

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

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

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

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

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

« ___ » _____ 20__ р.

« ___ » _____ 20__ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

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

освітньо-професійної програми Інжиніринг харчових виробництв
на тему Модернізація сировиготовлювача серії «СВН» з метою інтенсифікації
процесу отримання сирного зерна

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

Лобанов Денис Володимирович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

_____ (підпис)

Керівник Олішевський Валентин Вікторович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

_____ (підпис)

Консультанти _____

(ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

_____ (ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

_____ (ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

Рецензент _____

(ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) незарядженої 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

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад. І.С.Гулого
Кафедра Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування
Освітній ступінь магістр
Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»
(шифр і назва)
Освітня програма «Інжиніринг харчових виробництв»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТОКТП
Микола ЯКИМЧУК

« ___ » _____ 20__ р.

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

Лобанова Дениса Володимировича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Модернізація сировиготовлювача серії «СВН» з метою інтенсифікації процесу отримання сирного зерна

керівник проекту (роботи) Олішевський Валентин Вікторович, проф., д.т.н.

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 20» 11 2023 р. № 940-кс

2. Строк подання здобувачем роботи 01.02.2024р.

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

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

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

Загальний вигляд обладнання – 1 аркуш; Деталі та вузли обладнання – 1 аркуш; Схема автоматизації – 1 аркуш; Технологічна карта збирання вузла – 1 аркуш, Наукова частина – 6 аркушів.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання: 14.09.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	<i>Вступ</i>	18.09.2023 р.	
2	<i>Аналіз сучасного стану об'єкта дослідження, вибір і обґрунтування основного напрямку дослідження</i>	10.10.2023 р.	
3	<i>Розробка нового технічного рішення об'єкту дослідження</i>	24.10.2023 р.	
4	<i>Дослідна частина та узагальнення результатів</i>	15.11.2023 р.	
5	<i>Розрахункова частина</i>	20.12.2023 р.	
6	<i>Принципи автоматизованого управління об'єктом проектування</i>	25.12.2023 р.	
7	<i>Заходи з охорони праці та охорони довкілля</i>	04.01.2024 р.	
8	<i>Маркетингове обґрунтування проекту</i>	06.01.2024 р.	
9	<i>Висновки</i>	08.01.2024 р.	
10	<i>Список використаних джерел</i>	15.01.2024 р.	
11	<i>Додатки</i>	28.01.2024 р.	
12	<i>Графічна частина формату А1 – 10 шт.</i>	30.01.2024 р.	
13	<i>Подача кваліфікаційної роботи на кафедрі</i>	01.02.2024 р.	

Здобувач

_____ (підпис)

Денис ЛОБАНОВ

(ім'я та прізвище)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Валентин ОЛШЕВСЬКИЙ

(ім'я та прізвище)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота на тему «Модернізація сировиготовлювача серії «CVH» з метою інтенсифікації процесу отримання сирного зерна» виконана згідно виданому завданню та поставлених задач.

В основу магістерської роботи поставлено задачу збагачення молочнокислою мікрофлорою сиру, отриманого термокислотним зсіданням білків молока у вертикальних сировиготовлювачах.

В пояснювальній записці представлено: аналіз сучасного стану об'єкта дослідження; дослідна частина та узагальнення результатів; розрахункова частина; заходи з охорони праці та охорони довкілля; маркетингове обґрунтування проекту.

Магістерська робота містить пояснювальну записку, яка викладена на аркушах формату А4. Графічна частина представлена на листах формату А1.

Метою дослідження є інтенсифікація процесу отримання сирного зерна та вплив технологічних факторів на реологічні властивості сиру термокислотного з ферментацією сирної маси.

Об'єктом дослідження є теплообмінні процеси, які протікають у вертикальних сировиготовлювачах при одержанні сиру термокислотного, збагаченого молочнокислою мікрофлорою.

Предметом дослідження є термокислотна сирна маса до та після збагачення молочнокислою мікрофлорою у вертикальних сировиготовлювачах.

Ключові слова: сирне зерно, сировиготовлювач, сир термокислотний.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Олшеський ВВ.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Лобанов ДВ.	<i>Назва, додаткова назва</i> Реферат	221854.КР.19.000 ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук МВ.		<i>Інд. змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2	

REVIEW

Master's thesis on "Intensification of of the process of cleaning the pulp press water for the inclined diffusion unit by by adding aluminium reagents" was performed in accordance with the assignment and objectives. The influence of aluminium reagents, namely: aluminium sulphate, aluminium chloride and nano-aluminium "Alucol", obtained by the method of of volumetric electrosark dispersion on the technological indicators of the press cake water. It was found that the most effective and environmentally safe is nano-aluminium "Alucol", which results in an increase in the purity of of the press water and diffusion juice by 7.3 % and 2.0 %, respectively. The following are proposed a hardware and technological scheme for the purification of press water with preparation for for the use of Alucol nano-aluminium.

The explanatory note contains: an analysis of the current state of the research object; research part and and summary of the results; calculation part; measures for labour protection and environmental protection measures; marketing justification of the project.

The master's thesis contains an explanatory note, which is set out on A4 sheets. The graphic part is presented on A1 sheets.

The purpose of the of the study is to intensify of the pulp press water purification for the process of sucrose extraction from sugar beet using aluminium beet using aluminium reagents.

The aim of the study is to intensify the purification of pulp water for the process of sucrose extraction from sugar beet using aluminium reagents.

The object of research is the process of purification of the press water with the addition of aluminium reagents.

The subject of the study is the effect of purification of the pulp water using aluminium reagents.

Key words: purification effect, cake water, diffusion apparatus, aluminium-containing reagents.

ЗМІСТ

	Сторінки
ВСТУП.....	7
1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ, ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНОГО НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	9
1.1. Огляд літературних джерел, аналіз прогресивних конструкційних рішень.....	9
1.2. Обґрунтування актуальності дослідження, формулювання мети та завдання дослідження.....	22
2. РОЗРОБКА НОВОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	26
2.1. Постановка завдань нового технічного рішення, визначення необхідних технічних параметрів, розробка і опис нового технічного рішення, устрій та принцип його роботи.....	26
3. ДОСЛІДНА ЧАСТИНА ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ	31
3.1. Об'єкт та предмет дослідження.....	31
3.2. Опис експериментальної установки чи імітаційної моделі об'єкту досліджень.....	31
3.3. Методика проведення дослідження.....	32
3.4. Устрій та принцип його роботи модернізованого об'єкту проектування.....	34
4. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА.....	37
4.1. Розрахунок продуктивності модернізованого обладнання.....	37
4.2. Підбір конструкційних матеріалів.....	55
4.3. Розрахунки на міцність елементів конструкції модернізованого обладнання.....	56
4.4. Технологія машинобудування.....	62
4.5. Правила монтажу та технічного сервісу модернізованого обладнання.....	69
5. ПРИНЦИПИ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ОБ'ЄКТОМ ПРОЕКТУВАННЯ.....	74
6. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ.....	81
7. МАРКЕТИНГОВЕ ОБґРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ.....	89
ВИСНОВКИ.....	100
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	102
ДОДАТКИ.....	105

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Олшеський ВВ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Лобанов ДВ. <i>Документ затверджено</i> Якимчук МВ.	<i>Назва, додаткова назва</i> Зміст	221854.КР.19.000 ПЗ			
			<i>Інд.</i> змін	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/1

ВСТУП

Однією із передових галузей переробної промисловості агропромислового комплексу є - молочна промисловість. Висока біологічна цінність молочних продуктів обумовлюється наявністю в них таких речовин як білки, вуглеводи, жири та вітаміни. Підприємства галузі постійно збільшують асортимент виготовляємої продукції, покращують якість, смак і властивості продукту.

Сир - це харчовий продукт, що виробляється з молока шляхом коагуляції білків, обробки отриманого білкового згустку та подальшого дозрівання сирної маси. Смакові та ароматичні речовини, формування консистенції та структури сиру піддаються глибоким фізико-хімічним змінам, при дозріванні сирної маси. За харчовою та енергетичною цінністю сир посідає одне з передових місць. Завдяки своїй легкої засвоюваності та збалансованому вмісту молочного жиру, білка та вітамінів і мінеральних солей. Він є продуктом із високою енергетичною і біологічною цінністю, що містить незамінні амінокислоти і більш прості з'єднання білкового і небілкового азоту, що швидше і легше засвоюються, а ніж білки молока. Крім того, сири містять і комплекс жиру, масова частка котрого сильно коливається - від 5-10% до 60% у сухій речовині, і водорозчинні вітаміни, а також багато різних мікроелементів. Калорійність 1 кг сиру в залежності від вмісту жиру та білка в ньому сягає від 2500 до 4000 ккал.

Одержання сирного зерна з сичужного згустку є головною стадією виробництва сиру. Під час обробки згустку ступінь і швидкість його зневоднення залежить від жирності молока, вмісту в ньому кальцію, температурного режиму, пастеризації, вмісту в ньому кальцію, кислотності молока, розрізу зерна і температури обробки.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Олшеський ВВ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Лобанов ДВ.	<i>Назва, додаткова назва</i>		221854.КР.19.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук МВ.			<i>Інд. змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

При виробництві сирів одним із основних процесів є тепла обробка сирного зерна.

Теплова обробка у сировиготовлювачах обумовлюється процесом конвективного теплообміну в робочій суміші - молочному згустку, сирному зерні і сироватці. Науковий та практичний інтерес представляє дослідження з вдосконалення і розробки технології сирів термокислотних з підвищеною харчовою, біологічною цінністю та з раціональним використанням сироватки, як вторинної молочної сировини. Для розробки технології термокислотних сирів доцільним є збагачення їх молочнокислою мікрофлорою шляхом ферментації, що дає можливість підвищити біологічну цінність продукту та покращити його органолептичні показники і збільшити виробництво сиру. Однак такий технологічний прийом обумовлює певні особливості виробництва нового різновиду продукту та потребує детальних наукових дослідження.

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

Сировиготовлювачі (сироробні ванни) періодичної дії з виробничою потужністю 50 кг продукту за зміну використовуються для вироблення сирного зерна сквашуванням нормалізованої пастеризованої суміші з подальшим обробленням згустку в сироварному цеху.

1.1. Огляд літературних джерел, аналіз прогресивних конструкційних рішень

Сироробні ванни, призначені для нагрівання молока гарячою водою через стінку теплообмінної сорочки, зсідання молока з наступним механічним обробленням згустку (розрізання та перемішування сирного зерна) і розрізання сирного пласта на шматки. Створення пласта безпосередньо у сирній ванні є трудомісткою операцією, тому на підприємствах застосовують так званий переливний спосіб формування. Сирну масу з частиною сироватки видаляють із ванни до формуючого пристрою або у візок, де створюють пласт, який потім відпресовують та розрізають. Таким чином полегшуються умови попереднього пресування та розрізання пласта.

Найбільш досконалі – це ванни з перемішувальними пристроями; перемішувальні пристрої, встановлені на рамі, що рухається; перемішувальний пристрій сам обертається навколо своєї осі. Залежно від об'єму ванни обладнані одним, або двома перемішувальними пристроями.

Оброблення проводять у ваннах (рис. 1.1) за допомогою ножів, лір, механічних перемішувальних пристроїв або у сировиготовлювачах.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Олшевський ВВ.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Лобанов ДВ.	<i>Назва, додаткова назва</i>	221854.КР.19.001 ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук МВ.		<i>Інд. змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/17	

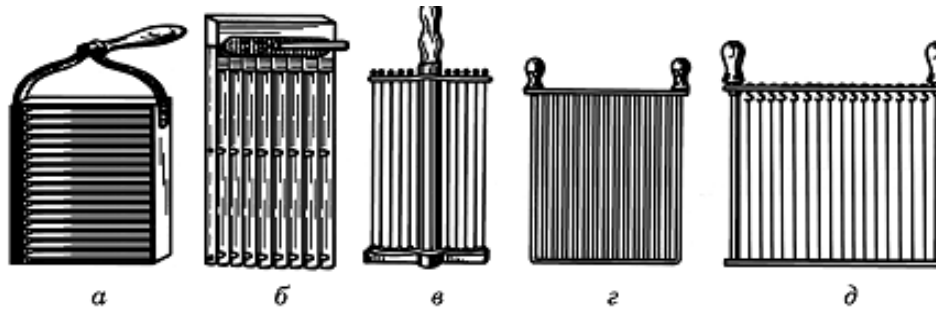


Рис. 1.1. Пристрої для розмішування і розрізування сирного згустку:

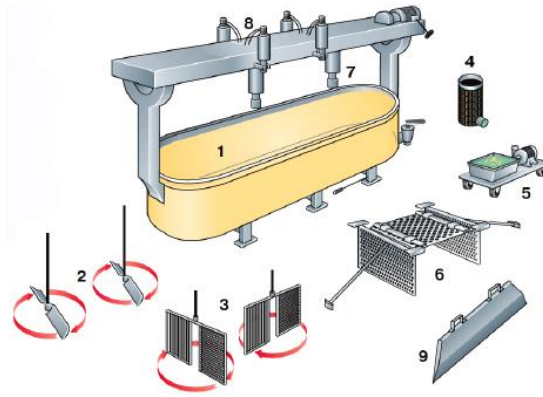
а - горизонтальний ніж; б - вертикальний ніж; в - арфа; г - ліра з товстим дротом; д - ліра з тонким дротом

Здебільшого, ванни складаються з однієї або двох ємностей. Якщо в апараті одна ємність, у ній здійснюється осідання білка, розрізання згустку, оброблення сирного зерна та надання сирній масі форми, самопресування.

Якщо в апараті дві ємності, тоді:

- в першій здійснюється осідання білка, розрізання згустку й оброблення сирного зерна;
- у другій – підпресування сирного зерна та розрізання на блоки.

На рис. 1.2 показано найпростішу відкриту сироробну ванну. Різально-вимишувальний пристрій сироробних ванн може мати різні види конструкцій.



а)



б)

Рис. 1.2. Відкрита сироробна ванна з перемішувальним пристроєм: *а* – загальний вигляд: 1 – сирна ванна з теплозахисною сорочкою, балкою і приводом для робочих органів; 2 – робочий орган для перемішування; 3 – різальний інструмент; 4 – фільтр для сироватки; 5 – насос для викачування сироватки на візку з неглибоким контейнером; 6 – плити попереднього пресування для виготовлення сиру з круглими комірками; 7 – балка для кріплення інструментів; 8 – гідравлічні циліндри для плит попереднього пресування; 9 – сирний ніж; *б* – різально-перемішувальний робочий орган

На рис. 1.3. наведена послідовність технологічних операцій у відкритій сироробній ванні при отриманні згустку.

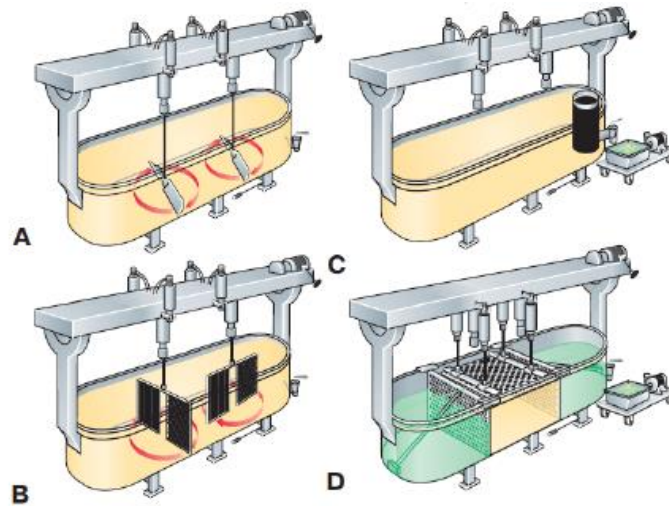


Рис. 1.3. Технологічні операції та розміщення перемішувального пристрою в сироробній ванні: А – перемішування; В – розрізання; С – зливання сироватки; D – пресування

Сироварні ванни Д7-ОСА-1, В2-ОСВ-5 і В2-ОСВ-10 призначені для виготовлення сирного зерна при виробництві м'яких і твердих сирів.

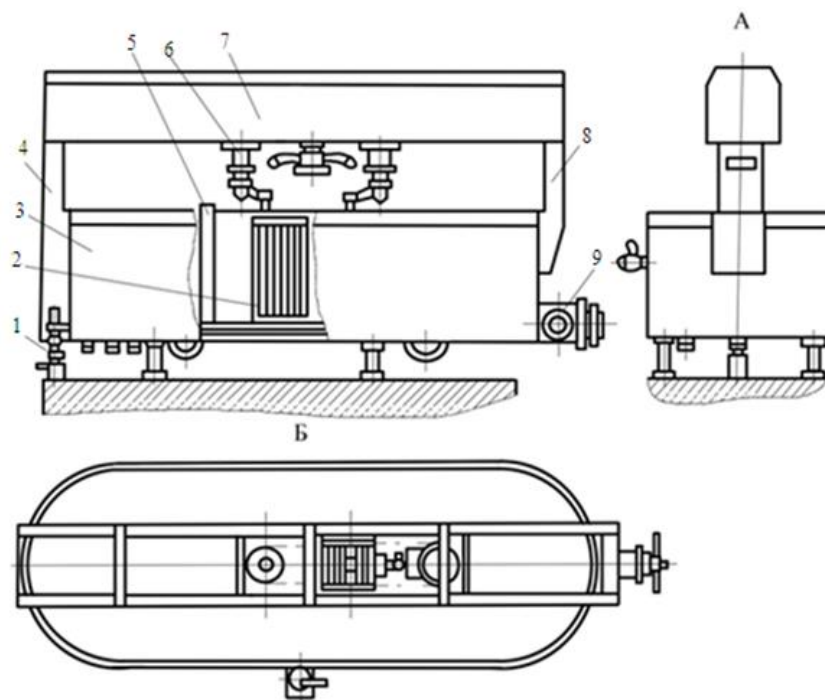


Рис. 1.4. Сироробна ванна Д7-ОСА-1: 1 – домкрат; 2 – перемішувальний пристрій; 3 – корпус; 4, 8 – колона; 7 – мостова конструкція; 9 – запірний клапан

Сироробна ванна Д7-ОСА-1 (рис. 1.4) складається з таких основних складальних одиниць: двостінної ванни 3, запірного клапана 9 для зливання зерна з сироваткою, колон 4 і 8, мостової конструкції 7, ріжучо-вимішувального робочого органу 2 і його привода 6. Сироробна ванна має

домкрат 1 для нахилу ванни і сито для відбору сироватки, а також мірну лінійку 5.

Нахил ванни Д7-ОСА-1 при митті і перекачуванні з неї вмісту здійснюється гідравлічним домкратом 1, встановленим у колоні.

Ріжучо-виміщувальний пристрій це ножова рама з вертикальними поворотними ножами. Привід 6 ріжучо-виміщувального пристрою переміщується всередині моста на напрямних, прикріплених до балок. Весь привід монтується на ножовоподібній платформі, що повністю виключає можливість попадання забруднень із приводу в ванну.

Електрообладнання сироробної ванни Д7-ОСА-1 складається з горизонтально розташованого чотиришвидкісного двигуна, що переміщається уздовж каретки за допомогою рейки і шестерні, безступінчатого варіатора швидкості, черв'ячного редуктора і ланцюгової передачі.

Безступінчатий варіатор швидкості складається з двох шківів і клинового паса. Ведений шків варіатора має постійний діаметр. Ведучий розсувний шків складається з двох конусів, один з яких переміщується уздовж осі двигуна та може мати змінний діаметр. Переміщення конуса, а разом із тим і зміна діаметра ведучого шківа відбувається за рахунок зміни міжосьової відстані клинопасової передачі шляхом переміщення двигуна по напрямних каретки.

