Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)
Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(назва факультету)
Кафедра обладнання харчових технологій
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи
магістр
(освітній рівень)

на тему:

Модернізація вузла завантаження сушарки для казеїну марки ВС-300

Виконав: студент VI курсу, групи МОм-61,
спеціальності: 133 «Галузеве машинобудування»
(шифр і назва спеціальності)

(підпис) Погайдак Р.Г. (прізвище та ініціали)

Керівник (підпис) Вітенько Т.М.. (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль (підпис) Ворощук В.Я. (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри (підпис) Вітенько Т.М. (прізвище та ініціали)

Рецензент (підпис) (прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2023

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет *інженерії машин, споруд та технологій*

Кафедра *обладнання харчових технологій*

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ОХ
_____ Вітенько Т.М.
(підпис) (прізвище, ініціали)
“___” _____ 2023р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня ____магістр_____
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Погайдаку Роману Григоровичу
(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема роботи: Модернізація вузла завантаження сушарки для казеїну марки ВС-300
_____

керівник роботи Вітенько Тетяна Миколаївна д.т.н. проф.
(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджено наказом ректора від “___” _____ 2023 року № ____

2. Строк подання студентом проекту : “____” *грудня 2023* року

3. Вихідні дані до проекту: *Технічний паспорт сушарки для казеїну марки ВС-300.*

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ 1. Оглядова частина. 1.1. Огляд сучасного обладнання для сушіння 1.2. Обладнання для сушіння казеїну. 1.3. Аналіз існуючого виробництва казеїну. Основні технологічні процеси, види сировини і її характеристики. 1.4. Мета і основні задачі роботи. 2. Дослідження адгезійних властивостей казеїну. 2.1. Методика досліджень. 2.2. Результати досліджень. 2.3. Висновки до розділу. 3. Модернізація вузла завантаження сушарки для казеїну. 3.1. Постановка задачі модернізації. 3.2. Модернізація вузла завантаження. 4. Конструювання та розрахунок сушарки для казеїну. 4.1. Розробка конструкції сушарки. 4.2.1. Розрахунок муфти. 4.2.2. Підбір підшипників. 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 5.1 Охорона праці. 5.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях. Висновки.

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

1. Сушарка для казеїну марки ВС-300. Загальний вигляд Ф-А1;
2. Плунжерний блок. Складальне креслення. Ф-А1;
3. Сушарка для казеїну марки ВС-300. Кінематична схема. Ф-А2.
4. Сушарка для казеїну марки ВС-300. Структурна схема. Ф-А2..
5. _____
6. _____
7. _____

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Кравець О.І. – к.т.н., доцент Стручок В.С. – ст. викладач		
Нормоконтроль	Ворощук В.Я. – к.т.н., доцент		

7. Дата видачі завдання_____ 2023р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітки
1.	*1. Літературний огляд*	до 01.10.2023р.	
2.	*2. Дослідження адгезійних властивостей казеїну*	до 15.10.2023р.	
3.	*3. Модернізація вузла завантаження сушарки для казеїну*	до 25.10.2023р.	
4.	*4. Конструювання та розрахунок сушарки для казеїну.*	до 01.11.2023р.	
5.	*5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.*	до 05.11.2023р.	
6.	*Загальні висновки. Перелік посилань*	до 10.11.2023р.	
7.			
8.	*1. Сушарка для казеїну марки ВС-300. Загальний вигляд Ф-А1;*	до 15.11.2023р.	
9.	*2. Плунжерний блок. Складальне креслення. Ф-А1;*	до 20.11.2023р.	
10.	*3. Сушарка для казеїну марки ВС-300. Кінематична схема. Ф-А2.*	до 20.11.2023р.	
11.	*4. Сушарка для казеїну марки ВС-300. Структурна схема. Ф-А2.*	до 25.11.2023р.	
12.			
13.			
14.			
15.			
16.			
17.			
18.			

Здобувач _____ *Погайдак Р.Г.*

Керівник роботи _____ *Вітенько Т.М.*

Анотація

Погайдак Р.Г. Модернізація вузла завантаження сушарки для казеїну марки ВС-300

Робота присвячена підвищенню ефективності та надійності роботи обладнання для сушіння.

Здійснено огляд обладнання для сушіння казеїну. Виконано дослідження адгезійних властивостей казеїну-сирцю, результати яких показали, що казеїн характеризується достатньо сильними адгезій ними властивостями, що призводить до зниження ефективності роботи сушарки. Запропоновано конструктивні заходи для зниження негативної дії адгезії в процесі роботи сушарки. Виконано конструювання та розрахунок модернізованої сушарки для казеїну. Розроблено відповідні заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Ключові слова: сушіння, вологість, фторопласт, адгезія.

Abstract

Roman Pohaidak. Modernization of the loading unit of the dryer for casein, model VS-300

This work is aimed at increasing the efficiency and reliability of the drying equipment.

Casein drying equipment was analyzed. The adhesive properties of casein were studied. The results showed that casein is characterized by strong adhesive properties. This leads to a decrease in the efficiency of the dryer. Constructive measures are proposed to reduce the negative effect of adhesion. The design and calculation of the modernized dryer has been completed. Measures for labor protection and safety in emergency situations have been developed.

Key words: drying, moisture, fluoroplastic, adhesion.

Зміст

Вступ 9
1. Оглядова частина 11
1.1. Огляд сучасного обладнання для сушіння 11
1.2. Обладнання для сушіння казеїну 15
1.3. Аналіз існуючого виробництва казеїну. Основні технологічні процеси, види сировини і її характеристики 22
1.4. Вихідна інформація. Будова та опис роботи сушарки для казеїну марки ВС-300 23
1.4. Мета і основні задачі роботи 26
2. Дослідження адгезійних властивостей казеїну 27
2.1. Методика досліджень 27
2.2. Результати досліджень 31
2.3. Висновки до розділу 35
3. Модернізація вузла завантаження сушарки для казеїну 36
3.1. Постановка задачі модернізації 36
3.2. Модернізація вузла завантаження 37
4. Конструювання та розрахунок сушарки для казеїну 42
4.1. Розробка конструкції сушарки 42
4.2.1. Розрахунок муфти 48
4.2.2. Підбір підшипників 50
5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях 52
5.1. Охорона праці 52
5.1.1 Аналіз умов праці в галузі 52
5.1.2. Вимоги пожежної безпеки до будівель, споруду приміщення.гляд заходів поліпшення стану виробничого середовища 55
5.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях 59

5.2.1. Організація та проведення дослідження стійкості роботи підприємств харчової та переробної промисловості в умовах надзвичайних ситуацій 59
5.2.2. Основні задачі підвищення стійкості переробних підприємств 63
Висновки 66
Перелік посилань 67
Специфікації 69
Додатки 76

Вступ

Актуальність теми

Головною статтею експорту для багатьох молочних підприємств є виробництво казеїну, яке використовується як у харчовій, так і технічній галузях. Один із найбільш енергоємних процесів у виробництві казеїну - сушіння, що значно впливає на якість готової продукції.

Енергоємність сушіння казеїну можна зменшити, знижуючи вологість казеїну-сирцю, що подається у сушарку. Для досягнення цього необхідно підвищити ступінь попереднього видалення вологи з казеїну в центрифузі. Відомо, що механічне видалення вологи є набагато ефективнішим та витратним методом, ніж його подальше сушіння.

Мета і завдання досліджень.

Мета роботи: підвищення ефективності зневоднення казеїну на декантерній центрифузі марки С4Е.

Задачі:

- обрати методики та прилади для аналізу компресійних, гранулометричних характеристик і вологості казеїну;

- вибрати методи моделювання форми казеїнових зерен;

- здійснити дослідження компресійних властивостей та гранулометричного складу;

- встановити характер залежності вологості казеїну від частоти обертання барабана;

- розробити заходи із модернізації декантерної центрифуги.

Об’єкт дослідження – процес зневоднення казеїну у барабані центрифуги

Предмет дослідження – характеристики роби центрифуги

Наукова новизна отриманих результатів:

Отримано математичне рівняння, що дозволяє визначати тривалість

осадження частинок казеїну в барабані центрифуги

Практичне значення отриманих результатів.

Результати можуть знайти застосування для підвищення ефективності зневоднення казеїну

Апробація результатів досліджень. Результати досліджень роботи апробувалися на VI Міжнародній студентській науково-технічній конференції ТНТУ імені Івана Пулюя “Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання” 27-28 квітня 2023 року.

1. Оглядова частина

1.1. Огляд сучасного обладнання для сушіння

Сучасні методи сушіння в харчовій промисловості включають різноманітні техніки, які застосовуються для збереження, транспортування та подовження терміну придатності продуктів. Ось кілька основних способів сушіння, які широко використовуються:

Конвективне сушіння: Цей метод використовує гаряче повітря для видалення вологи з продукту. Продукт розміщується у сушильній камері, де циркулює гаряче повітря, що видаляє вологу з поверхні продукту.

Сушіння замороженим повітрям: Цей метод використовується для заморожування продукту перед його сушінням. Волога в продукті замерзає, а потім видаляється шляхом сублімації за допомогою низькотемпературного та низькотискового середовища.

Сушіння вакуумом: Цей метод видаляє вологу з продукту за допомогою вакууму, що знижує температуру кипіння води, дозволяючи їй випаровуватися при низьких температурах.

Сонячне сушіння: Використання сонячних колекторів для концентрації сонячного тепла для сушіння продуктів. Це використовується переважно в регіонах з великою кількістю сонячних днів.

Мікрохвильове сушіння: Цей метод використовує електромагнітні хвилі для зміни молекулярної структури продукту, що призводить до випарування вологи.

Сушіння в аерозолі: Використання аерозольних систем для подрібнення продукту на дрібні частинки та обробки їх гарячими газами для видалення вологи.

Фриз-сушіння: Продукт заморожується, а потім зберігається під високим вакуумом, щоб вода випарувалася з твердої фази у газоподібну безпосередньо.

Сушіння адсорбцією: Використання матеріалів-адсорбентів для видалення вологи з повітря, що оточує продукт.

Ці методи можуть застосовуватися як окремо, так і у поєднанні один з одним залежно від конкретного продукту, який сушиться, і умов виробництва. Кожен метод має свої переваги і недоліки, і вибір методу сушіння залежить від багатьох факторів, таких як тип продукту, вологості, температури, тиску та технічної інфраструктури виробництва.

Псевдо-киплячий спосіб сушіння дозволяє обробляти крупи, фрукти та овочі, вирізані на кубики розміром від 8 до 20 мм. У процесі сушіння в зваженому шарі, гаряче повітря просочується крізь матеріал, що сприяє подвоєнню теплообміну. Цей метод сушіння стає більш інтенсивним завдяки гідродинаміці процесу.

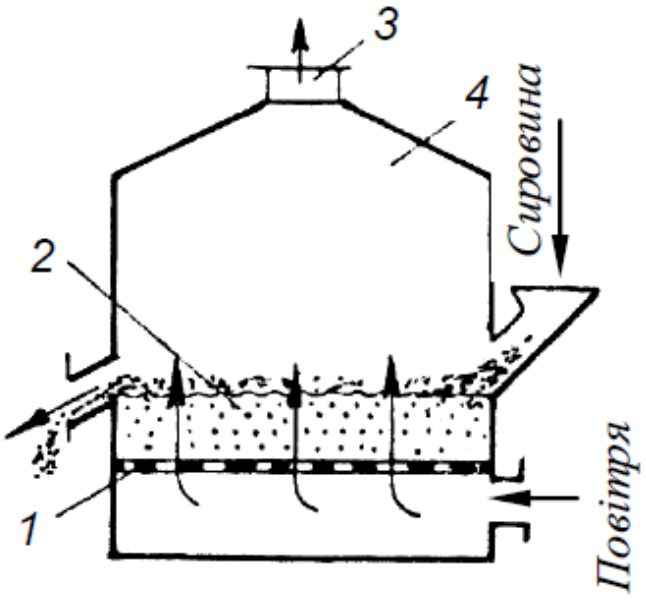


Рисунок 1.1. Схема сушарки із псевдо-кипллячим шаром

У цьому методі кожна частинка матеріалу однаково охоплюється з різних боків потоком гарячого повітря, що однорівнево нагріває їх. Це дозволяє

миттєво видаляти вологу з зовнішнього шару і дозволяє використовувати підвищені температури сушильного агента (від 110 до 180 °С, в залежності від типу матеріалу). Це спричиняє відчутне скорочення часу сушіння, зменшення впливу тепла на продукт, підвищене навантаження матеріалу та кращу збереженість властивостей продукту порівняно з низькотемпературним сушінням у нерухомому шарі.

Сушильний агент проходить під решітку 1, далі йде уверхню частину камери 4, віддає теплоту шара продукту 2 і призводить до перетворення останнього у псевдо-киплячий. За таких умов буде відбуватися рівномірне сушіння дисперсного матеріалу. Відпрацьований сушильний агент відводиться через патрубок 3.

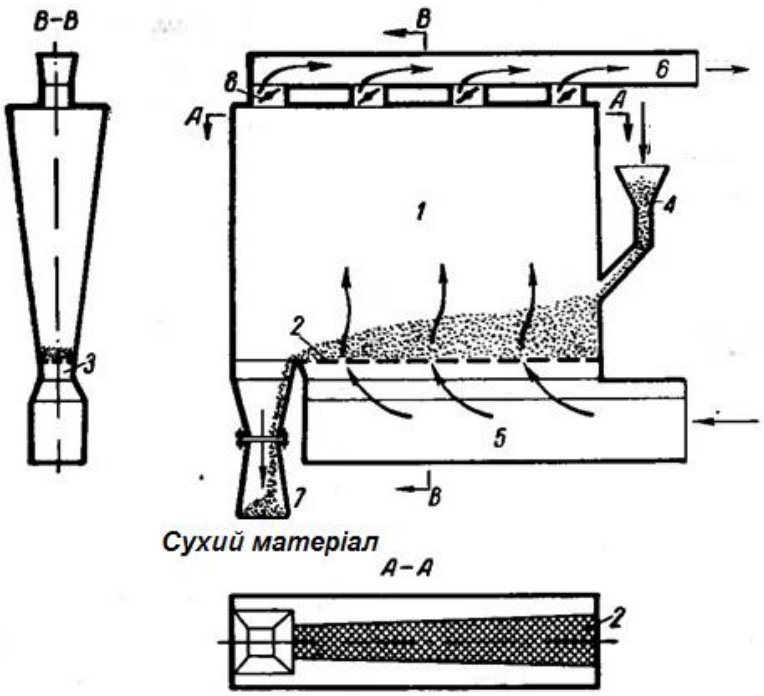


Рисунок 1.2. Сушарка із псевдо-кипллячим шаром

Барабанні сушарки (зображені на рис. 1.1.) - це прилади, які працюють безперервно і використовують прямий теплообмін, де вугілля безпосередньо зустрічається з гарячими газами. Це може відбуватися в протилежних напрямках або у одному напрямку руху газів та матеріалу. Ротаційні сушарки працюють, обертаючи матеріал внутрішньою частиною барабана за участю

сухого повітря. Іноді їх також нагрівають збоку, щоб уникнути прямого контакту між матеріалом та оточуючим середовищем.

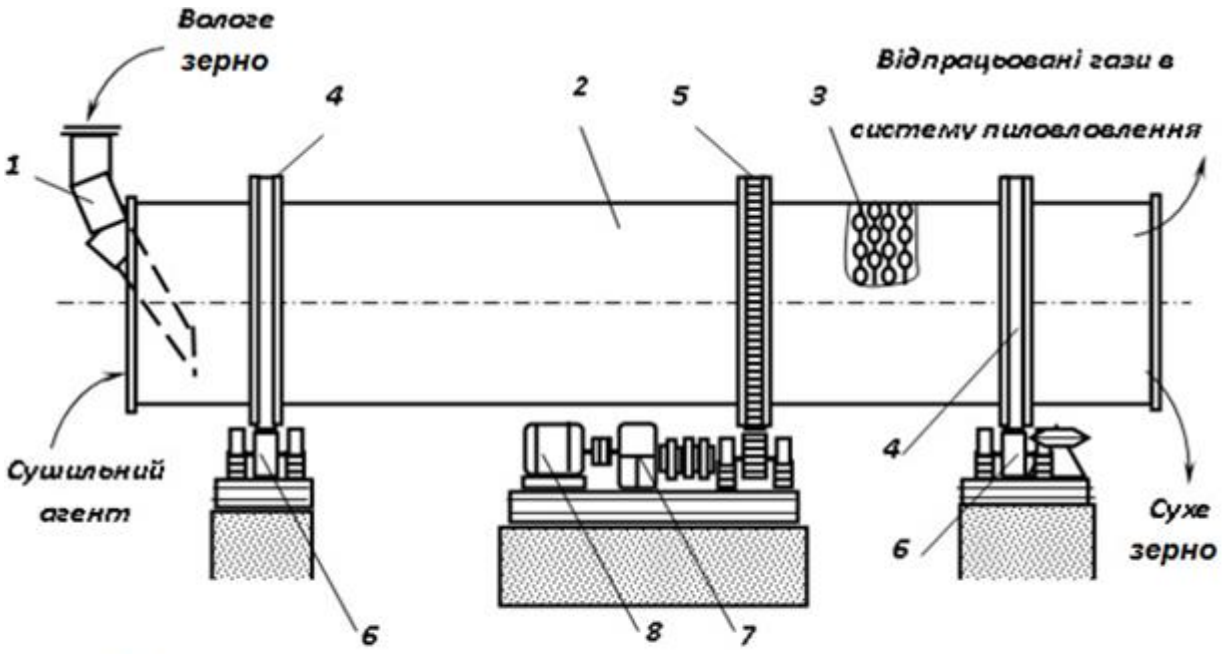


Рис. 1.1. Барабанна сушарка. 1 – завантажувальний лоток; 2 – барабан; 3 – ланцюгові насадки; 4 – бандаж; 5 – привідна вінцева шестерня; 6 – котки; 7 – редуктор; 8 – електродвигун.

Виробник «KBW Machinery» а основі сушарки з трохходовим барабаном розробив сушарку з трійним ходом, з метою забезпечення поступу в сушильних технологіях. Поворотна сушарка з трійним ходом (рис. 1.2.) підвищує ефективність роботи сушарки, її термін служби, стійкість машини та її енергоефективність.

Три проходи в барабанних сушарках із централізованим з'єднанням дозволяють максимально використовувати їхню повну довжину, забезпечуючи ефективну тривалість процесу та зменшуючи площу, необхідну для розміщення на підлозі порівняно з сушарками з одним проходом. Ці барабани використовують ролики для руху замість передачі від трансмісійних механізмів чи ланцюгових механізмів. Цей плавний спосіб приводу зменшує знос і подовжує термін служби устаткування.

