

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) _____ ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого _____
Кафедра технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування _____

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

« ___ » _____ 20__ р.

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

« ___ » _____ 20__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

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

освітньо-професійної програми _____ Інжиніринг харчових виробництв

на тему: _____ Дослідження двостадійного зневоднення казеїну з використанням
вібраційної сушарки

Виконав: здобувач 2 курсу, групи ОХ-2-3М

_____ Зозуля Кирило Русланович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник _____ Люлька Дмитро Миколайович
(прізвище, ім'я та 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 - 2024_р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого
Кафедра Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування
Освітній ступінь магістр
Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»
(код і назва)
Освітньо-професійна програма Інжиніринг харчових виробництв
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ТОКП
Микола ЯКИМЧУК

“ ” _____ 20 _____ року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Зозуля Кирило Русланович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження двостадійного зневоднення казеїну з використанням вібраційної сушарки

керівник роботи Люлька Дмитро Миколайович доцент, кандидат технічних наук

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “20” листопада 2023 року № _____

2. Строк подання здобувачем роботи _____

3. Вихідні дані до роботи Технічний паспорт сушарки для казеїну

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

Вступ, 1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ. Реферат; Зміст; Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів (за необхідністю); Вступ; Аналіз сучасного стану об'єкта дослідження, вибір і обґрунтування основного напрямку дослідження; Розробка нового технічного рішення об'єкта дослідження; Дослідна частина та узагальнення результатів; Розрахункова частина; Принципи автоматизованого управління об'єктом проектування; Заходи з охорони праці та охорони довкілля; Маркетингове обґрунтування проекту; Висновки; Список використаних джерел; Додатки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 1.Машино-апаратурна схема. 2,Загальний вигляд сушарки 3 Завантажувальний вузол,4 Графік

залежності міцності адгезії, 5Газорозподільний , 6 модернізація завантаж вузла 7загал вид муфти , 8навантаження муфти ,9 Схема автоматизації, 10Схема автоматизації

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання «21» листопада 2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Вступ</i>	До 20.11.2023р.	
2	<i>Аналіз сучасного стану об'єкта дослідження, вибір і обґрунтування основного напрямку дослідження</i>	До 25.11.2023р	
3	<i>Розробка нового технічного рішення об'єкту дослідження</i>	До 01.12.2023р	
4	<i>Дослідна частина та узагальнення результатів</i>	До 10.12.2023р	
5	<i>Розрахункова частина</i>	До 20.12.2023р	
6	<i>Принципи автоматизованого управління об'єктом проектування</i>	До 25.12.2024р	
7	<i>Заходи з охорони праці та охорони довкілля</i>	До 03.01.2024р	
8	<i>Маркетингове обґрунтування проекту</i>		
9	<i>Висновки</i>	До 10.01.2024р	
10	<i>Список використаних джерел</i>	До 15.01.2024р	
11	<i>Додатки</i>	До 20.01.2024р	
12	<i>Графічна частина формату А1 – 10 шт</i>	До 25.01.2024р	
13	<i>Подача кваліфікаційної роботи на кафедрі</i>	До 01.02.2024р	

Здобувач

_____ (підпис)

Кирило ЗОЗУЛЯ
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Дмитро ЛЮЛЬКА
(прізвище та ініціали)

Реферат

Представлено дипломний проект на тему: «Дослідження двостадійного зневоднення казеїну з використанням сушарки». Запропонована в роботі технологічна схема виробництва казеїну дозволяє зменшити втрати сироватки і білка та знизити теплові затрати.

Метою роботи є підвищення ефективності та надійності роботи обладнання для сушіння.

Об'єктом дослідження є двостадійний процес зневоднення казеїну з використанням сушарки.

Науковою новизною отриманих результатів є дослідження гранулометричного складу сирого казеїну на вході у вібраційну сушарку.

Здійснено огляд обладнання для сушіння казеїну. Виконано дослідження адгезійних властивостей казеїну-сирцю, результати яких показали, що казеїн характеризується достатньо сильними адгезійними 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, рідкі продукти, казеїн, вібраційна сушарка, тепломасообмін.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Люлька Д. М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зозуля К. Р.	<i>Назва, додаткова назва</i> Реферат	221869.KP.24.000 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

REFERAT

Scientific work on the topic "Investigation of two-stage dehydration of casein using a vibrating dryer" The proposed technological scheme of casein production allows to reduce whey and protein losses and reduce heat The aim of the work is to obtain the lowest possible energy consumption for casein production

The object of study is a two-stage process of casein dehydration using a vibratory dryer. Scientific novelty of the results:

The granulometric composition of raw casein at the inlet of the vibratory dryer was investigated. A mathematical model of dried raw casein was proposed.

The dependence of the amplitude of oscillations of the drying chamber on the angular velocity was determined. The dependence of the vibration velocity and vibration acceleration on the angular velocity of the unbalanced shaft was determined.

Practical value of the obtained results: when using a decanter and a vibratory dryer, it is possible to reduce energy consumption

Key words: drying, liquid products, casein, vibrating dryer, heat and mass transfer.

Зміст

ВСТУП

1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ, ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Огляд літературних джерел, аналіз прогресивних конструкційних рішень

1.2. Обґрунтування актуальності дослідження, формулювання мети та завдання дослідження

1.3. Висновки

2. РОЗРОБКА НОВОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Постановка завдань нового технічного рішення, визначення необхідних технічних параметрів, розробка і опис нового технічного рішення, устрій та принцип його роботи

2.2. Висновки

3. ДОСЛІДНА ЧАСТИНА ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

3.1. Об'єкт та предмет досліджень

3.2. Опис експериментальної установки чи імітаційної моделі об'єкту досліджень

3.3. Методика проведення досліджень

3.4. Устрій та принцип роботи модернізованого об'єкту проектування

3.5. Висновки

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Люлька Д. М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зозуля К. Р.	<i>Назва, додаткова назва</i> Зміст	221869.KP.24.000 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	

4. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

4.1. Розрахунок продуктивності модернізованого обладнання

4.2. Підбір конструкційних матеріалів

4.3. Розрахунки на міцність елементів конструкції

4.4. Технологія машинобудування

4.5. Правила монтажу, та технічного сервісу

5 ПРИНЦИПИ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ

6. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ та охорони довкілля

6.1. Заходи з охорони праці

6.2. Охорона довкілля

7. МАРКЕТИНГОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Вступ

Казеїн – важливий харчовий продукт. Джерелом казеїну служать молоко і сир. 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.

Використовується казеїн у медичних добавках, які пропонуються при важких опіках, лихоманці та інші. Його використовують як водостійку речовину для забезпечення адгезії клею на поверхнях, у виробництві клейових фарб і при проклеюванні паперу, як стабілізатор в різних емульсіях. Харчовий казеїн використовують як білковий наповнювач, що покращує якість готового продукту. Найбільшими виробниками казеїну є Австралія, Аргентина, Франція, які виробляють до 90% світового виробництва й експорту. Казеїн можна виготовляти різними методами: кислотним з використанням у ролі коагулянта кислоти, бактеріальної закваски або сироватки, заквашеної закваскою молочнокислих бактерій; сичуговим – із використанням для коагуляції хімозину або інших ферментів. При виробництві кислотного казеїну використовують в ролі коагулянту молочну, соляну, сірчану, лимонну, оцтову й ортофосфорну кислоти. У зв'язку з ростом конкуренції в останій час різко знизилася виробництво казеїну в Україні. Це в першу чергу зумовлено високими цінами і низькою якістю, яка не відповідає світовим нормативно-технічним вимогам за якісними показниками. Тому існує гостра необхідність одержання якісного

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Лютька Д. М.	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зозуля К. Р.	<i>Назва, додаткова назва</i> Вступ	221869.KP.24.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1

харчового казеїну. Якість харчового казеїну визначається правильним і щадящим для молочного білка веденням технологічного процесу і відповідно її можливо покращити практично на всіх стадіях його виробництва - сепарування, коагуляція, промивання зерна, зневоднення.

1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ, ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Огляд літературних джерел, аналіз прогресивних конструкційних рішень.

Перші моделі обладнання для сушіння казеїну були розроблені для адаптації до старих методів технології виробництва казеїну. У системі періодичного виробництва казеїн готували у відкритих ваннах з мішалками об'ємом 5-10 м³. Зі знежиреного молока коагулювали білки, відокремлювали і видаляли сироватку, а білки промивали водою. Білкову суспензію з ванни зливали у виноградний прес, де вода фільтрувалася через тканину (клин), а білок ущільнювався в монолітні блоки по 10-16 кг. Потім ці блоки подрібнювали і сушили вручну. Для механізації цих ручних операцій на VS-150 була встановлена спеціально розроблена дробарка казеїнових блоків і спеціальний конвеєр для подачі подрібненого казеїну до дозатора. Однак ці вдосконалення, разом з механізацією подрібнення і подачі, збільшили металоємність і ускладнили експлуатацію обладнання. Важливе рішення цієї проблеми було знайдено з розробкою шнекового преса для безперервного зневоднення і гранулювання казеїну. Розроблений прес з'єднав ванну і сушарку в технологічну лінію. Існували також можливості вдосконалення сушильного обладнання (далі - сушарка), але ці розробки, разом з механізацією подрібнення і подачі, збільшували металоємність і ускладнювали експлуатацію обладнання.

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

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Люлька Д. М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зозуля К. Р.	АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ, ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕННЯ		221869.КР.24.001 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.			<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Моделі</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/19

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. 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 кислоти молочної сироватки.

Обладнання забезпечує виконання наступних операцій:

- дозування та змішування кислоти 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.

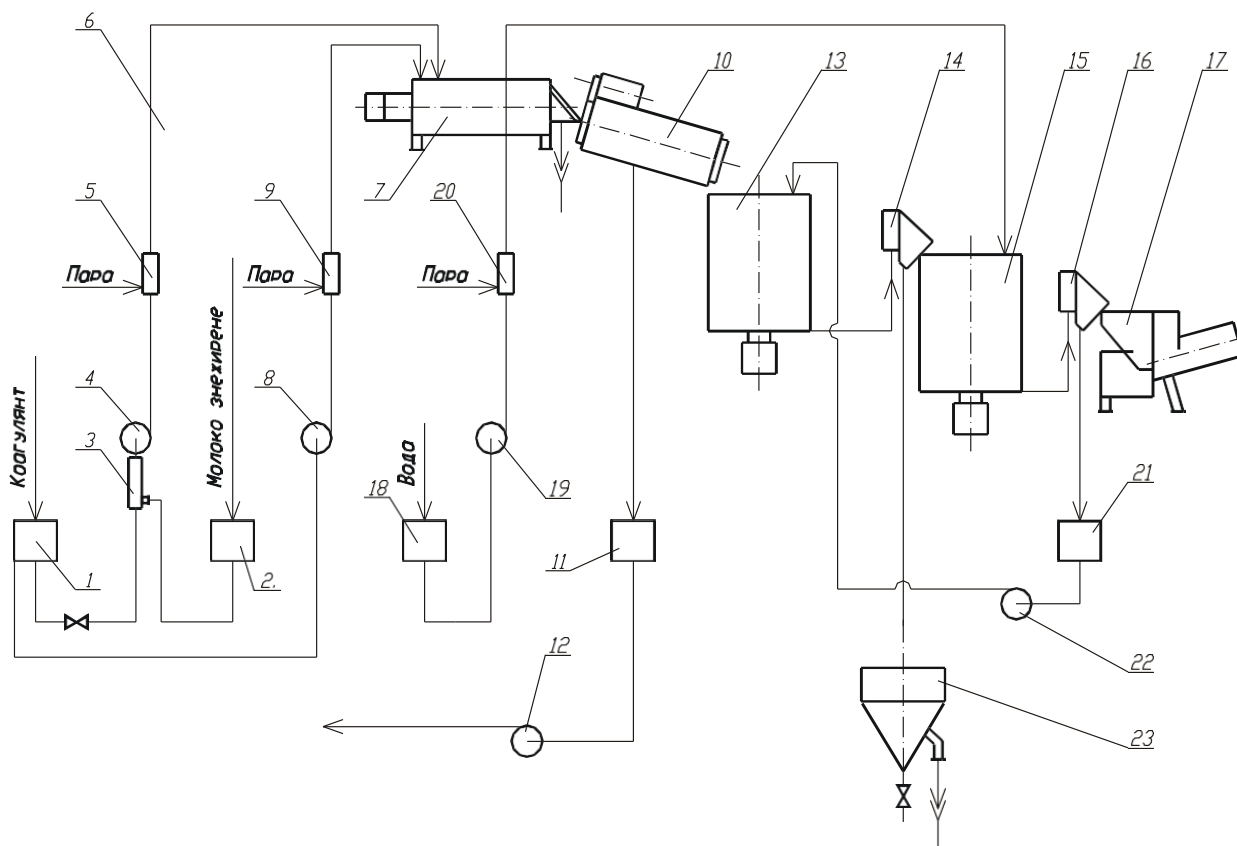


Рис. 1.1. Схема установки для виробництва казеїну сирцю неперервним способом ЯВ.ОПК 250:

1,2,11,18,21 – приймальники відповідно коагулянта, знежиреного молока, свіжої сироватки, свіжої води і оборотної води; 3 – змішувач; 4,8,21,19,22 – насоси; 5,9,20 – нагрівачі; 6,7 – витримувачі; 10 – сітчатий барабан; 13,15 – апарати промивання; 14,16 – відділювачі води; 17 – прес гранулятор шнековий; 23 – відстійник

Установка ЯВ.ОПК-250 використовується для виробництва казеїну в безперервному процесі. Устаткування включає флокулятор, відстійник, перфорований барабан, першу і другу мийки, сепаратор сироватки і відстійник.

Кисла молочна сироватка направляється у вирівнювальний бачок 1, а перегін – в бачок 2. Після змішувача 3 насос 4 подає суміш в теплообмінник 5, де вона нагрівається до температури коагуляції вприскуванням водяної пари. Далі суміш сироватки та казеїнового згустку потрапляє в трубу 6, яка служить першою ступеню витримувача і в другу ступінь – витримувач 7, який представляє собою відкриту місткість з перемішувачем. Із бачка 1 насосом 8 через інжекційний підігрівач 9 у витримувач подається додаткова кількість кислої сироватки. Постановка казеїнового зерна завершується у витримувачі 7. Барабан 10 нахилений під кутом до горизонту і обертається, що забезпечує відділення сироватки і рух сирного зерна. Сироватка потрапляє в прийомник 11 і відсмоктується насосом 12. Далі в апаратах для промивки 13 і 15 проходить двостадійне промивання зерна та відділення води у відділювачах 14 і 16. Після промивання зерно поступає в прес-гранулятор ОСК-300 (ПШ-300). У пресі-грануляторі відокремлюється більша частина сироватки, а зневоднений казеїн подається в сушарку.

У лініях з виробництва казеїну існує два етапи зневоднення. Перший етап – механічне відділення води, а другий – видалення води за допомогою конвективного сушіння.

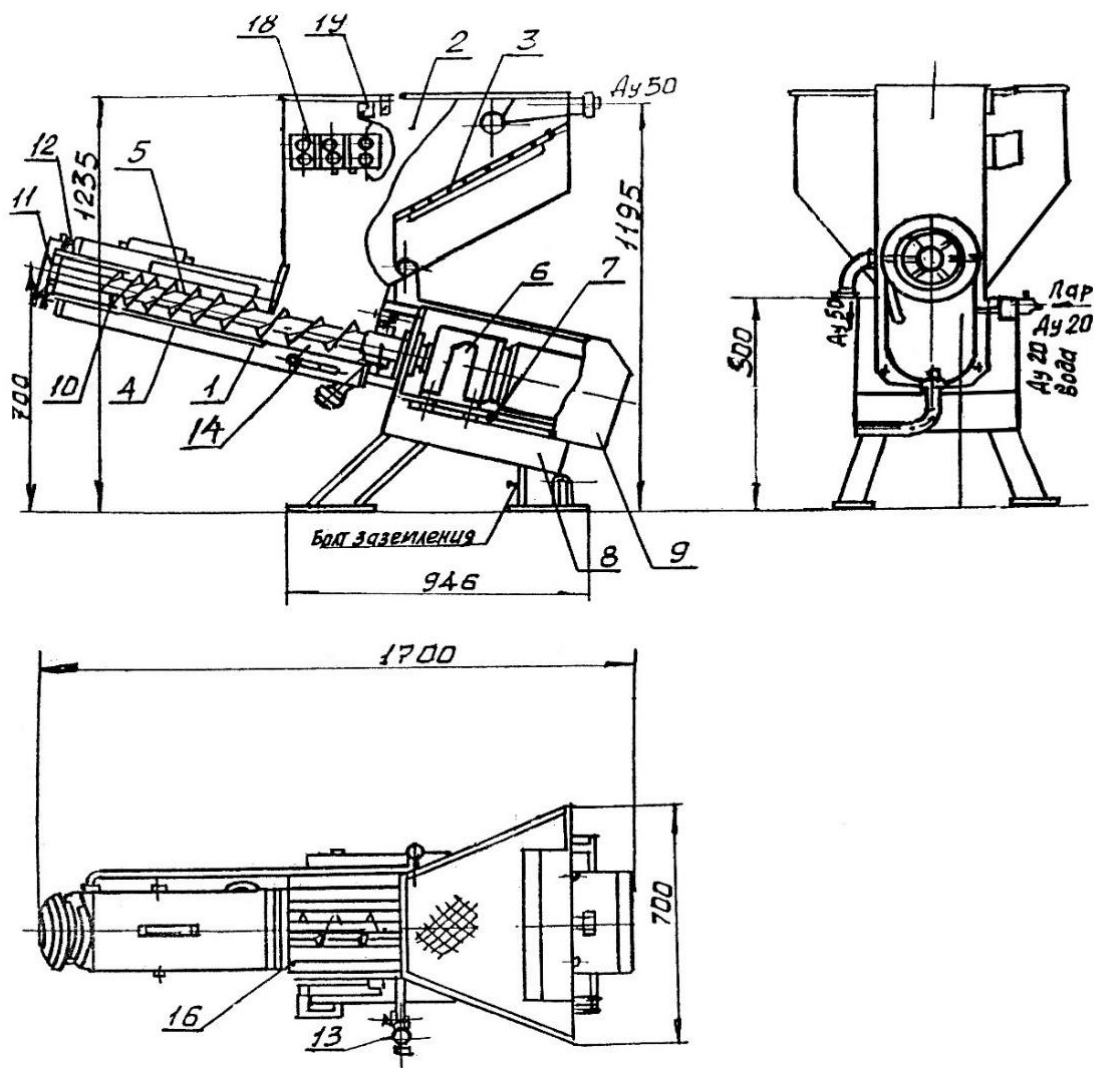


Рис. 1.2. Зневоднювач казеїну ОСК-300 (ПШ-300):

1 – корпус; 2 – бункер; 3 – сито нахилене; 4 – циліндр сита; 5 – шнек; 6 – мотор – редуктор; 7 – плита; 8 – рама; 9 – кожух; 10 – гільза; 11 – фільера; 12 – гайка; 13 – трубопровід підігріву; 14 – решітка; 16 – решітка; 18 – пульт керування; 19 – вимикач кінцевий.

