

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)

«___» _____ 2022р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ **Микола ЯКИМЧУК**

(підпис)

(ім'я та прізвище)

«___» _____ 2022р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» освітньо-професійної
програми Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв
на тему Модернізація сушарки для казеїну продуктивністю 150 кг/год

Виконав: здобувач IV курсу, групи ОХ-4-8ск

_____ **Зозуля Кирило Русланович**

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

_____ (підпис)

Керівник: Яровий Володимир Леонідович

(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 – 2022р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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. Якимчук М.В.

“ ___ ” _____ 2022 року

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

Зозуля Кирило Русланович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Модернізація сушарки для казеїну продуктивністю 150 кг/год

керівник проекту (роботи) Яровий Володимир Леонідович, доц., кандидат тех. наук
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом закладу вищої освіти від «31» березня 2022 р. № 167-кс

2. Строк подання здобувачем роботи «01» червня 2022р.

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; вступ, порівняльний аналіз технічних рішень, техніко-економічне обґрунтування, характеристика вихідної сировини і готового продукту, опис запропонованого технічного рішення, принцип роботи, розрахункова частина, вибір конструкційних матеріалів, технологічний маршрут виготовлення деталі, вимоги щодо монтажу, експлуатації, ремонту, опис системи управління, заходи щодо охорони праці; загальні висновки, список використаних літературних джерел, специфікація.

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

Загальний вигляд обладнання – 1...2 аркуші; Складальні одиниці обладнання, вузли – 2...3 аркуші; Технологія машинобудування – 1 аркуш.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання: «31» 03. 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Анотація, зміст</i>	04.04.2022р.	
2	<i>Вступ</i>	08.04.2022р.	
3	<i>Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі</i>	15.04.2022р.	
4	<i>Техніко-економічне обґрунтування</i>	22.04.2022р.	
5	<i>Характеристика вихідної сировини і готового продукту</i>	22.04.2022р.	
6	<i>Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи.</i>	29.04.2022р.	
7	<i>Вибір конструкційних матеріалів</i>	06.05.2022р.	
8	<i>Розрахункова частина</i>	13.05.2022р.	
9	<i>Технологічний маршрут виготовлення деталі</i>	13.05.2022р.	
10	<i>Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту</i>	20.05.2022р.	
11	<i>Опис системи управління</i>	20.05.2022р.	
12	<i>Заходи з охорони праці</i>	27.05.2022р.	
13	<i>Висновки</i>	27.05.2022р.	
14	<i>Список використаних літературних джерел</i>	27.05.2022р.	
15	<i>Графічна частина: 5 аркушів формату А1</i>	27.05.2022р.	
	<i>Подача кваліфікаційної роботи на кафедрі</i>	01.06.2022р.	

Здобувач _____
(підпис)

Кирило ЗОЗУЛЯ
(ім'я та прізвище)

Керівник роботи _____
(підпис)

Володимр ЯРОВИЙ
(ім'я та прізвище)

Анотація

Кваліфікаційна робота викладена на тему: Модернізація сушарки для казеїну продуктивністю 150 кг/год.

Об'єктом модернізації в даному проєкті є установка для сушіння казеїну, яка призначена для супання казеїн-сирцю з певної кінцевою вологовмісткістю продукту. Метою модернізації є зменшення витрат часу під час сушіння підвищення якості кінцевого продукту. Дана установка складається з зернового насоса який подає казеїн-сирець до шнекового пресу який пресує казеїн у гранули. Гранули відпресованого казеїну подаються у завантажувальний пристрій, далі сировина направляється в сушильну камеру де рівномірно розподіляється на газорозподільчій решітці яка призначена для рівномірного розподілу сушильного агенту по всій площі камери. Сушка відбувається при заданом у температурному режимі який забезпечує калорифер. Після висушування казеїн видаляється з камери сушарки пневмотранспортом.

Кваліфікаційна робота викладена на ____ сторінках.

Графічна частина ____ листах.

Ключові слова: сушарка, казеїн, прес.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Яровий В. Л.	<i>Вид документа</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зозуля К. Р.	<i>Назва, додаткова назва</i> Анотація	200374.КР.12.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

ANNOTATION

Qualification work is presented on the topic: Modernization of a casein dryer with a capacity of 150 kg / h.

The object of modernization in this project is a drying plant casein, which is designed to match the raw casein with a certain final moisture content of the product. The purpose of modernization is to reduce the time spent on drying to improve the quality of the final product. This unit consists of a grain pump that feeds raw casein to an auger press that compresses casein into pellets. The granules of pressed casein are fed into the loading device, then the raw material is sent to the drying chamber where it is evenly distributed on the gas distribution grid which is designed to evenly distribute the drying agent over the entire area of the chamber. Drying occurs at a given temperature that provides the heater. After drying, casein is removed from the dryer chamber by pneumatic transport.

Key words: dryer, casein, press.

ЗМІСТ

	стор.
Анотація	2
Зміст	3
Вступ	4
1. Аналіз технічних рішень поставленої задачі	6
2. Техніко-економічне обґрунтування	17
3. Характеристика вихідної сировини і готового продукту	21
4. Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принципи роботи обладнання	24
5. Вибір конструкційних матеріалів	27
6. Розрахункова частина	29
7. Технологічний маршрут виготовлення деталі	41
8. Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту	57
9. Опис системи управління	62
10. Заходи з охорони праці	64
Висновки	71
Список використаних літературних джерел	72
Специфікації	74
Креслення	76

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Яровий В. Л.	<i>Вид документа</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зозуля К. Р.	<i>Назва, додаткова назва</i> Зміст	200374.КР.12.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/1

Вступ

Сушіння - це процес термічної обробки матеріалу з метою зниження його вологості, в результаті чого покращується якість продукції, що запобігає його псуванню і злежуванню, знижується вага та покращуються умови транспортування і зберігання.

Основним обладнанням для виготовлення казеїну є сушильні установки. На сьогоднішній день людство винайшло різноманітні конструкції сушильних установок, основною ознакою яких є якісне висушування казеїну з мінімальними затратами сушильного агента та затратами на експлуатацію ремонт.

Широке застосування в промисловості знаходить сушіння дисперсних матеріалів у псевдозрідженому шарі. Застосування цього методу для сушіння харчових продуктів дозволяє значно прискорити процес, що важливо не тільки для підвищення техніко-економічних показників сушильних установок, але і для поліпшення якості багатьох продуктів.

На сьогоднішній день казеїн є важливим харчовим продуктом. Хорошим джерелом казеїну служать молоко і сир. Використовується казеїн і в деяких добавках до раціону, призначених для збагачення останнього білком. Такі добавки часто пропонуються при різних патологічних станах, наприклад при важких опіках, лихоманці або затяжних захворюваннях.

Казеїн знаходить різноманітне застосування в промисловості. Сухий казеїн добре зберігається і знаходить різноманітне застосування у харчовій, текстильній, електронній, шкіряній, паперовій, фармацевтичній та хімічній промисловостях. Його використовують як водостійку речовину, що забезпечує адгезію клею на склеюваних поверхнях, як сполучна речовина у виробництві клейових фарб, клеїв, пластмас, харчових продуктів та їх штучних аналогів, а також як стабілізатор в різних емульсіях. Обробляючи

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Яровий В. Л.	<i>Вид документа</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зозуля К. Р.	<i>Назва, додаткова назва</i> Вступ	200374.КР.12.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

казеїн формальдегідом, можна отримати пластик, з якого раніше виготовляли гудзики та щітки.

1. Аналіз технічних рішень поставленої задачі

1.1 Підвищення ефективності сушіння казеїну.

Перша модель агрегату для сушіння казеїну була розроблена для роботи з застарілою технологічною схемою виробництва казеїну. При періодичному способі виробництва кзеїн варили у відкритих ваннах з мішалками ємністю 5 - 10 м³. В ваннах здійснювали: коагуляцію білка із знежиреного молока; відділення і вивід сироватки; промивку білка водою. Білкова суспензія зливалася з ванни у виноградний прес, де вода відфільтровувалася через тканину (серпянку), а білок спресовували в монолітний блок масою 10-16 кг. Далі блок подрібнювався вручну і сушився. Для механізації цих ручних операцій на агрегаті ВС-150 встановили розроблений подрібнювач блоків казеїну і спеціальний транспортер для подачі подрібненого казеїну в дозатор. Гранулятор, але ці вдосконалення поруч з механізацією подрібнення та завантаження, збільшували металоємність і ускладнювали експлуатацію агрегату. Суттєве вирішення проблеми було здійснено з розробленням шнекового преса для безперервного зневоднення і грануляції казеїну. Розроблений прес з'єднував ванну з сушаркою в технологічну лінію. Крім того, відкрились можливості в модернізації апарата для сушіння (далі сушарка), але ці вдосконалення поруч з механізацією подрібнення та завантаження, збільшували металоємність і ускладнювали експлуатацію агрегату.

В даний час вироблення казеїну проводиться на поточних лініях з використання безперервної технології виробництва. Устаткування для проведення процесу можна розділити на дві групи: обладнання для отримання та обробки згустку та обладнання для сушіння.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Яровий В. Л.	<i>Вид документа</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зозуля К. Р.	<i>Аналіз технічних рішень поставленої задачі</i>	200374.КР.12.000 ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/11	

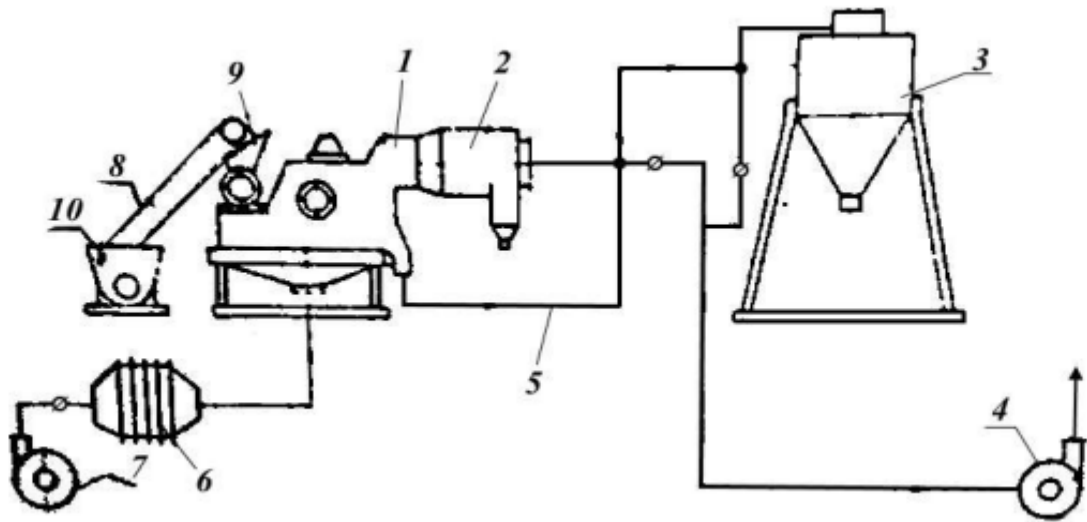


Рис.1 Установка для сушіння казеїну

1 – апарат фонтануючого шару; 2 – прямооточний циклон; 3 – бункер-накопичувач; 4 – витяжний вентилятор; 5 – пневмотранспортна лінія; 6 – блок з чотирьох калориферів; 7 – приточний вентилятор; 8 – завантажувальний транспортер; 9 – живильник-гранулятор; 10 – подрібнювач блоків казеїну

Представлені модифікації ліній виробництва казеїну Я9-ОКЛ, Я23-ОК-2Л та В2-ОКЛ. Це обладнання призначене для отримання безперервним способом молочно-кислотного казеїну-сирцю з охолодженого знежиреного молока із застосуванням як коагулянта кислої молочної сироватки.

Обладнання забезпечує виконання наступних операцій:

- дозування та змішування кислої сироватки та знежиреного молока;
- нагрівання та витримування суміші до утворення згустку;
- відокремлення згустку від сироватки;
- дворазове промивання казеїнового згустку;
- приготування розчину сірчаної кислоти;
- приготування підкисленої підігрітої промивної води.

Обладнання давно експлуатується на підприємствах молочної промисловості. Воно надійно працює в наших виробничих умовах. Основними вузлами цього обладнання є: вузол змішування, паровий інжектор, витримувач, відділювачі сироватки та промивної води, дві промивні ємності з мішалками, вузол підкислення промивної води.

На основі лінії цього типу були створені потоково-механізовані виробництва та інших видів казеїновмісних продуктів: казеїнів (харчового, харчового ферментованого, для харчових продуктів, особливих кондицій), молочно-білкового напівфабрикату, копреципітату-сирцю.

Технічні характеристики сушарки казеїнової

Найменування	Значення
Продуктивність по висушеному продукту, кг/год	115,0
Встановлена потужність, кВт	34,4
Температура повітря перед фільтром на повітрязаборі, °С	18
Температура повітря на вході в апарат вихрового псевдозрідженого шару, °С, не більше	120
Температура казеїну у зоні сушіння, °С	40. .60
Влажність казеїна, % (массовая) начальная до сушки	60±2
кінцева після сушки	8. .12
Питома витрата електроенергії на 1 кг випареної вологи, кВт год/кг, трохи більше	0,23
Питома витрата пари на 1 кг випареної вологи, кг/кг трохи більше	2,3
Габаритні розміри агрегату, мм, не більше	6700×7100×4190
Маса, кг	1335

Для виробництва розчинних форм казеїнових продуктів - казеїнатів і копреципітатів - застосовуються розпилювальні сушарки тих же типів, що і для отримання інших видів сухих молочних продуктів (сухого знежиреного і незбираного молока, сухої сироватки).

З метою енергозбереження потокові лінії виробництва казеїну оснащуються рекуперативними теплообмінними апаратами. Лінії зарубіжного виробництва оснащуються пластинчастими теплообмінниками.



Рис.1.2 Модуль кислотної коагуляції фірми MGL, обладнаний пластинчастим теплообмінником для підігріву знежиреного молока, що відходить сироваткою

Це вискоєфективне обладнання, але для забезпечення його безперебійної роботи обов'язково необхідно проводити очищення сироватки та відпрацьованої промивної води на декантері або сепараторі від білкового пилу. В іншому випадку відбувається забивання нею прохідних перерізів рекуператора. Розбір пластинчастих теплообмінників пов'язаний з великими трудовитратами. Крім того, обладнання цього типу має високий гідравлічний опір, і для забезпечення його ефективної роботи потрібно встановлення додаткових насосів.

