

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

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

**Кафедра Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій
проектування**

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

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ Микола ЯКИМЧУК
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ___ » _____ 20__ р.

« ___ » _____ 20__ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

зі спеціальності _____ 133 «Галузеве машинобудування»
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Обладнання переробних і харчових виробництв
на тему Удосконалення лінії виробництва сирів з модернізацією ріжуче-
виміщувального механізму сировиготовлювача Я5-ОСЖ-10

Виконав: здобувач IV курсу, групи 1
Волик Богдан Станіславович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник Бабко Євген Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Консультанти _____

(ім'я та прізвище)

(підпис)

_____ (ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

_____ (ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

Рецензент _____

(ім'я та прізвище)

(підпис)

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

Здобувач _____

(підпис)

Київ – 2025 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

Кафедра Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування
Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»
(шифр і назва)

Освітня програма «Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТОКТП

проф. Микола ЯКИМЧУК
(власне ім'я і ПРІЗВИЩЕ)

« ____ » _____ 20__ року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Волик Богдан Станіславович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення лінії виробництва сирів з модернізацією ріжуче-вимішувального механізму сировиготовлювача Я5-ОСЖ-10
керівник проекту (роботи) Бабко Євген Миколайович, доц., к.т.н.

керівник роботи Бабко Євген Миколайович, доц., канд. тех. наук

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «01» жовтня 2024 р. № 861-кс

2. Строк подання здобувачем роботи «01» лютого 2025 р.

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

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

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): анотація, зміст; перелік умовних позначень, термінів; вступ; порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі; техніко-економічне, соціальне обґрунтування; характеристика вихідної сировини і готового продукту; опис запропонованого технічного рішення, будова та принцип роботи; вибір конструкційних матеріалів; розрахункова частина; технологічний маршрут виготовлення деталі; вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту; система управління; заходи щодо охорони праці, екології; висновки; список використаних літературних джерел, специфікація.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Загальний вигляд обладнання – 2 аркуші; Складальні одиниці обладнання – 2 аркуші; Технологія машинобудування – 1 аркуш.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання: «02» жовтня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Анотація, зміст; перелік умовних позначень, термінів</i>	03.10.2024р.	
2	<i>Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі</i>	13.10.2024р.	
3	<i>Техніко-економічне, соціальне обґрунтування.</i>	25.10.2024.	
4	<i>Характеристика вихідної сировини і готового продукту</i>	27.10.2024р.	
5	<i>Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи.</i>	07.11.2024р.	
6	<i>Вибір конструкційних матеріалів</i>	09.11.2024р.	
7	<i>Розрахункова частина</i>	13.11.2024р.	
8	<i>Технологічний маршрут виготовлення деталі</i>	14.11.2024р.	
9	<i>Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту.</i>	18.11.2024р.	
10	<i>Опис системи управління</i>	21.12.2024р.	
11	<i>Заходи щодо охорони праці, екології</i>	23.12.2024р.	
12	<i>Висновки</i>	27.12.2024р.	
13	<i>Графічна частина: 5 аркушів формату А1</i>	27.12.2024р.	
14	<i>Список використаних літературних джерел</i>	27.12.2024р.	
	<i>Подача ДП на кафедрі</i>	01.02.2025р.	

Здобувач

_____ **Богдан ВОЛИК**
(підпис) (власне ім'я і ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи

_____ **Євген БАБКО**
(підпис) (власне ім'я і ПРІЗВИЩЕ)

АНОТАЦІЯ

В кваліфікаційній роботі нами модернізовано сировиготовлювач марки Я5-ОСЖ-10, що встановлений в лінії виробництва твердих сирів на базі тов "Пирятинський сирзавод".

Модернізація сировиготовлювача необхідна для підвищення продуктивності, покращення якості продукції, зниження витрат на енергію та сировину, а також для відповідності сучасним екологічним стандартам та вимогам безпеки.

Модернізація сировиготовлювача Я5-ОСЖ-10 включає: оновлення обладнання для підвищення ефективності, впровадження автоматизації процесів, покращення системи контролю якості, оптимізацію енергоспоживання та інтеграцію із сучасними ІТ-рішеннями.

Кваліфікаційна робота складається з пояснювальної записки, що викладена на аркушах формату А4 та графічної частини, яка представлена на 5 листах формату А1.

Ключові слова: маслоутворювач, вершкове масло, барабан.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Бабока ЕМ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Волок Б.С.	<i>Назва, додаткова назва</i> Анотація	22-0792.KP.08.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд</i> змін	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

SUMMARY

In the qualification work, we modernized the cheese maker of the Ya5-OSZH-10 brand, which is installed in the hard cheese production line on the basis of the Pyryatyn Cheese Factory.

Modernization of the cheese maker is necessary to increase productivity, improve product quality, reduce energy and raw material costs, as well as to comply with modern environmental standards and safety requirements.

Modernization of the Ya5-OSZH-10 cheese maker includes: updating equipment to increase efficiency, implementing process automation, improving the quality control system, optimizing energy consumption and integrating with modern IT solutions.

The qualification work consists of an explanatory note, which is laid out on A4 sheets and a graphic part, which is presented on 5 A1 sheets.

Keywords: butter former, butter, drum.

ЗМІСТ

стор.

ВСТУП

1. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ
ПОСТАВЛЕНОЇ ЗАДАЧІ

2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ, СОЦІАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

3. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНОЇ СИРОВИНИ І ГОТОВОГО
ПРОДУКУ

4. ОПИС ЗАПРОПОНОВАНОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ.
БУДОВА ТА ПРИНЦИП РОБОТИ

5. ВИБІР КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

6. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

7. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ МАРШРУТ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

8. ВИМОГИ ЩОДО МОНТАЖУ, ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА
РЕМОНТУ.

9. СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ

10. ЗАХОДИ ЩОДО ОХОРОНИ ПРАЦІ, ЕКОЛОГІЇ

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

СПЕЦИФІКАЦІЯ

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Байко ЕМ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Вольк Б.С.	<i>Назва, додаткова назва</i> Зміст	22-0792.KP.08.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд</i> змін	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/1

ВСТУП

Молочна промисловість одна із передових галузей переробної промисловості агропромислового комплексу. Наявність в молочних продуктах таких речовин як білки, жири, вуглеводи та вітаміни обумовлюють їх високу біологічну цінність. На підприємствах галузі збільшується асортимент продукції, покращуються смакові якості і властивості продукту.

Сир це харчовий продукт, що виробляється з молока шляхом коагуляції білків, обробки отриманого білкового згустку та подальшого дозрівання сирної маси. При дозріванні всі складові частини сирної маси піддаються глибоким фізико-хімічним змінам, в результаті яких у ній накопичуються смакові та ароматичні речовини, формуються його консистенція та структура. Сир займає одне з провідних місць за харчовою та енергетичною цінністю. Його харчова цінність визначається високим вмістом у ньому білка, молочного жиру, а також мінеральних солей і вітамінів в добре збалансованих співвідношеннях і легкопереваримой формі. Він є продуктом із високою енергетичною і біологічною цінністю, що містить незамінні амінокислоти і більш прості з'єднання білкового і небілкового азоту, що легше і швидше засвоюються, чим білки молока. Крім того, сири містять і комплекс жиру, масова частка котрого сильно коливається - від 5-10% до 60% у сухій речовині, і водорозчинні вітаміни, а також багато мікроелементів. Калорійність 1кг сиру в залежності від вмісту жиру та білка в ньому сягає від 2500 до 4000 ккал.

Основною технологічною стадією виробництва сиру є процес одержання сирного зерна з сичужного згустку. В період обробки згустку ступінь і швидкість його зневоднення залежить від жирності молока, вмісту в ньому кальцію, температурного режиму, пастеризації, кислотності молока,

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Бабо ЄМ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Волок Б.С.	<i>Назва, додаткова назва</i> Вступ		22-0792.КР.08.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.			<i>Інд.</i> ---	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

розрізу зерна і температури обробки. Теплова обробка сирного зерна один з основних процесів при отриманні його для виробництва сирів.

Теплова обробка у сировиготовлювачах характеризується процесом конвективного теплообміну в робочій суміші молочному згустку, сирному зерні і сироватці. Практично ці процеси не достатньо досліджені. Важливими умовами реалізації процесу теплообміну є рівномірна передача теплоти від теплоносія до робочої суміші з певною швидкістю нагрівання. Вивчення та дослідження теплообмінних процесів надає можливість розробити нову конструкцію сировиготовлювача, інтенсифікувати процес отримання сирного зерна, скоротити втрати теплоти та сировини при виробництві сиру.

2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ, СОЦІАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Українські підприємства молочної промисловості зазвичай розташовані у міських районах або в областях, де є доступ до сировини. Оновлення технічної бази є основним аспектом розвитку цієї галузі. Останнім часом можна спостерігати тенденцію до розширення виробництва на міських молочних заводах, де виготовляють масло, казеїн, твердий сир та сухі молочні продукти. Проблеми, що гальмують збільшення споживання продукції молочної промисловості, включають недостатні ресурси молока, високу вартість виробництва та переробки, недостатню концентрацію процесів виробництва, низьку закупівельну активність у приватному секторі та обмежене споживання деяких видів продукції серед населення через економічні причини.

Зазвичай техніко-економічна характеристика цеху виробництва твердих сирів включає в себе такі показники, як продуктивність праці, обсяг виробництва, витрати на сировину та енергію, виробничі витрати на одиницю продукції, ефективність використання основних фондів та праці, а також прибутковість цеху. Важливо також враховувати актуальні технології виробництва, які дозволяють оптимізувати процес та зменшити витрати.

Важливе значення для ефективної роботи молочних підприємств промисловість має раціональне використання трудових ресурсів.

Витрати праці значною мірою залежать від механізації та автоматизації виробництва. На молочних підприємствах частина роботи виконується вручну поточний час все ще високий. Особливо це стосується вантажно-розвантажувальних робіт.

Важливу роль у поліпшенні використання довготривалих промислових виробничих фондів відіграє вдосконалення технології та обладнання, т.к в даний час на ряді переробних підприємств вони не відповідають сучасним

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Бабова ЕМ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Волок Б.С.	<i>Назва, додаткова назва</i> ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ, СОЦІАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ		22-0792.KP.08.002 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.			<i>Інд.</i> ---	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

вимогам підприємств молочної промисловості.

Ми спостерігаємо негативні тенденції на внутрішньому ринку твердих сирів, що призводить до зниження обсягів виробництва, споживання та експорту. Є ряд факторів, які з кожним роком ускладнюють роботу в цій сфері. Проблеми, з якими стикаються виробники твердих сирів в Україні: високі ціни на сировину; застаріле обладнання; ціни на енергоносії; висока конкуренція між підприємствами; зниження споживання сиру серед українців через брак коштів; обмежені можливості виходу на нові зовнішні ринки; неефективна система продажу та впровадження товару. Аналіз ринку сиру показує, що пропозиції в Україні достатньо. Попит і споживання сиру зростає з кожним роком. Україна, на думку міжнародних експертів, має потенціал для збільшення своїх експортних можливостей. Для цього необхідно, перш за все, здійснити контроль якості продукції, організувати логістику та оснастити ферми обладнанням, яке забезпечить збереження всіх цінних речовин у молоці під час транспортування.

3. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНОЇ СИРОВИНИ І ГОТОВОГО ПРОДУКУ

3.1. Молоко

Молоко́ (лат. *lact*, род. відм. *lactis*; грец. γάλα) — секрет молочних залоз, що виробляється під час лактації у ссавців жіночої статі та призначений для грудного годування дітей. Молоко є емульсією крапель жиру у воді. Молоко матері особливо важливе для підтримки імунної системи впродовж перших днів, також воно забезпечує дитинча поживними речовинами.

За ДСТУ 2212-93[2]: Молоко — продукт нормальної секреції молочних залоз.

У центральній Європі слово молоко — синонім коров'ячого молока.

3.1.2. Органолептичні властивості молока

Свіже сире молоко характеризується певними органолептичними або сенсорними показниками: зовнішнім виглядом, консистенцією, кольором, смаком і запахом. Згідно з нормативною документацією молоко повинно бути однорідною рідиною без осаду і пластівців, від білого до слабо-кремового кольору, без сторонніх, невластивих йому присмаків і запахів.

Білий колір і непрозорість молока обумовлює розсіювання світла колоїдними частинками білків і кульок жиру, кремовий відтінок — розчинений у жирі каротин, приємний, солодкувато-солонуватий смак — лактоза, хлориди, жирні кислоти, а також жир і білки. Жир надає молоку певну ніжність, лактоза — солодкуватий смак, хлориди — солонуватий, білки і деякі солі — повноту смаку.

До числа ароматичних і смакових речовин сирого молока можна віднести невелику кількість диметилсульфіду (<0,01 мг%) і метилсульфіду (<0,001 мг%), ацетону (<2 мг%), диацетилу (<0,1 мг%), вільних жирних

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Бабо ЄМ	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Волок Б.С.	<i>Назва, додаткова назва</i> ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНОЇ СИРОВИНИ І ГОТОВОГО ПРОДУКУ	22-0792.KP.08.003 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд.</i> ---	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/3

кислот (до 10 мг%), у тому числі летких жирних кислот (до 5 мг%), а також незначна кількість ацетальдегіду та інших монокарбонільних сполук, карбонових кислот (пірвіноградної і молочної), аміносполук (вільних амінокислот, пептидів, амінів, аміаку).

Підвищення вмісту в молоці хлоридів, перерахованих вище і деяких інших летких речовин призводить, як правило, до зміни нормального смаку і запаху молока і виникнення вад. Причини та строки їх виникнення різноманітні. Так, ряд вад смаку і запаху може з'явитися в молоці перед доїнням. До них належать вади, викликані зміною хімічного складу молока при порушенні фізіологічних процесів в організмі тварини і надходженням в молочну залозу з кров'ю речовин корму, що мають специфічний смак і запах. Наприклад, яскраво виражені присмаки (гіркий, солоний) мають молозиво, стародійне молоко та молоко, отримане від тварин, хворих маститом, кетозом та іншими захворюваннями.

Інші вади смаку і запаху можуть з'явитися в молоці після доїння — при порушенні правил зберігання, транспортування та первинної обробки молока. Прогірклий, окислений, мильний та інші присмаки і сторонні запахи молока викликаються ліполізом та окисленням жиру. Різноманітні вади обумовлюються адсорбцією запахів погано вимитої тари, невентильовані приміщення, випари мастильних олив, бензину і т. д., також забруднення молока мийними і дезінфікуючими засобами, ліками, пестицидами.

Таким чином, на смак і запах сирого молока впливають численні фактори — стан здоров'я, порода і умови утримання тварин, раціон годівлі, стадія лактації, тривалість і умови зберігання молока, режими первинної обробки.

3.2. Твердий сир

Твердий сир — це зрілий сир з різних видів молока, що має щільну текстуру, насичений смак та аромат. Він містить менше вологи, ніж

напівм'який сир, і переважно довше зберігається. Вміст вологи у сиру залежить від пресування та тривалості витримки.

Старінню піддаються варені пресовані сири, зокрема швейцарські сири, зернисті сири, чеддерні сири, сири з промитою скоринкою. Окрема група — дуже тверді італійські сири грана, найвідоміші з них — пармезан і грана падано. Зазвичай тверді сири дозрівають від кількох місяців до кількох років.

Тверді сири мають щільну текстуру, залежно від сорту та віку — від гладкої до розсипчастої, часто містять великі кристали сиру. Під час дозрівання в них розвиваються складні смаки та аромати — від горіхового та фруктового до землистого та пікантного.

Загалом смак твердих сирів більш концентрований та інтенсивний, ніж в інших видів. Деякі тверді сири, як-от пармезана, мають виразний смак умами, який їм надають амінокислоти, що утворюються в процесі старіння. Ще деякі сорти твердого сиру витримуються з утворенням прожилок плісняви.

Яка енергетична цінність твердого сиру

У 100 г твердого сиру в середньому міститься:

1. калорії — 392 ккал;
2. білки — 35,75 г;
3. жири — 25,83 г;
4. холестерин — 68 мг;
5. вуглеводи — 3,22 г;
6. харчові волокна — 0 г;
7. цукри — 0,8 г;
8. натрій — 1376 мг.

4. ОПИС ЗАПРОПОНОВАНОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ. БУДОВА ТА ПРИНЦИП РОБОТИ

В основу запропонованого технічного рішення покладена задача інтенсифікація процесу теплообміну в сировиготовлювачі, в якій шляхом виконання систем охолодження та нагрівання забезпечується підвищення надійності роботи апарата та зниження енерговитрат при його експлуатації.

Поставлена задача вирішується тим, що в сировиготовлювачі, який містить вертикальний резервуар із приводним різально-вимішувальним механізмом, патрубок для вивантаження сирного зерна і пристрій для відбору сироватки, встановлено по вісі симетрії резервуару із можливістю зворотньо-поступального переміщення по вертикалі.

Крім того днище золотникового елемента виконано під кутом, рівним куту нахилу патрубку вивантаження сирного зерна. Виконання пристрою для відбору сироватки у вигляді забірної та зливної труб, з'єднаних через золотниковий елемент, дозволяє розмістити в одному пристрої вузли для відбору сироватки і вивантаження сирного зерна, що дає можливість використовувати один привід.