Ведучий вал пристрою (вертикальний вал черв'ячного редуктора) обертається від черв'ячного колеса. Другий вал пристрою отримує обертання від привідного через ланцюгову передачу.

Ванна наповнюється молоком зверху і вмикають привід. При безперервному перемішуванні молоко підігрівається до температури згортання.

У підігріте молоко, вноситься бактеріальна закваска, розчин ферменту та інші складові.

При цьому суміш перемішується до однорідної маси. По закінченню перемішування вимикається двигун і відбувається згортання згустку.

Коли згусток досягає бажаної об'ємної маси, його розрізають вмиканням приводу і ріжучо-вимішувального пристрою. Для розрізання згустку ріжучо-вимішувальний пристрій обертається за годинниковою стрілкою, починаючи з найменшого числа обертів пристрою.

Після розрізання згустку і часткового формування сирного зерна відбирають потрібну кількість сироватки. Відбір сироватки проводиться з сироварної ванни Д7-ОСА-1 через патрубок, вварений в бічну стінку ванни, триходовий кран і сито, яке навішано на борт ванни, при зупиненому пристрої.

Після відбору сироватки роблять друге нагрівання при обертанні пристрою і підсушують зерно, після чого припиняють подачу пари, і сирне зерно в суміші з сироваткою при похилому положенні ванни перекачують насосом або самопливом у формувальні пристрої або в апарати відділення сироватки.

Апарат виготовлення сиру OST-CH (рис. 1.5) – це циліндричний горизонтальний резервуар, у нижній частині якого передбачена теплообмінна сорочка 4. На горизонтальному валу, який приводиться в дію за допомогою приводного вузла з перетворювачем частоти 3, встановлені горизонтальні перемішувально-різальні пристрої 1. Для нагрівання молока і згустку передбачена подача пари або гарячої води в теплообмінну сорочку 4.

Кожна секція комбінованого пристрою 1 складається з рами, що має радіальні та горизонтальні ножі й лопатки для різання та перемішування.

При обертанні в один бік, ножі повертаються лезами в напрямку руху та здійснюють розрізання згустку (рис. 1.6). При обертанні в протилежний бік – ножі повертаються тупим боком і здійснюють його перемішування.

Секції 1 з робочими елементами рівномірно розподілені по радіусу і довжині валу, що забезпечує рівномірне навантаження на вал.

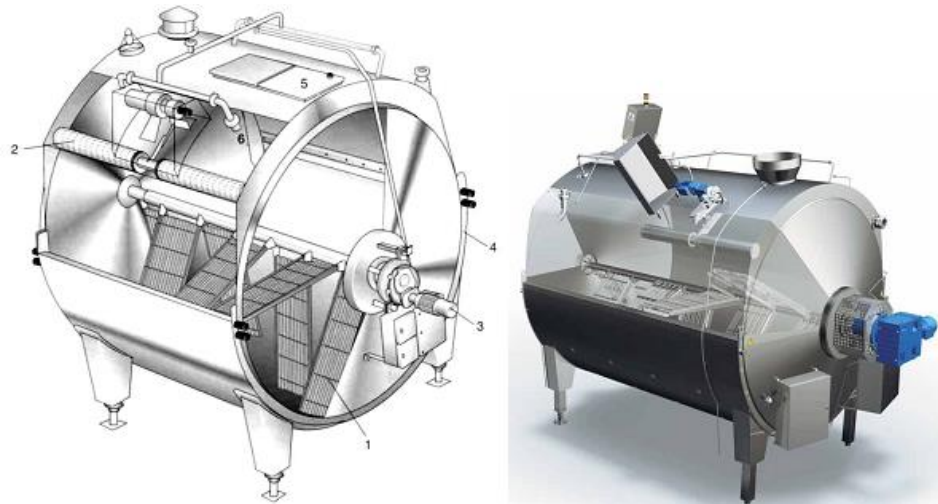


Рис. 1.5. Апарат виготовлення сиру OST-SH: 1 - комбіновані пристрої розрізання і перемішування; 2 - фільтр для дренажу сироватки; 3 - електропривід із регулюванням частоти; 4 - теплообмінна сорочка 5 - оглядовий отвір; 6 - форсунка системи промивання

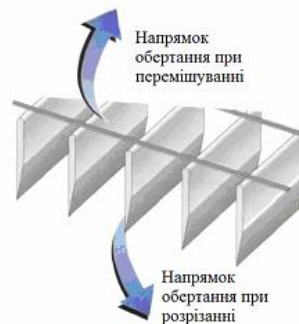


Рис. 1.6. Схема руху комбінованого пристрою при розрізанні та перемішуванні сирного згустку

Також сировиготовлювач може бути оснащений працюючим в автоматичному режимі фільтром 2 для відводу сироватки, форсунками для належного розподілу коагулянту (сичужного ферменту) і форсунками 6, які під'єднуються до системи безрозбірного миття (CIP).

Система відводу сироватки в закритому сировиготовлювачі (див. рис. 1.6) це продовгуватий щілинний трубчатий фільтр 2, який підвішений на тросі з нержавіючої сталі, який з'єднаний із зовнішнім приводом підйомника. Фільтр 2 з'єднаний з відсмоктувальною трубою для сироватки через шарнірне з'єднання і далі через стінку танка - із зовнішнім всмоктувальним патрубком.

Датчик рівня, прикріплений до фільтру, управляє двигуном підйомника, тримаючи фільтр трохи нижче за рівень рідини протягом всього процесу зливання сироватки. Автоматично подається сигнал на початок зливання. Лічильником імпульсів двигуна підйомника контролюється заздалегідь злита певна кількість сироватки. Кінцеві вимикачі верхнього і нижнього рівнів контролюють верхнє та нижнє положення фільтру.

У вертикальному еліптичному сировиготовлювачі DONI® E-Vat фірми «DONIDO» (Болгарія) (рис. 1.7) молоко і закваску подають у ванну, плавно перемішують за допомогою двох ріжучо-перемішувальних пристроїв.

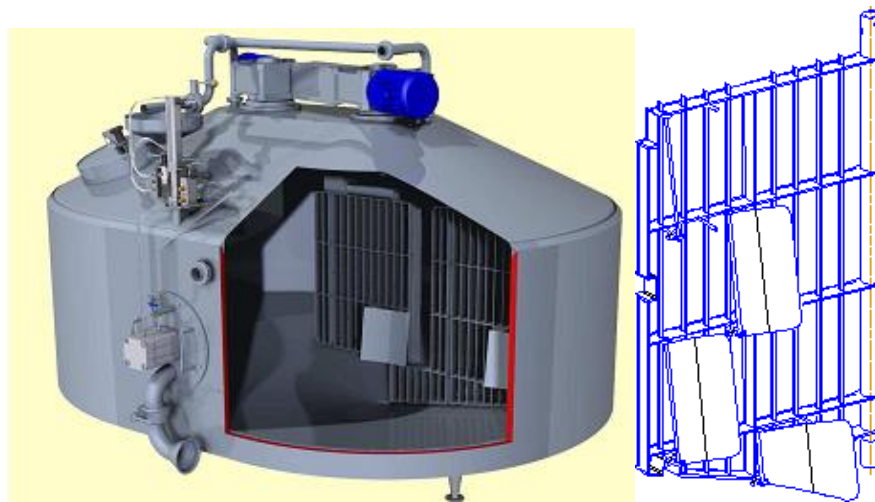


Рис. 1.7. Апарат виготовлення сиру DONI® E-Vat

Після додавання ферменту, молоко витримується до утворення згустку. Далі згусток подрібнюється гострими ножами ріжучої рами зі швидкістю обертання рам від 1 до 14 об/хв. Після отримання бажаного розміру сирного зерна, обертання рам змінюють на зворотнє і починають перемішування тупою стороною ножів та спеціальними лопатками, які прикріплені до рам. У процесі розрізання і перемішування швидкість контролюється частотним перетворювачем. Завдяки цьому уникають втрат і появи сирного пилу. Зайва сироватка відокремлюється за допомогою пневматичної системи, яка дає можливість відбирати її, не зупиняючи ріжучий і перемішувальний пристрій. Гаряча вода для підігрівання молока та сирного згустку подається в двостінний корпус ванни сировиготовлювача. Температура води регулюється

технологічно заданим режимом підігрівання. Процес оброблення сирного зерна контролюється з панелі управління на базі контролера Moeller або Siemens.

DONI® E-Vat має перевагу при розрізанні згустку завдяки збільшеній зоні дії ріжучо-вимішувального пристрою (рис. 1.8). Це виключає застійні ділянки біля валів, де лінійна швидкість прагне до нуля і практично розрізання згустку та перемішування зерна стає неефективним.

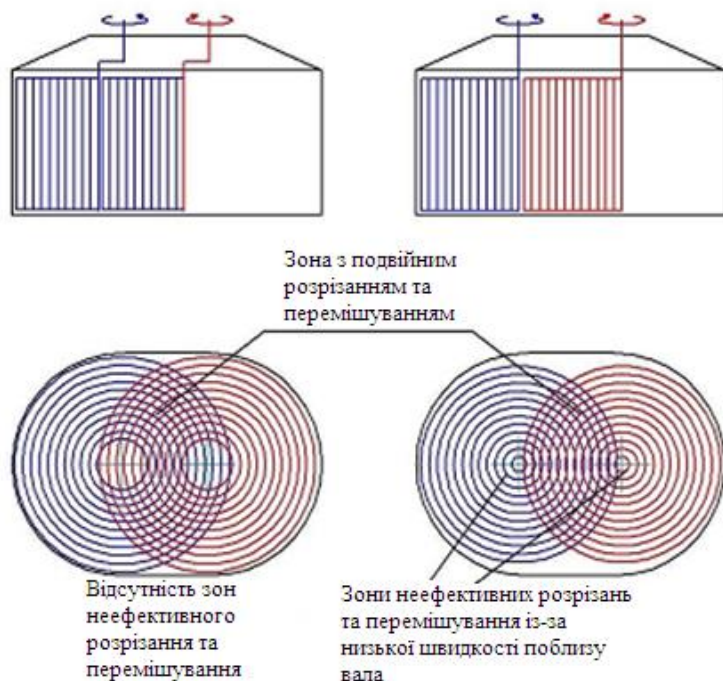


Рис. 1.8. Зони дії ріжучо-вимішувального пристрою

Апарат виготовлення сиру Я5-ОСЖ-10 призначений для виробництва твердих сичужних сирів. До його складу входять: апарат для виробництва сирного зерна, пульт і шафа управління, майданчик для обслуговування і насоси для відкачування сирного зерна і сироватки.

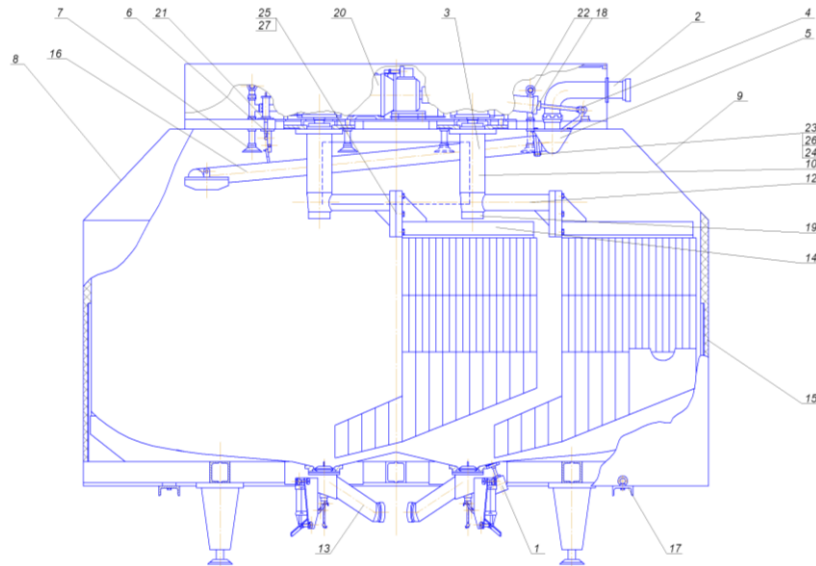


Рис. 1.9. Апарат виготовлення сиру Я5-ОСЖ-10: 1 – цапфа; 2, 16, 18 – трубопровід; 3 – вал водила; 4 – кронштейн; 5 – шарнір; 6 – фіксатор; 7 – мийна головка; 8, 9 – кришка; 10 – вал; 11 – фільтр; 12 – водило; 13 – клапан; 14 – ріжучий пристрій; 15 – теплоізоляція; 17 – рим-балка; 19 – гвинт; 20 – привід; 21 – планка; 22 – кронштейн; 23 – гвинт; 24 – болт; 25 – гвинт; 26 – гайка; 27, 28, 29 – шайба

Апарати для виробництва сирного зерна з від'єднувальною ємністю для розрізання сирного пласта. Апарат складається із внутрішньої та зовнішньої ємностей, у створеній ємностями сорочці змонтовані труби для подачі гарячої та холодної води.

Як і в інших апаратах, перемішувальні пристрої здійснюють зворотно-поступальний рух (на початку процесу швидкість переміщення складає 0,06...0,4 м/с, а перед завершенням процесу – 1,5...2 м/с) упродовж ванни й обертаючий рух (кількість обертів складає 5...30 об/хв.).

У процесі перемішування лопаті перемішувального пристрою повертають приблизно на 15° по відношенню до площини обертання, завдяки чому покращується оброблення зерна.

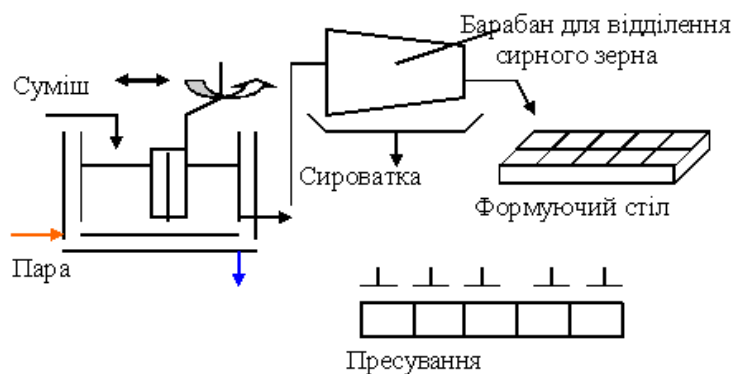


Рис. 1.10. Схема виробництва сирного зерна з виносною ємністю

Іноді замість барабана для відділення сирного зерна використовують вібратори (механічні або електричні), які є сітчасті лотки (діаметр віжечок – 1 мм), довжиною 2 метра.

Ванна обладнана пристроєм для видалення сироватки (рама з натягнутою цупкою тканиною, або дрібною металевою сіткою), який переміщується у вертикальному напрямі. Рама занурюється у сироватку до тих пір, поки не спрацює система замикання струму. В цей час умикається насос. Якщо знижується рівень сироватки то здійснюється подальше опускання рами.

Для вивантаження зерна на подальше перероблення апарат нахиляється до вихідного штуцера за допомогою спеціального пневматичного пристрою.

У деяких випадках в апаратах виробництва сирного зерна здійснюється формування сирної маси, яке відбувається в ємності для попереднього формування. Вона обладнана другим рухомим днищем із перфорованих плит і рухомою задньою стінкою. На передній стінці змонтовано гільйотинний ніж, який переміщується у вертикальній площині. На бортах ємності прикріплені пневматичні циліндри для здійснення підпресування сирного пласта.

Для розрізання пласта використовуються шість вертикальних ножів (відстань між ними складає 243 мм). Пласт розрізають на сім смуг. При опусканні гільйотинного ножа пласт розрізається у поперечному напрямі (утворюється сім блоків).

Апарати для вироблення сирного зерна безперервної дії

Апарати для вироблення сирного зерна безперервної дії бувають двох типів, які сильно відрізняються один від одного.

В апаратах першого типу створення згустку з молока здійснюється у потоці. Це циліндричні апарати з безперервним або пульсуючим потоком молока.

В апаратах другого типу рухається робочий орган (транспортёр), а продукт знаходиться в стані відносного спокою.

До апаратів першого типу можна віднести комплекси «Паракурд» (Франція). Осідання молока здійснюється після попереднього згущення молока до масової долі сухих речовин 36%. Можлива інша концентрація, але ця є оптимальною. Комплекс дає можливість отримувати у потоці згустки на основі не тільки сичужної, але і кислотної коагуляції.

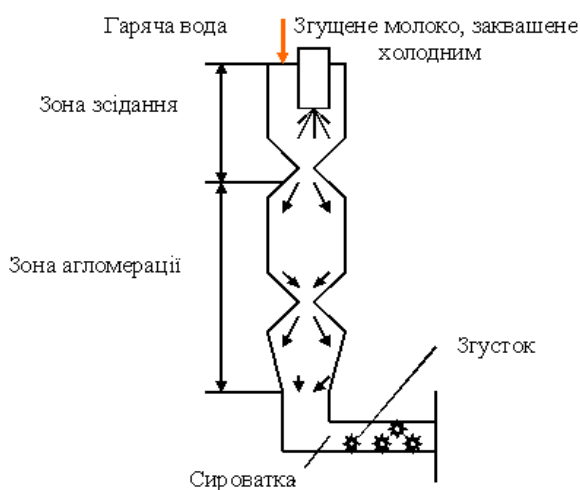


Рис. 1.11. Комплекс «Паракурд»

Основні складові частини комплексу: коагуляційна камера, камера агломерації та сінерезису, попереднє та повне зневоднення згустку.

У коагуляційній камері за допомогою сітчастих перегородок створюється ламінарний потік води. За допомогою форсунки концентроване молоко вприскується в потік гарячої води. Струмені молока, які проходять через потік гарячої води, миттєво нагріваються, внаслідок чого створюється сирне зерно.

Згусток на стадії коагуляції створюється у вигляді мікро зерен. При контакті з водою відбувається дифузія розчинних речовин згустку (залежно від співвідношення кількості води й молока ступінь видалення лактози може бути різною).

Турбулізація потоку після осідання білка в коагуляційній камері прискорює цей процес.

До апаратів другого типу можна віднести комплекс «Alpma», (Болгарія) рис 1.11.

Продуктивність комплексу 10000 л/год. Апарат являє собою стрічковий транспортер, в якому стрічка, рухаючись по напрямних, може змінювати свою форму від плоскої до сфероподібної.

По ходу стрічки транспортера розташовані механізми, які забезпечують виконання технологічних операцій в заданій послідовності. Це механізми дозування ферментів, внесення закваски, вимішування, розрізання, та ін. Молоко, що надходить на стрічку, швидко заспокоюється розділювальними перегородками і далі рухається разом зі стрічкою, перебуваючи в стані спокою. Скисання молока відбувається при повністю стабілізованому стані. Перед подрібненням згустку розділяючі перегородки виймають, згусток розрізають на рівномірні кубики. Електростатичний пристрій призначений для запобігання прилипання згустку до розділювальних перегородок. Готове сирне зерно виводиться транспортерами на пристрої відокремлення сироватки. Після кожного технологічного циклу стрічка і розділювальні перегородки автоматично очищаються.