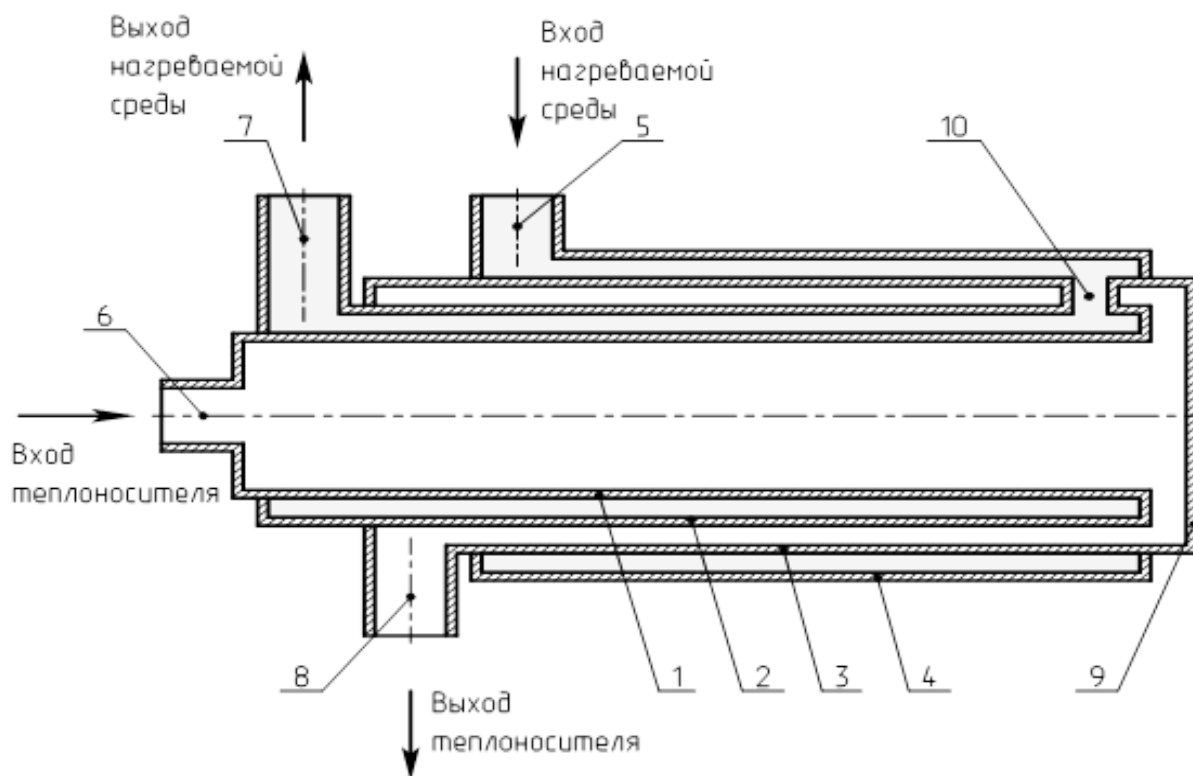


Рис. 1.3 Принципова схема конструкції нерозбірного коаксіального теплообмінного апарату

Теплообмінник складається з порожніх коаксіально розташованих труб 1, 2, 3, 4 з входними 5, 6 і вихідними 7, 8 патрубками, торець труби 3 заглушений шайбою 9. Утворені трубами 1, 2 і 3 труби, 4 порожнини з'єднуються перепускним патразком 1. трубою 1, шайбою 9 і трубами 2, порожнини 3 повідомляються через простір між шайбою 9 і закритий торець 1 і 2 труб.

Пристрій працює в такий спосіб.

Нагрівається середовище через входний патрубок 5 подається в порожнину між трубами 3 і 4, де починає нагріватися від стінки труби 3. Далі середовище через перепускний патрубок 10 надходить у порожнину між трубами 1 і 2, де відбувається її подальший нагрівання вже від двох стінок труб 1 і 2. Після цього середовище виводиться із пристрою через вихідний патрубок 7.

Теплоносій пристрій подається через входний патрубок 6 і надходить у внутрішню порожнину труби 1, через стінку якої відбувається теплообмін з

нагрівається середовищем, що знаходиться в зазорі між трубами 1 і 2. Далі теплоносій реверсується про шайбу 9 і, огинаючи суміщені торці труб 1 і 2 потрапляє в порожнину між трубами 2 і 3, де віддає тепло через стінки обох труб 2 і 3. Теплоносій виводиться з пристрою через вихідний патрубок 8.

Теплообмінний апарат, виконаний за коаксіальною схемою, має наступні переваги:

- простота конструкції, що дозволяє використовувати стандартні або виготовлені самостійно труби. Відсутність необхідності у високоточному штампуванні уможливорює виготовлення теплообмінників цього виду на слабооснащених машинобудівних підприємствах;

- ефективність теплообміну не поступається пластинчастим апаратам;

- зменшений габарит по довжині за рахунок компактності, що виросла, в порівнянні зі звичайними теплообмінниками типу труба в трубі;

- зниження матеріаломісткості за рахунок більш повного використання поверхні труб під теплообмінні площі.

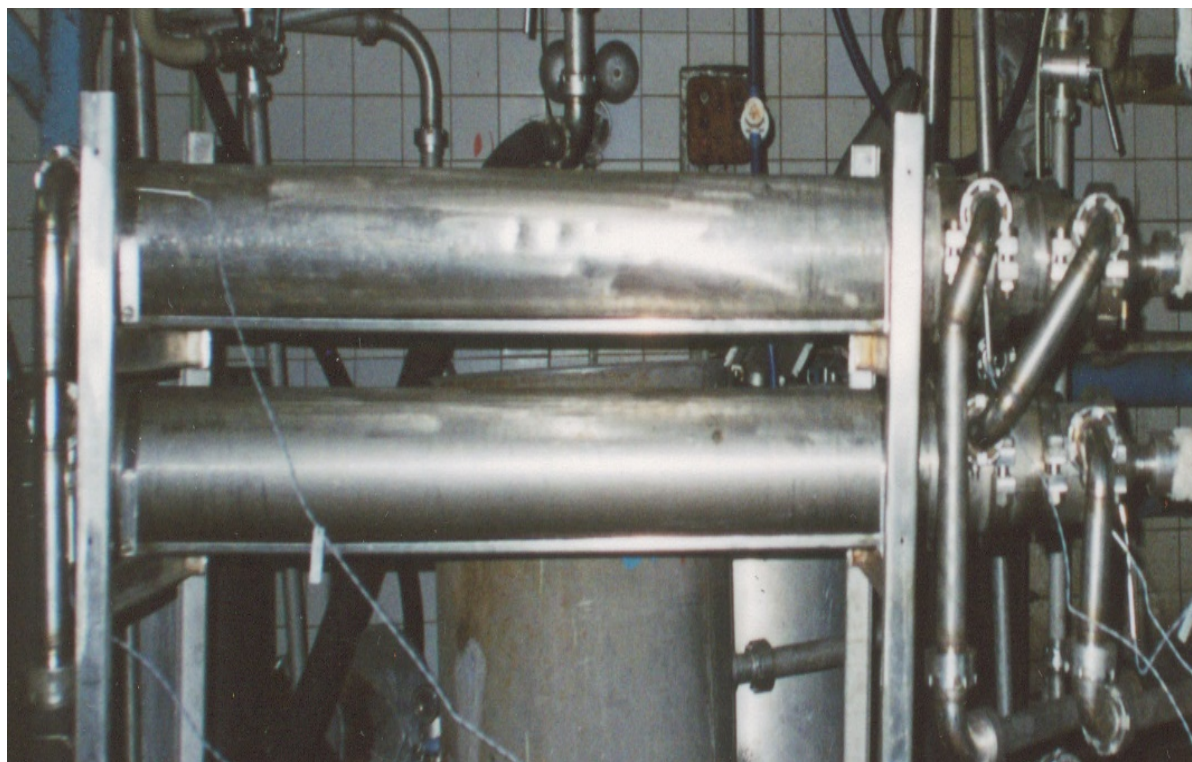




Рис.1.4. Коаксіальні теплообмінні апарати

Принципи, закладені в конструкцію коаксіальних теплообмінників, дозволяють, виходячи з умов роботи, продукту і необхідної теплової потужності, на стадії проектування закладати прохідні перерізи, що суттєво відрізняються, для кожної з взаємодіючих середовищ. При необхідності може бути врахована можлива наявність твердих включень, схильних до відкладень у взаємодіючих середовищах. Крім того, теплообмінники даного типу істотно нижчі за гідравлічний опір, що дозволяє використовувати їх в системах рекуперації тепла без додаткових насосів. У разі забивання прохідних перерізів апарати цього типу набагато швидше можуть бути розібрані для миття.

1.2. Енергозбереження при виробництві казеїну

Як зазначалося, основним обладнанням для виробництва технічного казеїну нашої країни є поточно-механізована лінія типу Я9-ОКЛ, дооснащена стрічковим пресом РЗ-ООК і сушаркою ВС-150-КПІ чи його аналогами. Вони отримали своє поширення завдяки дешевизні, компактності, простоті обслуговування та експлуатації. Але ці якості обумовлюють головний недолік - високі питомі енергетичні витрати. Так, за 10,3 години, необхідних виробництво однієї тонни казеїну, витрачається приблизно 4,8

ГКал тепла як пара тиском щонайменше 0,4 МПа і близько 410,0 кВт×ч електричної енергії. Дані наведені для стандартного обладнання, що працює з наступними показниками: 65% вологи в казеїні-сирці після преса і сушила, що забезпечує видалення 150 кг вологи на годину. Таким чином, за погодженої роботи обладнання, годинна продуктивність по сировині повинна становити близько 4000 л знежиреного молока, що відповідає випуску 100 кг готового продукту на годину. Разом з тим, модульне компонування лінії робить її легко піддається модернізації, спрямованої на поліпшення техніко-економічних показників.

Аналіз роботи лінії показує, що теплова енергія у вигляді пари необхідна для підігріву продукту, промивної води та повітря, що подається на сушарку. Годинна потреба відповідно становить 280, 125 і 375 кг. Електроенергія споживається двигунами мішалок, насосів, приводами преса, норії, нагнітального та витяжного вентиляторів сушарки. Сукупна споживана електрична потужність устаткування під час роботи на стаціонарному режимі становить приблизно 40 кВт, причому, близько 85 % посідає забезпечення роботи сушарки.

У процесі роботи лінії вторинними джерелами енергії є:

- сироватка, що відходить, температурою 45...50°C у кількості 3,6...4,0 м³/год;
- відпрацьована промивна вода температурою 40...45°C у кількості 3,0...3,5 м³/год, що скидається у каналізацію;
- вологе повітря температурою 60...70°C у кількості 8,5 тис. кг/год.

Аналіз потоків енергії та сировини в технологічному процесі виробництва казеїну дозволяє виділити два основні взаємно незалежні пути модернізації лінії, спрямовані на підвищення її енергоефективності:

- дооснащення "микрою частиною" системою рекуперації тепла, що втрачається з відпрацьованими промивною водою і сироваткою;

- у "сухій частині" - зниження вмісту вологи в казеїні-сирці, що спрямовується на сушіння, і рекуперация тепла відпрацьованого повітря.

В даний час система рекуперации лінії виробництва казеїну-сирцю складається з двох теплообмінних апаратів:

- пластинчастий апарат, що входить до складу модуля кислотної коагуляції фірми MGL, забезпечує відбір тепла сироватки, що відходить для нагріву знежиреного молока перед коагуляцією, дозволяє економити 0,125 ГКал за годину роботи або близько 1,0 ГКал на тонну виробленого продукту. Цікавим наслідком відмови від кислоти молочної сироватки, яка традиційно використовується для коагуляції, на користь сірчаної кислоти є ефект теплосбереження. Він виникає через те, що сироватку, що за традиційною технологією береться в кількості приблизно 1/3 від об'єму знежиреного молока, після змішування необхідно догрівати до температури коагуляції на 12...18 °С. У перерахунку тепло це становить 0,024 ГКал/ч. З цієї величини необхідно відняти тепло в кількості 0,008 ГКал/год, необхідне нагрівання водного розчину кислоти. Таким чином, чиста економія становить 0,016 Гкал/год або 0,13 Гкал/т продукту;

- коаксіальний теплообмінник типу АТК (розробка РУП "Інститут м'ясо-молочної промисловості") забезпечує відбір тепла від відхідної промивної води для нагрівання чистої води, що надходить на лінію, що забезпечує економію 0,04 ГКал за годину роботи або близько 0,32 ГКал / т товару.

Необхідно відзначити, що для забезпечення стабільної роботи теплообмінного обладнання, лінію слід дооснастити обладнанням для уловлювання білкового пилу. У свою чергу, це дозволить дещо підвищити вихід готової продукції з одиниці сировини.

Реалізація другого напрямку власне сушарку не зачіпає, однак, дозволить підвищити її продуктивність кінцевого продукту при незмінній продуктивності по випареній волозі. Поставлене завдання досягається

зниженням вологості казеїну-сирцю, що подається на сушіння, за рахунок покращення роботи преса. Підвищення енергоефективності досягається шляхом зниження питомого споживання пари на одиницю готової продукції. Зниження витрати електроенергії забезпечується скороченням часу. Крім того, зниження вологи казеїну-сирцю, що подається на сушіння, суттєво підвищує якість готової продукції. Досвід роботи показує, що заміна стандартної перфорованої гумової стрічки на сітку дозволять знизити вологість казеїну-сирцю після преса від 63...65% до 58...60%. Більш радикальним способом є заміна преса на центрифугу. В цьому випадку вологість продукту, що подається на сушіння, можна знизити до 45 ... 50%. У реальних виробничих умовах досягнуто вологості казеїну-сирцю після преса 58%. Це дозволило підвищити продуктивність сушарки до 137 кг сухого продукту за годину. При цьому економія енергоресурсів на тонну продукту становитиме 0,68 ГКал та 100 КВт×год. У разі використання центрифуги при вологості казеїну-сирцю 50% продуктивність сушарки підвищилася б до 176 кг сухого продукту на годину. Таким чином, економія енергоресурсів на тонну продукту склала б 1,0ГКал та 150 КВт×год. Для рекуперації тепла повітря, що відходить, необхідно дообладнання сушарки двома додатковими калориферами і системою циркуляції води. Розрахунки показують, що робота цього обладнання дозволить заощаджувати близько 0,055 ГКал за годину роботи.

Проведення комплексу енергозберігаючих заходів дозволяє без корінної переробки використововуваного обладнання забезпечити зниження енергоспоживання лінії до 2,5 ГКал і до 295 КВт×год електричної енергії на тонну вироблюваної продукції. Крім того, як супутній результат, підвищується загальна продуктивність лінії на 35-75%, що призводить до відповідного зниження витрат на заробітну плату, освітлення та ін. При використанні центрифуги можна споживати енергоспоживання до 2,2 ГКал і до 230 КВт×год. Варто зазначити, що модернізація ліній:

- проводиться при мінімальних змінах існуючого обладнання та технології з максимальним використанням апаратного парку, що є на підприємстві;
- здійснюється поетапно (роботи діляться кілька незалежних етапів, ефективність кожного етапу може бути легко проконтрольована);
- передбачає проведення основного обсягу робіт без зупинки лінії, а безпосередньо підключення достатньо часу регламентного технічного обслуговування.

Модернізації обладнання для виробництва казеїну за представленою схемою дозволили знизити споживання енергії у вигляді пари на 1,45 ГКал на "мокій" частині та на 0,68 ГКал і більш ніж на 100 кВт×год електроенергії на "сухій" частині на тонну казеїну.

2. Техніко-економічне обґрунтування

Опис

Установка для сушіння казеїну складається з таких основних вузлів:

- нагнітальний вентилятор;
- система калориферів;
- система нагнітальних повітропроводів;
- сушильний апарат;
- циклон горизонтальний;
- приймальний бункер;
- відсмоктуючий вентилятор;
- система відсмоктуючих повітропроводів.

Процес сушіння казеїну безперервним способом включає в себе наступні операції:

1. Підготовка сировини до сушки.
2. Сушка сировини у апараті фонтануючого псевдозрідженого шару.
3. Розвантаження готового продукту у бункер накопичувач.

У якості сировини використовується промитий у промивних ваннах казеїн-сирець, що подається зерновим насосом до шнекового пресу. У шнековому пресі відбувається пресування.

Гранули відпресованого вологого казеїну подаються у завантажувальний пристрій сушильного апарату. З завантажувального пристрою, за допомогою стисненого повітря, гранули викидаються у фонтануючий шар сушильного апарату і рівномірно розподіляються у ньому.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Яровий В. Л.	<i>Вид документа</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зозуля К. Р.	<i>Техніко-економічне обґрунтування</i>	200374.КР.12.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/4

Нагнітаючий вентилятор через шибер подає повітря з навколишнього середовища до калорифера де воно підігрівається до температури $85\pm 1^{\circ}\text{C}$. Сушка забезпечується теплоносієм (повітрям) з температурою $85\pm 1^{\circ}\text{C}$, що продувається крізь щілини газорозподільчої решітки.