Запропонована конструкція дозволяє проводити інтенсивний відбір сироватки самопливом, без застосування насосу. Таким чином відбувається збільшення надійності роботи сировиготовлювача, зниження енергозатрат і собівартості виробленої продукції. Відбір сироватки через забірну трубу з поверхні забезпечує видалення найбільш очищеної від сирного зерна сироватки. Регулювання вертикального положення забірної труби дозволяє проводити відбір сироватки без зупинки мішалок, що зменшує втрати

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Байко ЕМ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Вольк Б.С.	<i>Назва, додаткова назва</i> Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи	22-0792.KP.08.004 ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук МВ.		<i>Інд.</i> ---	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/6	

сирного зерна і підвищує надійність роботи сировиготовлювача за рахунок виключення технологічних операцій осадження сирного зерна і подальшого дроблення пласту.

Крім того, розміщення заборної труби по вісі симетрії сировиготовлювача також сприяє зниженню втрат сирного зерна, так як при обертанні мішалок сирне зерно під дією відцентрових сил видаляється від центру до периферії робочої ємності. Виконання золотникового елемента з можливістю вертикального переміщення у зливній трубі забезпечує почергове відкривання і закривання патрубків для відбору сироватки і вивантаження сирного зерна, а також дозволяє виконати вивантаження сирного зерна у вершині конуса, тобто в центральній частині днища сировиготовлювача. Вивантаження сирного зерна через отвори золотникового елемента, при положенні останнього у крайньому верхньому положенні забезпечить беззалишкове спорожнення сировиготовлювача і дозволяє зменшити втрати сирного зерна в порівнянні з аналогом.

Устрій та принцип роботи модернізованого об'єкту проектування

Сировиготовлювач представляє собою апарат для переробки молока з безперервною дією для отримання сирної маси при виробництві напівтвердих і твердих сирів. У апараті здійснюються такі процеси: згортання і розмішування молока, нарізування і вимішування сирної маси. Для правильної експлуатації апарату його укомплектовують нагрівальною та охолоджувальною системою та обслуговуючою платформою, які не входять до складу виробу, а виготовляються згідно до додаткового проекту, залежно від конкретного застосування і місця установки.

Сировиготовлювач Я5 - ОСЖ - 10 (рис.4.1) призначений для виробництва твердих сичужних сирів. В його склад входять: апарат для виробітки сирного зерна, пульт і шкаф управління, майданчик обслуговування і насоси для відкачування сирного зерна і сироватки.

Апарат для виробництва сирного зерна приймає необхідну кількість молока і інгредієнтів, води і розсолу підтримує температури суміші, здійснює розрізання і вимішування згустку. Спеціальним насосом відкачується сироватка і зріле зерно.

Основою сировиготовлювача є ванна з трьох прошарків, внутрішній резервуар якої утворює теплоізоляційну рубашку для підігріву і охолодження продукту.

Універсальний ріжуче - вимішувальний інструмент виконано у вигляді рами, на якій розташовані вимішуючі елементи.

Привід сировиготовлювача дозволяє безступенево змінювати частоту обертання ріжуче — змішувального інструменту і реверсувати напрям їх руху.

Сировиготовлювач має вертикальний резервуар 1 з теплообмінною рубашкою 2 і днищем 3, ріжуче-вимішувальний механізм із мішалками 4, закріплених на валах 5 реверсивного приводу 6, патрубків для подачі молока і других вихідних компонентів 7, пристрій для відбору сироватки і вивантаження сирного зерна 8, опори 9. Резервуар 1 складений трьома схрещеними циліндричними ємностями і випуклим днищем 3, виконаним у вигляді трьох пересічених конусів, розташованими вершинами вниз, причому їх вісі співпадають із вісями циліндричних ємностей. Центральна частина днища представляє собою повний круговий конус із радіусом основи, відповідаючим радіусу центральної циліндричної ємності. У вершині центрального конуса вертикально встановлений пристрій для відбору сироватки і вивантаження сирного зерна 8.

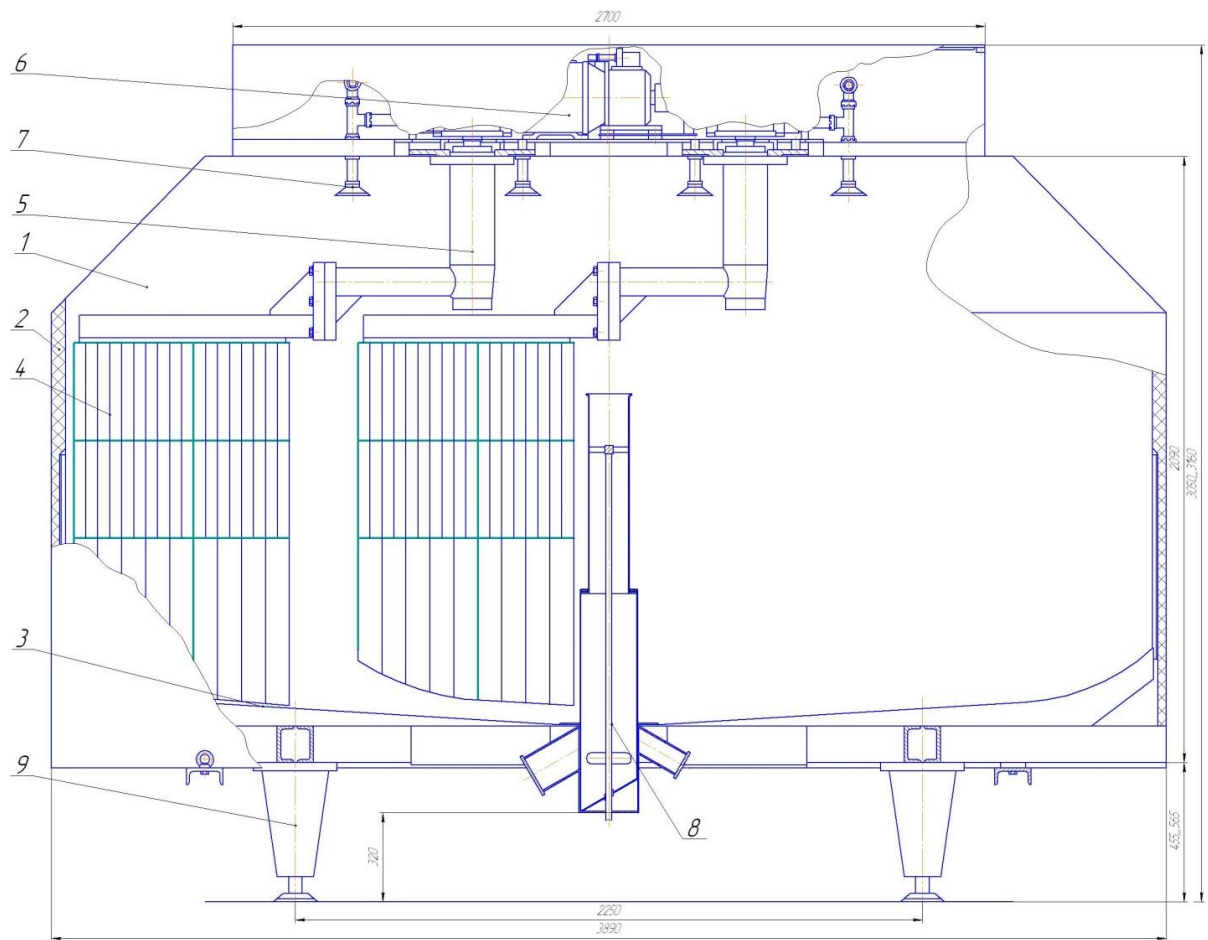


Рис. 4.1 Сировиготовлювач

Пристрій для відбору сироватки і вивантаження сирного зерна 8 представляє вертикально встановлену по вісі симетрії резервуара 1 забірну трубу 1, з'єднану зі зливною трубою 2 за рахунок золотникового елемента 3, виконаного з можливістю переміщення по вертикалі (рис.4.2).

Забірна труба 1 з'єднана безпосередньо зірочкою 4 із приводним штоком 5. У верхній частині золотникового елемента 3 розміщене ущільнення 6. Нижня частина золотникового елемента 3, взаємодіюча зі зливною трубою 2, оснащена отворами 7 для вивантаження сирного зерна. В нижній частині золотникового елемента 3 розміщені отвори для зливу сироватки 8 і вивантаження сирного зерна 9, які в певних режимах роботи сировиготовлювача співпадають із патрубками відбору сироватки 10 і вивантаження сирного зерна 11. Вертикальне переміщення штоку 5

здійснюється пневматичним, гідравлічним чи реверсивним електричним приводом (на кресленні не вказаний). Золотниковий елемент 3 з'єднаний зі штоком 5 герметичною втулкою 12.

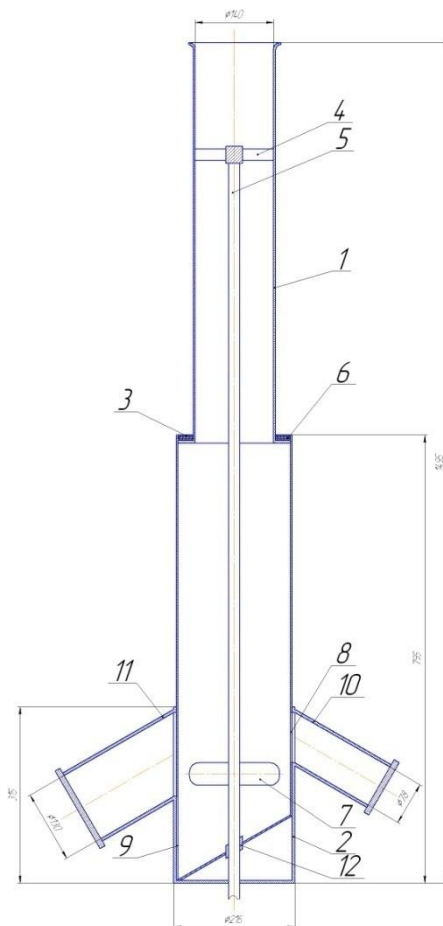


Рис.4.2 Пристрій для відбору сироватки і вивантаження сирного зерна

Золотниковий елемент 3 фіксується у вертикальному положенні за допомогою ущільнювального кільця 13, розташованого в нижній частині днища 3.

Сировиготовлювач працює наступним чином. Нормалізоване молоко подається в резервуар 1 по трубопроводу 7, при необхідності підігрівається до температури згортання шляхом подачі теплоносія в теплообмінну сорочку 2. Потім в молоко додаються всі компоненти, необхідні для зсідання, суміш перемішують і залишають відпочивати до утворення згустку. При заповненні

ємності 1 і ущільненні суміші всмоктувальний патрубок 1 розташовують у верхньому положенні. Ущільнювачі 6 і 13 одночасно забезпечують герметизацію пристрою відбору сироватки і вивантаження сирного зерна 8. Зрізання сирної маси за допомогою приводу 6 здійснюється різально-змішувальним апаратом змішувачів 4. зміна напрямку обертання змішувачів 4 запобігає самоущільненню і осіданню сирних зерен. це, зберігаючи його в збалансованому стані. Щоб вибрати сироватку, зменшіть швидкість міксеру до мінімуму. За допомогою тяги приводу 5 поступово опустіть пробірку 1 до рівня, який визначає кількість сироватки, яку потрібно відібрати (близько 30% від кількості суміші). При цьому поверхневий, найбільш освітлений шар сироватки через вхідний отвір всмоктувального патрубку 1 надходить у золотник 3 і через отвір 8 і патрубок 10 виводиться із сироварки.

Збільшують частоту обертання мішалок, подають теплоносій в теплообмінну сорочку 2 і нагрівають суміш до температури другого нагріву. При необхідності сироватку повторно збирають шляхом подальшого опускання збірної пробірки.

Після завершення процесу виробництва сиру його вивантажують. За допомогою приводної тяги 5 всмоктувальну трубу 1 піднімають у крайнє верхнє положення. Водночас золотниковий елемент 3 переміщується від дренажної труби 4 на висоту отвору 9. Сирне зерно видаляється із сироварної машини через отвір 7 у золотниковому елементі 3 та через отвір 9 і патрубок 11. Вивантаження сирної крупи відбувається при обертанні змішувачів в режимі перемішування, що сприяє рівномірному беззалишковому випорожненню сирної ванни.

5. ВИБІР КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

В харчовій промисловості велика увага приділяється вибору конструкційних матеріалів. Допуск матеріалу до безпосереднього контакту із харчовим продуктом є основною вимогою для його вибору. У випадках, при яких не відбувається прямого контакту деталей і вузлів об'єкту проектування з харчовими продуктами, застосовують загальні машинобудівні критерії для вибору матеріалу. Вважають таку раціональну конструкцію машини або апарату, в яких фізичні властивості конструкційних матеріалів вузлів і деталей використанні найбільш прийнятні для отримання необхідної жорсткості, міцності, зносостійкості при найменшій вазі й вартості.

Так як для сировиготовлювача Я5-ОСЖ-10 харчовим продуктом є молоко, то на всі деталі, які контактують із ним потрібно звернути головну увагу. До них відносяться такі деталі і вузли як: вертикальний резервуар із днищем, вертикальні вали, ріжучо-вимішувальний механізм із мішалками, патрубок для подачі молока і других вихідних компонентів, пристрій відбору сироватки і вивантаження сирного зерна та ін.

Наше обладнання працює на малих швидкостях (2...20 об/хв), тому необхідно вибрати конструкційний матеріал, який би забезпечив достатню жорсткість, міцність, зносостійкість деталей, не спричинивши негативних наслідків на продукт та добре контактував би із молоком.

Отже, деталі, які контактують із молоком будуть виготовлені зі сталі 12Х18Н9ТЛ. Вона застосовується для легованих виливків з особливими властивостями за ДСТУ 2176-93. Ця сталь використовується в різних деталях вузлів харчового машинобудівництва, яка гарно працює при температурі до 700 °С. При температурі до 750 °С сталь жаростійка, жаропрочна при температурі до 600 °С, корозійностійка.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Бабова ЕМ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Волок Б.С.	<i>Назва, додаткова назва</i> ВИБІР КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ		22-0792.КР.08.005 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд.</i> ---	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2	

Хімічний склад сталі 12Х18Н9ТЛ складає: хром 17,0...20,0%; нікель 8,0...11,0%; марганець – 1,0...2,0%; кремній – 0,20...1,0 %; титан, не більше 0,60%; мідь, не більше 0,30%; сірка, не більше 0,03%; вуглець, не більше 0,12%; фосфор, не більше 0,035%.

Зовнішній корпус та опори сировиготовлювача Я5-ОСЖ-10 не контактують із молоком, їх призначення витримувати динамічні навантаження та утримувати всі деталі. Виходячи із цього, вибираємо конструкційну хромовану леговану сталь 40Х за ДСТУ 7806:2015. Механічні властивості сталі 40Х: термообробка-гартування при температурі 860 °С, масло; відпуск при 500 °С, масло чи вода. Хімічний склад сталі марки 40Х: хром 0,8...1,1%; вуглець -0.40%; марганець – 0,5...0,8%; кремній – 0,17...0,37 %; мідь, не більше 0,30%; нікель, не більше 0.30%; сірка, не більше 0,035%; фосфор, не більше 0.035%.

До матеріалу(матеріал контактує з оброблюваними вершками), з якого виготовляються ножі, ставлять дуже серйозні вимоги:

- матеріал в хімічний зв'язок не повинен вступати з продуктом;
- мати достатню міцність та бути довговічним;
- мати корозійностійкі властивості.

Сировиготовлювач є машиною з високими експлуатаційними можливостями, зручністю в обслуговуванні та ремонті, міцністю, достатньою довговічністю.

Для накінецьників ножів пропонуємо матеріал – сталь нержавіючу харчову леговану марки 40Х13. Накінецьники ножів сировиготовлювача закалюємо в маслі, а його внутрішній циліндр закалюємо та охолоджуємо в маслі, хромуємо.

6. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

6.1 Технологічний розрахунок

Продуктовий розрахунок:

Розрахунок продуктів – це розрахунки сировини, напівфабрикатів, готової продукції на всіх етапах технологічного процесу. Продуктовий розрахунок необхідний для визначення витрат сировини, основних допоміжних матеріалів, розрахунку і підбору обладнання, розрахунку площі, витрат води, пари, холоду, електроенергії, розрахунку чисельності робітників, економічних показників.

Розрахунок продуктів виконується на зміну максимального надходження сировини, з використанням розрахункових формул і норм витрат сировини.

Масова частка жиру нормалізованого молока визначається по формулі:

$$Ж_{н.м} = \frac{K \cdot Ж_{с.р.} \cdot B_M}{100}, \quad (6.1.1)$$

де К – коефіцієнт перерахунку встановлений дослідним шляхом, для сиру „Російський” К= 2,13

B_M – масова частка білку в молоці %, для даного регіону, $B_M=3,16$ %

$Ж_{с.р.}$ – нормативна масова частка жиру в сухих речовинах сиру, $Ж_{с.р.}=51$ %

$$Ж_{н.м} = \frac{2,13 \cdot 3,16 \cdot 51}{100} = 3,3 \%$$

Приймаємо $Ж_{н.м}=3,3$ %.