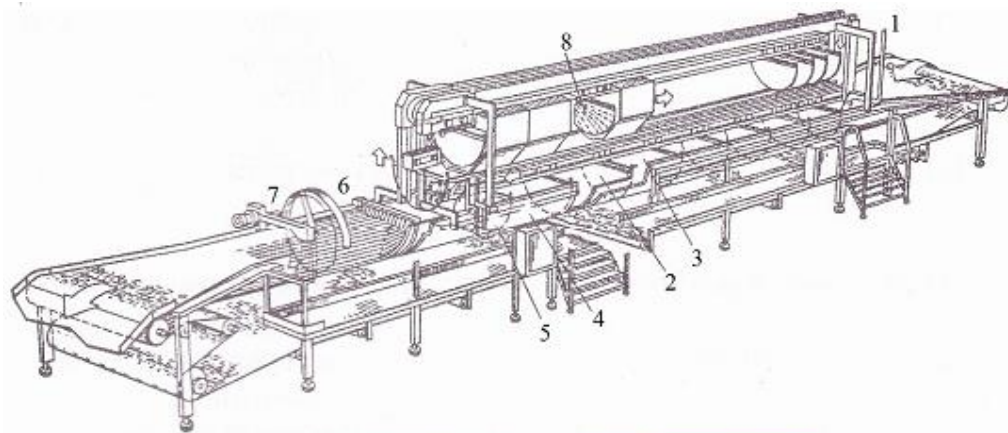


Рис. 1.11. Апарат безпервної дії фірми Алрта для виготовлення сирного зерна: 1 - впускна труба; 2 - зона сквашування; 3 - жолобоподібний стрічковий транспортер; 4 - робоча ємність; 5 - електростатичний відділювач згустку; 6 – пристрій для розрізання пласту (горизонтальний); 7 - пристрій для поперечного розрізання пласту; 8 - пристрій для очищення розділювальних перегородок

1.2. Обґрунтування актуальності дослідження, формулювання мети та завдання дослідження

Метою магістерської роботи є інтенсифікація процесу отримання сирного зерна шляхом модернізації сировиготовлювача серії CVH шляхом термокислотного зсіданням білків молока.

Побудову графіків виконаємо з використанням пакету прикладної програми Microsoft Office Word.

Сир – стародавній традиційний свіжий або кисломолочний продукт з багаторічною історією виробництва. Виробництво сиру виникло в різних країнах Західної Азії близько 8000 років тому. Сир виготовляють шляхом згортання молока, вершків або частково знежиреної пахти з коров'ячого чи

козячого молока або суміші цих продуктів з подальшим відділенням сироватки. Загалом, його готують шляхом додавання в молоко відповідної кількості закваски молочнокислих бактерій (LAB) разом із сичужним ферментом, під час бродіння якого перетворюються білки молока (переважно казеїн), вуглеводи та жири. Далі видаляється сироватка, а продукт, що залишився, дозріває протягом певного часу. LAB не можна додавати для приготування деяких сирів.

Кисломолочні продукти з високою харчовою цінністю вважаються «перлинами в короні молочної промисловості». З покращенням якості життя харчові потреби людей змінювалися як кількісно, так і якісно. Крім того, вміст лактози в сирі низький, і тому його споживання дуже підходить людям з непереносимістю лактози. В даний час майже 130 країн і регіонів виробляють різні сири, а загальне світове виробництво сирів становить близько 2000×10^4 тонн, причому країни Європейського Союзу (наприклад, Нідерланди та Німеччина) є найбільшими експортерами сиру в усьому світі. З точки зору розвитку світової молочної промисловості, сир є дуже важливим молочним продуктом. Зараз виробництво сиру в країнах, що розвиваються, залишається на зародковому етапі, і більшість людей з цих країн не знайомі з сиром. Водночас молокопереробні підприємства стикаються з фінансовими та технологічними обмеженнями. Поки що жоден сир не отримав широкого визнання. Тому вивчення сиру є особливо актуальним. З розвитком молочної промисловості в різних країнах активний розвиток сирної промисловості став центром уваги в останні роки.

Найпершим способом виробництва сиру в світі було перенесення молока у внутрішні органи тварини, а молоко ферментувалося в сир шляхом постійних коливань під час міграції. У різних регіонах сир виготовляють по-різному. Наприклад, для виготовлення сиру чеддер на південному заході Англії сировину стерилізують і охолоджують. Потім для бродіння сиру додають агент бродіння, хлорид кальцію та сичужний фермент. Через 30-40

хв згусток, що утворився, розрізають на шматочки розміром 5 мм, які відстоюють 15 хв і перемішують ще 5-10 хв. Потім згусток перевертають і складають, розламують, солять, формують і пресують. Пресований сир поміщають у ферментаційну камеру для бродіння та дозрівання після заміни тканини. Навпаки, молоко, яке використовується для виготовлення сиру Пармезан, збирається в два окремих етапи, де нічне молоко та свіже молоко (зібране наступного ранку) змішуються в мідному сирному резервуарі. Коли температура досягає 52°C, сир загортають у марлю для нарізання, формування, пресування, а потім замочування в розсолі протягом 3 тижнів. Під час дозрівання випаровується приблизно 5 кг води. З іншого боку, м'які та напівтверді сири, такі як сир фета, замочують у розсолі на короткий період. Для виготовлення казахського сиру процес збору молока подібний до сиру пармезан з невеликими відмінностями: у мішок із козячої шкіри старий йогурт може додаватися або не додаватися як закваска з подальшою ферментацією в йогурт. Далі цей йогурт кип'ятять при помішуванні, щоб випарувалася вода. Сир, що залишився, поміщають у полотняний мішок, який потім підвішують на відкритому повітрі для подальшого видалення вологи та затвердіння у свіжий сир. Потім цей свіжий сир нарізають на дрібні шматочки або роблять у формі пирога і, нарешті, кладуть на бамбукову дошку на 30-90 днів для спонтанного дозрівання.

Прийнятність сиру для кінцевого споживача багато в чому залежить від конкретних сенсорних характеристик, включаючи смак і аромат. Унікальні характеристики та особлива якість сиру залежать від різноманітних сполук і молекул, що входять до його складу, включаючи жирні кислоти, аміни, кетони, вільні амінокислоти, спирти, альдегіди, лактони та сполуки сірки. Тим не менш, присутність цих молекул пов'язана з факторами виробництва сиру, включаючи клімат, регіональні умови, географічне положення, використовувану технологію, пов'язану з сиром мікробіоту та умови дозрівання. Чотири шляхи, а саме гліколіз, утилізація цитрату, протеоліз і

ліполіз, беруть участь у формуванні смаку сиру. Крім бактерій і цвілі в сирі, дослідження показали, що *Geotrichum candidum* має характеристики експресії, пов'язані з метаболізмом вуглеводів, ліпідів і амінокислот, тоді як *Debaryomyces hansenii* бере участь у метаболізмі інших амінокислот. Дріжджі також дезамінують амінокислоти до відповідних кетокислот і NH_3 , підвищуючи рН сиру. Виробництво смакової суміші залежить від ферментів, що розщеплюють молоко, кожного штаму, що ферментує, і від доповнення метаболічних шляхів між штамми; вироблені ароматичні сполуки можуть покращити якість смаку та різноманітність сиру. Таким чином, функціональна різноманітність, яка тісно пов'язана зі складністю мікробіоти сиру, має вирішальне значення для множинності смакових сполук, що утворюються під час дозрівання.

Традиційно ферментовані сири мають складні мікробні спільноти, багатоштамову коферментацію, складні метаболічні механізми та різні смакові профілі. Тому мікроби відіграють ключову роль у формуванні смаку сиру. Поточний огляд має на меті забезпечити всебічний огляд динаміки мікробіоти сиру в різних процесах і технологіях виробництва сиру, а також зрозуміти основні біохімічні шляхи формування смаку сиру, з особливим акцентом на ролі дріжджів у сирі. Крім того, цей огляд забезпечує важливі досягнення в розумінні впливу різних технологій виробництва сиру та різноманітності мікробів на смак і якість сиру.

2. РОЗРОБКА НОВОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

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

Зростаючий рівень життя і попит на харчовий білок зумовили інтенсивний розвиток нової політики та ідеології в галузі переробки білка, які полягають в оптимальному комбінуванні білковмісних харчових компонентів з отриманням високоякісних і дешевих продуктів харчування. Сир – продукт найвибагливіший до якості молока та займає особливе місце серед молочних продуктів. Використовувані при виробництві сиру технологічні прийоми дозволяють концентрувати цінні білкову та жирову фракції молока, переводячи при цьому більш доступну для засвоєння людським організмом форму. Все частіше сировари скаржаться на зниження сиропридатності молока у зимово-весняний період. Як альтернативний варіант пропонується в цей період виробляти сирні продукти, які при дотриманні всіх вимог, нітрохи не поступаються класичному асортименту за органолептичними показниками, а за показниками біологічної цінності, значно його перевищують.

В даний час ферментація перетворилася на один з ефективних засобів для отримання найбільш бажаних функціональних та поживних властивостей харчових білків. Знаючи специфічність дії ферменту, можна контролювати ступінь гідролізу, а також характер одержуваних пептидів, тобто їхню середню молекулярну масу, характер амінокислот за розташуванням карбоксильних або амінних груп і т.п. Контроль ступеня гідролізу особливо важливий при роботі з рослинним білком, у зв'язку з тим занадто інтенсивний протеоліз може призвести до утворення гіркого присмаку білка.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Олівецький ВВ.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Лобанов ДВ.	<i>Назва, додаткова назва</i>		221854.КР.19.002 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук МВ.			<i>Інд змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/5

В результаті проведених досліджень отримано, що рівень ферментативного гідролізу можна значно варіювати. Вона нижче у білків рослинного походження, особливо в першу годину протеолізу. Однак надалі ці відмінності між білками тваринного та рослинного походження поступово згладжуються; проте казеїн гідролізується до 64 % за 48 годин, а білки сочевиці до 60 % за 72 години під дією протеаз.

Молочні сироваткові білки вважаються найбільш повноцінними у природі харчовими білками. Для прискорення обміну речовин та збільшення засвоєння білкових компонентів в організмі необхідно, щоб білки надходили у вигляді коротко-ланцюжних пептидів та амінокислот.

Одним із перспективних способів їх отримання є ферментативний гідроліз, в результаті якого утворюються білкові гідролізати – продукти, що мають високу біологічну цінність, за рахунок збалансованого вмісту вільних амінокислот і пептидів. Крім цього, завдяки своїм цінним функціональним і технологічним властивостям гідролізати сироваткових білків, можуть бути використані як готовий продукт, так і як амінокислотний збагачувач у технологіях харчових продуктів.

Як відомо, важлива роль раціональному харчуванню належить тваринним білкам. За перетравністю та збалансованістю амінокислотного складу білки молока відносяться до найбільш біологічно цінних, їх засвоюваність становить від 96 до 98 %. Білки, що входять до складу молока, різноманітні за будовою, фізико-хімічними властивостями та біологічними функціями.

Після осадження казеїну із знежиреного молока кислотою у сироватці залишається від 0,5 до 0,8 % білків (від 15 до 22 % усіх білків), які називають сироватковими. Головними з них є лактоглобулін, α -лактальбумін, альбумін сироватки крові, імуноглобуліни та компоненти протеозо-пептонної фракції (Таблиця 2.1). Наукові дослідження останніх 10 – 15 років висунули на

перший план сприятливий вплив білків сироватки на організм людини, тим самим дозволяючи їх віднести до фізіологічно функціональних харчових інгредієнтів.

Таблиця 2.1.- Характеристика білків молока

Фракція білку	% від загальної кількості білків	Діапазон коливання молекулярної ваги	Середнє значення молекулярної ваги	Ізо-електрична точка
Загальна кількість сироваткових білків, у т.ч.	17-21	-	-	-
в-Лактоглобулін (в-Лг)	9-10	18205-19007	18300	5,14-5,49
а-Лактальбумін (а-Ла)	2-4	14147-14175	14000/14200	4,2-4,8
Альбумін сироватки крові (СА)	0,7-1,3	66267-69000	66300	4,71-5,13
Імуноглобуліни	1,9-3,3	153000-901000	163000	5,5-8,3
Імуноглобулін G1 (?8 01)	0,9-1,7	153000-163000	155000	5,5-6,8
Імуноглобулін 02 (?8 02)	0,2-0,7	146000-154000	150000	7,5-8,3
Імуноглобулін А (?8 А)	0,2-0,7	385000-417000	400000	5,5-6,8
Імуноглобулін М (^ М)	0,1-0,7	960000-1000000	1000000	5,5-6,8
Протеозо-пептони	2-4	4100-40800	-	3,3-3,7
інші	< 2,5	-	-	-

Формування реологічних показників сиру термокислотного, збагаченого молочнокислою мікрофлорою.

Структура сиру залежить від способу його виробництва і починається з оброблення згустку, а завершується в процесі визрівання. Зміна технологічних параметрів і процесів впливає на показники готового продукту. Реологічні властивості характеризують поведінку сирної маси в

умовах напруженого стану і дозволяють зв'язати між собою напруження, деформацію та швидкість деформації під час прикладення зусилля. Деформація в розумінні реології є відносним зміщенням частинок матеріального тіла без порушення його цілісності. При деформації виникають внутрішні сили взаємодії між частинками тіла, інтенсивність, яких вимірюється напруженням. Для описування поведінки сирної маси під час деформації застосовують криві течії (реограми), які зв'язують між собою напруження зсуву та швидкість деформації. Характер реограм дає цінну інформацію по структурі, яку використовують для оцінки якості харчових продуктів. Суттєві відхилення від прийнятих норм можуть вплинути на проведення окремих технологічних процесів, і на якість готового продукту. Граничне напруження зсуву (ГНЗ) є одним з важливих характеристик, що об'єктивно оцінює структуру готового продукту. Для оцінювання впливу технологічних факторів на реологічні властивості сиру термокислотного з ферментацією сирної маси були проведені дослідження впливу температури середовища ферментації, тривалості процесу ферментації і титрованої кислотності середовища ферментації на формування його структури . Результати реологічних досліджень показані на рис.2.1 - 2.3.

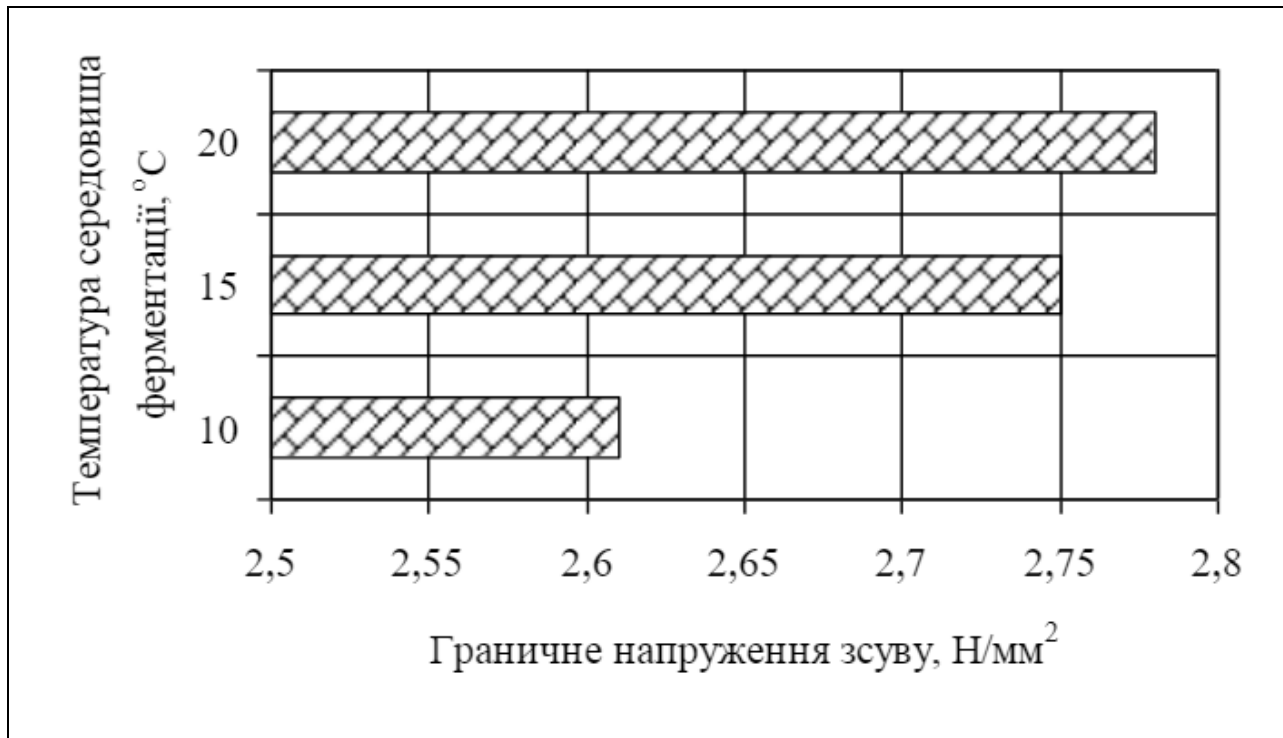


Рис.2.1. Залежність граничного напруження зсуву від температури середовища ферментації

Обґрунтовуючи проведені дослідження впливу технологічних факторів на реологічні властивості сиру термокислотного з ферментацією сирної маси були виявлені основні закономірності їх впливу на консистенцію готового продукту. Аналізуючи отримані реограми можна зробити висновок, що зміна температури середовища ферментації від 10 до 20 °C збільшує величину граничного напруження зсуву від 2,7 до 2,78 Н/мм² (рис.2.1). Слід зауважити, що обрані температурні режими слабо впливають на консистенцію сирної маси під час процесу ферментації, однак спостерігається гідратація білка та наявність дифузійних процесів, що має позитивний вплив. Кращий результат отриманий за температури середовища ферментації 15 °C, за якої продукт характеризується ніжною та пластичною консистенцією.