Відпрацьоване повітря з температурою 56°C безперервно видаляється з сушильного апарату по двох патрубках, по одному воно видаляється з висушеним продуктом по пневмотранспорту в бункер, по другому очищують в прямоточному циклоні, відсмоктується розріджувальним вентилятором.

Висушений при температурі 85°C казеїн безперервно видаляється пневмотранспортом до бункера-накопичувача. Кінцева вологість казеїну коливається в межах $10\pm 1\%$ надходячи до бункера-накопичувача потоки повітря і продукту розділяються за допомогою створених відцентрових сил. Продукт залишається в бункері-накопичувачі, а повітря відводиться повітряною магістраллю з'єднаною з лінією прямоточний циклон – розріджувачий вентилятор. Розрідження, що створюється у цій лінії розподіляється на лінії пневмотранспорту у більшій мірі, і відведення відпрацьованого повітря сушильного апарату, у меншій мірі. Розподіл розрідження регулюється шибером.

Крім того на лінії нагнітання створено обвідний трубопровід, який від нагнітаючого вентилятора минуючи калорифер з'єднується з сушильним апаратом.

В звичайному стані цей трубопровід перекрито шибером, але при перевищенні температури шару 55°C відкривається шибер подаючи холодне повітря в сушильний апарат і вмикається ревун оповіщаючи аварійний стан.

Регулювання необхідної кількості відпрацьованого повітря, необхідного для рециркуляції, здійснюється шибером, який встановлено на повітряній магістралі викиду відпрацьованого повітря викиду у навколишнє середовище.

Основним шляхом підвищення економічної ефективності виробництва казеїну, крім зниження витрат енергії та зниження витрат сировини, є переробка одержуваної сироватки.

Напрямки використання кислої казеїнової сироватки:

– згодовування у натуральному вигляді сільськогосподарським тваринам, передусім свиням на відгодівлі за рідкою схемою годівлі;

- виробництво сухої казеїнової сироватки;

- виробництво концентратів сироваткових білків і молочного цукру.

Провівши порівняння валової виручки від переробки 1 тонни знежиреного молока за різними схемами переробки, можна відмітити, що при сформованому ринку рівні цін виробництво казеїну за обсягом валової виручки істотно, на 23%, поступається виручці від виробництва СОМ. Проведення модернізації існуючого обладнання та перехід до утилізації сироватки навіть шляхом її згодовування с/г тваринам призводить до того, що відмінність стає мінімальною – близько 3%. А якщо врахувати, що виробництво казеїну значно менш енерго- та ресурсоємне, то його вироблення стає економічно доцільним.

На даний момент бачиться раціональним виробництво казеїну в комбінації з сушінням сироватки. Глибока переробка казеїнової сироватки може принести ще більшу виручку, проте слід зазначити, що виробництво концентрату сироваткових білків і лактози потребує додаткового обладнання. Його експлуатаційні витрати і амортизація можуть перевищити додаткову виручку.

Варіант переробки	Найменування продукту												Разом
	Казеїн, кг		Сироватка рідка, кг		Сироватка суха, кг		WPC 35, кг		Лактоза, кг		Фільтрат, кг		
	кількість продукту з однієї тонни, виручка за цю кількість												
справжня ситуація*	25	427,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	427,5
модернізація лінії + годівля с/г тварин	30	513,0	750	21,4	—	—	—	—	—	—	—	—	534,4
модернізація лінії + сушіння сироватки	30	513,0	—	—	46	100,0	—	—	—	—	—	—	613,0
модернізація лінії + WPC 35 + лактоза 30	30	513,0	—	—	—	—	3	20,5	34	153,0	—	—	686,5
модернізація лінії + WPC 35 + сухий фільтрат	30	513,0	—	—	—	—	3	20,5	—	—	43	172,0	705,5

під цією ситуацією розуміємо роботу на типовому не модернізованому обладнанні із середньою витратою 40 тонн знежиреного молока на 1 тону казеїну

3. Характеристика вихідної сировини і готового продукту

Казеїн – важливий харчовий продукт. Джерелом казеїну служать молоко і сир. Казеїн – це головний білок молока всіх ссавців. Присутній в молоці не в вільному вигляді, а в поєднанні з кальцієм, тобто як казеїнат кальцію. У свіжому молоці казеїн знаходиться у формі невеликих частинок, суспендованих у рідині; ця форма казеїну іноді позначається як казеїноген. При скисанні молоко згортається – казеїн випадає в осад у вигляді сирного згустку. В коров'ячому молоці міститься близько 3% казеїну (за об'ємом); на його частку припадає до 80% від загального вмісту білків молока. Казеїн належить до групи білків — фосфопротеїнів.

Як і всі білки, він утворений з багатьох різних амінокислот, з'єднаних один з одним в поліпептидний ланцюг, але містить також велику кількість фосфатних груп, які і зв'язують кальцій. Розчинність казеїну в різних розчинах – важливий показник, що визначає його промислове отримання. Казеїн розчинний в розведених розчинах лугів і в сильних кислотах, проте не розчиняється в розведених кислотах, де він випадає в осад. Казеїн отримують різними способами. Один з них полягає в тому, що в молоко додають для випадіння в осад кислоти. Цим казеїн звільняють від кальцію, а потім його осаджують повільним нагріванням.

Перший крок для всіх процесів концентрування – очищення, тобто відокремлення дрібних часточок сиру (казеїну) та жиру (вершків). Наявність цих компонентів ускладнює подальше оброблення. Казеїн видаляють (першим) за допомогою циклонів, центрифуг або ротаційних фільтрів; спресовують як сир і використовують у виробництві сиру. Жир видаляють на центрифугах і використовують для стандартизації сирного молока.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Яровий В. Л.	<i>Вид документа</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зозуля К. Р.	<i>Характеристика вихідної сировини і готового продукту</i>	200374.КР.12.000 ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/3	

Використовується казеїн і в деяких добавках до раціону, призначених для збагачення останнього білком. Такі добавки часто пропонуються при різних патологічних випадках, наприклад при важких опіках, лихоманці або затяжних захворюваннях.

Другий спосіб заснований на додаванні сичужного ферменту, що викликає згортання молока. Одержаний при цьому сирний згусток служить для виготовлення сирів. У промисловості для отримання казеїну молоко спочатку сепарують, щоб видалити з нього жир, а потім додають в нього слаболужний розчин. Після цього знову центрифугують для відділення найменших слідів жиру і додають розведений розчин кислоти, щоб добитися максимально повного випадіння казеїну в осад. Утворений сирний згусток промивають водою для видалення кислоти і висушують при низькій температурі, оскільки казеїн чутливий до нагрівання.

Сир визначають як концентрат молока, отриманий коагуляцією білків (згортання молока), який складається переважно з казеїну та молочного жиру. Рідина, що залишається, – це сироватка (плазма молока). У світі та в Україні відомо багато видів сирів, у тому числі національних, кожен з яких має свої особливості виготовлення. Проте розрізняють загальні основні етапи, які є характерними для виробництва сирів, такі як: отримання коагуляту (згустку молока) за допомогою сичужного ферменту (ферменту шлункового соку телят, який перетворює казеїн молока на параказеїн) і молочної кислоти, відокремлення згустку від сироватки і оброблення згустку для отримання потрібних характеристик сиру.

Білки – це найважливіший і складний структуроутворюючий компонент молока ссавців. Їх можна розділити на дві основні групи: сироваткові білки та казеїн (табл. 1). Зміст інших білкових фракцій: оболонки жирових кульок, ферментів, гормонів незначно.

Савці	Вміст в молоці, %						
	Сухих речовин	жира	белка			лактоза	Мінеральні речовини
			Всього	в том числе казеїна			
					% від білка		
Корова	12,5	3,8	3,2	2,6	81	4,8	0,7
Коза	13,3	4,0	3,5	2,9	83	4,9	0,9
Вівця	18,1	6,7	5,7	4,5	79	4,8	0,9
Буйволиця	17,9	7,9	4,5	3,8	84	4,7	0,8
Верблюдиця	14,0	4,4	4,0	2,9	73	4,9	0,7
Північний олень	34,4	19,1	10,4	8,8	85	3,3	1,6
Кобилиця	10,4	1,7	2,0	1,3	65	6,4	0,3
Ослиця	9,9	1,4	1,9	0,7	37	6,2	0,4
Зебу	15,6	5,9	4,2	3,3	79	4,7	0,8
Як	18,2	6,4	5,7	3,8	67	5,2	0,9
Антилопа (кана)	22,8	10,6	7,2	6,0	83	3,9	1,1

Казеїн молока, при включенні його в раціони харчування у вигляді таких продуктів як сир і сир, виконує в організмі структурні функції, будучи при цьому джерелом кальцію, фосфору, магнію, а також цілого ряду фізіологічно активних пептидів, що регулюють процес травлення (рівень шлункової секреції). В даний час в промисловості власне казеїн отримують двома основними способами - *осадженням* за допомогою неорганічних або органічних кислот або *коагуляцією* сичужними ферментами. Отриманий продукт – казеїн – є білковим концентратом.

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

Процес сушіння казеїну безперервним способом включає в себе наступні

1. Підготовка сировини до сушки.
2. Сушка сировини у апараті фонтануючого псевдозрідженого шару.
3. Розвантаження готового продукту у бункер накопичувач.

У данній кваліфікаційній роботі модернізується вихрова сушарка

ВС - 150. для сушіння казеїну, конструктивна схема якої подана на рис. 4.1

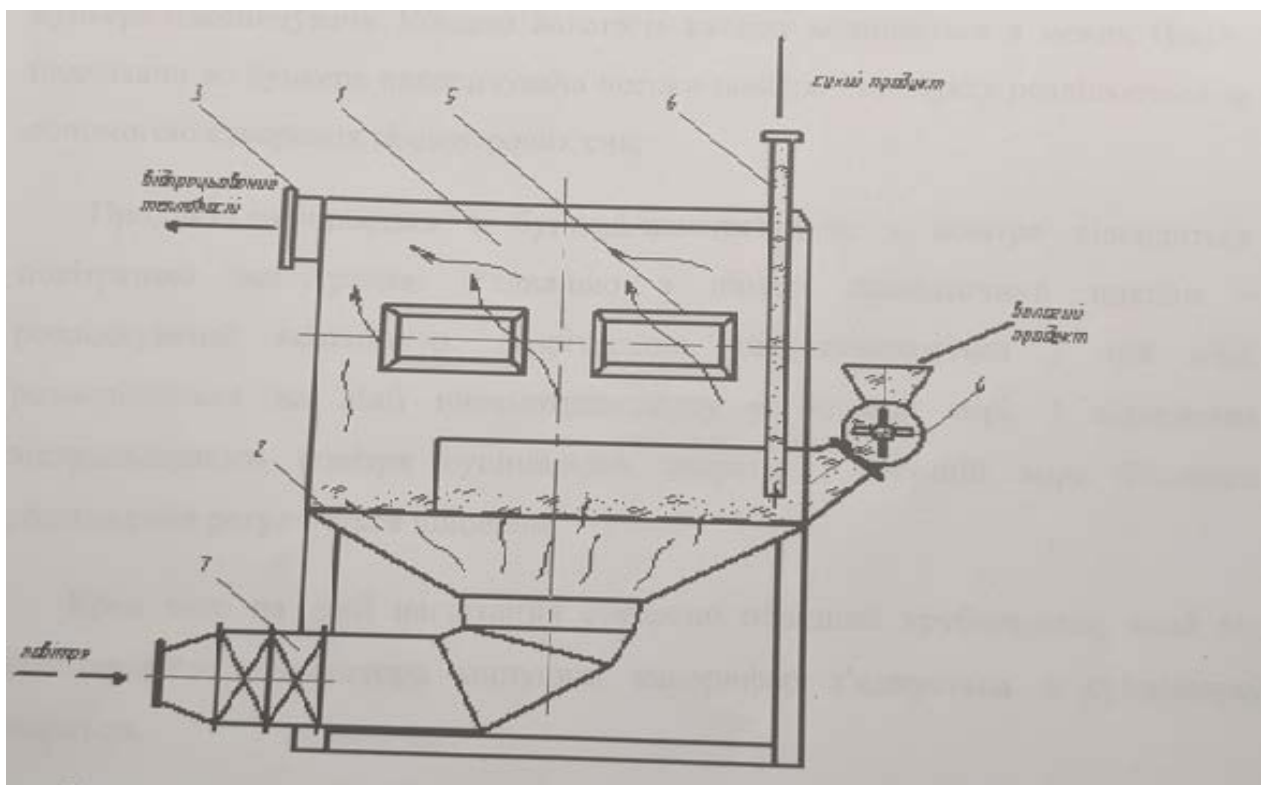


Рис. 4.1. Конструктивна схема вихрової сушарки ВС-150 - киплячим шаром:
 1 - сушильна камера; 2 - газорозподільна решітка; 3 - відсмоктуючий повітровід;
 4 - завантажувальний пристрій; 5 - оглядові вікна; 6 - відсмоктувальний продуктопровід;
 7 - калорифер.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Яровий В. Л.	Вид документа		Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Зозуля К. Р.	Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи обладнання	200374.КР.12.000 ПЗ				
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/3	

Вихрова сушарка ВС-150 має таку будову і працює наступним чином: У якості сировини використовується промитий у промивних ваннах копеїн-сирець, що подається зерновим насосом до шнекового пресу. У писковому пресі відбувається пресування.

Гранули відпресованого вологого казеїну подаються у завантажувальний пристрій 4. сушильного апарату 1. З завантажувального пристрою, за допомогою стисненого повітря, гранули викидаються у фонтануючий шар сушильного апарату і рівномірно розподіляються у ньому.

Нагнітаючий вентилятор через шибер подає повітря з навколишнього середовища до калорифера 7 де воно підігрівається до температури $85\pm 1^{\circ}\text{C}$. Сушка забезпечується теплоносієм (повітрям), що продувається крізь щілини газорозподільчої решітки 2.

Відпрацьоване повітря з безперервно видаляється з сушильного апарату по двох патрубках, по одному воно видаляється з висушеним продуктом по пневмотранспорту 6 в бункер, по другому 3. очищують в прямоточному циклоні, відсмоктується розріджувальним вентилятором.

Висушений казеїн безперервно видаляється пневмотранспортом до бункера-накопичувача. Кінцева вологість казеїну коливається в межах $10\pm 1\%$ надходячи до бункера-накопичувача потоки повітря і продукту розділяються за допомогою створених відцентрових сил.

Продукт залишається в бункері-накопичувачі, а повітря відводиться повітряною магістраллю з'єднаною з лінією прямоточний циклон розріджуючий вентилятор. Розрідження, що створюється у цій лінії розподіляється на лінії пневмотранспорту у більшій мірі, і відведення відпрацьованого повітря сушильного апарату, у меншій мірі. Розподіл розрідження регулюється шибером.

Крім того на лінії нагнітання створено обвідний трубопровід, який від

нагнітаючого вентилятора минуючи калорифер з'єднується з сушильним апаратом.

В звичайному стані цей трубопровід перекрито шибером, але при перевищенні температури шару відкривається шибер подаючи холодне повітря в сушильний апарат і вмикається ревуна оповіщаючи аварійний стан.

Регулювання необхідної кількості відпрацьованого повітря, необхідного для рециркуляції, здійснюється шибером, який встановлено на повітряній магістралі викиду відпрацьованого повітря в навколишнє середовище.

Як бачимо вихрова сушарка, порівняно з попередніми установками, простіша в конструкції, має менші габарити та високий ступінь технічного забезпечення сучасними пристроями, що в результаті дає високу продуктивність, забезпечує належний рівень всієї лінії в цілому. А сушіння казеїну у киплячому псевдо розрідженому шарі забезпечує високу якість продукту та мінімальне спрацювання обладнання. Сушарка ВС-150 є простою в обслуговуванні і експлуатації та дає можливість впровадити модернізацію і щодо підвищення продуктивності, забезпечення екологічності виробництва, та покращення якості продукції.

