірів заготовки з допусками
    - 7.4 Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі «Шпindel»
    - 7.5 Визначення величин між операційних припусків аналітичним методом та табличним методом на решту поверхонь
    - 7.6 Вибір обладнання, технологічної оснастки, різального та вимірювального інструментів
  - 8. Монтаж, експлуатація і ремонт обладнання**
  - 9. Опис системи управління**
  - 10. Заходи з охорони праці**
  - 11. Охорона довкілля**
- Висновок**
- Список використаної літератури**
- Додатки**
- Теза конференції**

## ВСТУП

Плавлений сир – це поживна молочна сировина, яка реалізується завдяки термічній, механічній обробці а також під впливом деяких хімічних процесів (солей-плавителів). Також до сиру можливі додані смакові наповнювачі (цибуля, сіль, ванілін, морська капуста і т.д)

Поживна цінність сиру складається із жирів – які постачають організму такі вітаміни як: А, D, Е, і ненасичені жирні кислоти, а також білків – зокрема білок казеїн. Плавлений сир містить такі макроелементи, як: кальцій та фосфор. Завдяки не високій калорійності, сир дуже легко засвоюється в організмі людини.

В зв'язку із достатньо великою кількістю одночасних (фізичних, хімічних, біологічних) явищ та (теплових, механічних, масо обмінних) процесів які проходять під час циклу виробництва плавленого сиру, можна вважати що сучасна технологія виробництва складна.

Процес виготовлення плавленого сиру безпосередньо в котлах–плавителях відбувається по такому сценарію:

- Завантаження твердого сиру, солей–плавителів в ємність (та можливих смакових добавок які передбаченні рецептурою);
- Розрідження атмосферного тиску в ємності (створення вакууму відповідною насосною станцією);
- Подрібнення твердого сиру під час всього циклу роботи котла на мілку фракцію;
- Під час подрібнення відбувається подача пари або води в парову камеру, або ж безпосередньо в саму ємність (з врахуванням цих процесів в рецептурі виробництва);

Від якості та швидкості роботи різального механізму залежить плавильна здатність яка досягається шляхом мілкового подрібнення сиру та солей-плавителів, та що в свою чергу збільшує продуктивність даного апарату, та додатково впливає на швидкість проходження циклу виробництва на лінії, та додатково підвищує довговічність роботи вузла.

Тому це питання набуває важливого значення в умовах сучасного українського виробництва, галузь потребує постійного переозброєння та удосконалення обладнання яке має забезпечувати виробництво більш якісної та менш затратної продукції. Не всі виробництва здатні закупляти нове обладнання та удосконалювати всю лінії, виникає необхідність більш легкого способу досягнення покращень які б впроваджувались в лінії.

Данні фактори змушують проводити ряд досліджень для винайдення кращих механізмів подрібнення, враховуючи сучасні надбання в цьому питанні потрібно розробляти проект конструкції так щоб він задовольняв вимоги всіх факторів які потребують від даної операції.

# 1. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ПОСТАВЛЕНОЇ ЗАДАЧІ

Одним із головних етапів в виробництві плавленого сиру являється процес плавлення. Впродовж циклу роботи установки під хімічною дією солей-плавителів, та теплових і механічних процесів реалізується плавлення продукту<sup>1</sup>.

Протягом історії виробництва плавлених сирів, конструкція установок для плавлення залишається незмінною. Установка має вигляд ємності з теплообмінною камерою навколо неї, на дні ємності знаходяться ножі, через вузол в кришці передаються оберти на шкребок. Сучасні котли – плавителі мають різноманітні відмінності між своїми конструкціями. Найчастіше відмінність виглядає у зміні форми ємностей та їх горизонтального чи вертикального положення, також підлягають видозмінні вузли установок, змінюється конструкція та форма ножів їх профіль, та різна ступінь автоматизації<sup>2</sup>.

Опираючись на різноманіття конструкцій котлів – плавителів їх класифікують на такі типи.

В залежності від виду циклу на виробництві поділяються на установки періодичної дії та безперервної.

За площиною розташування валу подрібнюючого механізму:

- вертикальні;
- горизонтальні.

За способом передачі теплоносія:

– за рахунок подачі гарячої пари чи води в теплообмінну камеру яка в свою чергу передає тепло через стінку ємності;

– за рахунок подачі гарячої пари чи води безпосередньо в саму ємність, з урахуванням цього в рецептурі продукту;

– за рахунок комбінованого способу передачі тепла (безпосередньо в продукт та в теплообмінну камеру).

Плавлення може здійснюватися під вакуумом або без нього.

За формою робочого органу:

- лопатеві;
- якірні;
- стрічкові;
- комбіновані.

Лопатеві можуть класифікуватися за кількістю лопаток на дво, чотири, шести і більше лопаткові <sup>2</sup>.

### **Змішувач-подрібнювач ЗМ – 120**

Виробник: ТЕРМОКУТ, Росія.

Призначений для подрібнення, перемішування і термічної обробки в'язких і напівв'язких харчових продуктів (плавлені сири, сирні вироби, майонези, кетчупи, соуси і т.п.). Застосовується на підприємствах молочної, масложирової та інших галузей харчової промисловості.

Складається з чаші, кришки чаші з системою підключення вакууму, пристрій підйому кришки, верхньої мішалки, ріжучої насадки, приводів мішалки і ріжучої насадки, перекидача, системи управління і автоматики, виконаної на базі промислового контролера.

Являє собою котел з сорочкою, в яку може подаватися як пара так і гаряча вода для нагріву, так і холодна вода для охолодження. Всередині чаші розташована мішалка з плаваючими скребками, яка виключає появу пригару на стінках. Для рівномірного подрібнення і перемішування також всередині чаші розташований блок ножів, має дві частоти обертання 1500 і 3000 хв<sup>-1</sup>

Можливе підключення установки до системи вакуумування <sup>3</sup>.



Рис. 1.1. Змішувач-подрібнювач 3М – 120

Таблиця 1.1. Технічні характеристики змішувача-подрібнювача 3М – 120

Назва характеристики	Показник
Продуктивність	до 400 кг/год
Місткість чаші	
геометрична	120 л
робоча	90 л
Частота обертання:	
мішалки	16 хв <sup>-1</sup>
ріжучої насадки	1500, 3000 хв <sup>-1</sup>
Потужність двигуна:	
приводу мішалки	0,55 кВт
приводу ріжучої насадки	14; 17 кВт
Температура нагріву продукту, не більше	142°С
Тиск пари, що гріє	0,3 МПа
Температура охолоджуючої води	1...10°С
Габаритні розміри	
при закритій кришці	1400x1320x2040 мм
при відкритій кришці	1695x1500x2120мм
Маса без шафи управління	850 кг

## Універсальної котел плавитель Stephan UM 130

Виробник: Lekkerkerker, Нідерланди

Stephan UM 130 - універсальної котел плавитель, вертикальноно виконання, забезпечує високоякісний комплекс процесів для виробництва плавленого сиру, делікатесів, начинок, соусів і т.д. Основні функції перемішування, подрібнення, нагрівання. Продукт плавиться напряду паром (гострий пар), сорочка котла здійснює непрямий нагрів. Всередині чаші гострі ножі, але можуть бути використані плоскі ножі в залежності від завдань виробництва.

Скребковий мешалка для циркуляція продукту, постійно прибирає продукт від стінок назад в зону ножів. Котел працює під вакуумом, тиск підтримується автоматично і регулюється програмним забезпеченням. Кришка чаші приводиться в рух гідравлікй, управляється з центральної панелі. Розвантаження готового продукту через клапан <sup>4</sup>.



*Рис. 1.2. Універсальної котел плавитель Stephan UM 130*

Таблиця 1.2. Технічні характеристики універсальної котло плавителья Stephan UM 130

Назва характеристики	Показник
Продуктивність	1000 кг /год
Місткість чаші	130 л
Потужність двигуна	30 кВт
Швидкість мотора	1500/3000 об/хв

### **Установка універсальна для термізації і подрібнення УМТП-ЗМ-300<sup>2</sup>**

Виробник: Агромолмаш, Росія.

Міксер - гомогенізатор вакуумний типу УМТП-ЗМ застосовується для вакуумування, подрібнення, змішування, охолодження або нагрівання продуктів типу плавленого сиру, мусів, кремів, соусів або супів, солодких начинок, підлив, тесту, фаршу, паштетів та іншого.

Конструктивно являє собою робочу ємність (чашу) розташовану на поворотних опорах. Оснащену електроприводом для повного вивантаження продукту. Має сорочку для нагріву і охолодження продукту.

Всередині змонтований блок подрібнення. Він може мати або диспергируючий елемент. Або ножевую головку різної конфігурації. Тип подрібнювача підбирається відповідно до природи, що подрібнюється продукту.

Оснащення пристроєм, рамного типу з плаваючими шкребками, перешкоджає утворенню пригару і дає можливість хорошого теплообміну між оброблюваних продуктом і тепло або холодоносія.

Оснащення апарату соплами для вприскування гострого пара безпосередньо в продукт, дає можливість зменшення часу і прискорення нагріву. Для дозування сухих інгредієнтів, на кришці передбачена дозувальна воронка. Присутній так само вакуумний модуль, що дає можливість створення і підтримки необхідного ступеня вакууму всередині апарату.

Вивантаження продукту виробляється за допомогою розташованого знизу розвантажувального клапана, оснащеного пневматичним приводом. Необхідність постійного контролю за роботою апарату виключається повністю автоматизованим програмним управлінням машин серії УМТП<sup>5</sup>.



*Рис. 1.3. Установка універсальна для термізації і подрібнення УМП-3М-300*

*Таблиця 1.3. Технічні характеристики установки універсальної для термізації і подрібнення УМП-3М-300*

Назва характеристики	Показник
Геометричний обсяг	300 л
Робочий об'єм	250 л
Частота обертання	
мішалки	35 хв <sup>-1</sup>
ротора	3000 хв <sup>-1</sup>
Потужність приводу	
мішалки	2,2 кВт
ротора	37 кВт
Температура нагріву продукту	110° С
Тиск в робочому обсязі чаші	0,04...+0,1 МПа
Параметри пари, що подається в сорочку	
тиск	0,3 МПа
температура	140°С
витрата	80 кг/год

## 2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ТА СОЦІАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Актуальною задачею в харчовій промисловості є збільшення продуктивності, надійності роботи обладнання для виготовлення плавленого сиру та покращення якості готового продукту. Тому актуальним напрямом – удосконалення конструкцій апарату типу подрібнювача-змішувача, є покращення різального механізму даних апаратів.

Проведений аналіз конструктивних та технологічних особливостей в особливостей установки типу подрібнювача-змішувача для термічної обробки твердого сиру. Також був проведений більше детальний аналіз різального механізму установки. Встановлені недоліки та переваги установки.

Для більш якісного подрібнювання та змішування сировини було запропоновано модернізувати різальний механізм, змінити форму лез та їх конструкцію, що дозволило подрібнювати сировину на частинки меншої фракції, що в свою чергу покращило плавильну здатність апарату за рахунок перемішування сировини профілем ножів.

Всі ці зміни дозволять пришвидшити процес виробництва на даній установці, та покращити якість самої продукції.

### 3. ХАРАКТЕРИСТИКИ ВХІДНОГО МАТЕРІАЛУ І ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Завдяки різним рецептурам і технологій виготовлення продукції плавленого сиру, є можливість виготовляти різноманітні види сирів, по смаку, по вмісту енергетичної цінності яку отримує споживач, поживної цінності, довговічності зберігання та інші позитивні фактори <sup>6; 1</sup>.

Використовуються такі сировини та допоміжні матеріали:

- молоко коров'яче незбиране згідно з ДСТУ 3662;
- вершки та молоко знежирене згідно з чинними нормативними документами;
- молоко сухе незбиране і (або) знежирене згідно з ДСТУ 4273;
- вершки сухі згідно з ДСТУ 4273;
- масло вершкове по ДСТУ 4399;
- сир кисломолочний згідно з чинними нормативними документами;
- сир знежирений згідно з чинними нормативними документами;
- сир альбумінний згідно з чинними нормативними документами;
- альбумінну масу згідно з чинними нормативними документами;
- сири тверді і напівтверді згідно з чинними нормативними документами;
- сироватка , кислотністю не більше 20°Т, отриману під час виробництва сиру, та сироватку суху згідно з чинними нормативними документами;
- солі-плавители вітчизняного виробництва згідно з чинними нормативними документами або солі властивостей за наявності дозволу Центрального органу виконавчої влади з питань охорони здоров'я для виробництва сиру;
- кислоту молочну харчову вищого та першого сорту згідно ГОСТ 490;
- кислоту лимонну харчову згідно з ДСТУ ГОСТ 908;

– емульгатори вітчизняного виробництва згідно з чинними нормативними документами або емульгатори закордонного виробництва з аналогічними властивостями за наявності дозволу Центрального органу виконавчої влади з питань охорони здоров'я для виробництва сиру;

– стабілізатори вітчизняного виробництва згідно з чинними нормативними документами або стабілізатори закордонного виробництва з аналогічними властивостями за наявності дозволу Центрального органу виконавчої влади з питань охорони здоров'я для виробництва сиру;

– консерванти вітчизняного виробництва згідно з чинними нормативними документами або консерванти закордонного виробництва з аналогічними властивостями за наявності дозволу Центрального органу виконавчої влади з питань охорони здоров'я для виробництва сиру;

– сіль кухонну з ДСТУ 3583 (ГОСТ 13830);

– воду питну згідно з ГОСТ 2874;

Допускається використання інших аналогічних видів сировини вітчизняного виробництва згідно з чинними нормативними документами та закордонного виробництва, дозволених до застосування Центральним органом виконавчої влади з питань охорони з здоров'я для виробництва сиру <sup>6</sup>.

Рецептури плавлених сирів які виготовляються на машині яка модернізується <sup>6</sup>.