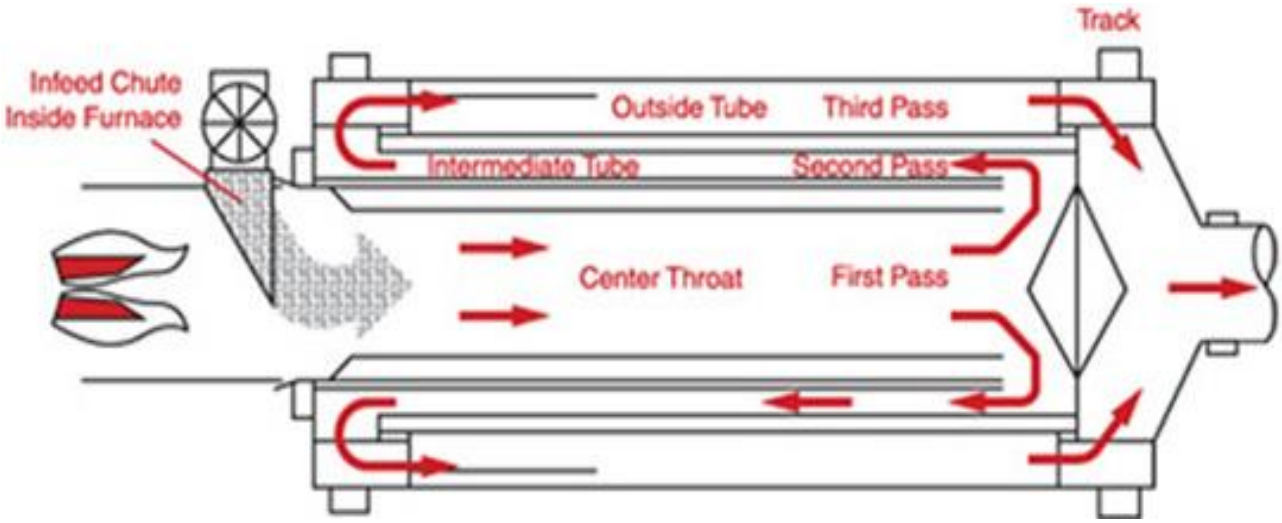


Рисунок 1.2. Трохходова барабанна сушарка виробника «KBW Machinery»

Плюси тритрубних барабанних сушарок:

- Підвищена теплова ефективність, оскільки зовнішній барабан служить додатковим шаром теплоізоляції;
- Скорочена довжина, що зменшує площу, необхідну для їх розміщення на підлозі.
- Теплообмін відбувається через конвекцію, провідність та випромінювання.

1.2. Обладнання для сушіння казеїну

Сушіння казеїну до стандартної вологості (не більше 12%) важливе, оскільки це запобігає розвитку гнильних бактерій у сировині. Завершення процесу сушіння до більшої вологості не рекомендується, оскільки готовий продукт сприймає вологу до стандартного рівня, який становить 12%. Для цього використовують спеціальні тунельні та сушарні установки, де тепле повітря з температурою 40 °C на початку процесу та 55–60 °C пізніше продуває невеликий шар продукту. Це дозволяє поглинати водяну пару та сушити казеїн. Для підвищення ефективності сушіння продукту його періодично перемішують та переміщують у різні зони з різними температурами. Процес сушіння триває

близько 3,5 годин. Також для сушіння казеїну можуть використовувати скребкові або вихрові сушарки.

Стрічкова сушарка безперервної дії та сушарка періодичної дії в киплячому шарі є найбільш відповідними для процесу сушіння казеїну.

У стрічковій сушильній установці є камера з безперервно рухливими стрічковими конвеєрами (рис. 1.3), що виготовлені з металевої сітки. Гаряче повітря, температурою 75 °С, продувається крізь шар казеїну, висушуючи його у процесі безперервного руху. Температура відпрацьованого повітря становить близько 55 °С. В той же час у камеру надходить гаряче повітря з температурою 100 – 110 °С із налаштованою швидкістю та потоком, які забезпечують стабільний режим «кипіння» гранульованого казеїну.

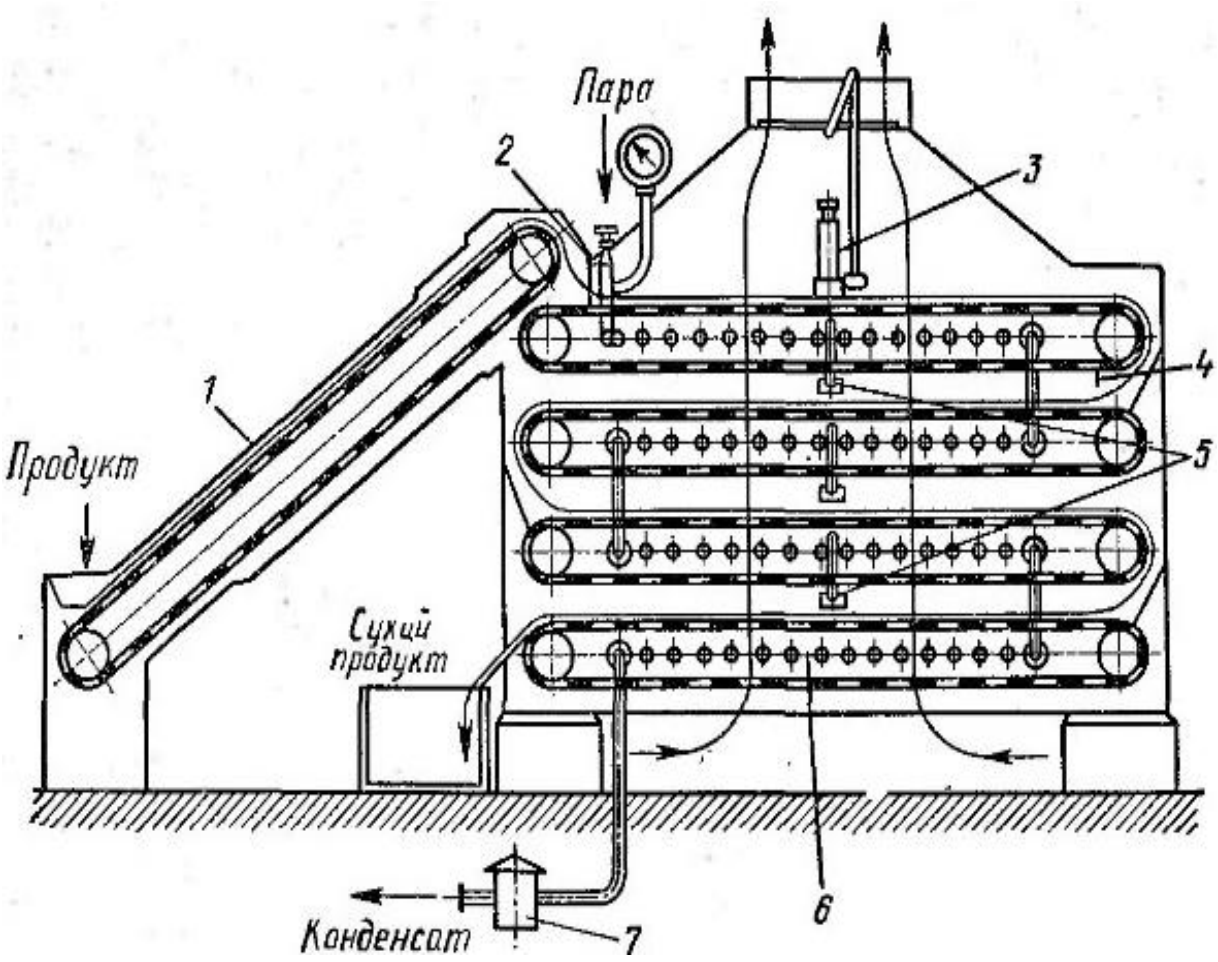


Рисунок 1.3. Схема стрічкової сушарки

1 – транспортер; 2 – шибер; 3 – психрометр для вимірювання вологості;

4 – очисні скребки; 5 – термометри; 6 – калорифер;

7 – патрубок для відведення конденсату

Казеїн постачається до установки за допомогою транспортера 1, розташованого під кутом. За допомогою шибера 2, шар продукту рівномірно розподіляється на сітчастих стрічках у вигляді тонкого шару. Скребок 4 використовується для очищення залишків продукту зі стрічки.

У внутрішності камери сушарки розташований калорифер 6, який нагріває повітря, що виступає як сушильний агент. Продукт, пересуваючись з однієї стрічки на іншу, висихає через обдування його нагрітим повітрям. Верхні стрічки рухаються швидше, ніж нижні, їхню швидкість контролює варіатор. Швидкість руху стрічок впливає на час перебування казеїну в сушарці, який може коливатися від 1,5 до 5,5 годин.

Зовні каркас скребкової сушарки закривається щитами з металу (рис. 1.4).

На бічних сторонах сушарки розміщені по три оглядових вікна. Поли 1 цієї установки складаються з вийнятних рамок, на яких розтягнуті металеві сітки. Рух казеїну по полицях та його перемішування здійснюються за допомогою скребків 2, які вбудовані в рами 3. Рами зі скребками переміщуються поетапно: спочатку верхня рама рухається горизонтально зліва направо. У цей момент скребки змішують казеїн і переміщують його вперед.

Після цього рама піднімається вгору та повертається в початкове положення, не торкаючись продукту. Коли вона доходить до кінця, цей процес повторюється. Нижня рама рухається в протилежному напрямку до верхньої. Живлення для рам забезпечується від електродвигуна за допомогою редуктора та ланцюгової або ремінної передачі.

На кожній полиці сушарки розподіляється шар казеїну товщиною 3 мм. Верхня полиця не доходить до правого торця установки, залишаючи зазор для переміщення продукту з верхньої полиці на нижню. В цьому місці розташований подрібнювальний пристрій 5. Коли казеїн проходить уздовж всієї

нижньої полиці, він потрапляє в бункер 8. Через шнек з бункера казеїн направляється на фасування.

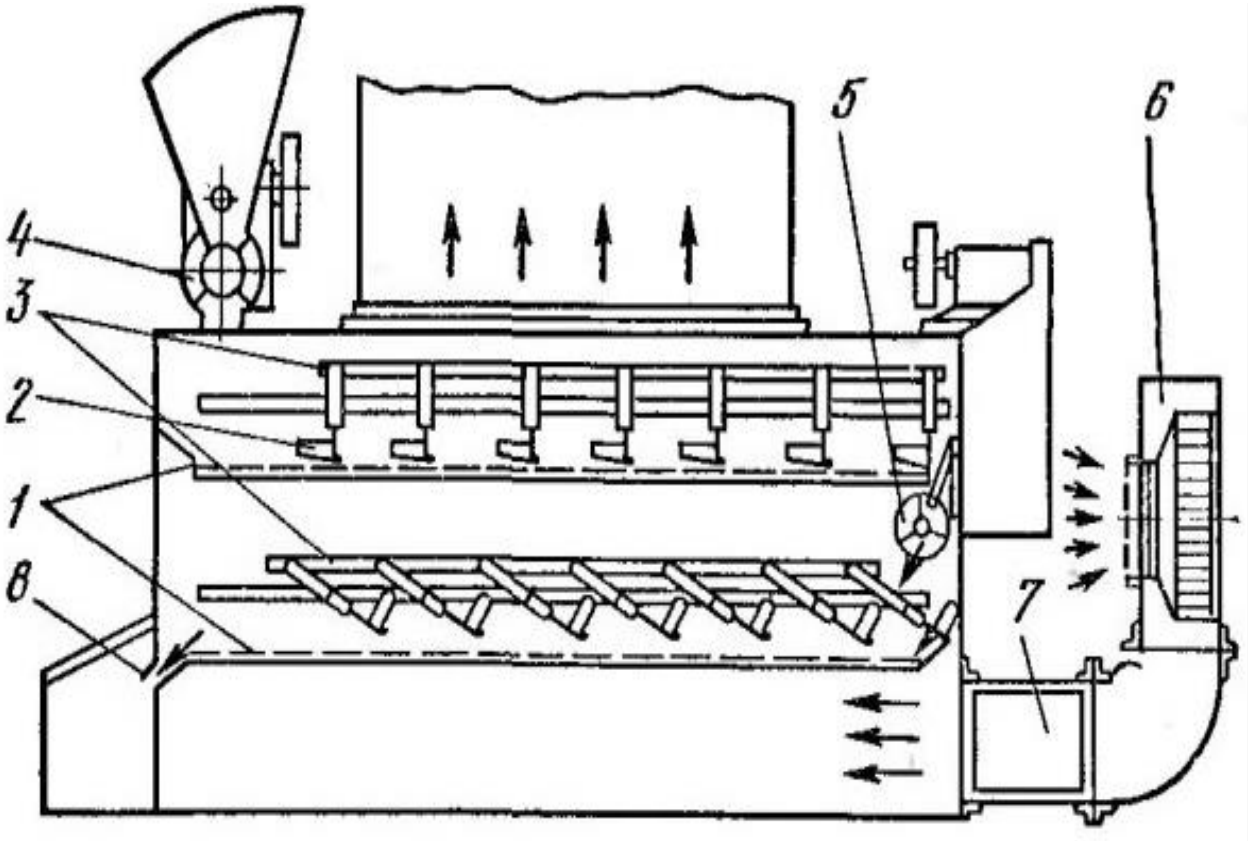


Рисунок 1.4. Схема скребкової сушарки

1 - сушильні полиці; 2 - скребки; 3 - рами; 4 - подрібнювач;

5 - додатковий подрібнювальний пристрій: 6 – відцентровий вентилятор;

7 - калорифер; 8 - бункер

Калорифер 7 нагріває повітря до температури 90-95 °С, яке використовується для сушіння казеїну. Відпрацьоване повітря видаляється через центральний отвір сушарки. Для автоматичного регулювання процесу сушіння поряд із калорифером встановлено електроконтактний термометр. Він зв'язаний з електромагнітним клапаном, який регулює подачу пари в калорифер.

На схемі (рис. 1.5.) представлено безперервну вихрову сушарку для казеїну з псевдо-зрідженим шаром. Казеїн, постачаючись з завантажувального

пристрою 3, прямує до живильника-гранулятора 4, де перетворюється на гранули розміром від 2 до 5 мм.

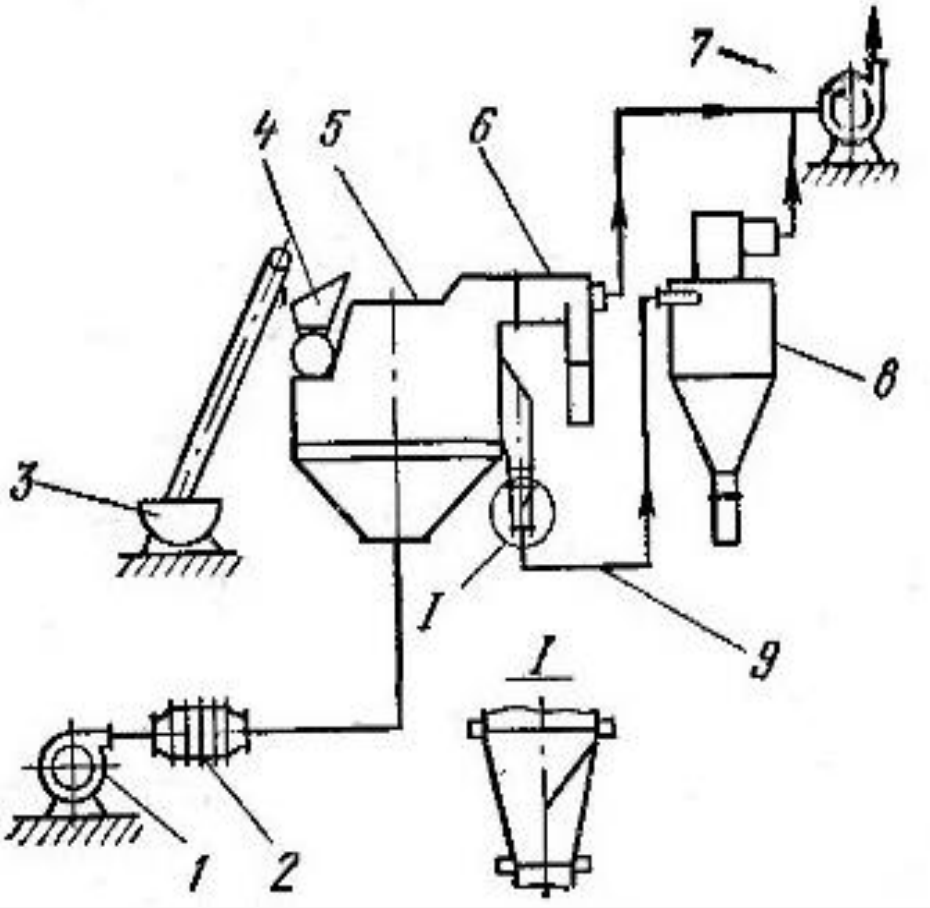


Рисунок 1.5. Схема вихрової сушарки із псевдо-киплячим шаром
1 і 7 – відцентрові вентилятори; 2 - калорифер; 3 – пристрій завантаження;
4 - живильник-гранулятор; 5 - сушарка; 6 - циклон; 8 - бункер;
9 - пневмотранспортер

Гранули негайно подаються до сушарки 5, де гаряче повітря (120 °С) вводиться з решітками на своєму шляху. Через щілини решіток повітря утворює вихровий рух, створюючи псевдо-рідкий стан частинок казеїну. Сухий казеїн надходить до приймача. Звідти він через пневмотранспорт 9 потрапляє в бункер 8, підтримуваний рухом повітря від вентилятора 7, який також відсмоктує повітря з камери сушарки. Початково повітря пройде через циклон 6, де

відбувається осадження частинок казеїну. Для обігріву використовується повітря, що надходить в калорифер 2 від вентилятора 1.

Вологість казеїну до сушіння має бути від 45 до 65%, його температура – 20 ° С. Температура висушеного казеїну буде в межах 20–50 °С. Продуктивність сушарки по висушеному казеїну – 150-160кг/год.

Сушарка із псевдозрідженим шаром матеріалу, яка представлена на рисунку 1.4., використовує повітря, щоб утримувати твердий матеріал у вспіненому стані через перфоровану газорозподільну ґратку. Вона підтримує потік повітря на рівні, необхідному для псевдозрідження матеріалу, але при цьому мінімізує винесення твердих частинок. Перепад тиску в шарі вказує на ступінь його псевдозрідження і використовується для контролю витрати повітря.