5. Вибір конструкційних матеріалів

У данній кваліфікаційній роботі модернізується установка для сушіння казеїну. Складовими частинами сушарки є нагнітальний вентилятор, система калориферів, система нагнітальних повітропроводів, сушильний апарат, горизонтальний циклон, приймальний бункер, відсмоктуючий вентилятор, система відсмоктуючих повітропроводів. До основних вузлів відноситься ротаційний дозатор, що знаходиться у складі завантажувального пристрою. Дозатор працює при невеликих температурах та з незначними навантаженнями. Серед деталей дозатора є такі, що обертаються, та нерухомі деталі. Для стаціонарних частин термін служби та довговічність значно вища, ніж для рухомих. Тому для виконання розділу з технології машинобудування виберемо кришку дозатора, для виконання якої окрім виготовлення заготовки необхідні наступні операції: токарні, фрезерна, свердлильна.

Згідно з конструктивними особливостями кришки та особливостями її виготовлення, а також враховуючи умови роботи та робочі навантаження, в якості вихідного матеріалу використовуємо сталь 08X17T. Це пов'язано перш за все з тим, що кришка знаходиться в контакті безпосередньо з продуктом. Казеїн відноситься до харчових продуктів, тож матеріал, з якого виготовляється кришка, не повинен містити шкідливих для здоров'я людини елементів чи вступати в реакцію хімічної взаємодії з продуктом, руйнуватися під дією харчових середовищ, миючих та дезінфікуючих засобів і мастильних матеріалів. При контакті з казеїном необхідно ще й стійкість матеріалу до роботи у окислювальних середовищах. Всім вищезазначеним вимогам якраз відповідає сталь 08X17T.

Також при застосуванні матеріалу, що контактує з харчовим продуктом, необхідно мати відповідний дозвіл.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Яровий В. Л.	<i>Вид документа</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зозуля К. Р.	<i>Вибір</i> <i>конструкційних</i> <i>матеріалів</i>	<i>200374.КР.12.000 ПЗ</i>			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

Для сталі 08X17T номер дозволу Міністерства охорони здоров'я на використання матеріалу – 126-14/1461-3.

Перевірка вибраної деталі вузла на відповідність умовам взаємозамінності, надійності та довговічності.

Розглянувши умови роботи ротаційного дозатора та кришки зокрема, визначаємо, що посадочний розмір кришки – 60. Так як даний розмір не має високих вимог до точності посадки, то приймемо посадку з зазором, вибравши серед рекомендованих d11. Серед інших розмірів обробляються торці для кращого прилягання кришки до корпусу та кращого притискання голівок болтів до кришки. Для цих розмірів достатньо і 14 квалітету. Так як частина поверхонь не буде оброблятися, то на робочому кресленні вказано всі шорсткості оброблюваних поверхонь.

Виготовлена кришка матиме досить високу довговічність та надійність, так як вона зможе протягом значного часу безперервно виконувати свої функції і зберігати у встановлених межах значення всіх необхідних параметрів. Це пов'язано з тим, що кришка є нерухомою деталлю і не зазнає значних навантажень ні на посадочні місця, ні на місця кріплення. Вплив агресивного середовища з боку продукту компенсується вибраним матеріалом для виготовлення.

Обрана деталь не буде піддаватися корозії по причині правильного вибору матеріалу. Зношення може бути по причині нерівномірної затяжки болтів і як наслідок скривлення деталі у місці посадки. Для уникнення цього необхідно дотримуватися правил збирання вузлів та затяжки болтами.

6. Розрахункова частина

6.1. Вихідні данні:

Продуктивність по казеїну серцю G кг\год(кг\с)

Вологість казеїну до сушарки $W1(\%)$

Вологість казеїну після сушарки $W2(\%)$

Температура казеїну в зоні сушарки $Q(оC)$

Температура казеїну в зоні сушки $t1(оC)$

Температура повітря на вході в сушарку $Q1(оC)$

Температура казеїну на вході $Q2(оC)$

$$G_1 = 150 \times 3600 = 0,0117 \text{ кг/с}$$

$$G_2 = 0,0417 \cdot (100-30) / (100-10) = 0,0321 \text{ кг/с}$$

$$q_m = (0,0321 \times 3,885 (55-35)) / 0,0096 = 259,8 \text{ кДж/кг}$$

$$W = 0,0417 - 0,0321 = 0,0096 \text{ кг/с}$$

$$q_{вт} = 0,05 (2480 + 1,96 \times 55 + 259,8 - 4,19 \times 35) = 135,04$$

$$\Delta = 4,19 \times 35 - 259,8 - 135,04 = -248,19$$

$$L = 0,0096 / (0,0174 - 0,01) = 1,29 \times 3600 = 4644 \text{ кг\год}$$

$$t_{cp} = (85 + 55) / 2 = 70 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$x_{cp} = (0,01 + 0,0174) / 2 = 0,0137$$

$$p_{cp} = 1,293 \cdot 273 / (273 + 70) = 1.029 \text{ кг/м}^3$$

$$P_n = 0,803 \cdot 273 / (273 + 70) = 0,639$$

$$V = 4,6$$

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Яровий В. Л.	<i>Вид документа</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зозуля К. Р.	Розрахункова ЧАСТИНА	200374.КР.12.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/12

$$Q_M = \frac{G_2 C_M (Q_2 - Q_1)}{W} = \frac{0,036 \cdot 3,885 (55 - 35)}{0,042} = 273,99 \text{ кДж/кг}$$

C_M - питома теплоємність казеїну

$Q_{\text{вт}}$ - витрати тепла в навколишнє середовище приймаємо орієнтовно від витрати теплоти на нагріву матеріалу і повітря. Приймається 5%

$$Q_{\text{вт}} = 0,05 \cdot (2480 + 1,96 \cdot 55 + 273,99 - 4,19 \cdot 35) = 135,757 \text{ кДж/кг}$$

$$\Delta = 4,19 \cdot 35 - 273,99 - 135,757 = -263,097 \text{ кДж/кг}$$

Рівняння робочої лінії сушарки

$$\Delta = \frac{I - I_1}{X - X_2} \text{ або } I = I_1 + \Delta(X - X_1)$$

Параметри повітря яке поступає в калорифер

- температура $t_0 = 20$ оС
- волого вміст $X_0 = 0,01$ кг вол\кг сухого повітря
- ентальпія $I_0 = 43,146$ кДж\кг

Параметри повітря що знаходиться в сушарку: так як нагрівання повітря проходить в закритому об'ємі то вологість не змінюється $X_0 = X_1 = 0,01$ кг по I-d в діаграмі знаходимо $I_1 = 106,864$ кДж/кг

Параметри повітря що входять з сушарки $t_{2\text{пов}} = 56$ оС. Для знаходження координати другої точки задамося довільним значенням X_1 знайдемо I. Нехай $x = 0,04$ кг. Тоді відповідне йому значення ентальпії знаходимо по рівнянню

$$I + I_1 + \Delta(X - X_1) = 106,864 - 263,097(0,04 - 0,01) = 98,97 \text{ кДж/кг}$$

Далі проводимо лінію сушки на діаграмі I-d через дві точки з координатами

$X_1 = X_0 = 0,01$, $I_1 = 106,864$ лДж\кг, $X = 0,04$, $I = 98,97$ кДж\кг до перетину з заданим параметром відпрацьованого повітря $t_2 = 55$ оС знаходимо кінцеві

значення вологого вмісту відпрацьованого повітря $X_2=0,0174$ і ентальпію $I_2=104$ кДж\кг

Витрати повітря на сушку:

$$L = \frac{W}{(X_2 - X_1)} = \frac{0,042}{0,0174 - 0,01} = 5,67 \cdot 3600 = 20412 \text{ кг/год}$$

Середня температура повітря в сушарці:

$$t_{cp} = \frac{t_1 + t_2}{2} = \frac{85 + 56}{2} = 70,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

Середній вологовміст повітря в сушарці:

$$X_{cp} = \frac{X_0 + X_2}{2} = \frac{0,01 + 0,0174}{2} = 0,0137$$

Середня густина повітря і водяних парів:

Середня густина повітря

$$\rho_{cp} = \rho_0 \cdot \frac{T_0}{T_0 + t}$$

де густина ρ_0 - густина повітря при нормальних умовах (0 °С, 760 мм.рт.ст), $\rho_0=1,293$ кг\м³

$$\rho_{cp} = 1,293 \cdot \frac{273}{273 + 70,5} = 1,02 \text{ кг\м}^3$$

Густина парів

$$\rho_n = \rho_{no} \cdot \frac{T_0}{T_0 + t_{cp}}$$

де, густина ρ_0 - густина повітря при нормальних умовах (0 °С, 760 мм.рт.ст), $\rho_0=0,803$ кг\м³

$$\rho_n = 0,803 \cdot 273 / (273 + 70,5) = 0,63 \text{ кг\м}^3$$

Середня об'ємна продуктивність по повітрю:

$$V = \frac{L}{\rho_{cp}} + \frac{X_{cp} \cdot L}{\rho_n} = \frac{5,67}{1,02} + \frac{0,0137 \cdot 5,67}{0,63} = 5,68 \text{ м}^3\text{/с}$$

Підрахуємо критерій Ar

$$Ar = \frac{d_{екв} \cdot \rho_{сп} \cdot g \cdot P_k}{(\mu_{сп})}, \text{ де}$$

$d_{екв}$ - еквівалентний діаметр; $d_{екв} = 0,004 \text{ м}$

g - прискорення вільного падіння; $g = 9,8 \text{ кг/м}^2$

P_k - густина казеїну; $P_k = 1378 \text{ кг/м}^2$

Вязкість повітря при $t_{сп}$ призначаємо $\mu_{сп} = 20,397 \cdot 10^{-6} \text{ (Н}\cdot\text{с)/м}^2$

$$Ar = \frac{0,004 \cdot 1,02 \cdot 9,8 \cdot 1378}{(20,397 \cdot 10^{-6})^2} = 211899$$

Рахуємо критерій Re:

$$Re = \frac{Ar}{1400 + 5,22\sqrt{Ar}} = \frac{211899}{1400 + 5,22\sqrt{211899}} = 133,58$$

Визначаємо швидкість початку псевдозрідження:

$$\varphi_{nc} = \frac{Re \cdot \mu_{сп}}{\rho_{сп} \cdot d_{екв}} = \frac{64,81 \cdot 20,397 \cdot 10^{-6}}{1,02 \cdot 0,002} = 1,1 \text{ м/с}$$

Критерій Ar для частинок з $d = 0,0005 \text{ м}$

$$Ar = \frac{0,0005^3 \cdot 1,02 \cdot 9,8 \cdot 1378}{(20,397 \cdot 10^{-6})^2} = 4138,965$$

Швидкість вільного виносу

$$\varphi_{вв} = \frac{\mu_{сп}}{\rho_{сп} \cdot d} \left(\frac{Ar}{18 + 0,375\sqrt{Ar}} \right) = \frac{20,397 \cdot 10^{-6}}{0,0005 \cdot 1,02} \left(\frac{4138,965}{18 + 0,375\sqrt{4138,965}} \right) = 3,92 \text{ м/с}$$

Робоча швидкість сушильного елемента вибирається в межах від φ_{nc} до $\varphi_{вв}$

Ця швидкість залежить від граничного числа псевдозрідження $K_{гр} = \varphi_{вв} \cdot \varphi_{nc} = 3 \cdot 0,648 = 3,56$. Робоче число псевдозрідження 1,5-3 за таблицями приймаємо 2,0 тоді робоча швидкість буде:

$$\omega = K_{гр} \cdot \omega_{nc} = 2,0 \cdot 1,1 = 2,2 \text{ м\c}$$

Площа підтримуючої решітки:

$$S = \frac{V}{\omega} = \frac{5,68}{2,2} = 2,6 \text{ м}^2$$

6.2. Конструктивний розрахунок.

Визначення вистої киплячого шару

Розрахую порожність псевдозрідженого шару:

$$\varepsilon = \left(\frac{18Re + 0,36Re^2}{Ar} \right)^{0,21} = \frac{18 \cdot 387,31 + 0,36 \cdot 387,31^2}{2118,99} = 28,77$$

$$Re = \frac{\omega \cdot d_{екв} \cdot \rho_{сп}}{\mu_{сп}} = \frac{2,2 \cdot 0,004 \cdot 1,029}{20,397 \cdot 10^{-6}} = 443,9$$

Критерій Ar: Ar=264870

$$\varepsilon = \left(\frac{18 \cdot 443,9 + 0,36(443,9)^2}{211,859} \right)^{0,21} = 0,81$$

Критерій Pr:

$Pr = \frac{\mu}{\rho \Phi D}$ - дифузійний критерій Прандтля

Коефіцієнт дифузії водяних парів в повітрі при середній температурі:

$$D = D_{20} \left(\frac{T_0 + t_{сп}}{T_0} \right)^{3/2}$$

Коефіцієнт дифузії водяних парів в повітрі при t=20C $D_{20} = 21,9 \cdot 10^{-6} \text{ м\c}$

$$D = 21,9 \cdot 10^{-6} \left(\frac{273 + 70,5}{273} \right)^{3/2} = 3,09 \cdot 10^{-5} \text{ м\c}$$

$$Pr = \frac{\mu}{\rho \Phi D} = \frac{20,397 \cdot 10^{-6}}{1,02 \cdot 3,09 \cdot 10^{-9}} = 0,647$$

Критерій Nu:

$$Nu = 0,4 \left(\frac{Re}{\varepsilon} \right)^{0,67} \cdot Pr^{0,33} = 0,4 \cdot \left(\frac{443,9}{0,81} \right)^{0,67} \cdot 0,647^{0,33} = 16,2$$

$$0,4 \cdot \left(\frac{387,31}{0,67}\right)^{0,67} \cdot 0,647^{0,33} = 31,5$$

$$\alpha = \frac{Nu \cdot \lambda}{d} = \frac{31,5 \cdot 0,035}{0,004} = 275,6 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$$

Де d- еквівалентний діаметр частинок; λ -теплопровідність повітря $\lambda=0,035$

Вт/(м·К)

Число одиниць переносу:

$$m_0 = \ln\left(\frac{t_1 - t_m}{t_2 - t_m}\right) = \ln\left(\frac{85 - 20}{55 - 20}\right) = 0,61$$

Визначаємо об'єм киплячого шару:

$$V_{\text{ш}} = \frac{L c_{\text{в}} m_0}{[\alpha \cdot S_n (1 - \varepsilon)]} = \frac{5,67 \cdot 1017 \cdot 0,61}{[141,7 \cdot 1500 \cdot (1 - 0,81)]} = 0,10 \text{ м}^3$$

Де питома поверхня $S_n = 6 / d = 6 / 0,002 = 3000 \text{ м}^{-1}$

Теплоємність $c=1017$ Дж/(кг К) Витрати повітря $L=5.67$ кг\с

Висота шару:

$$H_{\text{ш}} = \frac{v_{\text{ш}}}{s_p} = \frac{1}{2,56} = 0,39$$

Висоту беремо з урахуванням того, що висота шару H повинна бути приблизно в 4 рази більше висоти зони гідродинамічної стабілізації шару.

$$H_{\text{ш}} = 86 v_0 = 75 \cdot 5 = 400 \text{ мм}$$

Де $d_0=4$ мм

Розрахунок сепараційного простору

Висоту сепараційного простору приймаю в 4 рази більше висоти киплячого шару. $H_{\text{кип}}=400$, тоді $H_{\text{сп}}=4 \cdot 400 = 1600$ мм. $675 \cdot 4 = 2700$ мм

Загальна висота сепараційного простору над підтримуючою решіткою.

$$H_{\text{заг}} = H + H_{\text{сп}} = 400 + 1400 + 20000 \text{ мм. } 650 + 2700 = 3,375 \text{ мм}$$

Для найменших частинок швидкість вільного виносу $\omega_{\text{вв}} = 3 \text{ м/с}$

Дійсна швидкість повітря в сепараційному просторі:

$$\omega_{\text{сп}} = \frac{L+w}{\rho_{\text{по}} \cdot S_{\text{ре}}} = \frac{5,67+0,042}{1,02 \cdot 3,9} = 1,4 \text{ м/с}$$

Ця швидкість забезпечує осадження частинок $d = 0,0005 \text{ м}$

6.3. Гідравлічний розрахунок

Гідравлічний опір сушарки

Основну долю загального гідравлічного опору ΔP складають гідравлічний опір псевдозрідженого шару $\Delta P_{\text{ш}}$ і решітки $\Delta P_{\text{р}}$

$$\Delta P = \Delta P_{\text{ш}} + \Delta P_{\text{р}}$$

де $\Delta P_{\text{ш}}$ - опір псевдо зрідженого шару;

$$\Delta P_{\text{ш}} = \rho_{\text{к}}(1 - \epsilon)gH = 1378 \cdot (1 - 0,81) \cdot 9,81 \cdot 0,67 = 268,3$$

$\rho_{\text{к}}$ - густина казеїну

$$\rho_{\text{к}} = 1378 \text{ кг/м}^3$$

порожність псевдозрідженого шару – $\epsilon = 0,462$

$\Delta P_{\text{р}}$ -опір решітки, приймаєм рівним опору псевдо зрідженого шару.

$$\Delta P = 2181,83 + 2181,83 = 536 \text{ Па}$$

Розрахунок опору нагнітаючого повітропроводу.