Сир плавлений пастоподібний “Янтар” з масовою часткою жиру в сухій речовині 50% (на тону в кг)

Таблиця 5.1. Рецепттура сиру “Янтар” жиру 50%

Найменування сировини	Рецептури по №	
	1	2
Сир нежирний з масовою часткою сухої речовин 40%	–	100,0
Сири сичужні різні з масовою часткою сухої речовин 56%, жири в сухій речовині 45%	–	450,0
Сир кисломолочний з масовою часткою сухої речовин 18%, жири в сухій речовині 35%	550,0	–
Вершки з коров’ячого молока з масовою часткою сухої речовин 41,1%, жири в сухій речовині 35%	300,0	200,0
Молоко сухе знежирене з масовою часткою сухої речовин 95%	81,1	2,0
Масло селянське з масовою часткою сухої речовин 75,0%, жиру в сухій речовині 35%	14,1	42,5
Сіль – правитель з масовою часткою сухих речовин 99%	15,0	15,0
Стабілізатор	2,5 – 3,0	2,5 – 3,0
Сіль кухонна харчова	7,0	–
Вода питна	49,2	204,5
Всього	1020,0	1020,0
Вихід	1000,0	1000,0

Сир плавлений пастоподібний “Янтар” з масовою часткою жиру в сухій речовині 55% (на тону в кг)

Таблиця 5.2. Рецептатура сиру “Янтар” жиру 55%

Найменування сировини	Рецептури по №	
	1	2
Сири сичужні різні з масовою часткою сухої речовин 56%, жири в сухій речовині 45%	–	450,0
Сир кисломолочний з масовою часткою сухої речовин 18%, жири в сухій речовині 35%	550,0	–
Вершки з коров’ячого молока з масовою часткою сухої речовин 41,1%, жири в сухій речовині 35%	150,0	200,0
Молоко сухе знежирене з масовою часткою сухої речовин 95%	66,2	18,8
Масло селянське з масовою часткою сухої речовин 75,0%, жиру в сухій речовині 35%	116,1	23,8
Сіль – правитель з масовою часткою сухих речовин 99%	15,0	15,0
Стабілізатор	2,5 – 3,0	2,5 – 3,0
Сіль кухонна харчова	7,0	–
Вода питна	112,7	206,4
Всього	1020,0	1020,0
Вихід	1000,0	1000,0

Сир плавлений пастоподібний “Янтар” з масовою часткою жиру в сухій речовині 60% (на тону в кг)

Таблиця 5.3. Рецептатура сиру “Янтар” жиру 60%

Найменування сировини	Рецептури по №		
	1	2	3
Сир свіжий несолений з масовою часткою сухої речовин 55%, жири в сухій речовині 45%	100,0	–	–
Сири сичужні різні з масовою часткою сухої речовин 56%, жири в сухій речовині 45%	250,0	–	–
Сир з масовою часткою сухої речовин 55%, жири в сухій речовині 50%	–	–	350,0
Сир кисломолочний з масовою часткою сухої речовин 18%, жири в сухій речовині 35%	150,0	550,0	–
Сир кисломолочний нежирний з масовою часткою сухої речовин 20%	–	–	133,0
Вершки з коров’ячого молока з масовою часткою сухої речовин 41,1%, жири в сухій речовині 35%	300,0	150,0	300,0
Молоко сухе знежирене з масовою часткою сухої речовин 95%	1,1	42,8	–
Масло селянське з масовою часткою сухої речовин 75,0%, жиру в сухій речовині 35%	50,9	145,6	60,2
Сіль – правитель з масовою часткою сухих речовин 99%	15,0	15,0	15,0
Стабілізатор	2,5– 3,0	2,5– 3,0	2,5–3,0
Сіль кухонна харчова	–	7,0	–
Вода питна	147,0	106,6	155,8
Всього	1020,0	1020,0	1020,0
Вихід	1000,0	1000,0	1000,0

Після обробки готова продукція має мастку консистенцію і тому являється пастоподібним сиром. Має чисту, рівну поверхню, без сторонніх нашарувань і товстого поверхневого шару і плісняви. Смак і запах його в міру гострий, злегка кислуватий. Колір маси – від світло-жовтого до жовтого, рівномірний за всією масою.

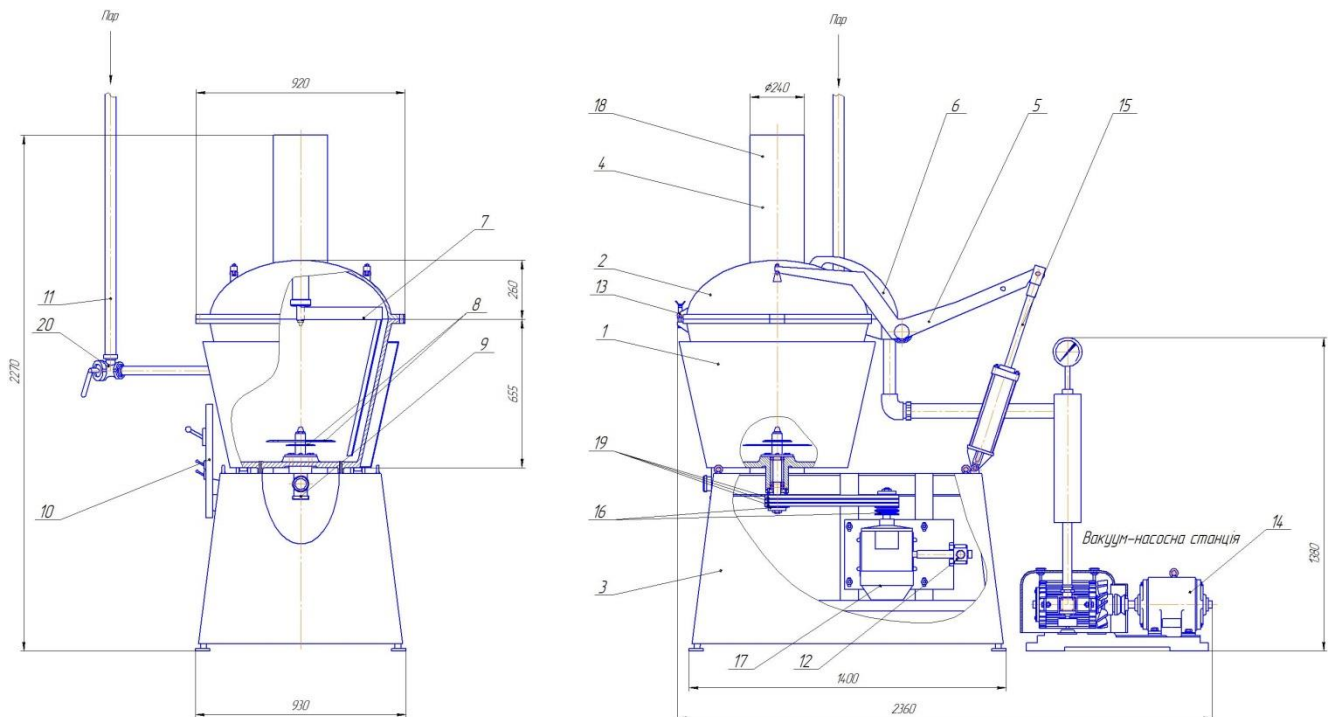
Інформаційні дані по поживному (харчовому) та енергетичну цінність (калорійність) у 100г продукції (ккал/кДж)

*Таблиця 5.4. Харчові характеристики продукції*

Назва продукції	Жиру, г	Білки, г	Вуглеводів, г	Енергетична цінність кДж(ккал)
Сир плавлений пастоподібний “Янтар” з масовою часткою жиру в сухій речовині 50%	21,8	13,2	0	1229,00(284,0)
Сир плавлений пастоподібний “Янтар” з масовою часткою жиру в сухій речовині 55%	23,9	13,5	5,5	1329,26(317,7)
Сир плавлений пастоподібний “Янтар” з масовою часткою жиру в сухій речовині 60%	24,0	11,8	0	1100,39(263,0)

#### 4. ОПИС ЗАПРОПОНОВАНОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ, ПРИНЦИП РОБОТИ ОБЛАДНАННЯ

Об'єктом модернізації являється котел-плавитель для виробництва плавленого сиру робочим об'ємом 200л. Основною його задачею є перемішування, нагрівання та подрібнення компонентів рецептури для отримання однорідної масткової маси, та пастоподібної консистенції, і певних смакових якостей. Будова наведена на рисунку 4.1



1 – Ємність котла; 2 – Кришка котла; 3 – Корпус котла; 4 – Корпус приводу скребка; 5 – Плече підйому кришки; 6 – Патрубок розрідження; 7 – Скребок; 8 – Ножова пара; 9 – Патрубок вивантаження; 10 – Пульти керування; 11 – Магістраль подачі пари; 12 – Пульти керування; 13 – Фіксатори прихвату кришки; 14 – Вакуум-насосна станція; 15 – Пневмоциліндр; 16 – Шків; 17 – Електродвигун ножів; 18 – Електродвигун скребка-мішалки; 19 – Клинопасові ремні; 20 – Гвинт дозатор.

Рис. 4.1. Будова котла-плавителя об'ємом 200л

## Принцип дії котла–плавителя

За допомогою перемикачів регулятора підйому кришки на пульті керування 10, відбувається відкривання кришки 2, стиснене повітря подається в пневмоциліндри односторонньої дії 15, і через плечі 5 підіймають кришку на потрібний рівень. Після цього в котел вручну завантажують сировину та потрібні допоміжні матеріали відповідно до рецептури. Далі через пульт керування 10 відбувається закриття кришки 2, для кращої герметичності кришку додатково затискають замками 13. З пульта керування 10, вмикається вакуум насосна станція яка через трубопровід та патрубок 6, створює розрідження в камері обробки сировини, одночасно через гвинт дозатор 20; подається пара в паровурубашку котла. Після досягнення потрібного рівня розрідження та температури в середині котла вмикається електродвигуни вузла ножів та скребка–мішалки. Цикл роботи апарату залежить від рецептури продукції яка має бути отримана по закінченню обробки. По закінченню циклу обробки вимикаються електродвигуни вузлів, та подається повітря в камеру обробки, відмикаються замки 13, та через пульт керування 10, відкривається кришка 2, подачу пари не зупиняють задля кращого вивантаження сировини через патрубок 9, під кінець вивантаження продукції пару перекривають щоб почався процес охолодження. Далі продукції фасують і охолоджують. Котел промивають після кожного такого циклу.

Технічні характеристики котла-плавителя наведені в таблиці 4.1

Таблиця 4.1. Технічні характеристики котла–плавителя об'ємом 200л

Назва характеристики	Показник
Геометричний обсяг	280 л
Робочий об'єм	200 л
Частота обертання	
двигуна вузла скребка–мішалки	35 хв <sup>-1</sup>
двигуна вузла ножів	3000 хв <sup>-1</sup>
Потужність приводу	
мішалки	2,2 кВт
ротора	22 кВт
Температура нагріву продукту	70–95° С
Тиск в робочому обсязі чаші	0,04...+0,7 МПа
Параметри пари, що подається в сорочку	
тиск	0,3 МПа
температура	130°С
Габаритні розміри ГхШхВ	920х2360х2270 мм
Маса	1450 кг

## 5. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

### 5.1 Технологічні розрахунки <sup>2</sup>

Для визначення продуктивності апарата періодичної дії для термохімічного оброблення сиркової маси застосовують формулу:

$$M_B = \frac{3600 \cdot \beta \cdot \rho \cdot V}{\tau_n} \cdot (1 + a) = \frac{m}{\tau_{\text{ц}}} = \frac{185}{1380} = 0,134 \text{ кг/с} = 8,04 \text{ кг/хв.} \quad (5.1.1)$$

де  $m$  – маса продукції, що завантажується, кг;  
 $\beta$  – коефіцієнт заповнення ємності;  
 $V$  – геометрична місткість робочого резервуару, м<sup>3</sup>;  
 $\rho$  – об’ємна маса продукту, кг/м<sup>3</sup>.  
 $\tau_{\text{ц}}$  – тривалість циклу, с;

$$\tau_{\text{ц}} = \tau_3 + \tau_0 + \tau_B = 4 + 15 + 5 = 23 \text{ хв} = 1380 \text{ с} \quad (5.1.2)$$

де  $\tau_3$  – тривалість етапу завантаження,  $\tau_3 = 4$  хв;  
 $\tau_0$  – тривалість етапу обробки,  $\tau_0 = 15$  хв;  
 $\tau_B$  – тривалість етапу вивантаження,  $\tau_B = 5$  хв.

Маса продукту  $m$ , кг яка буде завантажена в ємність апарату повинна розраховуватись за робочим об’ємом установки:

$$m = \rho V \varphi = 1109 \cdot 0,200 \cdot 0,83 = 185 \text{ кг} \quad (5.1.3)$$

де  $\rho$  – густина сировини яка завантажується,  $\rho = 1109$  кг/м<sup>3</sup>;  
 $V$  – робочий об’єм апарата, м<sup>3</sup>;  $\varphi$  – коефіцієнт об’ємного заповнення апарата (для апаратів з скребками  $\varphi = 0,70 \dots 0,85$ )

Місткості апарату м<sup>3</sup> з формую корпусу в виді зрізаного конуса, знаходиться за формулою:

$$V_k = \frac{1}{3} \pi \cdot H \cdot (R_1^2 + R_1 \cdot R_2 + R_2^2) = \quad (5.1.4)$$
$$= \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot 0,630 \cdot (0,385^2 + 0,385 \cdot 0,250 + 0,250^2) = 0,200$$

де  $R_1$  – радіус більшої основи,  $R_1 = 0,385$  м;  
 $R_2$  – радіус меншої основи,  $R_2 = 0,250$  м;  
 $H$  – висота зрізаного конуса,  $H = 0,630$  м.