Шнекові прес-гранулятори ОСК-150 і ОСК-300 (ПС-150 або ПС-300) використовуються як обладнання для механічного зневоднення і гранулювання в залежності від продуктивності лінії.

Прес має корпус 1, в якому змонтована воронка 2 з ситом 3, що відокремлює більшу частину води, яка надходить, від казеїну. У корпусі встановлений циліндр у вигляді стрічки. У циліндрі обертається гвинт зі змінним кроком. Циліндр закріплений на корпусі за допомогою втулки 10,

форми 11 і гайки 12. Гвинт приводиться в рух за допомогою мотор-редуктора 6.

Суміш зерна казеїну і води подається на похиле сито 3, де частково відділяється від води, а потім подається на перфороване сито 14, де захоплюється шнеком 5. Завдяки змінному кроку шнека та опорі, що створюється краном для зневоднення на виході казеїну, відбувається зневоднення казеїну.

Декантер використовуються в технологічних лініях виробництва казеїну і лактози для відділення сироватки

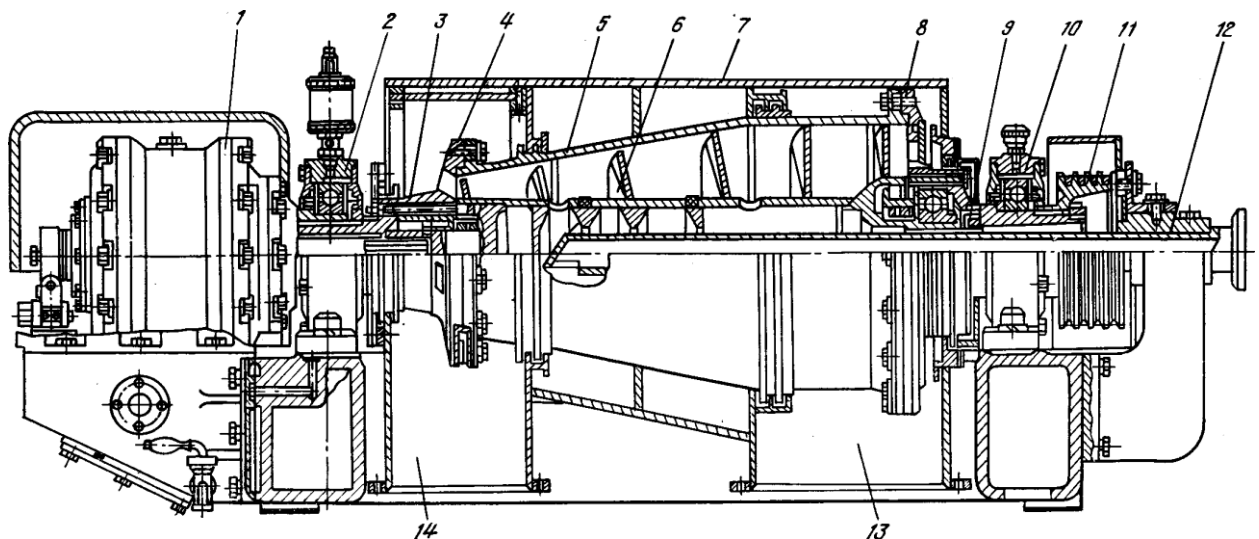


Рис.1.3. Центрифуга неперервної дії:

1 – редуктор планетарно – диференціальний; 2 – шарикопідшипникова горлова опора; 3, 9 – фланці; 4, 8 – болти; 5 – ротор; 6 – шнек; 7 – захисний кожух; 10 – шарикопідшипникова опора; 11 – шків; 12 – живильна труба; 13 – приймач фугату; 14 – приймач осаду.

Ротор приводиться в дію окремим електродвигуном через відцентрову муфту і клинопасову передачу. Шнек приводиться в рух планетарним диференціальним редуктором, кінематично пов'язаним зі шнеком.

Гранули казеїну, що містять сироватку, безперервно подаються в ротор через живильну трубку 12, а казеїн подається через отвори в корпусі шнека на робочу поверхню ротора. Фракціонування казеїну відбувається під час його руху вздовж ротора (вздовж осі). Зневоднений казеїн шнеком подається до вузького кінця ротора і видаляється із зони рідини. Тверда фракція сушиться в кінчній частині ротора. Осад казеїну вивантажується через вікно в роторі в приймач 14. Сироватка безперервно надходить в приймач 13.

Ступінь очищення та сушіння залежить від довжини кожної секції. Чим довші секції, тим ефективніше миття та сушіння.

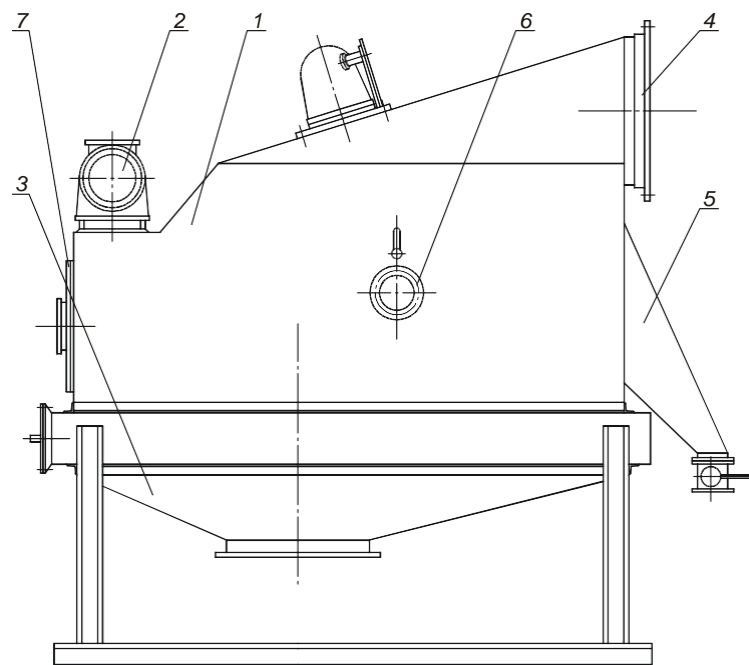


Рис. 1.4 . Сушарка ВС-150 КПП:

1 – сушильна камера; 2 – завантажувальний пристрій; 3 – дифузор; 4 – штуцер відведення відпрацьованого повітря; 5 – штуцер для відведення повітря; 6, 7 – люк;

У верхній частині сушильної камери встановлений живильник 2 для сирого казеїну. На задній стінці камери встановлені форсунки 5 для дозування висушуваного продукту. Форсунки обладнані порогами для регулювання висот шарів.

Так мінімальна частинка казеїну, що може відійти в сироватку при використанні шнеку ОСК- 300 визначається мінімальним розміром перфорації шнеку, яка становить 0,5 -1мм та мінімальним розміром частинок казеїну – сирцю. При виробництві казеїну на потокових лініях така частка становить біля 1%, а враховуючи руйнування структури шнеком біля 2% казеїну сирцю відходить у сироватку. При продуктивності лінії 300 кг/год це буде становити 6 кг/год. Використання декантора для механічного зневоднення дозволяє значно зменшити такі втрати. Проведені розрахунки дозволили встановити, що мінімальний розмір частинок, який можемо відділити становить 0,04мм. Таким чином збільшиться вихід продукції з перегону та зменшиться забруднення навколишнього середовища. У відповідності з паспортними даними шнека – гранулятора ОСК – 300 на виході вологість казеїну сирцю становить 60 %. Використання декантора дозволяє зменшити вологість казеїну – сирцю до 40%. При продуктивності лінії 300 кг/год економія енергоресурсів становить 5,175МДж/ год. Відповідно можна зменшити температуру сушіння, що підвищить якість продукції.

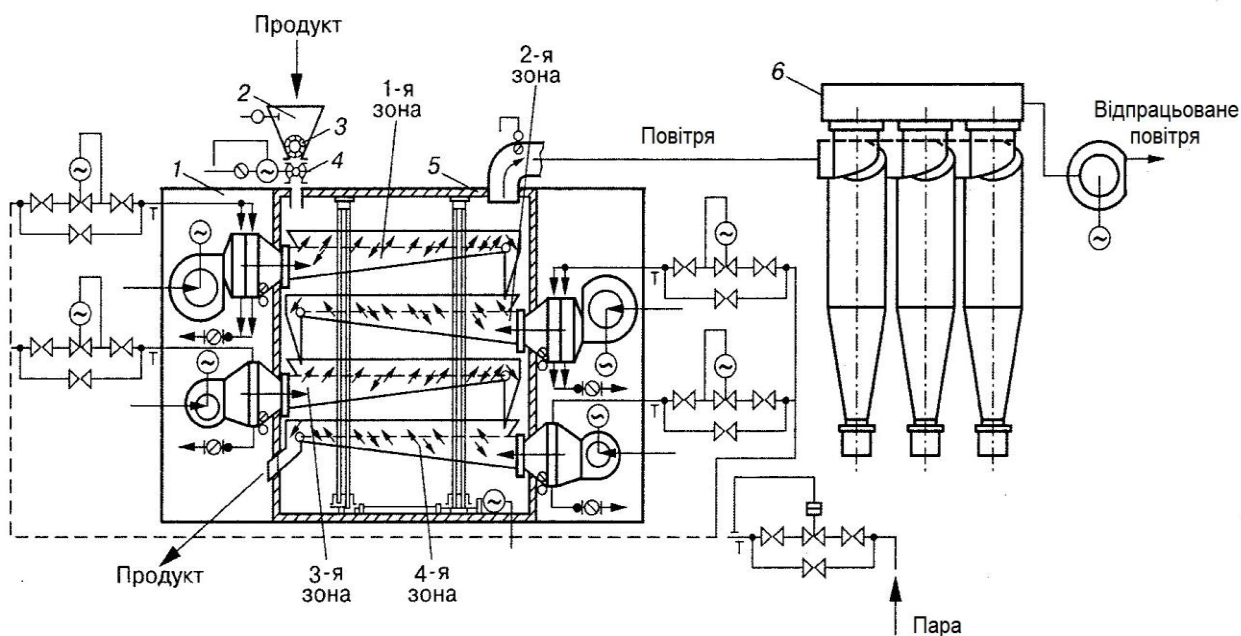


Рис.1.5 Лоткова вібраційна сушарка

1,5 – вентиляційно-калориферні станції; 2 – завантажувальний пристрій; 3 – вібропривод;
4 – живильник; 6 – батареї циклонів.

Вібраційний спосіб сушіння дозволяє знизити гідравлічний опір шарів продукту значної товщини, забезпечити рівномірне розподілення повітря, організувати направлення переміщення матеріалу в сушарці в порівнянні з сушіння на нерухомій решітці.

Вібраційна сушарка А1 – КВР (рис. 5) складається з сушильної камери, двох вентиляційно-калориферних станцій 1,5, батареї циклонів 6, завантажувального пристрою 2 з живильником 4, відсмоктує чого вентилятора і пульта керування. Сушильна камера являє собою жорсткий металічний каркас, облікований теплоізоляційними панелями і оснащений дверми та оглядовими вікнами. В камері знаходиться 4 сушильних короба, розташовані один під другим і попарно з'єднані вертикальними тягами, які кінематично зв'язані з віброприводом 3 і ресорами, розташовані під стелею камери. Пари коробів (другий та четвертий – 1, перший та третій – 5) коливаються протифазно в вертикальній площині з номінальною амплітудою 8 мм і частотою 450 коливань в хвилину. В кожному сушильному коробі жорстко закріплено перфороване решето, під який подається підігріте повітря.

В кінці кожної решітки встановлені переливні пороги, висота яких регулюється від 0 до 130 мм за допомогою їх повороту. Оптимальна висота порогів – 100 мм.

Для сушіння зерна в вібраційному шарі запропонована вібраційна зерносушарка з використання інфрачервоного випромінювання в комплексі з конвективним сушіння, що дозволяє інтенсифікувати процес (рис. 4).

Зерно надходить з бункера 2 і дозатором 3 направляється на сушіння в камеру 2 при цьому отримує вібраційні рухи від сита 9, що отримує вібрацію від електродвигуна 7 через механізм 10. Також в установці досягається рівномірне розподілення теплоносія за допомогою засувки 11, який проходить крізь вібруючий матеріал і відводиться з камери крізь відвідний патрубок 6.

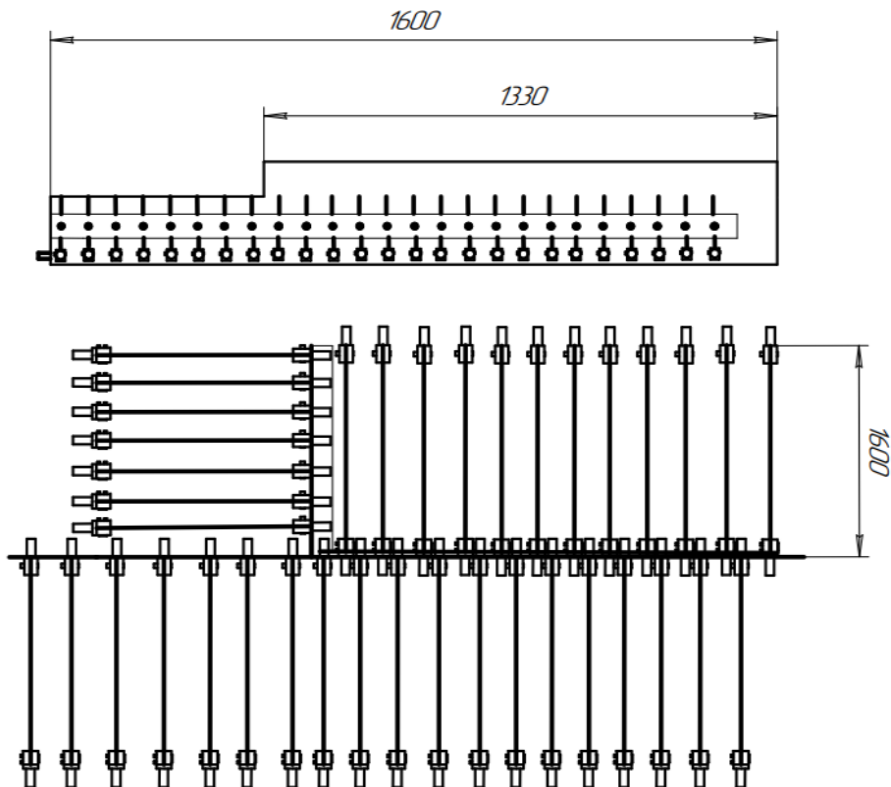


Рис. 1.6. Газорозподільчий пристрій

Для нагріву охолоджувальної води використовуються три нагрівачі KVB 12-11, що працюють з парою $3 \div 12 \cdot 10^5$ Па. Для подачі повітря використовуються вентилятори.

Припливні вентилятори встановлюються з більшою потужністю, ніж витяжні, для підтримки вакууму в сушильній камері на рівні 10-15 мм рт. ст. і забезпечення конвекції повітря.