Фіктивна швидкість повітря в трубопроводі:

$$\omega_{\text{ф}} = \frac{4V}{d^2 \Pi}$$

де: V -витрати повітря, $V = 2,56 \text{ м}^3/\text{с}$

d - діаметр трубопровода, де $d = 0,4 \text{ м}$

$$\omega_{\phi} = \frac{4 \cdot 2,56}{0,4 \pi} = 20,98 \text{ м/с}$$

Критерій Рейнольдса для потоку в трубопроводі:

$$Re = \frac{\omega d \rho}{\mu}$$

де: ρ - густина повітря при $t_{\text{сеп}} = 52,2\text{C}$

$$\rho = 1,048 \text{ кг/м}^3$$

μ - вязкість повітря при $t_{\text{сеп}} = 52,2\text{C}$, $\mu = 19,735 \cdot 10^{-6}$

$$Re = \frac{20,98 \cdot 0,4 \cdot 1,048}{19,735 \cdot 10^{-6}} = 433010,44$$

Приймаю, що труби сталеві в експлуатації. Тоді абсолютна шорсткість $\Delta = 0,15 \cdot 10^{-3} \text{ м}$

Відносна шороховатість трубопроводу;

$$\Delta = \frac{\Delta}{d} = \frac{0,00015}{0,4} = 0,000375$$

Формули для розрахунку коефіцієнту тертя λ залежить від режиму руху шороховатості трубопроводу. Так як в турбулентному потоці розрізняють три зони, тоді $10^{\frac{1}{\Delta}} = 26666,6$; $560^{\frac{1}{\Delta}} = 1493333,3$

Таким чином, розрахунок λ потрібно проводити для зони змішаного тертя за формулою:

$$\lambda = 0,1 \left(\Delta + \frac{68}{Re} \right)^{0,25} = 0,11 \left(3,75 \cdot 10^{-4} + \frac{68}{347297,69} \right)^{0,25} = 0,017$$

Визначаємо коефіцієнти місцевих опорів:

- 1) Вхід в трубу : $\zeta_1 = 0,2$
- 2) Шибер: для $d = 0,4\text{м}$; $\zeta_2 = 0,15$
- 3) Коліно $\zeta_3 = 1,1$
- 4) Раптове розширення: $\zeta_4 = 0,16$

5) Вихід з труби: $\xi_{5=1}$

Сума коефіцієнтів місцевих опорів:

$$\Sigma \xi = \xi_1 + \xi_2 + \xi_3 + \xi_4 + \xi_5 = 0,2 + 0,15 + 3 \cdot 1,1 + 0,16 \cdot 2 + 1 = 4,97$$

Гідрравлічний опір повітропроводу

$$\Delta P_H = \left(\lambda \frac{1}{d} + \Sigma \xi \right) \frac{\rho \cdot \omega^2}{2} = \left(0,0017 \frac{20}{0,4} + 4,97 \right) \frac{1,048 \cdot 16,35^2}{2} = 815,248 \text{ Па}$$

6.4. Енергетичний розрахунок

Розрахунок і вибір калорифера

Вихідні дані:

Температура повітря, яке знаходиться в калорифері t_0, C°	20
Температура повітря, після калорифера $t_1 C^\circ$	85
Кількість повітря, що нагрівається $L, \text{кг/год}$	7380
Теплоносій-водяна пара $P, \text{кг/см}^2$	6
Температура теплоносія t_t, C°	158

$$Q = LC_{\text{пов}}(t - t_0)$$

де, $C_{\text{пов}}$ - теплоємність повітря при $t_{\text{сеп}} = 52,5 C^\circ$, $C_{\text{пов}} = 1,017 \text{ кДж/ (кг К)}$

$$Q = 7380 \cdot 1,017(85 - 20) = 487854,9 \text{ кДж/год}$$

Поверхня нагріву калорифера

$$F = \frac{Q}{3,6 \cdot K \cdot \Delta t_{\text{сеп}}}$$

де, K - коефіцієнт теплопередачі. За рекомендацією приймаю масову швидкість повітря в живому перерізі калорифера 7-12 $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с}^2)$ а саме $V_k = 8 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с}^2)$

При цій швидкості для калорифера КФС коефіцієнт теплопередачі

$$K = 30,1 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$$

$$F = \frac{Q}{3,6 \cdot K \cdot \Delta t_{сер}} = \frac{487854,9}{3,6 \cdot 30,1 \cdot 102,18} = 44,06 \text{ м}^2$$

Живий переріз в калорифері для приходу повітря:

$$f = \frac{LJ}{3600Vk}$$

де, J - середня об'ємна вага повітря при $t = 20 \text{ C}^\circ$, $J = 1,2 \text{ кг/м}^3$

$$f = \frac{7380 \cdot 1,2}{3600Vk} = 0,3 \text{ м}$$

За довідником приймаю калорифер КФС з живим перерізом $f = 0,244 \text{ м}^2$, поверхню теплопередачі $F_k = 20,9 \text{ м}^2$. Тоді необхідна кількість калориферів буде:

$$Y = \frac{F}{F_k} = \frac{44,06}{20,9} = 2,1$$

Приймаю з деяким запасом $y=3$, тоді сумарна поверхня нагріву трьох калориферів буде:

$$F_e = F_k \cdot y = 20,9 \cdot 3 = 62,7 \text{ м}^2$$

Фактична вагова швидкість

$$V_x = \frac{LJ}{3600f} = \frac{7380 \cdot 1,2}{3600 \cdot 0,244} = 10,08 \text{ кг/м}^2$$

6.5. Розрахунок і вибір вентиляторів

Потужність електродвигуна нагнітаючого вентилятора:

$$N = V \cdot \Delta P$$

де, ΔP – надлишковий тиск, який повинен забезпечити вентилятор для переборення гідравлічного опору апарата і трубопроводу:

$$\Delta P = \Delta P + \Delta P_n = 4363,66 + 815,248 = 5178,9 \text{ Па}$$

$$N = 2,054 \cdot 5178,9 = 10637,460 \text{ Вт}$$

По каталогу вибираю відцентровий вентилятор ВВД-9 забезпечуючий подачу розрахунковій кількості повітря в агрегат при швидкості обертання робочого колеса 1450 об/хв.

Для підвищення надійності і зручності експлуатації вал вентилятора з'єднують пружиною пальцевою муфтою з електродвигуном 4А132 М4У3 потужністю 11 кВт, змонтованим на одній рамі. Зазор між напівмуфтами 2-3 мм, максимальна не співвносність 0,1ммб перекоc 0,1мм.

Потужність електродвигуна відсмоктувачого вентилятора:

$$N = p \cdot g \cdot V \cdot H = 1,041 \cdot 9,8 \cdot 5,67 \cdot 112,87 = 2365,1 \text{ Вт}$$

В якості витяжного вентилятора в проекті закладений вентилятор ЦП7-4N6 з електродвигуном 4А100S4У3 потужністю 3 кВт.

Робочі колеса вказаних вентиляторів осаджені безпосередньо на вали електродвигунів, що суттєво спрощує експлуатацію, установку і підвищує надійність.

Підпір циклона

Швидкість повітря в циклоні:

$$V = \sqrt{\frac{2\Delta p}{\xi P}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 700}{60 \cdot 1,048}} = 4,71 \text{ м/с}$$

де, $\xi = 60$ - коефіцієнт опору циклону типу НЦ-24

$\Delta P = 700$ Па - гідравлічний опір циклона

Діаметр циклона

$$D = \sqrt{\frac{L}{0,785 V P}} = \sqrt{\frac{2,05}{0,785 \cdot 4,71 \cdot 1,048}} = 0,727 \text{ м}$$

Приймаємо циклон діаметром 800 мм з наступними розмірами:

Діаметр вихідної труби	0,6D	0,48 мм
Ширина вихідного патрубка	0,26D	0,208 мм
Висота вихідного патрубка	0,66D	0,528 мм
Висота циліндричної частини	2,26D	1,808 мм
Висота конічної частини	2,0D	1,6 мм
Загальна висота циклона	4,56D	3,648 мм

7. Технологічний маршрут виготовлення деталі

Розроблення робочого креслення вибраної деталі

Робоче креслення виконується згідно всіх норм та стандартів і показуються необхідні розміри, шорсткості, допуски та посадки.

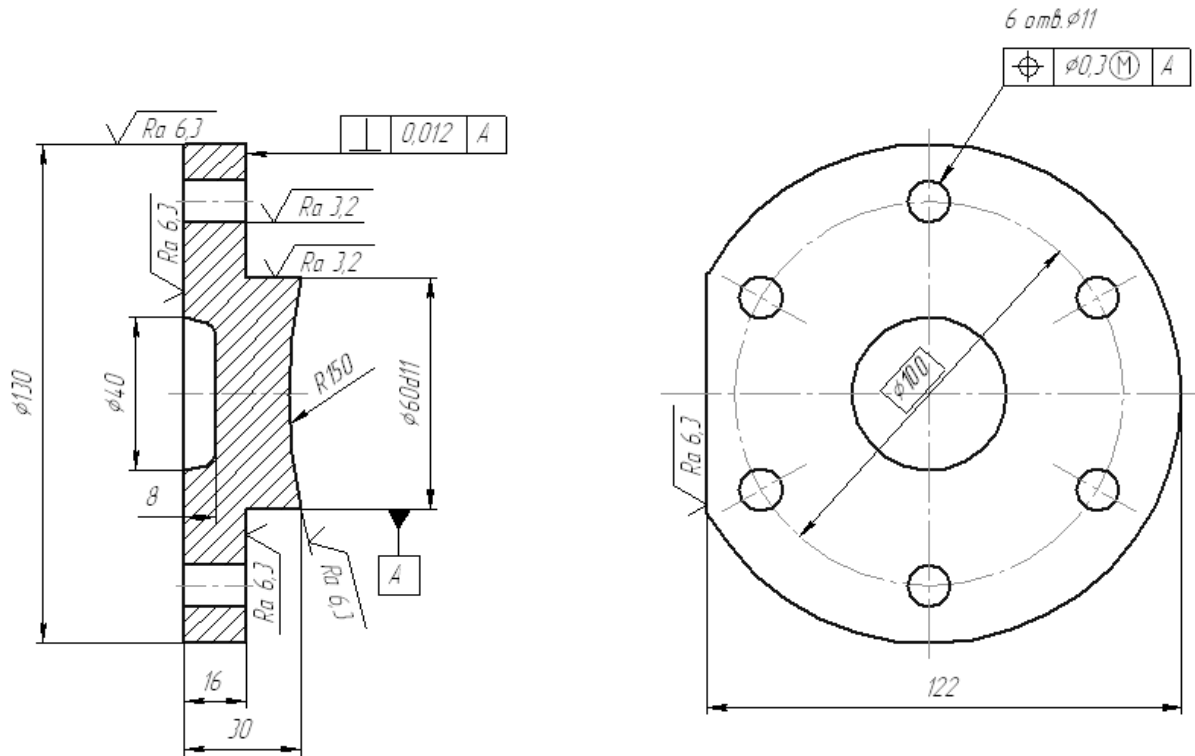


Рис. 7.1. Робоче креслення кришки

Розроблення технологічного процесу виготовлення деталі.

Вибір заготовки

Так як кришка виготовлена з корозієстійкої нержавіючої сталі 08X17T, то заготовку найдоцільніше отримувати об'ємним штампуванням на горизонтально-кувальній машині. Такий тип заготовки являється різновидом кування і використовується для отримання дрібних та середніх заготовок, як у даному випадку, при цьому забезпечується значно вища точність та продуктивність. Висока точність доцільна по причині, що деякі поверхні деталі оброблятися не будуть.

Перед подачею в механічний цех поковки попередньо обробляються.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Яровий В. Л.	Вид документа		Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Зозуля К. Р.	Технологічний маршрут виготовлення деталі		200374.КР.12.000 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В.			Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/16

Для усунення окалини поверхні заготовок очищають у пікоструйних установках.

Розміри заготовки взято шляхом розрахунку припусків, які наведено у розрахунках нижче. Ескіз заготовки з контурами вписаної в неї деталі наведено на рис. 7.2.

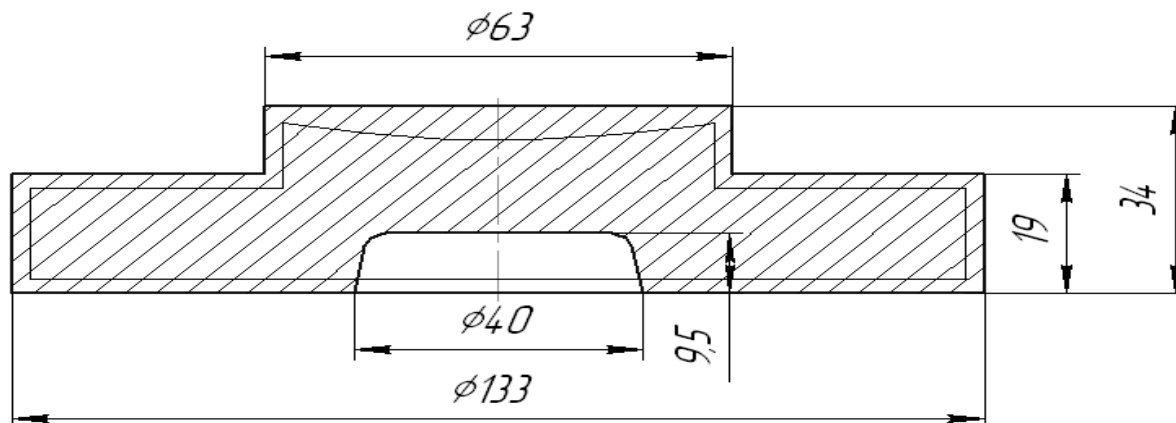


Рис. 7.2. Креслення заготовки

Вибір необхідного обладнання та інструментів

Основними положеннями технології машинобудування для деталей середньої точності та якості, якою є кришка, встановлено такі види обробки: чорнова та чистова. При чорновій обробці знімають максимальну кількість металу, залишаючи лише припуск на чистову обробку.