Масу нормалізованого молока визначаємо по формулі:

$$M_{н.м} = \frac{M_M \cdot (Ж_{верш} - Ж_M)}{Ж_{верш} - Ж_{н.м}}; \quad (6.1.2)$$

де M_M – маса молока, яке використовується для сиру, т

$Ж_{верш}$ – масова частка жиру в вершках $Ж_{верш}=39$ %

$Ж_{ма}$ – масова частка жиру прийнятого молока, $Ж_M=3,77$ %

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Байко ЕМ	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Волок Б.С.	Назва, додаткова назва РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА	22-0792.KP.08.006 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/25

$J_{н.м}$ – масова частка жиру нормалізованого молока

$$M_{н.м} = \frac{40000(39 - 3,77)}{39 - 3,3} = 40213,8 \text{ кг}$$

Маса зрілого зерна визначається по формулі:

$$M_{з.з} = \frac{M_{н.м} (J_{н.м} - J_{сир})}{(J_{з.з} - J_{сир})} \cdot \frac{100 - \Pi}{100}, \quad (6.1.3)$$

де $J_{сир}$ – масова частка жиру в сивортці, для сиру „Російський”
 $J_{сир}=0,39\%$

Π – допустимі витрати жиру при виробництві і дозріванні сиру в залежності від його виду, % $\Pi=0,4$

$$M_{зз} = \frac{39425,3 \cdot (3,3 - 0,39) \cdot 100 - 0,4}{50 - 0,39} = 2276,07 \text{ кг}$$

Маса сиру визначається з урахуванням усушки:

$$M_c = \frac{M_{зз} \cdot (100 - H_y)}{100} \quad (6.1.4)$$

де H_y – норма усушки сиру в період дозрівання, % $H_y=7,4\%$

$$M_c = \frac{2276,07 \cdot (100 - 7,4)}{100} = 2107,6 \text{ кг}$$

Маса сиворотки складає 81% маси нормалізованого молока при виробництві твердих сирів.

Масу підсирних вершків визначають по формулі:

$$M_{п.верш} = \left[\frac{M_{сир} \cdot (J_{сир} - J_{зн.сир})}{(J_{п.верш} - J_{зн.сир})} \right] \cdot \frac{100 - 0,7}{100} \quad (6.1.5)$$

де $M_{п.верш}$ – маса підсирних вершків отриманих при сепаруванні сироватки, кг

$M_{сир}$ – маса сироватки, кг

$$M_{сир} = 40213,8 \cdot 0,81 = 32573,2 \text{ кг}$$

$J_{зн.сир}$ – масова частка жиру в знежиреній сироватки, $J_{зн.сир}=0,051\%$

Π – гранично допустимі витрати жиру при сепаруванні сироватки,
 $\Pi=0,7\%$

$J_{п.верш}$ – масова частка жиру в підсирних вершках, отриманих при сепаруванні, % $J_{п.верш}=32,6\%$

$$M_{п.верш} = \left[32573,2 \cdot \frac{0,39 - 0,05}{32,6 - 0,05} \right] \cdot \frac{100 - 0,7}{100} = 329,9 \text{ кг}$$

Маса вершків отриманих при нормалізації молока на сир без врахування втрат, визначається наступним чином:

$$M_{верш} = M_{м} - M_{н.м} \quad (6.1.6)$$

$$M_{верш} = 40000 - 40213,8 = 213,8 \text{ кг}$$

Вершки в кількості 547,7 кг надходять в масло цех

Маса закваски з урахуванням втрат визначається по формулі:

$$M_3 = \frac{M_{н.м} \cdot a}{100} - \frac{100}{100 - П}; \quad (6.1.7)$$

де П – гранично допустимі втрати закваски, % П=0,6

а – кількість закваски, % а=0,8 %

$$M_3 = \frac{40213,8 \cdot 0,8}{100} \cdot \frac{100}{100 - 0,6} = 323,65 \text{ кг}$$

Кількість хлористого кальцію визначаємо із співвідношення:

100 кг молока — 0,02 кг CaCl_2

40213,8 кг молока — x кг CaCl_2

$$x = \frac{40213,8 \cdot 0,02}{100} = 8,05 \text{ кг } \text{CaCl}_2$$

Кількість сичужного ферменту визначаємо із співвідношення:

100 кг молока — 0,0025 ферменту

40213,8 кг молока — x кг ферменту

$$x = \frac{40213,8 \cdot 0,0025}{100} = 1 \text{ кг.}$$

6.2 Тепловий розрахунок

6.2.1 Розрахунки основного обладнання

Розрахунок витрат пари для сировиготовлювача:

Пара витрачається на підігрів суміші при виробництві сирного зерна

Витрати пари на технологічні цілі для апаратів періодичної дії розраховуємо по формулі, кг:

$$D = \frac{M_c(t_2 - t_1)}{(i - t_k)\eta} \quad (6.2.1.1)$$

де M – кількість продукту який підігрівається, кг

c – теплоємність продукту, кДж/кг·град

t_2, t_1 – кінцева і початкова температура продукту, °С

i – тепловміст пари, кДж/кг

t_k – температура конденсату, °С

η – коефіцієнт теплового використання для ізольованого кожуха $\eta=0,75$

Для сиру „Українського” втрати пари на підігрів молока в сировиготовлювачі дорівнюють:

$$M=10200$$

$$t_1=34^\circ\text{C}$$

$$t_2=43^\circ\text{C}$$

$$P_{\text{парі}}=0,51 \text{ МПа}$$

$$i= 644,24 \text{ ккал/кг}=2705,78 \text{ кДж/кг}$$

$$c= 4,03 \text{ кДж/кг}\cdot\text{с}$$

$$t_k= 99^\circ\text{C}$$

Знаходимо втрати пари:

$$D = \frac{10000 \cdot 4,03(43 - 34)}{(2705,78 - 0,75)} = 189,23 \text{ кг}$$

Так як використовується два сировиготовлювачі, то

$$D'=D\cdot 2=189,23\cdot 2=378,46.$$

6.2.2 Тепловий розрахунок установки для посолки сирного зерна в потоці

В установці для посолки сирного зерна в потоці необхідно регулювати температуру розсолу в межах від 30 до 70°С. Тому в даній установці в якості теплоносіїв, використовується пара для охолодження.

Розраховуємо необхідну кількість пари для підігріву розсолу до температури 70°C:

$$D = \frac{M \cdot c \cdot (t_2 - t_1)}{(i - t_k) \cdot \eta}, \quad (6.2.2.1)$$

де M – кількість продукту що підігрівається, кг

$M=200$ кг

c – теплоємність продукту, кДж/кг·град

$c = 3,56$ кДж/кг·град

t_1, t_2 – початкова і кінцева температури продукту, °C, $t_1 = 71^\circ\text{C}$, $t_2 = 39^\circ\text{C}$

i – тепловміст пари, кДж/кг, $i = 2705,78$ кДж/кг

t_k – температура конденсату, °C, $t_k = 99^\circ\text{C}$

η – коефіцієнт теплового використання, $\eta = 0,75$

Знайдемо кількість пари:

$$D = \frac{200 \cdot 3,56 \cdot (71 - 39)}{(2705,78 - 99) \cdot 0,75} = 11,89 \text{ кг}$$

6.2.3 Витрати холодної води для установки по солінню сирного зерна в потоці

Розрахуємо витрати води для охолодження розсолу до температури 30°C.

Кількість охолоджуючої води, яка проходить крізь ванну тривалої пастерізації визначаємо з рівняння теплового балансу, кг/год:

$$M_{o.v} \cdot (c'' \cdot t''_v - t'_v \cdot c') = M_n (i - c_k \cdot t_k) \quad (6.2.3.1)$$

де c' , c'' – середня масова теплоємність охолоджуючої води при температурі до і після установки, кДж/кг·град,

$c' = c'' = 4,28$ кДж/кг·град

M_n – кількість відпрацьованого пару який проходить крізь установку, кг/год

i – ентальпія пару, кДж/кг

t_k – температура конденсату, °C

t''_B, t'_B – температура води до і після установки, °C

C_k – середня масова теплоємність конденсату, кДж/кг·град, приймаємо $C_k=4,19$ кДж/кг·град

З теплового балансу визначимо кількість охолоджуючої води:

$$M_{o.в.} = \frac{M_n \cdot (i - C_k \cdot t_k)}{c'' \cdot t''_e - c' \cdot t'_e} = \frac{11,65 \cdot (2705,78 - 4,28 \cdot 99)}{4,28 \cdot (18 - 5)} = 488,2 \text{ кг/год.}$$

6.3 Гідравлічний розрахунок

Підбір насоса для подачі сироваточного розчину NaCl:

Визначимо сумарний напір, який необхідно створити насосом для подачі розсолу, Н/м²:

$$\sum P = P_B + P_c \quad (6.3.1)$$

де P_B – напір необхідний для подачі розсілу на виході із насоса, Н/м²

P_c – напір необхідний для подолання усіх опорів трубопроводу на подачі, Н/м²:

$$P_c = \frac{v^2 \cdot \rho}{2} \left(\sum \lambda_{tr} \cdot \frac{l}{d} + \sum \zeta_{m.o} + 1 \right) \quad (6.3.2)$$

де v – швидкість руху розсілу м/с, $v=1,2$ м/с

d – діаметр трубопроводу, м

l – довжина трубопроводу, м

$\sum \lambda_{tr}$ – сума коефіцієнтів опору по довжині трубопроводу;

$\sum \zeta_{m.o.}$ – сума коефіцієнтів місцевих опорів;

ρ – густина сироваточного розчину кг/м³

Діаметр трубопроводу визначимо по формулі, м:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{3600 \cdot \pi \cdot 1,2}} \quad (6.3.3)$$

V – продуктивність насосу $V=1,33$ м³/год

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,33}{3600 \cdot 3,14 \cdot 1,2}} = 0,02 \text{ м}$$

Приймаємо $d = 0,025 \text{ м} = 25 \text{ мм}$;

Густина сироваточного розчину $\rho = 1025 \text{ кг/м}^3$

Довжина трубопроводу $l = 6,8 \text{ м}$;

Сума коефіцієнтів місцевих опорів $\sum \zeta_{\text{м.о.}} = 30$;

Для визначення суми коефіцієнтів опору по довжині трубопроводу $\sum \lambda_{\text{тр}}$ знаходимо число Рейнольда, враховуючи, що коефіцієнт в'язкості сироватки $\nu = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$:

$$\text{Re} = \frac{v \cdot d}{\nu} \quad (6.3.4)$$

$$\text{Re} = \frac{1,2 \cdot 0,025}{25 \cdot 10^{-6}} = 12240$$

Так як $\text{Re} > 2300$, то режим руху сироватки турбулентний, а коефіцієнт $\lambda_{\text{тр}}$ визначимо по формулі Блазіуса:

$$\lambda_{\text{тр}} = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{\text{Re}}} \quad (6.3.5)$$

$$\lambda_{\text{тр}} = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{12240}} = 0,03$$

Вертикальний напір рідини визначимо по формулі, Н/м^2 :

$$P_{\text{в}} = \rho \cdot g \cdot H \quad (6.3.6)$$

де H – висота стовпа рідини, $H = 4,8 \text{ м}$

$$\sum P_{\text{в}} = 1025 \cdot 9,8 \cdot 4,9 = 49180 \text{ Н/м}^2$$

$$\sum P_c = \frac{1,2^2 \cdot 1025}{2} \cdot \left(0,03 \cdot \frac{6,8}{0,025} + 30 + 1 \right) = 24063 \text{ Н/м}^2$$

$$\sum P = \sum P_{\text{в}} + \sum P_c, \text{ Н/м}^2 \quad (6.3.7)$$

$$\sum P = 48216 + 24063 = 73243,4 \text{ Н/м}^2$$

Визначимо потужність яку споживає насос, Вт:

$$N = \frac{V \cdot P}{\eta \cdot 3600} \quad (6.3.8)$$

де $\eta=0,4$, – ККД насосу.

Тоді потужність насосу буде:

$$N = \frac{1,3 \cdot 73243,4}{0,4 \cdot 3600} = 66,1 \text{ Вт} = 0,066 \text{ кВт}$$

Підбираємо по даним розрахунків насос 36 МЦ -2-10, продуктивністю $2\text{м}^3/\text{год}$, потужністю 0,6 кВт.

6.4 Кінематичні розрахунки

6.4.1 Розрахунок привода сировиготовлювача

Потужність на валу мішалки з ножами при різанні згустку, постановці і перемішуванні зерна визначаємо по емпіричній формулі, Вт:

$$N_p = 0,09 \cdot z \cdot h \cdot \left[\left(\frac{r_3 - r_b}{2} + \sum \delta \right)^4 - \left(\frac{r_3 - r_b}{2} \right)^4 \right] \cdot n^3 \cdot \rho \quad (6.4.1.1)$$

де N_p – робоча потужність на валу мішалки в робочий період,

$N_p=0,09$ – емпіричний коефіцієнт ;

z – кількість мішалок, $z=2$;

h – висота занурення мішалки в продукт, м;

r_3, r_b – зовнішній і внутрішній радіус траєкторії, яку описує мішалка, м;

n – число обертів мішалки, об/хв.;

ρ – густина продукту, $\text{кг}/\text{м}^3$

$\sum \delta$ – сума товщин ріжуче – вимішувальних інструментів, м;

$$\sum \delta = \delta_1 \cdot z_1 + \delta_2 \cdot z_2 \quad (6.4.1.2)$$

δ_1 – товщина плоских ножів, м;

z_1 – кількість плоских ножів, шт;

δ_2, z_2 – ширина і кількість бокових роликкових планок;

$$\sum \delta = 0,002 \cdot 14 + 0,01 \cdot 1 = 0,038 \text{ м}$$

Тоді потужність на валу мішалки буде дорівнювати:

$$N_p = 0,09 \cdot 2 \cdot 0,9 \left[\left(\frac{1,375 - 0,5}{2} + 0,038 \right)^4 - \left(\frac{1,375 - 0,5}{2} \right)^4 \right] \cdot 0,2^3 \cdot 1030 = 1172 \text{ Вт}$$

Електродвигун підбираємо по величині робочої потужності на валу мішалки з урахуванням коефіцієнту запасу потужності, Вт:

$$N_{\text{елд}} = \beta \cdot \frac{N_p}{\eta_{\text{елд}} \cdot \eta_{\text{пер}}} \quad (6.4.1.3)$$

де β – коефіцієнт запасу потужності, приймаємо $\beta=1,3$;

$\eta_{\text{елд}}$ – коефіцієнт корисної дії електродвигуна, $\eta_{\text{елд}} = 0,668$;

$\eta_{\text{пер}}$ – ККД передачі, $\eta_{\text{пер}} = 0,85$;

$$N_{\text{елд}} = 1,3 \cdot \frac{1,172}{0,85 \cdot 0,668} = 2,684 \text{ кВт}$$

Вибираємо виходячи з потужності і частоти обертання на вихідному валу електродвигун марки АИР 100 S4 згідно з ГОСТ 19523 – 81 $N_{\text{елд}}=3\text{кВт}$, $n=1500$ об/хв.

6.4.2 Розрахунок редуктора привода сировиготовлювача

Знайдемо передаточне число привода сировиготовлювача:

$$i = \frac{n_{\text{дв}}}{n_{\text{вих}}}, \quad (6.4.2.1)$$

де $n_{\text{дв}}$ – число обертів вихідного валу електродвигуна;

$n_{\text{вих}}$ – число обертів вихідного валу черв'ячного редуктора;

$$i = \frac{1500}{20} = 75$$

Знайдемо число заходів черв'яка по формулі:

$$z_1 = \frac{z_{2\text{min}}}{i} \quad (6.4.2.2)$$

де $z_{2\text{min}}$ – мінімальне число зубів черв'ячного колеса:

$$z_2 = z_1 \cdot i = 1 \cdot 75 = 75$$

Приймаємо матеріал для черв'яка сталь 45 ДСТУ 7809:2015, із загартованими вітками по міцності HRC 48 - 50 і прошліфованими.

Приймаємо матеріал вінця черв'ячного колеса БрА9ЖЗЛ ГОСТ 493-76 з границею текучості $\sigma_T = 200 \text{ Н/мм}^2$ з допустимим контактним напруженням при швидкості ковзання $v_{\text{ковз}} = 2,4 \text{ м/с}$; $[\sigma]_k = 177 \text{ Н/мм}^2$

Для реверсивної передачі з загартованим шліфованим черв'яком приймаємо допустиме напруження згину рівним:

$$[\sigma]_H = 1,25 \cdot 0,16 \cdot \sigma_1 \cdot k_{p.H} \quad (6.4.2.3)$$

де $[\sigma]_H$ – допустиме напруження згину;

σ_1 – напруження згину, яке виникає в місці контакту, Н/мм^2

$k_{p.H}$ – коефіцієнт режиму навантаження при розрахунку на згин:

$$k_{p.H} = \sqrt[9]{\frac{10^6}{N_H}} \quad (6.4.2.4)$$

де N_H – число циклів навантаження зубів черв'ячного колеса

Приймаємо $N_H = 10^6$. Знаходимо коефіцієнт режиму навантаження.

$$k_{p.H} = \sqrt[9]{\frac{10^6}{10^6}} = 1$$

Тоді допустиме напруження згину буде дорівнювати:

$$[\sigma]_H = 1,25 \cdot 0,16 \cdot 392 \cdot 1 = 78,4 \text{ Н/мм}^2$$

Допустиме граничне значення для зубців черв'ячного колеса:

$$[\sigma]_k = 2 \cdot [\sigma]_f = 2 \cdot 177 = 354 \text{ Н/мм}^2 \quad (6.4.2.5)$$

$$[\sigma]_f = 0,8 \cdot \sigma_1 = 0,8 \cdot 200 = 160 \text{ Н/мм}^2$$

Приймаємо ККД черв'ячного редуктора при $z_1=1$ $\eta=0,72$

Враховуючи, що черв'ячна пара працює при змінному навантаженні приймаємо коефіцієнт навантаження рівним $k=1,5$

Попередньо приймаємо число модулів в діаметрі ділительного циліндру черв'яка $q=20$.