Нагнітальний вентилятор подає повітря до нагрівача через лінію. Пара подається по лінії. Пройшовши через калорифер, нагріте до температури $100 \div 130$ С повітря через повітророзподільник 7 подається в апарат псевдозрідженого шару 8, де відбувається кипіння сипучого матеріалу, що знаходиться в ньому.

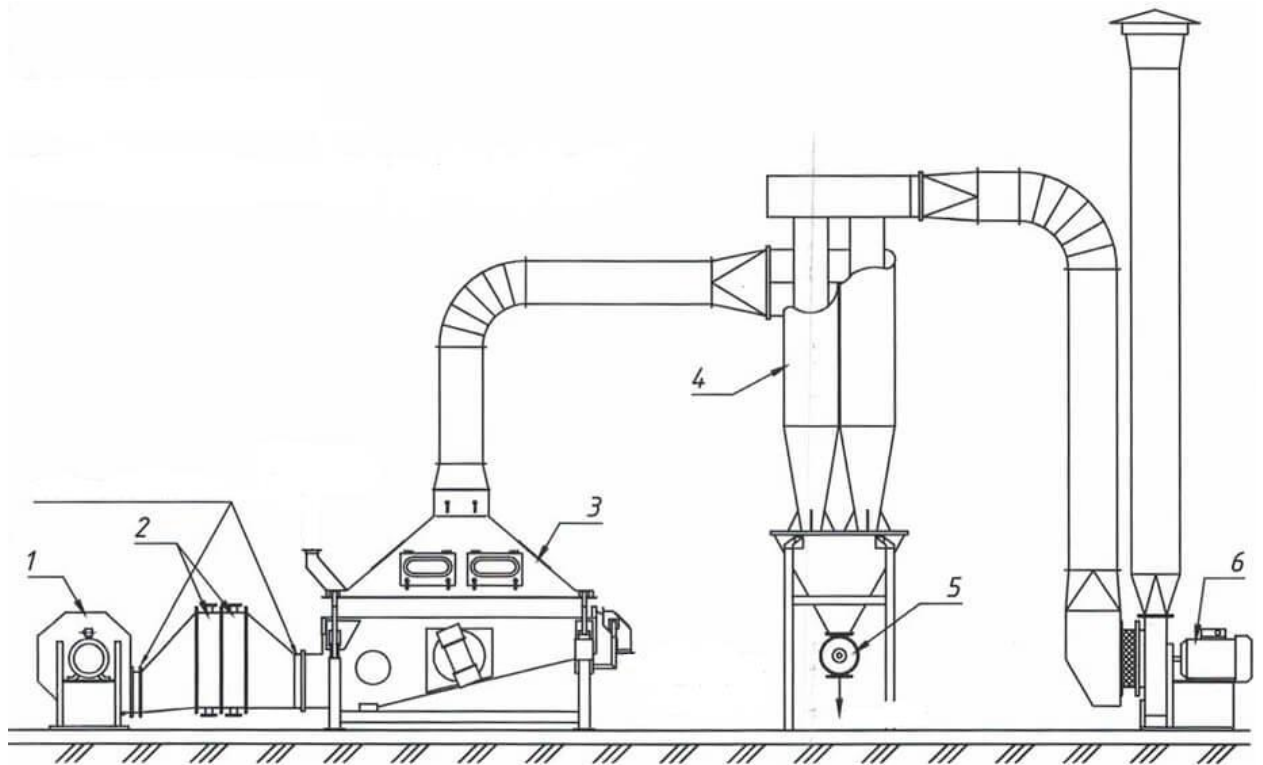


Рис. 1.7. Схема підключення лінії виробництва казеїну

1- пиловий вентилятор, 2- повітрянагрівач паровий, 3 – сушарка айровібраційна, 4 – встановка циклонів батпрейна, 5 – шлюзовий затвор з приводом, 6 - вентилятор

Продукт через вхідний патрубок подається в пристрій живлення з розподільним клапаном і плавно по всій ширині поверхні продукт надходить на ситову рамку. Під дією вібрації і повітря шар продукту «закипає» і рухається по ситовій поверхні до патрубку, що виводить зерно з сушарки. Нагріте повітря, що нагнітається вентилятором з температурою 80-110°C, пронизуючи шар продукту, знижує його вологість на 3-6%. Відпрацьований агент сушіння відводиться через патрубку у верхній частині кришки, а продукт - через вихідний патрубку.

Нагнітальний вентилятор 1 (рис 1.7.) по магістралі 2 подає повітря в блок калориферів 3. Пара поступає по магістралі 4. Після проходження блока калориферів нагріте до температури $100 \div 130$ °C через повітророзподільчий пристрій 7 подається в апарат псевдозрідженого стану 8 і приводить в кипіння сипучий матеріал, що знаходиться в ньому.

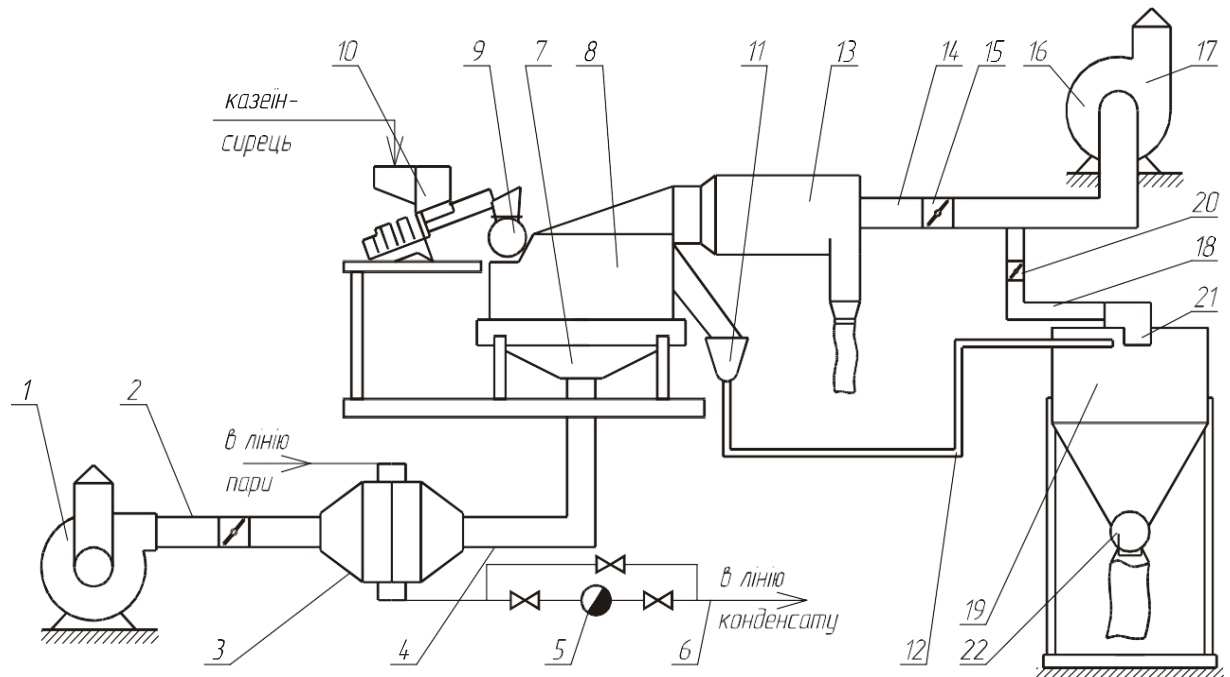


Рис. 1.8. Сушильна установка для казеїну.

1 – нагнітальний вентилятор; 2 – повітропровід; 3 – блок калориферів; 4 – лінія подачі нагрітого повітря; 5 – конденсатовідвідник; 6 – лінія відведення конденсату; 7 – повітророзподілюючий пристрій; 8 – апарат псевдозрідженого стану; 9 – завантажувач; 10 – живитель – гранулятор (шнековий зневоджувач); 11 – приймальний пристрій; 12 – лінія транспортування сухого казеїну; 13 – циклон; 14, 17, 18 – трубопроводи; 15, 20 – шибери; 16 – відсмоктуючий вентилятор; 19 – бункер – нагромаджувач; 21 – сітка; 22 – шлюзовий шибер.

В результаті взаємодії гарячого теплоносія з частинками казеїну відбувається його нагрівання і при досягненні температури 40°C вмикають живитель-гранулятор 10 (шнековий зневоджувач). Казеїн подається на шар сухого казеїну, який завжди залишається в камері, і приводиться в псевдозріджений стан разом із сухим казеїном і отримує напрям руху до приймального пристрою 11.

Відпрацьоване повітря проходить очистку на циклоні 13.

Під дією розрідження, що створює відсмоктуючий вентилятор в бункері 19, в нього засмоктується зовнішнє повітря, яке рухаючись по трубопроводу охолоджує казеїн. Трубопровід з'єднаний тангенціально з бункером і дією відцентрової сили частинки казеїну осідають в бункері. В

бункері проходить вирівнювання вологості частинок казеїну, виготовлених за період зміни.

Досушування казеїну проводять при значно нижчих температурах, чим в сушильній башті, що дозволяє знизити енергозатрати та зберегти якість продукту.

Система відведення повітря розподілена на окремі зони. В кожний отвір для повітря може бути встановлена спеціальна трубка-дифузор. Це забезпечує рівномірне розподілення повітря днищу камери, створюючи рівномірний тиск в області впускного отвору для повітря.

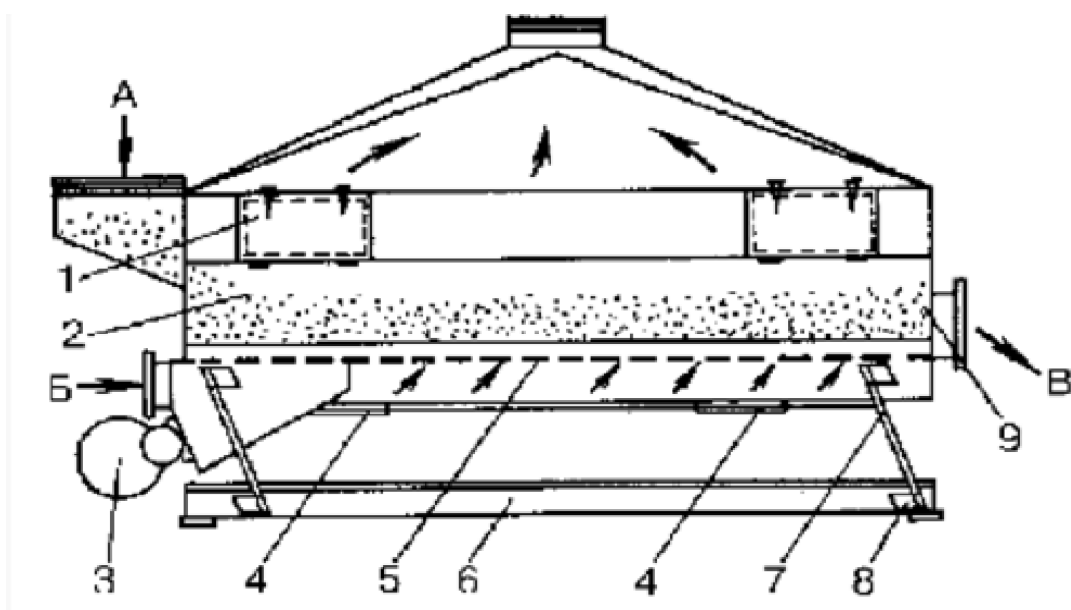


Рисунок 1.9. Схема вібраційної сушарки

1 - оглядові вікна; 2 - жолоб; 3 - вібропривід; 4 – і люки; 5 - решітка; 6 - рама; 7 - пружини; 8 -амортизатори; 9 -зливна перегородка; А-вологий матеріал, Б,Г – сушильний агент; 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 налаштувати процес сушіння для досягнення потрібних параметрів кінцевого продукту

1.2. Обґрунтування актуальності дослідження, формулювання мети та завдання дослідження.

Метою роботи є підвищення ефективності роботи сушарки для казеїнумарки 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;
- міцнісний розрахунок валу вузла завантаження;
- підбір підшипників вузла завантаження установки;
- конструктивний розрахунок муфти вузла завантаження;
- модернізація вузла завантаження;
- технологічний розрахунок модернізованої сушарки.

Об'єктом є дослідження-казеїну-сиреця на різних стадіях процесу зневоднення.

При виборі способу і технології зневоднення казеїну, необхідно враховувати форму зв'язку вологи з матеріалом, що характеризується різною енергією зв'язку з продуктом. По-перше, слід зазначити, що в безперервних виробничих лініях частина вологи під дією сили тяжіння відділяється на перфорованих поверхнях барабана. Це означає, що вологість казеїну лише частково формується гравітаційною вологою.

Відповідно до класифікації, запропонованої Ребіндером, зв'язок вологи з продуктами буває хімічним, фізико-хімічним (адсорбція, осмотичний тиск, структурний) механічним (волога в капілярах і макро-капілярах, намокання). Найбільш стійкою є хімічна. При видаленні хімічно-зв'язаної води в процесі зневоднення казеїну змінюється його колір (потемніння, побуріння), що можна спостерігати при високих температурах.

Волога, яка фізично і хімічно зв'язана з матеріалами, може бути видалена шляхом сушіння. Форми фізичного і хімічного зв'язування різноманітні і включають адсорбційно зв'язану вологу, осмотично утримувану вологу і структурну вологу.

Волога завдяки адсорбції утримується на поверхні контакту колоїдних частинок з навколишнім середовищем і утримується молекулярним силовим полем.

Вона утримується полем. Осмотична і структурна волога менш міцно зв'язана з матеріалом, ніж адсорбційна. Найменш зв'язаними з матеріалом є капіляри зерен і механічно утримувана волога між зернами. Діаметр капілярів казеїну сильно варіює. Середній радіус мікрокапілярів казеїнових зерен становить менше 10-5 мкм. Макрокапіляри казеїну утворюються між зернами і мають середній радіус більше 10-5 мкм. Аналізуючи спосіб зв'язування вологи з казеїном, можна зробити висновок, що процес зневоднення можна розділити на два етапи: механічний і сушіння.

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.

Для виробництва розчинних казеїнових продуктів, таких як казеїнати і копреципітати, використовується той же тип розпилювальної сушарки, що і для інших молочних продуктів (сухе знежирене молоко, сухе незбиране молоко і суха сироватка).

Для економії енергії лінії з виробництва казеїну оснащуються рекуперативними теплообмінниками. Зарубіжні лінії оснащені пластинчастими теплообмінниками.

В даний час казеїн виробляють на потокових лініях за технологією безперервного виробництва. Обладнання для цього процесу можна розділити на дві групи: обладнання для коагуляції та обробки і сушильне обладнання.

Як зазначалося вище, основним обладнанням для виробництва технічного казеїну в нашій країні є поточна лінія Ю9-ОКЛ з стрічковим пресом ПЗ-ОК і сушаркою ВС-300 або аналогічна їй поточна лінія Ю9-ОКЛ широко використовується завдяки своїй невисокій вартості, компактності і простоті в обслуговуванні, легкість в управлінні зробили їх широко популярними. Однак ці якості призводять до суттєвого недоліку - високого питомого енергоспоживання. Наприклад, за 10,3 години, необхідних для виробництва 1 тонни казеїну, витрачається близько 4,8 Гкал тепла у вигляді пари під тиском не менше 0,4 МПа і близько 410,0 кВт-год електроенергії. Ці дані базуються на стандартному обладнанні, що працює з наступними параметрами: вологість казеїну-сирцю після пресування та сушіння становить 65%, а за годину видалається 150 кг вологи. Таким чином, за умови роботи обладнання, погодинне виробництво сировини становить близько 4000 літрів знежиреного молока, що відповідає виробництву 100 кг готової продукції на годину. При цьому модульна компоновка лінії полегшує модернізацію з метою покращення техніко-економічних показників.

Аналіз роботи лінії показує, що теплова енергія у вигляді пари необхідна для нагрівання продукту, промивної води та повітря, що подається в сушарку; погодинне споживання становить 280 кг, 125 кг і 375 кг відповідно. Електроенергію споживають змішувач, насоси, привід преса, підйомник, двигуни розвантаження сушарки та витяжного вентилятора. Сумарне енергоспоживання обладнання під час стабільної роботи становить близько 40 кВт, з яких близько 85% споживає сушарка.

Дозволив визначити два основні та незалежні шляхи модернізації лінії для підвищення енергоефективності:

- Модернізація "мокрої секції" системою утилізації тепла, що втрачається у відпрацьованих промивних водах і сироватці;
- У "сухій секції" - зниження вологості казеїну-сирцю, що направляється на сушку, та рекуперація тепла з відпрацьованого повітря.

Аналіз енергетичних та сировинних потоків у процесі виробництва казеїну. Для забезпечення стабільної роботи теплообмінника на лінію необхідно додати пристрій для уловлювання білкового порошку. Це дозволить дещо збільшити вихід кінцевого продукту з одиниці сировини.