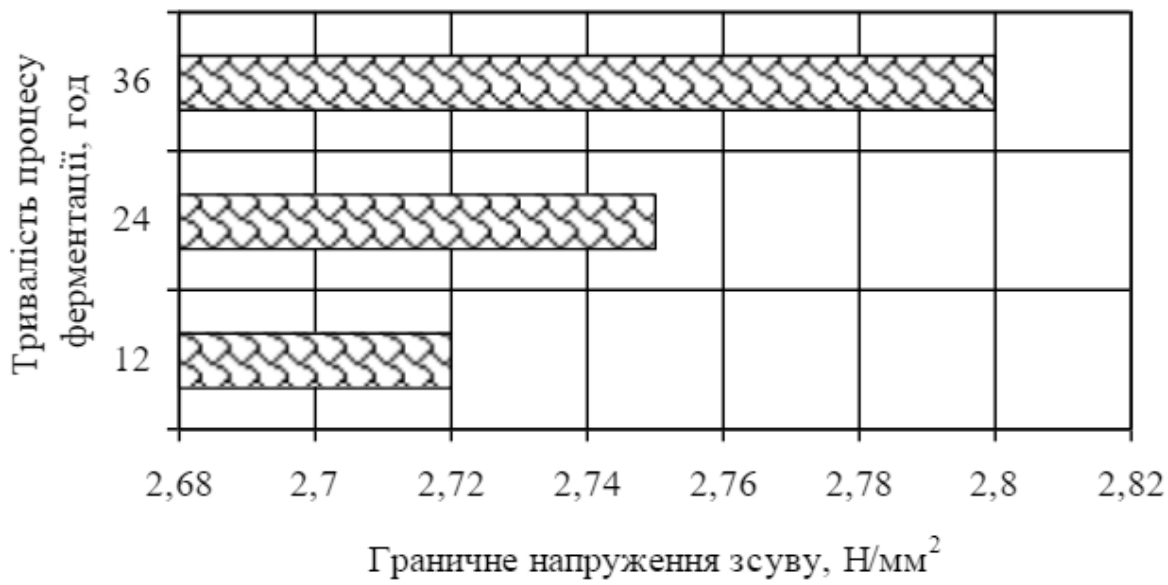


Рис.2.2. Залежність граничного напруження зсуву від тривалості процесу ферментації

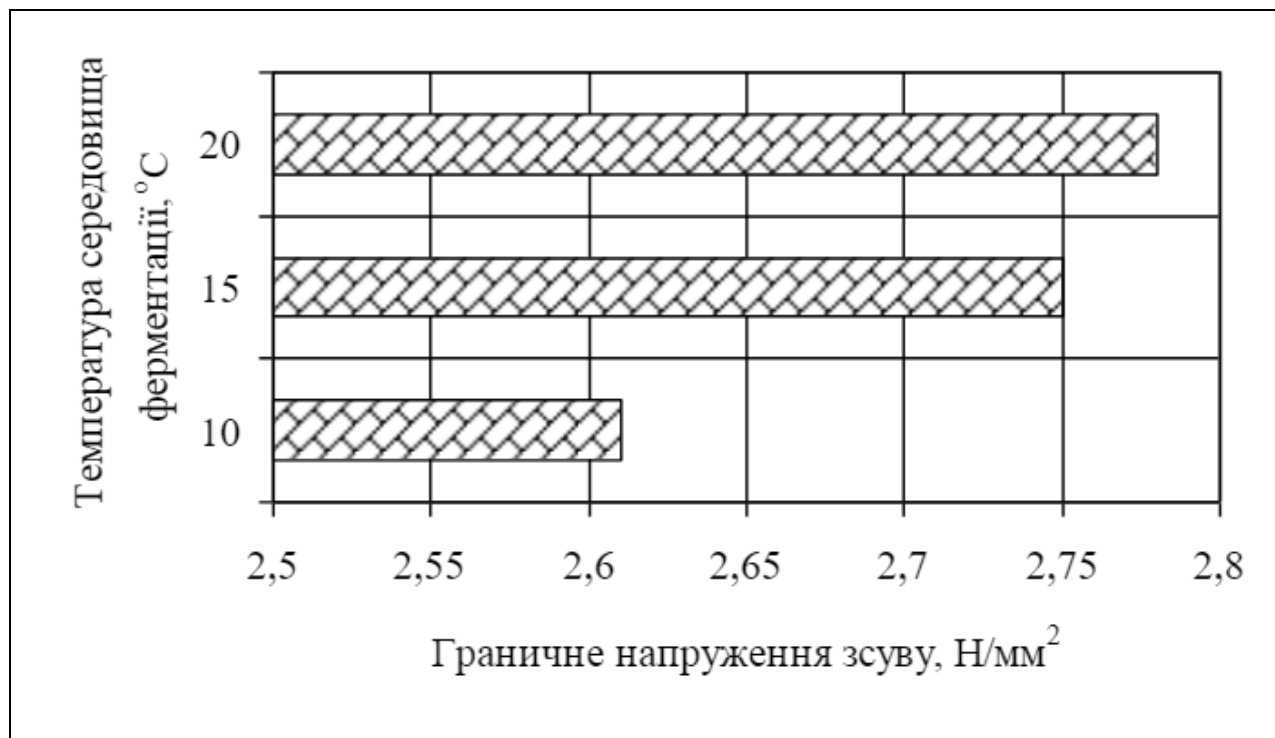


Рис.2.3. Залежність граничного напруження зсуву від титрованої кислотності середовища ферментації

На рис. 2.2 показано залежність граничного напруження зсуву від тривалості процесу ферментації. Встановлено, що продовження тривалості процесу ферментації пропорційно збільшує граничне напруження зсуву сирної маси. Це пояснюється рівномірністю дифузійних процесів, що веде до підвищення масової частки вологи у продукті. Краща консистенція була притаманна для зразків сиру, які витримували в середовищі ферментації 24 год і становила 2,75 Н/мм².

Зміна граничної напруги зсуву від титрованої кислотності середовища ферментації мала найбільший вплив на формування консистенції сирної маси під час процесу ферментації (рис. 2.3). Мінімальне значення граничної

напруги зсуву було виявлено за титрованої кислотності середовища ферментації 90 °Т, що становило 1,97 Н/мм² (3,54 Н/мм² за – 150 °Т).

З підвищенням титрованої кислотності середовища процес ферментації проходять повільніше дифузійні процеси, внаслідок чого знижується масова частка вологи у сирній масі, яка стає крихкою. За зниження титрованої кислотності середовища ферментації навпаки спостерігали інтенсивність дифузійних процесів, що призводило до отримання сирної маси з мазкою консистенцією. Отже, опрацювання результатів проведених досліджень і порівняння їх з отриманими реограмами дало змогу визначити залежність між консистенцією сирної маси під час процесу ферментації і величиною граничного напруження зсуву (табл.2.2).

Таблиця 2.2 – Залежність консистенції готового продукту від величини граничного напруження зсуву

Величина граничної напруження зсуву, Н/мм ²	Характеристика консистенції
менше 2,3	м'яка, мазка
2,4 - 2,9	ніжна, пластична
3,0 - 3,5	в міру щільна більше
3,6	щільна, крихка

За результатами досліджень було визначено найбільш раціональні технологічні параметри процесу ферментації для сирної маси збагаченої молочнокислою мікрофлорою - температура середовища ферментації – 15 і

20 °С; - тривалість процесу ферментації – не менше 24 год; - титрована кислотність середовища ферментації – не нижче 120 °Т.

В цій роботі розглядається сировиготовлювач «CVN» серії. Це закритий тип сировиготовлювача, призначений для виробництва сирного зерна при виробництві твердих і м'яких сирів.

Рис.2.1. Сировиготовлювач CVN



Сировиготовлювач складається з наступних основних частин:

- Емність для молока. Емність виготовляється з харчової нержавіючої сталі і має об'єм 10000 л.

- Система нагріву. Система нагріву забезпечує нагрівання молока до температури пастеризації.

- Ріжуче-вимішувальний механізм. Ріжуче-вимішувальний механізм призначений для розрізання сирного згустку і його вимішування.

Система вивантаження сирного зерна. Система вивантаження забезпечує вивантаження сирного зерна з ємності для молока.

Заходи щодо підвищення ефективності

Для підвищення ефективності сировиготовлювача серії "CVN" необхідно реалізувати наступні заходи:

- ✓ Збільшити частоту обертання ріжуче-вимішувального механізму до 3,0 об/хв. Це дозволить підвищити ефективність розрізання сирного згустку і його вимішування.

- ✓ Автоматизувати процес приготування сирного зерна на 100%. Це дозволить підвищити точність і послідовність процесу.

Реалізація цих заходів дозволить зменшити тривалість циклу виробництва сирного зерна на 10-15%, що призведе до підвищення продуктивності сировиготовлювача.

На основі аналізу поточного стану сировиготовлювача серії "CVH" можна сформулювати наступні цілі модернізації:

Підвищення продуктивності. Тривалість циклу виробництва сирного зерна в сировиготовлювачі серії "CVH" становить 4,09 годин, що є досить високим показником. Підвищення продуктивності сировиготовлювача дозволить підприємству збільшити обсяги виробництва сиру, а також підвищити рентабельність виробництва.

Зменшення витрат енергії. Потужність сировиготовлювача становить 3,0 кВт. Зменшення витрат енергії дозволить підприємству заощадити кошти на електроенергії.

Поліпшення якості сирного зерна. Автоматизація процесу приготування сирного зерна дозволить підвищити точність і послідовність процесу, що призведе до поліпшення якості сирного зерна.

Вибір конкретної мети модернізації

Оптимальний вибір мети модернізації повинен здійснюватися з урахуванням конкретних потреб та умов експлуатації обладнання.

У випадку з сировиготовлювачем серії "CVH", найбільш актуальною метою модернізації є підвищення продуктивності. Це пов'язано з тим, що тривалість циклу виробництва сирного зерна в даному випадку є досить високою.

1. Підвищення продуктивності сировиготовлювача дозволить підприємству збільшити обсяги виробництва сиру, а також підвищити рентабельність виробництва. Для досягнення цієї мети необхідно реалізувати наступні заходи:

2. Збільшити частоту обертання ріжуче-вимішувального механізму до 3,0 об/хв. Це дозволить підвищити ефективність розрізання сирного згустку і його вимішування.

Автоматизувати процес приготування сирного зерна на 100%. Це дозволить підвищити точність і послідовність процесу.

Реалізація цих заходів дозволить зменшити тривалість циклу виробництва сирного зерна на 10-15%, що призведе до підвищення продуктивності сировиготовлювача на 20-25%.

3. ДОСЛІДНА ЧАСТИНА ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

3.1. Об'єкт та предмет дослідження

Об'єкт дослідження: сировиготовлювач серії «CVH»

Сучасний сировиготовлювач – це обладнання, за допомогою якого можна організувати ефективний виробничий процес. Його основним завданням є коагуляція молока, обробка згустку, зерна. Він може використовуватися для виробництва твердих і напівтвердих видів сиру, серед яких такі популярні сорти, як едам, гауда, чеддер та ін обладнання володіє продуманою конструкцією, що позначається на ефективності експлуатації. Ємність заповнюється молоком, де відбувається перемішування з заквасками, сичужним ферментом. Після цього відбувається процес коагуляція, згусток розрізається, суміш сироватки і сирного зерна змішується.

Предмет дослідження: підвищення ефективності та усунення обмежень поточної конструкції сировиготовлювача «CVH»

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

Сировиготовлювач «CVH» серії є ефективним обладнанням для виробництва сирного зерна. Він відповідає сучасним вимогам щодо якості та безпеки продукції.

Оцінка ефективності та обмеження поточної конструкції сировиготовлювача серії "CVH".

Ефективність. Сировиготовлювач серії "CVH" є ефективним обладнанням для виробництва сирного зерна при виробництві твердих і м'яких сирів. Він відповідає сучасним вимогам щодо якості та безпеки продукції.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Олшевський ВВ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Лобанов ДВ	<i>Назва, додаткова назва</i>	221854.КР.19.003 ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук МВ		<i>Інд змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/6	

Обмеження. Основним обмеженням поточної конструкції сировиготовлювача серії "CVH" є тривалість циклу виробництва сирного зерна. Тривалість циклу становить 4,09 годин, що є досить високим показником.

Причини обмеження. Тривалість циклу виробництва сирного зерна в сировиготовлювачі серії "CVH" обумовлена кількома факторами:

Невисока частота обертання ріжучевиміщувального механізму. Частота обертання ріжуче-виміщувального механізму становить 2,20 об/хв. Це недостатньо для ефективного розрізання сирного згустку і його виміщування.

Невисока автоматизація процесу приготування сирного зерна. Автоматизація процесу приготування сирного зерна в сировиготовлювачі серії "CVH" становить 80%. Це означає, що деякі операції, такі як дозування сировини та нагрівання молока, виконуються вручну. Це може призводити до зниження точності і послідовності процесу.

3.3. Методика проведення дослідження

При здійсненні дослідження та вирішення питання модернізації, було використано розрахунок наступних величин:

Коефіцієнт заповнення (Кз) – це відношення робочої ємності обладнання до його геометричної вмістимості. Використовується для визначення ефективності використання обладнання.

Час одного циклу (Тц) – це час, необхідний для виконання одного повного циклу виробництва на обладнанні. Визначається як тривалість циклу виробництва, поділена на коефіцієнт заповнення.

Ефективна потужність (Неф) – це потужність обладнання, помножена на коефіцієнт автоматизації. Використовується для визначення реальної продуктивності обладнання з урахуванням ступеня автоматизації процесу.

Маса сирного зерна ($M_{сз}$) – це маса сировини, помножена на коефіцієнт заповнення. Використовується для визначення маси сирного зерна, яку можна отримати з заданої кількості сировини з урахуванням ефективного використання обладнання.

Використовуючи геометричну вмістимість і робочу ємність, можемо розрахувати коефіцієнт заповнення:

$$K_z = C / G_v \times 100\%,$$

де: K_z - коефіцієнт заповнення,

C - робоча ємність,

G_v - геометрична вмістимість.

$$K_z = 10000 / 11000 \times 100\% = 90,91\%.$$

Розрахунок часу одного циклу виробництва сирного зерна.

$$T_{ц} = T / K_z$$

$$T_{ц} = 4.09 / 90,91 = 4,49 \text{ год}$$

Розрахунок необхідної ефективної потужності, використовуючи формулу:

$$N_{еф} = N \cdot K_z$$

$$N_{еф} = 3.0 \cdot 80 = 2,4 \text{ кВт}$$

Розрахунок необхідної маси сирного зерна

$$M_{сз} = M_c \cdot K_z$$

$$M_{сз} = 1150 \cdot 90,91 = 1049,65 \text{ кг}$$

Таким чином, після модернізації сировиготовлювача серії "CVH", ми отримаємо наступні результати:

- Коефіцієнт заповнення: 90,91%;
- Час одного циклу виробництва сирного зерна: 4,49 год;
- Ефективна потужність: 2,4 кВт;
- Маса сирного зерна: 1049,65 кг.

3.4. Устрій та принципи його роботи модернізованого об'єкту проектування

На основі виявлених недоліків можна сформулювати наступні рекомендації з модернізації сировиготовлювача серії CVN:

1. Повна автоматизація сировиготовлювача. Це дозволить виключити вплив людського фактора на процес виробництва сирного зерна і підвищити його якість.
2. Збільшення частоти обертання ріжуче-вимішувального механізму до 3,0 об/хв. Це дозволить підвищити ефективність розрізання сирного згустку і його вимішування, що призведе до зменшення тривалості циклу виробництва сирного зерна.

Пропозиції щодо реалізації модернізації. Для реалізації модернізації сировиготовлювача серії CVN необхідно виконати наступні роботи:

- a) Повністю автоматизувати процес дозування сировини, нагрівання сировини, контролю та регулювання процесу приготування сирного зерна.
- b) Замінити ріжуче-вимішувальний механізм на високошвидкісний.

Очікувані результати модернізації. Реалізація запропонованих рекомендацій дозволить досягти наступних результатів:

- ✓ Підвищення продуктивності сировиготовлювача на 21,2%.
- ✓ Зменшення витрат на електроенергію на 10-15%.
- ✓ Підвищення якості сирного зерна.

Собівартість модернізації. Вартість обладнання:

- Автоматизована система дозування сировини. Ціна обладнання: 150 тис. Грн. Кількість обладнання: 1 шт. Загальна вартість: 150 тис. Грн.;

- Автоматизована система нагрівання сировини. Ціна обладнання: 100 тис. Грн. Кількість обладнання: 1 шт. Загальна вартість: 100 тис. Грн;
- Автоматизована система контролю та регулювання процесу приготування сирного зерна. Ціна обладнання: 50 тис. Грн. Кількість обладнання: 1 шт. Загальна вартість: 50 тис. Грн.;
- Високошвидкісний ріжуче-вимишувальний механізм. Ціна обладнання: 50 тис. Грн. Кількість обладнання: 1 шт. Загальна вартість: 50 тис. Грн. Разом: 350 тис. Грн.;

Вартість робіт:

- Демонтаж та монтаж обладнання. Ціна робіт: 50 тис. Грн/год. Час виконання робіт: 100 год. Загальна вартість: 50 тис. Грн;
- Налаштування та пусконаладжувальні роботи. Ціна робіт: 50 тис. Грн/год. Час виконання робіт: 50 год. Загальна вартість: 25 тис. Грн. Разом: 75 тис. Грн.

Всього: 425 тис. Грн.

Уточнення:

1. Вартість обладнання була розрахована на основі цін на обладнання, представлених на ринку в Україні.
2. Вартість робіт була розрахована на основі середньої вартості таких робіт в Україні.
3. Час виконання робіт був розрахований на основі середньої складності робіт.

Рекомендації:

- Для зниження вартості модернізації можна розглянути наступні варіанти:
- Використовувати обладнання вітчизняного виробництва.
- Самостійно виконувати демонтаж та монтаж обладнання.

- Зменшити обсяг робіт з налаштування та пусконалагоджувальних робіт

4. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

4.1. Розрахунок продуктивності модернізованого обладнання

Продуктовий розрахунок:

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

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

Масова частка жиру нормалізованого молока визначається по формулі:

$$Ж_{н.м} = \frac{K \cdot Ж_{с.р.} \cdot B_m}{100}, \quad (4.1.1)$$

де K – коефіцієнт перерахунку встановлений дослідним шляхом, для сиру «Російський» K= 2,13

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

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

Ж_{с.р.}=51%

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

Приймаємо Ж_{н.м}=3,3 %.

Масу нормалізованого молока визначаємо по формулі:

$$M_{н.м} = \frac{M_m \cdot (Ж_{врш} - Ж_m)}{Ж_{врш} - Ж_{н.м}}; \quad (4.1.2)$$

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Олшеський ВВ	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Лобанов ДВ.	Назва, додаткова назва		221854.КР.19.004 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук МВ.		Інд змін	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/37	

де M_m – маса молока, яке використовується для сиру, т;

$J_{\text{верш}}$ – масова частка жиру в вершках $J_{\text{верш}} = 39\%$;

$J_{\text{ма}}$ – масова частка жиру прийнятого молока, $J_m = 3,77\%$;

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

$$M_{\text{н.м}} = \frac{4000(39 - 3,77)}{39 - 3,3} = 40213,8 \text{ кг}$$

Маса зрілого зерна визначається по формулі:

$$M_{\text{з.з}} = \frac{M_{\text{н.м}} (J_{\text{н.м}} - J_{\text{сир}})}{(J_{\text{з.з}} - J_{\text{сир}})} \cdot \frac{100 - \Pi}{100}, \quad (4.1.3)$$

де $J_{\text{сир}}$ – масова частка жиру в сивортці, для сиру «Російський»

$J_{\text{сир}} = 0,39\%$

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

$$M_{\text{з.з}} = \frac{394253 \cdot (3,3 - 0,39)}{50 - 0,39} \cdot \frac{100 - 0,4}{100} = 227607 \text{ кг}$$

Маса сиру визначається з урахуванням усушки:

$$M_c = \frac{M_{\text{з.з}} \cdot (100 - N_y)}{100} \quad (4.1.4)$$

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

$$M_c = \frac{227607 \cdot (100 - 7,4)}{100} = 21076 \text{ кг}$$

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

Масу підсирних вершків визначають по формулі:

$$M_{\text{п.верш}} = \left[\frac{M_{\text{сир}} \cdot (J_{\text{сир}} - J_{\text{зн.сир}})}{(J_{\text{п.верш}} - J_{\text{зн.сир}})} \right] \cdot \frac{100 - 0,7}{100} \quad (4.1.5)$$

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

$M_{\text{сир}}$ – маса сироватки, кг

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

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

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

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

$$M_{\text{п.верш}} = \left[325732 \cdot \frac{0,39 - 0,05}{32,6 - 0,05} \right] \cdot \frac{100 - 0,7}{100} = 3299 \text{ кг}$$

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

$$M_{\text{верш}} = M_{\text{м}} - M_{\text{н.м}} \quad (4.1.6)$$

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

Вершки в кількості 547,7 кг надходять в масло цех.