Міжосьова відстань з умови контактної міцності, мм:

$$A \geq \left(\frac{z_2}{q} + 1 \right) \cdot \sqrt[3]{ \left(\frac{169}{z_2/q \cdot [\sigma]_k} \right)^2 } \cdot M_2 \cdot k ; \quad (6.4.2.6)$$

$$A \geq \left(\frac{75}{20} + 1 \right) \cdot \sqrt[3]{ \left(\frac{169}{75/20 \cdot 177} \right)^2 } \cdot 4244 \cdot 1,5 = 58,7 \text{ мм};$$

де M_2 – момент на черв'ячному колесі, конструктивно приймаємо із стандартного ряду міжосьову відстань рівною $A=100$ мм.

Знаходимо осьовий модуль зачеплення, мм:

$$m_3 = \frac{2 \cdot A}{q + z_2} \quad (6.4.2.7)$$

$$m_3 = \frac{2 \cdot 100}{20 + 75} = 2,05 \text{ мм}$$

Згідно ГОСТ 19672-74 приймаємо $m_3=2$ мм.

Уточнюємо значення числа модулів q :

$$q = \frac{2 \cdot A}{m_3} - z_2 \quad (6.4.2.8)$$

$$q = \frac{2 \cdot 100}{2} - 75 = 25$$

Визначаємо основні геометричні розміри черв'яка:

Діаметр ділильного циліндру:

$$d_{o1} = q \cdot m_s \quad (6.4.2.9)$$

$$d_{o1} = 25 \cdot 2 = 50 \text{ мм}$$

Діаметр циліндру виступів, мм:

$$D_{вист} = m_s \cdot (q + 2) \quad (6.4.2.10)$$

$$D_{вист} = 2 \cdot (25 + 2) = 54 \text{ мм}$$

Довжина нарізної частини, не менше, мм :

$$L_n = (11 + 0,06 \cdot z_2) \cdot m_s \quad (6.4.2.11)$$

$$L_{нз} = (11 + 0,06 \cdot 75) \cdot 2 = 31 \text{ мм}$$

Для шліфованого черв'яка отриману довжину збільшуємо на ΔL

Довжина $\Delta L=24$ мм, тоді, мм:

$$L = L_{нз} + \Delta L \quad (6.4.2.12)$$

$$L = 31 + 24 = 55 \text{ мм}$$

Знайдемо кут підйому гвинтової лінії по ділильному циліндру:

$$\lambda_{д} = \arctg \frac{z_1}{q} \quad (6.4.2.13)$$

$$\lambda_{д} = \arctg \frac{1}{25} = 2,29 = 2^{\circ}17'2''$$

Визначаємо основні геометричні розміри вінця черв'ячного колеса, мм:

$$d_{o2} = m_s \cdot z_2 \quad (6.4.2.14)$$

$$d_{o2} = 2 \cdot 75 = 150 \text{ мм}$$

d_{o2} — діаметр ділильного кола;

Діаметр кола виступів, мм:

$$D_{в} = m_3 \cdot (z_2 + 2) \quad (6.4.2.15)$$

$$D_{в} = 2 \cdot (75 + 2) = 154 \text{ мм}$$

Зовнішній діаметр вінця, мм:

$$D_{н} < D_{в} + 1,25 \cdot m_3 \quad (6.4.2.16)$$

$$D_{н} < 154 + 1,25 \cdot 2 = 156,5 \text{ мм}$$

Ширина вінця, мм:

$$b < 0,75 \cdot D_{в1} \quad (6.4.2.17)$$

$$b < 0,75 \cdot 54 = 40,5 \text{ мм}$$

Знайдемо швидкість ковзання, м/с:

$$v_{ковз} = \frac{\pi \cdot n_2 \cdot d_{д1}}{6 \cdot 10^4 \cdot \cos \lambda_{д}} \quad (6.4.2.18)$$

$$v_{ковз} = \frac{3,14 \cdot 1500 \cdot 50}{6 \cdot 10^4 \cdot \cos 2^{\circ}17'2''} = 3,93 \text{ м/с}$$

Розрахункове значення коефіцієнту корисної дії черв'ячної пари приймаємо

$n=2$ – число пар підшипників;

$\eta_n = 0,995$ – ККД підшипників;

$\eta_m = 0,98$ – гідравлічні втрати на мастилі;

$\eta_{зп} = 0,97$ ККД зубчастої передачі;

Приймаємо кут тертя β при швидкості ковзання $v_{ковз} = 4$ м/с, $\beta = 1^\circ 30'$

Тоді ККД гвинтової пари буде дорівнювати:

$$\eta_{гв.п} = \frac{\operatorname{tg} \lambda_d}{\operatorname{tg}(\lambda_d + \beta')} \quad (6.4.2.19)$$

$$\eta_{гв.п} = \frac{\operatorname{tg} 2^\circ 17' 2''}{\operatorname{tg}(2^\circ 17' 2'' + 1^\circ 30')} = 0,6037$$

Отже загальний ККД редуктора буде дорівнювати:

$$\eta' = \eta_n^2 \cdot \eta_m \cdot \eta_{зп} \cdot \eta_{гв.п} \quad (6.4.2.20)$$

$$\eta' = 0,995^2 \cdot 0,98 \cdot 0,97 \cdot 0,6037 = 0,668$$

Знайдемо момент на валу черв'яка, Н·м:

$$M_1 = \frac{M_2}{i \cdot \eta'} \quad (6.4.2.21)$$

$$M_1 = \frac{4244}{75 \cdot 0,668} = 85 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Знайдемо розрахункову потужність на валу черв'яка, кВт:

$$N = \frac{M_1 \cdot n}{9550 \cdot g} \quad (6.4.2.22)$$

$$N = \frac{85 \cdot 1500}{9550 \cdot 9,81} = 1,36 \text{ кВт}$$

Знайдемо розрахункову потужність на валу приводного електродвигуна:

$$N_o = 2 \cdot N \cdot \eta_n, \text{кВт} \quad (6.4.2.23)$$

$$N_o = 2 \cdot 1,36 \cdot 0,668 = 1,82 \text{ кВт}$$

Виходячи з раніш підбраного електродвигуна і забезпечення надійної роботи приводу, і врахувавши можливі перевантаження залишаємо раніш підбраний електродвигун марки АИР 100 S4 згідно з ГОСТ 19523 – 81.

$N_{\text{елд}}=3$ кВт, $n=1500$ об/хв.

Знайдемо номінальний момент від двигуна на черв'яку, Н·мм:

$$M'_1 = \frac{9550 \cdot g \cdot N}{n} \quad (6.4.2.24)$$

$$M'_1 = \frac{9550 \cdot 9,8 \cdot 3}{1500} = 187,2 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Номінальний момент від двигуна на вінці черв'ячного колеса:

$$M'_2 = M'_1 \cdot i \cdot \eta_{\text{ч}}, \quad (6.4.2.25)$$

$$M'_2 = 187,2 \cdot 75 \cdot 0,668 = 9377,1 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Знайдемо контактні напруження в зачепленні, Н/мм²:

$$\sigma_{\text{к}} = \frac{476}{d_{\text{д2}}} \cdot \sqrt{\frac{M_2 \cdot k}{d_{\text{д1}}}} \quad (6.4.2.26)$$

$$\sigma_{\text{к}} = \frac{476}{150} \cdot \sqrt{\frac{9377,1 \cdot 1,5}{50}} = 53,23 \text{ Н/мм}^2$$

$$\sigma_{\text{к}} = 53,23 \text{ Н/мм}^2 < [\sigma]_{\text{к}} = 177 \text{ Н/мм}^2$$

Знаходимо еквівалентне число зубців черв'ячного колеса:

$$z_{\partial 2} = \frac{z_2}{\cos^3 \lambda_0} \quad (6.4.2.27)$$

$$z_{\partial 2} = \frac{75}{\cos^3 2^\circ 17' 2''} = 75,18$$

Цьому числу зубців відповідає коефіцієнт форми зуба, який дорівнює $Y_{\text{д2}}=1,36$

Визначимо напруження згину в основі колеса при коефіцієнті зносу $\gamma=1,5$, Н/мм²

$$\sigma_{-1}^{\text{н}} = \frac{1,2 \cdot M'_2 \cdot k \cdot \gamma}{Y_{\text{д2}} \cdot m_3 \cdot d_{\text{д1}} \cdot d_{\text{д2}}} \quad (6.4.2.28)$$

$$\sigma_{-1}^H = \frac{1,2 \cdot 9377,1 \cdot 1,5 \cdot 1,5}{1,36 \cdot 2 \cdot 50 \cdot 150} = 1,24 \text{ Н/мм}^2$$

$$\sigma_{-1}^H = 1,24 \text{ Н/мм}^2 < [\sigma_{-1}]_H = 78,7 \text{ Н/мм}^2$$

Контактні пікові напруження в черв'ячному зачепленні будуть дорівнювати, Н/мм²:

$$\sigma_{к \max} = \sigma_k \cdot \sqrt{\frac{M'_{2 \max}}{M'_2}} \quad (6.4.2.29)$$

$$\sigma_{к \max} = 53,23 \cdot \sqrt{2} = 75,3 \text{ Н/мм}^2$$

$$\sigma_{к \max} = 75,3 \text{ Н/мм}^2 < [\sigma]_{к \text{ пред}} = 354 \text{ Н/мм}^2$$

Знайдемо пікові напруження згину в основі зуба колеса, Н/мм²:

$$\sigma_{-1 \text{ н max}} = \sigma_{-1}^H \cdot \frac{M'_{2 \max}}{M'_2} \quad (6.4.2.30)$$

$$\sigma_{-1 \text{ н max}} = 1,24 \cdot 2,2 = 2,73 \text{ Н/мм}^2$$

$$\sigma_{-1 \text{ н max}} = 2,73 \text{ Н/мм}^2 < [\sigma]_{\text{н max}} = 160 \text{ Н/мм}^2$$

Зробивши перевірочний розрахунок черв'ячної передачі ми бачимо, що даний редуктор підходить для передачі крутного моменту від електродвигуна до валу мішалки.

6.4.3 Підбір електродвигуна для мішалки тривалої пастеризації

У ванні тривалої пастеризації стоїть лопатева мішалка для інтенсифікації процесу.

Розрахункова потужність, яку споживає лопатева мішалка визначаємо по формулі, Вт:

$$N_m = K_N \cdot \rho_c \cdot n^3 \cdot d_m^5 \quad (6.4.3.1)$$

де ρ – густина середовища, яке переміщується, кг/м³

d_m – діаметр мішалки, м;

n – частота обертання мішалки, об/хв;

K_N – критерій потужності;

Для визначення K_N знаходимо відцентровий критерій Рейнольда, який визначаємо по формулі:

$$Re = \frac{\rho_c \cdot n \cdot d_m^2}{\mu_c}, \quad (6.4.3.2)$$

де μ_c – динамічний коефіцієнт в'язкості суміші, Па·с, $\mu_c = 2,8$ Па·с

Тоді

$$Re = \frac{1027 \cdot 30 \cdot 1,5 \cdot 0,2^2}{3,14 \cdot 2,8} = 235,37$$

Для значення $Re = 235,37$, $K_N = 0,7$

Визначимо потужність лопатевої мішалки:

$$N_M = 0,7 \cdot 1027 \cdot \left(\frac{30 \cdot 1,5}{3,14} \right)^3 \cdot 0,2 = 0,676 \text{ кВт}$$

$n_1 = 750$ об/хв.

$$n_2 = \frac{30 \cdot 1,5}{3,14} = 14,32 \text{ об/хв.}$$

Визначимо передаточне відношення:

$$U = \frac{n_1}{n_2} \quad (6.4.3.3)$$

$$U = \frac{750}{14,32} = 52,4$$

Для передачі крутного моменту від електродвигуна до мішалки підібрано черв'ячний редуктор 4-80-10-10-8 з одно західним черв'яком.

Електродвигун підбираємо враховуючи втрати в передачі, кВт:

$$N_{ed} = \frac{N}{\eta_n \cdot \eta_p} \quad (6.4.3.4)$$

$$N_{ед} = \frac{0,676}{0,99 \cdot 0,75} = 1,39 \text{ кВт}$$

Підбираємо електродвигун марки АИР 100 L8 $N_{ном}=1,5$ кВт $n=750$ об/хв

6.4.4 Розрахунок привода відділювача сироватки і розсолу

Розрахунок проводимо зробивши припущення, що відділювачі це машини для змішування харчових продуктів з одночасним відводом сироватки або розсолу.

Визначимо необхідну потужність відділювача для перемішування сирного зерна:

$$N = N_1 + N_2 \quad (6.4.4.1)$$

де N_1 – потужність, яка необхідна для подолання тертя в підшипниках, кВт

N_2 – потужність, яка необхідна для подолання сили тяжіння продукту, для його підйому в барабані до кута природного ухилу.

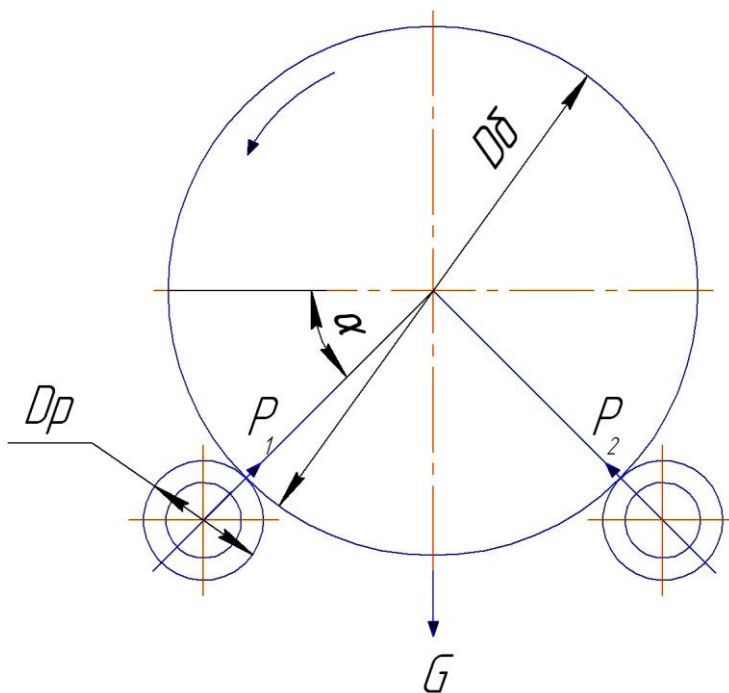


Рис. 6.4.4.1 Розрахункова схема для визначення потужності необхідної для подолання опору в підшипниках

Визначимо силу тертя кочення бандажем по роликах:

$$P'_1 = \mu \cdot \frac{P_1}{r_p} \cdot i \quad (6.4.4.2)$$

де P_1 – реакція в опорному ролику, Н

μ – коефіцієнт тертя кочення бандажа об ролики, $\mu = 0,003$

i – кількість роликів;

r_p – радіус роликів, м

Спроектувавши діючі сили на вертикальну вісь отримуємо рівняння

$G - i \cdot P_1 \cdot \cos \alpha = 0$, з якого знаходимо:

$$P_1 = \frac{G}{i \cdot \cos \alpha}, \quad (6.4.4.3)$$

Робота кочення за один оберт барабану складає:

$$T' = P'_1 \cdot \pi \cdot D_6 = \mu \cdot \frac{P_1}{r_p} \cdot i \cdot \pi \cdot D_6 = 2 \cdot \pi \cdot \frac{D_6}{D_p} \cdot P_1 \cdot \mu \cdot i \quad (6.4.4.4)$$

Знайдемо потужність, яка необхідна для подолання тертя кочення бандажу барабана по роликах, кВт:

$$N = \frac{T_1}{2 \cdot \pi \cdot 1000} = \frac{D_6 \cdot P_1 \cdot \mu \cdot i \cdot \omega}{D_p \cdot 1000} \quad (6.4.4.5)$$

$$P_1 = \frac{m \cdot g}{i \cdot \cos \alpha} = \frac{(200 + 50) \cdot 9,8}{2 \cdot 0,86} = 1424 \text{ Н}$$

$$T_1 = 2 \cdot 3,14 \cdot \frac{0,6}{0,1} \cdot 1424 \cdot 0,003 \cdot 2 = 322 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$N' = \frac{322 \cdot \pi \cdot 30,4}{2 \cdot \pi \cdot 1000 \cdot 30} = 0,32 \text{ кВт}$$

Сила тертя ковзання P'' цапф опорних роликів в підшипниках може бути визначена по формулі:

$$P'' = P_1 \cdot f \cdot i \cdot \frac{D_6}{D_p} \quad (6.4.4.6)$$

де f – коефіцієнт тертя в підшипниках $f = 0,1$:

$$P'' = 1424 \cdot 0,1 \cdot 2 \cdot \frac{0,6}{0,1} = 1700 \text{ Н}$$

Робота тертя ковзання опорних роликів в підшипниках, Н·м:

$$T'' = P'' \cdot \pi \cdot D_y \quad (6.4.4.7)$$

$$T'' = 1700 \cdot 3,14 \cdot 0,06 = 320 \text{ Н·м}$$

Потужність, яка необхідна для подолання тертя ковзання в цапфах опорних роликів знаходимо по формулі, кВт:

$$N'' = \frac{T'' \cdot n}{60 \cdot 100} \quad (6.4.4.8)$$

$$N'' = \frac{320 \cdot 30}{60 \cdot 100} = 1,5 \text{ кВт}$$

Загальна потужність, що витрачається на подолання опору тертя кочення, кВт:

$$N = N_1 + N_2 \quad (6.4.4.9)$$

$$N = 0,32 + 1,5 = 1,82 \text{ кВт.}$$

Визначимо потужність, яка необхідна для підйому продукту в барабані до кута природного ухилу, кВт:

$$N_2 = \frac{G_{\text{пр}} \cdot h}{1000 \cdot t} \quad (6.4.4.10)$$

де h – висота підйому продукту в барабані до кута природного ухилу,
 $h=0,25\text{м}$,

t – час підйому продукту на висоту h , $t = 3 \text{ с}$.