Для токарних операцій обираємо універсальний токарно-гвинтовий верстат 16К20, який призначений для виконання різноманітних токарних операцій. Завдяки своїй бистрохідності (до 1600 об/хв) та потужності (до 10 кВт) верстат дає можливість виконувати широкий спектр робіт. Деталь затискається у 3-кулачковий патрон. Під час точіння поверхні застосовуємо різець прохідний правий, $\phi = 90^\circ$, Т15К6 (ГОСТ 18878–73).

Для фрезерних операцій вибираємо горизонтально-фрезерний верстат 6Н80Г та вертикально-фрезерний верстат 6М12П, що дає можливість виконувати значну різноманітність операцій. Закріплюється деталь у відповідних розроблених спец. пристроях.

Для свердлильної операції обираємо свердлильний верстат 2А592. Деталь затискається у спеціально розробленому кондукторі.

При шліфуванні деталь затискається у спец. пристрої, аналогічному фрезерній операції. Обробка проходить на круглошліфувальному верстаті 3А110, при цьому обертатися буде лише шліфувальний круг.

В якості вимірювального інструменту для всіх операцій користуємося штангенциркулем ШЦ-1-160-0,05 (ГОСТ 166–90). Для розміточних робіт користуємося набором розміточних інструментів та молотком.

Технологічний процес виготовлення кришки

Номер операції, переход у	Назва операції, переходу	Технологічне обладнання, пристрої, інструмент оброблювальний, контрольний
10 10.1	Заготівельна Відштампувати заготовку зі сталі 08Х17Т	Горизонтально-кувальна машина
20 20.1 20.2	Токарна УЗЗ Точити торець в розмір 32 Точити поверхню Ø130	Токарно-гвинторізний 16К20 3-кулачковий патрон Різець прохідний правий, $\varphi = 90^\circ$, Т15К6
30 30.1 30.2 30.3	Токарна УЗЗ Точити торець в розмір 16 Точити поверхню Ø60d11 начорно Точити поверхню Ø60d11 начисто	Токарно-гвинторізний 16К20 3-кулачковий патрон Різець прохідний правий, $\varphi = 90^\circ$, Т15К6
40 40.1	Фрезерна УЗЗ Фрезерувати лиску в розмір 122	Горизонтально-фрезерний 6Н80Г Спец.пристрій Фреза циліндрична Ø100, Р6М5
50 50.1	Фрезерна УЗЗ Фрезерувати скруглення R150	Вертикально-фрезерний 6М12П Спец. пристрій Фреза циліндрична Ø300, Т15К6
60 60.1	Свердлильна УЗЗ Свердлити 6 отворів Ø11	Свердлильний 2А592 Кондуктор Свердло Ø11, Р6М5

Розрахунок припусків

Розрахунок загального припуску литої заготовки проведемо по найточнішому розміру $\varnothing 60d11$.

Припуск на чистове точіння:

$$2Z_{2\min} = 2 \left(R_{z1} + D_1 + \sqrt{T_{\text{пр}1}^2 + \varepsilon_{y2}^2} \right);$$

де R_{z1} , D_1 , $T_{\text{пр}1}$ – відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарна просторова похибка при чорновому точінні;

ε_{y2} – похибка установлення при чистовому точінні.

Вибираємо $R_{z1} = 25$ мкм, $D_1 = 25$ мкм.

При установленні деталі в патрон $T_{\text{пр}1} = 100$ мкм і $\varepsilon_{y2} = 100$ мкм.

Тоді маємо

$$2Z_{2\min} = 2 \left(25 + 25 + \sqrt{100^2 + 100^2} \right) = 383 \text{ мкм};$$

$$2Z_{2\max} = 2Z_{2\min} + T_1 - T_2,$$

де T_2 – допуск розміру при чистовому точінні, $T_2 = IT11 = 190$ мкм;

T_1 – допуск розміру при чорновому точінні, $T_1 = IT14 = 740$ мкм.

$$2Z_{2\max} = 383 + 740 - 190 = 933 \text{ мкм};$$

$$2Z_{2\text{ном}} = \frac{2Z_{2\max} + 2Z_{2\min}}{2} = \frac{933 + 383}{2} = 658 \text{ мкм}$$

Припуск на чорнове точіння:

$$2Z_{1\min} = 2 \left(R_{z0} + D_0 + \sqrt{T_{\text{пр}0}^2 + \varepsilon_{y1}^2} \right);$$

де R_{z0} , D_0 , $T_{\text{пр}0}$ – відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарна просторова похибка поковки;

ε_{y1} – похибка установлення при чорновому точінні.

При масі штампованої поковки менше 2,5 кг:

$R_{z0} = 160$ мкм, $D_0 = 200$ мкм.

Просторову похибку для деталі масою до 2,5 кг маємо: $T_{\text{пр}0} = 800$ мкм.

При установленні деталі в патрон: $\varepsilon_{y1} = 100$ мкм.

$$2Z_{1min} = 2(360 + \sqrt{800^2 + 100^2}) = 2332 \text{ мкм.}$$

Тоді загальний припуск:

$$2Z_{сум} = \sum 2Zi_{ном} = 658 + 2332 = 2990 \text{ мкм.}$$

Приймаємо $2Z_{сум} = 3 \text{ мм.}$

Маса деталі:

$$M_{дет} = V_{д} \cdot \rho = 0,000224183 \cdot 7800 = 1,75 \text{ кг.}$$

Маса заготовки:

$$M_{заг} = V_{з} \cdot \rho = 0,000289287 \cdot 7800 = 2,23 \text{ кг.}$$

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_M = \frac{M_{дет}}{M_{заг}} = \frac{1,75}{2,23} = 0,8$$

Такий високий коефіцієнт використання матеріалу показує, що тип заготовки та види механічної обробки вибрано правильно.

8.4.5 Розрахунок режимів різання

Токарна операція 20

Перехід 20.1. Точити торець в розмір 32.

Глибина різання в даному випадку становить:

$t=2 \text{ мм.}$

Вибираємо подачу. Для різців перетином стержня 16x25 при обробленні заготовки зі сталі діаметром більше 100 мм при глибині різання до 3 мм рекомендуються подачі 0,8-1,3 мм/об.

Приймаємо згідно паспортних даних верстата $s = 1,0 \text{ мм/об.}$

Вибираємо залежність для визначення швидкості різання:

$$V = \frac{C_v}{T^{m_t} t^{x_s} S^y} = \frac{120}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,45}}$$

Приймаємо стійкість різця $T = 60 \text{ с.}$

Тоді маємо:

$$V = \frac{120}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 1,0^{0,45}} = 49,9 \text{ м/хв} =_{\text{с}}$$

Необхідна частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi d_s} = \frac{1000 \cdot 49,9}{3,14 \cdot 133} = 119,5 \text{ об/хв} =_{\text{с}}$$

Приймаємо $n_B = 100$ об/хв.

Тоді дійсна швидкість різання буде дорівнювати:

$$V_A = \frac{\pi d_s n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 133 \cdot 100}{1000} = 41,8 \text{ м/хв} =_{\text{с}}$$

Основний час на виконання переходу:

$$t_{01} = \frac{L}{S \cdot n_B}$$

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3$$

l – довжина оброблення безпосередньо на деталі, $l = 46,5$ мм;

l_1 – добавка довжини на підвід інструменту до початку різання з механічною подачею, $l_1 = 2$ мм;

l_2 – величина врізання інструменту, $l_2 = 2$ мм;

l_3 – величина перебігу різця, $l_3 = 2$ мм.

$$L = 46,5 + 2 + 2 + 2 = 52,5 \text{ мм.}$$

$$t_{01} = \frac{52,5}{1 \cdot 100} = 0,53 \text{ хв} =_{\text{с}}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{д1} = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n ;$$

t_1 – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця на розмір при автоматичній подачі, $t_1 = 0,05$ с;

t_2 – допоміжний час на заміну частоти обертів шпинделя або подачі, так як заміна не проводиться, то $t_2 = 0$;

t_3 – допоміжний час на інші дії під час виконання переходу, оскільки потреби в заміні інструменту та інших діях немає, то $t_3 = 0$.

$$t_{д1} = 0,05 \text{ с.}$$

Перехід 20.2. Точити поверхню $\varnothing 130$.

Глибина різання в даному випадку становить:

$$t = \frac{133 - 130}{2} = 1,5 \text{ мм}$$

Вибираємо подачу. Рекомендуються подачі 0,8-1,3 мм/об.

Приймаємо $s = 1,0$ мм/об.

Вибираємо залежність для визначення швидкості різання:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} = \frac{120}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,45}} = \frac{120}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 1,0^{0,45}} = 49,9 \text{ м/с}$$

Необхідна частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi d_s} = \frac{1000 \cdot 49,9}{3,14 \cdot 133} = 119,5 \text{ об/с}$$

Приймаємо $n_B = 100$ об/хв.

Тоді дійсна швидкість різання буде дорівнювати:

$$V_A = \frac{\pi d_s n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 133 \cdot 100}{1000} = 41,8 \text{ м/с}$$

Довжина обробки

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3;$$

$l = 17,5$ мм; $l_1 = 2$ мм; $l_2 = 0$; $l_3 = 0$.

$$L = 17,5 + 2 = 19,5 \text{ мм;}$$

$$t_{02} = \frac{19,5}{1,0 \cdot 100} = 0,2 \text{ с}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{д2} = 0,05 \text{ с.}$$

Основний час на виконання операції під час виготовлення однієї деталі:

$$T_0 = \sum t_{oi} = 0,53 + 0,2 = 0,73 \text{ с.}$$

Допоміжний час на виконання операції:

$$T_d = t_y + \sum t_{di}.$$

t_y – допоміжний час на установлення, кріплення і зняття деталі, при закріпленні у 3-кулачковому патроні $t_y = 0,26 \text{ с.}$

Тоді

$$T_d = 0,26 + 0,05 + 0,05 = 0,36 \text{ с.}$$

Операційний час становить:

$$T_{оп} = T_0 + T_d = 0,73 + 0,36 = 1,09 \text{ с.}$$

Токарна операція 30

Перехід 30.1. Точити торець в розмір 16.

Глибина різання в даному випадку

$$t = 1,5 \text{ мм.}$$

Вибираємо подачу. Рекомендуються подачі 0,8-1,3 мм/об.

Приймаємо $s = 1,0 \text{ мм/об.}$

Вибираємо залежність для визначення швидкості різання:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} = \frac{120}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,45}} = \frac{120}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 1,0^{0,45}} = 49,9 \text{ м/с}$$

Необхідна частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi d_s} = \frac{1000 \cdot 49,9}{3,14 \cdot 130} = 122,2 \text{ об/с}$$

Приймаємо $n_B = 100 \text{ об/хв.}$

Тоді дійсна швидкість різання буде дорівнювати:

$$V_d = \frac{\pi d_s n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 130 \cdot 100}{1000} = 41 \text{ м/с}$$

Довжина обробки

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3;$$

$$l = 33,5 \text{ мм; } l_1 = 2 \text{ мм; } l_2 = 2 \text{ мм; } l_3 = 0.$$

$$L = 33,5 + 2 + 2 = 37,5 \text{ мм};$$

$$t_{01} = \frac{37,5}{1,0 \cdot 100} = 0,4 \text{ с}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{д1} = 0,05 \text{ с.}$$

Перехід 30.2. Точити поверхню Ø60d11 начорно.

Глибина різання в даному випадку становить:

$$t = 1,15 \text{ мм.}$$

Вибираємо подачу. Рекомендуються подачі 0,5-0,9 мм/об.

Приймаємо $s = 0,8$ мм/об.

Швидкість різання

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} = \frac{120}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,45}} = \frac{120}{60^{0,2} \cdot 1,15^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} = 57,7 \text{ м/с}$$

Необхідна частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi d_s} = \frac{1000 \cdot 57,7}{3,14 \cdot 63} = 292 \text{ об/с}$$

Приймаємо $n_B = 250$ об/с.

Тоді дійсна швидкість різання буде дорівнювати

$$V_d = \frac{\pi d_s n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 63 \cdot 250}{1000} = 49,5 \text{ м/с}$$

Довжина обробки

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3;$$

$$l = 14 \text{ мм}; l_1 = 2 \text{ мм}; l_2 = 0; l_3 = 0.$$

$$L = 14 + 2 = 16 \text{ мм};$$

$$t_{02} = \frac{16}{0,8 \cdot 250} = 0,08 \text{ с}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{д2} = 0,05 + 0,1 = 0,15 \text{ с.}$$

Перехід 30.3. Точити поверхню $\varnothing 60d11$ начисто.

Глибина різання в даному випадку становить:

$$t = 0,35 \text{ мм.}$$

Вибираємо подачу. Рекомендуються подачі 0,2-0,27 мм/об.

Приймаємо $s = 0,25$ мм/об.

Вибираємо залежність для визначення швидкості різання:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} = \frac{220}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,2}} = \frac{220}{60^{0,2} \cdot 0,35^{0,15} \cdot 0,25^{0,2}} = 150 \text{ м/с}$$

Необхідна частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi d_s} = \frac{1000 \cdot 150}{3,14 \cdot 60,7} = 787 \text{ об/с}$$

Приймаємо $n_B = 630$ об/с.

Тоді дійсна швидкість різання буде дорівнювати:

$$V_d = \frac{\pi d_s n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 60,7 \cdot 630}{1000} = 120,1 \text{ мм/с}$$

Довжина обробки

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3;$$

$l = 14$ мм; $l_1 = 2$ мм; $l_2 = 0$; $l_3 = 0$.

$$L = 14 + 2 = 16 \text{ мм;}$$

$$t_{03} = \frac{16}{0,25 \cdot 630} = 0,1 \text{ с}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{дз} = 0,05 + 0,1 = 0,15 \text{ с.}$$

Основний час на виконання операції під час виготовлення однієї деталі:

$$T_O = \sum t_{oi} = 0,4 + 0,08 + 0,1 = 0,58 \text{ с.}$$

Допоміжний час на виконання операції:

$$T_D = t_y + \sum t_{di};$$

t_y – допоміжний час на установлення, кріплення і зняття деталі, при закріпленні у 3-кулачковому патроні $t_y = 0,26$ хв.

Тоді

$$T_D = 0,26 + 0,05 + 0,15 + 0,15 = 0,61 \text{ с.}$$

Операційний час:

$$T_{оп} = T_O + T_D = 0,58 + 0,61 = 1,19 \text{ с.}$$

Фрезерна операція 40

Перехід 40.1. Фрезерувати лиску в розмір 122.

Глибина фрезерування

$$t = 8 \text{ мм}$$

При фрезеруванні сталі циліндричною суцільнометалевою фрезою з швидкорізальної сталі при ширині $B = 16$ мм рекомендуються подачі на зуб фрези 0,06-0,08 мм/зуб

Приймаємо подачу $s_z = 0,06$ мм/зуб.

Для визначення швидкості різання для циліндричних фрез при фрезеруванні сталей і подачі менше 0,1 мм/зуб вибираємо залежність

$$V = \frac{62,5D_{\phi}^{0,45}}{T^{0,33}t^{0,3}s_z^{0,2}B^{0,1}Z^{0,1}}$$

Період стійкості фрези $T = 120$ с

Тоді

$$V = \frac{62,5 \cdot 100^{0,45}}{120^{0,33} \cdot 8^{0,3} \cdot 0,06^{0,2} \cdot 16^{0,1} \cdot 20^{0,1}} = 51,2 \text{ м/с}$$

Необхідна частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi D_{\phi}} = \frac{1000 \cdot 51,2}{3,14 \cdot 100} = 163,1 \text{ об/с}$$

Приймаємо $n_B = 160$ об/с.

Тоді дійсна швидкість різання буде дорівнювати

$$V_A = \frac{\pi D_{\phi} n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 160}{1000} = 50,2 \text{ м/хв} = \text{с}$$

Визначаємо хвилинну подачу

$$S_{\text{хв}} = S_{\text{об}} \cdot n_{\text{в}} = S_{\text{z}} \cdot z \cdot n_{\text{в}} = 0,06 \cdot 20 \cdot 160 = 192 \text{ мм/хв}$$

Приймаємо хвилинну подачу $S_{\text{хв}} = 170 \text{ мм/хв}$.