Маса закваски з урахуванням втрат визначається по формулі:

$$M_{\text{з}} = \frac{M_{\text{н.м}} \cdot a}{100} - \frac{100}{100 - \Pi}; \quad (4.1.7)$$

де Π – гранично допустимі втрати закваски, % $\Pi=0,6$

a – кількість закваски, % $a=0,8$ %

$$M_{\text{з}} = \frac{40213,8 \cdot 0,8}{100} - \frac{100}{100 - 0,6} = 32365 \text{ кг}$$

Кількість хлористого кальцію визначаємо із співвідношення:

100 кг молока — 0,02 кг CaCl_2

40213,8 кг молока — x кг CaCl_2

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

Кількість сичужного ферменту визначаємо із співвідношення:

100 кг молока — 0,0025 ферменту

40213,8 кг молока — x кг ферменту

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

Розрахунок витрат пари для сировиготовлювача:

Пара витрачається на підігрів суміші при виробництві сирного зерна

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

$$D = \frac{M_c(t_2 - t_1)}{(i - t_k)\eta} \quad (4.1.8)$$

де M – кількість продукту який підігривається, кг

c – теплоємність продукту, кДж/кг·град

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

i – тепловміст пари, кДж/кг

t_k – температура конденсату, °С

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

Для сиру „Російського” втрати пари на підігрів молока в

сировиготовлювачі дорівнюють:

$$M=10200$$

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

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

$$P_{\text{пари}}=0,51 \text{ МПа}$$

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

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

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

Знаходимо втрати пари:

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

Так як використовується два сировиготовлювачі, то

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

Тепловий розрахунок установки для посолки сирного зерна в потоці

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

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

$$D = \frac{M \cdot c \cdot (t_2 - t_1)}{(i - t_k) \cdot \eta}, \quad (4.1.9)$$

де M – кількість продукту що підігрівається, кг

$M=200$ кг

c – теплоємність продукту, кДж/кг·град;

$c = 3,56$ кДж/кг·град;

t_1, t_2 – початкова і кінцева температури продукту, °C, $t_1=71$ °C, $t_2=39$ °C

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

t_k – температура конденсату, °C, $t_k=99$ °C

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

Знайдемо кількість пари:

$$D = \frac{200 \cdot 3,56 \cdot (71 - 39)}{(2705,78 - 99) \cdot 0,75} = 1,89 \text{ кг}$$

Витрати холодної води для установки по солінню сирного зерна в потоці

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

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

$$M_{o.v} \cdot (c'' \cdot t''_v - t'_v \cdot c') = M_n (i - c_k \cdot t_k), \quad \text{кг/год} \quad (4.1.10)$$

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

$c' = c'' = 4,28$ кДж/кг·град

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

i – ентальпія пару, кДж/кг

t_k – температура конденсату, °C

$t''_в, t'_в$ – температура води до і після установки, °С

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

З теплового балансу визначимо кількість охолоджуючої води:

$$M_{o.s.} = \frac{M_n \cdot (i - C_k \cdot t_k)}{c'' \cdot t''_г - c' \cdot t'_г} = \frac{11,65 \cdot (270578 - 4,28 \cdot 99)}{4,28 \cdot (18 - 5)} = 4882 \text{ кг/год.}$$

Гідравлічний розрахунок

Підбір насоса для подачі сироваточного розчину NaCl:

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

$$\sum P = P_в + P_c \quad (4.1.11)$$

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

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

$$P_c = \frac{v^2 \cdot \rho}{2} \left(\sum \lambda_{тр} \cdot \frac{l}{d} + \sum \zeta_{м.о} + 1 \right) \quad (4.1.12)$$

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

d – діаметр трубопроводу, м

l – довжина трубопроводу, м

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

$\sum \zeta_{м.о}$ – сума коефіцієнтів місцевих опорів;

ρ – густина сироваточного розчину кг/м³

Діаметр трубопроводу визначимо по формулі, м:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{3600 \cdot \pi \cdot 1,2}} \quad (4.1.13)$$

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

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

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

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

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

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

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

$$\text{Re} = \frac{v \cdot d}{\nu} \quad (4.1.14)$$

$$\text{Re} = \frac{1,2 \cdot 0,025}{2,5 \cdot 10^{-6}} = 12240$$

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

$$\lambda_{\text{мп}} = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{\text{Re}}} \quad (4.15)$$

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

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

$$5P_{\text{в}} = \rho \cdot g \cdot H \quad (4.1.16)$$

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

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

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

$$\sum P = \sum P_{\text{в}} + \sum P_c, \text{ Н/м}^2 \quad (4.1.17)$$

$$\sum P = 48216 + 24063 = 73279 \text{ Н/м}^2$$

Визначимо потужність яку споживає насос, Вт:

$$N = \frac{V \cdot P}{\eta \cdot 3600} \quad (4.1.18)$$

де $\eta=0,4$, – ККД насосу.

Тоді потужність насосу буде:

$$N = \frac{1,3 \cdot 732434}{0,4 \cdot 3600} = 66,1 \quad \text{Вт} = 0,066 \text{ кВт}$$

Підбираємо по даним розрахунків насос 36 МЦ -2-10, продуктивністю 2м³/год, потужністю 0,6 кВт.

Кінематичні розрахунки

Розрахунок привода сировиготовлювача

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

$$N_p = 0,09 \cdot z \cdot h \cdot \left[\left(\frac{r_3 - r_b}{2} + \sum \delta \right)^4 - \left(\frac{r_3 - r_b}{2} \right)^4 \right] \cdot n^3 \cdot \rho \quad (4.1.19)$$

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

$N_p=0,09$ – емпіричний коефіцієнт;

z – кількість мішалок, $z=2$;

h – висота занурення мішалки в продукт, м;

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

n – число обертів мішалки, об/хв.;

ρ – густина продукту, кг/м³

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

$$\sum \delta = \delta_1 \cdot z_1 + \delta_2 \cdot z_2 \quad (4.1.20)$$

δ_1 – товщина плоских ножів, м;

z_1 – кількість плоских ножів, шт;

δ_2, z_2 – ширина і кількість бокових роликкових планок;

$$\sum \delta = 0,002 \cdot 14 + 0,01 \cdot 1 = 0,038_M$$

Тоді потужність на валу мішалки буде дорівнювати:

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

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

$$N_{\text{едд}} = \beta \cdot \frac{N_p}{\eta_{\text{едд}} \cdot \eta_{\text{пер}}} \quad (4.1.21)$$

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

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

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

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

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

Підбір електродвигуна для мішалки тривалої пастеризації

У ванні тривалої пастеризації стоїть лопатева мішалка для інтенсифікації процесу.

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

$$N_m = K_N \cdot \rho_c \cdot n^3 \cdot d_m^5 \quad (4.1.22)$$

де ρ – густина середовища, яке переміщується, кг/м^3

d_m – діаметр мішалки, м;

n – частота обертання мішалки, об/хв;

K_N – критерій потужності;

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

$$Re = \frac{\rho_c \cdot n \cdot d_m^2}{\mu_c}, \quad (4.1.23)$$

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

Тоді

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

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

Визначимо потужність лопатевої мішалки:

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

$n_1 = 750$ об/хв.

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

Визначимо передаточне відношення:

$$U = \frac{n_1}{n_2} \quad (4.1.24)$$

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

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

Електродвигун підбираємо враховуючи втрати в передачі, кВт:

$$N_{\omega} = \frac{N}{\eta_n \cdot \eta_p} \quad (4.1.25)$$

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

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

Розрахунок привода відділювача сироватки і розсолу

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

Визначимо необхідну потужність відділювача для перемішування сирного зерна:

$$N = N_1 + N_2 \quad (4.1.26)$$

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

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

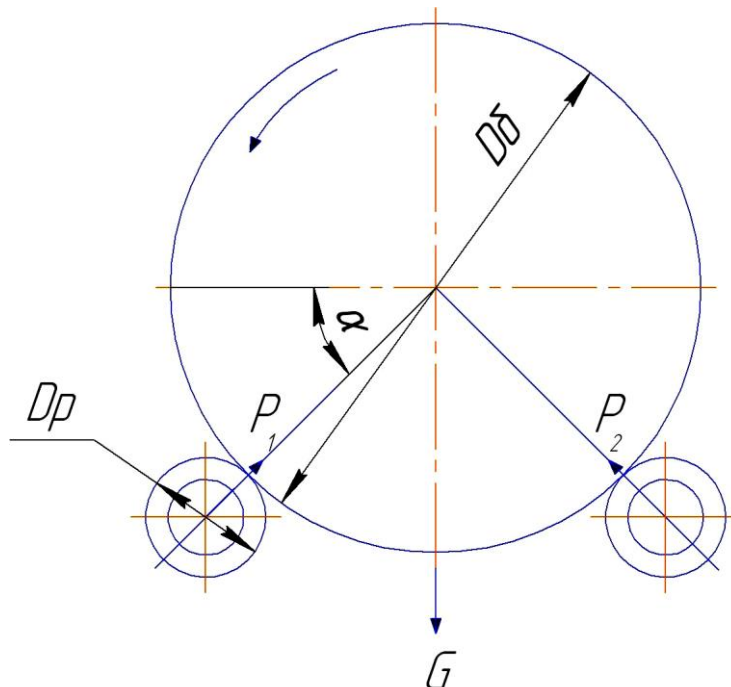


Рис. 4.1 Розрахункова схема для визначення потужності необхідної для подолання опору в підшипниках

Визначимо силу тертя кочення бандажем по роликах:

$$P'_1 = \mu \cdot \frac{P_1}{r_p} \cdot i \quad (4.1.27)$$

де P_1 – реакція в опорному ролику, Н

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

i – кількість роликів;

r_p – радіус роликів, м

Спроекувавши діючі сили на вертикальну вісь отримуємо рівняння

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

$$P_1 = \frac{G}{i \cdot \cos \alpha}, \quad (4.1.28)$$

Робота кочення за один оберт барабану складає:

$$T' = P_1' \cdot \pi \cdot D_6 = \mu \cdot \frac{P_1}{r_p} \cdot i \cdot \pi \cdot D_6 = 2 \cdot \pi \cdot \frac{D_6}{D_p} \cdot P_1 \cdot \mu \cdot i \quad (4.1.29)$$

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

$$N = \frac{T_1}{2 \cdot \pi \cdot 1000} = \frac{D_6 \cdot P_1 \cdot \mu \cdot i \cdot \omega}{D_p \cdot 1000} \quad (4.1.30)$$

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

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

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

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

$$P'' = P_1 \cdot f \cdot i \cdot \frac{D_6}{D_p} \quad (4.1.31)$$

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

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

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

$$T'' = P'' \cdot \pi \cdot D_y \quad (4.1.32)$$

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

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

$$N'' = \frac{T'' \cdot n}{60 \cdot 100} \quad (4.1.33)$$

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

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

$$N = N_1 + N_2 \quad (4.1.34)$$

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

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

$$N_2 = \frac{G_{\text{пр}} \cdot h}{1000 \cdot t} \quad (4.1.34)$$

де h – висота підйому продукту в барабані до кута природного ухилу,

$$h = 0,25 \text{ м,}$$

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

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

Загальна потужність відділювала буде дорівнювати:

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

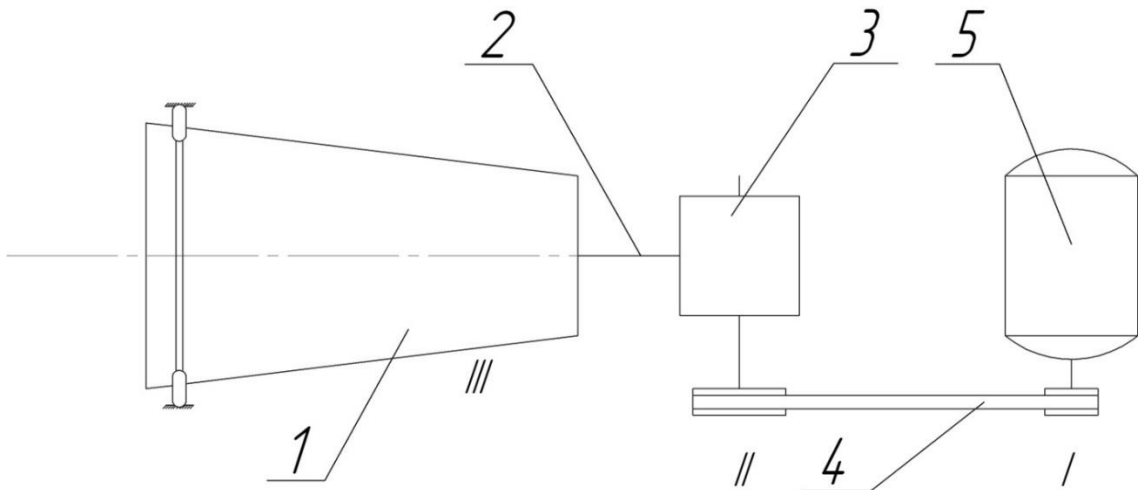


Рис. 4.2 Схема кінематична привода відділювача сироватки і розсолу

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

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

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

$$\omega_{III} = \frac{\pi \cdot n_{III}}{30} \quad (4.1.35)$$

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

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

Крутний момент на валу барабана відділювача, Н·м:

$$T_{III} = \frac{1000 N_{III}}{\omega_{III}} \quad (4.1.36)$$

$$T_{III} = \frac{1000 \cdot 1,98}{3,2} = 61875 \text{ Н·м}$$

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

$$n_{II} = n_{III} \cdot 16 \quad (4.1.37)$$

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

Кутова швидкість на валу черв'ячного редуктора, хв^{-1} :

$$\omega_{II} = \frac{\pi \cdot n_{III}}{30} \quad (4.1.38)$$

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

Потужність на валу черв'ячного редуктора, кВт:

$$N_{II} = \frac{N_{III}}{\eta_{n.n} \cdot \eta_{n.p}} \quad (4.1.39)$$

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

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

$$T_{III} = \frac{1000 N_{II}}{\omega_{II}} \quad (4.1.40)$$

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

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

$$n_I = n_{II} \cdot u_{к.п} \quad (4.1.41)$$

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

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

$$\omega_I = \frac{\pi \cdot n_I}{30} \quad (4.1.42)$$

$$\omega_I = \frac{3,14 \cdot 1440}{30} = 1508 \text{ хв}^{-1}$$

Потужність на вхідному валу клинопасової передачі, кВт:

$$N_I = \frac{N_{II}}{\eta_{к.п}} \quad (4.1.43)$$

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

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

$$T_I = \frac{1000 N_I}{\omega_I} \quad (4.1.44)$$

$$T_1 = \frac{1000 \cdot 3,8}{1508} = 25 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

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

Розрахунок клинопасової передачі

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

Вихідні дані:

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

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

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

Розташування передачі – вертикальне.

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

Технічні дані обраного паса:

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

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

Внутрішня довжина пасу по меншій основі

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

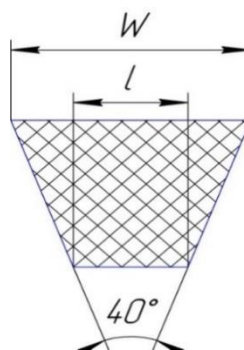


Рис. 4.3. Пас по ISO 5292-80

Визначення геометричних розмірів клинопасової передачі.

Визначаємо діаметри шківів:

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

$$d_{p2} = u \cdot d_1 \quad (4.1.45)$$

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

Визначаємо міжосьову відстань, мм:

$$a = 0,95 \cdot d_{p2} \quad (4.1.46)$$

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

Розрахункова довжина паса, мм:

$$L = 2 \cdot a + \frac{\pi}{2} \cdot (d_{p1} + d_{p2}) + \frac{(d_{p2} - d_{p1})^2}{4 \cdot a} \quad (4.1.47)$$

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

Приймаємо стандартну довжину паса $L=650$ мм.

По стандартній довжині уточнюємо дійсну міжосьову відстань:

$$a = \frac{2 \cdot L - \pi \cdot (d_{p1} + d_{p2}) + \sqrt{[2 \cdot L - \pi \cdot (d_{p1} + d_{p2})]^2 - 8(d_{p2} - d_{p1})^2}}{8} \quad (4.1.48)$$

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

Мінімальна міжосьова відстань:

$$a_{\min} = a - 0,01 \cdot L \quad (4.1.49)$$

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

Кут обхвату на меншому шківі:

$$\alpha_1 = 180^\circ - 60^\circ \cdot \frac{d_{p2} - d_{p1}}{a} \quad (4.1.50)$$

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

Допустима потужність на один пас:

$$[N] = (N_0 \cdot C_\alpha \cdot C_L + \Delta N_\Pi) \cdot C_p \quad (4.1.51)$$

де ΔN_Π – похибка потужності:

$$\Delta N_\Pi = 0,0001 \Delta T_\Pi \cdot n_\sigma \quad (4.1.52)$$

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

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

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

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

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

Розрахункова кількість ременів:

$$z = \frac{N}{[N]} \quad (4.1.53)$$

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

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

Дійсна кількість пасів в передачі:

$$z' = \frac{z}{G_z} \quad (4.1.54)$$

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

Приймаємо кількість пасів $z' = 2$.

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

Зовнішній діаметр більшого шківа, мм:

$$d_{e1} = d_{p1} + 2 \cdot b \quad (4.1.55)$$

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

Зовнішній діаметр меншого шківа, мм:

$$d_{e2} = d_{p2} + 2 \cdot b \quad (4.1.56)$$

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

Ширина обода шківів, мм :

$$M = (z' - 1) + 2 \cdot f \quad (4.1.57)$$

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

4.2. Підбір конструкційних матеріалів

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

Так як для сировиготовлювача серії CVH харчовим продуктом є молоко, то на всі деталі, які контактують із ним потрібно звернути головну увагу.

До них відносяться такі деталі і вузли як: вертикальний резервуар із днищем, вертикальні вали, ріжучо-вимішувальний механізм із мішалками, патрубков для подачі молока і других вихідних компонентів, пристрій відбору сироватки і вивантаження сирного зерна та ін.

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

Отже, деталі, які контактують із молоком будуть виготовлені зі сталі 12X18Н9ТЛ. Вона застосовується для легованих виливків з особливими властивостями за ДСТУ 2176-93. Ця сталь використовується в різних деталях вузлів харчового машинобудівництва, яка гарно працює при температурі до 700 °С. При температурі до 750 °С сталь жаростійка, жароміцна при температурі до 600 °С, корозійностійка.

Хімічний склад сталі 12X18Н9ТЛ складає: хром 17,0...20,0%; нікель 8,0...11,0%; марганець – 1,0...2,0%; кремній – 0,20...1,0 %; титан, не більше

0,60%; мідь, не більше 0,30%; сірка, не більше 0,03%; вуглець, не більше 0,12%; фосфор, не більше 0,035%.