Реалізація другого аспекту не зачіпає саму сушарку, але підвищує ефективність кінцевого продукту при тій же продуктивності по воді, що випаровується. Ця мета досягається за рахунок зниження вологості казеїну-сирцю, що подається на сушіння, шляхом вдосконалення процесу пресування. Енергоефективність підвищується за рахунок зменшення питомих витрат пари на одиницю кінцевого продукту. Зменшення споживання електроенергії досягається за рахунок скорочення необхідного часу. Крім того, якість кінцевого продукту значно покращується за рахунок зменшення вмісту вологи в казеїновій сировині, що подається на сушіння. Досвід показує, що заміна стандартних перфорованих гумових стрічок на сітчасті дозволяє знизити вологість казеїну-сирцю після пресування з 63-65% до 58-60%. Більш радикальним підходом є заміна преса на центрифугу. У цьому випадку вологість продукту, що подається на сушіння, можна знизити з 45... 50%. У реальних умовах виробництва вологість казеїну-сирцю після пресування становила 58 %. Це дозволило збільшити продуктивність сушарки до 137 кг висушеного продукту на годину. При цьому була досягнута економія електроенергії 0,68 Гкал і 100 кВт-год на тонну продукту. При зниженні вологості казеїну-сирцю до 50 % і використанні центрифуги продуктивність сушарки збільшується до 176 кг

висушеного продукту на годину. Таким чином, економія енергії на тонну продукту становитиме 1,0 Гкал і 150 кВт-год. Для утилізації тепла відпрацьованого повітря до сушарки необхідно додати два нагрівачі та систему циркуляції води. Згідно з розрахунками, робота цього обладнання дозволить заощадити близько 0,055 Гкал енергії за годину роботи.

При використанні центрифуг можна досягти споживання енергії до 2,2 Гкал і 230 кВт-год.

- 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.

Серія енергозберігаючих заходів дозволила скоротити споживання енергії до 2,5 Гкал і споживання електроенергії без необхідності капітального ремонту використовуваного обладнання. Ще одним результатом стало підвищення загальної ефективності лінії та відповідне скорочення витрат на оплату праці, освітлення тощо. Удосконалення обладнання для виробництва казеїну дозволило скоротити споживання енергії вологому відділенні та у сухому відділенні, а також зменшити споживання електроенергії на понад 100 кВт-год на тонну казеїну.

1.3. Висновки.

Основні технологічні операції виробництва казеїну у запропонованій лінії аналогічні лінії виробництва казеїну – сирцю неперервним способом.

Особливістю запропонованої технологічної схеми є встановлення декантора та вібраційної сушарки. Як відомо найбільш інтенсивний процес

сушіння спостерігається у кип'ячому (псевдозрідженому) стані продукту. Шар казеїну може бути переведено у псевдорозріджений стан шляхом дії на нього вібраційних коливань або спільної дії повітряного потоку та вібрації. Застосування вібрації дозволяє зменшити швидкість повітря нижче критичної та витрату повітря розрахувати виходячи з необхідної кількості теплоти. Найбільше впливає на стан зваженого шару амплітуда коливань, яка для різних продуктів знаходиться в межах 2...10 мм. Частоту коливань використовують у межах 20...30 Гц

Для визначення амплітудно-частотних характеристик використовували акселерометричний аналізатор на основі акселерометра LIS3DH компанії STMicroelectronics. Пристрій працює таким чином: після приєднання датчика до поверхні сушарки типу ZLG4 -0,3 вмикають привод дебалансного валу, створюючи коливання сушарки, це в свою чергу призводить до увімкнення акселерометра, який проводить реєстрацію амплітудно - частотних характеристик вібруючого комплексу.

Для реєстрації частоти обертання дебалансного вала було використано безпроводний тахометр UNI-T UT372.

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

2. РОЗРОБКА НОВОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Постановка завдань нового технічного рішення, визначення необхідних технічних параметрів, розробка і опис нового технічного рішення, устрій та принцип його роботи.

Один із найбільш енергоємних процесів у виробництві казеїну - сушіння, що значно впливає на якість готової продукції.

Під час процесу сушіння вміст вологи, температура і швидкість зневоднення матеріалу змінюються з часом. Дані можна отримати, висушуючи невеликі зразки казеїну і вимірюючи зміни вмісту вологи і температури у відповідні моменти часу.

Параметри агрегату оброблювача (температура, швидкість і відносна вологість) підтримуються постійними. Вміст вологи в казеїні в процесі сушіння визначають шляхом розрахунку зменшення маси води.

Для аналізу процесу сушіння казеїну використовується графік, що поєднує криві сушіння. Зміна вологості - I , швидкості сушіння і температури - Z з часом. Під час фази нагрівання казеїну тепло, що надходить від фармацевтичного повітря, використовується для нагрівання казеїну. Температура швидко зростає (частина A'B'), а швидкість сушіння (частина A'B') збільшується. На початку періоду I температура казеїну θ досягає температури вологого термометра t_m , а швидкість сушіння досягає максимального значення. Перший період характеризується постійною швидкістю сушіння (графік B'C').

Вологість казеїну змінюється, а температура казеїну залишається постійною на рівні t_m . У процесі сушіння вологість, температура матеріалу та швидкість його зневоднення змінюються з часом. Усі зміни можна ілюструвати

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Люлька Д. М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зозуля К. Р.	<i>Назва, додаткова назва</i> РОЗРОБКА НОВОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ	221869.P.24.002 ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/4	

графічно у вигляді кривих зміни вологості, швидкості сушіння і температурних кривих.

Дані одержують під час сушіння невеликих зразків казеїну, визначаючи зміну у відповідні моменти часу вологості та температури.

Параметри сушильного агента (температуру, швидкість, відносну вологість) підтримують незмінними. Вологість казеїну в процесі сушіння визначають розрахунком за зменшенням маси вологи. При визначенні енергетичних характеристик комплексу досліджувались зміни спожитої потужності та швидкості сушильного агента в залежності від частоти обертання електродвигуна приводу вентилятора. Можна зробити висновок, що із збільшенням частоти обертання електродвигуна споживана ним потужність збільшується. На максимальних обертах електродвигуна пПВ =3000 об/хв споживана потужність.

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 °С на початку процесу та 55–60 °С 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, 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.

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 центрифугі. Відомо, що механічне видалення вологи є набагато ефективнішим та витратним методом, ніж його подальше сушіння.

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 деканторної центрифуги.

Для того, щоб мінімізувати негативні наслідки залипання під час роботи завантажувального пристрою, було запропоновано змінити матеріал лопаті з нержавіючої сталі на фторопласт.

Фторполімери мають великий потенціал у машинобудуванні завдяки своїм унікальним властивостям:

- Стійкість до високих температур: здатність витримувати високі температури робить його корисним для використання в механізмах, що працюють під впливом високих температур.

- Хімічна стійкість: фторполімери відомі своєю стійкістю до хімічних реакцій і мають високу надійність проти широкого спектру сполук.
- Електроізоляція: відмінний ізолятор, придатний для використання у виробництві електронного та електричного обладнання.
- Механічна міцність: висока міцність і ударостійкість роблять їх придатними для використання в механізмах, що піддаються високим навантаженням.

У машинобудуванні фторполімери використовуються у виробництві різних компонентів, таких як ущільнювальні пристрої, втулки, підшипникові матеріали та ущільнювальні кільця. Ці матеріали мають відмінну термо- і хімічну стійкість, низький коефіцієнт тертя і хорошу провідність, що є важливими для виробництва. Вони також використовуються в складних механізмах, які вимагають особливих властивостей, наприклад, в певних типах трансмісій і ущільнень валів.

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

1.2. Висновки

Сирий казеїн має чудову адгезію до поверхонь з нержавіючої сталі: При часі контакту 30 секунд адгезія змінюється від 6,0 до 11,0 кПа при відповідній зміні попереднього тиску від 1,0 до 5 кПа.

Для того, щоб зменшити негативний вплив його сильних адгезійних властивостей на процес сушіння казеїну, пропонується використовувати фторполімер-4 як частину робочої поверхні сушарки.

3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

3.1. Об'єкт та предмет досліджень.

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

Через люк 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 вцілює 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 електролампю 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.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Люлька Д. М.	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Разробник документа</i> Зозуля К. Р.	<i>Назва, додаткова назва</i> ДОСЛІДНА ЧАСТИНА ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ	221869.P.24.003 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/15

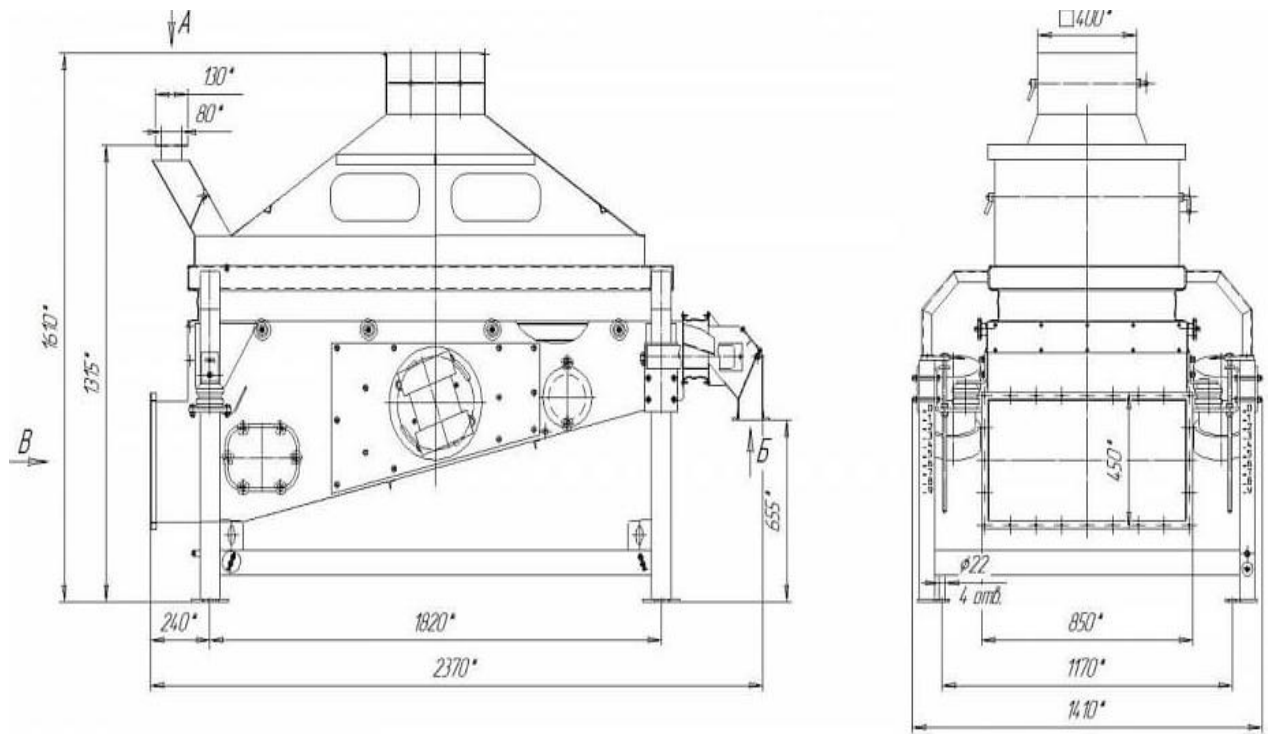


Рисунок 3.1. Вібраційна сушарка для казеїну

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.

3.2. Опис експериментальної установки

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.

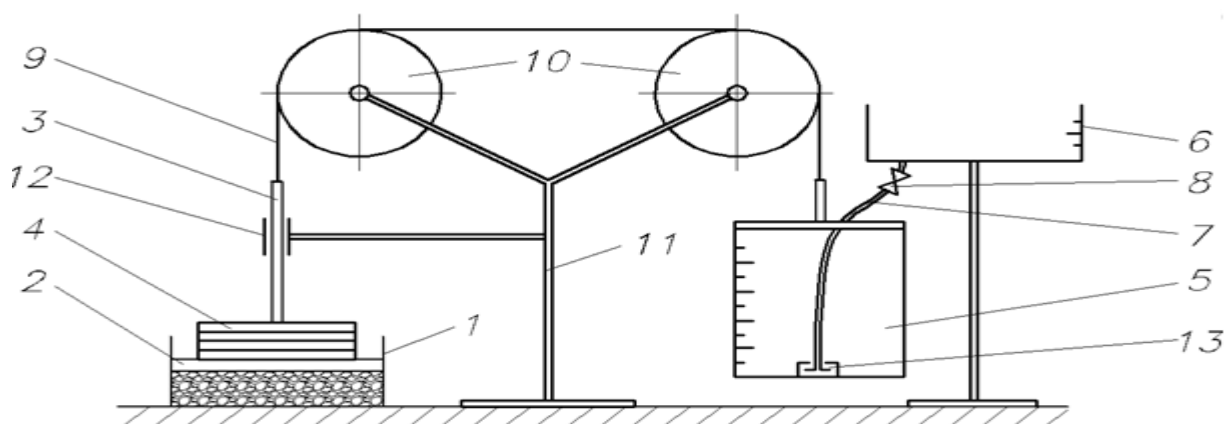


Рис. 3.2. Схема стенду для визначення адгезійної міцності:

1–посудина; 2–пластина; 3–шток; 4 – вантаж; 5 – мірна ємність; 6 – посудина; 7 –шланг;
8 – вентиль; 9 –трос; 10 – шків; 11 – рама; 12–направляюча; 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. 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:

$$P_a = \frac{F - F_0}{S_k}$$

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.

3.3. Методика проведення 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:

де P_a – міцність адгезії, Н/м²; F – сила відриву, Н; S_k – площа поверхні контакту, м².

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.

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

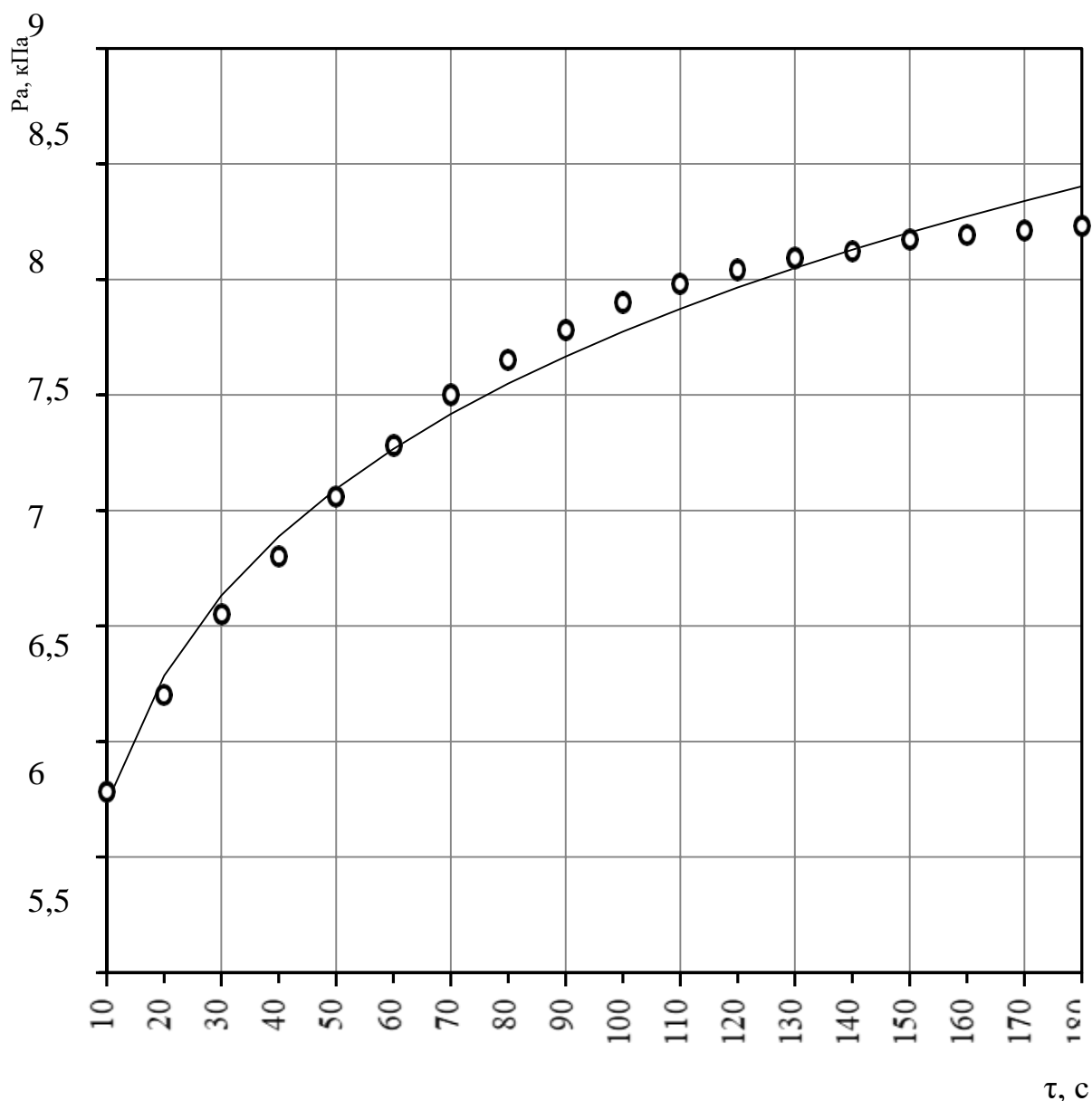


Рисунок 3.3. Залежність міцності адгезії казеїну від часу контакту (до нержавіючої сталі)

Після обробки даних у програмному середовищі Mathcad 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, с.