Визначення об'єму м<sup>3</sup>, еліптичної частини:

$$V_e = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot a^2 \left(\frac{b}{2}\right) = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot 0,385^2 \left(\frac{0,245}{2}\right) = 0,075 \quad (5.1.5)$$

де  $a$  – велика піввісь,  $a = 0,385$  м;  
 $b$  – мала піввісь,  $b = 0,245$

Загальний об'єм апарату м<sup>3</sup>, буде складатися з об'єму ємності та внутрішнього об'єму сферичної частини кришки:

$$V = V_k + V_c = 0,168 + 0,032 = 0,275 \quad (5.1.6)$$

## 5.2 Теплотехнічні розрахунки <sup>2</sup>

Тепловий баланс апарата при нагріванні можна записати у вигляді формули:

$$Q_{\text{гр}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 470 + 100 + 3\% = 587 \text{ кДж} \quad (5.2.1)$$

де  $Q_{\text{гр}}$  – кількість теплоти, що підводиться паром, кДж;

$Q_1$  – кількість теплоти, яку потрібно витратити на нагрівання сирної пасти від  $t_{\text{п}} = 10^\circ\text{C}$  до  $t = 95^\circ\text{C}$ , кДж;

$Q_2$  – кількість теплоти, яка витрачається на нагрівання металоконструкції апарату від  $t_{\text{п}} = 40^\circ\text{C}$  до  $t = 95^\circ\text{C}$ , кДж;

$Q_3$  – витрати теплоти у оточуюче середовище, 3%;

Кількість теплоти, яка потрібна для нагрівання маси пасти, можна визначити за формулою:

$$Q_1 = m_{\text{пр}} \cdot c_{\text{пр}} \cdot (t_k - t_n) = 185 \cdot 2976 \cdot (95 - 10) = 470 \text{ кДж} \quad (5.2.2)$$

де  $m_{\text{пр}}$  – маса продукту, що нагрівається, кг;

$c_{\text{пр}}$  – питома теплоємність продукту,  $c_{\text{пр}} = 2976 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$ ;

$t_k, t_n$  – відповідно кінцева та початкова температури продукту.

$$Q_2 = m_{\text{мт}} \cdot c_{\text{мт}} \cdot (t_{\text{мк}} - t_{\text{мн}}) = 400 \cdot 460 \cdot (95 - 40) = 100 \text{ кДж} \quad (5.2.3)$$

де  $m_{\text{мт}}$  – маса металу, що нагрівається, кг;

$c_{\text{мт}}$  – питома теплоємність металу,  $c_{\text{мт}} = 460 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$ ;

$t_k, t_n$  – відповідно кінцева та початкова температури металу.

Знаходимо кількість продукту, що надходить на плавлення

$$\delta_m = \delta_n \frac{m}{n} = 482 \cdot \frac{55}{60} = 439 \text{ кг/год} \quad (5.2.4)$$

де  $m$  – вміст сухих речовин після теплового оброблення, %;

$n$  – вміст сухих речовин до теплового оброблення, %;

$\delta_n$  – кількість готового продукту, кг/год.

Визначимо кількість випареної вологи при зміні концентрації сухих речовин у сирної пасти:

$$W = \delta_m \left(1 - \frac{m}{n}\right) = 439 \cdot \left(1 - \frac{55}{60}\right) = 36,87 \text{ кг/год} \quad (5.2.5)$$

де  $\delta_m$  – кількість продукту, що надходить, кг/год.

Приймаємо наступний цикл роботи: час завантаження апарату  $\tau_3 = 4$ хв.; час оброблення сировини  $\tau_{обр} = 15$ хв.; час розвантаження апарату  $\tau_p = 5$ хв.; час санітарного оброблення апарату  $\tau_n = 5$ хв.;

Тривалість одного циклу апарату:

$$\tau_{ц} = \tau_3 + \tau_{обр} + \tau_p + \tau_n = 4 + 15 + 5 + 5 = 29 \text{ хв} \quad (5.2.6)$$

Поверхня  $F$  нагрівання апарату визначається із рівня теплопередачі:

$$Q = F \cdot k \cdot \Delta t \cdot \tau \quad (5.2.7)$$

де  $Q$  – кількість теплоти переданої продукту, кДж;  $k$  – коефіцієнт теплопередачі, Вт(м<sup>2</sup>град);  $\tau$  – тривалість теплообміну, с.

Коефіцієнт теплопередачі дорівнює:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} + \frac{\delta}{\lambda}} = \frac{1}{\frac{1}{6000} + \frac{1}{3700} + \frac{0,006}{25}} = 1492,5 \quad (5.2.8)$$

де  $a_1$  і  $a_2$  – коефіцієнт тепловіддачі від теплоносія до стінки і від стінки до продукту;  $\delta$  – товщина стінки, м;  $\lambda$  – коефіцієнт теплопровідності стінки.

Тоді поверхня нагрівання апарату:

$$F = \frac{Q}{k \cdot \Delta t \cdot \tau} = \frac{587}{1492,5 \cdot 40 \cdot 29} = 0,00034 \text{ м}^2 \quad (5.2.9)$$

## 5.3 Енергетичні розрахунки <sup>7</sup>

### 5.3.1 Розрахунки приводу ножів

Продуктивність ножів визначається за формулою:

$$Q = \frac{m}{t_3+t_o+t_b} \cdot 3600 = \frac{180}{240+720+240} = 0,15 \quad (5.3.1)$$

Для визначення необхідної потужності електродвигуна ножового механізму приймемо, що питомий опір різання сиру  $q_b = 350$  Н/м, кількість ножів  $Z_H = 4$ , частота обертання ножів  $n = 3000$  хв<sup>-1</sup>, максимальний радіус ножів  $r_{max} = 0,152$  м, мінімальний радіус ножів  $r_{min} = 0,022$  м, коефіцієнт використання поперечного перерізу робочої камери  $\varphi_H = 0,35$ , коефіцієнт тертя між продуктом та поверхнею ножів  $f = 0,6$ . Тоді:

Середній радіус ножа:

$$r_{cp} = \frac{r_{min}+r_{max}}{2} = \frac{0,022+0,152}{2} = 0,0870 \text{ м} \quad (5.3.2)$$

Потужність необхідна для різання сиру криволінійними ножами:

$$\begin{aligned} N_1 &= q_b(r_{max} - r_{min}) \cdot Z_H \cdot \omega_H \cdot r_{cp} = \\ &= 350 \cdot (0,152 - 0,022) \cdot 4 \cdot 3,14 \left( \frac{3000}{30} \right) \cdot 0,0870 = 4971 \text{ Вт} = 4,9 \text{ кВт} \end{aligned} \quad (5.3.3)$$

Потужність необхідна на подолання сил тертя продукту об поверхню ножів:

$$\begin{aligned} N_2 &= m \cdot g \cdot f \cdot \omega_H \cdot r_{cp} \cdot \varphi_H = \\ &= 180 \cdot 9,81 \cdot 0,6 \cdot 3,14 \cdot \left( \frac{3000}{30} \right) \cdot 0,0870 \cdot 0,35 = 10130 \text{ Вт} = 10,1 \text{ кВт} \end{aligned} \quad (5.3.4)$$

Відповідно, потужність електродвигуна ножового механізму:

$$N = \frac{N_1+N_2}{\eta} = \frac{4,9+10,1}{0,9 \cdot 1000} = 16,7 \text{ кВт} \quad (5.3.5)$$

Обираємо електродвигун АИР 160М-2 220/380V ІЕ1 М потужністю 18,5 кВт

### 5.3.2 Розрахунок приводу скребка <sup>7</sup>

Діаметр скребка визначається як:

$$d = D - 2 \cdot \delta \quad (5.3.6)$$

Але так як скребок відповідає за відділення сирної суміші від поверхні стінки для запобігання пригорання приймаємо що  $d = D = 746$  мм

Висота скребка за рекомендаціями визначається як:

$$h = 0,6H = 0,6 \cdot 0,650 = 0,390 \text{ мм} \quad (5.3.7)$$

де  $H$  – висота конічної частини апарату.

Однак, за такого коефіцієнту використання скребок буде неналежно виконувати свої функції, тому в цілях виконання умов замінюємо коефіцієнт з 0,6 до 0,9. Тоді:

$$h = 0,9H = 0,9 \cdot 0,650 = 0,585 \text{ мм} \quad (5.3.8)$$

Значення кутової швидкості визначається за формулою:

$$\omega = \pi \cdot d \cdot n = \pi \cdot 0,746 \cdot 0,36 = 0,84 \text{ м/с} \quad (5.3.9)$$

Значення критерію Рейнольдса визначається за формулою:

$$Re_{\text{ц}} = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot \vartheta}{\mu} = \frac{\pi \cdot 0,746^2 \cdot 1600}{15} = 186 \quad (5.3.10)$$

де  $d$  – діаметр скребка, м;  
 $\vartheta$  – щільність продукту;  
 $\mu$  – в'язкість продукту н · сек/м<sup>2</sup>.

Для рамної мішалки мішалки з горизонтальними скребком та мішалкою:

$$K_N = 12 Re_{\text{ц}}^{0,77} \cdot \left(\frac{h}{d}\right) = 12 \cdot 186^{0,77} \cdot \left(\frac{0,585}{0,746}\right) = 526 \quad (5.3.11)$$

Потужність, що витрачається на перемішування:

$$N = K_N \cdot \mu \cdot n^2 \cdot d^3 = 526 \cdot 15 \cdot 0,36^2 \cdot 0,746^3 = 424 \text{ Вт} = 0,42 \text{ кВт} \quad (5.3.12)$$

Потужність електроприводу визначаємо за формулою:

$$N_e = \frac{K_1 N + 1050}{\eta} = \frac{0,653 \cdot 0,42 + 1050}{0,85} = 1,2 \text{ кВт} \quad (5.3.13)$$

$$K_1 = \frac{0,75 \cdot H}{D} = \frac{0,75 \cdot 0,650}{0,746} = 0,653 \quad (5.3.14)$$

Обираємо електродвигун АИР 100L-8 220/380V IE1 М потужністю 1,5 кВт

## 6. ВИБІР КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Технологічне обладнання підприємств харчової промисловості досить різноманітне. Багато його деталей і вузлів знаходяться в контакті з робочими харчовими середовищами в умовах значного діапазону температур, вологості, запиленості, агресивних середовищ тощо. Безпосередній контакт з технологічними і харчовими середовищами, тривала безперервна робота, абразивна дія деяких харчових продуктів, агресивний вплив навколишнього середовища, миючих та дезінфікуючих розчинів, а також інші специфічні умови визначають особливі вимоги до вибору і призначення конструкційних матеріалів.

Структурні елементи які контактують безпосереднього з сировиною виконуються з нержавіючої харчової сталі таких марок AISI-304 (08X18H10) або AISI-409 (08X13).

Також присутні конструкційно леговані сталі з яких виготовленні основні компоненти вузла ножів та скребка-мішалки тобто їхні вали AISI-5140 (Сталь 45), також з даного матеріалу виготовляють гайки, гвинти, та кришки накривки які закривають вузли.

Використовується гума з якої виконані ущільнювачі в вузлах які запобігають потраплянню сировини в вузли NBR (Nitrile Butadiene Rubber).

Корпус апарату виконується з низьколегованої сталі марок AISI-1030 (Ст3) та AISI-1012 (Ст2), швелери та кутники також виконуються з даного матеріалу

### Короткі характеристики матеріалів

AISI-304 (08X18H10) харчова нержавіюча сталь яка задовольняє сучасні критерії вимог до конструкційних матеріалів які контактують з продуктом під час його виробництва. Цей матеріал відрізняється невисокою вартістю і може успішно використовуватися для виробництва виробів, які в процесі своєї експлуатації не будуть контактувати з розчинами, що містять каустичну соду і сульфамінові кислоти <sup>8</sup>.

Таблиця 6.1. Технічні характеристики сталі AISI 304 (08X18H10)

Питома вага, кг/м <sup>3</sup>	Твердість по Брінеллю, МПа	Межа міцності, МПа	Допустима напруга, МПа	Межа плинності при 20°C, МПа
7740	170	505	515-600	310

Таблиця 6.2. Хімічні властивості сталі AISI 304 (08X18H10)

Найменування хімічних елементів в % сталі AISI 304									
C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Ti	Cu	Fe
до 0,08	до 0,8	до 0,8	до 0,6	до 0,025	до 0,03	12 - 14	до 0,5	до 0,3	~84

AISI 409 (08X13) також отримала значне поширення серед харчових виробництв. Вироби саме з цієї сталі, відрізняється високим ступенем адаптації до умов експлуатації<sup>9</sup>.

Таблиця 6.3. Технічні характеристики сталі AISI 409 (08X13)

Питома вага, кг/м <sup>3</sup>	Твердість по Брінеллю, МПа	Межа міцності, МПа	Допустима напруга, МПа	Межа плинності при 20°C, МПа
7760	156	45–121	372–600	275–350

Таблиця 6.4. Хімічні властивості сталі AISI 409 (08X13)

Найменування хімічних елементів в % сталі AISI 409							
C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Fe
до 0,08	до 0,8	до 0,8	до 0,6	до 0,025	до 0,03	12 - 14	~84

AISI-5140 (Сталь 45X) хромована легована сталь яка використовується в харчових виробництвах, має змогу частково контактувати з сировиною але не брати участь в її обробці та мати постійний контакт<sup>10</sup>.

Таблиця 6.5. Технічні характеристики сталі AISI-5140 (Сталь 45X)

Питома вага, кг/м <sup>3</sup>	Твердість по Брінеллю, МПа	Межа міцності, МПа	Допустима напруга, МПа	Межа плинності при 20°C, МПа
7700	400	1030	372–600	835

Таблиця 6.6. Хімічні властивості сталі AISI-5140 (Сталь 45X)

Найменування хімічних елементів в % сталі AISI-5140							
C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0,41 - 0,49	0,17 - 0,37	0,5 - 0,8	до 0,3	до 0,035	до 0,035	0,8 - 1,1	до 0,3

AISI-1030 (Ст3) Низьколегована конструкційна сталь звичайної якості яка застосовується в деталях типу прокат, вимовляють швелери, кутники <sup>11</sup>.

Таблиця 6.7. Технічні характеристики сталі AISI-1030 (Ст3)

Питома вага, кг/м <sup>3</sup>	Твердість по Брінеллю, МПа	Межа міцності, МПа	Допустима напруга, МПа	Межа плинності при 20°C, МПа
7700	160	650-880	372–400	350-550

Таблиця 6.8. Хімічні властивості сталі AISI-1030 (Ст3)

Найменування хімічних елементів в % сталі AISI-1030				
C	Mn	S	P	Cu
0,28 - 0,37	0,6 - 0,9	до 0,035	до 0,03	0,07-0,6

AISI-1012 (Ст2) Низьколегована конструкційна сталь звичайної якості яка застосовується в деталях типу прокат та листові деталі <sup>12</sup>.