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

4.3. Розрахунки на міцність елементів конструкції модернізованого обладнання

Розрахунок редуктора привода сировиготовлювача

Знайдемо передаточне число привода сировиготовлювача:

$$i = \frac{n_{дв}}{n_{вих}}, \quad (4.3.1)$$

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

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

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

Знайдемо число заходів черв'яка по формулі:

$$z_1 = \frac{z_{2min}}{i} \quad (4.3.2)$$

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

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

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

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

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

$$[\sigma]_H = 1,25 \cdot 0,16 \cdot \sigma_1 \cdot k_{p.H.} \quad (4.3.3)$$

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

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

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

$$k_{p.H.} = \sqrt[9]{\frac{10^6}{N_H}} \quad (4.3.4)$$

де N_H – число циклів навантаження зубів черв'ячного колеса

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

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

Тоді допустиме напруження згину буде дорівнювати:

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

Допустиме граничне значення для зубців черв'ячного колеса:

$$[\sigma]_k = 2 \cdot [\sigma]_f = 2 \cdot 177 = 354 \text{ Н/мм}^2 \quad (4.3.5)$$

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

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

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

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

Міжосьова відстань з умови контактної міцності, мм:

$$A \geq \left(\frac{z_2}{q} + 1 \right) \cdot \sqrt[3]{ \left(\frac{169}{z_2/q \cdot [\sigma]_k} \right)^2 \cdot M_2 \cdot k } ; \quad (4.3.6)$$

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

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

Знаходимо осьовий модуль зачеплення, мм:

$$m_3 = \frac{2 \cdot A}{q + z_2} \quad (4.3.7)$$

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

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

Уточнюємо значення числа модулів q :

$$q = \frac{2 \cdot A}{m_3} - z_2 \quad (4.3.8)$$

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

Визначаємо основні геометричні розміри черв'яка:

діаметр ділільного циліндру:

$$d_{dl} = q \cdot m_3 \quad (4.3.9)$$

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

діаметр циліндру виступів, мм:

$$D_{a1on} = m_3 \cdot (q + 2) \quad (4.3.10)$$

$$D_{a1on} = 2 \cdot (25 + 2) = 54_{\text{мм}}$$

довжина нарізної частини, не менше, мм :

$$L_n = (11 + 0,06 \cdot z_2) \cdot m_3 \quad (4.3.11)$$

$$L_{H3} = (11 + 0,06 \cdot 75) \cdot 2 = 31_{\text{мм}}$$

Для шліфованого черв'яка отриману довжину збільшуємо на ΔL
Довжина $\Delta L = 24$ мм, тоді, мм:

$$L = L_{H3} + \Delta L \quad (4.3.12)$$

$$L = 31 + 24 = 55 \text{ мм}$$

Знайдемо кут підйому гвинтової лінії по ділильному циліндру:

$$\lambda_d = \arctg \frac{z_1}{q} \quad (4.3.13)$$

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

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

$$d_{o2} = m_s \cdot z_2 \quad (4.3.14)$$

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

d_{o2} – діаметр ділильного кола;

Діаметр кола виступів, мм:

$$D_B = m_s \cdot (z_2 + 2) \quad (4.3.15)$$

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

Зовнішній діаметр вінця, мм:

$$D_H < D_B + 1,25 \cdot m_s \quad (4.3.16)$$

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

Ширина вінця, мм:

$$b < 0,75 \cdot D_{B1} \quad (4.3.17)$$

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

Знайдемо швидкість ковзання, м/с:

$$v_{\text{юв}} = \frac{\pi \cdot n_2 \cdot d_{d1}}{6 \cdot 10^4 \cdot \cos \lambda_d} \quad (4.3.18)$$

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

Розрахункове значення коефіцієнту корисної дії черв'ячної пари приймаємо

$n=2$ – число пар підшипників;

$\eta_n = 0,995$ – ККД підшипників;

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

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

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

Тоді ККД гвинтової пари буде дорівнювати:

$$\eta_{гв.п} = \frac{\operatorname{tg} \lambda_d}{\operatorname{tg}(\lambda_d + \beta')} \quad (4.3.19)$$

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

Отже загальний ККД редуктора буде дорівнювати:

$$\eta' = \eta_n^2 \cdot \eta_m \cdot \eta_{зп} \cdot \eta_{гв.п} \quad (4.3.20)$$

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

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

$$M_1 = \frac{M_2}{i \cdot \eta'} \quad (4.3.21)$$

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

Знайдемо розрахункову потужність на валу черв'яка, кВт:

$$N = \frac{M_1 \cdot n}{9550} \quad (4.3.22)$$

$$N = \frac{85 \cdot 1500}{9550 \cdot 0,81} = 1,36 \text{ кВт}$$

Знайдемо розрахункову потужність на валу приводного електродвигуна:

$$N_d = 2 \cdot N \cdot \eta_n, \text{кВт} \quad (4.3.23)$$

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

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

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

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

$$M'_1 = \frac{9550 \cdot g \cdot N}{n} \quad (4.3.24)$$

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

Номінальний момент від двигуна на вінці черв'ячного колеса:

$$M'_2 = M'_1 \cdot i \cdot \eta_{\text{ч}}, \quad (4.3.25)$$

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

Знайдемо контактні напруження в зачепленні, Н/мм²:

$$\sigma_{\text{к}} = \frac{476}{d_{\text{д2}}} \cdot \sqrt{\frac{M_2 \cdot k}{d_{\text{д1}}}} \quad (4.3.26)$$

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

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

Знаходимо еквівалентне число зубців черв'ячного колеса:

$$z_{\text{д2}} = \frac{z_2}{\cos^3 \lambda_0} \quad (4.3.27)$$

$$z_{\text{д2}} = \frac{75}{\cos^3 2^\circ 17' 2''} = 75,18$$

Цьому числу зубців відповідає коефіцієнт форми зуба , який дорівнює

$$Y_{\text{д2}}=1,36$$

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

$$\text{Н/мм}^2$$

$$\sigma_{-1}^{\text{н}} = \frac{1,2 \cdot M'_2 \cdot k \cdot \gamma}{Y_{\text{д2}} \cdot m_3 \cdot d_{\text{д1}} \cdot d_{\text{д2}}} \quad (4.3.28)$$

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

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

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

$$\sigma_{к\text{ пик}} = \sigma_{к} \cdot \sqrt{\frac{M'_{2\text{ пик}}}{M'_2}} \quad (4.3.29)$$

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

$$\sigma_{к\text{ пик}} = 75,3 \text{ Н/мм}^2 < [\sigma]_{к\text{ п р ед}} = 354 \text{ Н/мм}^2$$

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

$$\sigma_{-1\text{ н пик}} = \sigma_{-1}^{\text{н}} \cdot \frac{M'_{2\text{ пик}}}{M'_2} \quad (4.3.30)$$

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

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

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

4.4. Технологія машинобудування

Розглянемо пристрій відбору сироватки та вивантаження сирного зерна (рис.4.1), що застосовується при виробленні сиру в сировиготовлювачі. Цей пристрій представляє собою встановлену вертикально по вісі симетрії резервуара заборну трубу 1, що з'єднана зі зливною трубою 2 завдяки золотниковому елементу 3, який виконаний з можливістю переміщення по вертикалі. Заборна труба 1 з'єднана безпосередньо приводним штоком 5 із зірочкою 4. Ущільнення 6 розміщене у верхній частині золотникового елемента 3. Нижня частина золотникового елемента 3, взаємодіє зі зливною трубою 2. В ній є отвори для вивантаження сирного зерна та зливу сироватки, які при певних режимах роботи сировиготовлювача співпадають із патрубками вивантаження сирного зерна 11 і зливу сироватки 10. Пневматичний привід (на кресленні не вказаний) здійснює вертикальне

переміщення штоку 5. Золотниковий елемент 3 з'єднаний через нижню кришку 8 і герметичну втулку 12 зі штоком 5.

Золотниковий елемент 3 закріплений у вертикальному положенні кільцем із ущільненням 9, що розташоване в нижній частині днища сировиготовлювача 7.

Комплектацію у вигляді складу пристрою (подетальний) для відбору сироватки і вивантаження сирного зерна надано у табл. 8.1.

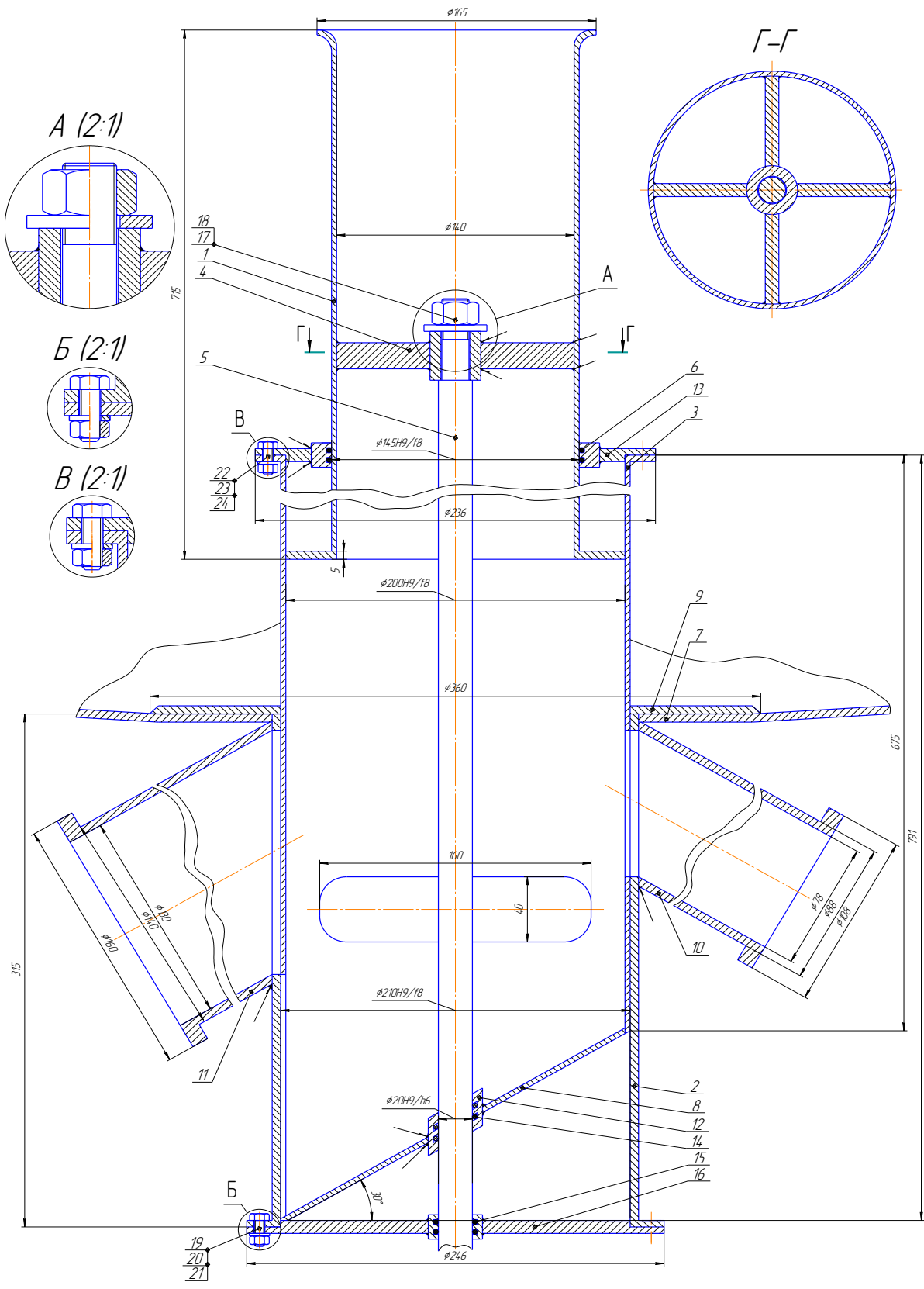


Рис. 4.1. Пристрій для відбору сироватки і вивантаження сирного зерна

Таблиця 4.1. - Подетальний склад пристрою

Номер позиції деталі	Назва деталі	Кількість деталей	Номер позиції деталі	Назва деталі	Кількість деталей
1	Заборна труба	1	13	Верхня кришка	1
2	Зливна труба	1	14	Кільце	2
3	Золотниковий елемент	1	15	Кільце	2
4	Кронштейн	1	16	Нижня кришка	1
5	Приводний шток	1	17	Гайка М16	1
6	Кільце	2	18	Шайба 16	1
7	Днище	1	19	Болт М6×16	8
8	Нижня кришка	1	20	Гайка М6	8
9	Кільце із ущільнення м	1	21	Шайба 6	8
10	Патрубок зливу сироватки	1	22	Болт М6×16	8
11	Патрубок вивантаження сирного зерна	1	23	Гайка М6	8
12	Герметична втулка	1	24	Шайба 6	8

Аналізуючи конструкцію пристрою для відбору сироватки і вивантаження сирного зерна (рис. 4.1.) виділяємо складальні одиниці першого порядку, а саме: Ск.1 – зливна труба, Ск.2 – заборна труба, Ск.3 –

золотниковий елемент, а також окрему стандартну деталь – кільце із ущільненням 9.

Схема складання пристрою для вивантаження сирного зерна і відбору сироватки представлена діаграмою на рис.4.2.

Горизонтальна лінія, що розташована в центрі схеми показує послідовність з'єднання складальних одиниць 1-го порядку із допомогою стандартних виробів, а вертикальні лінії зі стрілками - послідовність складання окремих складальних одиниць. У прямокутниках розташовані найменування деталей і номери позицій їх на кресленику, а в прямокутниках з двома потовщеними лініями позначено найменування складальних одиниць 1-го порядку. Застосовуємо такі умовні позначення, які містять технологічні вказівки: Ст – складання на стенді; Вив. – вивірка; Зв – зварювальні роботи; Вип. – випробування; Конт. – контроль.

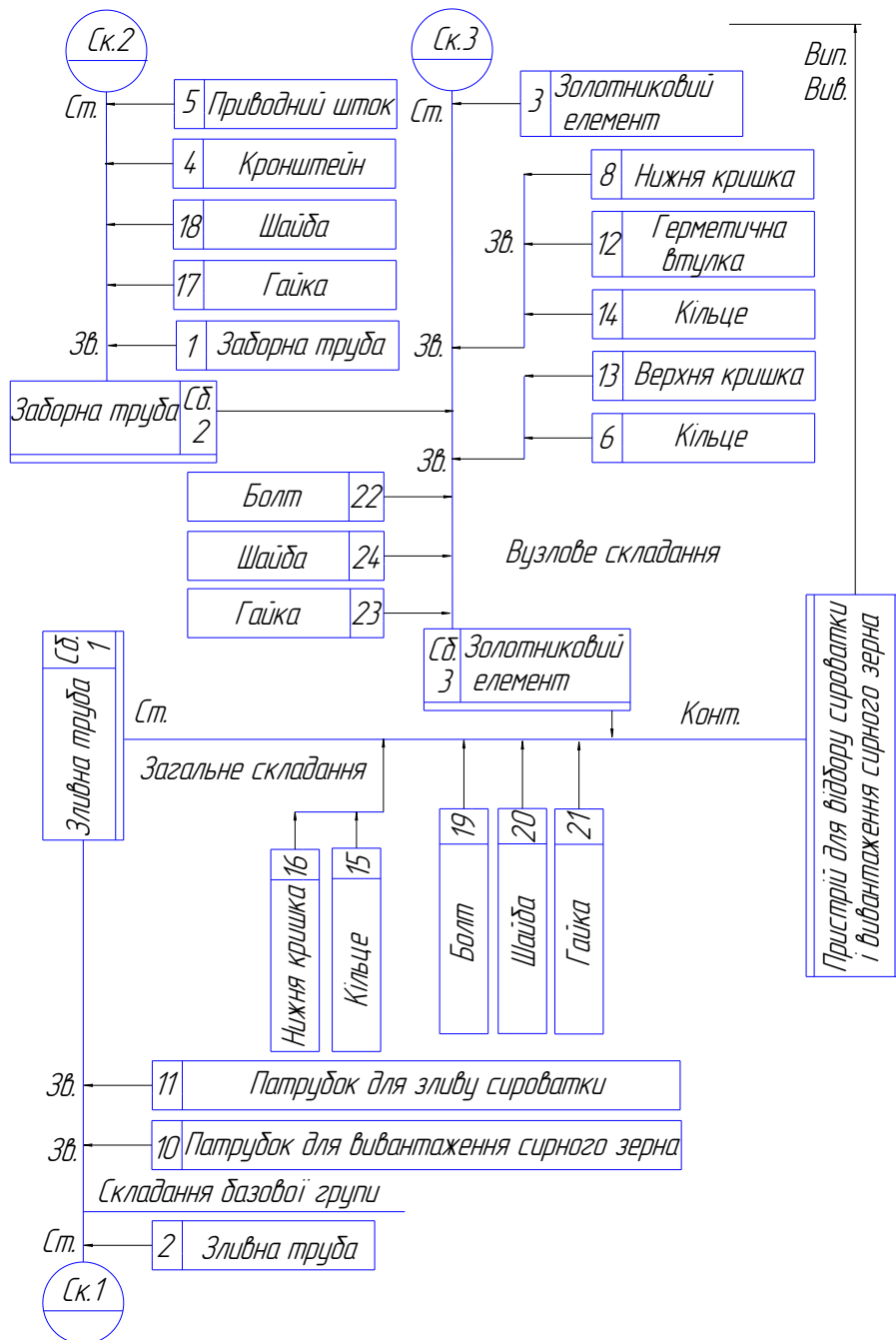


Рис. 4.2. Технологічна схема складання пристрою для відбору сироватки і вивантаження сирного зерна

Технологічний маршрут складання пристрою для відбору сироватки і вивантаження сирного зерна полягає у описанні короткого змісту операцій з переходами (таблиця 4.2).

Таблиця 4.2 - Приклад технологічного маршруту складання пристрою

№ операції	№ переходу, зміст переходу
10. Збирання зливної труби (Ск. 1)	10.1 Установити корпус й закріпити його на складальному стенді 10.2. Приварити патрубок для вивантаження сирного зерна 10.3. Приварити патрубок для вивантаження сироватки
20. Збирання заборної труби (Ск. 2)	20.1 Установити шток і закріпити його на складальному стенді 20.2. Встановити кронштейн на шток 20.3. Встановити шайбу на шток 20.4. Накрутити гайку М16, притримуючи шток від провертання 20.5 Приварити шток із кронштейном до заборної труби
30. Збирання золотникового елемента (Ск. 3)	30.1 Установити золотниковий елемент на складальному стенді і закріпити його 30.2. Установити на складальному стенді нижню кришку і закріпити її 30.3. Приварити до нижньої кришки герметичну втулку 30.4. Вставити у герметичну втулку 2 кільця 30.5. Приварити нижню кришку із герметичною втулкою до золотникового елемента 30.6. Встановити в золотниковий елемент (Ск. 3) заборну трубу (Ск.2) і приводний шток у отвір герметичної втулки 30.7. Вставити у верхню кришку 2 кільця 30.8. Надіти на золотниковий елемент верхню кришку 30.9. Встановити 8 болтів М6×16 30.10. Встановити 8 шайб 30.11. Притримуючи болт від провертання накрутити гайку М6
40. Збирання пристрою для відбору сироватки і вивантаження сирного зерна	40.1 Установити зливну трубу на складальному стенді і її закріпити 40.2. Вставити у нижню кришку 2 кільця 40.3. Встановити нижню кришку на зливну трубу 40.4. Встановити у нижню кришку 8 болтів М6×16 40.5. Встановити 8 шайб 40.6. Притримуючи болт від провертання накрутити гайку М6 40.7. Встановити у зливну трубу золотниковий елемент

50. Контрольна	50.1. Проконтролювати роботу пристрою для відбору сироватки і вивантаження сирного зерна під тиском
60.Випробувальна	60.1 Випробувати пристрій

4.5. Правила монтажу та технічного сервісу модернізованого обладнання

Монтаж та наладка

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

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

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

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

та при необхідності мастило доливають. Болти кріплення підтягують раз на квартал.

Експлуатація сировиготовлювача

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

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

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

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

Універсальний ріжучо-вимішувальний інструмент зроблено у вигляді рами, на якій розташовані вимішуючі елементи.

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

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

Ремонт

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

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

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

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

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

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

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

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

машини з навантаженням: поточний ремонт – 8 год., середній – 16 год., капітальний – 24 год. Для визначення строків проведення ремонту необхідно знати ремонтний цикл, міжремонтні та міжоглядові періоди для обладнання. В таблиці 4.2 наведено тривалість міжремонтних періодів і структуру ремонтних циклів для сировиготовлювача та установки для посолки сирного зерна в потоці.

Таблиця 4.2 - Тривалість міжремонтних періодів

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

Ступінь складності ремонту і його особливості оцінюють по категоріям складності від першої складності ремонту до останньої (1R...10R). В таблиці 4.3 надані категорії складності і норми часу на роботи по ремонту для основного обладнання цеху виробництва твердого сиру.