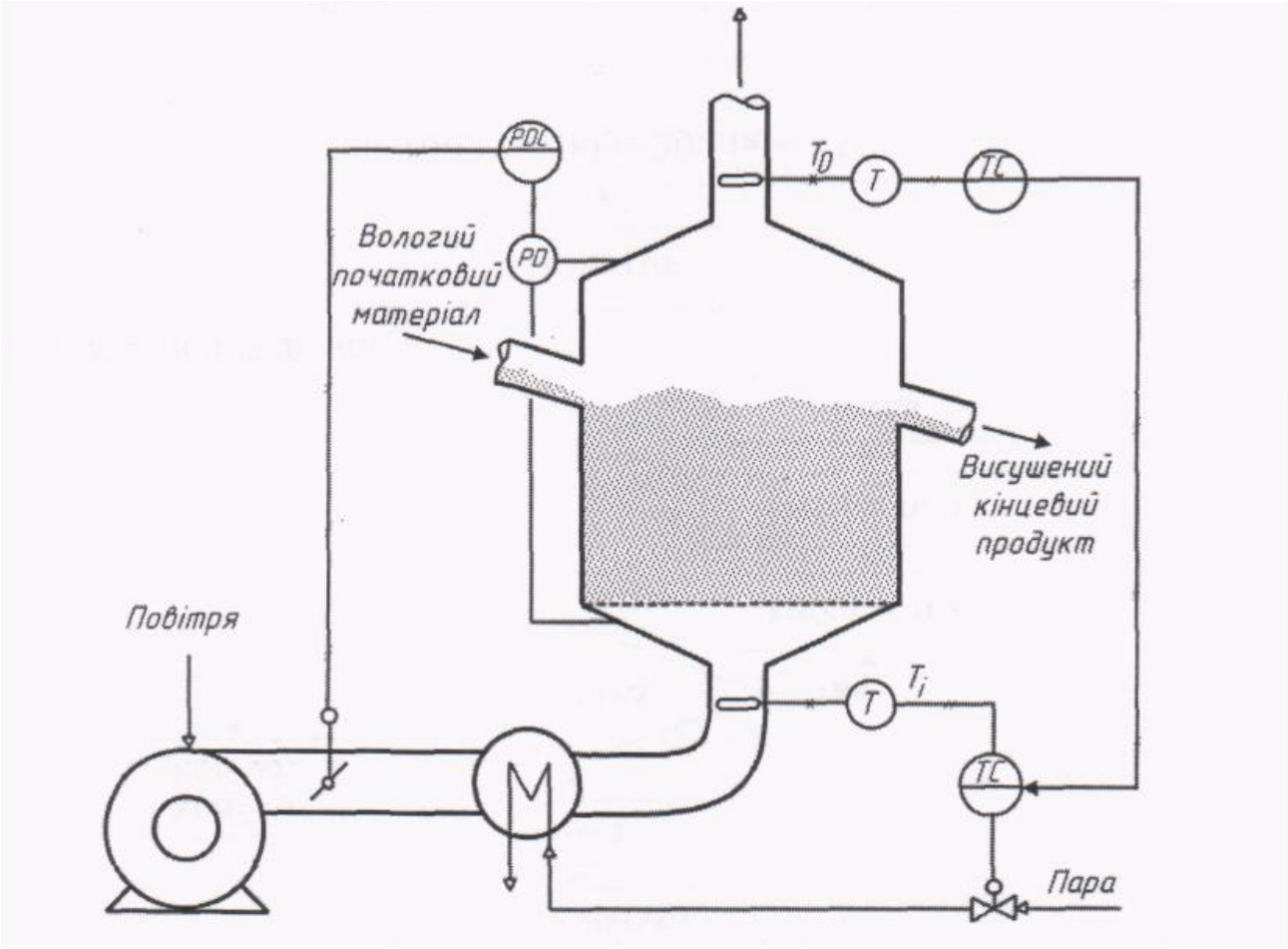


Рисунок 1.6. Схема сушарки із псевдозрідженим шаром

Вологий матеріал надходить в шар з одного боку сушарки й активно змішується зі знаходячимся там матеріалом. Готовий висушений продукт виводиться через патрубок на протилежному боці. Середня вологість у шарі практично збігається з вологою кінцевого продукту.

Якщо вологість казеїну на виході перевищує критичне значення, сушарка втрачає здатність до саморегуляції. У процесі сушіння при постійній швидкості температура повітря на виході залежить від критичної вологості, а не від фактичного вмісту води. Це означає, що температура може змінюватися залежно від обсягу вихідної сировини або її вологості, незалежно від впливу на температуру повітря на виході.

У вібраційній сушарці (рис. 1.7) сушильний агент подається під грати 5, проходить крізь шар матеріалу і далі виводиться з сушарки крізт витяжний повітрепровід.

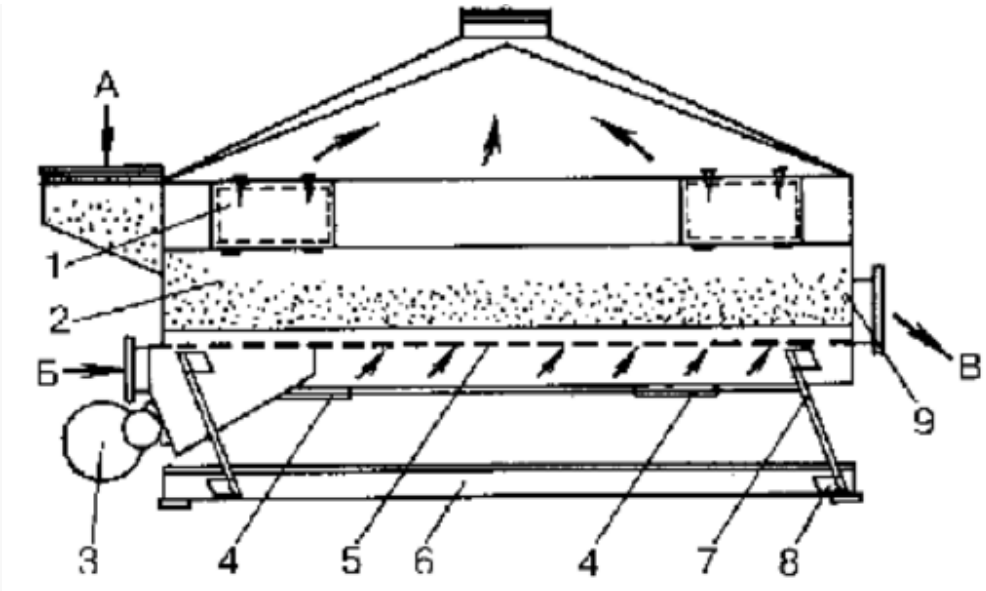


Рисунок 1.7. Схема вібраційної сушарки

1 - оглядові вікна; 2 - жолоб; 3 - віброприві; 4 – і люки;

5 - решітка; 6 - рама; 7 - пружини; 8 -амортизатори; 9 -зливна перегородка;

А-вологий матеріал, Б,Г – сушильний агентй; В - висушений матеріал

Маятниковий двигун-вібратор 3, який має регульований дисбаланс і частоту коливань, відповідає за привід сушарки. Змінюючи кут нахилу газорозподільної решітки 5, амплітуду і частоту коливань, можна контролювати швидкість переміщення матеріалу від завантажувального штуцера до зливної перегородки 9. Крім того, висоту шару матеріалу можна регулювати шляхом зміни висоти зливної перегородки 9. Такий метод дає можливість точно налаштовувати процес сушіння для досягнення потрібних параметрів кінцевого продукту.

1.3. Аналіз існуючого виробництва казеїну. Основні технологічні процеси, види сировини і її характеристики

Білки є найбільш цінним компонентом молока, зокрема казеїн, що складає близько 2,7%. Він утримується у вигляді кальцієвої солі та додає білий колір молоку. У свіжому молоці казеїн утворює колоїдний розчин, але в кислому середовищі молочна кислота розщеплює його молекули, що призводить до утворення молочнокислого згустку.

Сучасне виробництво казеїну у розвинених країнах характеризується високою концентрацією, що призвело до спеціалізації: одні країни виробляють та експортують казеїн, тоді як інші здійснюють його імпорт для подальшої переробки на технічні та харчові цілі. Найбільші виробники казеїну на сьогодні - Нова Зеландія, Австралія, Аргентина, Франція, які становлять 90% світового виробництва та експорту.

Українські виробники казеїну продовжують розширювати виробництво цієї продукції. Високі ціни на казеїн зберігаються завдяки стабільно високому попиту на цей продукт серед імпортерів.

Казеїн відноситься до молочно-білкових концентратів, які виготовляють із знежиреного молока або сироватки, видаляючи воду, мінеральні речовини, лактозу та концентруючи білки. Ці концентрати поділяються на рідкі та

пастоподібні, сухі в залежності від вмісту сухих речовин. Крім того, всередині кожної групи молочно-білкові концентрати розподіляють за видом білка та його розчинністю у воді.

Казеїн-сирець відносять до категорії нерозчинних молочно-білкових концентратів, що містять виключно казеїн у рідкій або пастоподібній формі. Тоді як молочно-білковий концентрат у блоках належить до розчинних класифікацій, оскільки містить як казеїн, так і сироваткові білки у рідкій або пастоподібній формі.

1.4. Вихідна інформація. Будова та опис роботи сушарки для казеїну марки ВС-300

Вихідною інформацією є паспорт сушарки для казеїну марки ВС-300.

Сушіння казеїну відбувається у пристрої з псевдорідинним шаром. Цей пристрій складається з сушильної камери 1 (рис. 1.8), яка розташована на сталевій підставці. У нижній частині пристрою знаходиться дифузор 3 для подачі теплоносія.

Через люк 7 вставлений газорозподільний пристрій, що складається з паралельно розташованих призм, закріплених на рамі. Основи цих призм створюють горизонтальні канали для розподілу теплоносія в сушильну камеру та перешкоджають потраплянню казеїну в дифузор.

Болти з контргайками кріплять раму газорозподільного пристрою до полиць швелера, прокладка товщиною 10 мм вщільнює пристрій. На передній стіні сушильної камери 1 розташований люк 6 для внутрішнього огляду та очищення камери, а в його кришці вбудовано вікно для візуального спостереження за процесом в камері. Аналогічні вікна 6 розміщені на бокових стінках сушильної камери і оснащені склоочисниками. У задній стінці камери розташовано штуцер 5 для вивантаження висушеного казеїну, а входяща в нього задня стінка утворює поріг для збереження необхідної висоти шару.

Поворотний шибер із механічним фіксатором кріпиться до фланця штуцера. Над вікном на кришці сушильної камери розташований світильник з електролампою потужністю 100 Вт для освітлення внутрішнього простору камери. У задній торцевій стінці та кришці камери встановлено штуцер 4 для відведення відпрацьованого теплоносія, до фланця якого кріпиться прямоточний циклон за допомогою конічної перехідної вставки.

До рами прикріплений завантажувальний пристрій 2.

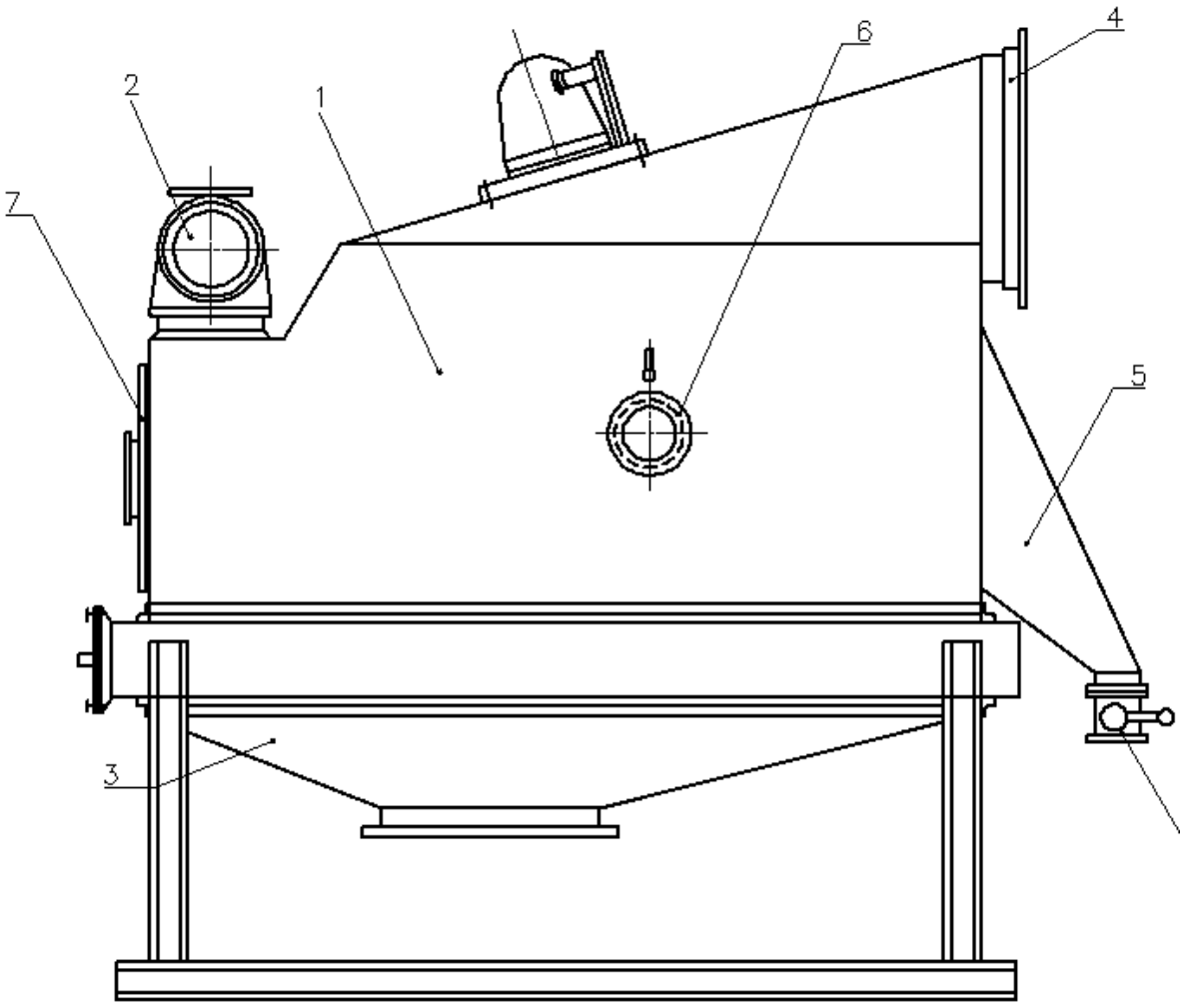


Рисунок 1.8. Сушарка для казеїну марки ВС-300

1 – сушильна камера; 2 – пристрій завантаження; 3 – дифузор; 4 – канал для відведення теплоносія; 5 – патрібок для відведення висушеного казеїну; 6 – оглядове віконце; 7 – люк.

Внутрішні стінки рами створюють прохід, який з’єднує завантажувальний пристрій і сушильну камеру. Приймальний бункер для сирого казеїну прикріплюється до верхнього фланця завантажувального пристрою. Крутний момент від привода передається до ротора живильника-гранулятора за допомогою пальцевої муфти. Прямоточний циклон забезпечує компактність агрегату і ефективно очищує відпрацьований теплоносій. До корпусу циклона прикріплюється розвантажувальний бункер з люком для огляду.

В процесі сушіння гаряче повітря використовується для кип'ятіння сипучого матеріалу. Коли гаряче повітря взаємодіє з частинками матеріалу, відбувається їх нагрівання, що активує живильник-гранулятор та шнековий прес з насосом для подачі казеїну-сирцю разом з сироваткою. Процес сушіння забезпечує безперервний рух частинок матеріалу від місця завантаження до місця вивантаження готової продукції.

Висушені частинки матеріалу переносяться повітряним потоком в бункер-нагромаджувач, до якого приєднаний трубопровід пневмотранспортера. Частинки матеріалу осідають в бункері під впливом відцентрових сил, тоді як очищене повітря проходить через стінку у горловині бункера. Потім повітроочисний потік направляється через трубопровід і викидається в атмосферу за допомогою вентилятора.

Відпрацьоване повітря, що містить пару та дрібні частинки матеріалу проходить крізь прямоточний циклон, де воно очищається.

Бункер-нагромаджувач розрахований на об’єм, що отримується за одну зміну його роботи. Тому розвантаження бункера-нагромаджувача проводиться в кінці кожної зміни. За цей час відбувається вирівнювання вологості частинок матеріалу. Розвантаження здійснюється через шлюзовий шибер.

Технічні характеристики сушарки для казеїну марки ВС-300

1. Продуктивність сушарки за висушеним

казеїном, кг/год	300
2. Температура процесу, ˚С	40
3. Габаритні розміри сушарки, мм	
Ширина	2850
Висота	2590
Глибина	1220
4. Маса сушарки, кг	540

1.4. Мета і основні задачі роботи

Метою роботи є підвищення ефективності роботи сушарки для казеїну марки ВС-300 шляхом модернізації вузла завантаження

Основні задачі:

- аналіз обладнання для сушіння казеїну;
- дослідження зміни гранулометричного складу казеїну під час сушіння;
- аналіз структури вузла завантаження сушарки;
- міцністний розрахунок валу вузла завантаження;
- підбір підшипників вузла завантаження установки;
- конструктивний розрахунок муфти вузла завантаження;
- модернізація вузла завантаження;
- технологічний розрахунок модернізованої сушарки.

2. Дослідження адгезійних властивостей казеїну

2.1. Методика досліджень

У випадку контакту структурно-пластичного тіла, такого як казеїн, адгезію можна розглядати як поступове встановлення зв'язку між двома тілами під час контакту, що відбувається в часі. Оскільки казеїн володіє пружно-пластичними властивостями, можна припустити, що порушення адгезійного зв'язку також є процесом, що розвивається з плином часу.

Якщо дивитися на виникнення і порушення адгезії як на процес, що розвивається з часом, то температура, зовнішні зусилля та тривалість контакту вважаються факторами, які впливають на цей процес. У випробуваннях на адгезію, для характеристики цього феномену, зазвичай використовують адгезійну міцність. Це значення визначає силу, яка діє на одиничну площу поверхні і необхідна для відділення зразка від цієї поверхні:

$$Pa = \frac{F}{S_к},$$

де $P_а$ –міцність адгезії, Н/м^2;

F – сила відриву, Н;

$S_к$ – площа поверхні контакту, м^2.

Проте важливо відзначити, що кількісна оцінка адгезії за допомогою адгезійної міцності не є повністю точною. Фактично неможливо точно визначити силу, яка необхідна для розриву адгезійного зв’язку, оскільки вона включає в себе не лише реальне зусилля відриву, а й зусилля, необхідні для подолання супутніх процесів.