Таблиця 6.9. Технічні характеристики сталі AISI-1012 (Ст2)

Питома вага, кг/м <sup>3</sup>	Твердість по Брінеллю, МПа	Межа міцності, МПа	Допустима напруга, МПа	Межа плинності при 20°C, МПа
7700	140	650-880	372–400	350-550

Таблиця 6.10. Хімічні властивості сталі AISI-1012 (Ст2)

Найменування хімічних елементів в % сталі AISI-1012				
C	Mn	S	P	Cu
0,10 - 0,15	0,3 - 0,6	до 0,03	до 0,03	0,07-0,6

## 7. РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ОКРЕМОЇ ДЕТАЛІ

### 7.1 Вибір деталі технологічного обладнання

Деталь "Шпindelь" виготовляється із Сталі Ст5 ДСТУ 2651:2005; маса деталі  $m = 3,5\text{кг}$ ; габаритні розміри  $\text{Ø}85 \times 330\text{мм}$ . Використовується для сполучення деталей із забезпеченням заданих взаємного розміщення або рухомості. При складанні вузлів несучі деталі, складальні одиниці встановлюються на пальцях шарнірно або нерухомо, спираються на один кінець чи обидва кінці. Висуваються підвищені вимоги до точності дотримання геометричних розмірів і особливо щодо зовнішнього діаметра деталі.

До основних поверхонь відносяться: поверхня  $\text{Ø}35\text{p}7$  з параметром шорсткості  $Ra_{3,2}$  мкм

Виконавчі поверхні: зовнішні поверхні  $\text{Ø}85$ ,  $\text{Ø}27$ , лиска  $63\text{мм}$ . Конструкцією деталі передбачено отвір  $\text{Ø}32$  та різьбова поверхня  $M27-8g$ .

До технологічних поверхонь деталі відноситься фаски розміром  $1,6 \times 45^\circ$ ,  $2 \times 45^\circ$ ,  $4 \times 45^\circ$  що полегшують процес збирання, та зовнішніми радіусами  $R1$ ;  $R1$

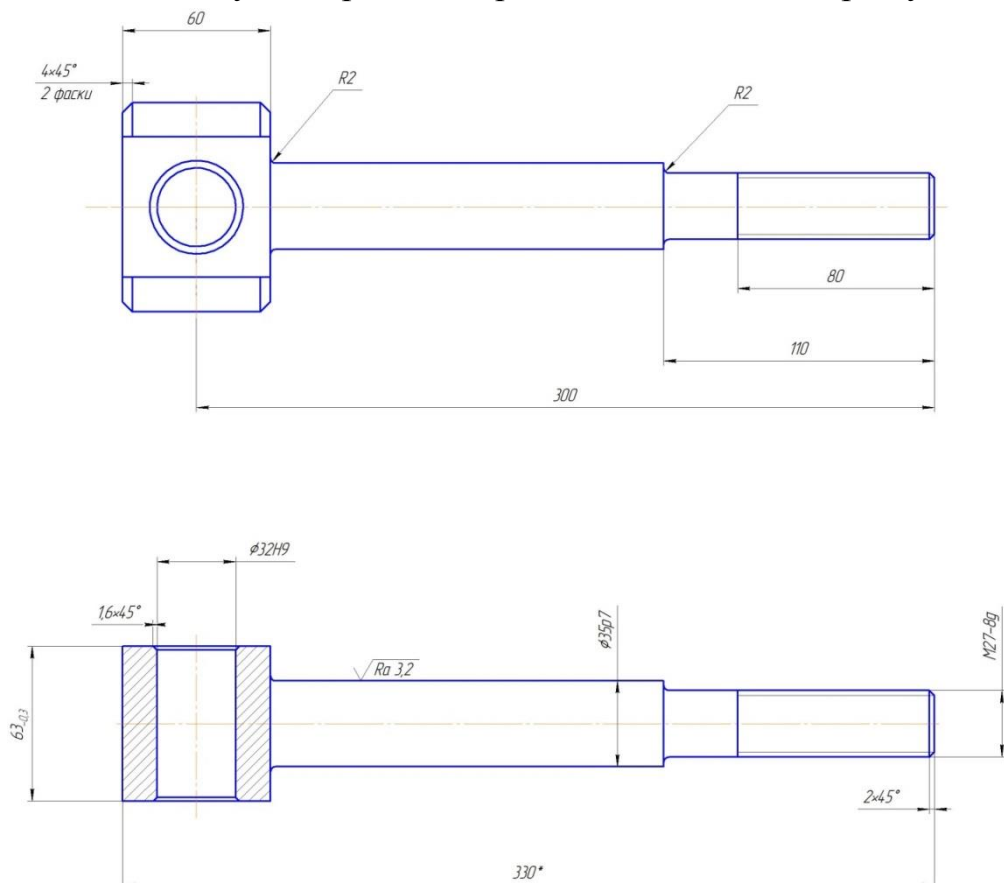


Рис. 7.1.1. Деталь "Шпindelь"

Таблиця 7.1.1. Характеристика поверхонь деталі «Штіндель»<sup>15</sup>.

№ поверхні	Назва поверхні деталі, розміри, мм	Квалітет точності	Граничні відхилення, мкм	Параметри шорсткості, Ra, мкм
Зовнішній циліндричної поверхні				
1	Ø85	h14	0 -0,87	6,3
2	Ø27	h11	0 -0,52	6,3
3	Ø35	p7	+0,042 +0,026	3,2
Торцеві поверхні				
4	Ø85 в розмір 60	$\pm \frac{IT14}{2}$	-0,43	6,3
5	Ø27 в розмір 110	$\pm \frac{IT14}{2}$	-0,31	6,3
6	Ø35 в розмір 160	$\pm \frac{IT14}{2}$	-0,31	6,3
Фаски				
7	2x45°	h14	-	6,3
8,9	1,6x45°	h14	-	6,3
10	4x45°	h14	-	6,3
Радіуси				
11,12	R1	h14	-	6,3
Різьбова поверхня				
13	M27-8g	8g	-	6,3
Отвір				
14	Ø32	H14	0 +0,43	6,3
Лиска				
15	63 мм	h14	-0,3	6,3

## 7.2 Вибір виду заготовки та обґрунтування методів її виготовлення

Вибір виду заготовки в значній мірі впливає на характер технологічного процесу механічної обробки деталі, яка неоднакова для різних видів початкової заготовки для тієї ж самої деталі. Від виду заготовки також залежить вартість механічної обробки і собівартість деталі.

Найбільший вплив на вибір заготовки мають матеріал деталі, її розміри і форма, тип виробництва.

Із заготовок, які використовуються в машинобудуванні ( прокат, поковки, виливки) в якості заготовки для даної деталі «Шпindelь», зваживши, що матеріал деталі – сталь Ст5 ДСТУ 2650:2005, тип виробництва – серійний, габаритні розміри деталі – Ø85x330, маса деталі  $m = 3,5\text{кг}$ , можливо вибрати заготовку із круглого гарячекатаного прокату та поковку, отриману методом гарячої штамповки на кривошипному гарячештамповочному пресі в закритих штампах. На базовому підприємстві заготовкою служить гарячекатаний прокат круглого перерізу:

$$\text{Круг} \frac{\text{В} - 90 - \text{ГОСТ} 2590 - 2006}{\text{Ст}5 - \text{б} - \text{ДСТУ} - 2650:2005}$$

Звертаємо увагу на те що деталь має значні перепади діаметральних розмірів. Отже заготовку можливо отримати методом гарячої штамповки в ГKM з полум'яним нагрівом, який забезпечує найбільшу продуктивність отримання поковки в заготівельному виробництві.

### 7.3 Вибір величин загальних припусків та розрахунок розмірів заготовки з допусками. Визначення коефіцієнту використання матеріалу

Загальні припуски визначимо за ГОСТ 7505-89 «Поковки стальные». <sup>13</sup>

Степінь точність заготовки-Т5 так як це доступний клас точності заготовок при отриманні заготовок на ГKM з полум'яним нагрівом.

Категорія поковок характеризується групою сталі, Ст5 ДСТУ 2650:2005, дана сталь відноситься до групи М1.

Степінь складності С розраховується за формулою

$$c = \frac{m_n}{m_\phi}, \quad (7.2.1)$$

де  $m_n$  - маса поковки, кг;

$m_\phi$  - маса простої фігури, кг.

Деталь вписується в циліндр, розміри якого приймаємо в 1,5 разів більші від розмірів деталі.

Розрахункова маса поковки  $m_3$ , кг, розраховується за формулою

$$m_3 = m_d \cdot K_p, \quad (7.2.2)$$

де  $K_p$  - розрахунковий коефіцієнт,  $K_p = 1.3 \dots 1.6$  (приймаємо 1,5);

$M_d = 1,08$  - маса деталі, кг.

$$m_3 = 3,5 \cdot 1,5 = 5,25 \text{ кг}$$

Визначаємо масу простої фігури  $m_\phi$ , кг, за формулою

$$m_\phi = \frac{nD^2}{4} \cdot h \cdot \rho, \quad (7.2.3)$$

де  $D$  - діаметр заготовки, мм;

$$D = D_d \cdot 1,05 = 85 \cdot 1,05 = 89,25 = 0,0892 \text{ м};$$

$L$  - довжина циліндра, мм;

$$L = L_d \cdot 1,05 = 0,33 \cdot 1,05 = 0,347 \text{ м};$$

$\rho$  - густина сталі 7850,  $\text{кг/м}^3$ .

$$m_\phi = \frac{3,14 \cdot 0,089^2}{4} \cdot 0,347 \cdot 7850 = 16,93 \text{ кг}$$

Обчислюємо значення степінь складності

$$c = \frac{5,25}{16,93} = 0,31$$

Отриманий коефіцієнт відповідає степені складності С3,  $C3 = 0,32 \div 0,16$ .

Вибір вихідного індексу заготовки проводимо за допомогою табл. 7.2.1. При масі заготовки 5,25 кг, групі сталі М1, степені складності С3, класу точності Т5 вихідний індекс – 15. Загальні припуски обираємо за табл. 3.

П.4.8 ГОСТ 7505-89 допускає збільшення одностороннього припуску для поковок, які виготовляються по класу точності Т5 з використанням полум'яного нагріву на певну величину в залежності від маси поковки. В нашому випадку це збільшення становить 0,8 мм на сторону.

Отримані величини припусків, розраховані величини виконавчих розмірів заготовки, допуски на ці розміри, які також призначаємо заносимо до таблиці 7.2.1.

Таблиця 7.2.1. Розрахунок величин загальних припусків

Найменування поверхні	Квалітет точності	Параметр шорсткості $R_a$ , мкм	Загальний припуск, мм	Розмір заготовки, мм
Діаметральні розміри				
Ø85	14	6,3	$(2,3 + 0,8) \cdot 2 = 6,2$	Ø91,2 $^{+2,1}_{-1,1}$
Ø35	7	3,2	$(2,2 + 0,8) \cdot 2 = 6$	Ø41 $^{+2,1}_{-1,1}$
Ø27	11	6,3	$(2,0 + 0,8) \cdot 2 = 5,6$	Ø32,6 $^{+1,8}_{-1,0}$
Лінійні розміри				
330	14	6,3	$(3,0 + 0,8) \cdot 2 = 7,6$	337,6 $^{+3,0}_{-1,5}$
160	14	6,3	$(2,5 + 0,8) = 3,3$	160,2 $^{+2,7}_{-1,3}$
60	14	6,3	$(2,3 + 0,8) = 3,1$	66,9 $^{+2,1}_{-1,1}$

Визначаємо дійсну масу заготовки - штамповки  $m_{iTi}$ , кг, за формулою

$$m_3 = m_1 + m_2 + m_3, \quad (7.2.4)$$

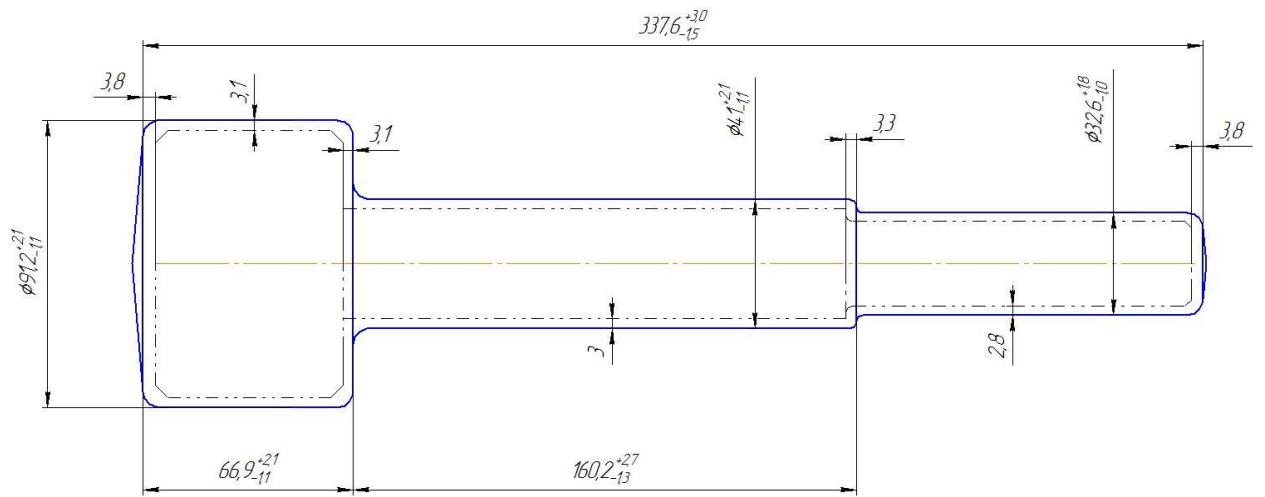


Рис. 7.2.1. Технічний рисунок заготовки

Маса заготовки  $m_3$ , кг, розраховується за формулою

$$m_i = \frac{nD^2}{4} \cdot h \cdot \rho, \quad (7.2.5)$$

Розраховуємо маси трьох циліндрів, з яких складається заготовка.

$$m_1 = \frac{3,14 \cdot 0,091,2^2}{4} \cdot 0,0662 \cdot 7850 = 3,39 \text{ кг}$$

$$m_2 = \frac{3,14 \cdot 0,041^2}{4} \cdot 0,1602 \cdot 7850 = 1,65 \text{ кг}$$

$$m_3 = \frac{3,14 \cdot 0,0326^2}{4} \cdot 0,110 \cdot 7850 = 0,72 \text{ кг}$$

Таким чином, маса заготовки

$$m_3 = 3,39 + 1,65 + 0,72 = 5,76 \text{ кг}$$

Коефіцієнт використання матеріалу  $K_6$  визначається за формулою

$$K_6 = \frac{m_d}{m_3}, \quad (7.2.6)$$

де  $m_d$  - маса деталі, кг;

$m_3$  - маса заготовки, кг.

$$K_6 = \frac{3,5}{5,76} = 0,60$$

Визначимо масу заготовки  $m_{пр}$ , кг, з круглого гарячекатаного прокату, за формулою

$$m_{\text{пр}} = \frac{3,14 \cdot D^2}{4} \cdot L \cdot 7850, \quad (7.2.7)$$

де  $D$  – діаметр заготовки,  $D = 90$  мм;

$L$  – загальна довжина заготовки,  $L = 340$  мм, з врахуванням відрізки.

$$m_{\text{пр}} = \frac{3,14 \cdot 0,090^2}{4} \cdot 0,340 \cdot 7850 = 16,97 \text{ кг}$$

Визначимо коефіцієнт використання матеріалу,  $k_{\text{в.м.пр.}}$ , для заготовки з круглого прокату за формулою

$$K_{\text{в.м.пр.}} = \frac{m_{\text{д}}}{m_{\text{пр}}}, \quad (7.2.8)$$

де  $m_{\text{д}}$  - маса деталі, кг;

$m_{\text{пр}}$  - маса заготовки, кг.

$$K_{\text{в.м.пр.}} = \frac{3,5}{16,97} = 0,20$$

## 7.4 Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі «Шпindel»

Перед розробкою технологічного процесу механічної обробки деталі «Шпindel» необхідно скласти схему обробки деталі - маршрутну технологію. Основні положення технології машинобудування для поверхонь високої точності і високого класу шорсткості устанавлюють ряд елементів: чорнову, чистову і тонку. На чорновій обробці знімається максимальний шар металу, залишається тільки припуск на чистову обробку. Після чорнкової обробки поверхні мають 14-12 квалітет точності і шорсткість Ra 12,5-6,3 мкм. Припуск на чистову обробку знімається повністю з поверхонь, яким не потрібна подальша обробка.