$$N_2 = \frac{200 \cdot 9,8 \cdot 0,25}{1000 \cdot 3} = 0,16 \text{ кВт}$$

Загальна потужність відділювала буде дорівнювати:

$$N = 1,82 + 0,16 = 1,98 \text{ кВт}$$

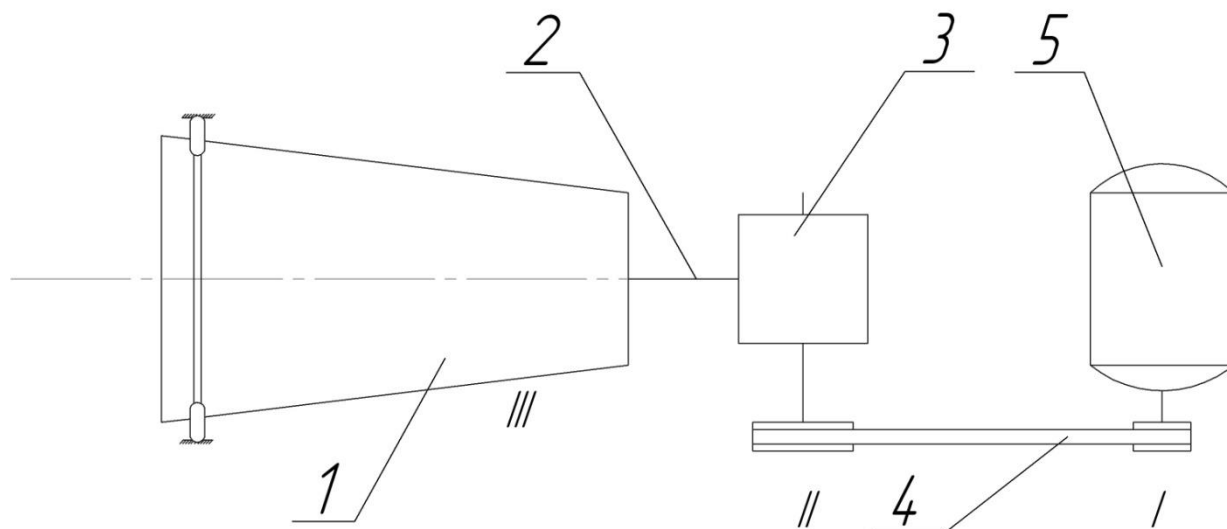


Рис. 6.4.4.2 Схема кінематична привода відділювача сироватки і розсолу

1. барабан відділювача;
2. приводний вал;
3. черв'ячний редуктор;
4. клинопасова передача;
5. електродвигун;

По технології виділення сироватки частота обертання барабана відділювача $n_{III} = 30,4$ об/хв.

Кутова швидкість на валу барабана відділювача, хв^{-1} :

$$\omega_{III} = \frac{\pi \cdot n_{III}}{30} \quad (6.4.4.11)$$

$$\omega_{III} = \frac{3,14 \cdot 30}{30} = 3,2 \text{ хв}^{-1}$$

Потужність на валу барабана відділювача $N_{III} = 1,98$ кВт;

Крутний момент на валу барабана відділювача, Н·м:

$$T_{III} = \frac{1000 \cdot N_{III}}{\omega_{III}} \quad (6.4.4.12)$$

$$T_{III} = \frac{1000 \cdot 1,98}{3,2} = 618,75 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Частота обертання на валу черв'ячного редуктора, об/хв:

$$n_{II} = n_{III} \cdot 16 \quad (6.4.4.13)$$

$$n_{II} = 30,4 \cdot 16 = 480 \text{ об/хв.}$$

Кутова швидкість на валу черв'ячного редуктора, хв⁻¹:

$$\omega_{II} = \frac{\pi \cdot n_{III}}{30} \quad (6.4.4.14)$$

$$\omega_{II} = \frac{3,14 \cdot 480}{30} = 50,26 \text{ хв}^{-1}$$

Потужність на валу черв'ячного редуктора, кВт:

$$N_{II} = \frac{N_{III}}{\eta_{n,n} \cdot \eta_{n,p}} \quad (6.4.4.15)$$

$$N_{II} = \frac{1,98}{0,99 \cdot 0,65} = 3,07 \text{ кВт.}$$

Крутний момент на валу черв'ячного редуктора, Н·м:

$$T_{III} = \frac{1000 \cdot N_{II}}{\omega_{II}} \quad (6.4.4.16)$$

$$T_{III} = \frac{1000 \cdot 3,07}{50,26} = 61,2 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Частота обертання на вхідному валу клинопасової передачі, об/хв.:

$$n_I = n_{II} \cdot u_{к.п} \quad (6.4.4.17)$$

$$n_I = 480 \cdot 2 = 1440 \text{ об/хв.}$$

Кутова швидкість на вхідному валу клинопасової передачі, хв⁻¹:

$$\omega_I = \frac{\pi \cdot n_I}{30} \quad (6.4.4.18)$$

$$\omega_I = \frac{3,14 \cdot 1440}{30} = 150,8 \text{ хв}^{-1}$$

Потужність на вхідному валу клинопасової передачі, кВт:

$$N_I = \frac{N_{II}}{\eta_{к.п}} \quad (6.4.4.19)$$

$$N_I = \frac{3,07}{0,8} = 3,8 \text{ кВт.}$$

Крутний момент на вхідному валу клинопасової передачі, Н·м:

$$T_I = \frac{1000 \cdot N_I}{\omega_I} \quad (6.4.4.20)$$

$$T_I = \frac{1000 \cdot 3,8}{150,8} = 25 \text{ Н·м.}$$

По потужності і частоті обертання на вихідному валу електродвигуна підбираємо електродвигун типу АИР 100 L4 потужністю 4 кВт і частотою обертання вихідного валу =1500 об/хв.

6.4.5 Розрахунок клинопасової передачі

Проведемо розрахунок клинопасової передачі, яка передає момент від електродвигуна до черв'ячного редуктора в приводі гвинтової транспортуючої труби.

Вихідні дані:

Номінальна потужність, що передається $N_{\text{ном}}=2,2\text{кВт}$;

Передаточне відношення передачі $u_{\text{к.п}}=2$;

Частота обертання електродвигуна $n_{\text{ном}}=1500 \text{ об/хв.}$;

Розташування передачі – вертикальне.

Розрахунок починаємо з попереднього вибору перерізу пасу. Згідно таблиць для заданих умов підходить пас перерізом О.

Технічні дані обраного паса:

$l_p = 8,5 \text{ мм}$, $W = 10 \text{ мм}$, $T_0 = 6 \text{ мм}$, площа перерізу $F = 0,47 \text{ см}^2$, маса 1 м пасу $m = 0,18 \text{ кг/м}$.

Розрахункова довжина в інтервалі $L_p = 400 \dots 2500 \text{ мм}$

Внутрішня довжина пасу по меншій основі

$$\Delta L = L_p - l_{\text{вн}} = 25 \text{ мм}$$

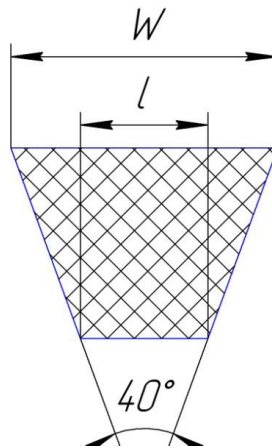


Рис. 6.4.5.1 Пас по ISO 5292-80

Визначення геометричних розмірів клинопасової передачі.

Визначаємо діаметри шківів:

Приймаємо діаметр меншого шківа $d_{p1}=112$ мм, а більшого розраховуємо, мм:

$$d_{p2} = u \cdot d_1 \quad (6.4.5.1)$$

$$d_{p2} = 2 \cdot 112 = 224 \text{ мм}$$

Визначаємо міжосьову відстань, мм:

$$a = 0,95 \cdot d_{p2} \quad (6.4.5.2)$$

$$a = 224 \cdot 0,95 = 133 \text{ мм}$$

Розрахункова довжина паса, мм:

$$L = 2 \cdot a + \frac{\pi}{2} \cdot (d_{p1} + d_{p2}) + \frac{(d_{p2} - d_{p1})^2}{4 \cdot a} \quad (6.4.5.3)$$

$$L = 2 \cdot 133 + \frac{3,14}{2} \cdot (112 + 224) + \frac{(224 - 112)^2}{4 \cdot 133} = 604,9 \text{ мм}$$

Приймаємо стандартну довжину паса $L=650$ мм.

По стандартній довжині уточнюємо дійсну міжосьову відстань:

$$a = \frac{2 \cdot L - \pi \cdot (d_{p1} + d_{p2}) + \sqrt{[2 \cdot L - \pi \cdot (d_{p1} + d_{p2})]^2 - 8(d_{p2} - d_{p1})^2}}{8} \quad (6.4.5.4)$$

$$a = \frac{2 \cdot 650 - 3,14 \cdot (112 + 224) + \sqrt{[2 \cdot 650 - 3,14 \cdot (112 + 224)]^2 - 8 \cdot (224 - 112)^2}}{8} = 132,9$$

Мінімальна міжосьова відстань:

$$a_{\min} = a - 0,01 \cdot L \quad (6.4.5.5)$$

$$a_{\min} = 133 - 0,01 \cdot 133 = 126,4 \text{ мм}$$

Кут обхвату на меншому шківі:

$$\alpha_1 = 180^\circ - 60^\circ \cdot \frac{d_{p2} - d_{p1}}{a} \quad (6.4.5.6)$$

$$\alpha_1 = 180^\circ - 60^\circ \cdot \frac{224 - 112}{133} = 148^\circ 40''$$

Допустима потужність на один пас:

$$[N] = (N_0 \cdot C_\alpha \cdot C_L + \Delta N_{\text{п}}) \cdot C_p \quad (6.4.5.7)$$

де $\Delta N_{\text{п}}$ – похибка потужності:

$$\Delta N_{\text{п}} = 0,0001 \Delta T_{\text{п}} \cdot n_6 \quad (6.4.5.8)$$

$$\Delta N_{\text{п}} = 0,0001 \cdot 1,2 \cdot 1500 = 0,18 \text{ кВт}$$

C_p – коефіцієнт режиму роботи при вказаній потужності $C_p = 0,73$;

C_α – коефіцієнт кута обхвату $C_\alpha = 0,86$;

C_L – коефіцієнт довжини, $C_L = 0,977$;

$$[N] = (2,2 \cdot 0,86 \cdot 0,977 + 0,18) \cdot 0,73 = 1,4 \text{ кВт}$$

Розрахункова кількість ременів:

$$z = \frac{N}{[N]} \quad (6.4.5.9)$$

$$z = \frac{2,2}{1,4} = 1,57$$

Коефіцієнт, який враховує нерівномірність навантаження $G_z = 0,9$.

Дійсна кількість пасів в передачі:

$$z' = \frac{z}{G_z} \quad (6.4.5.10)$$

$$z' = \frac{1,57}{0,9} = 1,74$$

Приймаємо кількість пасів $z' = 2$.

Розміри обода шківів: $l_p=8,5$; $h > 7$; $b=2,5$; $e=12^{+0,3}$; $f=8^{+1}$; $r=0,5$; $h_{\min}=6$

Зовнішній діаметр більшого шківа, мм:

$$d_{e1} = d_{p1} + 2 \cdot b \quad (6.4.5.11)$$

$$d_{e1} = 112 + 2 \cdot 2,5 = 117 \text{ мм.}$$

Зовнішній діаметр меншого шківа, мм:

$$d_{e2} = d_{p2} + 2 \cdot b \quad (6.4.5.12)$$

$$d_{e2} = d_{p2} + 2 \cdot b = 224 + 2 \cdot 2,5 = 229 \text{ мм.}$$

Ширина обода шківів, мм :

$$M = (z' - 1) + 2 \cdot f \quad (6.4.5.13)$$

$$M = (2 - 1) \cdot 12 + 2 \cdot 8 = 28 \text{ мм.}$$

7. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ МАРШРУТ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

7.1. Вибір методу одержання заготовки

Вихідним матеріалом деталі є сталь Сталь 45 ДСТУ 7809:2013. Нашу деталь найзручніше виготовляти з прутка. Заготовки з прокату вибирають для деталей простої форми, якщо співвідношення між їх найменшим і найбільшим розмірами, що вписуються в стандартний габарит прокату, не менше 0,6...0,7.

7.2. Вибір обладнання та інструмента, поопераційний розрахунок режимів різання і норм часу.

Операція 30, токарна

Для токарної обробки приймаємо універсальний токарно-гвинторізний верстат 16к20, затискаємо деталь в трьохкулачковий патрон

Перехід 30.1 (підрізати торець поверхні 8)

1. Вибираємо різець і визначаємо його геометричні параметри.

На токарно-гвинторізному верстаті 16К20 підрізаємо торець пов.8 заготовки $\varnothing 22$ мм. Припуск на обробку (на сторону) $z=2$ мм. Матеріал заготовки сталь 45.

Приймаємо токарний прохідний відігнутий правий різець. Матеріал пластини – твердий сплав Т15К6; з геометричними параметрами ріжучої частини: $\varphi = 450$; $\gamma = 100$; $\alpha = 80$; $r = 1$ мм; розміри -В x Н x L = 16 x 25 x 140 мм.

2. Призначаємо глибину різання. Припуск при торцюванні точимо за один прохід. Глибина різання $t = z = 2$ мм.

При діаметрі деталі 22мм з глибиною різання до 3мм подача повинна бути в інтервалі $S=0,4 \dots 0,5$ мм/об (табл.1 додаток А[6])

Корегуючи за паспортними даними токарно-гвинторізного верстата 16К20 (табл. 5, додаток А[6]), приймаємо подачу $S=0,5$ мм/об.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Байко ЕМ	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Волок Б.С.	Назва, додаткова назва ТЕХНОЛОГІЧНИЙ МАРШРУТ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ	22-0792.КР.08.007 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. ---	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/14

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S_g^y};$$

де $T = 60$ хв – середнє значення періоду стійкості різця;

C_v – постійний коефіцієнт швидкості різання для зовнішнього торцевого точіння сталі 45 при $S = 0,4 \dots 0,7$ мм/об різцем з пластинкою із твердого сплаву Т15К6 (табл. 4, додаток А[6]).

$$V = \frac{150}{60^{0,2} 2^{0,15} 0,5^{0,35}} = 76 \text{ м/хв.}$$

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 76}{\pi \cdot 22} = 1100 \text{ об/хв.}$$

де $D_{заг}$ – діаметр заготовки, мм;

Розрахункова кількість обертів n_p корегується за паспортними даними верстата. Із ряду обертів шпинделя верстата (табл. 5, додаток А[6]) вибираємо ближче менше значення $n_g = 1000$ об/хв

5. За прийнятим значенням n_g визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_o = \frac{\pi D_{заг} n_g}{1000} = \frac{\pi \cdot 22 \cdot 1000}{1000} = 69 \text{ м/хв.}$$

6. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_o + L_1 + L_2 + L_3;$$

$$L_o = \frac{D_{заг}}{2} = \frac{22}{2} = 11 \text{ мм – довжина оброблюваної поверхні заготовки;}$$

$L_1 = 2$ мм – відстань для підводу різця з робочою подачею;

$L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 2 \operatorname{ctg} 45^\circ = 2$ мм – величина врізання різця в заготовку.

$L_3 = 2$ мм – величина перебігу різця для завершення процесу обробки поверхні.

$$L_p = 11 + 2 + 2 + 2 = 17 \text{ мм.}$$

7. Основний час на виконання переходу $t_{01} = \frac{L_p}{n_g S_g} = \frac{17}{1000 \cdot 0,5} = 0,034$ хв.

8. Допоміжний час $t_{\text{доп.1}} = 0,19$ хв. (табл. 26, [1])

Перехід 30.2 (точити поверхню 9)

1. Вибираємо різець і визначаємо його геометричні параметри.

Для обробки всіх ступіней заготовки приймаємо токарний відігнутий прохідний різець із пластиною з твердого сплаву Т15К6, з геометричними параметрами ріжучої частини: $\varphi = 450$; $\gamma = 100$; $\alpha = 80$; $r = 1$ мм; розміри -В х Н х L = 16 х 25 х 140 мм.

1. Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні

$$t = \frac{D_{\text{заг}} - d}{2} = \frac{22 - 20}{2} = 1 \text{ мм.}$$

де t - глибина різання, мм; $D_{\text{заг}}$ - діаметр заготовки, мм; d - діаметр обробленої поверхні, мм.

3. Вибираємо подачу (табл. 1, додаток А [6]). Приймаємо $S_g = 0,5$ мм/об.

4. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:

$$V = \frac{150}{60^{0,2} 2^{0,15} 0,5^{0,35}} = 76 \text{ м/хв.}$$

5. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{\text{заг}}} = \frac{1000 \cdot 76}{\pi \cdot 22} = 1100 \text{ об/хв.}$$

де $D_{\text{заг}}$ - діаметр заготовки, м;

Із ряду обертів шпинделя верстата (табл. 5, додаток А[6]) вибираємо ближче менше значення $n_6 = 1000$ об/хв

6. За прийнятим значенням n_6 визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_o = \frac{\pi D_{\text{заг}} n_6}{1000} = \frac{\pi \cdot 22 \cdot 1000}{1000} = 69 \text{ м/хв.}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_o + L_1 + L_2 + L_3;$$

де $L_o = 4$ мм - довжина оброблюваної поверхні; $L_1 = 2$ мм - відстань для підводу різця до заготовки з робочою подачею; $L_2 = t \text{ ctg } \varphi = 1 \text{ ctg } 45^\circ = 1$ мм - величина врізання прохідного відігнутого правого різця у заготовку; $L_3 = 0$ - величина перебігу різця для завершення обробки поверхні.

$$L_p=4+2+1=7\text{мм}$$

8. Основний час на виконання переходу $t_{02} = \frac{L_p}{n_6 S_6} = \frac{7}{1000 \cdot 0,5} = 0,014 \text{ хв.}$

Допоміжний час, (табл. 26, [1]) для переходу 2 складається зі складових:

Час зв'язаний з переходом – 0,36 хв;

Час на поворот різцетримача - 0,05 хв;

Час на включення / вимикання подачі – 0,08 хв;

Час на контрольні виміри – 0,12 хв.

Усього $t_{доп.2} = 0,61 \text{ хв.}$

Перехід 30.3 (зняти фаску $2 \times 45^\circ$ поверхні 10)

Оберти шпинделя залишаються такі ж, як і під час зовнішнього точіння з тим, щоб не витратити час на перемикання швидкості. Затрачений час на точіння галтелей, зняття фасок визначається за табл. 6, додаток А[6] і приймається як основний час $t_{03} = 0,18 \text{ хв.}$

Перехід 30.4 (свердління отвору діаметром 3)

Приймаємо свердло діаметром $d_{св} = 3 \text{ мм}$ з нормальною заточкою, матеріал ріжучої кромки – швидкорізальна сталь Р6М5.

1. Глибина різання при свердленні дорівнює половині діаметра оброблюваного отвору: $t = \frac{d_{св}}{2} = \frac{3}{2} = 1,5 \text{ мм.}$

2. Приймаємо подачу $S = 0,05 \text{ мм/об.}$ (табл. 42, [1])

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання, яка залежить від діаметра свердла та його матеріалу, інтервалу подач та характеристик оброблюваного матеріалу (табл. 8, додатка В[6]), за емпіричною формулою:

$$V_{04} = \frac{3,5 d_{св}^{0,4}}{T^{0,2} S^{0,7}} = \frac{3,5 \cdot 3^{0,4}}{15^{0,2} \cdot 0,05^{0,7}} = 25,6 \text{ м/хв;}$$

де $T = 15$ хв – середнє значення періоду стійкості свердла $d_{ce} = 3$ мм (табл. 6, додатку В).

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_{p04} = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot d_{ce}} = \frac{1000 \cdot 25,6}{\pi \cdot 3} = 2017 \text{ об/хв.}$$

5. Розрахункову кількість обертів n_p корегуємо з паспортними даними прийнятого верстата і приймаємо ближче менше значення – $n_e = 2000$ об/хв.

6. За прийнятим значенням n_e визначається фактична швидкість різання:

$$V_{004} = \frac{\pi \cdot d_{ce} \cdot n_e}{1000} = \frac{\pi \cdot 3 \cdot 2000}{1000} = 18,84 \text{ м/хв.}$$

7. Розрахункова довжина обробки:

$$L_{p04} = L_0 + L_1 + L_2 + L_3 = 27 + 2 + 5 = 34 \text{ мм;}$$

де $L_0 = 22$ мм – глибина свердлення;

$L_1 = 2 \dots 3$ мм – відстань підводу інструменту до деталі з робочою подачею; L_2, L_3 – величина врізання і перебігу свердла: $L_2 + L_3 = 5$ мм

7. Основний час на свердлення отвору:

$$t_{04} = \frac{L_p}{S_e \cdot n_e} = \frac{34}{0,05 \cdot 2000} = 0,34 \text{ хв.}$$

Допоміжний час: (табл. 51, [1])

1. На установку (і зняття) свердла - 0,2 хв.
2. Час, зв'язаний з переходом - 0,13 хв.
3. Час на вихід свердла і знищення стружки - 0,06 хв.

Допоміжний час $t_{\text{доп.4}} = 0,39$ хв.

Перехід 30.5 (свердління отвору діаметром 9)

Приймаємо свердло діаметром $d_{ce} = 9$ мм з нормальною заточкою, матеріал ріжучої кромки – швидкорізальна сталь Р6М5.

1. Глибина різання при свердленні дорівнює половині діаметра оброблюваного отвору: $t = \frac{d_{ce}}{2} = \frac{9}{2} = 4,5 \text{ мм}$.

2. Приймаємо подачу $S = 0,17 \text{ мм/об}$. (табл. 42, [1])

4. Визначаємо розрахункову швидкість різання, яка залежить від діаметра свердла та його матеріалу, інтервалу подач та характеристик оброблюваного матеріалу (табл. 8, додатка В[6]), за емпіричною формулою:

$$V_{05} = \frac{5d_{ce}^{0.4}}{T^{0.2} S^{0.7}} = \frac{5 \cdot 9^{0.4}}{25^{0.2} \cdot 0,17^{0.7}} = 21,59 \text{ м/хв};$$

де $T = 25 \text{ хв}$ – середнє значення періоду стійкості свердла $d_{ce} = 8,8 \text{ мм}$ (табл. 6, додатку В).

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_{p05} = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot d_{ce}} = \frac{1000 \cdot 21,59}{\pi \cdot 9} = 781 \text{ об/хв}.$$

5. Розрахункову кількість обертів n_p корегуємо з паспортними даними прийнятого верстата і приймаємо ближче менше значення – $n_e = 710 \text{ об/хв}$.

6. За прийнятим значенням n_e визначається фактична швидкість різання:

$$V_{\partial 05} = \frac{\pi \cdot d_{ce} \cdot n_B}{1000} = \frac{\pi \cdot 9 \cdot 710}{1000} = 19,62 \text{ м/хв}.$$

7. Розрахункова довжина обробки:

$$L_{p05} = L_{\partial} + L_1 + L_2 + L_3 = 18 + 2 + 5 = 25 \text{ мм};$$

де $L_{\partial} = 18 \text{ мм}$ – глибина свердлення;

$L_1 = 2 \dots 3 \text{ мм}$ – відстань підводу інструменту до деталі з робочою подачею; L_2, L_3 – величина врізання і перебігу свердла: $L_2 + L_3 = 5 \text{ мм}$

7. Основний час на свердлення отвору:

$$t_{05} = \frac{L_p}{S \cdot n_e} = \frac{25}{0,17 \cdot 710} = 0,21 \text{ хв}.$$

Допоміжний час: (табл. 51, [1])

5. На установку (і зняття) свердла - 0,2 хв.

6. Час, зв'язаний з переходом - 0,13 хв.

7. Час на вихід свердла і знищення стружки - 0,06 хв.

Допоміжний час $t_{\text{доп.5}} = 0,39$ хв.

Перехід 30.6 (розточування отвору до $\varnothing 9$ мм)

За різальний інструмент приймаємо розточувальний різець для глухих отворів .

$$L_{06} = L + L_1 + L_{2B}$$

$L_1 + L_2$ – величина пробігу і врізання інструмента; $L_1 + L_2 = 2,7$

$$L_8 = 18 + 2,7 = 20,7 \text{ мм.}$$

Приймаємо подачу $s = 0,5$ мм/об.

Кількість обертів $n_d = 1100$ об/хв при $V_d = 69$ м/хв.

Основний час виконання переходу

$$t_{06} = 20,7 / 1100 \cdot 0,5 = 0,038 \text{ хв.}$$

Допоміжний час $t_{\text{доп.6}} = 0,19$ хв.

Перехід 30.7 (зняти фаску $1 \times 45^\circ$ поверхні 11)

Оберти шпинделя залишаються такі ж, як і під час зовнішнього точіння з тим, щоб не витратити час на перемикання швидкості. Затрачений час на точіння галтелей, зняття фасок визначається за табл. 6, додаток А[6] і приймається як основний час $t_{07} = 0,18$ хв.

Сумарний основний і допоміжний час на виконання операції 030

$$T_o = \sum_1^i t_{oi} = 0,034 + 0,014 + 0,18 + 0,34 + 0,21 + 0,038 + 0,18 = 0,996 \text{ хв.}$$

$$T_{0П} = T_o + T_d = 0,99 + 1,77 = 2,76$$

$T_{0П}$ – оперативний час, хв.

T_d – допоміжний час

Час на обслуговування робочого місця, перерви, відпочинку і природні потреби

$$T_{об} + T_{п.п} = (2,5 + 4,0)T_{оп} / 100 = 6,5 \cdot 2,76 / 100 = 0,18 \text{ хв.}$$

$$T_{шт.} = T_{оп.} + T_{п.п.} + T_{об} = 2,76 + 0,18 = 2,94 \text{ хв.}$$

$$T_{п.з} = 10 + 10 + 4 = 24 \text{ хв. по (табл. 24, [1])}$$

Якщо виходити з річної програми 2000 деталей на рік, яка виконується помісячно 10 раз по 200 шт., то

$$T_k = 2,94 + 24 / 200 = 3,06 \text{ хв.}$$

Норма виробітку за 1 годину становить:

$$N = \frac{60}{T_k} = \frac{60}{3,06} \approx 20 \text{ деталей}$$

Операція 040, свердлильна.

Перехід 40.1 (свердлення отвору діаметром 4)

Приймаємо різальний інструмент свердло $\varnothing 4$ нормальне з конічним хвостовиком, ГОСТ 10903-64 із сталі Р6М5. Форма заточки нормальна.

Обладнання: верстат 2А125.

Пристрій: спеціальний кондуктор.

1. Глибина різання при свердленні дорівнює половині діаметра оброблюваного отвору: $t = \frac{d_{ce}}{2} = \frac{4}{2} = 2 \text{ мм.}$

2. За нормативними даними вибираємо подачу в залежності від діаметра отвору та міцністних характеристик заготовки матеріалу. За паспортними даними вертикально-свердлильного верстата 2А125 (табл. 3, додаток В[6]) корегуємо подачу $S_B = 0,2 \text{ мм/об.}$

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання, яка залежить від діаметра свердла та його матеріалу, інтервалу подач та характеристик оброблюваного матеріалу (табл. 8, додатка В), за емпіричною формулою:

$$V_c = \frac{5 \cdot d_{ce}^{0.4}}{T^{0.2} \cdot S^{0.4}} = \frac{5 \cdot 4^{0.4}}{15^{0.2} \cdot 0.2^{0.4}} = 15,8 \text{ м/хв;}$$

де $T = 15 \text{ хв}$ – середнє значення періоду стійкості свердла $d_{ce} = 4 \text{ мм}$ (табл. 6, додатку В[6]).

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot d_{св}} = \frac{1000 \cdot 15,8}{\pi \cdot 4} = 1256 \text{ об/хв.}$$

5. Розрахункову кількість обертів n_p корегуємо з паспортними даними прийнятого верстата і приймаємо ближче менше значення – $n_e = 1000$ об/хв.

6. За прийнятим значенням n_e визначається фактична швидкість різання:

$$V_o = \frac{\pi \cdot d_{св} \cdot n_e}{1000} = \frac{\pi \cdot 4 \cdot 1000}{1000} = 12,56 \text{ м/хв.}$$

7. Розрахункова довжина обробки:

$$L_p = L_o + L_1 + L_2 + L_3 = 1,5 + 2 + 5 = 8,5 \text{ мм;}$$

де $L_o = 1,5$ – глибина свердлення;

$L_1 = 2 \dots 3$ мм – відстань підводу інструменту до деталі з робочою подачею; L_2, L_3 – величина врізання і перебігу свердла: $L_2 + L_3 = 5$ мм, (табл. 5, додаток В).

1.8. Основний час на свердлення отвору: $t_{01} = \frac{L_p}{S_g \cdot n_e} = \frac{8,5}{0,2 \cdot 1000} = 0,043 \text{ хв.}$

Допоміжний час:

1. Час на установку і зняття заготовки в кондукторі – 0,2 хв.

2. Час зв'язаний з переходом 0,08 хв.

Допоміжний час всього $t_{доп} = 0,28 \text{ хв.}$

$$T_o = 0,043 \text{ хв.}$$

$$T_{оп} = T_o + T_{д} = 0,043 + 0,28 = 0,323$$

$T_{оп}$ – оперативний час, хв.

$T_{д}$ – допоміжний час

За табл. 49[1] $T_{об.} = 1,5\%$ від $T_{оп.}$ та $T_{пп.} = 6\%$ від $T_{оп}$

$$\text{Отже } T_{шт.} = 0,323 + \frac{1,5 + 6}{100} 0,323 = 0,35 \text{ хв.}$$

$$T_{п.з} = 10 \text{ хв. по (табл. 49, [1])}$$

Якщо виходити з річної програми 2000 деталей на рік, яка виконується помісячно 10 раз по 200 шт., то

$$T_K = 0,35 + 10/200 = 0,4 \text{ хв.}$$

Норма виробітку за 1 годину становить:

$$N = \frac{60}{T_K} = \frac{60}{0,4} \approx 150 \text{ деталі/год}$$

7.3. Розрахунок похибки кондуктора

Для обробки отвору діаметром $\varnothing 4H8$ мм в заготовці спроектований кондуктор з швидкозмінною втулкою. Заготовка базується циліндричною поверхнею $\varnothing 16H7$ орієнтації деталі.

1. Параметри точності, які необхідно забезпечити в кондукторі:

На операції що розглядаємо необхідно забезпечити дві вимоги $\varnothing 4H8$, $13 \pm 0,1$ мм. Пристрій впливає тільки на точність розміру $13 \pm 0,1$ мм.

Допуск розташування отвору, тобто зміщення від номінального положення вісі отвору відносно торця, який визначається відносно поверхні, повинен бути не більше 0,1 мм. Отже, максимальна допустима похибка обробки 0,1 ($T_3 = 0,1$ мм).

2. Схема встановлення прийнята така, що заготовка повинна вільно входити у установочну втулку та орієнтуватись відносно нерухомого фіксатора, отже за умовою між заготовкою та установочною втулкою, а також орієнтуючим фіксатором повинні бути зазори.

3. Основними розмірами кондуктора є:

- діаметр кондукторної втулки під розвертку, d_1 (відповідно до рекомендацій з табл. 2, додаток М[6], діаметр отвору кондукторної втулки з полем допуску $G7$ становить $\varnothing 4^{+0,016}_{+0,004}$ мм);

- діаметр швидкозмінної кондукторної втулки в сполученні з постійною втулкою d_2 , становить за ГОСТ 18431 на змінні кондукторні втулки 8 мм, а посадка в їх з'єднанні $H7/g7$ (табл. 11, додаток Л[6]);

- допуск неперпендикулярності осі поверхні B і осі поверхні $0,02\text{мм}$ на базовій довжині 100мм ;

- граничне відхилення відстані від упору до вісі отворів змінних кондукторних втулок повинне враховувати усі зазори, які виникають в сполученнях "заготовка – установча втулка", "змінна кондукторна втулка – постійна кондукторна втулка з плитою" та ексцентриситет змінної втулки, тобто цей допуск з сумарною похибкою пристрою, яка визначається за формулою:

$$\varepsilon_n = \varepsilon_{n1} + \varepsilon_{n2} + \varepsilon_{n3} + \varepsilon_{n4}.$$

де ε_{n1} - допуск положення осей кондукторних втулок відносно упорної поверхні установчої втулки.

Наближене значення величини похибки отримаємо, використовуючи співвідношення: $\varepsilon_{n1} \approx (0,3) 0,1 = 0,03\text{мм}$.

Для знаходження точнішого рішення за табл. 1, додаток М[6], знаходимо діаметр розвертання для обробки отвору діаметром $\varnothing 4\text{H}8\text{мм}$, який складає $\varnothing 4^{+0,018}\text{мм}$. Мінімальний діаметр свердла $\varnothing 4,00\text{мм}$.

По табл. 2, додатку М[6], кількісне значення діаметра отвору кондукторної втулки з полем допуску $G7$ становить $\varnothing 4^{+0,016}_{+0,004}\text{мм}$.

Максимальний діаметр отвору втулки $\varnothing 4,016\text{мм}$.

Максимальний зазор між свердлом і отвором кондукторної втулки:
 $S_{3\text{max}} = 4,016 - 4,0 = 0,016\text{мм}$.

Максимальне значення діаметра $\varnothing 8\text{H}7$ отвору під втулку складе $\varnothing 8,015\text{мм}$.

Мінімальне значення зовнішнього діаметра $\varnothing 8g7$ втулки складе $\varnothing 7,98\text{мм}$.

Максимальні зазори між втулкою і отвором у кондукторі:

$$S_{1\text{max}} = 8,015 - 7,98 = 0,035\text{мм}.$$

Призначаємо допуски радіального биття отворів під втулки і самих втулок. Оскільки діаметри менші за 50мм , то $\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_3 = 0,007\text{мм}$.

За формулою, похибка розміщення отвору кондукторної втулки $\varepsilon_{n1}=0,8 \cdot 0,1 - 0,25(0,035+0,016+2 \cdot 0,007)=0,0952\text{мм}$.