При оцінці адгезійної міцності, коли пластина відділяється від поверхні досліджуваного продукту, певна частина зусиль витрачається на подолання деформації пластини та внутрішніх напруг.

При відриві структурованих матеріалів адгезійна міцність конкурує з когезійною міцністю матеріалу. Під час відриву відбувається деформація досліджуваного матеріалу, яка визначається його реологічними властивостями. Відрив може мати адгезійний, когезійний або комбінований – когезійно-адгезійний тип.

Ще однією проблемою, яка ускладнює визначення адгезійної міцності, є встановлення реальної площі контакту. Фактична площа контакту залежить від численних факторів, таких як нормальний тиск, характер контактуючих поверхонь і зовнішні умови, такі як температура, напруженість, тривалість попереднього навантаження та швидкість зростання зусиль відриву. Ці фактори по-різному впливають на зміну реальної площі контакту.

Так, при обчисленні адгезійної міцності харчових матеріалів зазвичай не враховують зміну фактичної площі контакту, і часто припускають, що вона дорівнює або трохи менша за номінальну.

Отже, з аналізу теоретичних підходів до дослідження адгезії випливають наступні вимоги до дослідної установки:

- Необхідна висока жорсткість пластини, щоб уникнути втрати зусиль на подолання її деформації під час відриву.
- Зусилля, що застосовується до пластини або досліджуваного продукту, повинно діяти під постійним кутом протягом усього процесу адгезії.
- Збільшення зусиль повинно відбуватися рівномірно та безперервно.
- Потрібна можливість змінювати один параметр при незмінності інших для ефективного вивчення впливу кожного з них.
- Конструкція пристрою повинна дозволяти широкий спектр регулювання параметрів, які впливають на інтенсивність процесу адгезії: напруження попереднього навантаження, тривалість контакту, швидкість відриву, матеріал пластини, товщина шару продукту і т.д.

Після ретельного аналізу наявних методів вивчення адгезійних властивостей було встановлено, що кожен з них має свої переваги та недоліки.

Установка для проведення досліджень адгезійних властивостей включала в себе такі компоненти: посудина 1 (рис. 2.1), пластина 2, шток 3, вантажі 4, вимірювальна посудина 5, резервуар 6, гнучкий шланг 7, вентиль 8, трос 9, шків 10, стійки 11, направляюча 12 і клапан 13.

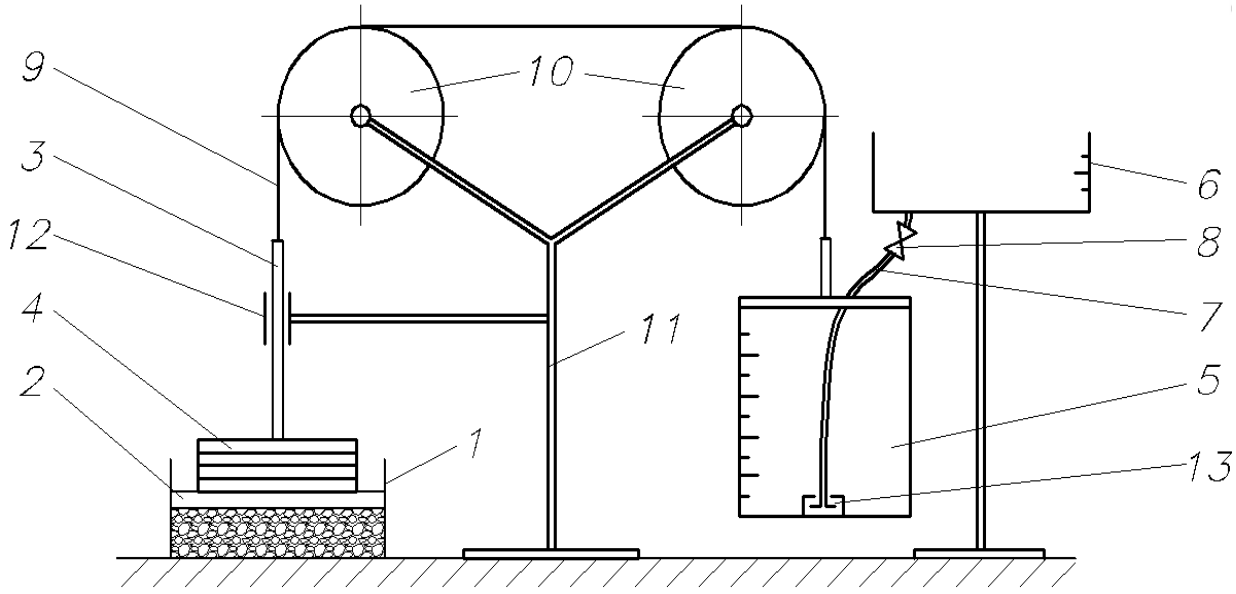


Рис. 2.3. Схема стенду для визначення адгезійної мвцності:
1–посудина; 2–пластина; 3–шток; 4 – вантаж; 5 – мірна ємність;
6 – посудина; 7 –шланг; 8 – вентиль: 9 –трос: 10 – шків;
11 – рама; 12–направяюча; 13–клапан.

Стенд працював наступним чином: посудина 1 містила рівномірний шар казеїну. Потім на цей шар клали пластину 2 з прикріпленим штоком 3 і застосовували попереднє навантаження мірними вантажами 4. Рідину з ємності 6 подавали до мірної посудини 5 через гнучкий шланг 7, створюючи зусилля відриву. Це зусилля передавалося пластині 2 через трос 9, один кінець якого

був прикріплений до штока 3, а інший – до мірної посудини 5. Вентиль 8 регулював подачу рідини до мірної посудини, впливаючи на зусилля, що діяли на пластину 2. Зміна напрямку зусиль відбувалася за допомогою шківів 10, які можна було обертати на штативі 11 на 180°. Всі зусилля діяли перпендикулярно до пластини 2 і керувалися направляючою 12, що була прикріплена до штативу 11. Після відривання пластини 2 мірна посудина 5 опускалася, а клапан 13 перекривав подачу рідини з ємності 6. Величину зусиль визначали через об'єм рідини в мірній посудині 5 після відривання пластини.

Експериментальна установка мала можливість регулювати широкий спектр параметрів, які впливають на активність адгезійної взаємодії: тиск попереднього навантаження (від 0 до 10 кПа), зусилля відриву (від 0 до 100 Н) та швидкість зростання цього зусилля (від 0,2 до 2 Н/с).

Калібрування експериментальної установки включало визначення зусилля, необхідного для відривання пластини 2 від дна посудини 1 при відсутності шару казеїну в посудині 1.

Продовжуючи експеримент, казеїн наносили рівномірним шаром на дно циліндричної посудини, таким чином, щоб висота шару становила $1{,}2 \cdot 10^{-2}$ м. Площа дна посудини дорівнювала площі пластини і складала $7{,}8 \cdot 10^{-3}$ м². Адгезійну міцність визначали, використовуючи отримані під час експерименту дані, за наступною формулою:

$$Pa = \frac{F - F_o}{S_к}, \qquad (2.2)$$

де F_0 – сила відриву при відсутності матеріалу, що досліджується, Н.

Дослідження залежності міцності адгезії казеїну від часу попереднього контакту проводили при попередньому тиску 1,0 кПа та швидкості збільшення сили 1 Н/с. Розпочавши з мінімальної тривалості контакту 10 секунд, у кожному наступному експерименті тривалість збільшували на 10 секунд,

досягаючи 180 секунд. Ці досліди проводили з п'ятикратною повторюваністю, враховуючи особливості продукту та технології виготовлення.

2.2. Результати досліджень

Міцність адгезії казеїну збільшується з часом, особливо це відчутно на початку контакту (рис. 2.2.).

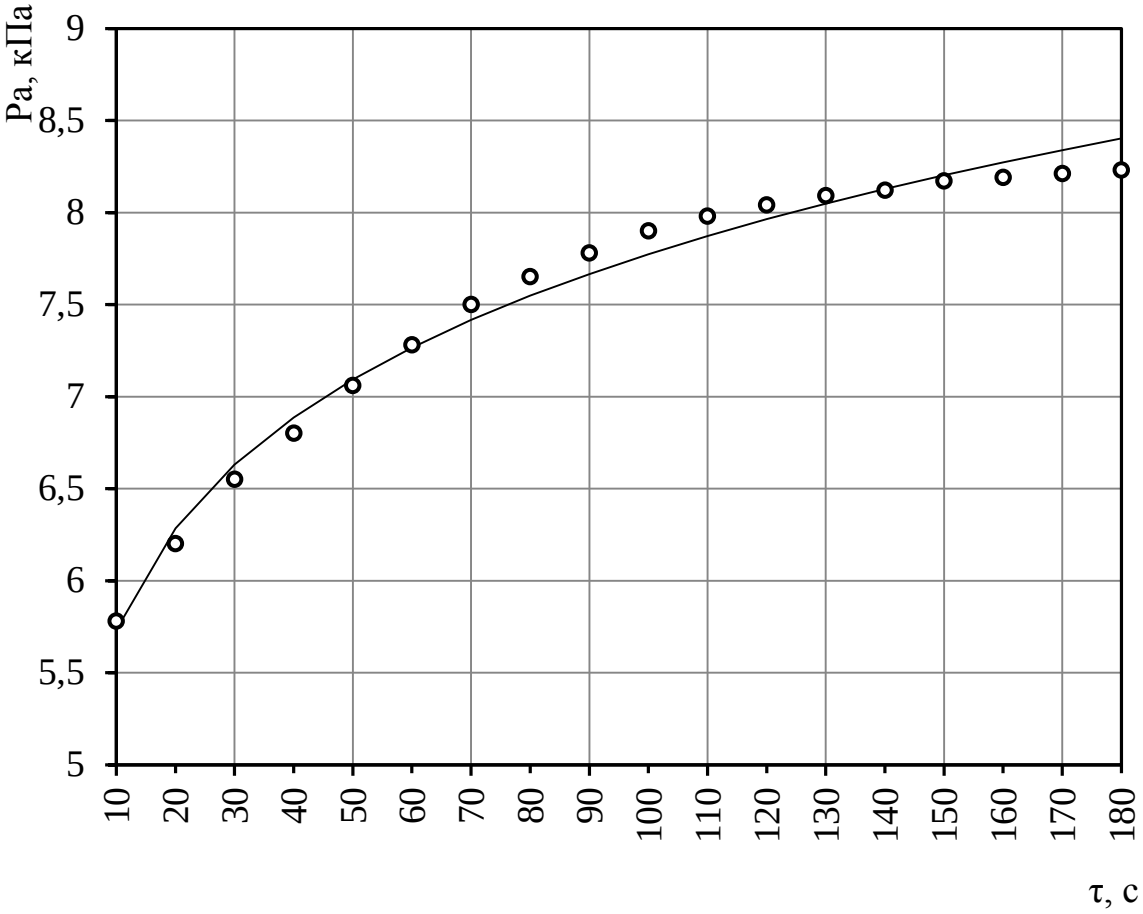


Рисунок 2.2. Залежність міцності адгезії казеїну від часу контакту (до нержавіючої сталі)

Після обробки даних у програмному середовищі Machcad отримано математичну формулу, яка дозволяє визначити міцність адгезії у межах тривалості контакту від 0 до 180 секунд:

$$P_a = 4{,}28\tau^{0{,}135},$$

де P_a – міцність адгезії, Па;

τ – час контакту, ℃.

Відносна похибка значення міцності адгезії, для цього виразу складає 9%.

Встановлення залежності міцності адгезії казеїну від зусилля попереднього навантаження виконували при часі контакту 30-150 с. Такі значення обрані з урахуванням того, що при часі контакту 30 та 150 секунд відбуваються різні механізми адгезії.

Отримана діаграма (див. рис. 2.3.) наглядно показує, як швидкість утворення контакту між поверхнями впливає на міцність адгезії, враховуючи вплив пружно-пластичних властивостей.

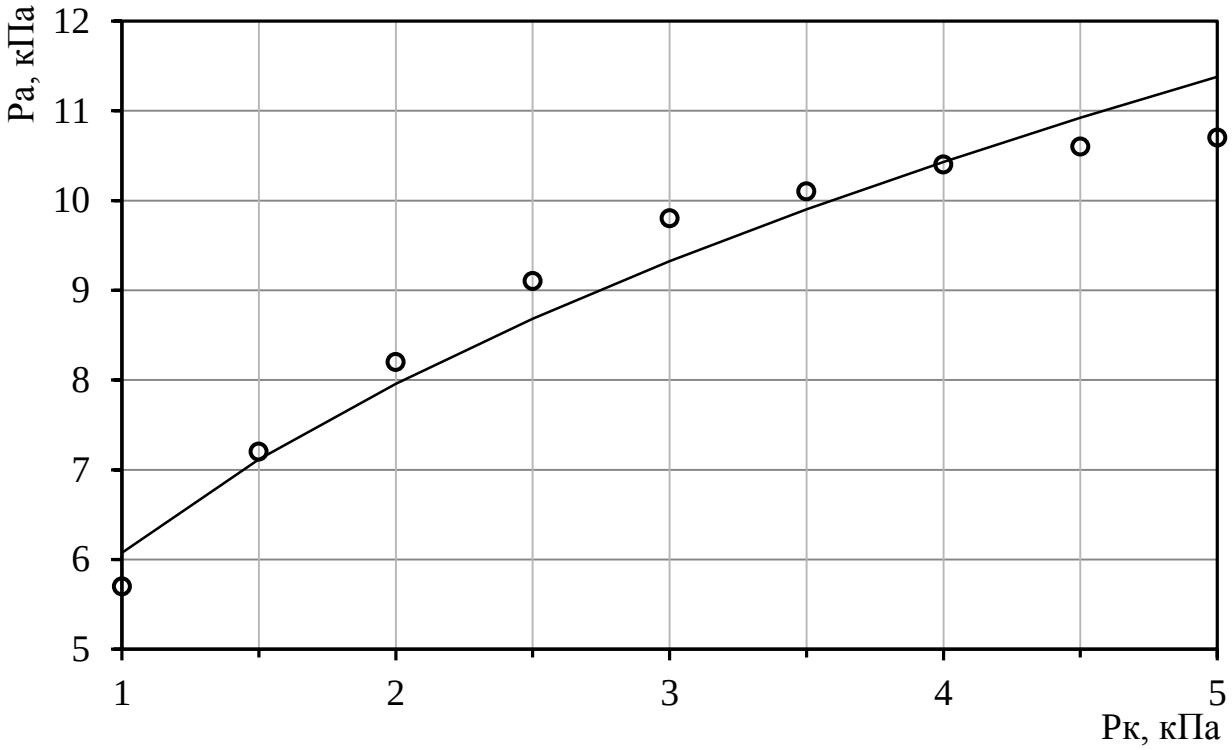


Рисунок 2.3. Залежність міцності адгезії казеїну від попереднього тиску по відношенні до нержавіючої сталі (при тривалості контакту 30 с)

Отриману графічну залежність міцності адгезії казеїну від величини попереднього тиску по відношенні до поверхні із нержавіючої сталі при часі контакту 30 с можна умовно розділити на три частини. На першій дільниці (1,0 - 3,0 кПа) має місце збільшення величини міцності адгезії. На другій дільниці (3,0 - 4,5 кПа) значення міцності адгезії помірно зростає. Третя дільниця (тиск більше 4 кПа) характеризується стабільністю значень міцності адгезії: при збільшенні попереднього тиску на 0,5 кПа зміна міцності адгезії не більше 1-2%.

Встановили, що зміна міцності адгезії казеїну в залежності від попереднього тиску, може бути описана наступним рівнянням:

$$P_a = 7{,}15P_к^{0{,}273},$$

де Рк – попередній тиск, Па.

Результати замірів з адгезійних властивостей казеїну показали, що процес формування зв'язку з твердими поверхнями пройшов через три етапи. Перша стадія включала утворення площі номінального контакту, заповнення нерівностей поверхні та створення фактичної площі контакту. Цей етап взаємодії казеїну з твердими поверхнями був прямо зв'язаний з його пружно-пластичними властивостями. На цій стадії спостерігалося інтенсивне збільшення міцності адгезії з плином часу.

На перехідному етапі від першої до другої стадії спостерігається точка перегину, де зростання адгезійної міцності вкрай уповільнюється. Це може свідчити про прояв пластичних властивостей казеїну, який починає текти, заповнюючи мікронерівності та формуючи більш повний контакт.

На третьому етапі процесу адгезійна міцність майже залишається незмінною.

Було отримано математичний вираз, який дозволяє розрахувати міцність адгезії продукту при різних значеннях часу контакту та попереднього тиску в межах від 10 до 300 секунд та від 1 до 8,0 кПа відповідно:

$$P_a=4{,}4\cdot\tau^{0{,}135}\cdot Pк^{0{,}281}.$$

Для кращої наглядності графічні залежності міцності адгезії досліджуваного продукту від часу контакту та попереднього тиску представлено у тривимірних координатах (рис. 2.4.).

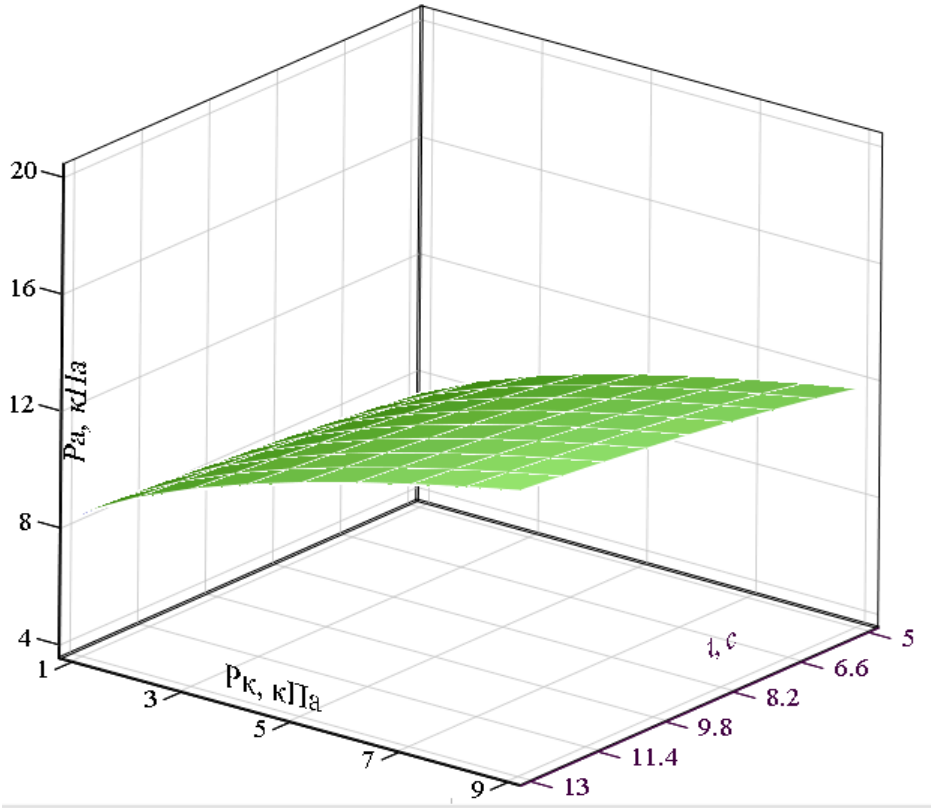


Рисунок 2.4. Залежність міцності адгезії казеїну по відношенні до поверхні із нержавіючої сталі, від часу контакту та попереднього тиску

Також провели вимірювання міцності адгезії казеїну по відношенні до фторопласту-4 (2.5) при тих же інших умовах як і для поверхні із нержавіючої сталі.