Після чистової обробки поверхні мають 9-8 квалітети точності і параметри шорсткості Ra 6,3-3,2 мкм <sup>14</sup>

Таблиця 7.4.1. Маршрут обробки деталі «Шпindel»

Найменування поверхні	Маршрут обробки	Квалітет точності	Параметр шорсткості Ra, мкм
Ø85h14	Точити начорно	14	6,3
M27-8q	Точити начорно Точити начисто Нарізати різьбу	14 11 8q	12,5 6,3 6,3
Ø35p7	Точити начорно Точити начисто	14 7	6,3 3,2
Торець Ø27h14 в розмір 33h14	Підрізати торець начорно	14	6,3
Торець Ø35p7 в розмір 110h14	Підрізати торець начорно	14	6,3
Торець Ø85p14 в розмір 60h14	Підрізати торець начорно	14	6,3
Найменування поверхні	Маршрут обробки	Квалітет точності	Параметр шорсткості Ra, мкм
Фаска 4x45 <sup>0</sup>	Точити начорно	14	6,3
Фаска 2x45 <sup>0</sup>	Точити начорно	14	6,3
Фаска 1,6x45 <sup>0</sup>	Точити начорно	14	6,3
Лиска 63	Фрезерувати начорно на прохід	14	6,3
Ø32	Свердлити	14	6,3

Таблиця 7.4.2. Технологічний процес механічної обробки деталі «Шпindelь»

№ операції	Назва і короткий зміст операції	Технологічне обладнання	Настановча база	Верстатний пристрій
005	Фрезерно-центрувальна 1. Фрезерувати торці Ø91,2* та Ø32,6* одночасно в розмір 330h14 2. Центрувати торці одночасно, Ø91,2 та Ø32,6 по формі А	Фрезерно-центрувальна верстат моделі МР71-М	Ø41 <sup>+2,1</sup> <sub>-1,1</sub> ; Ø32,6 <sup>+1,8</sup> <sub>-1,0</sub> ; торець Ø91,2*;	Лещата верстатні, з гідроприводом
010	Токарна з ЧПК 1. Точити поверхню витримуючи розмір Ø85h14 на прохід, з утворенням фаски 4x45°	Токарний верстат з ЧПК моделі Takisawa NEX-106	Центровочні отвори; торець Ø32,6;	Патрон повідковий Центр рухомий
15	Токарна з ЧПК 1. Точити поверхні по контуру витримуючи розміри - Ø27,2h14 на L=110± $\frac{IT14}{2}$ ; - Ø35,8h14 на L=160* з підрізкою торцю Ø85* в розмір 60h14 2. Точити поверхні по контуру витримуючи розміри - Ø26,86h11 на L=110* з утворенням фаски 2x45° - Ø35h7 на L=160* з утворенням фаски 4x45° 3. Нарізати різьбу в розміри М27-8q на L=60± $\frac{IT14}{2}$	Токарний верстат з ЧПК моделі Takisawa NEX-106	Центровочні отвори; торець Ø85h14;	Патрон повідковий Центр рухомий
020	Горизонтально-фрезерна 1. Фрезерувати дві лиски одночасно на прохід витримуючи розмір 63 <sub>-0,3</sub>	Горизонтально - фрезерний верстат моделі 6P82	Ø35; Центровочний отвір;	Пристрій фрезерний багатомісний
025	Вертикально-свердлильна 1. Свердлити отвір витримуючи розміри Ø32H14 на прохід 2. Зенкувати фаску 1,6x45° Повернути деталь на 180° 3. Повторити перехід 2	Вертикально - свердлильний верстат 2H135	Лиска; торець М27-8q; Ø35,2;	Кондуктор

## 7.5 Визначення величин між операційних припусків аналітичним методом на поверхню Ø35p7 та табличним методом на решту поверхонь

Міжопераційні припуски на обробку призначаються табличним методом згідно відповідним нормативам, або розраховуються аналітичним методом.

Призначення припусків табличним методом ведемо в порядку оберненому маршрутній технології механічної обробки поверхонь. Вибір міжопераційних припусків ведемо по таблицям довідників<sup>14; 15</sup>.

Вибрані за таблицями міжопераційні припуски та встановлені проміжні розміри зводимо до таблиці.

Таблиця 7.5.1. Міжопераційні припуски та розміри

Маршрут обробки	Квалітет точності	Параметр шорсткості, Ra, мкм	Загальний припуск, мм.	Припуск на обробку, мм.	Досягнутий розмір, мм.
Ø85h14					
Точити начорно	14	6,3	6,2	6,2	Ø85h14
Ø35p7					
Точити начорно	14	6,3	6	6,1	Ø35,8 <sub>-0,25</sub>
Точити начисто	10	3,2		0,80	Ø35p7 <sub>-0,062</sub>
M27-8q					
Точити начорно	14	12,5	5,6	5,1	Ø27,2 <sub>-0,520</sub>
Точити начисто	11	6,3		0,32	Ø26,860 <sub>-0,130</sub>
Нарізання різьби M27-8q	8q	6,3		0,14	M27-8q
Лиска 63мм					
Фрезерування лисок	12	6,3	11	11	63 <sub>-0,3</sub>

Розрахунок міжопераційних припусків на обробку поверхні аналітичним методом й встановлення міжопераційних розмірів з допустимими відхиленнями на поверхню Ø35p7<sup>14</sup>.

В даному типі виробництва токарна обробка деталі «Шпindelь» виконується на токарному верстаті з ЧПК в повідковому патроні та в центрах рухомих.

Формули для визначення міжопераційних припусків аналітичним методом  
Мінімальний припуск  $2Z_{i \min}$ , мкм, розраховується за формулою

$$2Z_{i \min} = 2 \left( RZ_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right) \quad (7.5.1)$$

Максимальний припуск  $2Z_{i \max}$ , мкм, розраховується за формулою

$$2Z_{i \max} = 2z_{i \min} + IT_{i-1} - IT_i \quad (7.5.2)$$

Номінальний припуск  $2Z_{i \text{ ном}}$ , мкм, розраховується за формулою

$$2Z_{i \text{ ном}} = \frac{2Z_{i \min} + 2Z_{i \max}}{2}, \quad (7.5.3)$$

де  $I$  - індекс даної операції;

$i-1$  - індекс попередньої операції;

$Rz$  - висота мікронерівностей, мкм;

$T$  - глибина дефектного шару матеріалу, мкм;

$\varepsilon$  - похибка від методу установки деталі, мкм;

$\rho$  - величина просторових відхилень, мкм;

$IT$  - величина допуску, мкм.

Найбільша кривизна отвору заготовки  $\rho_{\text{ко}}$ , мкм, визначаємо за формулою

$$\rho_{\text{ко}} = \Delta_{\text{к}} \cdot l, \quad (7.5.4)$$

де  $\Delta_{\text{к}} = 3$  – кривизна поковки, мкм/мм;

$l$  – довжина заготовки, мм.

$$\rho_{\text{ко}} = 0,50 \cdot 337,6 = 168,8 \text{ мкм}$$

Розраховуємо сумарне значення просторових відхилень

$$\begin{aligned} \rho_0 &= \sqrt{838^2 + 168,8^2} = 845 \text{ мкм} \\ \rho_1 &= \rho_0 \cdot 0,06 = 845 \cdot 0,06 = 51 \text{ мкм} \\ \rho_2 &= \rho_1 \cdot 0,04 = 51 \cdot 0,04 = 2 \text{ мкм} \\ \rho_3 &= \rho_2 \cdot 0,03 = 2 \cdot 0,03 = 0,06 \text{ мкм} \\ \rho_3 &= \rho_2 \cdot 0,02 = 0,06 \cdot 0,02 = 0,0012 \text{ мкм} \end{aligned}$$

Величина похибки установки в центрах для чорнового точіння  $\varepsilon_1 = 0$ , мкм

Згідно таблиці проводимо розрахунок міжопераційних припусків на поверхні деталі і вибрані дані заносимо в таблицю.

Припуск на чорнове точіння:

$$2Z_{i \min} = 2 \cdot (200 + 250 + 845) = 2590 \text{ мкм}$$

$$2Z_{i \max} = 2590 + 3200 - 620 = 5170 \text{ мкм}$$

$$2Z_{i \text{ ном}} = \frac{2590 + 5170}{2} = 3380 \text{ мкм}$$

Припуск на чистове точіння:

$$2Z_{i \min} = 2(50 + 50 + 51) = 302 \text{ мкм}$$

$$2Z_{i \max} = 302 + 620 - 100 = 822 \text{ мкм}$$

$$2Z_{i \text{ ном}} = \frac{302+822}{2} = 562,4 \text{ мкм}$$

Таблиця 7.5.2. Елементи міжопераційних припусків

Методи обробки	Квалітет точності	Ra, мкм	Допуск IT, мкм	Параметри припуску			
				Rz	T	ρ	ε <sub>y</sub>
Заготованка	T5	25	3200	200	250	845	-
Чорнове точіння	h14	6,3	-620	50	50	51	0
Чистове точіння	h10	3,2	-100	25	25	2	0

Виконуємо перевірку розрахунків припусків аналітичним методом за формулою

$$Td_3 - Td_d = 2Z_{0\max} + 2Z_{0\min}, \quad (7.5.5)$$

де  $Td_3$  – допуск на виготовлення заготованки,  $Td_3 = 3200$  мкм;

$Td_d$  – допуск на виготовлення деталі,  $Td_d = 16$  мкм;

$2Z_{0\max}$  – сума максимальних припусків,  $2Z_{0\max} = 6240$  мкм;

$2Z_{0\min}$  – сума мінімальних припусків,  $2Z_{0\min} = 3056$  мкм.

$$3200 - 16 = 6240 - 3056$$

$$3184 = 3184$$

Таблиця 7.5.3. Міжопераційні припуски та розміри на поверхню  $\varnothing 35p7$

Найменування технологічного переходу	Граничні відхилення, мм	Міжопераційні припуски, мкм		Міжопераційні розміри, мм	
		$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$	$D_{\min}$	$D_{\max}$
Заготованка	2500	3056	6240	41,09	47,42
Чорнове точіння	-620	2590	5170	38,03	41,18
Чистове точіння	-100	302	822	35,44	36,01

Як видно з перевірки, значення лівої та правої частин рівняння 2.18 однакові. Зважаючи на це можна зробити висновок, що визначення припусків і граничних розмірів виконано вірно.

## 7.6 Вибір обладнання, технологічної оснастки, різального та вимірювального інструментів

Вибір технологічного обладнання є однією з найважливіших процесів механічної обробки. Конкретну модель верстату вибирають за такими показниками: вид обробки; точність і жорсткість верстату; габаритні розміри верстату; потужність верстату; ціна верстату

Обладнання вибираємо залежності від: точності обробки; типу виробництва.

Таблиця 7.6.1. Технічні характеристики верстату Takisawa NEX-105

Takisawa NEX-105

Максимальный Ø обточки		200 мм
Максимальная длина обточки		220 мм
Максимальный диаметр прутка,		42 мм
	Ходы по осям	
Ход по оси X		130 мм
Ход по оси Z		2000 мм
	Шпиндель	
Кол-во шпинделей		1
Скорость шпинделя		6000 об/мин
Торец шпинделя		FLAT140MM
Отверстие шпинделя		56 мм
	Револьверная головка	
Количество		1 шт
Тип		на 8 позиций
		<i>Продовження таблиці 7.6.1</i>
размер резцедержателя		20x20 мм
	Подачи	
Ускоренная подача по оси X		20 м/мин
Ускоренная подача по оси Z		20 м/мин
	Привод	
Мощность привода шпинделя		5,5/7,5 кВт
Мощность сервопривода оси X		1,2 кВт
Мощность сервопривода оси Z		1,8 кВт
Мощность гидронасоса		1,5 кВт
Потребляемая электроэнергия		13,7 кВА
Бак гидравлической системы		20 л
Бачок системы смазки		2 л
Вес станка		2500 кг
Длина × высота × ширина		1440× 1330× 1710 мм

Таблиця 7.6.2. Технологічне обладнання з короткою технічною характеристикою

Номер, назва, операції	Назва, модель верстата	Технічна характеристика				Габаритні розміри, мм
		Основні технічні показники	Діапазон частот обертання, $\text{хв}^{-1}$	Діапазон подач, мм/хв	Потужність гол. руху, кВт	
005 Фрезерно-центрувальна	Фрезерно-центрувальна верстат моделі 2Г942	min/max діаметр обробки 20/160мм; min/max довжина обробки 100-1000 мм	$n_{\text{фрези}}, \text{хв}^{-1}$ 130...740 6 швидкостей $n_{\text{свер.шт}}, \text{хв}^{-1}$ 159...1588 8 швидкостей	$S_{\text{min}}=20$ $S_{\text{max}}=2000$	11 кВт	3970× 1750
010,015 Токарна з ЧПК	Токарний верстат з ЧПК моделі Takisawa NEX-106	Найбільший оброблювальний діаметр 240	50-5000	0-1260 мм/хв	5,5	1440× 1330×1710
020 Горизонтально - фрезерна	Горизонтально - фрезерний верстат моделі 6Р82	Розмір столу 1250 x 320	31,5-1600 18-швидкостей	Межі робочих подач, продольних та поперечних 25...1250	7,5	2305× 1950×1670
025 Вертикально - свердлильна	Вертикально - свердлильний верстат 2Н135	Розмір робочої поверхні 450x450 Найбільший Øсв. Ø=35мм Найбільший рух свердла 250мм	3,15-1400 12-швидкостей	0,1-1,6 9- степеней подач	4	2535× 825×1030

Прийняте технологічне устаткування дає можливість підвищити режими різання і як результат скоротити затрати основного часу. Затрати допоміжного часу скорочуються при використанні верстатів з ЧПК які комплектуються спеціальними видами пристроїв. На решту операцій скорочення допоміжного

часу досягається за рахунок використання верстатних пристроїв з різними видами затискних механізмів та установчих елементів які приведені в таблиці.