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.

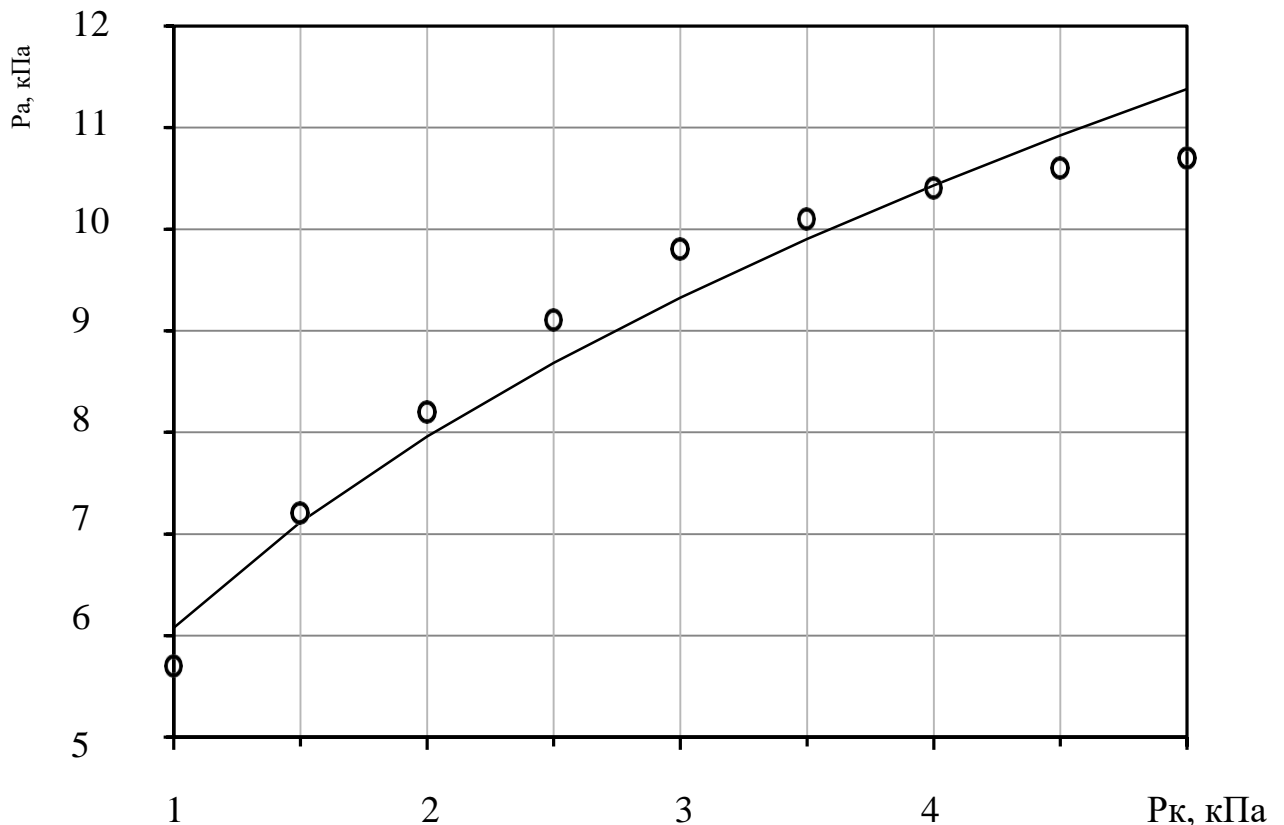


Рисунок 3.4. Залежність міцності адгезії казеїну від попереднього тиску повідношенні до нержавіючої сталі (при тривалості контакту 30 с)

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 ділянці (1,0

- 3,0 кПа) має місце збільшення величини міцності адгезії. На другій ділянці (3,0 - 4,5 кПа) значення міцності адгезії помірно зростає. Третя ділянка (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:

$$P_a = 7,15P_k^{0,273},$$

де P_k – 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 спостерігалось 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:

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

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

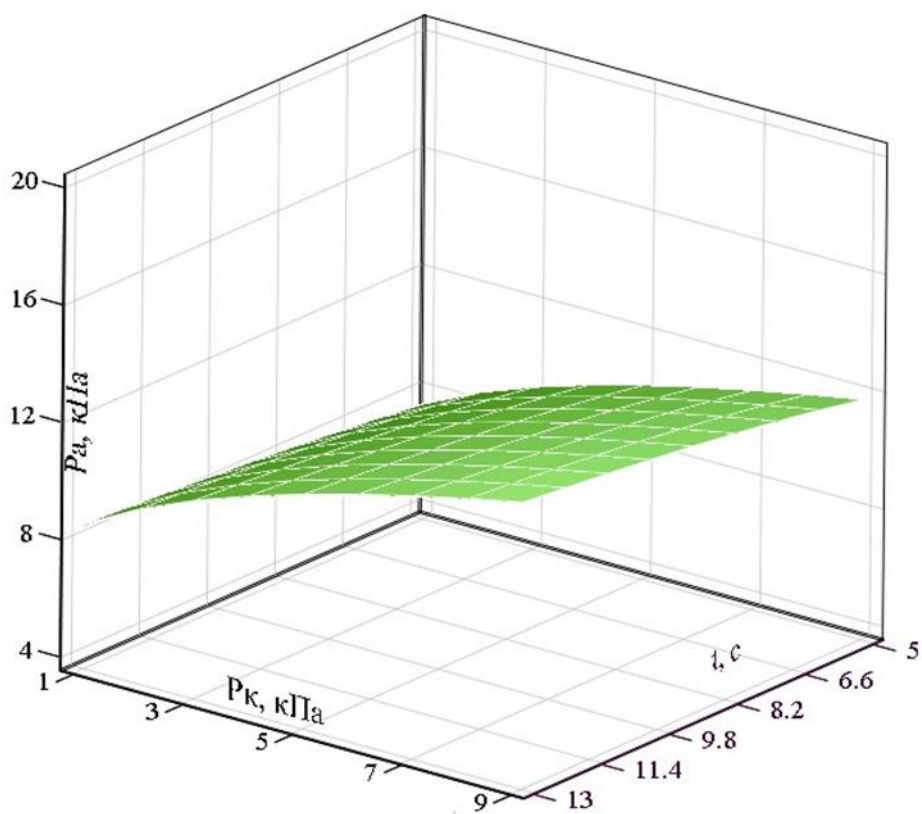


Рисунок 3.5. Залежність міцності адгезії казеїну по відношенні до поверхні ізнержавіючої сталі, від часу контакту та попереднього тиску

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

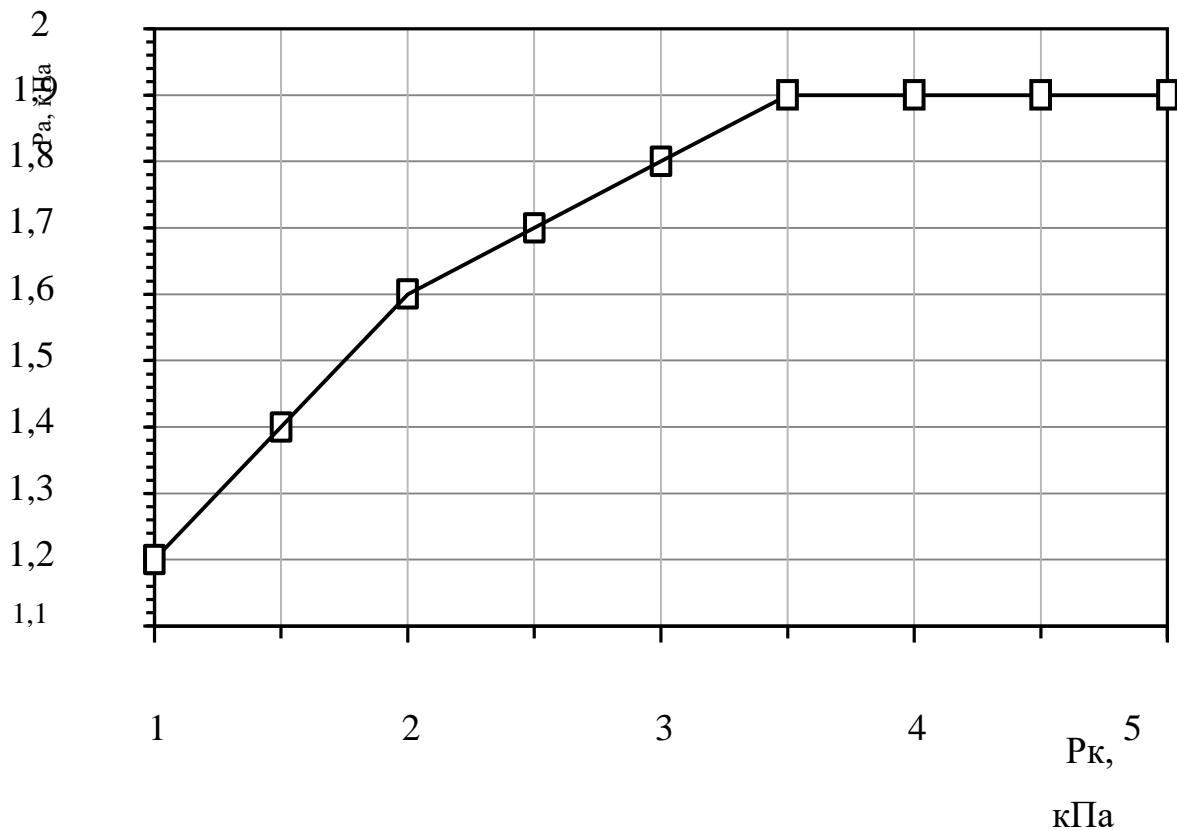


Рисунок 3.6. Залежність міцності адгезії казеїну від попереднього тиску по відношенні до фторопласту-4 (при тривалості контакту 30 с)

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.

3.4. Устрій та принцип роботи модернізованого об'єкту.

Для того, щоб мінімізувати негативні наслідки залипання під час роботи завантажувального пристрою, було запропоновано змінити матеріал лопаті з нержавіючої сталі на фторопласт.

Фторполімери мають великий потенціал у машинобудуванні завдяки своїм унікальним властивостям:

- Стійкість до високих температур: здатність витримувати високі температури робить його корисним для використання в механізмах, що

працюють під впливом високих температур.

- Хімічна стійкість: фторполімери відомі своєю стійкістю до хімічних реакцій і мають високу надійність проти широкого спектру сполук.

- Електроізоляція: відмінний ізолятор, придатний для використання у виробництві електронного та електричного обладнання.

- Механічна міцність: висока міцність і ударостійкість роблять їх придатними для використання в механізмах, що піддаються високим навантаженням.

У машинобудуванні фторполімери використовуються у виробництві різних компонентів, таких як ущільнювальні пристрої, втулки, підшипникові матеріали та ущільнювальні кільця. Ці матеріали мають відмінну термо- і хімічну стійкість, низький коефіцієнт тертя і хорошу провідність, що є важливими для виробництва. Вони також використовуються в складних механізмах, які вимагають особливих властивостей, наприклад, в певних типах трансмісій і ущільнень валів.

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 фрикціону муфту 5.

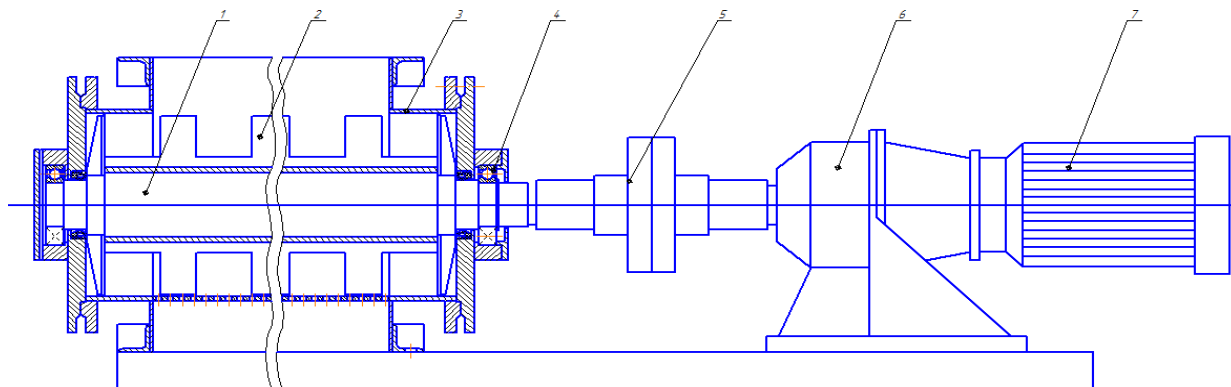


Рис. 3.7. Вузол завантаження

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

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).

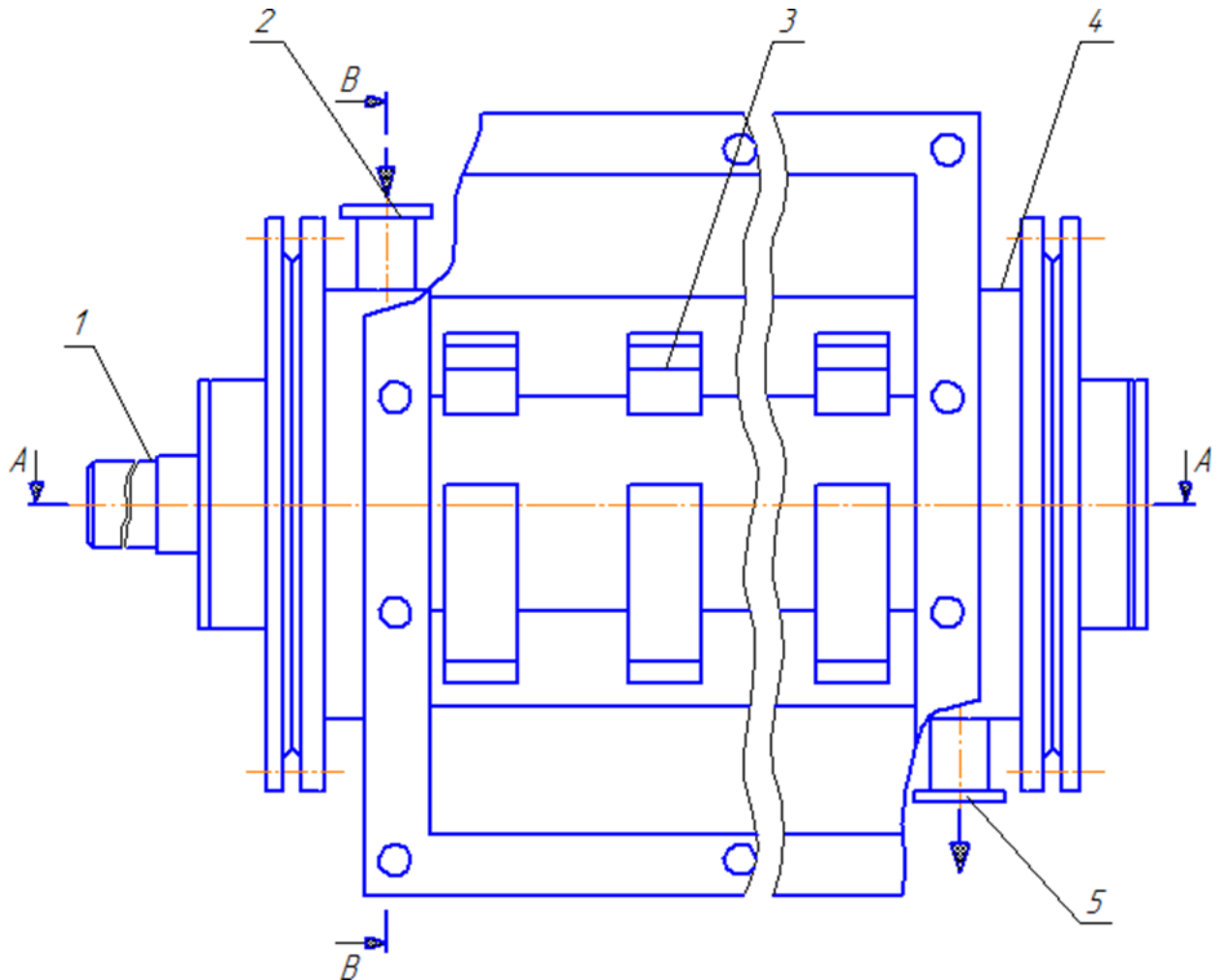


Рисунок 3.8. Модернізований завантажувальний пристрій 1 – вал; 2-патрубок; 3–лопаті із фторопласту; 4 – корпус; Завантажувальний вал 1 розміщений на підшипникових опорах 10 та 13 (рис. 3.2). Корпус 7 закривається з обох боків за допомогою кришок 6.