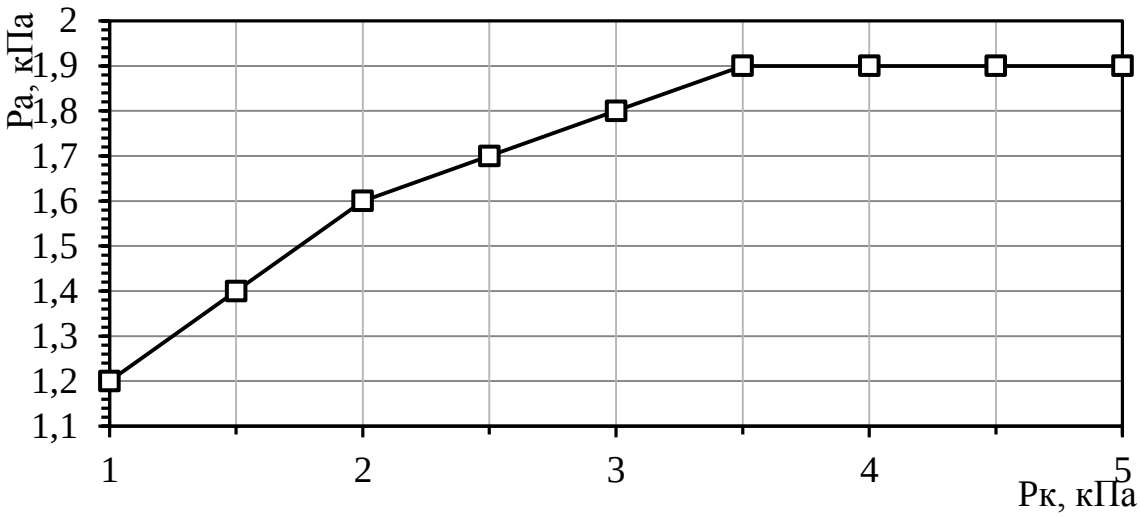


Рисунок 2.5. Залежність міцності адгезії казеїну від попереднього тиску по відношенні до фторопласту-4 (при тривалості контакту 30 с)

Отримані дані показують, що міцність адгезії казеїну-сирцю по відношенні до фторопласту-4 у 4-5 разів нижча ніж до нержавіючої сталі. Це слід врахувати при проектуванні робочих поверхонь обладнання для виробництва казеїну, зокрема сушарок.

2.3. Висновки до розділу

Казеїн-сирець характеризується значною адгезійною міцністю по відношенні до поверхонь, що виготовлені із нержавіючої сталі: при часі контакту 30 секунд міцність адгезії змінюється в межах від 6,0 до11,0 кПа при відповідній зміні попереднього тиску від 1,0 до 5 кПа.

Запропоновано з метою зменшення негативного впливу сильних адгезій них властивостей на процес сушіння казеїну використати в якості матеріалу для деяких робочих поверхонь сушарки фторопласт-4.

3. Модернізація вузла завантаження сушарки для казеїну

3.1. Постановка задачі модернізації

Як показали дослідження (див. розділ 2) частки казеїну характеризуються достатньо сильними адгезій ними властивостями. Адгезія під час сушіння казеїну може мати негативний вплив у зв'язку з тим, що вологий казеїн може прилипати до поверхні обладнання чи інших матеріалів у процесі сушіння. Це може спричинити проблеми з очищенням обладнання після завершення процесу, що може вплинути на ефективність та продуктивність установки. Також, адгезія може призводити до нерівномірного розподілу матеріалу під час сушіння, що може вплинути на якість та однорідність кінцевого продукту.

Особливо значна негативна роль адгезії при роботі вузла завантаження, основним елементом якого є вал із лопатями, які і завантажують казеїн в сушарку. При роботі завантажувального валу відбувається налипання частинок казеїну на лопаті. Це призводить до ряду негативних наслідків:

- робочий об’єм вузла завантаження зменшується, а отже зменшиться і продуктивність сушарки, оскільки менша кількість казеїну-сирцю, що завантажується;
- деяка частина злиплих між собою зерен казеїну час від часу буде відриватися від лопатей і потрапляти в камеру сушарки; проте за рахунок збільшеного розміру вологість цих зерен на виході не буде відповідати технологічним значенням;
- налипання зерен казеїну на лопаті збільшує тривалість процесів миття обладнання, що в свою чергу веде до зниження продуктивності сушарки.

3.2. Модернізація вузла завантаження

З метою мінімізації негативної дії адгезії при роботі вузла завантаження запропоновано змінити матеріал лопатей із нержавіючої сталі на фторопласт.

Фторопласт має значний потенціал у машинобудуванні завдяки унікальним властивостям, а саме:

- Висока температурна стійкість: витримують високі температури, що робить їх корисними для застосування в машинах, які працюють в умовах великого нагріву.
- Хімічна стійкість: фторопласти відомі своєю стійкістю до хімічних реакцій, тому вони досить надійні в умовах взаємодії з різними хімічними сполуками.
- Електрична ізоляція: цей матеріал є добрим ізолятором, що робить його корисним для застосування у виробництві електронної та електричної апаратури.
- Механічна міцність: вони мають високу міцність та стійкість до ударів, що дозволяє їм використовуватися в механізмах, які піддаються великим навантаженням.

У галузі машинобудування фторопласти використовують для виготовлення різноманітних деталей, таких як ущільнювальні пристрої, втулки, підшипникові матеріали та ущільнювальні кільця. Ці матеріали мають особливості, які роблять їх незамінними у виробництві: вони мають високу стійкість до термічних та хімічних впливів, а також низький коефіцієнт тертя та добре проводять електрику. Їх також використовують у складних механізмах, які потребують особливих властивостей, наприклад, у деяких типах трансмісій та в ущільненнях для валів.

Також це рішення дозволить зменшити навантаження на привід, за рахунок меншої питомої маси матеріалу.

Модернізований механізм завантаження призначений для постачання вологого казеїну до сушильної установки та попереднього його нагріву, використовуючи енергію відпрацьованого теплоносія. Цей компонент включає в себе вал 1, що установлений у корпусі 4 (рис. 4.1).

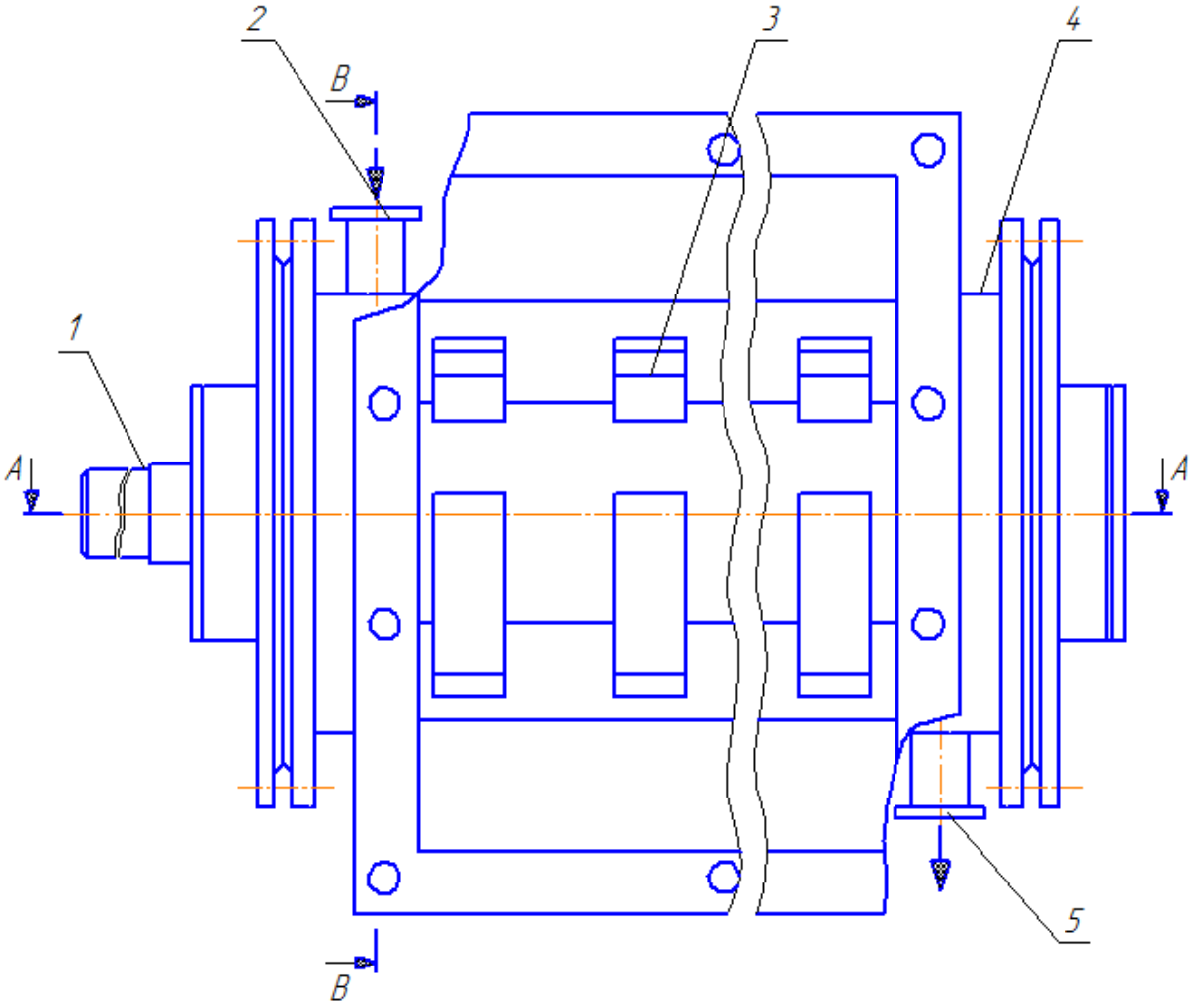


Рисунок 3.1. Модернізований завантажувальний пристрій

1 – вал; 2-патрубок; 3–лопаті із фторопласту; 4 – корпус;

Завантажувальний вал 1 розміщений на підшипникових опорах 10 та 13 (рис. 3.2). Корпус 7 закривається з обох боків за допомогою кришок 6.

З метою зменшення енерговитрат на процес сушіння казеїну, пропонується використовувати відпрацьований сушильний агент для

нагрівання вологого казеїну до його подачі в сушильну камеру сушарки. Це досягається шляхом використання частини відпрацьованого сушильного агенту, який виводиться з сушильної установки через трубопровід і подається у завантажувальний пристрій.

Установку доповнили додатковим вентилятором 3 для видалення частини відпрацьованого повітря, що виходить із патрубка 5, та його проходження через завантажувальний пристрій. На трубопроводі 8 встановлено вентиль 7.

Для переднього нагрівання казеїну відпрацьованим теплоносієм зроблені зміни в конструкції завантажувального пристрою. Тепер на протилежних кінцях корпусу є патрубки для подачі та відведення теплоносія відповідно.

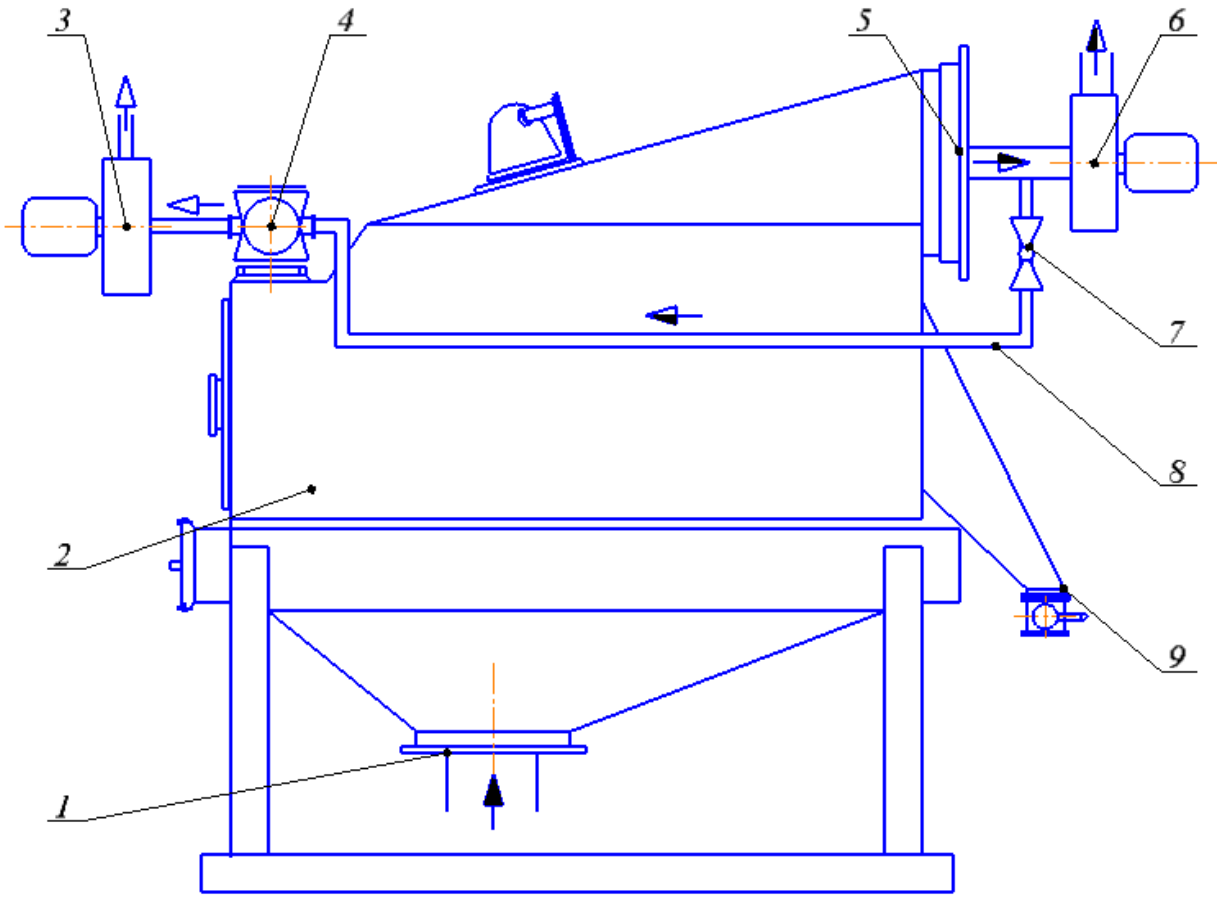
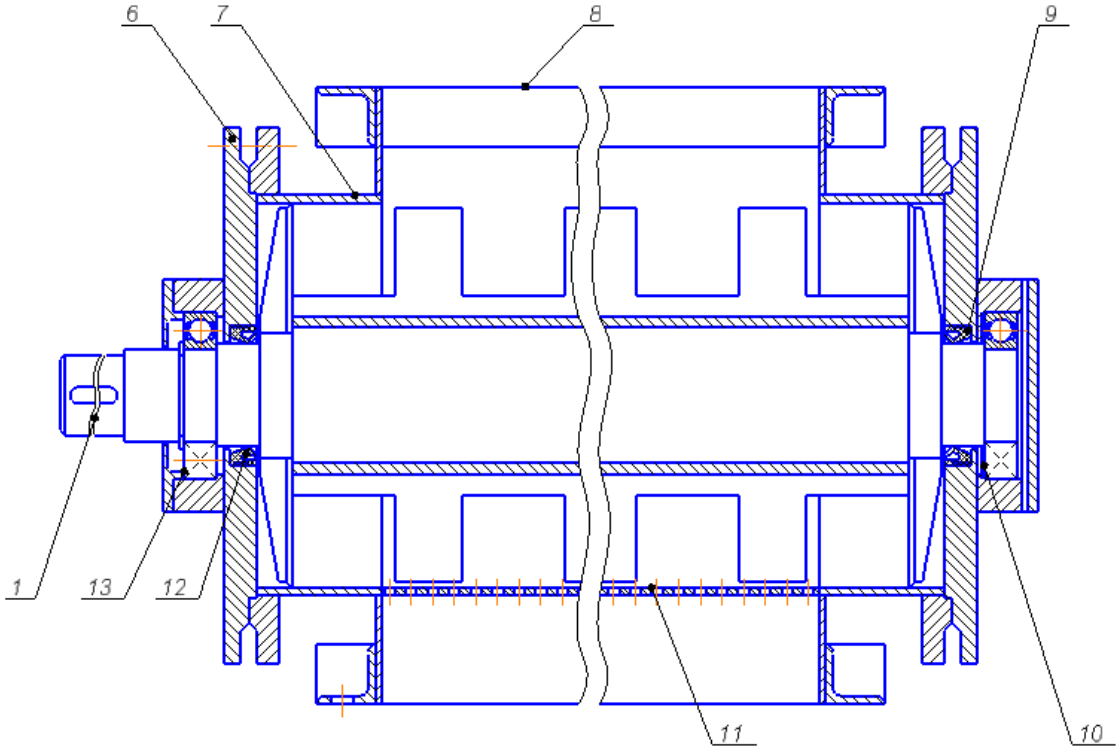


Рисунок 2.1. Сушарка для казеїну марки ВС-300

1 – канал для подачі теплоносія; 2 – сушильна камера; 3 –вентилятор; 4 – пристрій завантаження; 5 – канал для відведення відпрацьованого сушильного агенту; 6–вентилятор; 7–вентиль; 8–трубопровід; 9 – канал для відведення казеїну.

Під час завантаження вологого казеїну в установку забезпечується герметизація щілин між нерухомим корпусом завантажувального пристрою та рухомим валом за допомогою сальникових ущільнень 9 і 12. Головна функція цих ущільнень полягає в тому, щоб уникнути виходу казеїну та сироватки за межі внутрішньої частини корпусу завантажувального вузла. Вологий казеїн надходить до завантажувального пристрою через лоток 8 шнекового преса. Лопаті 3, що твердо закріплені на валу 1, рухаються при обертанні цього вала та дозволяють вологому казеїну пройти через перфоровану решітку 11 в сушарку.