Таблиця 4.3 - Категорії складності

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

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

Акт прийому-передачі обладнання після ремонту є основним документом для передачі в експлуатацію відремонтованої машини є. Акт складається спеціально призначеною комісією під головуванням технічного директора. В акті вказуються інвентарний номер та найменування сировиготовлювача, якість ремонту, час виконаного ремонту, планове і фактичне перебування обладнання в ремонті. Акт прийому-передачі устаткування підписується технічним директором підприємства.

5. ПРИНЦИПИ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ОБ'ЄКТОМ ПРОЕКТУВАННЯ

В сучасному виробництві молочної промисловості, широко використовуються автоматизовані системи управління технологічним процесом. Наряду з локальними системами управління також запроваджуються централізовані системи на базі ЕОМ.

В процесі виробництва твердих сирів багато уваги приділяють дозріванню продукту в сиросховищах (камерах дозрівання). Тому в камерах необхідно підтримувати належну вологість повітря та температурний баланс.

Це досягається впровадженням автоматизованих установок кондиціонування повітря. Для цього в дипломній роботі розроблена локальна система управління процесом кондиціонування повітря в камері дозрівання.

Опис апаратури-технологічної схеми.

Система кондиціонування повітря складається з: двох калориферів, зрошувальній камери і камери дозрівання сирів кондиціонера, яка має змішувальну камеру №1 і №2.

Установка має два сезонних режими роботи „зимовий ” та „літній ”.

Влітку клапани 4к, 7к, зволоження і закритий шибер 2к та одночасне охолодження повітря здійснюється за рахунок вприскування води в потік повітря в форсуночній камері. Підігрівання повітря відбувається шляхом змішування через шибер 8к з повітрям другі рециркуляції.

Електродвигун 2д вентилятора VIII взимку вмикається, повітря засмоктується у певному співвідношенні із камери (повітря першої рециркуляції) дозрівання, оточуючого середовища в змішувальну камеру №1 через шибер 2к.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Олшебський ВВ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Лобанов ДВ.	<i>Назва, додаткова назва</i>	221854.КР.19.005 ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук МВ.						<i>Інд змін</i>

Пройшовши через фільтр II у зазначеному співвідношенні повітря надходить в калорифер першого підігріву, де підігрівається гарячою парою, подача якої регулюється клапаном 4к.

Далі підігріте повітря потрапляє в форсуночну камеру IV, де зволожується холодною водою, яка вприскується через форсунки в потік повітря, температура якого підтримується холодильником по якому циркулює розсол. подача води регулюється клапаном 5к.

Потім насичене повітря проходить через бризковідділювач V. Через другий калорифер і обвідний патрубок 6к, у певному співвідношенні, суміш підігрівається і направляється в камеру дозрівання.

Позначення

$G_{пов} t_{пов}$ - подача і температура оточуючого середовища;

$G_{пов1} t_{пов1}$ - подача і температура I рекуперації;

$G_{г.п} t_{г.п}$ - подача і температура нагрівної пари;

$G_{сум.п.1} t_{сум.п.1}$ - подача і температура змішувальної камери №1;

$G_{х.в} t_{х.в}$ - подача і температура холодної води;

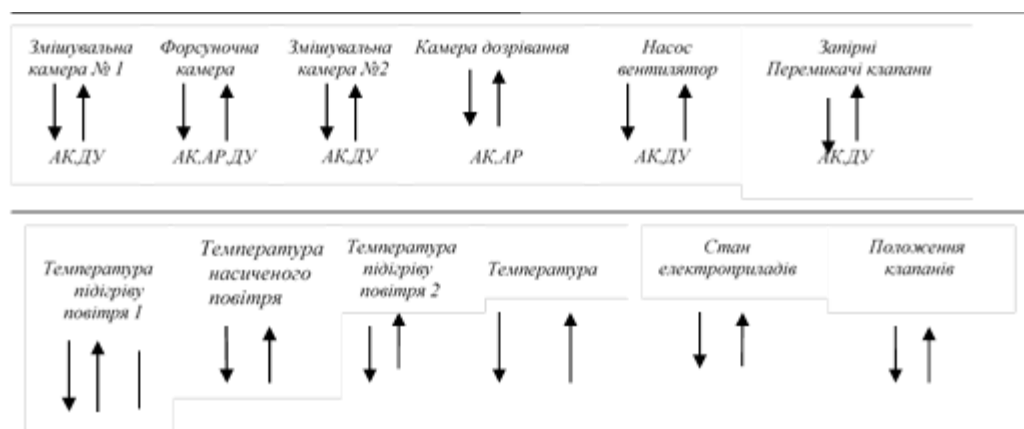
$G_{п.п} t_{п.п}$ - подача і температура насиченого повітря;

$G_{пов2} t_{пов2}$ - подача і температура повітря II рекуперації;

$G_{сум.п.2} t_{сум.п.2}$ - подача і температура повітря із змішувальної камери №2;

$t_{к.д.}$ - повітря в камері дозрівання твердого сиру.

Опис структурної схеми системи автоматизації



Програмно-логічне управління режимом роботи ділянки, згідно схеми автоматизованого управління технологічним процесом ділянки, здійснюється з пункту управління, де розміщений щит управління і завжди знаходиться оператор-технолог.

На щиті управління розташовані спеціальне обладнання яке дозволяє здійснювати регулювання і контроль параметрів.

Для управління об'єктами передбачені системи автоматичного, дистанційного і програмно-логічного управління.

Опис блок-схеми алгоритму управління

Відповідно до завдання розроблена блок-схема алгоритму програмно-логічного управління процесу пуску кондиціонера повітря, згідно якого по ініціативному сигналу „Пуск” (оператор) система автоматизації має виконувати:

- 1) відкрити клапан подачі холодного повітря 1 к в змішувальну камеру 31 і клапан подачі рециркуляційного повітря 2к (оператор 2-3);
- 2) увімкнути електродвигун вентилятора і насоса 1д, 2д подачі у форсунку хлороагента (оператор 4);
- 3) відкрити клапан подачі рециркуляційного повітря 2к і клапан подачі холодного повітря 1 к в змішувальну камеру 31 (оператор 2-3);
- 4) отримати сигнал виходу на задане значення температури насиченого повітря (оператор 5);
- 5) включити 5к подачу у форсунки холодної води і клапан 4к, подачу холодоносія в калорифер першого підігріву (оператор 6-7).
Перемкнути шибер 3к для регулювання співвідношення підігрітого і не підігрітого повітря;
- 6) отримати сигнал про зміну температури в камері дозрівання твердого сиру (оператор 8);
- 7) провести регулювання температури, переключити 6к для певного співвідношення отепленого і не отепленого повітря та відкрити

клапан подачі теплоносія в калорифер другого підігріву 7к (оператор 9-10);

8) сповістити про вихід на режим роботи.

Обґрунтування вибору системи технічних засобів автоматизації

При виборі системи автоматизації потрібно враховувати алгоритмічні та структурні особливості, умови роботи та вимоги до якості роботи проектованої системи. Для забезпечення таких вихідних даних необхідна однорідність апаратури, локальність системи, а також невелика інерційність об'єкта, вологість, велика частота збуджень, вибухонебезпечність приміщень, дистанційність передачі сигналів та високі вимоги до якості роботи. За результатами аналізу даних, застосовується електрична система з урахуванням її малої інерційності, великої дистанційності, простоти установки живлення, можливості автоматизації різноманітних параметрів, а також зв'язку з УОК.

Опис функціональної схеми системи автоматизації

Контроль температури повітря перед форсуночною камерою виконується манометричним термометром 4а-4в, вторинним приладом 4д, що реєструється сигналом датчика. Регулювання температури повітря після бризковідділювача виконується системою, яка складається із байпасних панелей 4н, 4м, 4п, Пі-регулятора 4д, манометричних датчиків температури 4а-4в та 4б-4г, для управління та ручного регулювання пневмопідсилювачів 4р, 4с, 4т, регулюючих органів шибера 3к, клапанів 4к, 5к та мембранних виконавчих механізмів 4ф, 4ц, 4ш. В зимовому режимі роботи вмикаються всі складові цієї системи регулювання. А влітку вимикають клапани подачі грючої пари в калорифер першого підігріву 4к і шибера 3к перекривають для подачі повітря в калорифер, тобто проходить лише насичення повітря і охолодження. Регулятор 5а регулює температуру в камері дозрівання сиру влітку. Він приймає сигнал від датчика 4б-4г і манометричного датчика температури 6а-6в, регулююча дія через байпасну панель 5г і

пневмопідсилювач 5д, мембранний виконавчий механізм 5е вмикає або вимикає шибер подачі повітря другої рециркуляції 8к.

Регулятор бд в „зимовому” режимі роботи сприймає сигнал від манодатчика температури повітря ба -бб і бб-бг в змішувальній камері №2 і діє крізь байпасні панелі бл, бм, виконавчі мембранні механізми бр, бс на подачу в калорифер другого підігріву теплоносія і співвідношення повітря, яке йде в калорифер по одному каналу.

Програмно-логічне управління процесом кондиціювання повітря виконується за допомогою мікропроцесорного контролера 8а, який зв'язаний через ряд перетворювачів з інформаційними і виконавчими пристроями системи.

Завдання на розробку АСУТП наведено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 - Завдання на розробку АСУТП

№	Обладнання	К-сть	Параметр	Система АСУТП			Місце контролю
				Вид системи	Характер контролю, регулювання	Додаткові вимоги	
1	Змішувальна камера №1	1	Температура	Контроль Управління Регулювання	Автоматична і ручна дистанційна стабілізація	Світлова, звукова Дія на подачу	Щит -II- По місцю
2	Фільтр	1	Маса	Контроль Регулювання Управління	Покази, запис сигналіз. Стабілізація Автоматичне і ручне блокування	Світлова Дія на потік сиру	Щит -II- -II-
3	Калорифер	1	Температура	Контроль Регулювання Управління	Покази сигналіз.	Світлова, звукова	-II-
4	Форсуночна камера	1	Стан	Контроль Регулювання Управління	Покази стабілізація	Дія на подачу молока	-II- по місцю
5	Бризковід-дільник	1	Тиск	Контроль	Покази	Дія на подачу повітря	-II-
6	Змішувальна камера №2	1	Температура	Контроль Регулювання	Автоматична і ручна	Світлова, звукова	Щит

				Управління	дистанційна стабілізація	Дія на подачу	-П-
7	Вентилятор	1	Температура	Контроль Регулювання	Покази, запис сигналіз. Стабілізація	Дія на подачу пари	Щит -П- По місцю
8	Насос	1	Маса	Регулювання Управління	Автоматичне і ручне блокування	Відкрити закрити	Щит -П-

Таблиця 5.2 – Заказна специфікація на пристрої і засоби автоматизації

Позиції на схемі автоматизації	Місце відбору сигналу	Значення параметрів	Місце вимірювання	Найменування і технічна характеристика	Тип	Кількість	Виробник
1а	Маса	500кг	Ваги на щиті	Прилад електрометричний, Діапазон завантаження продуктів в ємкостях. Діапазон дозування 0,002...1, клас точності 0,5	1858 УТВ-1	2	м. Київ
2а	вирігати		На щиті	Вторинний вимір. прилад, клас точності 1,0	РП-160		Завод вимірювальних приладів м.Талін
3а 3б 4а 4б	рівень	0,1-10м	На щиті	Призначений для вимірювання і перетворення в стандартний пневматичний сигнал на підприємствах маслосирової та іншої промисловостях	ПИГ-2	2	Завод „Пище промавтоматика” м.Одеса

6. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ

До роботи з сироварною ванною допускаються працівник, який пройшов інструктаж техніці безпеки і знає установку і принцип роботи. Працівник одягає спецодяг, халат, косинку, гумові чоботи, гумовий фартух.

При роботі сирних ванн з мішалками необхідно, щоб привід був огорожений, а шестерні та передачі укладені в кожухи. Опорні підставки для обслуговування ванни повинні бути міцно закріплені робітниками, а спускні крани у ванних влаштовані так щоб у ванні не залишалось сироватки для відкачування вручну.

При роботі мішалки з ванни забороняється відливати сироватку та відбирати зерно, очищати стінки ванни від згустку, відходити від ванни або доручати спостереження за роботою ванни працівникам, які не знайомі з її роботою.

Перед пуском треба обов'язково перевірити справність механізму та мішалок. До включення електродвигуна слід переконатися, що ніщо не заважає запуску мішалки.

Щодня перед початком роботи треба перевіряти, чи достатньо масла в коробці, рівень повинен бути на середині вказівного скла. Під час миття категорично забороняється вмикати мішалки. Звідси впливає, що поблизу установки при випаровуванні та кипінні молока відбувається перепад температур у зв'язку з технологією виробництва, що негативно впливає на оператора ванни.

Умови, за яких нормальний тепловий стан людини порушується, називаються дискомфорними. Методи зниження несприятливих впливів насамперед виробничого мікроклімату здійснюються комплексом технологічних, санітарно-технічних, організаційних та медико-

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Олішевський ВВ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Лобанов ДВ.	<i>Назва, додаткова назва</i>		221854.КР.19.006 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук МВ.			<i>Інд змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/8

профілактичних заходів: вентиляція, теплоізоляція поверхонь джерел теплового випромінювання (печей, трубопроводів із гарячими газами та рідинами).

Однією з умов нормальної життєдіяльності людини є забезпечення нормальних умов для підприємства, надають значний вплив на теплове самопочуття співробітників. Метеорологічні умови або мікроклімат залежать від теплофізичних особливостей технологічного процесу, клімату, сезону року, умов опалення та вентиляції. Параметри мікроклімату безпосередньо впливають на теплове самопочуття співробітника та його працездатність. Для підтримки параметрів мікроклімату на рівні, необхідному для забезпечення комфортності та життєдіяльності застосовують вентиляцію приміщень, де співробітник здійснює свою діяльність. Оптимальні параметри мікроклімату забезпечуються системами кондиціонування повітря, а допустимі параметри – звичайними системами вентиляції та опалення.

З цього випливає, що для вирішення проблеми тепловий стан людини необхідно вирішити два завдання: заміна старого обладнання на більш сучасне, при роботі з яким перепад температури мінімальний для стану людини, застосування колективних засобів захисту, екранування робочих місць або обладнання. Також, виходячи з досвіду зарубіжних підприємств, потрібно збільшити кількість перерв за одну зміну.

На ділянці пресування сиру припливна-витяжна вентиляція приєднуються до активних систем вентиляції виробничого корпусу.

Згідно з технологічними вимогами у відділенні накопичення сиру технологічно передбачено кондиціонування повітря і соління передбачено встановлення кондиціонерів, які розташовані на стелі та підтримують задані внутрішні температури $t_{вн} = 10...12^{\circ}\text{C}$ та відносну вологість повітря $\varphi = 75...85\%$.

Вентиляційні системи оздоблені контрольно-вимірювальними приладами та засобами автоматизації згідно вимогами ДБН В.2.5-56:2014

відстань між повітрозбірними отворами та викидами в атмосферу витяжних систем перевищує 10 м.

Зниження шуму від вентиляційних установок регулюється:

- обмеженням коллової швидкості робочого колеса вентилятора до 30 м/с;
- обмеження в повітроводах швидкості руху повітря до 10-12 м/с з регулювальним балансуванням робочого колеса вентилятора та підшипників;
- ізолювання повітроводів та вентиляторів від будівельних конструкцій із застосуванням віброізолюючих основ, гнучких вставок.

Шум є одним з найбільш розповсюджених негативних факторів які впливають на людину. Він задає шкоди здоров'ю та виробничій діяльності людини. В результаті втоми, яка виникає від дії шуму, підвищується загроза виникнення травм, збільшується кількість помилок при роботі, знижується продуктивність праці.

На даний час зберігається тенденція до збільшення шуму на виробництві внаслідок постійного зростання потужностей виробничого обладнання. Тому, боротьба із шумом є однією з найважливіших задач. Допустимі норми шуму для підприємства згідно з ДСТУ 12.1.003-2014.

Для зменшення рівня шуму встановлюються різні звукопоглинаючі пристрої (конструкції типу Є-01).

Головною профілактикою вібраційної хвороби є використання інструментів й обладнання з наявністю вібрації, що не перевищують ДСТУ 12.1.012:2008 „Вібраційна безпечність. Загальні вимоги", а також введення прогресивних технологій, виключаючи виробничу вібрацію на працівників.

Норми загальної технологічної вібрації приведені в ДСТУ 12.1.012:2008 ССБТ „Вібраційна безпечність. Загальні вимоги ".

За видами джерела світла, які застосовують, освітлення може бути штучним, природнім та суміщеним, тобто коли в світлу добу одночасно використовують обидва джерела світла.

Електроосвітлення цеху забезпечує необхідну нормовану освітленість згідно з відомчими нормами "Підприємства по переробці молока".

Управління освітленням здійснюється по місцю вимикачами.

У цеху з виробництва сиру має бути надійне електропостачання.

Електропостачання дільниці, що проектується, передбачається від існуючих мереж 0,4 кВ головного виробничого корпусу.

Від ураження електричним струмом для захисту працівників передбачається захисне заземлення.

Всі металеві частини освітлювальних та силових електроустановок, що не проводять струм, підлягають захисному заземленню шляхом приєднання існуючої магістралі заземлення.

В якості нульових захисних провідників використовуються металеві конструкції будівлі, кабельні лотки електропроводок та технологічного обладнання.

Будівля цеху відноситься до II-го ступеня вогнестійкості. У відповідності до класифікації виробництва по пожежній і вибухопожежній небезпеці відноситься до категорії Д.

Протипожежна безпека забезпечується використанням матеріалів та конструкцій, які забезпечують будівлі необхідну ступінь вогнестійкості згідно протипожежних норми.

Протипожежні заходи в будівлі передбачені використанням інженерних мереж і систем, архітектурним рішенням планування приміщень.

Внутрішнє планування приміщень забезпечує безпечну і повну евакуацію людей.

Забезпечення робітників правилами, нормами положеннями, стандартами та інструкціями.

Контроль за відповідністю нормативним актам про охорону праці механізмів, устаткування, машин, технологічних процесів.

Забезпечення персоналу індивідуальними та колективними засобами захисту від небезпечних та шкідливих факторів виробництва, миючими засобами, санітарно-побутовими приміщеннями, лікувально-профілактичним харчуванням.

Розвиток людської цивілізації неможливий без раціональної взаємодії з природою від якої вона бере все необхідне для життя: енергію, продукти харчування, матеріали тощо. Людство своєю діяльністю сильно розбалансувало природні зв'язки всієї глобальної екосистеми, через що вона почала активно деградувати, втрачаючи здатність самовідновлюватись. Поки населення і масштаби виробництва були відносно малі, екологічні наслідки сприймалися як прийнятний компроміс. Але вочевидь цей процес в нашому світі не міг продовжуватись нескінченно. Із подальшим ростом населення і активним розвитком виробництва екологічні наслідки ставали все більш серйознішими і масштабними, суспільство почало відчувати реальну загрозу глобального забруднення навколишнього середовища. До основних екологічних проблем сучасності належать забруднення повітря, як наслідок, виникнення парникового ефекту, руйнування озонового прошарку, поширення кислотних дощів, забруднення гідросфери внаслідок надмірного споживання водних ресурсів та скидання забруднених стічних вод, забруднення літосфери, пов'язане з добування корисних копалин та використанням земної поверхні, кількісне і якісне виснаження природних ресурсів, катастрофічне зменшення площі лісів, розширення зони пустель, зростання генетичних загроз популяції у результаті збільшення кількості та неконтрольованості розповсюдження радіоактивних відходів, токсичних речовин, незворотні втрати в генофонді планети у зв'язку зі зникненням багатьох видів тварин і рослин тощо. Перспективним підходом до вирішення низки екологічних проблем сьогодення є використання нових ефективних технологій. Основою останніх є науки загальнобіологічного спрямування і перш за все біохімія та дотичні до неї науки.