ε_{n2} - похибка, яка викликається неперпендикулярністю осі кондукторної втулки до вісі A площини, розраховується за формулою:

$$\varepsilon_{n2} = \frac{l+h}{L} a = \frac{1,5+9}{100} 0,2 = 0,021\text{мм},$$

де l – глибина оброблюваного отвору, мм;

h – відстань між торцем втулки і поверхнею заготовки, мм;

a – величина неперпендикулярності (непаралельності), задана на базовій довжині L ;

ε_{n3} – похибка, яка викликається зміщенням осі кондукторної втулки гнізда, враховується при використанні швидкозмінних втулок з урахуванням допуску на знос обох поверхонь (ми приймаємо 0,02мм на сторону), цю похибку можна визначити за формулою:

$$\varepsilon_{n3} = \frac{S_{\max} + T_{zn}}{2} = \frac{0,018 + 0,02 + 0,04}{2} = 0,039\text{мм};$$

ε_{n4} – похибка, яка дорівнює ексцентриситету змінної або швидкозмінної втулки, $\varepsilon_{n4}=0,005\text{мм}$;

$$\varepsilon_n = \sqrt{0,0952^2 + 0,021^2 + 0,039^2 + 0,005^2} = 0,1\text{мм}$$

4. Виконаємо перевірочний розрахунок:

$$T_3 \geq \frac{1}{K_c} \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_{\delta 3}^2 + \varepsilon_n^2 + \varepsilon_{ni}^2},$$

де $T_3 = 0,1\text{мм}$;

$K_c = 1,0\text{мм}$ – відповідно до рекомендацій, приведених вище;

$\varepsilon_{\delta} = 0$, оскільки технологічна база (вісь установчої втулки) і вимірювальна (вісь заготовки) збігаються;

$\varepsilon_{\delta 3}$ – похибка встановлення заготовки дорівнює нулю, оскільки заготовка встановлюється до упора з торцевою поверхнею установчої втулки і затискається механізмом;

ε_{ni} - похибка налагодження інструмента, яка розраховується за формулою:

$$\varepsilon_{ni} = S_{i.вм.зн} \left(\frac{l+h}{H} + \frac{1}{2} \right) = 0,036 \left(\frac{1,5+9}{100} + \frac{1}{2} \right) = 0,022 \text{ мм,}$$

де $S_{i.вм.зн} = 4,016 - 4,0 = 0,016$ мм – найбільший зазор між кондукторною втулкою і свердлом.

Призначаємо допуск на знос кондукторної втулки $T_{зн} = 0,02$, тоді

$$S_{i.вм.зн} = 0,016 + 0,02 = 0,036 \text{ мм}$$

Підставимо знайдені значення в нерівність і отримаємо:

$$0,1 \geq 1 \sqrt{0,01^2 + 0,022^2} = 0,024$$

Нерівність виконується, а тому кондуктор автоматично забезпечує задану точність положення отвору в межах допуску на знос робочих поверхонь пристрою.

На кресленні кондуктора вказується величина похибки пристрою $\varepsilon_n = 0,01$ мм, яка необхідна для перевірки його придатності.

7.4. Технологічний маршрут виготовлення деталі

Таблиця 7.1

Номер операції, переходу	Назва операції, переходу	Технологічне обладнання, пристрої, інструмент оброблювальний, контрольний
1	2	3
10	Заготівельна (УЗЗ)	Прокат Ø30, сталь 45 ГОСТ 1050-78, відрізний верстат
10.1	Відрізати заготовку Ø22мм та довжиною l=100* мм	Дискова відрізна фреза Ø200, Р6М5, ШЦ-1
20	Токарна (УЗЗ)	Токарно-гвинторізний верстат 16К20, 3-х кулачковий патрон
20.1	Торцювати пов.1 z=1мм	Різець прохідний відігнутий правий φ = 45°; γ = 10°; α = 8°; розміри - В x Н x L = 16 x 25 x 140 мм, Т15К6, ШЦ1
20.2	Точити пов.2 Ø16мм, на довжину l=18мм	Різець прохідний відігнутий правий φ = 45°; γ = 10°; α = 8°; розміри - В x Н x L = 16 x 25 x 140 мм, Т15К6, ШЦ1
20.3	Точити пов.3 Ø8мм, на довжину l=7мм	Різець прохідний відігнутий правий φ = 45°; γ = 10°; α = 8°; r = 1 мм; розміри - В x Н x L = 16 x 25 x 140 мм, Т15К6, ШЦ1

20.4	Зняти фаску 1×45^0 пов.4 на $\varnothing 8$ мм	Різець прохідний відігнутий правий $\varphi = 45^\circ; \gamma = 10^\circ; \alpha = 8^\circ;$ розміри - В x Н x L = 16 x 25 x 140 мм, Т15К6, ШЦ1
20.5	Точити пов.5 R=1мм	Фасонний різець, r=1мм
20.6	Точити пов.6 R=3мм	Фасонний різець, r=3мм
20.7	Точити пов.7 R=1мм, R=3мм	Фасонний ввігнутий різець, r=1мм, r=3мм
20.8	Відрізати деталь довжиною l=29мм	Різець відрізний, Т15К6, $\beta=60^\circ; \alpha = 3^\circ;$ В x Н x L = 16 x 25 x 140 мм, ШЦ1, різьбовий калібр
30	Токарна (УЗЗ)	Токарно-гвинторізний верстат 16К20, 3-х кулачковий патрон
30.1	Торцювати пов.8 z=2мм	Різець прохідний відігнутий правий $\varphi = 45^\circ; \gamma = 10^\circ; \alpha = 8^\circ;$ розміри - В x Н x L = 16 x 25 x 140 мм, Т15К6, ШЦ1
30.2	Точити пов.9 $\varnothing 20$ мм, на довжину l=4мм	Різець прохідний відігнутий правий $\varphi = 45^\circ; \gamma = 10^\circ; \alpha = 8^\circ;$ розміри - В x Н x L = 16 x 25 x 140 мм, Т15К6, ШЦ1
30.3	Зняти фаску 2×45^0 пов.10 на $\varnothing 20$ мм	Різець прохідний відігнутий правий $\varphi = 45^\circ; \gamma = 10^\circ; \alpha = 8^\circ;$ розміри - В x Н x L = 16 x 25 x 140 мм, Т15К6, ШЦ1
30.4	Свердлити отвір $\varnothing 3$ мм наскрізь	Свердло $\varnothing 3$ мм, Р6М5
30.5	Свердлити отвір $\varnothing 9$ мм на довжину l=18мм	Свердло $\varnothing 9$ мм, Р6М5
30.6	Розточити отвір $\varnothing 9$	Розточувальний різець для глухих отворів, Р6М5
30.7	Зняти фаску 1×45^0 пов.11	Розточний прохідний різець з відігнутою головкою
40	Нарізати різьбу М8 на довжину l=7мм	Плашка 2650-1623 різьбовий калібр
50	Свердлильна(УЗЗ)	Свердлильний верстат 2А125, кондуктор
50.1	Свердлити наскрізний отвір $\varnothing 4$ мм глибиною 1,5мм на відстані 14мм	Свердло $\varnothing 4$ мм, Р6М5
60	Мийна	Мийна машина
60.1	Промити деталь	
70	Слюсарна	Верстак
70.1	Зняти задирки, притупити гострі кромки	
80	Контрольна	Стіл контролера
80.1	Перевірка виконання технічних вимог	

8. ВИМОГИ ДО МОНТАЖУ, ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА РЕМОНТУ

Монтаж та наладка

Сировиготовлювач транспортується в ящику, що забезпечений відповідною документацією відповідно до потреб замовника та з урахуванням кліматичних умов. Ящик слід розташовувати на основі та впевнитись у відсутності недостачі або пошкоджень. В разі виявлення пошкоджень або недостачі маємо скласти акт із запрошенням компетентних органів про розмір втрат. Обладнання має зберігатися накритим у зачиненому складі. Місце встановлення машини визначається згідно потреби за технологічною черговістю. Машина встановлюється на фундамент. Два сировиготовлювачі встановлюються на такий же фундамент на якому були встановлені ванни.

Відстань між рівнем підлоги і зливним краном має бути не менше 600 мм. Перед пуском обладнання з сировиготовлювача видаляють зайві предмети і перевіряють роботу приводу на холостому ході. Привід повинен робити без помітних товчків, вібрацій і шуму. Підшипники не повинні нагріватися вище 50°C.

Тиск пари не повинен бути вище 0,08 МПа на вході в барботер. В приводі сировиготовлювача найбільшому зносу зазнають підшипники, деталі редуктора, пас варіатора швидкості.

Один раз на тиждень перевіряють манжети кришки підшипників, ущільнення на відсутність підтікання мастила на валу працюючого інструменту. Раз у два тижні перевіряють рівень мастила в картері редуктора та при необхідності мастило доливають.

Болти кріплення підтягують раз на квартал.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Байко ЕМ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Волок Б.С.	<i>Назва, додаткова назва</i> ВИМОГИ ДО МОНТАЖУ, ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА РЕМОНТУ	22-0792.KP.08.008 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд</i> змін	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/5

Експлуатація сировиготовлювача

До обслуговування і експлуатації машини допускається тільки проінструктований відповідним чином і призначений персонал.

Сировиготовлювач призначено для виробництва твердих сичужних сирів. До його складу входять: апарат для виробітки сирного зерен, майданчик обслуговування, насоси для відкачування сирного зерна і сироватки, пульт та шкаф управління.

Апарат для виробництва сирного зерна приймає необхідну кількість молока і компонентів, води і ропи, здійснює розрізання і вимішування згустку, підтримує температури суміші. Спеціальним насосом відкачується зріле зерно і сироватка.

Основою сировиготовлювача є ванна що складена з трьох прошарків, внутрішній резервуар якої утворює теплоізоляційну сорочку для підігріву і охолодження продукту.

Універсальний ріжучовимішувальний інструмент зроблено у вигляді рами , на якій розташовані вимішуючі елементи.

Привід сировиготовлювача безступенево змінює частоту обертання ріжучо-зимувального інструменту і змінювати напрям їх руху.

Підйом і опускання відбірника сиворотки виробляється пневматичним приводом, який планетарно з'єднаний з корпусом сировиготовлювача.

Ремонт

Під терміном „ремонт” мають розуміти сукупність технічних заходів і організацій, завдяки яким працездатність обладнання і трубопровідних систем відновлюється до рівня, який забезпечує їх надійну експлуатацію на протязі міжремонтного періоду із заданими межами ефективності. Ремонт обладнання здійснюється тоді, коли відновити працездатність регулюванням неможливо і необхідно замінити чи відновити деталь.

Однією з найважливіших частин технічної експлуатації обладнання є система планово - попереджувального ремонту.

Система планово-попереджувального ремонту (ППР) технологічного обладнання це сукупність технічних і організаційних заходів по нагляду, догляду і всіх видів ремонту, які проводяться по плану, заздалегідь розробленому, для забезпечення безвідмовності роботи апарата, машини, трубопровідних комунікацій.

Організація планово-попереджувального ремонту дорогої оснастки, продовження терміну служби форм дуже впливає на зниження собівартості виробів, що виготовляються.

Система планово-попереджувального ремонту включає такі роботи з технічного догляду та ремонту обладнання:

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

Відповідальність за проведення заходів і загальну організацію по ППР на підприємстві несуть технічний директор (головний інженер) і головний механік.

Приймання із ремонту і введення машини в експлуатацію виконується в два етапи: попередньо і кінцево. Попередньо машина приймається комісією в складі: механіка цеха, представника ВГМ, представника ремонтної бригади, що виконувала ремонт; наладчика, який обслуговує установку для посолки сирного зерна в потоці та сировиготовлювач. При прийманні установки для посолки сирного зерна в потоці та сировиготовлювача їх оглядають і випробовують на холостому ході. Кінцево машина приймається цією ж комісією після випробування в виробничих умовах з навантаженням.

Для кожного виду ремонту встановлюється випробувальний термін роботи машини з навантаженням: поточний ремонт – 8 год., середній – 16 год., капітальний – 24 год. Для визначення строків проведення ремонту необхідно знати ремонтний цикл, міжремонтні та міжоглядові періоди для обладнання. В таблиці 9.1 наведено тривалість міжремонтних періодів і структуру ремонтних циклів для сировиготовлювача та установки для посолки сирного зерна в потоці.

Таблиця 8.1

Група обладнання	Структура ремонтних циклів	Час періоду до найближчого ремонту чи огляду, міс			
		К	С	П	О
Сировиготовлювач,	К-О-О-П-О-О-П-О-О-П-О-О- С-О-О-П-О-О-П-О-О-К	24	12	3	1

Ступінь складності ремонту і його особливості оцінюють по категоріям складності від першої складності ремонту до останньої (1R...10R). В таблиці 9.2 надані категорії складності і норми часу на роботи по ремонту для основного обладнання цеху виробництва твердого сиру .

Таблиця 8.2

Обладнання	Категорія ремонтної складності	Норма часу на ремонтні роботи, люд.год		
		К	С	П
Сировиготовлювач	1,2	42,0	25,2	8,4

Під час ремонту виконуються наступні основні операції: очистка та мийка обладнання; розбирання машини на вузли чи деталі; очищення і миття деталей чи вузлів; дефектацію і сортування деталей; балансування роторів; зборку машини; відновлення або заміну зношених деталей; індивідуальні випробування та здача в наладку.

Акт прийому-передачі обладнання після ремонту є основним документом для передачі в експлуатацію відремонтованої машини є. Акт складається спеціально призначеною комісією під головуванням технічного

директора. В акті вказуються інвентарний номер та найменування сировиготовлювача, якість ремонту, час виконаного ремонту, планове і фактичне перебування обладнання в ремонті. Акт прийому-передачі устаткування підписується технічним директором підприємства.

9. СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ

Функціональна схема системи управління модернізованою ділянкою вироблення вершкового масла працює таким чином. Після пастеризації в трубчатому теплообміннику, вилучення сторонніх запахів та присмаків у вакуум-дезодоруючій установці, відцентровим насосом дезодоровані вершки подаються в накопичувальний напірний бачок і звідти, самопливом, надходять на сепаратори для відділення маслянки та високожирних вершків. Одержані високожирні вершки, для нормалізації, самопливом надходять у ванни типу ВН–600. Маслянка (Знежирене молоко) від сепараторів поступає до проміжного накопичувального бачка. Нормалізовані вершки перекачуються із ванн ротаційним насосом-дозатором типу НРД- в трьохциліндровий маслоутворювач типу Я5-ОСЖ-10. Високожирні вершки охолоджуються та утворюють кристалічну структуру масла. Масло поступає на маслообробник. В ньому проходить повну механічну обробку, а отримане готове масло подається на фасовку.

Ділянку комплектують управляючими пристроями, що забезпечують контроль температури в ваннах нормалізації та у трьохциліндровому маслоутворювачі, світлову сигналізацію роботи електродвигунів обладнання, звукову сигналізацію перевантаження електричного двигуна верхнього циліндра маслоутворювача[9], дистанційне керування клапанами обладнання ділянки та електродвигунами. Схема автоматизації наведена на рис 8.1.

Багатоточковим автоматичним електронним мостом Зб в комплекті з термометрами опору відбувається контроль температур високожирних вершків в маслоутворювачі та у ваннах нормалізації. В нормалізаційних ваннах встановлені термометри опору, а термопари встановлені відповідно на виході продукту з 1, 2 та 3 циліндрів маслоутворювача.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Байко ЕМ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Волок Б.С.	<i>Назва, додаткова назва</i> СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ		22-0792.КР.08.009 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.			<i>Інд.</i> ---	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/4

Специфікація на засоби автоматизації наведена в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1
Специфікація на прилади та засоби автоматизації

Позиція	Параметр	Оптимальне значення параметру	Місце встановлення	Назва приладу та коротка його характеристика	Тип моделі	Кількість	Завод виготовлювач
1	2	3	4	5	6	7	8
1а,2а 3а,4а 5а,6а	Температура	100°C	Трубопроводи і в ємкостях	Термометри опору типу ТСП-175. Межі вимірювання 50...+150°C, градуювання М50	ТСП-175	6	м.Львів “Львівприлад”
16-66	Температура	100°C	По місцю	Багатоточковий АЕМ типу КВМ-1-507. Клас точності 1. Шкала 0...100°C	КВМ-1-507	1	М.Челябінськ “Теплоприлад”
10а	Температура	100°C	По місцю, в трубопроводі	Електропневматичний клапан ЕПК 1/4. Дистанційне керування вимикачем ВТ-1, сигналізується лампочкою.	ЕПК-1/4 ВТ-1	1 1	М.Київ “Промарматура”
-	-	-	-	Пускова і сигнальна апаратура електродвигунів, насосів, сепараторів, мішалок нормалізуючих ванн, приводів маслоутворювача та мас-лообробника	ПМЕ-122 ПМЕ-22	6 3	
7а 8а 3а	Тиск	0,5 МПа	Трубопроводи	Мановакуометр МЕД, 22364 -0,1÷0÷+0,9 Клас точності 0,5	МЕД, 22364	3	Львівський ПБЗ “Канометр”
1а	Волога	80%	Трубопровід	Електронний вологомір. Похибка приладу складає 2,5%. Діапазон 75-85%.	АВТ-1	1	м.Кутачі, Грузія

Стабілізацією витрати вершків і температури холодоагента досягається заданий температурний режим роботи маслоутворювача. Вершки подаються в маслоутворювач насосом-дозатором. Він дозволяє підтримувати постійну продуктивність.

На вході в маслоутворювач, за допомогою манометра, передбачений місцевий контроль тиску вершків.

При перевищенні тиску на вході високожирних вершків до 0,3 МПа, для попередження поломки маслоутворювача, перед апаратом передбачено встановлення запобіжного клапана 10а. У цьому випадку спрацьовує клапан і вершки роямуть назад у нормалізаційну ванну.

На щиті управління лінії розміщені сигнальна та пускова апаратура електродвигунів відцентрових насосів, приводів маслоутворювача та маслообробника 11 – 22, мішалок нормалізаційних ванн, сепараторів.

Електроапаратура ланцюгів управління і катушки електропускатів живляться напругою 36 В [9].