*Таблиця 7.6.3. Верстатні пристрої<sup>15</sup>.*

Номер і назва операції	Назва пристрою	Настановчі елементи	Вид затиску	Стандарт
005 Фрезерно-центрувальна	Лещата верстатні з гідроприводом	Призми настановчі	Гідравлічний	Спеціальний
010 Токарна з ЧПК	Патрон повідковий Центр рехомий	Центри	Електромеханічний	ГОСТ 2571-71
015 Токарна з ЧПК	Патрон повідковий Центр рехомий	Центри	Електромеханічний	ГОСТ 2571-71
020 Горизонтально фрезерна	Пристрій фрезерний багатомсний	Призми настановчі	Гідравлічний	Спеціальний
025 Вертикально свердлильна	Кондуктор з пневморушієм	Призми настановчі	Пневматичний	Спеціальний

При виборі різального інструменту необхідно враховувати види обробки, матеріал та габаритні розміри деталі, технічну характеристику обладнання, досягнення в галузі інструментального виробництва та можливості використання сучасних прогресивних технологій у світовому машинобудуванні.

Різальний інструмент для розроблююмого технологічного процесу бажано застосовувати стандартний, як більш дешевший, але можливо розробляти спеціальний, комбінований, фасонний інструмент, який дозволяє проводити обробку декількох поверхонь разом, скорочувати тим самим основний технологічний час<sup>15</sup>.

Таблиця 7.6.4. Характеристика різального інструменту <sup>15; 16</sup>.

Номер, назва та зміст операції	Назва різального інструменту	Основна характеристика інструмента	Матеріал	Стандарт Код інст.
005 Фрезерно-центрувальна 1. Фрезерувати торці Ø91,2* та Ø32,6* одночасно в розмір 330h14	Фреза торцева з вставними ножами	D=100 d=32 L=50 Z=8	T5K10	ДСТУ 2459-80 391801
2. Центрувати торець Ø91.2* за формою А	Центрувальне свердло комбіноване	$\varphi=120^0$ ; d=10; D=25; D <sub>1</sub> =17; L=103; l=11.5;	P6M5	ДСТУ 14952-75 391267
3. Центрувати торець Ø32.6* за формою А	Центрувальне свердло комбіноване	$\varphi=120^0$ ; d=4; D=25; D <sub>1</sub> =17; L=103; l=11.5;	P6M5	ДСТУ 14952-75 391267
010 Токарна з ЧПК 1. Точити поверхню витримуючи розмір Ø85h14 начорно на прохід, з утворенням фаски 4x45°	Різець з механічним кріпленням пластин	$\varphi=93^0$ h=25; b=25; L=150	T5K10	ДСТУ 20872-80 392101
015 Токарна з ЧПК 1. Точити поверхні по контуру витримуючи розміри - Ø27,2h14 L=110± $\frac{IT14}{2}$ ; - Ø35,8h14 L=160± $\frac{IT14}{2}$ з підрізкою торцю Ø85* в розмір 60h14	Різець з механічним кріпленням пластин	$\varphi=93^0$ h=25; b=25; L=150	T5K10	ДСТУ 20872-80 392101
2. Точити поверхні по контуру витримуючи розміри - Ø26,86h11 L=110* з утворенням фаски 2x45° - Ø35h7 L=160* з утворенням фаски 4x45°	Різець з механічним кріпленням пластин	$\varphi=93^0$ h=25; b=25; L=150	T15K6	ДСТУ 20872-80 392101
3. Нарізати різьбу в розмір M27-8q на L=60± $\frac{IT14}{2}$	Різець різьбовий	$\varphi=60^0$ h=25; b=25; L=140	T15K6	ДСТУ 1885-73 392101

Продовження табл. 7.6.4.

020 Горизонтально-фрезерна 1.Фрезерувати дві лиски одночасно на прохід витримуючи розмір $B=63_{-0,3}$ на $h=60^*$	Дискова трохстороння фреза з вставними ножами, оснащена твердим сплавом	D=200 d=50 B=20 Z=14	T5K10	ДСТУ 5808-77  391801
025 Вертикально-свердлильна 1.Свердлити отвір витримуючи розміри $300 \pm \frac{IT14}{2}$ на $\text{Ø}32\text{H}14$ на прохід	Свердло спіральне	d=32 L=160 l=100	P6M5	ДСТУ 10903-77  391267
2.Зенкувати фаску $1,6 \times 45^\circ$	Зенківка конічна	$\varphi=60^\circ$ D=40 L=160	P6M5	ДСТУ 14953-80  391630
3. Повторити перехід 2	Зенківка конічна	$\varphi=60^\circ$ D=40 L=160	P6M5	ДСТУ 14953-80 391630

Вимірювання — знаходження фізичної величини за допомогою спеціальних технічних засобів. Прикладом є вимірювання (визначення) діаметру втулки за допомогою мікрометричного нутроміра, визначення кута виробу за допомогою кутоміра.

У техніці разом з поняттям «вимірювання» широко застосовується поняття «контроль». Під контролем в широкому значенні мається на увазі поняття, що включає визначення як кількісних, так і якісних характеристик, наприклад, контроль дефектів зовнішньої поверхні, контроль внутрішніх вад металу (тріщин, раковин) і ін.

Точність вимірювань — якість вимірювань, що відображає близькість їх результатів до істинного значення вимірюваної величини.

Погрішність вимірювання — відхилення результату вимірювання від істинного значення вимірюваної величини.

Під методом, вимірювання розуміється сукупність вимірювальних засобів і умов їх вживання, що використовуються. Методи вимірювання залежать від вимірювальних засобів і умов вимірювань, що використовуються, і підрозділяються на абсолютні, порівняльні, прямі, непрямі, комплексні, елементні, контактні і безконтактні <sup>16</sup>.

Розрізняють наступні форми контролю:

- 100 % готових виробів;
- вибірковий готових виробів;
- статистичний (інженерні обґрунтування і розрахункова система контролю);
- контроль деталей в процесі обробки (активний контроль);
- контроль засобів виробництва.

Вимірювальний інструмент приймаємо в залежності від типу виробництва в даному випадку – серійне, метод контролю поверхонь – вибірковий, точності, розмірів та призначення поверхонь деталі. З метою мінімальних затрат часу на проведення контролю поверхонь в більшості випадків використовуємо безшкальні інструменти – калібри. Для налагодження верстатів та встановлення дійсних розмірів поверхонь деталі використовуємо універсальні вимірювальні засоби відповідної точності (штангенциркулі, мікрометри) <sup>15</sup>.

*Таблиця 7.6.5. Вимірювальні інструменти*

№ операції	Розмір, що контролюється	Назва вимірювального інструменту	Стандарт
005	330h14	Штангенцикуль з цифровою індикацією ШЦЦ-III -400-0,01	ДСТУ ГОСТ 166:2009
010	Ø85h14	Штангенцикуль з цифровою індикацією ШЦЦ-I-125-0,01	ДСТУ ГОСТ 166:2009
015	$110 \pm \frac{IT14}{2}$	Штангенцикуль з цифровою індикацією ШЦЦ-II-200-0,01	ДСТУ ГОСТ 166:2009
	60h14	Штангенцикуль з цифровою індикацією ШЦЦ-II-200-0,01	ДСТУ ГОСТ 166:2009
	M27-8q	Калібр-кільця різьбові M27-8q ПР, НЕ	ГОСТ 17764-72 ГОСТ 17763-72
020	63 <sub>-0,3</sub>	Штангенцикуль з цифровою індикацією ШЦЦ-I-125-0,01	ДСТУ ГОСТ 166:2009
025	Ø32H14 на $300 \pm \frac{IT14}{2}$	Штангенцикуль з цифровою індикацією ШЦЦ-III-315-0,01	ДСТУ ГОСТ 166:2009

Визначення режимів обробки табличним методом на всі операції.

Таблиця 7.6.6. Зведена таблиця режимів різання

Номер опер.	Найменування та зміст операцій по переходах	t, мм	i	Розрахункові величини			Прийняті значення			T <sub>0</sub> , хв
				S, мм/об	V, м/хв	n, хв <sup>-1</sup>	S, мм/хв	V, м/с	n, хв <sup>-1</sup>	
005	Фрезерувати торці Ø91,2* та Ø32,6* одночасно в розмір 330h14	3,8	1	0,12 мм/зуб	120	382	374	2,04	390	0,4
	2 Центрувати тореці Ø91,2* за формою А в розмір 22,5мм	5	1	0,2	16	659	130	0,34	650	0,19
	2 Центрувати тореці Ø32,6* за формою А в розмір 11,15мм	2	1	0,2	20	659	130	0,13	650	0,10
010	1. Точити поверхню витримуючи розмір Ø85h14 начорно на прохід, з утворенням фаски 4x45°	3,1	1	0,4	207	427	196	2,0	427	0,33
015	1. Точити поверхні по контуру витримуючи розміри - Ø27,2h14 L=110± $\frac{IT14}{2}$ ;	2,7	1	0,4	227	1763	705	3,45	1763	0,16
	2. Точити поверхні по контуру витримуючи розміри - Ø35,8h14 L=160± $\frac{IT14}{2}$ з підрізкою торцю Ø85* в розмір 60h14	2,6	1	0,4	227	2217	886	3,45	2217	0,18
	3. Точити поверхні по контуру витримуючи розміри - Ø26,86h11 L=110* з утворенням фаски 2x45°	0,17	1	0,25	264	3091	772	4,39	3091	0,14
	4. Точити поверхні по контуру витримуючи розміри - Ø35h7 L=160* з утворенням фаски 4x45°	0,3	1	0,25	264	2348	587	4,39	2348	0,33
	5. Нарізати різьбу в розмір М27-8q на L=60± $\frac{IT14}{2}$	-	7	3	76,4	907	3 мм/об	1,27	907	0,2

Продовження табл. 7.6.б.

020	020 Горизонтально-фрезерна 1.Фрезерувати дві лиски одночасно на прохід витримуючи розмір $63_{-0,3}$	11	1	1,44	191	331	400	3,2	315	0,68
025	025 Вертикально-свердлильна 1.Свердлити отвір витримуючи розміри $300 \pm \frac{IT14}{2}$ на Ø32H14 на прохід	16	1	0,46	24,6	244	0,4	0,4	250	0,78
	2.Зенкувати фаски $1,6 \times 45^\circ$ , повернути деталь на $180^\circ$ та повторити перехід "2"	1,6	2	0,6	21	189	0,56	0,33	180	0,13

## 7.7 Вибір та розрахунок норм часу

Визначення технічно-обґрунтованої норми часу, виконується за методикою:

1. Визначення сумарного основного часу  $T_o$ , хв, на операцію за формулою:

$$T_o = \sum t_{oi} \quad (7.7.1)$$

2. Визначення допоміжного часу на операцію  $T_d$ , хв за формулою:

$$T_d = T_{d1} + T_{d2} + T_{d3} \quad (7.7.2)$$

де  $T_d$ - допоміжний час, який складається з часу;

$T_{d1}$  – на установку і зняття заготовки;

$T_{d2}$  – допоміжний час, пов'язаний з виконанням переходів, хв;

$T_{d3}$  - допоміжний час на контрольно-вимірювальні переходи.

3. Визначення оперативного на операцію  $T_{оп}$ , хв за формулою:

$$T_{оп} = T_o + T_d \quad (7.7.3)$$

4. Додатковий час на обслуговування робочого місця та на особисті потреби

$T_{дод}$ , хв складає % від оперативного часу, визначається за формулою:

$$T_{дод} = T_{обс} + T_{воп} \quad (7.7.4)$$

5. Штучний час  $T_{шт}$ , хв визначається за формулою:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{дод} \quad (7.7.5)$$

6. Підготовчо-заклучний час на партію  $T_{п-з}$ , хв визначається за формулою:

- на організаційну підготовку
- на наладку верстата, пристроїв, інструменту
- на обробку пробної деталі

$$T_{п-з} = T_{п-з1} + T_{п-з2} + T_{п-з.3} \quad (7.7.6)$$

7. Штучно-калькуляційний час  $T_{шт-к}$ , хв визначається за формулою:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{п-з}}{n} \quad (7.7.7)$$

де  $n$  – партія деталей, шт.;  $n = 100$  шт.