Основний час на виконання операції

$$T_0 = \frac{L}{S_{\text{хв}}}$$

$$L = l + l_1 + l_2$$

l – довжина оброблюваної поверхні, $l = 63 \text{ мм}$;

l_1 – добавка на перехід інструменту з робочою подачею до моменту різання, $l_1 = 3 \text{ мм}$;

l_2 – додаток на врізання і перебіг фрези, $l_2 = 30$.

$$L = 63 + 3 + 30 = 96 \text{ мм}$$

$$T_{01} = \frac{96}{170} = 0,6 \text{ с}$$

Допоміжний час, пов'язаний з переходом, $t_{\text{д1}} = 0,32 \text{ с}$.

Допоміжний час на виконання операції

$$T_{\text{д}} = t_{\text{y}} + t_{\text{д}}$$

Допоміжний час на установлення і зняття деталі

$$t_{\text{y}} = t_{\text{y1}} + t_{\text{y2}}$$

t_{y1} – допоміжний час безпосередньо на установлення і зняття деталі $t_{\text{y1}} = 0,30 \text{ хв.}$; t_{y2} – допоміжний час на очищення місця установлення від стружки, $t_{\text{y2}} = 0,1 \text{ с}$.

$$t_{\text{y}} = 0,3 + 0,1 = 0,4 \text{ с}$$

Допоміжний час на виконання операції

$$T_{\text{д}} = t_{\text{y}} + t_{\text{д}} = 0,4 + 0,32 = 0,72 \text{ с}$$

Операційний час

$$T_{\text{оп}} = T_0 + T_{\text{д}} = 0,6 + 0,72 = 1,32 \text{ с}$$

Фрезерна операція 50

Перехід 50.1. Фрезерувати скруглення R150.

Глибина фрезерування

$$t = 1,7 \text{ мм}$$

При фрезеруванні сталі циліндричною фрезою з пластинами із твердого сплаву при ширині $B = 60$ мм рекомендуються подачі на зуб фрези $0,04-0,09$ мм/зуб

Приймаємо подачу $s_z = 0,05$ мм/зуб.

Для визначення швидкості різання для циліндричних фрез зі вставними пластинами з твердого сплаву при фрезеруванні сталей і глибині менше 2 мм вибираємо залежність

$$V = \frac{70,8D_{\phi}^{0,17}}{T^{0,33}t^{0,19}s_z^{0,28}B^{0,08}Z^{0,1}}$$

Період стійкості фрези $T = 180$ хв.

Тоді

$$V = \frac{70,8 \cdot 300^{0,17}}{180^{0,33} \cdot 1,7^{0,19} \cdot 0,05^{0,28} \cdot 60^{0,08} \cdot 18^{0,1}} = 38,2 \text{ м/с}$$

Необхідна частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi D_{\phi}} = \frac{1000 \cdot 38,2}{3,14 \cdot 300} = 40,6 \text{ об/с}$$

Приймаємо $n_B = 40$ об/с.

Тоді дійсна швидкість різання буде дорівнювати

$$V_d = \frac{\pi D_{\phi} n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 300 \cdot 40}{1000} = 37,7 \text{ м/с}$$

Визначаємо хвилинну подачу

$$S_{XB} = S_{об} \cdot n_B = S_z \cdot z \cdot n_B = 0,05 \cdot 18 \cdot 40 = 36 \text{ мм/с}$$

Приймаємо хвилинну подачу $S_{XB} = 40$ мм/с.

Основний час на виконання операції

$$t_0 = \frac{L}{S_{XB}}$$

$$L = l + l_1 + l_2$$

l – довжина оброблюваної поверхні, $l = 1,7$ мм;

l_1 – добавка на перехід інструменту з робочою подачею до моменту різання, $l_1 = 3$ мм;

l_2 – додаток на врізання і перебіг фрези, $l_2 = 0$.

$$L = 1,7 + 3 = 4,7 \text{ мм}$$

$$t_{01} = \frac{4,7}{40} = 0,12 \text{ хв}$$

Допоміжний час, пов'язаний з переходом, $t_{д1} = 0,32$ с.

Основний час на виконання операції

$$T_0 = t_{01} = 0,12 \text{ с}$$

Допоміжний час на виконання операції

$$T_д = t_y + t_д$$

Допоміжний час на установлення і зняття деталі

$$t_y = t_{y1} + t_{y2}$$

t_{y1} – допоміжний час безпосередньо на установлення і зняття деталі $t_{y1} = 0,30$ хв.; t_{y2} – допоміжний час на очищення місця установлення від стружки, $t_{y2} = 0,1$ с.

$$t_y = 0,3 + 0,1 = 0,4 \text{ с}$$

Допоміжний час на виконання операції

$$T_д = t_y + t_д = 0,4 + 0,32 = 0,72 \text{ с}$$

Операційний час

$$T_{оп} = T_0 + T_д = 0,12 + 0,72 = 0,84 \text{ с}$$

Свердлильна операція 60

Перехід 60.1. Свердлити 6 отворів $\varnothing 11$.

Припуск на оброблення під час свердління становить половину діаметра свердла $d_{св}$, тобто

$$t = \frac{d_{\text{св}}}{2} = \frac{11}{2} = 5,5 \text{ мм}$$

Вибираємо подачу. Для сталі при свердленні отворів Ø11 рекомендуються подачі 0,13-0,15 мм/об.

Приймаємо згідно паспортних даних $s = 0,14$ мм/об.

Для визначення швидкості різання вибираємо залежність:

$$V = \frac{5d_{\text{св}}^{0,4}}{T^{0,2}S^{0,7}}$$

Беремо стійкість свердла $T = 45$ с.

$$V = \frac{5 \cdot 11^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,14^{0,7}} = 42,8 \text{ м/с}$$

Необхідна частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi d_{\text{св}}} = \frac{1000 \cdot 42,8}{3,14 \cdot 11} = 1239 \text{ об/с}$$

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

Тоді дійсна швидкість різання буде дорівнювати

$$V_{\text{д}} = \frac{\pi d_{\text{св}} n_{\text{в}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 11 \cdot 1000}{1000} = 34,5 \text{ м/с}$$

Основний час на виконання переходу:

$$t_{01} = \frac{L}{S \cdot n_{\text{в}}};$$

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3;$$

l – глибина свердлення, $l = 16$ мм;

l_1 – величина на підведення свердла, $l_1 = 2$ мм;

$l_2 + l_3$ – додаток на врізання і перебіг свердла, $l_2 + l_3 = 7$ мм.

$$L = 16 + 2 + 7 = 25 \text{ мм.}$$

$$t_0 = \frac{25}{0,14 \cdot 1000} = 0,2 \text{ с}$$

Допоміжний час на перехід: $t_{\Delta} = 0,06$ с.

Основний час на виконання операції під час виготовлення однієї деталі:

$$T_O = 6 \cdot t_0 = 6 \cdot 0,2 = 1,2 \text{ с.}$$

Допоміжний час на виконання операції:

$$T_D = t_y + 6t_{\Delta}.$$

t_y – допоміжний час на установлення, кріплення і зняття деталі,
 $t_y = 0,28$ хв.

$$T_D = 0,28 + 6 \cdot 0,06 = 0,64 \text{ с.}$$

Операційний час:

$$T_{оп} = T_O + T_D = 1,2 + 0,64 = 1,84 \text{ с.}$$

4.4.6 Розробка необхідного технологічного обладнання для свердління отворів

Для свердління отворів кришки підшипника у свердлильному верстаті 2А592 був розроблений спеціальний пристрій – кондуктор. Використання кондуктора забезпечує точність виготовлення отворів, зменшення допоміжного часу, виключається розмітка, полегшуються умови праці робітників і знижуються умови до їх кваліфікації.

8. Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту

Підготовка до монтажу:

- * Сушарка призначена для експлуатації в закритих приміщеннях, що відносяться за протипожежним нормам до категорії « В», «С», і «Д», а за правилами устрою електричних установок до класів П- Па;
- * Перед початком монтажу перевірити фундамент на відповідність розмірів габаритам опорних частин сушарки;
- * Фундамент повинен бути виконаний на повну проектну відмітку і здаватися під монтаж з вирівняною і вивіреної поверхнею.
- * Монтажна площадка повинна бути обладнана необхідними вантажопідійомними і транспортерними механізмами.
- * Розвантаження і транспортування виробу повинні проводитись способами, що виключають пошкодження виробу. Стропування робити відповідно схем стропування
- * Монтаж електрообладнання і систем автоматики і управління повинен відповідати чинним правилам пристрою монтажу електротехнічних установок
- * Безпосередньо перед монтажем призвести:
 - Розпакування та розконсервацію виробів;
 - Перевірку комплектності поставки;
 - Огляд з метою виявлення пошкоджень, які могли виникнути при

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Яровий В. Л.	<i>Вид документа</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зозуля К. Р.	<i>Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту</i>	200374.КР.12.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/5

транспортуванні;

- Перевірку міцності затягування відповідальних болтових з'єднань.

Монтаж:

* монтаж сушарки виробляти поставними блоками (див. Додаток) відповідно до вимог креслень - справжнього паспорта.

* На підготовлений фундамент жорстко закріпити, попередньо вивіривши в горизонтальній площині, приводну станцію, привід транспортерної стрічки і привід шнека.

* На підготовленому фундаменті здійснюється складання підкладок: встановити підкладки строго за рівнем і жорстко закріпити.

* На ролики встановити послідовно секції від 1 до 11, проклавши по периметру з'єднань азбестовий шнур і забезпечивши достатню натяжку болтових з'єднань.

* У підкладки укласти ролики.

* Монтаж транспортерної стрічки:

- Зняти торцеву стінку приводної станції;

- Перевірити по струні напрямні косинці;

- Зібрати транспортерну стрічку;

- Включити привід транспортерної стрічки на малих обертах і втягнути на косинці, з'єднавши її кінці.

* У вивірені і жорстко закріплені підкладки укласти ролики і на них встановити натяжну станцію, попередньо вивіривши в горизонтальній

площині (натяжна вал повинен бути розташований по осі, паралельної приводного валу).

* Відрегулювати натяг транспортерної стрічки.

* Живильник холодного формування встановити по центру отвору натяжної станції, вивірити і жорстко закріпити на фундаменті.

* Змонтувати витяжні вентилятори. Змонтувати лінію воздуховоду для відсмоктування відпрацьованих газів.

* Монтаж топки з вентилятором:

- На підготовлений фундамент встановити і жорстко закріпити топку і вентилятор з приводом;

- Змонтувати лінію повітроводів і газопроводу;

- Футеровку всередині топки виконати силами і засобами замовника.

* Теплоізоляція сушарки проводиться силами і засобами замовника на місці монтажу згідно вимог креслень.

* Провести заземлення вузлів з електрообладнанням згідно з правилами улаштування електроустановок.

* Виконати до машини наступні підводи:

- Живлення силових ланцюгів від трифазної чотирьохпровідної мережі напругою 380В 50 ГЦ;

- Харчування ланцюгів управління проводиться напругою 220В, частотою 50 ГЦ.

- * Для запобігання запилення цеху експлуатувати сушарку під невеликим дозволом (1... 2 мм вод. Ст.) Тобто продуктивність вентилятора на лінії відсмоктування повітря з сушарки повинна бути більше продуктивності вентилятора на нагнітаючої лінії.
- * Провести наладку та випробування систем автоматики та управління відповідно до схем.
- * Встановити безпосередньо на сушарці терморпари, сигнальну сирену.
- * З'єднати виходи приладів, встановлених на сушарці з відповідними їм приладами на щитах управління.
- * Живити щит станцій управління від джерела струму.
- * Живити щити управління від щита станції управління.
- * Налагодження та випробування системи автоматично проводиться спеціалізований пусконаладжувальної організацією.
- * Змонтоване виріб піддати контрольному огляду.

Підготовка сушарки до роботи:

- * Перевірити:
 - Наявність мастила в редукторах, варіатора, підшипникових вузлах;
 - Легкість обертання без зачіпання робочих коліс відцентрових вентиляторів від руки;
 - Наявність огорожень і кріплень їх на повну кількість кріпильних деталей;
 - Надійність замикання всіх дверей;

- Наявність електроенергії та стисненого повітря.

* Відрегулювати шиберами припливної та витяжної вентиляції кількість повітря, що видаляється в сушарці.

* Відрегулювати положення заслінок штуцерів подачі і відведення повітря в кожній проміжній секції.

* Відрегулювати положення розвантажувального шнека.

* Для усунення провисання ланцюгів приводів необхідно провести їх натяг за допомогою натяжних пристроїв.

* Обкатати на холостому ході все механізму сушарки протягом 2 годин. При цьому не повинно спостерігатися зачіпання рухомих деталей і нагріву підшипникових вузлів.

При експлуатації сушарки можуть спостерігатися такі несправності: які представлені в таблиці.

Характерні несправності і методи їх усунення

Можливі несправності	Причина	Спосіб усунення
Вал електродвигуна приводу стрічки транспортерної обертається, а стрічка не рухається.	Зрізався запобіжний штифт	Усунути причину перевантаження приводу, змінити штифт.
Недостатня продуктивність по повітрю	Не відповідає зазор між крильчаткою і дифузором	Відрегулювати зазор між крильчаткою і дифузором, який повинен бути 7-8 мм.

Необхідно дотримуватися графіки планово-попереджувальних ремонтів.

9. Опис системи управління

Автоматизація сушки.

Автоматизація технологічних процесів є одним з основних шляхів розвитку науково – технічного процесу. Впровадження автоматичних засобів і систем забезпечує високу продуктивність сушильного обладнання і високу якість продукції. Втрати на автоматизацію складають вагому частину від вартості обладнання і досить швидко себе окупають. Автоматизація покращує продуктивність праці, підвищує культуру виробництва, значно зменшує, а то і виключає ручну працю.

Роботу по автоматизації сушильних установок проводять у наступних напрямках:

- створення диспетчерського автоматизованого контролю і управління процесом сушки із стабілізацією основних параметрів;
- створення необхідних приладів та засобів регулювання (вологомірів, термометрів, вимірювальних перетворювачів, регуляторів);
- комплексна автоматизація контролю і регулювання режиму сушки у цілому з застосуванням загально виробничих засобів і регуляторів;
- створення систем автоматичного регулювання і управління процесом сушки.

Автоматизація сушильних установок повинна задовольняти необхідний режим їх експлуатації при дотриманні наступних правил:

- пуск пристроїв тільки після попереджувального сигналу;
- пуск усіх електроприладів з обов'язковим дотриманням контролю часу розгону приводних двигунів до нормальної швидкості;

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Яровий В. Л.	<i>Вид документа</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зозуля К. Р.	<i>Назва, додаткова назва</i> <i>Опис системи</i> <i>управління</i>	200374.КР.12.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/3

- пуск у встановленій послідовності вентиляторів сушильних камер;
- аварійна зупинка сушарки;
- у рециркуляційних сушарках – запобігання переповнення бункера сирого продукту і зниження рівня у тепловологообміннику.

Обґрунтування необхідності автоматизації процесу сушки.

При експлуатації не автоматизованої сушильної установки необхідні більші витрати ручного праці і не ритмічно підтримується технологічний режим процесу сушки, що суттєво впливає на якість готового продукту. Для того, щоб процес сушки проходив у автоматичному режимі, а також скоротити витрати ручної праці, процес сушки необхідно автоматизувати.

Автоматизація сушильного процесу значно скорочує, а то і повністю виключає вихід браку. Всі перелічені переваги автоматизації процесу сушки знижують собівартість продукції і перевищують купівельну спроможність покупців.