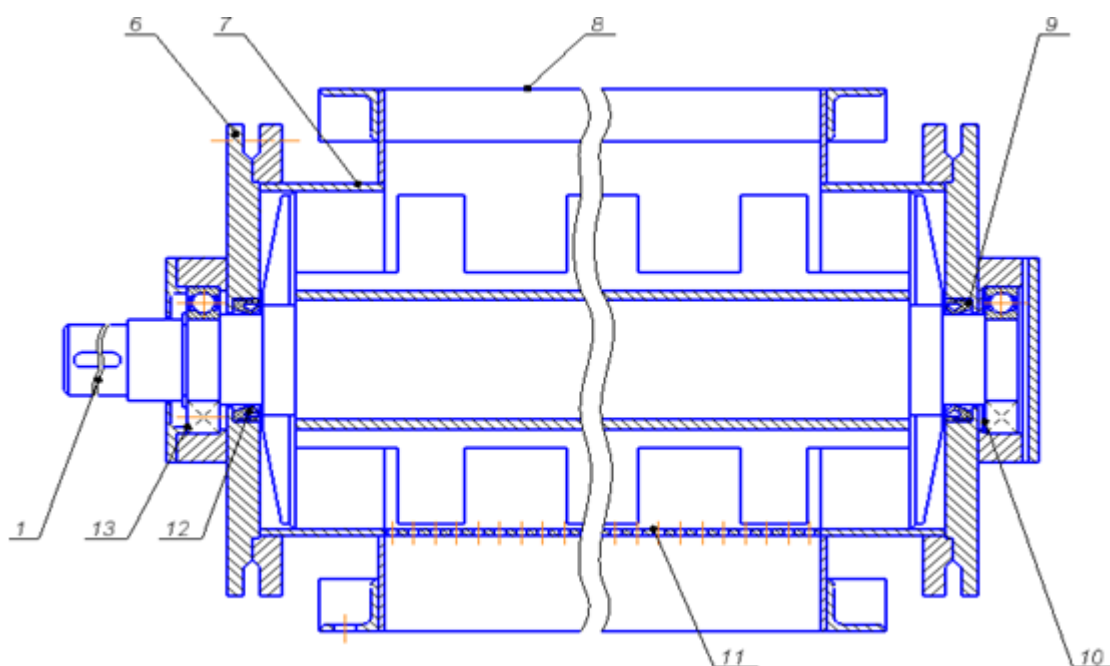
З метою зменшення енерговитрат на процес сушіння казеїну, пропонується використовувати відпрацьований сушильний агент для нагрівання вологого казеїну до його подачі в сушильну камеру сушарки. Це

досягається шляхом використання частини відпрацьованого сушильного агенту, який виводиться з сушильної установки через трубопровід і подається у завантажувальний пристрій.

Для видалення частини відпрацьованого повітря, що виводиться з сопла 5 і проходить через завантажувальний пристрій, встановлений додатковий вентилятор 3. На трубопроводі 8 встановлений клапан 7.

У конструкцію завантажувального пристрою внесені зміни для попереднього підігріву казеїну відпрацьованим теплоносієм. На протилежних кінцях корпусу встановлені патрубки для подачі і відведення теплоносія відповідно для відведення казеїну.

Під час завантаження вологого казеїну в установку зазор між нерухомим корпусом завантажувального пристрою і рухомим валом ущільнюється за допомогою ущільнень 9 і 12. Основна функція цих ущільнень - запобігти витіканню казеїну і сироватки з корпусу завантажувального пристрою. Вологий казеїн потрапляє в завантажувальний пристрій через шнековий пресовий лоток 8. Лопатка 3, міцно закріплена на валу 1, рухається при обертанні валу, дозволяючи вологому казеїну проходити через перфоровану решітку 11 в сушарку.



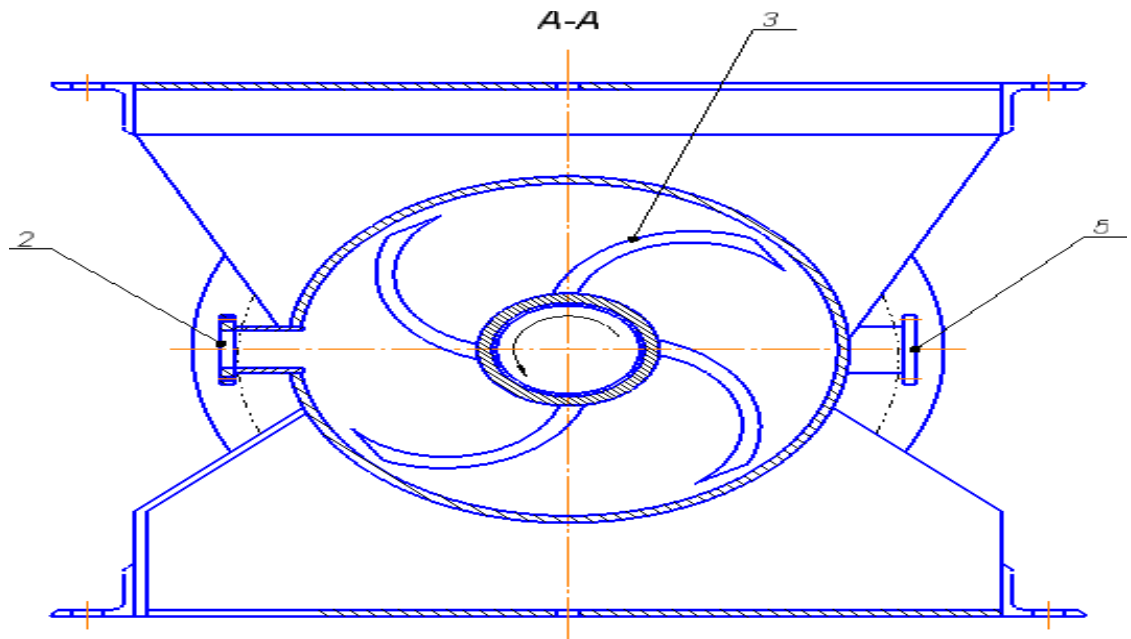


Рисунок 3.9. Модернізований завантажувальний пристрій

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.

3.5. Висновки.

Ґрунтуючись на отриманих даних кінетики процесу сушіння казеїну-сирцю можна зробити висновок, що міцністю по відношенні до поверхонь, що виготовлені із нержавіючої сталі: при часі контакту 30 секунд міцність адгезії змінюється в межах від 6,0 до 11,0 кПа при відповідній зміні попереднього тиску від 1,0 до 5 кПа.

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

4. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

4.1. Розрахунок продуктивності модернізованого обладнання

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.

$$G_3 = G_{c.k} + G_{c.k}(\rho_1 - \rho_2) = 300 + 300(0,8 - 0,6) = 360 \text{ кг.}$$

де G_3 – розхід вологого казеїну, кг;

$G_{c.k}$ – розхід висушеного казеїну, кг;

ρ_1 – початкова вологість, кг/м³;

ρ_2 – кінцева вологість, кг/м³.

Розрахуємо діаметр валу завантаження виходячи із навантажень на окремідільниці.

Вал робить 720 обертів за одну годину, таким чином, за один оберт валзавантажує $240/720 = 0,33$ кг казеїну.

Розрахуємо діаметр вала відповідно до крутних моментів.

Крутний момент на валу:

де N – потужність приводу, Вт; ω – кутова швидкість валу, с⁻¹.

Діаметр колін вала:

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Люлька Д. М.	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зозуля К. Р.	<i>Назва, додаткова назва</i> РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА	221869.P.24.004 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/15

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

Прийmemo діаметр завантажувального валу 0,042 м.

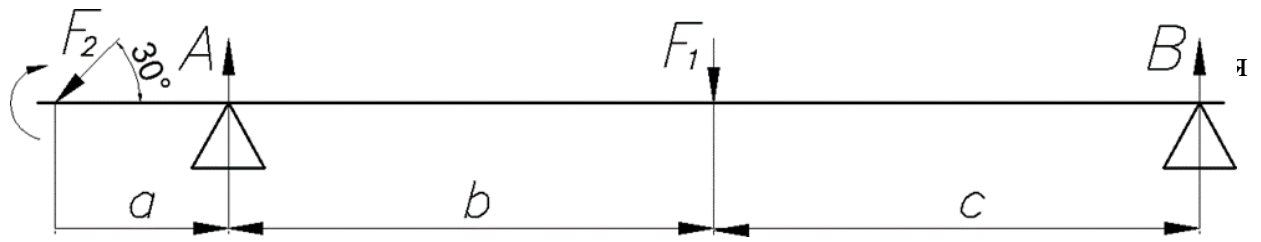


Рисунок 4.3 Схема дії сил на завантажувальний вал

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, $b=0,47$ м; $c=0,47$ м.

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

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

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

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

$$= 13,38 \cdot 10^3 \text{ Н};$$

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

Реакції опор в площинні XOZ.

Відносно т.А:

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

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

Сумарний згинальний момент:

$$z. c \quad (. A) = \sqrt{0,0842 + 0,0852} = 85 \text{ Н};$$

$$z. c \quad (. 1) = \sqrt{1,462 + 0,062} = 1500 \text{ Н};$$

$$z. c \quad (. 2) = \sqrt{0,732 + 0,0032} = 730 \text{ Н};$$

$$\sigma = z. c \quad . = 32 \cdot 1,5$$

По гіпотенузі найбільших дотичних напружень визначимо еквівалентне напруження σ_k та порівнюємо його з допустимим значенням σ_u . Такі ж дії зробимо для кутів 120° і 240° .

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

де σ_{u-1} – границя виносливості, $\sigma_{u-1} =$

$3,14 \cdot 10^8 \text{Па}$; K_σ – коеф. концентрації

напружень, $K = 2,2$;

n – запас міцності, $n = 2$;

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

Отримані розміри розрахованого завантажувального валу зображено нарисунку 4.5.

Рисунок 4.5. Розміри завантажувального валу

4.2. Підбір конструкційних матеріалів

Для виготовлення сушарки використано наступні матеріали [2], [3]:

1) Прокат холоднокатаний листовий, нормальної точності: по товщині (БТ), по ширині (БШ), по довжині (БД), нормальної площинності (ПН), з обрізаною кромкою (О), розміром $0,5 \times 1500 \times 3000$ мм за ГОСТ 19904-90, зі сталі марки 12Х18Н10Т, полунагартований для виготовлення колосників:

БТ – БШ – БД – ПН – О – $0,5 \times 1500 \times 3000$ ГОСТ19904 – 90

Лист

;

12Х18Н10Т – ПН1 ГОСТ 5582 – 75

2) Прокат холоднокатаний листовий, нормальної точності: по товщині (БТ), по ширині (БШ), по довжині (БД), нормальної площинності (ПН), з обрізаною кромкою (О), розміром 3x1500x3000 мм за ГОСТ 19904-90, зі сталі марки 12Х18Н10Т, полунагартований для виготовлення корпусу сушарки:

БТ – БШ – БД – ПН – О – 3x1500x3000 ГОСТ19904 – 90

Лист 12Х18Н10Т – ПН1 ГОСТ 5582 – 75

;

3) Швелер №16 з ухилом внутрішніх граней полок зі сталі марки Ст3 для виготовлення газорозподільного пристрою:

Швелер 16 ГОСТ 8240 – 72;

Ст3 ГОСТ 535 – 58

4) Кутник рівнополочний, розміром 70x70x3 мм, зі сталі марки Ст3сп, звичайної точності прокатки (Б) для виготовлення корпусу сушарки:

Б – 70x70x3 ГОСТ 8509 – 72

Кутник

;

Ст3сп ГОСТ 353 – 58

5) Скло загартоване, виготовленого з листового скла марки К довжиною 800 мм, шириною 500 мм і номінальною товщиною 6 мм, клас захисту СМ 2:

ЗК-800-500-6-СМ2 ГОСТ 30698-2014;

6) Сталь гарячекатана, товстолистова, марки Ст3сп, М3б групи поверхні, з обрізаними кромками, нормальної площинності, розміром 10x1500x3000 для виготовлення фланців та підкладок під опори:

О – ПН – 10x1500x3000 ГОСТ19903 – 74

Лист

Ст3сп – ПН1 ГОСТ 7350 – 77

3.3. Розрахунки на міцність елементів конструкції модернізованої сушарки.

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'єднаних 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:

Вихідні дані: радіальне навантаження $F_p=1,8 \cdot 10^4 \text{Н}$; діаметр валу в місці встановлення підшипників $r_b=0,035 \text{ м}$; кутова швидкість $\omega=0,2 \text{ с}^{-1}$.

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

Їх характеристики

- коефіцієнт безпечності навантаження $K_\sigma=1,1$;
- ресурс, $L_n=1,5 \cdot 10^5 \text{ год}$;

- температурний коефіцієнт $K_T=1,0$.

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

$$C_{тр} = (XVF_p + YF_a)K_\sigma \cdot K_T(6 \cdot 10^5 \cdot n \cdot L_n)^{0,33} =$$
$$= (1 \cdot 1 \cdot 1,8 \cdot 10^4 + 0)1,1 \cdot 1(6 \cdot 10^5 \cdot 1,5 \cdot 10^5)^{0,33} = 9,92 \cdot 10^4 \text{ Н,}$$

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

4.4. Технологія машинобудування

Сушіння продуктів розпилювальним прямоточним способом проводять на розпилювальних прямоточних сушарках зі змішаним рухом повітря і продукту, що працюють в одно- чи двостадійном режимах.

Механізм одностадійного розпилювального сушіння полягає в полідисперсному розпилюванні згущеного молока в потоці гарячого повітря (сушильна камера), наступному сушінню в ньому розпилених часток і виділенні висушених часток з потоку повітря.

Одностадійний спосіб сушіння відрізняється простотою і малоопераційністю, проте продукти мають низькі швидкості розчинення і

змочувальну здатність, великі питомі витрати енергоресурсів.

Найбільш досконалим, ефективним і перспективним є двостадійне сушіння. На першій стадії сушіння продукт розпилюється за допомогою

форсунок чи диска в потоці повітря $t = 200-220^{\circ}\text{C}$. Завдяки цьому інтенсифікується процес сушіння. Досушується продукт у вібраційних конвекційних сушарках різних конструкцій, де молочний продукт переводиться у псевдозріджений стан і сушиться у віброкиплячому шарі пропусканням через нього повітря $t = 80-90^{\circ}\text{C}$.

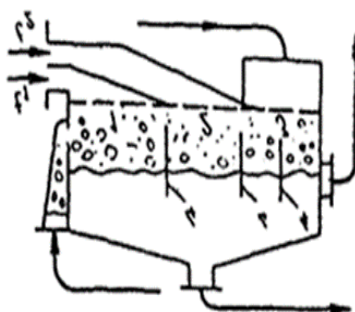


Рис.4.1 Подача продукту в сушарку

Завантажувальний пристрій призначений для перенесення вологого казеїну в сушильну установку.

Завантажувальний вал приводиться в рух від електродвигуна через редуктор б та фрикціону муфту. При сушінні у киплячому шарі частки втрачають контакт, переміщуються, шар розширюється і нагадує киплячу рідину.

Контактний спосіб (плівковий) полягає в сушінні згущеного молока, що наноситься на поверхню вальців, які мають $t = 105-130^{\circ}\text{C}$ в апаратах, що працюють при атмосферному тиску і $t = 50-60^{\circ}\text{C}$, у вакуумних сушарках. Продукт висихає у вигляді плівки, яку зрізають, розмелюють, охолоджують і фасують. Застосовують цей спосіб для сушіння знежиреного молока.

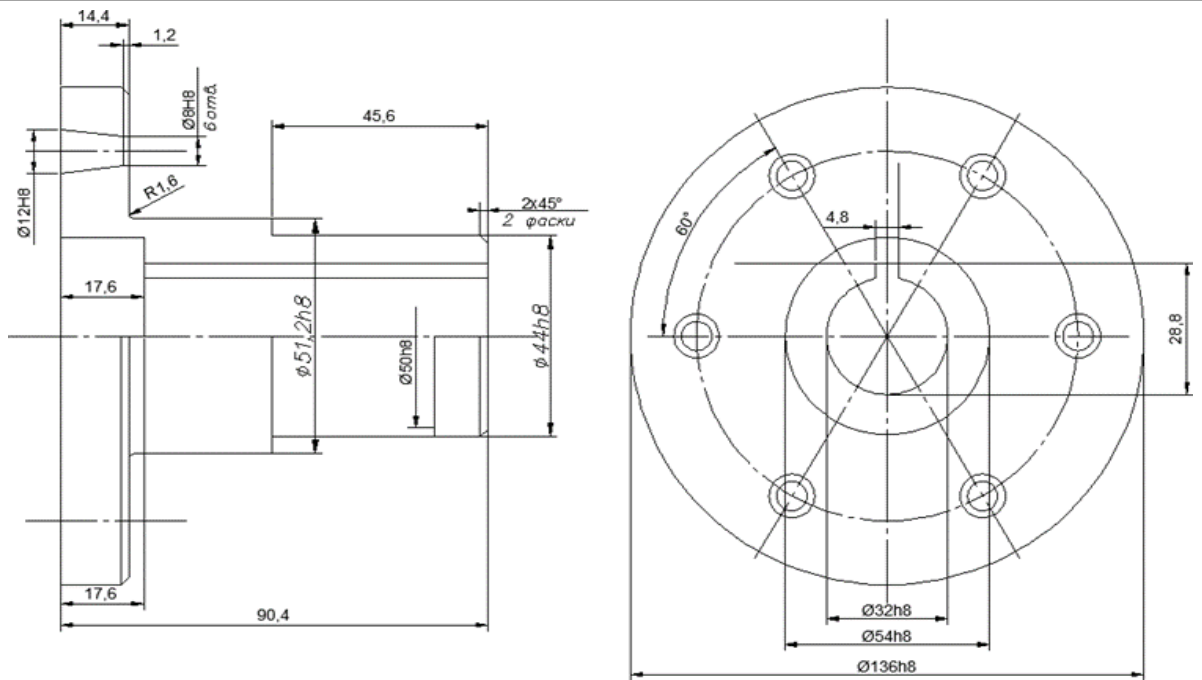


Рис4.2. Муфта

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.