Таблиця 7.7.1. Зведена таблиця норм часу

Назва і номер операції	$T_o$ , хв.	$T_d$ , хв.		$T_{оп}$ , хв.	$T_{обсл}$		$T_{відп}$		$T_{шт}$ , хв.	$T_{п.з}$ , хв.	$T_{шт.к}$ , хв.
		$T_{д1}$	$T_{д2+}$ $T_{д3}$		%	хв.	%	хв.			
005 Фрезерно-центрувальна	0,59	0,24	0,58	1,41	4,5	0,06	4	0,056	2,23	24	2,47
010 Токарна з ЧПК	0,33	0,28	0,19	0,80	10% 0,08				0,88	24,5	1,12
015 Токарна з ЧПК	1,01	0,28	0,36	1,65	10% 0,165				1,81	39,8	2,20
020 Горизонтально-фрезерна	0,68	0,22	0,34	1,24	1,5	0,018	4	0,049	$1,30/4=$ 0,3	22	0,52
025 Вертикально-свердлильна	0,91	0,22	0,66	1,79	3	0,053	4	0,071	1,91	18	2,08

## 8. МОНТАЖ, ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ОБЛАДНАННЯ

### 8.1 Монтаж котла-плавителя<sup>17</sup>

Прибуває апарат на підприємство завантажений в вантажівки, як правило на низько-рамних причепах, залежно від кількості апаратів може доставлятися в рамних причепах. Апарат має прибувати в горизонтальному положенні, завдяки висоті в 2240мм проходить дозвіл в транспортування на вантажівками (допустима висота, не більше 4м). За правилами транспортування технологічних установок перед відправкою має бути встановлений на піддон для зручного пересування як на заводі виробника так і по місцю його монтажу після апарат повинен бути обмотаний в захисну стрейч-плівку яка захистить його від невеликих пошкоджень та від забруднення. Після апарат закривають в ящик. В такому вигляді він буде транспортуватись і доставлений до місця призначення.

По прибутті апарату в місце його майбутньої експлуатації, знімається з вантажівки та переміщується до місця установки. За допомогою електроталі підіймають з піддону і встановлюють на місце експлуатації. Виконується знімання захисної плівки з апарату для виконання огляду по виявленню відхилень від паспорту апарату та пошкоджень які могли з'явитись при транспортуванні, всі можливі відхилення заносяться до акту прийому технологічного обладнання. Далі проводяться монтажні роботи по встановленню частин які не можуть транспортуватись в зборі, монтаж вузлів та агрегатів.

Важливою частиною монтажу є встановлення апарату строго по горизонтальних та вертикальних площинах, дана операція може бути забезпечена за допомогою гвинтових ніжок які попередньо вмонтовані в каркасну частину.

Також важливою умовою при монтажі апарату є вибір такого положення установки щоб не було труднощів при експлуатації та ремонтних робіт.

Після монтажу апарату проводяться такі дії:

- Встановлення та під'єднання парового та повітряного насосу, з'єднують їх з магістраллю та апаратом;
- Встановлюється пульт керування, відбувається підключення до електромережі 380В частотою 50Гц. Також підключається змінна напруга в 240В яка потрібна для роботи ланцюгів управління;
- Відбувається робота по тестування всіх структурних елементів управління, які є в пульті управління;
- Встановлення органів передачі інформації від апарату під час його роботи (манометри, датчики рівня і т.п.)

У разі виявлення несправностей конструкції після тестових випробувань сповістити керівництво підприємства.

## 8.2 Експлуатація котла-плавителя<sup>17</sup>

Необхідна документація для якісного виробництва продукції та експлуатації котла має мати такий перелік:

- Загальне креслення та його вузлів та їх специфікацій;
- Технічний паспорт апарату;
- Документація супроводу по експлуатації апарату;
- Документація з керівництва по монтажних роботах.

Порядок виконання пуску та роботи:

1. Перед початком роботи потрібно переконатися у справності обладнання шляхом поверхневого огляду. Переконатися у наявності таблички «Не вмикати! Працюють люди!».

2. На пульті що знаходиться на рамі біля чаші перемкнути кнопку, що відповідає за відкриття кришки котла.

3. Переконавшись у робото-здатності скребка та ножів, завантаження чаші апарату відповідно до рецептури, завантажити сирну масу вручну Додати солі-плавители, відповідно до рецептури затвердженої головним технологом заводу.

4. Перемкнути кнопку, яка знаходиться на рамі біля чаші, що відповідає за закриття кришки апарату.

5. Переконавшись що кришка закрилась щільно, додатково відрегулювати притискання, домкратними болтами на плечах кришки. Додатково закрити апарат прихватом.

6. Ввімкнення вакуумо-насосної станції, для створення розрідження в камері обробки.

7. подача пари в парову рубашку через зміну положення вентиля на трубопроводі.

6. На пульті керування натиснути кнопку яка відповідає за підтвердження операції: «Розпочати цикл».

7. Після закінчення циклу. переконавшись у відповідних сигналах апаратом на пульті керування, підтвердити команду «Завершення циклу». Перекрити подачу пари, та вимкнення вакуумної станції.

8. Відкрити зливний патрубок вручну. По закінченню вивантаження закрити патрубок

9. Промити апарат вручну.

### 8.3 Ремонт котла-плавителя<sup>17</sup>

Для забезпечення надійності роботи необхідно виконувати вимоги цієї інструкції. Довговічна і безвідмовна робота котла-плавителя залежить від правильного догляду за ним.

Технічне обслуговування котла-плавителя включає в себе такі види робіт:

- межремонтное обслуговування;
- профілактичні огляди;
- поточний ремонт;
- середній ремонт;
- капітальний ремонт.

Обладнання працює в 1 зміну. Якщо обладнання перейде на роботу в 2 зміни або в 3 відповідно застосовуються коефіцієнти 0,5 та 0,33

Тривалість до найближчого ремонту або огляду:

- Капітальний ремонт- 48 місяців;
- Середній ремонт - 12 місяців;
- Поточний ремонт - 3 місяці;
- Огляд - 1 місяць.

**Межремонтное обслуговування** котла-плавителя є щоденною роботою.

Виконується під час роботи і під час перерв в роботі.

Перелік робіт:

- відсутність сторонніх шумів в котлі, на слух;
- візуальне визначення герметичності ущільнень валів приводів;
- візуальне визначення наявності мастила в редукторі і відповідність її умовам роботи;
- візуальне визначення герметичності парового насосу;
- візуальне визначення герметичності вакуум насосу;
- візуальне визначення герметичності трубопровідних з'єднань;
- візуальна перевірка захисного заземлення;
- візуальне визначення стану кріпильних деталей;

В процесі експлуатації котла-плавителя особлива увага приділяється вузлам, в яких потенційно можуть періодично відбуватися відмови устаткування.

В першу чергу до таких вузлів відносяться: електродвигун приводу ножового механізму та його підшипниковий вузол, а також електродвигун приводу скребка-мішалки та його підшипниковий вузол. Поверхневий огляд цих вузлів виконує оператор що змінно перед початком роботи з апаратом, а ремонт забезпечує відділ головного механіка, який і виконує періодичний огляд і цих вузлів, та виконує заміну зношуваних деталей, таких як: підшипники, сальники, ущільнення та рівень мастила.

Від'єднання вузлів спростить заміну підшипників, так як їх доцільніше виконувати в умовах майстерні. При виконанні поточного ремонту необхідно виконувати промивання простору парової сорочки спеціальним розчином, для видалення накипу на стінках. Так як утворення накипу погіршує теплопередачу, яка є головним фактором при роботі котла-плавителя, забезпечення «чистої поверхні» стінок є нагальним питанням, задля запобігання зниження продуктивності, підвищення витрати пари та зменшення якості готової продукції.

Під час ремонту та експлуатації велике значення має змащення.

Так як, котел-плавитель працює з харчовими продуктами, дозволяється використання лише змащувальних матеріалів для устаткування харчової промисловості. Такі матеріали окрім змащувальних властивостей забезпечують належний рівень гігієни харчового виробництва. Змащувальні матеріали повинні відповідати нормам ЄС, що діють та акту харчових продуктів Німеччини (FDA, Usds-НІ, NSF, LMBG), для забезпечення безвідмовної роботи котла-плавителя.

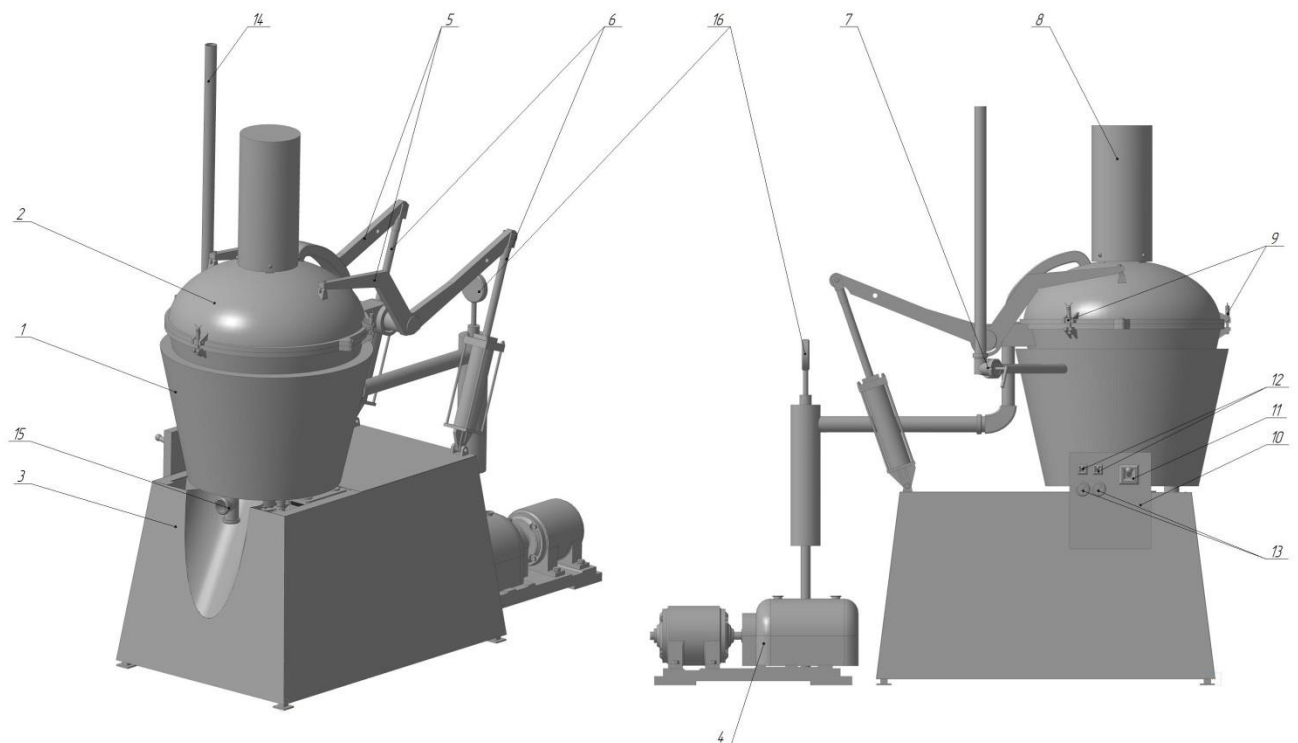
Рекомендовано використовувати харчове мастило Molykote™ G-4000 Multy-purpose Synthetic Grease. Це спеціальне харчове мастило білого кольору, яке працює в широкому діапазоні температур і має широку сумісність зі всілякими матеріалами та відповідає вимогам нормативу FDA (Управління по контролю харчових продуктів і ліків США) № 21 CFR 178.3570 і зареєстрований в NSF в категорії НІ по мірі допустимості "випадкового контакту з їжею". Температурний діапазон-від-51 до +163°C<sup>17</sup>.

## 9. ОПИС СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

### Послідовність пуску апарату та контролю за ним

Перед початком роботи апаратник перевіряє внутрішні поверхні діжі та кришки на наявність залишок сировини від попереднього циклу роботи апарату.

Також оглядає ножову пару та скребок-мішалку. Якщо будуть виявлені залишки сировини, чи якісь інші крупичі, апаратник має омити апарат теплою водою до повного видалення домішок.



*Рис. 9.1. Загальний вигляд котла-плавителя для опису системи управління*

Після проведених підготовчих робіт, апаратник перемикає регулятор підйому кришки 12, відбувається подача тиску в пневмоциліндри 6, відслідковуючи тиск на манометрах 13, відкриває кришку 2, через плечі 5.

Після завантаження апаратник перемикає регулятор підйому кришки 12, відбувається подача тиску в пневмоциліндри 6, відслідковуючи тиск на манометрах 13, закриває кришку 2, через плечі 5, та притискає кришку до діжі 1. Додатково притискає кришку до діжі прихватами-фіксаторами 9.

Вмикається в роботу вакуум-насосна станція 4, за манометром відслідковує досягнення потрібного тиску в камері на манометрі 16, та контролює його під час всього циклу обробки.

Одночасно з вмиканням вакуум-насосної станції через магістраль 14, подається пара через вентиль-дозатор 7, температура та її тиск є постійною тому не потребує контролю.

По виконанні даних дій, апаратник вмикає двигуни вузла ножів 3, та скребка-мішалки 8. Двигуни вимкнуться автоматично за циклом роботи реле часу термін якого відповідає циклу обробки сировини по рецептурі виготовлення плавленого сиру

Під час циклу обробки сировини, апаратник контролює температуру в камері для забезпечення вимог рецептури.

Після вимкнення двигунів, апаратник перемикає регулятор підйому кришки 12, відбувається подача тиску в пневмоциліндри 6, відслідковуючи тиск на манометрах 13, повільно відкриває кришку 2, через плечі 5. в камеру обробки потрапляє повітря, яке врівноважує тиски в діжі та в приміщенні. Вручну відкриває патрубок 15.

Відбувається вивантаження сировини з апарату. Перед вивантаженням сировини апаратник перекриває подачу пари від магістралі 14, через вентиль-дозатор 7.

Після сировина фасується в форми та відправляється на охолодження, після чого фасується.