На заводі використовують льодяний розсіл та воду. Задється температурний режим охолодження, а утворення в маслоутворювачі первинної структури масла значною мірою визначається стабільною температурою холодоагента, що в нього подається.

Системою використовується манометричний термосигналізатор, в якості регулятора температури, датчик якого має бути встановлений на трубопроводі подачі льодяного розсолу та води в маслоутворювач. Клапан типу ПР, з моторним виконавчим механізмом, служить регулюючим органом, який встановлений на трубопроводі подачі льодяної води та розсілу в бачки змішувачі. Така система стабілізації температури льодяного розсолу та води дозволяє підтримувати необхідну задану температуру з точністю в межах $\pm 1,5$ °С

Також можлива і інша система стабілізації охолодження водою вершків в маслоутворювачі. Ця вода циркулює по замкнутому контурі. Із проміжного бачка, відцентровим насосом вода подається на охолоджувальну установку пластинчатого типу, де охолоджується розсолем приблизно до температури 7 °С , а потім надходить паралельно в кожний циліндр маслоутворювача. З маслоутворювача вода повертається в проміжний бачок. Задана температура охолодження води постійно підтримується. Для цього використовують , автоматичний електронний міст типу МСР–1–0,5, термометр опору типу ТСП – 864, балансне реле типу БР – 3 та регулюючий клапан типу ПР – 1 з виконавчим механізмом.

Для підвищення безпеки роботи обслуговуючого персоналу схемою керування передбачено блокування, що виключає можливість поодачі струму

на двигуни мішалок нормалізаційних ванн при відкритті їх кришок. Для цього встановлено кінцеві вимикачі 17 типу ВПК-2110.

10. ЗАХОДИ ЩОДО ОХОРОНИ ПРАЦІ, ЕКОЛОГІЇ

Загальні вимоги безпеки

1. До роботи з обслуговування лінії первинної обробки молока допускаються особи, які не мають медичних протипоказань, пройшли навчання, вступний та первинний на робочому місці інструктажі з охорони праці та мають першу кваліфікаційну групу з електробезпеки.

2. Всі робочі після первинного інструктажу на робочому місці і перевірки знань протягом не менше двох змін виконують роботу під наглядом бригадира або наставника, після чого оформляється допуск їх до самостійної роботи.

3. Необхідно дотримуватися правил внутрішнього розпорядку. Не допускається: присутність в робочій зоні сторонніх осіб, розпивання спиртних напоїв і куріння, робота в стані алкогольного і наркотичного сп'яніння, а також робота в хворобливому або стомленому стані.

4. Робочий повинен виконувати тільки ту роботу, по якій пройшов інструктаж і на яку видано завдання, не передоручати свою роботу іншим особам.

5. На ділянці первинної обробки молока на працюючих можлива дія небезпечних та шкідливих виробничих факторів, по відношенню до яких необхідно дотримуватися запобіжних заходів: рухомі машини і механізми, рухомі частини обладнання, термічна небезпека (пар, гаряча вода), підвищений рівень шуму, підвищена рухливість повітря, недостатня освітленість робочої зони, підвищена вологість повітря, слизькі підлоги, підвищені фізичні навантаження, небезпека ураження електричним струмом, мікроорганізми, хімічна небезпека.

6. Спецодяг, спецвзуття та інші засоби індивідуального захисту, що видаються працюючим за встановленими нормами, повинні відповідати

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Бабова Е.М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Волок Б.С.	<i>Назва, додаткова назва</i> ЗАХОДИ ЩОДО ОХОРОНИ ПРАЦІ, ЕКОЛОГІЇ	22-0792.KP.08.010 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд.</i> ---	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/6

вимогам відповідних стандартів і технічних умов, зберігатися в спеціально відведених місцях з дотриманням правил гігієни зберігання і обслуговування і застосовуватися в справному стані відповідно до призначення.

7. У хімічних лабораторіях, у відділенні приготування мийних розчинів, при роботі з концентрованими кислотами і лугами слід користуватися фартухами, пластмасовими (гумовими) чобітьми.

При роботах з розчинами кислот і лугів середньої концентрації (сірчана кислота-до 50%, азотна і соляна кислоти-до 20, луг-до 10%) необхідно при-
мінити гумові технічні рукавички.

8. Для робіт, пов'язаних з приготуванням миючих і дезінфікуючих розчинів, розведенням концентрованих розчинів кислот і лугів, застосовувати герметичні захисні окуляри з не запотівають плівками НП.

9. Збирання пролитих кислот і лугів, приготування дезінфікуючих розчинів слід проводити в протигазах фільтруючих з коробкою «В».

10. У процесі роботи дотримуватися правил електропожаро-
взривозапобігання, не захаращувати проходи і виходи сировиною, тарою, відходами та іншими матеріалами і продуктами.

11. Утримувати робоче місце в чистоті. Стежити за чистотою підлоги, не допускати утворення слизьких і забруднених місць. Дотримуватись заходів особистої гігієни.

12. Зберігати миючі, мийно-дезінфекційні та дезінфікуючі засоби в окремій спеціальній коморі в маркованої тарі з етикеткою.

13. Необхідно знати і застосовувати способи усунення небезпек і надання долікарської допомоги потерпілому.

14. У разі виявлення відхилення від норм безпеки при аварії або травмуванні сповістити керівника робіт.

Вимоги безпеки перед початком роботи

1. Оглянути спецодяг, спецвзуття, засоби індивідуального захисту, усунути несправності, при необхідності замінювати забруднені або несправні засоби. Прийняти душ, змінити вуличну одяг на спеціальну, надіти засоби захисту так, щоб не було розвіваються і вільно звисаючих пол, зав'язок і кінців. Заправити волосся під головний убір.
2. Включити освітлення, переконатися, що робоче місце добре освітлене. Оглянути робоче місце. Пол повинен бути чистим, декільком, без вибоїн і нерівностей.
3. Перевірити наявність і справність захисних огорожень, пристроїв та заземлення. Переконатися в надійності їх кріплення і працездатності.
4. Включити вентиляцію, переконатися в її нормальній роботі.
5. Перевірити наявність води, мила, рушника і дезинфікуючого розчину в спеціально відведених місцях.
6. Переконатися в наявності і комплектності аптечки першої (долікарської) допомоги.
7. Підготуватися до виконання завдання, про помічені недоліки і готовності до роботи доповісти керівнику робіт і отримати дозвіл почати роботу.
8. Насоси молочні відцентрові
9. Переконатися, що насос обертається легко і на ньому або на поверхні електродвигуна пет будь-яких сторонніх предметів.
10. Пустити насос на короткий час вхолосту і, якщо в роботі його і електродвигуна не буде ніяких відхилень, можна приступити до його експлуатації.

Пластинчасті охолоджувачі молока

1. Перевірити стан ущільнюючих гумових прокладок.
2. Перед пуском установки через всю систему пропустити воду і переконатися в її герметичності.
3. Установки пастеризаційно-охолоджувальні
4. Перевірити стан ущільнюючих гумових прокладок.
5. На паропроводі повинен бути справний і перевірений манометр. Тиск пара слід підтримувати не вище зазначеного в паспорті. Перед пуском молокоочистителів необхідно відвести гальма стопори в неробочий стан.
6. Перед пуском установки включити в роботу молокоочиститель, і коли швидкість його обертання досягне необхідного числа обертів, пропустити через систему воду, включивши при цьому в роботу молочний насос. Переконатися в герметичності і справності установки.
7. Очисники-охолоджувачі молока, центрифуги
8. Переконатися в наявності необхідної кількості масла в: картері.
9. Не допускається при складанні барабана використання деталей від іншого барабана, збірка тарілок в пакет не по порядку номерів, а також зменшення кількості тарілок в пакеті в порівнянні з кількістю, вказаною в паспорті.
10. Перед включенням електродвигуна центрифуги необхідно відключати гальма.

Флягопропарювачі

1. Перевірити: роботу педалей і клапанів при закритих вентилях на паровій і водяній лініях (спрацьовують пружини і закриваються чи клапани, коли відпущені педалі); роботу клапанів (чи добре вони тримають), для цього потрібно відкрити вентиля на паровій і водяній лініях, не натискаючи па педалі; наявність і справність дерев'яних ґрат на підлозі біля робочого місця.
2. Резервуари-охолоджувачі молока

3. Перевірити: наявність і справність захисного заземлення електродвигунів і пускачів; справність і герметизацію водяної сорочки; справність арматури; наявність і справність блокуючого пристрою на кришках резервуарів, що забезпечують зупинку мішалок при підйомі кришок.

Електроводонагрівачі

1. Перевірити: наявність і справність захисного заземлення електродвигунів і пускачів; справність кожуха; наявність ізолюючої підставки (килимка) близько розбірного крану.

2. Не допускається включати в електричну мережу бойлер з порушеною ізоляцією проводів і зі знятими захисними кришками, що відкривають доступ до струмоведучих частин.

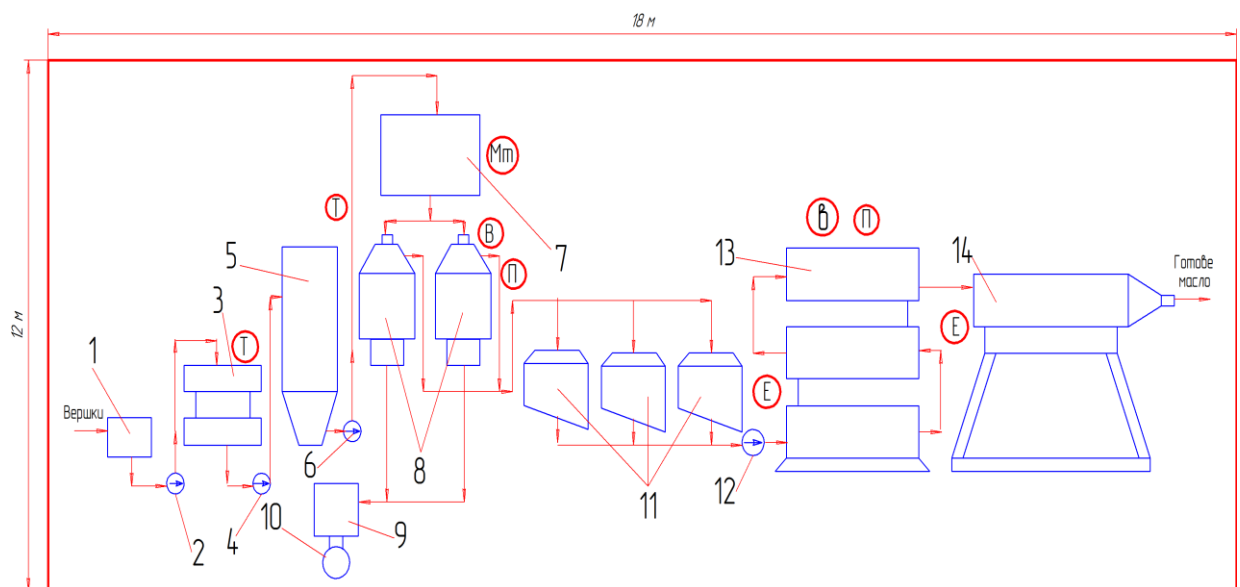


Рис. 9.1. Технологічна схема виготовлення вершкового масла:

1- Бак для вершків РЗ-ОНС; 2- Електронасос 36-1Ц2,8-30; 3- Трубчатий пастеризатор Т1-ОУК; 4- Насос для вершків; 5- Дезодоратор ОДУ-3; 6- Насос для дезодарованих вершків; 7- Бак – накопичувач РЗ-ОНЯ; 8- 2 сепаратори для ВЖВ марки ОСД-500; 9- Бак для маслянки РЗ-ОБЯ; 10- Електронасос для

маслянки 36-1Ц1,8-12 марки Г2-ОПА; 11- 3 ванни для нормалізації високожирних вершків ВН-600; 12- Насос – дозатор НРДМ для високожирних вершків; 13- Трьохциліндровий маслоутворювач Т1-ОМ-2Т; 14- Маслообробник.

Умовні позначення шкідливих і небезпечних чинників :

В – вібрація;

Е – електробезпека;

Мт – механічні травми;

Т – тепловиділення;

в – вологовиділення;

П – паровідведення.

ВИСНОВКИ

Суть модернізації полягає в новій конструкції завантажувально-розвантажувального пристрою, що дозволяє інтегрувати функції відбору сироватки та вивантаження сиру в єдину систему.

Ця система передбачає використання шківів та всмоктувальних і нагнітальних труб, що дозволяє збирати сироватку самопливом без зупинки змішувачів або використання насоса. Це забезпечує надійність роботи сироварки та підвищує її продуктивність.

Крім того, нова конструкція покращує якість сирного зерна та знижує витрати під час виробництва за рахунок зниження споживання енергії та витрат виробництва. Нова конструкція також покращує гігієнічність сироварної машини та зменшує споживання миючого засобу та води завдяки повному спорожненню пристрою.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Байко ЕМ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Валик Б.С.	<i>Назва, додаткова назва</i> ВИСНОВКИ	22-0792.KP.08.000 ПЗ		
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд</i> ---	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості: підруч. для студентів ВНЗ / Мирончук В.Г., Гулий І.С., Пушанко М.М. та ін. Вінниця: Нова книга, 2007. 648с.
2. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості: навч. посіб. / Мирончук В.Г., Орлов Л.О., Пушанко М.М. та ін. Вінниця: Нова книга, 2004. 288с.
3. Монтаж та технічний сервіс обладнання. Практикум: навч. посіб. / за ред. В.Г. Мирончука. К.: НУХТ, 2017. 162с.
4. Заплетніков І.М. Експлуатація і обслуговування технологічного обладнання харчових виробництв: навч. посіб. / І.М.Заплетніков, В.Г.Мирончук, В.М.Кудрявцев. К.: «Кафедра», «Центр учбової літератури», 2012. 344с.
5. Чепелюк О.О., Єщенко О.А., Доломакін Ю.Ю.. Гігієнічні вимоги до проектування обладнання харчових виробництв: підруч. К.: НУХТ, 2017. – 311с.
6. Сухенко Ю.Г. Надійність і довговічність устаткування харчових і переробних виробництв: підруч. для студентів ВНЗ / Ю.Г.Сухенко, О.А. Литвиненко, В.Ю. Сухенко. К.: НУХТ, 2010. 547 с.
7. Домарецький В.А. Загальні технології харчових виробництв: підручник / В.А.Домарецький, П.Л.Шиян, М.М.Калакура, Л.Ф. Романенко. – К.: Університет "Україна", НУХТ, 2010. 814 с.
8. Соколенко А.И. Справочник механика пищевой промышленности / А.И. Соколенко, А.И. Украинец, В.Л Яровой и др. Под ред. А.И. Соколенко К.: Арт Эк. 2004 304 с.
9. Гребенюк С.М. Технологическое оборудование сахарных заводов./ М.: Пищевая промышленность, 2007. 580 с.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Байко ЕМ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Валик БС.	<i>Назва, додаткова назва</i> ВИСНОВКИ		22-0792.KP.08.000 ПЗ		
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук МВ.		<i>Інд</i> ---	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/3

10. Мирончук В.Г. Вибір та розрахунок обладнання цукробурякових заводів. / Мирончук В.Г., Лагода В.А., Пушанко М.М. Київ, УДУХТ, 1999, 56 с.
11. Берник П.С. Механічні процеси і обладнання переробного та харчового виробництва: навч. посібник /, З.А.Стоцько, І.П.Паламарчук, В.В.Яськов. 32 Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2004. 336 с.
12. Антипов С.Т. Машины и аппараты пищевых производств: учебник для вузов : в 2-х кн. / под ред. акад. РАСХН В.А. Панфилова. М.: Высшая школа, 2001. 1383 с.
13. Соколенко А.І. Інтенсифікація масообмінних процесів в харчових і мікробіологічних технологіях / А.І.Соколенко, О.Ю.Шевченко, В.А.Піддубний. Київ, "Люксар", 2008. 443 с.
14. Фокин, В.М. Основы энергосбережения в вопросах теплообмена. / В.М.Фокин, Г.П.Бойков, Ю.В.Видин. М.: «Издательство Машиностроение-1», 2005. 192 с.
15. Соколенко А.І. Інтенсифікація тепло- масообмінних процесів в харчових технологіях /А.І.Соколенко, А.А.Мазаракі, О.Ю.Шевченко, В.А.Піддубний, В.О.Сукманов. К.: Фенікс, 2011. 536 с.
16. Пищевая инженерия : справочник с примерами расчетов / К.Дж.Валентас, Є.Ротштейн, Р.П.Сингх. М.: ДеЛи принт, 2004. 848 с.
17. Паламарчук І.П. Теплообмінні процеси та обладнання переробного та харчового виробництва: навчальний посібник /І.П.Паламарчук, П.С.Берник, З.А. Стоцько, В.В. Яськов. Львів: Бескид Біт, 2006. 368 с.
18. Рвачов В.В. Технологічне обладнання харчових виробництв. Механічне обладнання: навчальний посібник для студентів механічних фахів / В.В. Рвачов. Одеса: Астропринт, 2001. 320 с.
19. Тимингс Р. Л. Справочник инженера-механика / Р. Л. Тимингс / под ред. Ю. И. Шкадиной; пер. с англ. М. : Техносфера, 2008. 632 с.

20. Остриков, А.Н. Расчет и конструирование машин и аппаратов пищевых производств: учебник / А.Н.Остриков, О.В.Абрамов. – СПб.: ГИОРД, 2003. 352 с.

21. Система управління безпекою харчових продуктів. Вимоги: ДСТУ 4161:2003. – [Чинний від 2003-07-01.]. К.: PELTA.ORG, 2003. 13 с. (Національний стандарт України).