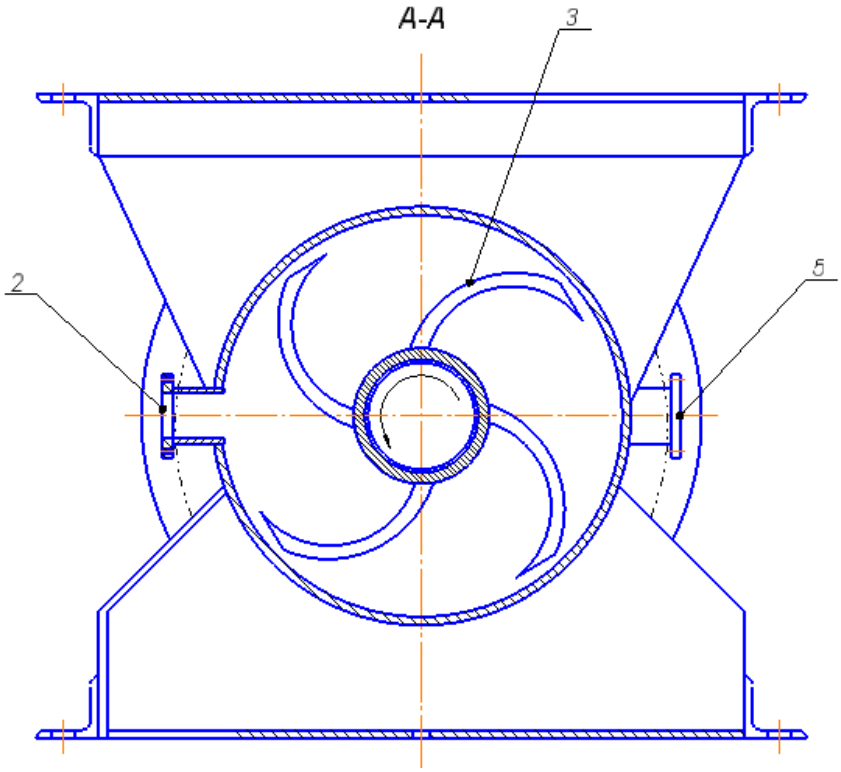


Рисунок 3.2. Модернізований завантажувальний пристрій

1 – вал; 2 – патрубок відведення повітря; 3 – лопасті; 5 – завантажувальні лопаті; 6 – кришка; 7 – корпус; 8 – лоток; 9, 12 – ущільнення; 10, 13 – шарикові підшипники; 11 – перфороване дно.

Відпрацьований сушильний агент за температури 50 ˚С надходить з сушильної камери в завантажувальний пристрій через патрубок 2 і далі йде вздовж корпуса сушарки 7 віддаючи теплоту казеїну-сирцю. Далі сушильний агент виходить із корпуса крізь патрубок 5.

4. Конструювання та розрахунок сушарки для казеїну

4.1. Розробка конструкції сушарки

Привід сушарки здійснюється від електродвигуна 1 (рис. 4.1) через редуктор 2 та муфту 3. Завантажувальний вал 5 розміщний на шарикових підшипниках 4.

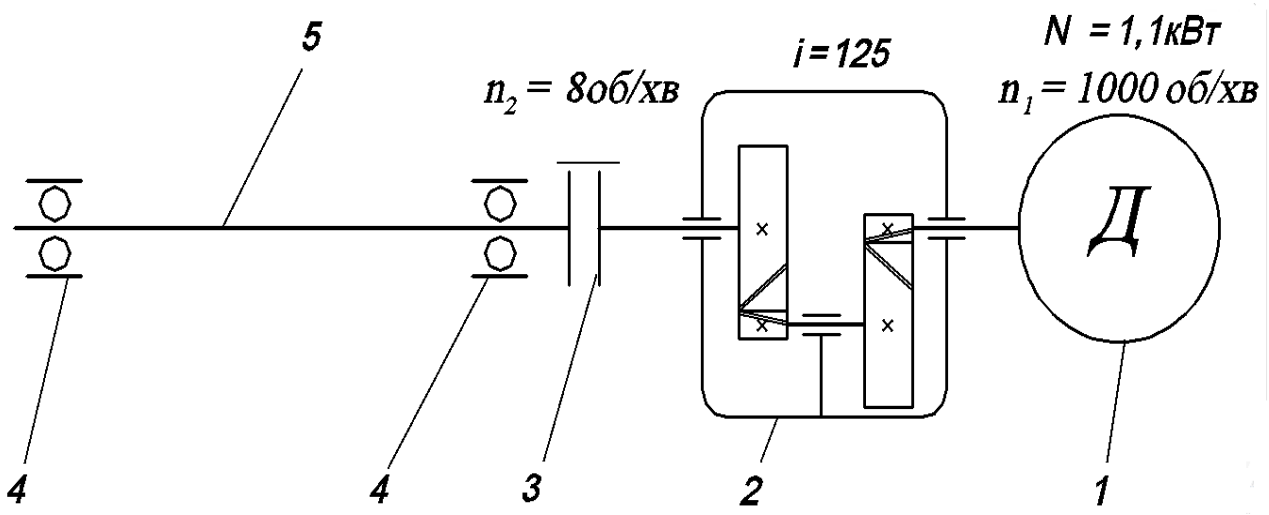


Рисунок 4.1. Кінематична схеми сушарки
1 – двигун; 2 – редуктор; 3 – муфта; 4 – підшипники;
5 – завантажувальний вал.

Завантажувальний пристрій призначений для перенесення вологого казеїну в сушильну установку. Він складається з корпусу 3, у якому розміщений вал 1, що підтримується шариковими підшипниками 4. На цьому валу 1 (зображеному на рис. 4.2) твердо закріплені лопаті 2, які при обертанні забезпечують перенесення вологого казеїну у встановку для сушіння.

Завантажувальний вал приводиться в рух від електродвигуна 7 через редуктор 6 та фрикціну муфту 5.

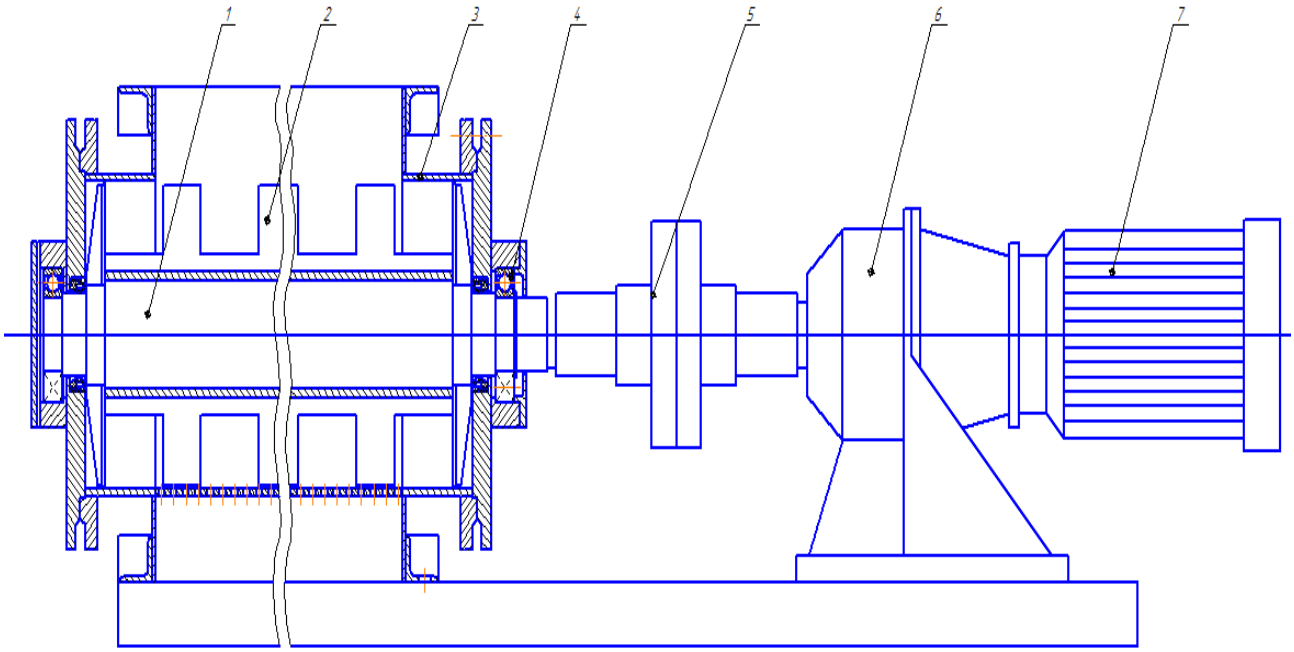


Рис. 4.2. Вузол завантаження

1 – вал; 2 – завантажувальні лопасті; 3 – корпус; 4 – шариковий підшипник; 5- муфта; 6 – редуктор; 7 – електродвигун.

Вал, завантажувальні лопаті та підшипникові опори високо навантажені під час роботи установки. У процесі функціонування вал піддається таким силам:

- Дотичні сили: вони виникають від загальних сил, таких як маса завантаженого продукту та реакції опори.
- Відцентрові сили: ці сили виникають від інерції обертання мас, а також від тертя, що виникає під час обертання деталей механізму.

4.2. Конструювання та розрахунок окремих вузлів сушарки

4.2.1. Розрахунок завантажувального валу сушарки

Вал завантаження відповідає за подачу вологого продукту в сушарку. Його робоче місце — на двох шарикових підшипниках, які забезпечують йому опору та дозволяють обертатися безперешкодно.

Кількість обертів валу

Основні розміри валу визначаємо за продуктивністю та необхідними умовами міцності.

Продуктивність установки з висушування казеїну складає 300 кілограмів на годину. Це дає змогу визначити продуктивність завантаження вологого казеїну на основі вихідної та кінцевої вологості продукту.

$$G_з=G_{с.к}+G_{с.к}(\rho_1-\rho_2)=300+300(0,8-0,6)=360 \text{ кг.}$$

де $G_з$ – розхід вологого казеїну, кг;

$G_{с.к}$ – розхід висушеного казеїну, кг;

ρ_1 – початкова вологість, кг/м^3;

ρ_2 – кінцева вологість, кг/м^3.

Розрахуємо діаметр валу завантаження виходячи із навантажень на окремі дільниці.

Вал робить 720 обертів за одну годину, таким чином, за один оберт вал завантажує 240/720 =0,33 кг казнїну.

Розрахуємо діаметр вала відповідно до крутних моментів.

Крутний момент на валу:

$$M_{кр}=\frac{N}{\omega}=\frac{3\cdot10^3}{0,2}=1,5\cdot10^4 \text{ Н}\cdot\text{м},$$

де N – потужність приводу, Вт;

ω – кутова швидкість валу, с$^{-1}$.

Діаметр колін вала:

$$d_в = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_{кр}}{\pi \cdot [\tau_{кр}]}} = \sqrt[3]{\frac{1{,}875 \cdot 1{,}5 \cdot 10^4}{3{,}14 \cdot 20 \cdot 10^6}} = 0{,}021 \text{ м},$$

де $[\tau_{кр}]$– для матеріалу сталь становить 40 МПа.

Приймемо діаметр завантажувального валу 0,042 м.

Так як проміжні опори не передбачені конструкцією валу, то для розрахунку розглядатимемо вал як балку на двох опорах (рис. 4.3.).

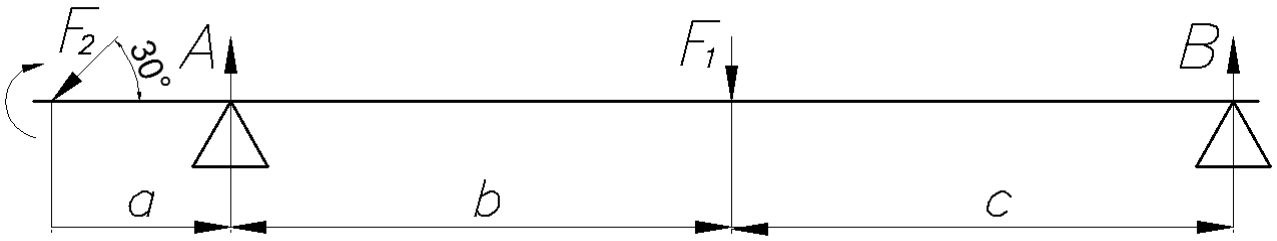


Рисунок 4.3 Схема дії сил на завантажувальний вал

Тут:

F_1 – сила, яка діє вал при завантаженні продукту, (F_1=33 Н);

F_2 – сила, яка передається валу від приводу через муфту, (F_2 =1,68 кН), Н.

Відстані: a=0,11 м, b=0,47м; c=0,47м.

Для кута повороту 0˚ розрахуємо реакції опор в площинні YOZ:

$$\Sigma M_A = F_2 \cdot \sin 30^\circ \cdot a - F_1 \cdot b - Y_B(b + c) = 0;$$

$$Y_b = \frac{F_1 c - F_2 \cdot \sin 30^\circ (a + b + c)}{b + c} =$$

$$= \frac{33 \cdot 0{,}47 - 1{,}68 \cdot 10^3 \cdot 0{,}5 \cdot (0{,}11 + 0{,}47 + 0{,}47)}{0{,}47 + 0{,}47} =$$

$$= 13{,}38 \cdot 10^3 \text{ Н};$$

$$\Sigma M_B = F_2 \cdot \sin 30^\circ (a+b+c) + Y_A(b+c) - F_1 \cdot c = 0 ;$$

$$Y_a = \frac{F_1 \cdot b - F_2 \cdot \sin 30^\circ \cdot a}{b + c} = \frac{33 \cdot 0{,}08 - 1{,}68 \cdot 10^3 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}05}{0{,}47 + 0{,}47} = 5{,}22 \cdot 10^3 \text{ Н};$$

Реакції опор в площинні XOZ.

Відносно т.А:

$$F_2 \cdot \cos 30^\circ \cdot a = X_B(b + c);$$

$$X_B = \frac{F_2 \cdot \cos 30^\circ \cdot a}{b + c} = \frac{1{,}68 \cdot 0{,}86 \cdot 0{,}05}{0{,}28} = 0{,}03 \cdot 10^3 \text{ Н};$$

Відносно т.В:

$$F_2 \cdot \cos 30^\circ (a + b + c) - X_A(b + c) = 0;$$

$$X_A = \frac{F_2 \cdot \cos 30^\circ (a + b + c)}{b + c} = \frac{1{,}68 \cdot 0{,}86 \cdot (0{,}11 + 0{,}47 + 0{,}47)}{0{,}47 + 0{,}47} = 1{,}7 \cdot 10^3 \text{ Н}.$$

Намалюємо епюри моментів на завантажувальному валу для кута повороту 0˚ (рис. 4.4.).

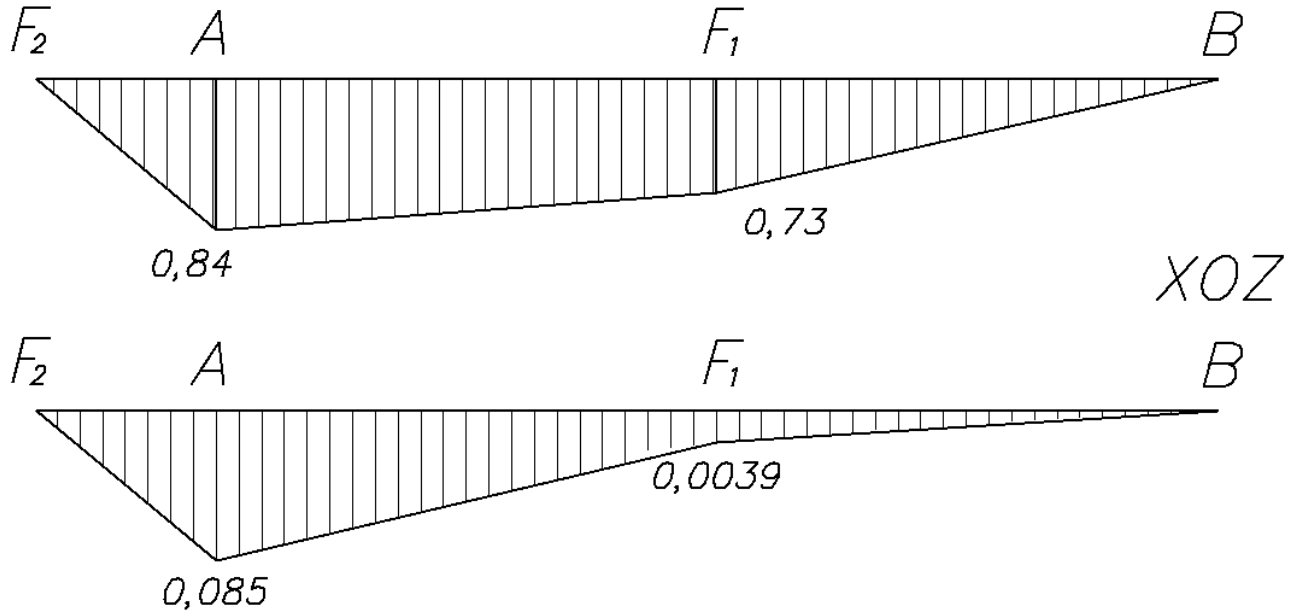


Рисунок 4.4 Епюри моментів на валу

Сумарний згинальний момент:

$$\text{Мз. сум. (т. А)} = \sqrt{0{,}084^2 + 0{,}085^2} = 85 \text{ Н};$$

$$\text{Мз. сум. (т. 1)} = \sqrt{1{,}46^2 + 0{,}06^2} = 1500 \text{ Н};$$

$$\text{Мз. сум. (т. 2)} = \sqrt{0{,}73^2 + 0{,}0039^2} = 730 \text{ Н};$$

$$\sigma_з = \frac{\text{Мз. сум.}}{W_X} = \frac{32 \cdot 1{,}5}{3{,}14(0{,}025 \cdot 10^{-3})^3} = 1{,}24 \cdot 10^6 \text{ Па};$$

Напруження від кручення:

$$\tau_{кр.} = \frac{M_{кр}}{W_p} = \frac{16 \cdot M_{кр}}{\pi d^3} \frac{16 \cdot 1{,}875}{3{,}14(0{,}025)^3} = 0{,}611 \cdot 10^6 \text{ Па};$$

По гіпотенузі найбільших дотичних напружень визначимо еквівалентне напруженя $\sigma_{ек}$ та порівнюємо його з допустимим значенням σ_u. Такі ж дії зробимо для кутів 120˚ і 240˚.

$$\sigma_{ек} = \sqrt{\sigma_з{}^2 + 4\left(\tau_{кр.}\right)^2} = \sqrt{(1{,}24 \cdot 10^6)^2 + 4 \cdot (0{,}611 \cdot 10^6)^2} = 3{,}048 \cdot 10^6 \text{ Па};$$

Отримаємо, що еквівалентне напруження в даному випадку не перевищує допустимого значення, яке становить:

$$\sigma_u = \frac{\sigma_{u-1}}{n \cdot K_\sigma} K_p = \frac{3{,}14 \cdot 10^8}{2 \cdot 2{,}2} 1{,}5 = 1{,}07 \cdot 10^8 \text{ Па},$$

де σ_{u-1} – границя виносливості, σ_{u-1} = 3,14·10^{8}Па;

K_σ – коеф. концентрації напружень, К =2,2;

n – запас міцності, n=2;

K_p – коеф. режиму навантаження, K_p =1,5.