## **10. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ, ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ**

### **10.1 Вимоги техніки безпеки перед початком робіт<sup>18</sup>**

10.1.1. Для операторів котлів-плавителів;

10.1.2. Отримати від начальника зміни завдання;

10.1.3. До виконання робіт дозволяється приступати тільки в спеціальному одязі, вдягання чи знімання спец одягу проводити подалі від апарату, особливо його обертових деталей;

10.1.4. Провести технічне обслуговування апарату згідно з інструкцією;

10.1.5. Перевірте справність захисних щитків приводів РО;

10.1.6. Оглянути струмопровідні кабелі і переконатись що їх ізоляція не пошкоджена. У разі виявлення повідомити кваліфікованого електрика;

10.1.7. Ремонт електричних з'єднань дозволяється лише кваліфікованому електрику з відповідними допусками на базі діючих національних норм; наявність;

10.1.8. Перевірити надійність кріплення електрообладнання апарату і пульта керування; та заземлення;

10.1.9. Перед пуском переконатися, що нікому із присутніх не загрожує небезпека від рухомих частин апарату;

10.1.10. Провести випробування апарату на холостому ходу перед початком роботи, для можливого виявлення несправностей, якщо такі є усуньте їх;

10.1.11. Під час ремонту або налагоджування на пульті керування повісьте табличку «Не включати! Працюють люди!»;

10.1.12. Перевірити справність пневмосистеми, якщо було виявлено несправності, потрібно усунути їх;

## **10.2. Заходи і засоби індивідуального захисту при роботі з котлом-плавителем <sup>18</sup>**

10.2.1. При роботі з апаратом, через ризик отримання опіків слід обережно поводитись з частинами апарату що нагріваються;

10.2.2. Спусковий клапан на апараті та на магістралі повинні постійно підтримуватися в робочому стані, так як апарат працює під тиском;

10.2.3. Необхідні для безпечної експлуатації захисні щитки кріпляться до самого апарату і можуть бути зняті лише за допомогою інструменту. Допускається експлуатація та кого устаткування лише за наявності такого устаткування і його функціонування;

10.2.4. Адміністрація підприємства повинна робити всі необхідні заходи для забезпечення задовільного обслуговування, що може гарантувати кваліфіковану та безпечну експлуатацію апарату в цілому і всіх його компонентів протягом всього терміну служби;

10.2.5. При проведенні налаштування, ремонту або огляду, мотори приводів мішалки та ножів повинні бути вимкненими, шляхом від'єднання фаз за допомогою автоматичного вимикача, що знаходиться в центральній панелі управління апаратом;

10.2.6. Також слід відключити лінії подачі стисненого повітря та пари;

10.2.7. Якщо машину відключили аварійним вимикачем, повторно включати її в роботу шляхом скидання аварійного спрацьовування не можна. Пуск машини також повинен бути неможливий до включення головного вимикача;

10.2.8. При необхідності відбору проб з апарату, необхідно вжити всіх заходів щодо забезпечення безпечних умов праці. Відбір продукту дозволяється виконувати лише через спускную трубу;

### **10.3. Права апаратника виробництва плавленого сиру<sup>18</sup>**

Апаратник виробництва плавленого сиру має право:

10.3.1. Знайомитися з проектами рішень керівництва підприємства стосовно його діяльності;

10.3.2. Подавати пропозиції з удосконалення роботи, пов'язаної з передбаченими даною інструкцією обов'язками;

10.3.3. В межах своєї компетенції повідомляти безпосередньому керівнику про всі недоліки в діяльності підприємства (структурного підрозділу, окремих працівників), виявлених у процесі виконання своїх посадових прав і обов'язків і вносити пропозиції по їх усуненню;

10.3.4. Запитувати особисто або за дорученням безпосереднього керівника від керівників підрозділів і інших спеціалістів інформацію і документи, необхідні для виконання його посадових обов'язків;

10.3.5. Залучати спеціалістів усіх (окремих) структурних підрозділів до вирішення задач, покладених на нього (якщо це передбачено положеннями про структурні підрозділи, якщо немає - то з дозволу керівника організації);

10.3.6. Вимагати від керівництва підприємства, свого безпосереднього керівника надання допомоги у виконанні обов'язків, передбачених даною посадовою інструкцією;

### **10.4. Відповідальність апаратника виробництва плавленого сиру<sup>18</sup>**

10.4.1. За неналежне виконання або невиконання своїх посадових обов'язків, передбачених даною посадовою інструкцією, - у межах, визначених чинним трудовим законодавством України;

10.4.2. За правопорушення, здійснені в процесі виконання своєї діяльності, - в межах, визначених чинним адміністративним, кримінальним і цивільним законодавством України;

## 11. ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

Різноманітність відходів на молочних заводах залежить від його потужностей, від профілю заводу, від виду продукції, яку виробляє. На даному заводі виробляють тверді сири, плавлені сири, казеїн, масло. Нажаль під час виробництва даного виду продукції можуть виникати чинники які пагубно впливають на навколишнє середовище та на атмосферу загалом.

Джерелом забруднення атмосфери на заводах в яких виготовляють тверді сири є цех виготовлення парафіну, концентрація якого може сягати до  $5 \text{ мг/м}^3$ . А наслідком виготовлення парафіну є парафінові пари.

При виробництві казеїну джерелом забруднення атмосфери є апарати подрібнення казеїну, казеїнові сушарки. Внаслідок їх дії в атмосферу можливе попадання до  $500 \text{ мг/м}^3$  казеїнового пилу. Для усунення забруднення атмосфери в цехах сушіння використовують фільтри — циклони, мокрі фільтри, рукавні фільтри. Ступінь очистки повітря від пилу залежить від швидкості потоку, як pomoже бути нерівномірним. Це не дає гарантії очистки, тому поряд із циклонами часто застосовують рукавні фільтри.

При виготовленні масла та плавленого сиру в технологічному процесі немає відходів. Але можливе утворення стічних вод головним чином від миття обладнання, та миття авто-цистерних ємностей та приміщень підприємства.

Отже, основними джерелами забруднення навколишнього середовища на підприємствах молочної промисловості є стічні води та газопилові потоки. Підприємства створюють важку екологічну ситуацію викидами шкідливих речовин у повітря, а також забруднена шкідливими речовинами ґрунтів.

Для максимального зменшення екологічних забруднень підприємство дотримується загальних вимог технології та промислової санітарії в ДСП 4.4.4.011-98 “Державні санітарні правила для молокопереробних підприємств”

Стічні води під час виробництва підлягають очистці та відповідають вимогам СанПН 4630-88 “Санітарні правила і норми охорони поверхневих вод від забруднення”

Контроль за викидами граничнодопустимих концентрацій шкідливих речовин у атмосферу здійснюється згідно з вимогами ГОСТ 17.2.3.02-78 “Охорона природи та атмосфери. Правила нормування допустимих викидів шкідливих речовин промисловими підприємствами” та ДСП 201-97 “Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць”.

Охорона ґрунті від забруднень побутовими та промисловими відходами повинна здійснюватись згідно з вимогами Наказу МОР України №145 від 17.03.2011 «Про затвердження санітарних норм та правил утримання територій населених місць» та СаніП 2.2.7.029-99 «Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення»<sup>19</sup>.

## ВИСНОВОКИ

Усунення недоліків різальної та змішувальної здатності установок даного типу є досить важливим аспектом в роботі ліній по виготовленню плавлених сирів, підвищує ефективність процесу та надійність роботи обладнання.

Для більш якісного подрібнювання та змішування сировини було модернізовано різальний механізм, змінено форму лез та їх конструкцію, що дозволило подрібнювати сировину на частинки меншої фракції, що в свою чергу покращило плавильну здатність апарату за рахунок перемішування сировини профілем ножів.

Після модернізації різального механізму різальна здатність була збільшена на 5% за рахунок зміни форми лез, що також дозволило підвищити довговічність складових вузла, за рахунок зменшення навантаження на леза ножів та на сам вузол.

Всі ці зміни дозволили пришвидшити процес виробництва на даній установці, та покращити якість самої продукції.

Завдяки тому, що модернізація не несе особливі зміни конструкції апарату, це робить її доступною широкому колу підприємств, це було рушійною силою в виборі виду модернізації даного дипломного проекту.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Технология молока и молочных продуктов. / Дьяченко П. Ф., Коваленко М. С, Грищенко А. Д., Чеботарев А. И. — М. : "Пищевая промышленность", 1974. — 447 с.
2. Технологічне обладнання молочних виробництв. / Єресько Г.О., Шинкарик М.М., Ворощук В.Я. — Київ: Фірма «ІНКОС», «Центр навчальної літератури», 2007. — 344 с.
3. <https://rosmolsnab.ru/catalog/27/38/60.html> — Змішувач-подрібнювач ЗМ – 120.
4. [https://agromash.ru/Vakuumnii\\_mikser\\_UMTI\\_SI\\_analog\\_importnogo\\_STEPHAN\\_Universal\\_Machine](https://agromash.ru/Vakuumnii_mikser_UMTI_SI_analog_importnogo_STEPHAN_Universal_Machine) — Універсальної котел плавитель Stephan UM 130.
5. [https://agro-mash.ru/new\\_ust\\_UMTI\\_SI.htm](https://agro-mash.ru/new_ust_UMTI_SI.htm) — Установка універсальна для термізації і подрібнення УМТП-ЗМ-300.
6. Технічна документація по сировині переглянута на виробництві.
7. 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.
8. [https://emk24.ru/wiki/astm\\_steels/stal\\_aisi\\_304\\_4370992/](https://emk24.ru/wiki/astm_steels/stal_aisi_304_4370992/) — AISI–304
9. [https://emk24.ru/wiki/astm\\_steels/stal\\_aisi\\_409\\_4370929/](https://emk24.ru/wiki/astm_steels/stal_aisi_409_4370929/) — AISI–409
10. <https://www.jfs-steel.com/ru/steelDetail/AISI-5140/AISI-5140.html> — AISI–5140
11. <https://steelgr.com/Steel-Grades/Carbon-Steel/aisi-1030.html> — AISI–1030
12. <https://steelgr.com/Steel-Grades/Carbon-Steel/aisi-1012.html> — AISI–1012
13. Технологія машинобудування (дипломне проектування): навч. посіб. / І.О. Григурко, М.Ф. Брендюля, С.М. Доценко Г.В. — Львів: "Новий світ – 2000", 2007 — 770с.

14. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. — 5-е издание, стереотипное. Перепечатка с четвертого издания 1983 г. / Горбацевич А. Ф., Шкред В. А. — М.: ООО ИД «Альянс», 2007 — 256с.

15. Краткий справочник технолога-машиностроителя. / Балабанов А. Н. — М.: Издательство стандартов, 1992. — 464с.

16. Справочник технолога машиностроителя Т. 2 / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. / — 4-е узд., перераб. и доп. — М.: «Машиностроение», 1985. —496с

17. Технічна документація по експлуатації котла–плавителя переглянута на виробництві.

18. Загальні положення з охорони праці апаратника котлів-плавителів переглянута на виробництві.

19. Загальні положення по запобіганню забруднення навколишнього середовища на молокопереробних виробництвах переглянуті на виробництві.

**Міністерство освіти і науки України  
Національний університет харчових технологій**

---

**86**

**Міжнародна наукова конференція молодих учених,  
аспірантів і студентів**

**"Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем  
харчування людства у ХХІ столітті"**

**2–3 квітня 2020 р.  
Частина 2**

---

**Київ НУХТ 2020**

## Зміст

<b>14. Обладнання харчових, біотехнологічних та фармацевтичних виробництв</b>	8
14.1 Машини і апарати харчових, фармацевтичних та біотехнологічних виробництв	9
14.2 Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування	63
<b>15. Машинобудування, надійність та довговічність обладнання харчових підприємств</b>	95
<b>16. Машини та технології пакування</b>	111
<b>17. Процеси та апарати харчових виробництв</b>	145
<b>18. Фізико-математичні основи технологічних процесів</b>	168
18.1 Фізика	169
18.2 Вища математика	192
<b>19. Хімія та хімічні технології</b>	216
19.1 Хімія	217
19.2 Хімічні технології	250
<b>20. Енерго- і ресурсощадні технології</b>	299
<b>21. Енергетичне обладнання, системи теплоелектропостачання промислових підприємств</b>	310
21.1 Промислова теплоенергетика	311
21.2 Електропостачання промислових підприємств	333
21.3 Електротехніка	354
<b>22. Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології</b>	364
22.1 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології	365
22.2 Інформаційні технології	381

## Модернізація установки для термічної обробки твердого сиру, типу ПЗ з розробкою подрібнюючого механізму

Лявданський Артем, Олівшевський Валентин  
Національний університет  
харчових технологій, Київ, Україна

**Вступ.** Актуальною задачею в харчовій промисловості є збільшення продуктивності, надійності роботи обладнання для виготовлення плавленого сиру та покращення якості готового продукту. Тому актуальним напрямом – удосконалення конструкцій апарату типу подрібнювача-змішувача, є покращення різального механізму даних апаратів.

**Матеріали і методи.** Проведений аналіз конструктивних та технологічних особливостей в особливостей установки типу подрібнювача-змішувача для термічної обробки твердого сиру. Також був проведений більше детальний аналіз різального механізму установки. Встановлені недоліки та переваги установки.

**Результати.** Провівши аналіз роботи установки подрібнюючо-змішувального типу, було встановлено що основним недоліком роботи даної установки є неефективна змішувальна та різальної здатності.

Було запропоноване таке рішення даної проблеми:

Для більш якісного подрібнювання та змішування сировини між собою потрібно модернізувати різальний механізм, для цього потрібно повністю замінити форму лез та їх конструкцію на V- подібну форму, що дозволить подрібнювати сировину на меншу фракції, що в свою чергу покращить плавильну здатність апарату за рахунок перемішування сировини профілем ножів.

Після модернізації різального механізму було зрозуміло що різальна здатність була збільшена на 3% за рахунок зміни форми лез на V- подібну, що в свою чергу впливає на продовження довговічності складових вузла, за рахунок зменшення навантаження на леза ножів та на сам вузол.

За рахунок особливого профілю леза відбувається додаткове змішування сировини, що збільшує якість процесу змішування, який в свою чергу підвищує продуктивність роботи установки на 2%. Всі ці зміни дозволили пришвидшити процес виробництва на даній установці, та збільшення якості самої продукції.

**Висновки.** Усунення недоліків різальної та змішувальної здатності установок даного типу є досить важливим аспектом в роботі ліній по виготовленню плавлених сирів. У даному проекті було проаналізовано конструкцію різального механізму та запропоновано його модернізацію.

### Література.

1. Мирончук В.Г., Орлов Л.О. та ін. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості, Навчальний посібник. — Вінниця: Нова книга, 2004. — 288 с.
2. Дьяченко П. Ф., Коваленко М. С, Грищенко А. Д., Чеботарев А. И. Технология молока и молочных продуктов, - М. : "Пищевая промышленность", 1974. -447 с.
3. Молочна промисловість : традиції та інновації. Вітчизняний та світовий досвід [Електронний ресурс] [упоряд. : О. В. Олабоді] ; Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка. — Київ, 2018. — 240 с.