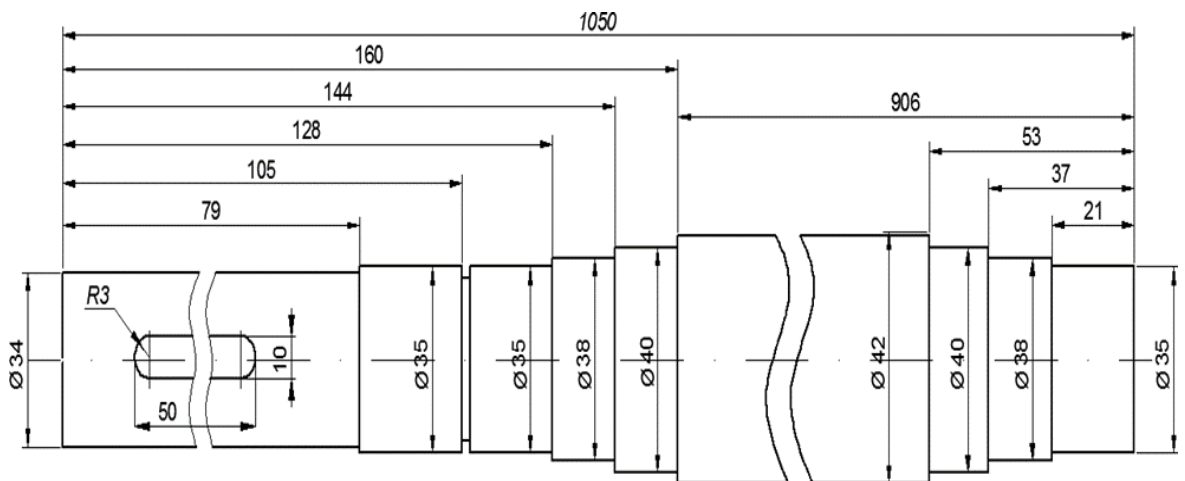


Рис.4.3 Вал завантаження

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. При сушінні у киплячому шарі частки втрачають контакт, переміщуються, шар розширюється і нагадує киплячу рідину.

Контактний спосіб (плівковий) полягає в сушінні згущеного молока, що наноситься на поверхню вальців, які мають $t = 105-130^{\circ}\text{C}$ в апаратах, що працюють при атмосферному тиску і $t = 50-60^{\circ}\text{C}$, у вакуумних сушарках. Продукт висихає у вигляді плівки, яку зрізають, розмелюють, охолоджують і фасують. Застосовують цей спосіб для сушіння знежиреного молока.

Сертифікація елементів технологічного обладнання.

Відповідно до ДСТУ 3413-96 (Система сертифікації УкрСЕПРО. Порядок проведення сертифікації продукції.) Порядок проведення сертифікації продукції в загальному випадку містить такі пункти:

- подання та розгляд заявки на сертифікацію продукції;
- аналіз наданої документації;
- прийняття рішення за заявкою із зазначенням схеми (моделі) сертифікації;
- обстеження виробництва;
- атестацію виробництва продукції, що сертифікується, або сертифікацію системи якості, якщо це передбачено схемою сертифікації;
- відбирання, ідентифікацію зразків продукції та їх випробування;
- аналіз одержаних результатів та прийняття рішення про можливість видачі сертифіката відповідності;
- видачу сертифіката відповідності, укладання ліцензійної угоди та занесення сертифікованої продукції до Реєстру Системи;

- визнання сертифіката відповідності, що виданий закордонним органом;
- технічний нагляд за сертифікованою продукцією;
- інформацію про результати робіт з сертифікації.

Для проведення сертифікації обрано барабан сепаратора ОСЯ

Заява на проведення сертифікації є типовою і подається за формою. Технічний контроль полягає у перевірці контрольованих об'єктів на відповідність їх до заданих вимог. Об'єктами технічного контролю є виробничі процеси, заготовки, сировина тощо. На стадії проектування чи конструювання виробів завдання технічного контролю полягає у перевірці відповідності дослідних зразків технічному завданню та конструкторській документації; на стадії серійного виготовлення виробів — у контролюванні якості виробів, їх комплектності, ходу виробничих процесів, вимог пакування, маркування; на стадії використання — у перевірці дотримання вимог документації з експлуатації, ремонту та зберігання виробів.

Метод контролю — це сукупність правил використання заданих принципів (фізичних, хімічних, біологічних тощо) для виконання завдань контролювання виробів чи процесів.

Система контролю — це сукупність методів, засобів контролю та контролерів, що взаємодіють з об'єктами контролю.

Види технічного контролю поділяють залежно від: об'єкта контролю - кількісний та якісний; стадій «життя» виробів - проектний, технологічний, вхідний, виробничий, приймальний та експлуатаційний; повноти охоплення - суцільний та вибіркового; зв'язку з контрольованим об'єктом у часі - біжучий, постійний та періодичний; змоги подальшого використання контрольованих виробів - руйнівний та неруйнівний; виду чи типу використовуваних засобів - вимірювальний, записуючий,

органолептичний, оглядовий та порівняльний; виконавця – заводський, відомчий, державний та міжнародний; рівня технічного спорядження - ручний, механізований, автоматизований та автоматичний; впливу на контрольований об'єкт - активний та пасивний; типу контрольованих параметрів - геометричний, фізичний, механічний, хімічний, металографічний, візуальний тощо.

Випробування продукції з метою сертифікації проводиться випробувальною лабораторією (центром), що акредитована в Системі на право проведення випробувань, які передбачені нормативними документами на продукцію, або на право проведення випробувань цієї продукції. У разі, якщо продукція є великогабаритною або нетранспортабельною, або потребує монтажу на місці експлуатації, або використання унікального випробувального обладнання тощо, допускається сертифікаційні випробування проводити на підприємстві-виробнику з використанням його випробувального обладнання та засобів вимірювальної техніки, які відповідають встановленим вимогам. Випробування повинні проводити фахівці акредитованої випробувальної лабораторії.

Заявник надає зразки (проби) продукції для випробувань та технічну документацію на них. Склад технічної документації встановлюється органом з сертифікації. Кількість зразків для випробувань та правила їх відбору встановлюються органом з сертифікації згідно з порядком сертифікації конкретної продукції (правил, сертифікації групи однорідної продукції). За позитивних результатів протоколи випробувань передаються органу з сертифікації продукції і в копії—заявнику. У разі отримання негативних результатів хоча б по одному з показників, випробування з метою сертифікації припиняються, інформація про негативні результати подається заявнику та

органу з сертифікації продукції. Повторні випробування можуть бути проведені тільки після подання нової заявки та надання органу з сертифікації продукції переконливих доказів проведення підприємством коригувальних заходів щодо усунення причин, що викликали невідповідність. Зразки продукції, що пройшли випробування з метою сертифікації, в тому числі руйнівні, залишаються власністю заявника. Порядок списання, утилізації і повернення зразків та зберігання зразків-свідків повинен бути регламентований документацією органу. Метрологія — це наука про вимірювання та їх застосування — таке коротке визначення дає державний стандарт України, який висвітлює основні поняття та терміни метрології — ДСТУ 2681-94 Метрологія. Терміни та визначення, а також Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність» (№ 1314-VII від 5 червня 2014 року).

Метрологія — це наука про вимірювання методи та засоби забезпечення їх єдності та способи досягнення потрібної точності.

Основні завдання метрології:

- розробка теоретичних основ єдиної системи одиниць;
- створення методів відтворення одиниць фізичних величин на рівні еталонів та передавання їх значень з найвищою для сьогодення точністю;
- створення еталонів та мір;
- створення вимірювальних приладів та інформаційно-вимірювальних систем;
- розроблення методів вимірювальних перетворень;
- розроблення методів оцінювання точності результатів вимірювань.

Методи метрології — сукупність фізичних та математичних методів, що використовуються для одержання вимірювальної інформації із заданою точністю та достовірністю: методів вимірювальних перетворень; методів вимірювань та опрацювання результатів спостережень; планування вимірювального експерименту.

4.5. Правила монтажу, та технічного сервісу

Апарат вихрового псевдозрідженого шару встановити на місці монтажу та перевірити положення його вісі відносно осей будівлі цеху [15]. При встановленні апарату на фундамент витримати ухил 10 мм/м в сторону розвантаження і горизонтальне положення колосників газорозподільного пристрою. Величину ухилу і горизонтальної сушарки перевірити шланговим гідро-рівнем.

Установку і вивіряння апарату вихрового псевдозрідженого шару на фундаменті проводити за допомогою шлангового гідрорівня і металевих прокладок.

Встановити апарат горизонтально в поперечному і поздовжньому напрямках, використовуючи в якості поверхонь для установки рівня відповідно вершини колосників і поверхню повірочної лінійки, покладеної на вершини колосників в поздовжньому напрямку.

Після встановлення апарату в горизонтальне положення під лапи з боку штуцера для подачі повітря в дифузор підкласти підкладки висотою 30 мм симетрично осі апарату, вдруге перевірити горизонтальність в поперечному напрямку і підлити лапи бетоном, що складається з двох частин піску і однієї частини цементу марки 400. Рівень підливи повинен бути вище підстави підшов лап на 5-6 мм.

Дуттєвий і відсмоктуючий вентилятори встановити на місці монтажу згідно прийнятої схеми компоновки і домогтися горизонтального положення їх валів. Допустиме відхилення площини вала вентилятора від горизонталі не більше 1 мм/ м. Поставити опалубку і підлити вентилятори бетоном марки М-140. Рівень підливи повинен бути вище підшви рами на 10 мм.

Блок калориферів встановити на підставку на бетонному майданчику підлоги цеху і виставити в горизонтальній площині. З метою запобігання

застою конденсату в трубках калорифера допустиме відхилення від горизонтальної площини не повинно перевищувати 2 мм/м.

Бункер-накопичувач встановити на підлозі цеху в відповідності з обраною схемою компановки. При установці бункера необхідно розташувати його так, щоб на пневмотранспортній лінії не було різких поворотів при мінімальній його довжині.

Повітроводи і трубопроводи агрегату монтувати відповідно до складальних креслень. Перед монтажем повітроводів перевірити стан ущільнюючих поверхонь фланців. При необхідності відбортовки, фланці відрихтувати. Для ущільнення фланцевих з'єднань повітропроводів з'єднують циклон з пиловідводним вентилятором, бункер-накопичувач з пиловідводним вентилятором, калорифер з дуттєвим вентилятором, а також всмоктуючих і вихлопних повітроводів використовувати гуму-пластину завтовшки 4-5 мм.

Вузол відводу конденсату монтувати нижче колектора для зливу конденсату із калориферів в будь-якому зручному місці цеху.

Прес – гранулятор монтувати на металічній рамі без фундаменту в відповідності зі збиральним кресленням.

Подача казеїну у випадку його приготування в установці безперервного осадження відбувається під дією гідростатичного напору по нержавіючій трубі. Допускається застосування пластикових труб.

Щит управління монтувати у відповідності з кресленням, зв'язати з рамою апарату кронштейном.

По закінченню монтажних робіт встановити опалубку і підлити бетоном підставку під калорифери на висоту 60 мм.

5. ПРИНЦИПИ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ОБ'ЄКТОМ ПРОЕКТУВАННЯ

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

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Лялька Д. М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Разробник документа</i> Зозуля К. Р.	<i>Назва, додаткова назва</i> ПРИНЦИПИ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ОБ'ЄКТОМ ПРОЕКТУВАННЯ		221869.KP.24.005 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.			<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/3

- контролю часу розгону приводних двигунів до нормальної швидкості;
- пуск у встановленій послідовності вентиляторів сушильних камер;
- аварійна зупинка сушарки;
- у рециркуляційних сушарках – запобігання переповнення бункера сирого продукту і зниження рівня у теплообміннику.

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.

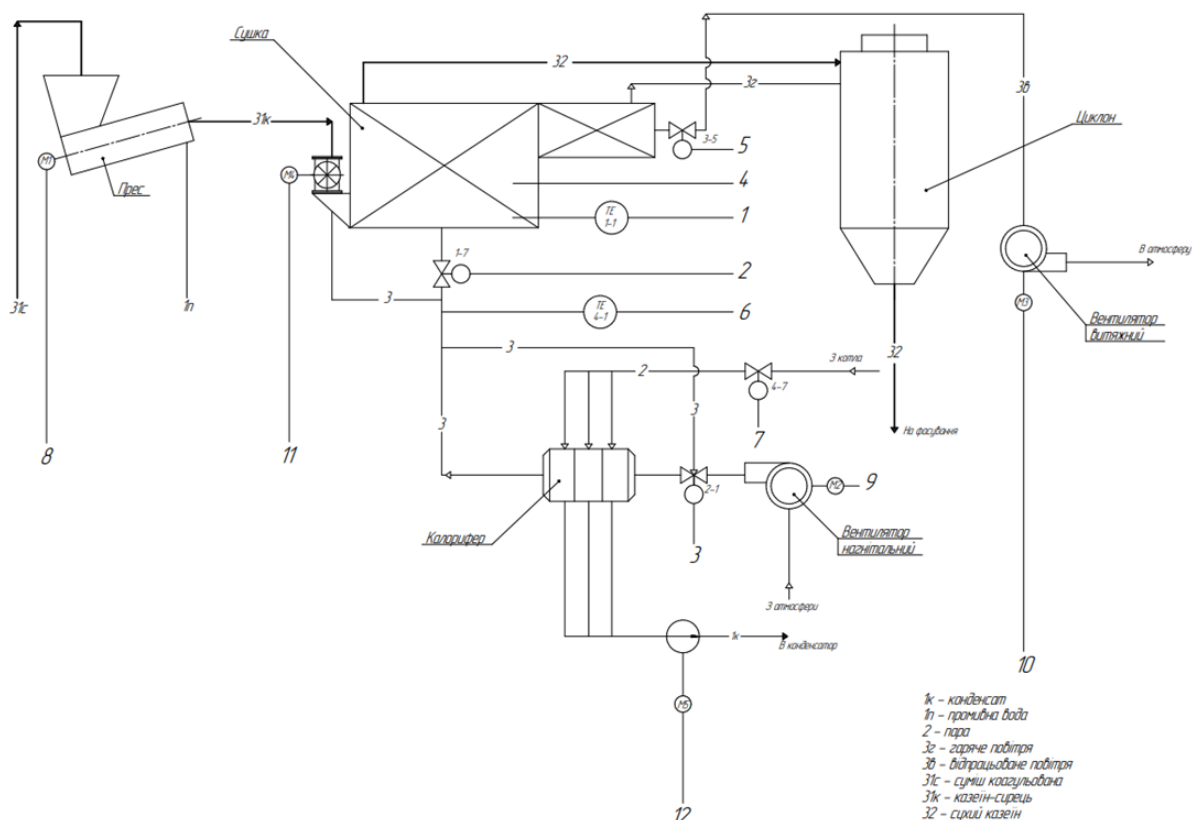


Рис 4.1 Схма автоматизації сушарки

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

6. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ

6.1 Заходи з охорони праці

В умовах науково-технічного прогресу у всіх галузях промислового комплексу, широкого впровадження нових технологічних засобів механізації й автоматизації виробничих процесів, індустріальних технологій виробництва молочної продукції, а також нових форм організації охорони праці, особливого значення набуває проблема охорони праці. Вирішення програмного завдання прискорення соціально-економічного розвитку країни в свою чергу вимагає докорінного поліпшення стану охорони праці в усіх галузях народного господарства.

Охорона праці – це наукова соціально-технічна дисципліна, що вивчає теоретичні і практичні питання безпеки праці, запобігання виробничому травматизму, професійним захворюванням і отруєнням, аваріям (катастрофам), пожежам і вибухам на виробництві.