Завдання на розробку системи автоматизації процесу сушки.

Машина, агрегат, апарат.	Параметр місця відбору сигналу	Допустиме значення	Вид автоматизації	Характер контролю або управління	Додаткові вимоги
Сушарка	Тем-ра шару	55°C	Регулювання, контроль	Реєстрація	Підтримання заданої тем-ри вплив на витрати повітря вплив на шибер відводу відпрацьованого повітря
Сушарка, калорифер	Тем-ра теплоносія	85°C	Регулювання, контроль	Реєстрація	Впливає на подачу пари в калорифер
Трубопровід подачі холодного повітря	Подача повітря	20°C	Контроль сигналіз.	Перемикач	Подача холодного повітря
Нагнітаючий вентилятор (двигун)	Швидкість обертання двигуна	950-1100 об/хв	Управління	Сигналізація світлова	Включення Виключення
Відсмоктуючий вентилятор (двигун)	Швидкість обертання двигуна	950-1100 об/хв	Управління	Сигналізація світлова	Включення Виключення

10. Заходи з охорони праці

Охорона праці - система збереження життя і здоров'я працівників у процесі трудової діяльності, що включає в себе правові, соціально-економічні, організаційно-технічні, санітарно-гігієнічні, лікувально-профілактичні заходи. На заводі повинна бути розроблена система проведення інструктажу з техніки безпеки, пожежної безпеки й електробезпечності. Усі працівники, зайняті при виробництві молочної продукції, включаючи керівників і фахівців виробництв, зобов'язані проходити навчання, інструктажі, перевірку знань по охороні праці відповідно до Порядку навчання по охороні праці і перевірки знань вимог охорони праці працівників організацій.

При застосуванні праці неповнолітніх роботодавець повинен керуватися Переліком важких робіт і робіт зі шкідливими або небезпечними умовами праці, при виконанні яких забороняється застосування праці осіб менш вісімнадцяти років. Працівники повинні проходити обов'язкові попередні (при надходженні на роботу) і періодичні (протягом трудової діяльності) медичні огляди відповідно. Умови праці на робочих місцях повинні відповідати вимогам діючих нормативних актів, затверджених у встановленому порядку. На підприємстві створені сприятливі умови санітарно-побутового обслуговування. Зокрема кімната відпочинку, туалет. На підприємстві повинен бути призначений спецодяг. У кожного індивідуальна і підписана. Всі інструктажі на підприємстві проводяться відповідально, по спеціальних програмах.

На теперішній час на міжнародному рівні найефективнішим способом контролю якості і безпеки у виробництві харчових продуктів визнана система аналізу небезпечних факторів ("ризиків") за критичними контрольними

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Яровий В. Л.	<i>Вид документа</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зозуля К. Р.	Заходи з охорони праці	200374.КР.12.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/7

точками -- Hazard Analysis Critical Control Point (НАССР). Основні вимоги щодо застосування системи НАССР викладені в гармонізованому до міжнародних вимог національному стандарті - ДСТУ ІСО 22000. Система НАССР займає провідне місце у світовому індустріальному виробництві харчових продуктів. Міжнародні організації International Commission on Microbiological Specifications for Food (ICMSF), Codex Alimentarius тощо рекомендують її як один із кращих методів гарантії безпеки харчової продукції. Були визначені базові елементи системи, гармонізовані з міжнародними стандартами ІСО серії 9000. На більшості зарубіжних підприємствах харчової промисловості систему НАССР застосовують в процесі поточного контролю автоматизованого виробництва харчової продукції.

Основні принципи, закладені в основу даної концепції, не є новими. Наприклад, відомі поняття "епідеміологічно уразливих технологічних етапів" виробництва продуктів, контроль "за ходом технологічного процесу" тощо. Традиційний метод контролю ґрунтується переважно на визначені рівня дотримання встановлених нормативів виробництва харчових продуктів і ґрунтується на результатах аналізу якості і безпечності кінцевих продуктів харчування. Проте традиційному методу властиві недоліки, серед яких можна відмітити деяку суб'єктивність оцінки санітарного стану виробництва, часто нівелювання різниці між важливими і малозначними вимогами і статичність результату обстеження: зауваження і пропозиції стосуються лише окремої частини даного процесу на даний момент часу. Лабораторний аналіз харчової продукції при цьому характеризує здебільше наслідок і не дає чіткого висвітлення його причини і шляхів усунення.

Система НАССР як основа запобіжних заходів для виробництва безпечних продуктів харчування.

Проведена оцінка систем контролю за якістю та безпекою харчових продуктів привела до висновку про необхідність здійснення профілактичного

підходу, в основі якого покладено принцип критичних контрольних точок під час аналізу небезпечних факторів. З метою уникнення недоліків, властивих традиційному методу, та підвищення дієвості і забезпечення єдності форми і змісту контролю за якістю і безпечністю харчових продуктів в різних країнах, Комісія Codex Alimentarius опублікувала документ "Система аналізу небезпечного фактору і контрольної критичної точки (НАССР) і керівництво до її застосування", який розцінюється як стандарт.

НАССР являє собою динамічну систему контролю виробничого процесу, яка, завдяки проведенню аналізу небезпечних факторів, визначає етапи, на котрих можливо виникнення ризиків. Вона дозволяє позбавитися залежності від мікробіологічних аналізів, приділяючи головну увагу факторам, які безпосередньо впливають на епідемічну безпечність їжі. Її прийняття свідчить про зміщення акценту від перевірки готової продукції до попереджувального контролю критичних моментів у виробництві продукції. Концепція забезпечує системний підхід до ідентифікації небезпечних факторів і оцінки імовірності їх виникнення на усіх етапах виробництва, реалізації і споживання харчових продуктів та визначає засоби їх контролю і попередження випуску небезпечної продукції. Її можна застосувати в усіх галузях харчової промисловості, а також на підприємствах громадського харчування і торгівлі. НАССР - логічна науково обґрунтована система, яка контролює безпеку харчових продуктів при їх виробництві. НАССР базується на оцінці ризиків при виробництві продукції та встановленні критичних контрольних точок по контролю за небезпечними факторами.

Небезпечні фактори поділяються на біологічні, фізичні і хімічні.

Першими кроками в розробці НАССР плану є створення групи фахівців до якої повинні входити спеціалістів із складання НАССР плану, представник керівництва підприємства, технолог, лікар ветеринарної

медицини, представники з виробництва (працівники). Основою НАССР плану є визначення ССР (Control Critical Points), а саме можливих небезпечних контамінантів, що можуть бути в сировині чи продуктах.

Критичною контрольною точкою (ККТ) може бути сировина, місцевість, технологічна операція, процес, рецептура продукту. Якщо в певній точці технологічної лінії є висока вірогідність виникнення потенційної небезпеки, то така точка вважається критичною. Аналіз небезпечного фактору - процедура щодо виявлення потенційних небезпек або передумов їх появи в харчових продуктах. Після ідентифікації небезпечних факторів необхідно розробити систему заходів для їх контролю. Моніторинг системи НАССР - являє собою перевірку ефективності контролю в ККТ. Він включає систематичні спостереження, вимірювання, реєстрацію та оцінку. Критичні межі (ліміти) - являють собою величини або характеристики фізичного, хімічного чи біологічного характеру, які визначають межі між допустимим і недопустимим для того об'єкту що вимірюється. Вони показують момент коли допустима (контрольована) ситуація переходить в недопустиму (неконтрольовану) стосовно безпеки кінцевого продукту.

Сім принципів системи НАССР

У спрощеній формі система НАССР складається із семи "принципів":

1. виявлення та аналіз небезпечних факторів (ризиків) і оцінка їх серйозності та імовірності виникнення;
2. визначення критичних контрольних точок (ККТ), необхідних для контролю за виявленими небезпечними факторами: відповідно концепції НАССР і відповідальність за визначення ККТ у технології виробництва продуктів покладається на виробників;
3. встановлення критичної межі для кожної ККТ;

4. установлення поточного моніторингу за кожною ККТ;
5. усунення недоліків при виході за критичну межу;
6. перевірка системи;
7. складення процедури документування і ведення обліку.

Система НАССР дає можливість створити на харчовому підприємстві реальну можливість організації і підтримання ефективної та дійової системи оцінки ризику з метою запобігання випуску небезпечної продукції.

Міжнародна стандартизація.

Міжнародна організація зі стандартизації (ISO) - це всесвітня федерація національних органів зі стандартизації і (НОС), що створена за ініціативою ООН на засіданні Комітету ООН з координації стандартів, до складу якої входить 111 країн. Кожна з них представлена одним повноважним членом.

Вимоги стандарту ISO 22000 базуються на принципах НАССР. Концепція НАССР передбачає систематичну ідентифікацію, оцінку та управління небезпечними факторами, які істотно впливають на якість продуктів харчування. Вона орієнтує персонал на системне визначення і виконання попереджувальних заходів.

Основною метою діяльності ISO, відповідно до її Статуту, є сприяння розвитку стандартизації і суміжної з нею діяльності в усьому світі для полегшення міжнародного обміну товарами й послугами, розвитку співробітництва у сфері інтелектуальної, наукової, технічної та економічної діяльності.

Для досягнення мети ISO здійснює свою діяльність за такими напрямками:

- розробка й публікація міжнародних стандартів у всіх галузях технічної та економічної діяльності, за винятком електротехніки й електроніки, що відносяться до сфери компетенції Міжнародної електротехнічної комісії (ІЕС);

- розробка і розповсюдження документів щодо методів, правил та процедур, орієнтованих на сприяння й полегшення гармонізації стандартів різних національних систем стандартизації;

- організація обміну інформацією про роботу центральних та технічних органів, а також членів ISO;

- співробітництво з іншими міжнародними органами та організаціями в суміжних сферах діяльності.

У стандартах ISO встановлюються вимоги безпеки на продукцію, процеси та послуги (у тому числі з охорони праці), що у вигляді міжнародних стандартів розповсюджуються серед членів організації. Стандарти ISO, що за своєю природою мають рекомендаційний характер, стали важливими чинниками. Рада ISO впровадила нові методи співпраці з членами організації.

Міжнародні стандарти ISO на сучасному етапі охоплюють не лише галузі загального призначення, а й суто конкретні галузі економічної діяльності: від стандартизації, термінології позначень, величини та одиниць, форм документів до стандартизації, відносно методів і засобів контролю, випробувань. ISO будує свою діяльність за такими принципами:

- залучення до робіт усіх зацікавлених організацій - членів ISO та власних технічних органів;
- обґрунтування доцільності розробки міжнародних стандартів;
- досягнення консенсусу при розробці стандартів та прийнятті рішень стосовно їх затвердження;
- доступність інформації про роботу ISO.

Питання забезпечення якості продуктів харчування і сільськогосподарської продукції нині є одним з пріоритетів у міжнародній торгівлі. Для здійснення успішних експортних операцій з країнами ЄС вітчизняні виробники повинні дотримуватися вимог Угоди СОТ по

санітарних та фітосанітарних заходах та Угоди по технічних бар'єрах у торгівлі. Цього вимагає активне впровадження на підприємствах харчової промисловості систем менеджменту якості, які базуються на принципах HACCP.

Розроблений Міжнародною організацією з стандартизації стандарт ISO 22000: 2005 "Система менеджменту безпеки харчових продуктів" дозволяє об'єднати принципи менеджменту якості з оцінкою та управлінням харчових ризиків. Вимоги стандарту стосуються всіх ланок виробництва харчових продуктів і гарантують відповідність міжнародним вимогам до безпечності.

Впровадження стандарту ISO 22000:2005 на підприємствах вітчизняного виробника дозволить інтегрувати принципи HACCP з вимогами до системи менеджменту якості. Дієвість такої системи менеджменту є своєрідним гарантом виробництва якісних та безпечних продуктів харчування.

Висновки

Під час виконання даної кваліфікаційної роботи було проведено низку розрахунків та подано матеріал із обґрунтуванням щодо модернізації сушильної установки.

Дана модернізація дасть можливість покращити показники роботи сушильної установки, зокрема: підвищити ефективність технологічного процесу сушіння, можливість контролювати потік повітря, а значить якість висушеного продукту.

Аналіз роботи сушарки, а також огляд існуючих аналогів дає можливість зробити висновок, що модернізований вузол газорозподільника покращить розподіл теплоносія по площі сушильної камери, що в свою чергу відіб'ється на якості і часу проведення сушильної операції, зменшенні енерговитрат та покращить якість готового продукту.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Яровий В. Л.	<i>Вид документа</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зозуля К. Р.	Висновки	200374.КР.12.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/1

Список використаних літературних джерел

1. Анурьев В. И. Спраочник в конструктора-машиностроителя: В 3-х томах. – М.: Машиностроение, 1982
2. Сухенко Ю. Г. Технологічні основи машинобудування. Л абораторний практикум: навч. посіб. / Ю. Г. Сухенка, Ю. І. Бойко – К.: НУХТ, 2009. – 262 с.
3. Горошкин А. К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник. Изд. 6-е. – М., Машиностроение, 1971
4. Інженерна графіка: Довід.: /За ред. А.П. Верхоли. – К.: Техніка, 2001. – 268 с.
5. Кирилук Ю.Е. Допуски и посадки: Справочник. – К.: Вища шк., 1989
6. Бойко Ю.І., Литвиненко О.А. Технологія машинобудування. Курсове проектування: навч. посіб. – К.: НУХТ, 2018. – 285 с.
7. Методичні вказівки до виконання розділу з технології машинобудування кваліфікаційної роботи бакалавра / Уклад.: Є.В.Штефан, О.А.Литвиненко, Ю.І.Бойко, О.І.Некоз, О.Г.Дзюб. – К.: НУХТ, 2010
8. Мирончук В. Г. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості: Підруч. /Ред. В.Г. Мирончук. – Вінниця: Нова книга, 2007. -463 с
9. Теоретичні основи машинобудування. Навчальний посібник. Гевко Б. М., Матвійчук А. В., Артюхов А. М., Павельчук А. Ф. – Тернопіль, Крок, 2011. – 205с.
- 10.Штефан Є.. В. Технологічні основи машинобудування.: Курс лекцій / Є.В.Штефан –К.: НУХТ, 2008
11. Ф. Малежик. Процеси та апарати харчових виробництв -К.: НУХТ, 2003.- 400 с
12. Власенко В. В., Машкін М.І., Білун П. П. Технологія виробництва та

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Яровий В. Л.	<i>Вид документа</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зозуля К. Р.	<i>Список використаних літературних джерел</i>	200374.КР.12.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

переробки молока та молочних продуктів. - Вінниця: Гіпніс, 2000. - 306 с.

13. Силинский Ю. С. О производстве казеина //Молочная пром-сть. - 1983. - № 10. - С. 31-35.

14. Арапов В. П., Полянский К. К. Анализ развития техники и технологии сушки казеина //Молочная пром-сть.-1996. -№4. -С. 14-16.

15. Сабодаш С. М., Якуба О. Р., Касянчук.В. В. Дослідження процесу сушіння молока в сушарках із псевдо зрідженим шаром Вісник. СНАУ. №3 16, 2008, СТ.. 111-114.

16. Молочна промисловість : наук.-вироб. вид. № 4 (19) / засн. тв вид. : ТОВ НВО Лактол Інженіринг. — К. : Футарі-прінт, 2005. С. 28-31

17 . Опрацювання технології бактеріального концентрату біфідобактерій АЛБ / Н. І. Васильєва, О. М. Рожанська, Н. Ф. Кігель // Молочна промисловість. — 2005. — №9 (24). — С. 29-31. — Бібліогр. в кінці ст.

18. Молочна та молочно-переробна промисловість: сучасний стан, проблеми безпеки, якості харчування, екології довкілля та шляхи їх розв'язання в Україні Нападовська Л. А., Пашков А. П., Волошанович В. Д., Пашков П. І. 2015.' С. 21-25