Отримані розміри розрахованого завантажувального валу зображено на рисунку 4.5.

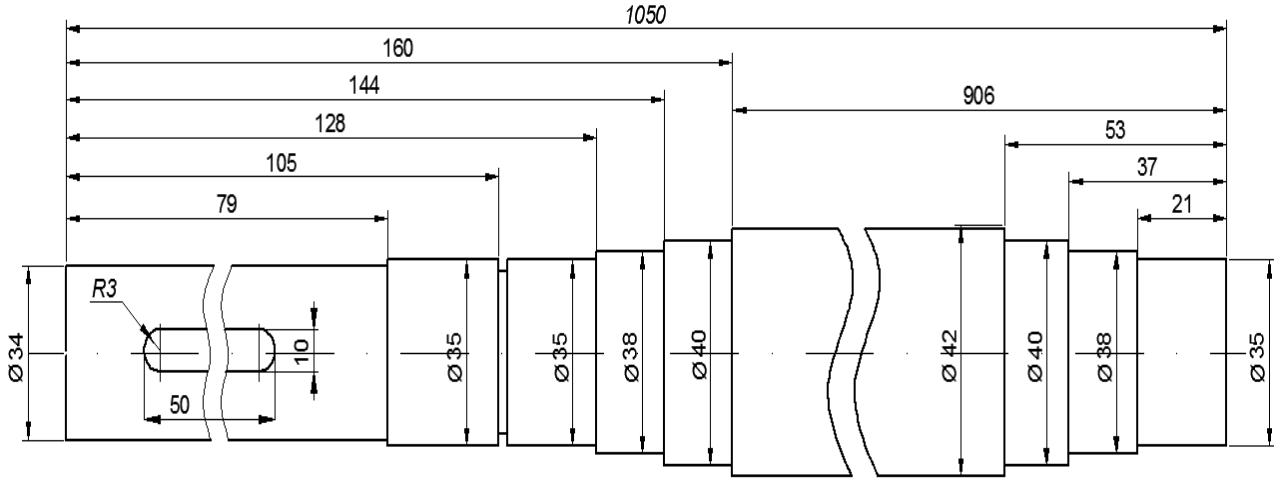


Рисунок 4.5. Розміри завантажувального валу

4.2.1. Розрахунок муфти

Фрикційні муфти передають обертовий момент через сили тертя, які виникають у контакті між їхніми складовими елементами.

Ці сили можна легко контролювати, змінюючи стискаючі сили, які діють на контактуючі поверхні. Це дозволяє муфтам фрикції забезпечувати плавне зчеплення при будь-якій швидкості, що дуже корисно, наприклад, у виготовленні автомобільних зчеплень. Крім того, фрикційна муфта не зможе передавати більший обертовий момент, ніж сили тертя, через що може відбутися проковзування контактуючих елементів. Таким чином, фрикційні муфти є ефективними пристроями, що захищають машину від динамічних перевантажень.

На основі вихідних даних обираємо втулково-пальцеву муфту, враховуючи діаметри з'єднуваних валів. Пів-муфта виготовлена зі сталі 35, пальці виготовлені з нормалізованої сталі 45, а втулки - з спеціальної гуми з певною допустимою напругою змінюваності.

Втулки прийнято перевіряти на зминання поверхонь, що прилипають до пальців:

$$\sigma_{см} = \frac{2T}{Д_1 \cdot Z \cdot d_n \cdot \ell_в} \le [\sigma]_{см},$$

Де $\ell_в$ - довжина втулки, $\ell_в = 110$ мм;

Z - число пальців, $Z = 6$ мм;

d_n - діаметр пальця, $d_n = 18$ мм;

Т –момент;

$Д_1$ - діаметр кола установки пальців.

Розрахунковий момент:

$$T = K_р \cdot T_1,$$

де $K_р$ - коеф., що враховує режим роботи,

$K_р = 1{,}25$, [1], с. 291;

T_1 - значення номінального моменту, $T_1 = 105$ Н·м.

$T = 1{,}25 \cdot 105 = 131$

Діаметр кола розташування пальців:

$$Д_1 = (0{,}7 \div 0{,}8) \cdot Д,$$

де Д – діаметр фрикційної муфти, $Д = 170$ мм.

$Д_1 = (0{,}7 \div 0{,}8) \cdot 170 = 119 \div 136$ мм, приймемо $Д_1 = 120$ мм.

$$\sigma_{см} = \frac{2 \cdot 1{,}25 \cdot 105 \cdot 10^3}{120 \cdot 6 \cdot 18 \cdot 110} = 1{,}3 \le [\sigma]_{см}.$$

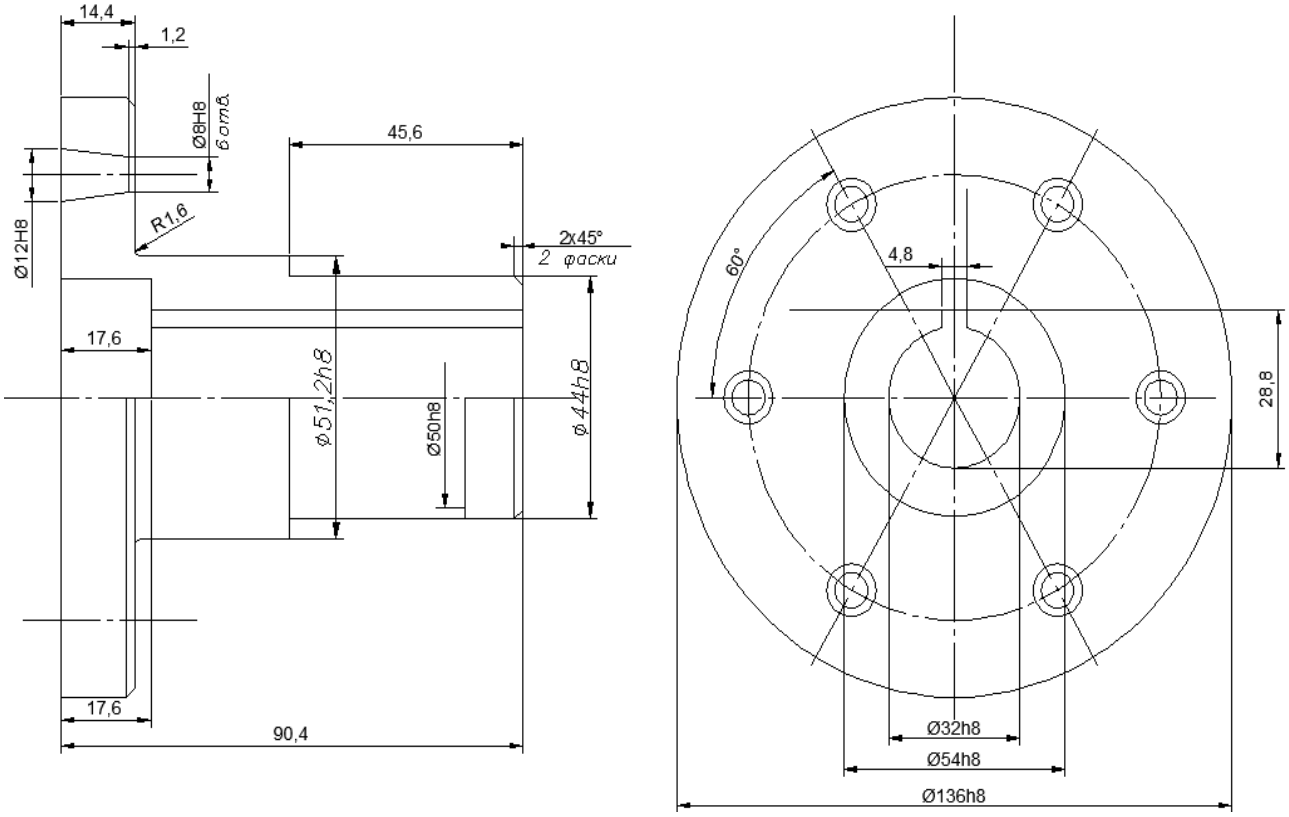


Рисунок 4.6. Муфта

Перевірка пальців на згинання:

$$\sigma_{виг} = \frac{10T_з \cdot \ell_п}{Д_1 \cdot Z \cdot d_п^3} \le [\sigma]_{виг},$$

$$\sigma_{виг} = \frac{10 \cdot 105 \cdot 10^3 \cdot 42}{120 \cdot 6 \cdot 18^3} = 1.5 \ \text{МПа}.$$

Допустиме напруження на згинання:

$$[\sigma]_{виг} = 0{,}25 \cdot \sigma_т,$$

де σ_T - текучість.

$$[\sigma]_{виг} = 0{,}25 \cdot 220 = 55 \ \text{МПа}.$$

Оскільки $\sigma_{виг} < [\sigma]_{виг}$, то таким чином умова міцності виконується.

4.2.2. Підбір підшипників

Вихідні дані: радіальне навантаження $F_р$=1,8·10^{4}Н; діаметр валу в місці встановлення підшипників $r_в$=0,035 м; кутова швидкість ω=0,2 с$^{-1}$.

Оскільки присутню рівномірне радіальне навантаження (відсутні поштовхи), то в такому разі обираємо підшипники шарикові циліндричні однорядні.

Їх характеристики

- коефіцієнт безпечності навантаження $K_σ$=1,1;
- ресурс, L_n=1,5·10^5 год;
- температурний коефіцієнт $K_т$=1,0.

Значення динамічної вантажопідйомності визначаємо при коефіцієнті осьового навантаження x=1, так якосьова сила рівна нулю.

$$C_{тр} = (XVF_р + YF_а)Kσ \cdot Kт(6 \cdot 10^5 \cdot n \cdot L_n)^{0,33} =$$

$$= (1 \cdot 1 \cdot 1{,}8 \cdot 10^4 + 0)1{,}1 \cdot 1(6 \cdot 10^5 \cdot 1{,}5 \cdot 10^5)^{0,33} = 9{,}92 \cdot 10^4 \text{ Н},$$

Обираємо шариковий підшипник 6307N із наступними характеристиками (табл. 4.1.).

Таблиця 4.1. Характеристики підшипника

Марка підшипника	Внутрішній діаметр d, мм	Зовнішній діаметр D, мм	Ширина B=, мм
6307 N	35	80	21

5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5.1. Охорона праці

5.1.1 Аналіз умов праці в галузі

Умови праці це сукупність факторів виробничого середовища, які впливають на здоров’я і працездатність людини в трудовому процесі. Ці фактори поділяють на шкідливі і небезпечні. Вплив шкідливих факторів на працюючих в певних умовах приводить до травми або іншого різкого погіршення здоров'я, а небезпечних до захворювання або зниження працездатності.

Фактори відрізняються не тільки кінцевими, несприятливими для людини результатами, що залежать від рівня виробничого фактора, але і тривалістю дії. Для небезпечного фактора характерне миттєва, а для шкідливого – довготривала дія, але в ряді випадків шкідливі наслідки, викликані короткотривалою дією шкідливого фактора розглядаються на рівні з травмами, розслідуються і облікуються як небезпечні випадки на виробництві. До них відносяться: гострі отруєння, теплові удари, обмороження а також ураження блискавкою на виробництві.

Вплив на людину шкідливого фактора може привести до травми, наприклад, одноманітна праця, через одноманітні операції настає втома, що приводить до зниження працездатності і уваги.

Останнє в травмонебезпечних ситуаціях може привести до невчасно прийнятого правильного або прийняттю неправильного рішення і закінчитись травмою За природою дії шкідливі і небезпечні фактори поділяють на фізичні, хімічні, біологічні, психофізіологічні.

Вплив на людину шкідливого фактора може привести до травми, наприклад: через одноманітні операції настає втома, що приводить до

зниження працездатності і уваги. Останнє в травмонебезпечних ситуаціях може привести до невчасно прийнятого правильного або прийняттю неправильного рішення і закінчитись травмою. За природою дії шкідливі і небезпечні фактори поділяють на фізичні, хімічні, біологічні, психофізіологічні.

Фізичні фактори: рухомі машини і механізми, незахищені рухомі елементи обладнання, рухомі вироби, заготовки і матеріали; підвищена або знижена температура поверхні обладнання, матеріалів повітря робочої зони; вологість і рухомість повітря; небезпечний рівень напруги в електричному ланцюзі; підвищений рівень шуму, вібрації, інфрачервоного і ультразвуку; підвищення або нестача природного освітлення, відсутність світла, недостатнє освітлення робочої зони, підвищена яскравість світла, блиск, підвищена пульсація світлового потоку; гострі краї, шорсткості на поверхні обладнання, інструмента заготовок; розміщення робочих місць на значній висоті від підлоги; підвищений рівень УФ і ІЧ радіації; електромагнітні випромінювання, статична електрика; підвищена напруга електромагнітних полів; підвищена або знижена іонізація повітря; підвищений рівень іонізуючого випромінювання в робочій зоні; підвищений або знижений барометричний тиску в робочій зоні і його різка зміна.

Для хлібопекарних, макаронних, кондитерських, цукрових, бродильних виробництв характерними є більшість із наведених шкідливих і небезпечних факторів. Наприклад: на хлібозаводах в багатьох випадках зовнішня поверхня печей перевищує температуру допустиму за санітарну норму 45°С, а температура газовідвідних каналів і труб через відсутність ізоляції становить 55-245°С. В приміщеннях багатьох підприємств виділяється пара. Температура повітря в літній час в ряді випадків на робочому місці складає 30 - 38°. Печі є джерелом ІЧ радіації.

Хімічні фактори. Речовини, які проникають в організм людини через дихальні шляхи, шкіру чи травну систему можуть виявляти загально

токсичне; подразнюючу слизові носа, рота, очей;, алергічну; мутагенну дії, а також впливати на репродуктивну функцію людини. На виробництвах харчової промисловості фактори цієї групи мають достатньо широке розповсюдження при технічних процесах (видалення сірчаного газу, оксидів азоту з печей, диму і шкідливих речовин при підгорянні масла або продукції, CO_2 при обмороженні та інші).

Біологічні фактори. Поділяються на хвороботворні мікроорганізми і макроорганізми перші проникають в вигляді бактерій, вірусів, риккетсій, бактеріоподібні нерухомі організми що викликають інфекційні захворювання, спірохет, грибів і найпростіших.

Мікроорганізми поділяють на організми рослинного, і тваринного походження. Ці фактори зустрічаються в цукрових, хлібопекарських і бродильних виробництвах.

Психофізіологічні фактори. Поділяють на фізичні і нервово-психологічні перевантаження перші включають статичні, динамічні, навантаження гіподинамію. М'язові статичні навантаження особливо погано впливають на працездатність. Вони поділяються на легкі (людина у вільній позі), середні (якщо вимушена поза складае 10-25% часу зміни), тяжкі (вимушена поза 50%) і дуже тяжкі >50°/о. Психоневрологічні перевантаження поділяють на розумове перенапруження, перенапруження аналізаторів, монотонність праці, емоційні перевантаження.

До професійних захворювань відносять захворювання які виникають при дії на працюючих специфічних для даної професії шкідливих виробничих факторів, а також захворювання які зустрічаються серед контактуючих з цими факторами людей на роботі частіше ніж при інших умовах. До них відносяться захворювання що е наслідком ускладнень, прямих наслідків або різкого погіршення яких-небудь інших захворювань, що самостійно не носять професійного характеру, але викликані професійним захворюванням.

Професійні захворювання розвиваються в результаті більш або менш тривалого періоду роботи протягом якого в організмі під дією шкідливих факторів нагромаджується критична маса токсичної чи шкідливої речовини (газу, пари, пилу) а також якщо в ньому проходять поступові зміни фізіологічних функцій окремих органів системи (шум, вібрація, мікроорганізми, фізичні чи емоційні перевантаження).

Період нагромадження цих змін до моменту прояву називають періодом прихованого розвитку професійного захворювання. Він може складати 1-2 або навіть 20-30 років. При використанні на виробництві професійних заходів. Професійні захворювання можуть не проявитися протягом усього стажу роботи.

У випадку встановлення у працівника професійного захворювання йому можуть назначити допомогу по тимчасовій непрацездатності, пенсію по інвалідності, а також може розглядатися питання про компенсацію підприємством збитків здоров'ю.

5.1.2. Вимоги пожежної безпеки до будівель, споруду приміщення.гляд заходів поліпшення стану виробничого середовища

Вимоги пожежної безпеки до будівель та приміщень включають ряд аспектів, які мають за мету запобігання поширенню пожежі, забезпечення безпеки людей у випадку виникнення пожежі, а також збереження майна. Основні вимоги можуть включати такі пункти:

- Системи пожежної сигналізації та оповіщення про пожежу: Наявність датчиків диму, тепла, автоматичних спостерігачів за вогнем, сигналізація, яка вчасно оповіщує людей про пожежу.
- Засоби пожежогасіння: Наявність вогнегасників, гідрантів, систем автоматичного гасіння пожежі (спринклерні системи тощо).

- Евакуаційні виходи та шляхи евакуації: Наявність безперешкодних шляхів виходу, їх відповідна ширина, відсутність перешкод на шляхах евакуації.
- Будівельні матеріали та конструкції: Використання вогнестійких матеріалів, конструкцій, які можуть зменшити ризик швидкого поширення вогню.
- Системи вентиляції та електрообладнання: Безпека електропроводки, системи вентиляції, які не сприяють поширенню вогню.
- Пожежно-технічне обладнання: Регулярна перевірка, обслуговування та функціонування пожежних систем, вогнегасників, димовивідних установок та інших пристроїв.
- План евакуації та навчання персоналу: Чіткий план дій у випадку пожежі, тренування персоналу щодо евакуації та використання пожежних систем.