Людина в процесі праці знаходиться в певному виробничому середовищі, яке впливає на неї сукупністю різноманітних факторів: технологічного, соціального та організаційного характеру. До них належать:

- технічний стан машин та механізмів, які експлуатуються на підприємстві;
- технологія виробництва;
- рівень механізації;
- санітарно-гігієнічні умови;
- культура виробництва;
- дисципліна;
- кваліфікація;

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Люлька Д. М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Разробник документа</i> Зозуля К. Р.	<i>Назва, додаткова назва</i> ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ		221869.KP.24.006 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.			<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/9

Для збереження працівникам здоров'я та працездатності необхідно, щоб небезпечні та шкідливі виробничі фактори були в стані, який би відповідав фізіології людини, її біологічній та соціальній суті. Тому організація виробництва потребує нормування та параметрів виробничих факторів, обмеження їх небезпечних та шкідливих дій.

Держава, надаючи роботу робітникам, службовцям, працівникам підприємств бере на себе зобов'язання про створення для них здорових і безпечних умов праці. Забезпечення цих умов, законом, полягає на адміністрацію підприємства. Тому, основним завданням керівних, інженерно-технічних робітників та спеціалістів, в області охорони праці, є забезпечення суворого дотримання правил та норм безпеки праці.

Необхідною умовою запобігання виробничим травмам і аваріям повинна стати на виробництві розробка спеціальних заходів на основі глибокого аналізу стану охорони праці, що характеризується наявністю на робочих місцях небезпечних виробничих факторів. Це дозволить об'єктивно оцінити можливі негативні наслідки, вжити невідкладних заходів щодо запобігання їм.

В Україні 14 жовтня 1992 році був прийнятий Верховною радою закон.

„Про охорону праці”. Цей закон, а також „Кодекс законів про працю України” є основною законодавчою базою охорони праці.

Знання основ охорони праці, що зазначені в законі, дають можливість знизити виробничий травматизм та професійні захворювання на підприємстві, так як право на здоров'я та безпечні умови праці – невід'ємне право кожної людини.

Згідно з новим положенням про навчання, інструктажі, перевірку знань по охороні праці, з працюючими проводяться такі роботи: для

проведення навчання по охороні праці на підприємстві створюється комісія, яка в кінці навчання приймає іспит. Для провідних спеціалістів підприємства раз у три роки проводиться навчання по охороні праці в вищих учбових закладах;

- за проведення всіх видів інструктажів та за ведення журналів по охороні праці відповідає інженер з охорони праці;

- об'єм навчання з охорони праці складає не менше 20 годин, а при роботі вшкідливих умовах проводиться додаткове навчання, об'ємом 30 годин.

На підприємстві проводяться такі види інструктажів:

1) вступний – проводиться з усіма працівниками, які поступають на роботу, а також з відрядженими, учнями і студентами, що направляються для проходження виробничої практики. Проводиться інженером по охороні праці за програмою, що розроблена службою охорони праці. робиться запис у спеціальному журналі. Вступний інструктаж включає в себе такі питання, як:

- загальні відомості про підприємство;
- загальні правила поведінки працюючих на території, основні положення з охорони праці;
- основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, що характерні для даного виробництва;
- основні вимоги виробничої санітарії;
- порядок розслідування та обліку нещасних випадків;
- пожежна та електрична безпека;
- перша допомога потерпілим;

2) первинний – проводиться з щойно прийнятим працівником безпосередньо на робочому місці перед початком роботи. Проводиться

керівником підрозділу, який безпосередньо знайомить працюючого з його робочим місцем, з небезпечними та шкідливими факторами та роз'яснює його обов'язки;

3) повторний – проводиться на робочому місці з усіма працюючими. Проводиться керівником підрозділу за програмою первинного інструктажу на місцях з підвищеною небезпекою – раз на три місяці, на інших роботах раз у шість місяців. При проведенні повторного інструктажу, як і при проведенні первинного інструктажу, робиться запис у журнал по охороні праці;

4) позаплановий – проводиться з працюючими при введенні в дію нових нормативних актів, при зміні технологічного процесу, при порушенні працівником вимог безпеки по охороні праці, при перерві в роботі 30 днів на роботах з підвищеною небезпекою і 60 днів – на інших роботах;

5) цільовий – проводиться з працівниками при виконанні разових робіт, не пов'язаних з безпосередніми обов'язками (ліквідації аварій, стихійних лих), при проведенні робіт, на які оформляється наряд-допуск, при проведенні масових заходів.

Служба охорони праці на комбінаті виконує наступні задачі:

- забезпечує професійну підготовку та підвищує кваліфікацію робітників з питань охорони праці;
- створює безпечні умови праці;
- вибирає оптимальні умови роботи.

Нова техніка і механізація виробничих процесів дозволяють замінити ручну працю при переробці молока, а автоматизація звільняє людини від безпосередньої участі в процесі виробництві молочних продуктів. Ці заходи призводять до різкого скорочення фізичної навантаження людини, але одночасно не знижує потенційно і небезпеки травматизму. Автоматичні біоніровочні пристрої, захисні пристосування, спрацьовує при будь-яких

порушення режиму роботи забезпечують безаварійну експлуатацію обладнання і практично повну безпеку праці робітника.

Майстер цеху в першу чергу повинен забезпечити безпечну експлуатацію ехнологічного обладнання відповідно до вимог правил охорони раці та промислової санітарії.

Спільними основними заходами щодо безпечної роботи не обходимо вважати наступне:

- у цехах не можна захарашувати проходи і зони обслуговування машині апаратів тарою та іншими сторонніми предметами;
- підлога в цехах повинні бути не ковзаючими і чистими;
- гарячі поверхні апаратів необхідно ізолювати з тим, щоб їх температура неперевищувала 40 - 45 °С;
- кнопкові пристрої і органи управління апаратів повинні мати чіткі позначення.

6. 2. Охорона довкілля

Охорона навколишнього природного довкілля – це система міжнародних, державних, регіональних, політичних, санітарно – гігієнічних і громадських заходів, вкладених у раціональне використання, охорону здоров'я та відтворення природних ресурсів, право на захист природного довкілля від забруднень.

Відповідно до законодавчо – нормативними документами комплекс захисних заходів складається з таких заходів :

- з розробки й використання у промисловості малоотходних і безвідхідних технологічних процесів, машин і обладнання;
- розробка, випуск застосування сірчистого газоочистного і пилу вловлює устаткування захисту повітряного басейна;

- оснащення діючих промислових підприємств ефективними системами очищення стічних вод [14].

Для підприємств молочної промисловості важливим напрямом є захист сировини й харчова продукція від небезпеки забруднення різними хімічними речовинами. Однією з напрямів робіт з захист навколишнього середовища є розробка науково – основних норм допустимих викидів різних речовин, у атмосферу і водойми підприємств.

Оточуюче повітря є найважливішим фактором забезпечення життя людини. І лише відтоді як людина почала використовувати в своїй діяльності шкідливі речовини, з'явилася загроза її життю, так як при небезпечних кількостях отруйних речовин у повітрі організм людини не відповідає на це будь-якою захисною реакцією.

Отруйні речовини на харчовому підприємстві потрапляють у повітря у вигляді пилу, газу або пари і діють дуже негативно на організм людини.

За токсичною дією шкідливі речовини поділяються на:

- нервові гази (спирт, аміак);
- подразнюючі отрути (фосфоген, сірчані гази);
- кров'яні отрути (фосфор);
- ферментні отрути (синильна кислота).

У залежності від ступеня токсичності, фізико-хімічних властивостей, шляхів проникнення в організм, санітарні норми встановлюють

граничнодопустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин в повітрі робочої зони виробничих приміщень, перевищення яких не припустиме.

Існує чотири класи небезпеки шкідливих речовин.

Екологічний паспорт підприємства – це комплексний документ, що містить характеристику взаємин підприємства з навколишнім середовищем. Містить загальні відомості про підприємство, використуваній сировині, опис технологічних схем вироблення основних видів продукції, схем очищення стічних вод і аеровикидів і т. д., а також перелік планованих заходів, спрямованих на зниження навантаження на навколишнє середовище.

В екологічному паспорті підприємства відбиті його економічні, технологічні характеристики, питання використання природних ресурсів і впливу на навколишнє середовище.

Підприємства молочної промисловості споживають велику кількість води, яка в процесі використання забруднюється різними домішками, в тому числі і органічними, що є добрим поживним середовищем для різних видів бактерій. Каналізаційна система Літинського молокозаводу підключена до міської каналізаційної мережі, оснащена жировилловлювачами. Основним джерелом забруднень повітряного басейну на підприємстві є відділення миття обладнання (пари лугів та кислот).

Природокліматична характеристика складається на основі даних Державних кадастрів і щорічників якості атмосферного повітря і поверхневих вод суші, а також базової інформації про відповідну біогеохімічну провінцію.

Коротку характеристику виробництва, відомості про продукцію ілюструють балансовою схемою матеріальних потоків, що дозволяє оцінити потенційні джерела втрат, неповного використання сировини і забруднення навколишнього середовища.

В опис характеру використання земельних ресурсів поряд із землями, відведеними під будинки і споруди, неодмінно включають земельний відвід під сховища відходів, нагромаджувачі стічних вод, а також розмір санітарно-

захисної зони й озелених ділянок.

Характеристика сировини, використовуваних матеріальних і енергетичних ресурсів включає відомості про хімічний склад сировини й енергоресурсів і їхній витраті - річному і на одиницю виробленої продукції, що дозволяє оцінити енерго- і матеріалоємність виробництва.

Характеристика викидів в атмосферу відбиває склад, якісний і кількісний зміст забруднюючих атмосферу речовин, що містяться у викидах підприємства.

Окремо у вигляді довідки з указівкою часу, обсягів і складу наводять дані про залпові викиди в атмосферу забруднюючих речовин.

Цей розділ являє собою базу даних для розрахунку величини збитку від забруднення атмосфери і платежів за нормативні, наднормативні і залпові викиди. Крім того, інформація роздягнута враховується при розробці локальних програм оперативного моніторингу атмосферного повітря.

Характеристика водоспоживання, водовідведення, стану водовідчисних споруд відбиває обсяги, питомі нормативи, склад, якісні і кількісні характеристики змісту забруднюючих речовин у стічних водах підприємства.

Окремо у вигляді довідки з указівкою часу, обсягів і складу наводять дані про залпові й аварійні скидання (зливах) забруднюючих речовин, у тому числі в ґрунт, водяні об'єкти, каналізаційні мережі, на очисні споруди, відстійники, окремі ємності.

На підставі даних цього розділу розраховують величини збитку від забруднення гідросфери і платежів за скидання стічних вод.

Характеристику відходів, перелік полігонів і нагромаджувачів, призначених для поховання (складування), приводять з урахуванням даних

про технологічний процес, у якому утворюються відходи, їх фізико-хімічних параметрів, класі небезпеки, знешкодженні і використанні на підприємстві.

Окремо у вигляді довідки з указівкою часу, обсягу, складу і місця наводяться дані про позапланові й аварійні випадки скидання в ґрунт, у водяні об'єкти, вивозу, поховання (складування) забруднюючих речовин.

Відомості про рекультивацію порушених земель із указівкою цілей рекультивації приводяться в окремому додатку.

Відомості про транспорт, з описом внутрішньозаводського транспорту, приводять з урахуванням характеристики пересувних засобів, середньорічного пробігу, питомих і річних викидів (включаючи СО, оксиди азоту, вуглеводні, пари палива, тетраетилсвинець, поліциклічні вуглеводні, сажу).

Оцінка впливу на навколишнє середовище здійснюється підприємством на підставі діючих нормативно-технічних документів.

Відомості про еколого-економічну діяльність підприємства включають дані про витрати на природоохоронні заходи, їх ефективності і ґрунтуються на діючих методах оцінки.

Дані про платежі підприємства за забруднення навколишнього середовища, порядок визначення і застосування нормативів плати за викиди (скидання) приводять у спеціальному розділі.

Складання екологічного паспорту вимагає проведення інвентаризації джерел впливу на навколишнє середовище на території підприємства. На підставі обліку джерел розробляються заходи контролю і поетапного зниження впливу.

7. МАРКЕТИНГОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

Метою даного розділу є дослідження та аналіз можливості комерційного налагодження удосконаленого виробництва казеїну.

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Виробництво харчового казеїну тавихід на міжнародний ринок	1. В харчовій промисловості в якості добавки як джерело білка	1. Низька собівартість, що знижуєкінцеву ціну
	2. В фармакології в якості добавки для лікування затяжних хвороб	2. Якість, 100% концентрації білка
	3. Для виготовлення сиру моцарела, надаєпродукту еластичності	4. Натуральність

В межах даного підрозділу проводимо аудит технології, за допомогою якої можемо реалізувати ідею проекту (технології створення товару).

Визначаємо технологічну здійсненність ідеї проекту та вносимо отримані дані втаблицю 8.3.

Таблиця 8.3 - Технологічна здійсненність ідеї проекту

Ідея проекту	Технологіїреалізації	Наявністьтехнологій	Доступністьтехнологій
Виробництвота експорт казеїну за кордон	З використанням апарату ВС-300 КПІ	Наявна	Платна
	З використанням апарату ВС-300КПІ	Наявна	Платна
	З використаннямапарату ВС-300М	Наявна	Платна
Обрана технологія виготовлення з використанням апарату ВС-300М, щодоступна до використання.			

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Люлька Д. М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Разробник документа</i> Зозуля К. Р.	<i>Назва, додаткова назва</i> МАРКЕТИНГОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ		221869.KP.24.007 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.			<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

За результатами аналізу таблиці робимо висновок щодо можливості технологічної реалізації проекту. а також технологічного шляху, яким це доцільнозробити.

Отож, сильними сторонами нашого проекту є собівартість, можливість імпорту за кордон, та різноманітність сфер застосування. В той самий час однією з слабких сторін є неможливість збуту продукції через онлайн платформи.

Висновки

На основі отриманих даних встановили, що казеїн-серець характеризуються достатньо сильними адгезійними 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 завантажуються;

- 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.

Запропонована технологічна схема виробництва казеїну дозволяє зменшити втрати сироватки і білка та знизити теплові втрати на 45%.

Використання декантеру для механічного зневоднення казеїну

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Люлька Д. М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зозуля К. Р.	<i>Назва, додаткова назва</i> Висновки	221869.KP.24.000 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

зменшує розмір частинок сироватки і гідравлічний опір повітря, що проходить через шар продукту.

При використанні вібраційної сушарки з псевдозрідженим шаром відсутній тиск для створення напівкиплячого шару, а тиск, що створюється повітродувкою, визначається тільки гідравлічним опором всієї установки.

За темою цієї роботи опубліковано доповіді в збірниках тез на:

- XXVI Міжнародній науково-практичній конференції «Технологія-2023» 26 травня. 2023 р., м. Київ. Східноукр. нац. ун-т ім. В. Даля;

- 89 Міжнародній науковій конференції молодих учених, аспірантів і студентів НУХТ "Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті", 3-7 квітня 2023 р.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Shantanu Agarwal, Роберт LW Beausire, Соня Патель, Хасмух Патель. Инновационное использование концентратов молочных белков в разработке продуктов. Food Science. 2015. С. 23–29.
2. Моделювання процесу сушіння окремої зернини пивної дробини в киплячому шарі продукту / Н. М. Лавріненко, В. О. Сукманов, Г. І. Русланов, О. В. Гура // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – 2006. – № 10 (104). – С. 123–130.
3. Головач В. Ю. Дослідження двостадійного зневоднення казеїну. 2022.
4. Власенко В. В., Машкін М.І., Білун П. П. Технологія виробництва та переробки молока та молочних продуктів. - Вінниця: Гіпніс, 2000. - 306 с.
5. Силинский Ю. С. О производстве казеина //Молочная пром-сть. - 1983. - № 10. - С. 31-35.
6. Арапов В. П., Полянский К. К. Анализ развития техники и технологии сушки казеина //Молочная пром-сть.-1996. -№4. -С. 14-16.
7. 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.
8. Молочна промисловість : наук.-вироб. вид. № 4 (19) / засн. тв вид. : ТОВ НВО Лактол Інженіринг. — К. : Футарі-прінт, 2005. С. 28-31.
- 9 Єресько Г.О. Технологічне обладнання молочних виробництв. | Єресько Г.О., Шинкарик М.М., Ворошук В.Я.-Ц.:ЦНЛ "Інкос", 2007. – 344с.
- 10 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.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Людська Д. М.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Зозуля К. Р.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ		221869.P.04.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Якимчук М.В.</i>			<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

11 Шинкарик М.М. Дослідження адгезійних властивостей білкової дисперсної фази при виробництві сиру кисломолочного / М.М. Шинкарик,

12 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

13 Анурьев В. И. Спраочник в конструктора-машиностроителя: В 3-х томах. – М.: Машиностроение, 1982

14 Сухенко Ю. Г. Технологічні основи машинобудування. Л абораторний практикум: навч. посіб./Ю. Г. Сухенка, Ю. І. Бойко – К.: НУХТ, 2009. – 262 с.

15 Горошкин А. К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник. Изд. 6-е. – М., Машиностроение, 1971

16 Бойко Ю.І., Литвиненко О.А. Технологія машинобудування. Курсове проектування: навч. посіб. – К.: НУХТ, 2018. – 285 с.

17 Мирончук В. Г. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості: Підруч. /Ред. В.Г. Мирончук. – Вінниця: Нова книга, 2007. -463 с

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