Для всіх будівель і споруд необхідні бути визначені категорії та зони пожежної небезпеки. На вхідних дверях приміщень вивішується табличка з їх визначенням. Усі будівлі, споруди, приміщення і територія повинні своєчасно очищатися від горючого сміття, відходів виробництва та постійно утримуватися у чистоті. Розміщення у приміщеннях меблів та обладнання слід здійснювати таким чином, щоб забезпечувався вільний евакуаційний прохід до дверей виходу, який дорівнює ширині дверей, але не менше І м. За наявності у приміщенні одною виходу дозволяється розміщувати в ньому не більше 50 осіб. Евакуаційні шляхи (проходи, коридори, сходові марші тощо) і виходи повинні постійно утримуватися вільними, нічим не захаращуватися.

На кожному поверсі вивішується план евакуації на випадок пожежі. Не допускається зберігати, у тому числі тимчасово, інвентар та різні матеріали у тамбурах виходів, у шафах (нішах) для інвентарних комунікацій, зачиняти на замки та інші запори, що важко відчиняються зсередини, зовнішні евакуаційні двері у разі знаходження в будинку людей. При необхідності

встановлення на вікнах приміщень де перебувають люди решіток, останні повинні відкриватись, розсуватись або зніматися. Під час. організації і проведення заходів з масовим перебуванням людей слід дотримуватись таких вимог:

- при кількості людей понад 50 осіб дозволяється використовувати приміщення забезпечене не менше ніж двома евакуаційними виходами, не має на вікнах глухих решіток, а в будівлях з горючими перекриттями розташовані не вище другого поверху;

- забороняється влаштування складових чи інших допоміжних приміщень під сходовими маршами;

- особи, яким доручено проведення таких заходів, перед їх початком зобов'язані ретельно оглянути приміщення і переконатись у повній готовності останніх у протипожежному відношенні, у тому числі забезпечені потрібною кількістю первинних засобів пожежогасіння, справних засобів зв'язку, пожежної автоматики та сигналізації;

- має бути організоване чергування в актовій залі членів ДНД чи відповідальних чергових;

- не дозволяється заповнення приміщень людьми понад установлено норму (0,75 м2 на одну людину), звуження проходів між рядами (не менше 1м), установка в проходах додаткових стільців тощо.

Пожежні крани, які є у будинку, повинні бути укомплектовані пожежними рукавами і стволами одного з ним діаметра, а також важелем для полегшення відкривання вентиля, утримуватися справними доступними для використання. Не рідше одного разу на шість місяців вони мають перевірятися на працездатність службою, яка здійснює їх технічне обслуговування (членами ДНД). Пожежні рукави необхідно утримувати сухими, складеними у „гармошку" або подвійну скатку, приєднаними до крана та ствола. Використання пожежних рукавів для господарчих та інших потреб, не пов'язаних з пожежогасінням, не допускається. Пожежні шафи для

розміщення кранів слід пломбувати. На дверцятах із зовнішнього боку необхідно після літерного індексу „ПК" вказати порядковий номер крана та номер телефону виклику пожежної охорони.

Встановлюючи шафи слід враховувати можливість розміщення у них двох вогнегасників. Будинок та приміщення повинні бути забезпечені необхідною кількістю вогнегасників згідно з вимогами Правил пожежної безпеки в Україні, їх слід встановлювати у легкодоступних та видних місцях (коридорах, біля входів або виходів приміщень) таким чином, щоб вони не заважали під час евакуації і була можливість прочитування маркувальних написів на корпусі (інвентарний номер, пломби на пристроях ручного пуску, бирки, порядок приведення в дію, червоне фарбування). Відстань від можливого осередку пожежі (найбільш віддаленого місця у приміщенні) до місця розташування вогнегасника не повинна перевищувати 20м, але кількість вогнегасників повинна бути не менше двох на поверх. Місця знаходження вогнегасників слід позначати вказівними знаками згідно чинними стандартами. Зарядження та перезарядження вогнегасників має виконуватися згідно інструкції з їх експлуатації (не рідше одного разу на рік). Перезарядженню підлягають також вогнегасники із зірваними пломбами. Усі працівники повинні вміти користуватися вогнегасниками та внутрішніми пожежними кранами. Горища, електрощитові та інші технічні приміщення не повинні використовуватися не за призначенням (для зберігання меблів, устаткування, інших сторонніх предметів). Двері горищ, електрощитових слід утримувати зачиненими. На дверях цих приміщень повинно бути вказане місце знаходження ключів. Стан вогнезахисної обробки деревинних конструкцій перевіряється не менше одного разу на рік зі складанням акта перевірки; організація, яка проводить вогнезахисну обробку складає акт про виконану роботу. У складських приміщеннях зберігання різних речовин та матеріалів має здійснюватися з урахуванням їх пожежонебезпечних, фізико-хімічних властивостей і сумісності. Спільне

зберігання легкозаймистих та горючих рідин з іншими матеріалами, зберігання кислот у місцях, де можливе їх стикання з речовинами органічного походження не дозволяється, матеріали необхідно зберігати на стелажах або укладати у штабелі, залишаючи між ними проходи шириною не менше 1м. відстань між стінами та штабелями повинна бути не менше 0,8м. Зберігання навалом та впритул до приладів і труб опалення не дозволяється. Приміщення, де використовуються комп'ютери, слід оснащувати переносними вуглекислотними вогнегасниками. Персональні комп'ютери після закінчення роботи на них повинні відключатися від електромереж.

5.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях

5.2.1. Організація та проведення дослідження стійкості роботи підприємств харчової та переробної промисловості в умовах надзвичайних ситуацій

Під стійкістю роботи промислового підприємства розуміють здатність його у надзвичайних ситуаціях випускати продукцію в запланованому об'ємі та номенклатурі, а при отриманні пошкоджень, руйнувань або порушенні зв'язків по кооперації, відновлювати виробництво в мінімальні терміни. Це розуміння стійкості поширюється у тому числі на підприємства харчової та переробної промисловості.

Стійкість підприємств харчової промисловості в умовах НС є особливо важливою, оскільки забезпечення населення продуктами харчування має здійснюватися навіть після виникнення масштабних надзвичайних ситуацій. У той же час як сировина так і готова продукція харових підприємств має властивість швидко псуватися, що значно ускладнює забезпечення стійкості, зокрема технологічної.

Дослідження стійкості роботи підприємства – це всебічне вивчення обстановки, яка може скластися під час надзвичайної ситуації та визначення її впливу на виробничу діяльність підприємства. Мета дослідження полягає в тому, щоб виявити слабкі місця в роботі об'єкта та виробити найбільш ефективні пропозиції, спрямовані на підвищення його стійкості.

Дослідження стійкості роботи підприємства проводиться силами інженерно-технічного персоналу із залученням спеціалістів науково-дослідних та проектних організацій. Організатором та керівником досліджень є керівник підприємства.

Увесь процес планування і проведення досліджень поділяється на три етапи:

I етап — підготовчий;

II етап — оцінка стійкості роботи об’єкта;

III етап — розроблення заходів, які підвищують стійкість роботи підприємства в умовах надзвичайної ситуації.

На першому етапі розробляються керівні документи, які визначають склад учасників досліджень та організовується їх підготовка.

Основними документами для організації досліджень стійкості роботи об’єкта є: наказ керівника підприємства, щодо проведення дослідження; календарний план основних заходів з підготовки до проведення досліджень; план проведення досліджень.

Наказ керівника підприємства розробляється на підставі вказівок старшого начальника з урахуванням умов пов'язаних з виробничою діяльністю об'єкта. В наказі вказується: мета і завдання дослідження; терміни проведення робіт; склад учасників досліджень; склад і завдання дослідницьких груп; строки готовності облікової документації.

Календарний план основних заходів з підготовки до проведення досліджень визначає: основні заходи; терміни їх виконання; відповідних виконавців; сили та засоби, які залучаються для виконання завдань.

План проведення досліджень є основним документом, який визначає зміст роботи керівника дослідження і груп головних спеціалістів. В плані вказується: тема дослідження; мета дослідження; тривалість дослідження; склад дослідницьких груп та зміст їх роботи; порядок проведення дослідження. Термін дослідження встановлюється залежно від обсягу роботи та підготовки учасників і може тривати 2 – 3 місяці. Залежно від складу основних виробничо-технічних служб на об'єкті створюються дослідницькі групи. Їх кількість і чисельність залежить від обсягу вирішуваних завдань та специфіки виробництва.

На підготовчому етапі з керівниками груп проводиться спеціальне заняття, на якому керівник підприємства доводить до виконавців план роботи, завдання кожної групи та визначає терміни дослідження.

На другому етапі проводиться безпосереднє дослідження стійкості роботи об'єкта. В ході дослідження визначаються умови захисту робітників та службовців від уражаючих факторів, проводиться оцінка уразливості виробничого комплексу від різних уражаючих факторів, оцінюється характер можливих пошкоджень від вторинних уражаючих факторів, вивчається стійкість роботи системи забезпечення та кооперативних зв'язків з іншими об'єктами, з'ясовуються вразливі місця в системі управління, виробництвом.

Кожна група оцінює стійкість відповідних елементів виробничого комплексу та робить необхідні розрахунки.

Штаб Цивільної оборони ОГД в цей період оцінює загальний стан ІДО і визначає заходи для забезпечення захисту робітників і службовців. Для цієї роботи притягається ряд начальників служб, які виконують відповідні функції. Служба оповіщення і зв'язку вивчає і оцінює стійкість зв'язку з органами ЦО, виробничими підрозділами і формуваннями ЦО. Оцінює надійність системи зв'язку і оповіщення, повноту обладнання пунктів управління. Служба сховищ і укриттів оцінює інженерний захист робітників і службовців, правильність експлуатації сховищ і укриттів, готовність їх до використання за прямим

призначенням. Розраховує час на оповіщення робітників і службовців, збір і укриття їх в захисних спорудах.

Служба радіаційного та хімічного захисту оцінює можливості роботи об'єкта в умовах радіації і дає пропозиції щодо захисту робітників і службовців від радіоактивного зараження, визначає типові режими радіаційного захисту людей, розробляє графік робочих змін для проведення РіНР. Аналізує забезпеченість робітників і службовців засобами індивідуального захисту, умови зберігання і порядок їх видачі. Готує пропозиції щодо організації і ведення радіаційної і хімічної розвідки, організації санітарної обробки людей, знезараження одягу, транспорту, техніки і споруд.

Медична служба розробляє заходи щодо організації медичного обслуговування робітників та службовців на об'єкті і в заміській зоні, а також при проведенні РіНР. Визначає сили і засоби для надання першої медичної допс моги потерпілим. Виробляє рекомендації з організації дозиметричного контролю при перебуванні людей у зоні радіоактивного зараження і рекомендації з захисту продуктів харчування і джерел водопостачання.

Служба охорони громадського порядку розробляє заходи з підсилення пропускного режиму, охороні матеріальних цінностей, забезпечення громадського порядку.

На третьому етапі підводяться підсумки проведених досліджень. Групи спеціалістів за підсумками досліджень готують підсумки і пропозиції з захисту робітників та службовців і підвищенню стійкості елементів виробництва, які досліджуються.

Група комплексних досліджень на основі доповідей інших груп складає загальний план, в якому визначаються: можливості щодо захисту робітників і службовців в ЗС; загальна оцінка стійкості об'єкта, найбільш слабкі (вразливі) ділянки виробництва; практичні заходи, терміни та обсяги робіт, які виконуються при повсякденній діяльності та при загрозі АС; порядок та приблизні строки відновлюваних робіт при різних ступенях руйнування. За

результатами досліджень розробляються плани, в яких визначаються відповідні заходи, необхідні кошти на їх проведення, терміни і відповідальні особи за їх виконання.

Правильність проведених розрахунків та реальність пропозицій і рекомендацій перевіряються на спеціальних навчаннях під керівництвом начальника ЦО об'єкта. Завчасно плануються і проводяться, в основному, заходи які потребують значних матеріальних витрат та часу на їх виконання. Економічна ефективність цих заходів може бути досягнута при їх коригуванні з завданнями щодо безаварійної-роботи об'єкта, поліпшення умов праці, удосконаленню виробничого процесу, реконструкції виробництва і таке інше.

5.2.2. Основні задачі підвищення стійкості переробних підприємств

Організація і забезпечення захисту населення від сучасних засобів поразки і наслідків аварій, катастроф і стихійних лих — головна задача цивільної оборони. Люди, як відомо, складають найвищу цінність суспільства, і забезпечення їхньої безпеки — найважливіша мета всіх оборонних заходів. Забезпечення захисту населення від сучасних засобів нападу досягається проведенням цілого комплексу заходів, спрямованих на максимальне ослаблення результатів впливу зброї масової поразки, і створенням сприятливих умов для проживання і діяльності населення, функціонування об'єктів і сил цивільної оборони при виконанні задач. До таких заходів відносяться: забезпечення всього населення захисними спорудженнями і засобами індивідуального захисту; загальне обов'язкове навчання населення способам захисту від зброї масової поразки і діям по ліквідації наслідків нападу супротивника, аварій, катастроф і стихійних лих; розосередження робітників, службовців і евакуація населення з великих міст і зон можливого затоплення; забезпечення життєдіяльності евакуйованого населення; проведення протиепідемічних, санітарно-гігієнічних, спеціальних профілактичних і інших

медичних заходів. В інтересах захисту населення організуються і проводяться такі заходи, як розвідка, оповіщення про повітряну небезпеку, про радіоактивне, хімічне, бактеріологічне зараження і катастрофічне затоплення, а також ряд заходів, що відносяться до інших груп задач.

Важлива група задач ЦО — забезпечення стійкого функціонування народного господарства в надзвичайних ситуаціях мирного і воєнного часу.

Усталена робота об'єктів агропромислового комплексу дає можливість забезпечити населення країни достатньою кількістю основних продуктів харчування, а промисловістю-сировиною.

Підвищення стійкості роботи об'єктів агропромислового комплексу і переробних підприємств досягається завчасним проведенням комплексу організаційних, інженерно-технічних, агротехнічних, зооветеринарних і інших заходів, спрямованих на максимальне зниження результатів впливу зброї масової поразки на об'єкти, а також створення умов для швидкої ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій і забезпечення виробництва доброякісної харчової продукції.

Першорядне значення в підвищенні стійкості роботи переробного підприєнства має організація надійного захисту людей, сировини, обладнання і продуктів переробки від впливу шкідливих факторів, а також забезпечення стійкого керування службами і силами ЦО об'єкта й організація робіт з ліквідації наслідків нападу супротивника і відновленню нормальної виробничої діяльності об'єкта.

На стійкість роботи об‘єктів народного господарства в надзвичайних ситуаціях впливають наступні фактори:

– надійність захисту робітників та службовців від дії уражуючих факторів;

– здатність інженерно-технічного комплексу об‘єкта протистояти в певній степені ударній хвилі, світловому випромінюванню і радіації;

– захищеність об‘єкта від вторинних уражуючих факторів (пожеж, вибухів, зараження отруйними речовинами);

– надійність системи забезпечення об‘єкту всім необхідним для виробництва продукції (сировиною, паливом, комплектуючими виробами, електроенергією, водою, газом);

– стійкість і неперервність управління виробництвом та цивільною обороною;

– підготовленість об‘єкту до ведення рятувальних і невідкладних аварійновідновлювальних робіт та робіт по відновленню порушеного виробництва.

Однією з основних задач цивільної оборони є проведення мірроприємств, спрямованих на підвищення стійкості роботи об‘єкту в умовах надзвичайних ситуацій, тобто здатності його виконувати свої функції в цих умовах.

Перераховані фактори визначають собою і основні, загальні для всіх об‘єктів народного господарства, шляхи підвищення стійкості роботи в надзвичайних ситуаціях, а саме:

– забезпечення надійним захистом робітників і службовців від дії уражуючих факторів;

– захист основних виробничих фондів від уражуючих факторів;

– підвищення надійності та оперативності управління виробництвом;

– підготовка до відновлення порушеного виробництва.

Висновки

Встановили, що казеїн-серець характеризуються достатньо сильними адгезій ними властивостями.

При роботі вузла завантаження відбувається налипання частинок казеїну на лопаті. Це призводить до ряду негативних наслідків:

- робочий об’єм вузла завантаження зменшується, а отже зменшиться і продуктивність сушарки, оскільки менша кількість казеїну-сирцю, що завантажується;
- деяка частина злиплих між собою зерен казеїну час від часу буде відриватися від лопатей і потрапляти в камеру сушарки; проте за рахунок збільшеного розміру вологість цих зерен на виході не буде відповідати технологічним значенням;
- налипання зерен казеїну на лопаті збільшує тривалість процесів миття обладнання, що в свою чергу веде до зниження продуктивності сушарки.

З метою мінімізації негативної дії адгезії при роботі вузла завантаження запропоновано змінити матеріал лопатей із нержавіючої сталі на фторопласт.

Також це рішення дозволило зменшити навантаження на привід, за рахунок меншої питомої маси матеріалу.

Виконано конструювання вузла завантаження та розрахунок модернізованої сушарки. Результати розрахунку показали, що використання фторопласту в якості матеріалу лопатей дозволило зменшити навантаження на завантажувальний вал.

Перелік посилань

1. Shynkaryk M. Mathematical modelling of the separation of suspension process on the filter with selt-purifier filter element / M. Shynkaryk, O. Kravets / Ukrainian Food Journal. – 2016. № 1. – P. 135-143.
2. Єресько Г.О. Технологічне обладнання молочних виробництв. | Єресько Г.О., Шинкарик М.М., Ворощук В.Я.-Ц.:ЦНЛ "Інкос", 2007. – 344с.
3. Шинкарик М.М. Аналіз гранулометричного складу білкової дисперсної фази / М.М. Шинкарик, О.І. Кравець // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – 2011. – Т. 2,№ 40. – С. 266-269.
4. Шинкарик М.М. Дослідження адгезійних властивостей білкової дисперсної фази при виробництві сиру кисломолочного / М.М. Шинкарик, О.І. Кравець // Вісник Донецького національного університету економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського. – 2012. – №1(53) – С.226-230.
5. Heat exchange in a chamber apparatus with a circulation circuit during cheese masses production / Mariia Shynkaryk, Viktor Voroshchuk, Oleh Kravets, Olha Krupa, Natalia Zvarych // Scientific Journal of TNTU. — Tern.: TNTU, 2022. — Vol 108. — No 4. — P. 43–53.
6. Кармелюк Г. І. Теорія ймовірностей та математична статистика: посібник з розв’язування задач. / Г. І. Кармелюк – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 576с.
7. Стручок В.С. Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання / В.С.Стручок. — Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. — 156 с.

8. Мостенська Т. Г. Екологічні загрози при виробництві харчових продуктів // Екологічні проблеми. – 2015. № 3. – С.93-99.

Специфікації

Додатки