На переробних харчових підприємствах, повітря в робочій зоні може забруднюватися шкідливими речовинами, що створюються технологічним процесом або містяться в продуктах та напівпродуктах, сировині і відходах виробництва. Вони потрапляють в повітря у вигляді газів, пилу або пари і негативно впливають на організм людини. В залежності від їх концентрації та токсичності в повітрі, вони можуть спричиняти хронічні отруєння або професійні захворювання.

Тому, залежність від ступеня фізико-хімічних властивостей, токсичності, шляхів проникнення в організм, санітарні норми визначають гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин в повітрі виробничих приміщень, перевищення яких не допустиме.

Шкідливі речовини, за ступенем дії на організм людини, ділять на чотири класи небезпеки:

1. Надзвичайно небезпечні;
2. Високонебезпечні;
3. Помірно небезпечні;
4. Малонебезпечні.

Для деяких речовин, які часто потрапляють у повітря виробничих приміщень, встановлюються середньогодинні допустимі концентрації. Наприклад, для оксиду вуглецю, що потрапляє у повітря топкових приміщень постійно, встановлені наступні допустимі середньогодинні норми:

- 200 мг/м³ - не більше 15 хв.;
- 100 мг/м³ - до 30 хв.;
- 50 мг/м³ - при тривалості роботи до 1 години.

Наступні роботи можна виконувати не раніше ніж через дві години.

Внутрішня система каналізації господарчо-побутових і виробничих стічних вод має бути роздільною із самостійними випусками у внутрішньомайданчикову мережу каналізації.

Скидання неочищених стічних вод на прилеглу територію і у відкриті водойми, а також облаштування поглинаючих колодязів забороняється.

Харчова промисловість України є однією із провідних галузей економіки країни. Її потребує постійної інтенсифікації технологічних процесів, зменшення витрат електроенергії, палива, витрат металів та інших конструкційних матеріалів на виготовлення апаратів та машин, а також поліпшення екологічної ситуації в нашій країні.

Під час модернізації обладнання, найбільший економічний ефект дають ті рішення, що спрямовані на ефективне використання матеріалів й сировини (природних ресурсів), впровадження матеріалозберігаючої технології та техніки і зменшення негативного впливу на екологію країни.

З точки зору забруднення навколишнього середовища, введення в експлуатацію цеху по виробництву сиру не впливає на екологічний стан в районі його розміщення.

Основними викидами від технологічних процесів є викиди водяних та теплових парів.

Застосовують безвідходну технологію виробництва. Відходи пакувальних матеріалів збираються на спеціально передбаченому майданчику в контейнерах та вивозяться на міське звалище відповідно до договору з комунальною службою міста.

Сироватка відвантажується господарствам.

Джерелом водопостачання передбачені існуючі водопровідні мережі проммайданчика. Вода за бактеріологічними та хімічними показниками відповідає ДСТУ 7525:2014 «Вода питна».

Каналізаційний стік від виробництва твердих сирів надходить до зовнішньої каналізаційної мережі підприємства.

За сучасною технологією, стоки до каналізаційних мереж потрапляють тільки від миття обладнання.

Стічні води, після проходження спеціального комплексного очищення, не мають шкідливих домішок.

Санітарно-захисна зона промислового майданчика озеленена кущами та деревами, які мають фітонцидні властивості, а це позитивно впливає на навколишнє середовище.

При модернізації обладнання по виготовленню сиру збільшилась продуктивність, застосована безвідходна технологія виробництва, стічні води не містять шкідливих домішок. В результаті цих заходів покращилася екологічна ситуація на підприємстві та в регіоні.

7. *МАРКЕТИНГОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ*

Ринок молочних продуктів у всі часи є одним із найважливіших секторів продовольчого ринку загалом. Попит на молочну продукцію (як складову продовольчого ринку) залишається практично незмінним у перерахунку душу населення. Відбувається зміна пропорцій споживання тих чи інших видів молочної продукції.

Динамічна зміна правил ведення бізнесу в Україні, зумовлена насиченням ринку товарами та послугами, неухильно призводить до загострення конкуренції між виробниками. Молочна промисловість у цій ситуації не є винятком, якщо не сказати більше, що саме ця галузь в даний час схильна до найбільш жорсткої конкуренції. Необхідність успішного конкурування ставить перед керівниками підприємства завдання удосконалення багатьох процесів як у стадії виробництва, і під час реалізації. Будь-який суб'єкт господарювання прагне максимізації свого фінансового результату в довгостроковому періоді. Одним із шляхів досягнення цієї мети є управління витратами.

У сучасних умовах розвитку управлінського обліку важливим аспектом є доцільне та економічно обґрунтоване визначення об'єктів обліку та контролю витрат на молокопереробних підприємствах. На підприємствах, що займаються виробництвом готової молочної продукції, класифікація та номенклатура об'єктів обліку залежатиме від спеціалізації виробництва, вихідної сировини, способу приготування, найменування продукту, упаковки та інших факторів.

Основними показниками, які характеризують економічну ефективність щодо впровадження нових заходів є загальні терміни окупності, прибуток та річний економічний ефект.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Олішевський ВВ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Лобанов ДВ	<i>Назва, додаткова назва</i>	221854.КР.19.007 ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> Яцичук МВ		<i>Інд змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/11	

Економічна ефективність проявляється в різних формах, тому при її оцінці потрібно розраховувати, аналізувати ряд додаткових показників, які характеризують цю підприємство та дають необхідні дані для аналізу про його технічні, економічні та інші переваги для додаткового аналізу того чи іншого рішення.

Розрахунок загальних інвестицій

Інвестиції на впровадження технічних рішень беруться з власних коштів.
Загальна вартість інвестицій під час модернізації, тис.грн.

$$I_{\text{заг}} = V_u + V_d + V_m + K_{\text{об}};$$

де V_u – вартість устаткування = 21500 грн.

$$V_d \text{ – вартість доставки} = 5\% \text{ від } V_u = 21500 \cdot 5/100 = 1075 \text{ грн.}$$

$$V_m \text{ – вартість монтажу} = 15\% \text{ від } V_u = 21500 \cdot 15/100 = 3225 \text{ грн.}$$

$K_{\text{об}}$.-кошти оборотні-21 тис.грн.

$$I_{\text{заг}} = 21500 + 1075 + 3225 + 21000 = 46800 \text{ грн..}$$

Розрахунок чисельності робітників

Таблиця 7.1 - Розрахунок ефективного фонду роботи 1 робітника в рік

Показники	Дні, години
1. Календарний фонд часу на рік	365
2. Вихідні та святкові дні	111
3. Номінальний фонд робочого часу	254
4. Дні невиходу на роботу	25
5. Ефективний фонд робочого часу	229
6. Середня тривалість робочого часу	8
7. Ефективний фонд робочого часу	1832

Чисельність робітників визначають за формулою:

$$Ч.р. = O \cdot T_{\text{зм}} / N_u \cdot T_{\text{еф}} \cdot K_p \cdot K_n;$$

де O – річний обсяг вир-ва, 10 000 т.

$T_{\text{зм}}$ – тривалість зміни, 8 год.

N_u – норма виробітку у зміну, 1 т.

$T_{\text{еф}}$ – ефективний фонд робочого часу, 1832 год.

K_p – коефіцієнт підвищення продуктивності праці, 1

K_n – коефіцієнт виконання норм виробітки, 1

Отже, Ч.р. = $10000 \cdot 8 / 7,64 \cdot 1832 \cdot 1 \cdot 1 = 6$ чол. (чисельність робітників не змінюється).

Розрахунок витрат виробництва на 1 т. по змінних статтях

У даному розділі зміняться в порівнянні з базовими витратами тільки статті «Вартість палива і енергії на технологічні цілі» та «Витрати на утримання і експлуатацію устаткування».

1. Стаття «Паливо і енергія на технологічні цілі».

За нормами розраховуємо витрати на паливо, пару, холод, стиснене повітря, холодну і гарячу воду, безпосередньо витрачені на виробництво продукції. Вартість енергії одержаної зі сторони, визначають за діючими тарифами, вироблену енергетичними цехами включаємо в собівартість продукції.

Загальна встановлена потужність електродвигунів 12 кВт/год. Додаткові затрати становлять при роботі електродвигунів 105120 год/рік.

$$105120 \cdot 0,85 = 89352 \text{ кВт.}$$

де 0,85 – коефіцієнт використання потужності.

$$89352 / 10000 = 8,9 \text{ кВт.}$$

Таблиця 7.2. - Вартість енергетичних ресурсів на технологічні цілі

Вид енергії	одиниці	Норма витрат енергії на 1 тонну		Тариф на 1-цю енергії	Вартість енергії на 1 тонну		+/-
		до	після		до	після	
Електроенергія	кВт/год	32	32,68	0,4	12.8	12.07	+0,27
Вода	м ³	5,5	4,5	3.2	17.6	14.4	-3.2
Пара	т	0,28	0,2	78	21,84	15,6	-6,24
Холод	Тис. кал	48	46	1,55	74,4	71,3	-3,1

Стічні води	м ³	4,8	4,2	1,25	6	5,25	-0,75
Всього					132.6	119.62	-12.98

Витрати по статті у проектному варіанті $326-12.98=312.02$ грн.

1. Стаття « Витрати на утримання і експлуатацію устаткування».

Стаття включає витрати на амортизацію та утримання, поточний ремонт виробничого і підйомно – транспортного устаткування.

$$B = V_u \cdot N_a + V_u \cdot N_{y.e}$$

де V_u – ціна устаткування – 21500грн.

N_a – річна норма амортизації (22%)

$N_{y.e}$ – норма утримання і поточний ремонт – 6%.

$$B_{пр} = (21500 \cdot 22/100) + (21500 \cdot 6/100) = 6020.$$

Витрати на 1 тону у проектному варіанті при обсязі виробництва 10 000 тонн/рік:

$$6020/10\ 000 = 0,6 \text{ грн.}$$

Витрати по статті у проектному варіанті складають при затратах у базовому році:

$$154 + 0,6 = 154.6 \text{ грн.}$$

3. Стаття «Загально – виробничі витрати» не змінюються.

Таблиця 7.3. – Зміна витрат на виробництво 1т. по змінних статтях

Стаття витрат	Витрати		+/-	Зміна, %
	базові	Проектні		
1. Витрати на паливо і енергію	326	312.02	-12,98	96,02
2. Витрати на утримання і експлуатацію	154	154.6	+0,6	100,39

Всього	480	467.62	-12.38	97,42
Всього витрати на 1 тонну	3402,1	3389,72	-12.38	99,63

Витрати виробництва зменшилися на 0.37%.

Основні показники ефективності проекту

1. Вартість продукції:

$$Вп=О \cdot Ц,$$

де О – обсяг виробництва; 10000т.

Ц – гуртова ціна, грн.

$$Вп(б)=9000 \cdot 3850=34650 \text{ тис.грн.}$$

$$Вп(пр)=10000 \cdot 3850=38500 \text{ тис.грн.}$$

2. Витрати виробництва:

$$Вв=О \cdot Вв/т,$$

де Вв/т – витрати на 1 тонну.

$$Вв(б)=9000 \cdot 3402,1=30619 \text{ тис.грн.}$$

$$Вв(пр)=10000 \cdot 3389,72=33897 \text{ тис.грн.}$$

3. Загальний прибуток:

$$Пзаг=Вп-Вв,$$

$$Пзаг(б)=34650-30619=4031 \text{ тис.грн.}$$

$$Пзаг(пр)=38500-33897=4603 \text{ тис.грн.}$$

4. Податок на прибуток:

$$Ппр(б)=Пзаг(б) \cdot 19\%=4031 \cdot 19/100=765,9 \text{ тис.грн.}$$

$$Ппр(пр)=Пзаг(пр) \cdot 19\%/100=874,6 \text{ тис.грн.}$$

5. Чистий прибуток:

$$Пч(б)=Пзаг(б)-Ппр(б)=4031-765,9=3265,1 \text{ тис.грн.}$$

$$Пч(пр)=Пзаг(пр)-Ппр(пр)=4603-874,6=3728,4 \text{ тис.грн.}$$

6. Рентабельність виробництва:

$$Р(б)=(Пзаг(б)/Вв(б)) \cdot 100=(4031/30619) \cdot 100=13,16\%$$

$$P(\text{пр})=(P_{\text{заг}}(\text{пр})/V_{\text{в}}(\text{пр}))\cdot 100=4603/33897\cdot 100=13,58\%$$

7. Рентабельність продаж:

$$P_{\text{п}}=P_2/V_{\text{п}}\cdot 100; P_{\text{п}}(\text{б})=3265,1/34650\cdot 100=9,42\%$$

$$P_{\text{п}}(\text{пр})=3728,4/38500\cdot 100=9,68\%$$

8. Додатковий прибуток від впровадження:

Одержуємо за рахунок зниження витрат виробництва і збільшення обсягу виробництва.

$$\Delta\P=(\text{Ц}-V_{\text{в}}/t(\text{пр}))\cdot O_{\text{п}}-(\text{Ц}-V_{\text{в}}/t(\text{б}))\cdot O_{\text{б}}=(3850-3389,72)\cdot 10000-(3850-3402,1)\cdot 9000=571,7 \text{ тис.грн.}$$

9. Податок на додатковий прибуток:

$$\text{Пдп}=\Delta\P\cdot 19\%/100=(571,7\cdot 21)/100=108,6 \text{ тис.грн.}$$

10. Додатковий чистий прибуток:

$$\Delta\P_{\text{чист}}=\Delta\P-\text{Пдп}=571,7-108,6=463,1 \text{ тис.грн.}$$

11. Термін повернення інвестицій:

$$T_{\text{ін}}=I_{\text{заг}}/\Delta\P_{\text{чист}}=46800/451700=0,1 \text{ року.}$$

12. Життєвий цикл проекту(термі дії) визначається з річної норми амортизації відрахувань, які становлять на технологічне устаткування 22%:

$$Ж_{\text{ц}}=100/22=5 \text{ років.}$$

– кожна гривня вкладена у проект (100 коп..) повинна дати не менше 22 коп. щорічного прибутку, інакше проект не ефективний.

12. Коефіцієнт ефективності інвестицій:

$$К_{\text{еф}}=1/0,1=10$$

14. Грошовий потік – сума чистого додаткового прибутку і амортизації:

$$Г_{\text{п}}=\Delta\P_{\text{ч}}+a,$$

де a – амортизація,

$$a=((V_{\text{у}}+V_{\text{з}}+V_{\text{м}})\cdot 22)/100=(25800\cdot 22)/100=5676 \text{ грн.}$$

$$Г_{\text{п}}=463100+5676=468776 \text{ грн.}$$

15. Коефіцієнт дисконтування який враховує зниження вартості грн. по роках за життєвий цикл проекту.

$$K_d = \frac{1}{(1 + R)^t}$$

де: R – дисконтована ставка банку на кредит R=30%

t – рік для якого розраховується коефіцієнт

$$K_{d1} = \frac{1}{(1 + 0.3)^1} = 0,769$$

$$K_{d2} = \frac{1}{(1 + 0.3)^2} = 0,592$$

$$K_{d3} = \frac{1}{(1 + 0.3)^3} = 0,46$$

$$K_{d4} = \frac{1}{(1 + 0.3)^4} = 0,35$$

$$K_{d5} = \frac{1}{(1 + 0.3)^5} = 0,27$$

16. ЧСВ=ГП*K_д

$$\text{ЧСВ1} = 468776 * 0,769 = 360488 \text{ грн.}$$

$$\text{ЧСВ2} = 468776 * 0,592 = 277515 \text{ грн.}$$

$$\text{ЧСВ3} = 468776 * 0,46 = 215637 \text{ грн.}$$

$$\text{ЧСВ4} = 468776 * 0,35 = 164071 \text{ грн.}$$

$$\text{ЧСВ5} = 468776 * 0,27 = 126569 \text{ грн.}$$

Всі визначені розрахунки показників ефективності проекту зводимо у таблицю.

Розрахунок показників економічної ефективності методом дисконтування

Проводься для визначення вартості майбутніх прибутків від впровадження запропонованого заходу.

Визначається за такими показниками:

Чистий генерований грошовий потік.:

$$ЧП = \Delta Pr \cdot (1 - n) + Am = 468776(1 - 0.19) + 5676 = 385384 \text{ тис.грн.}$$

Чиста теперішня вартість:

Визначається за формулою:

$$ЧТВ = \sum \times \frac{ЧП(t)}{(1+p)^t}, \text{ грн.};$$

де p - ставка дисконту (приймається на рівні ставки рефінансування, встановлену Національним банком України: $p = 30\%$).

T – період життєвого циклу проекту. Приймається рівним 5 рокам, виходячи і встановлених норм амортизації (22%).

Теперішня вартість для року вкладення інвестицій:

$$ТВ_0 = -K_{\text{заг}} = -46800 \text{ грн.}$$

$$ТВ_1 = 385384 / (1 + 0,30)^1 = 296449 \text{ грн.}$$

$$ТВ_2 = 21500 / (1+0,30)^2 = 228038 \text{ грн.}$$

$$ТВ_3 = 21500 / (1+0,30)^3 = 175414 \text{ грн.}$$

$$ТВ_4 = 21500 / (1+0,30)^4 = 134934 \text{ грн.}$$

$$ТВ_5 = 21500 / (1+0,30)^5 = 103795 \text{ грн.}$$

Чиста теперішня вартість за весь життєвий цикл проекту:

$$ЧТВ = -46800 + 296449 + 228038 + 175414 + 134934 + 103795 = 891830 \text{ грн.}$$

Індекс доходності:

При додатному його значенні захід слід впроваджувати у виробництво:

$$ІД = ЧТВ / K_{\text{заг}} = 891830 / 46800 = 19,05 > 0, \text{ отже, захід варто впроваджувати у виробництво.}$$

Дисконтований період повернення інвестицій :

Визначається за формулою:

$$T = П / ТВ_{\text{сер}} = K_{\text{заг}} / ТВ_{\text{сер}}, \text{ роки}$$

де $П = K_{\text{заг}}$ - початкові інвестиції, грн.

$ТВ_{\text{сер}}$ - середньорічна теперішня вартість, грн. / рік

$$ТВ_{\text{сер}} = (ЧТВ + П) / t = (891830 + 46800) / 5 = 187726 \text{ грн. / рік}$$

Отже, $T = 46800 / 187726 = 0,25$ роки.

Індекс прибутковості :

$$П = (ЧТВ + П) / П = (891830 + 46800) / 46800 = 20,05.$$

Так як $П = 20,05 > 1$, то захід слід впроваджувати у виробництві.

Таблиця 7.4 – Грошові надходження за життєвий цикл проекту

Показники	Одиниці виміру	Роки				
		1	2	3	4	5
1. Коефіцієнт дисконтування		0,769	0,592	0,46	0,35	0,27
2. Чиста сучасна вартість	Тис./грн.	360,488	277,515	215,637	164,071	126,569
4. Прибуток чистий, додатковий	Тис.грн.	463,1				
5. Амортизація	Тис.грн.	5,676				
6. Грошовий потік	Тис.грн.	468,776				

За життєвий цикл реальна вартість грошових надходжень зменшиться на 41%.

Результати всіх розрахунків зводимо у аналітичну таблицю.

Таблиця 7.5 – Показники економічної ефективності проекту

Показники	Од. Виміру	Базовий варіант	Проектний варіант	+ –	З.Ц, %
1. Обсяг виробництва	тонн	9000	10000	1000	111,11
2. Ціна на 1т.	грн.	3850	3850	—	—
3. Витрати виробництва на 1т.	грн.	3402,1	3389,72	-12.38	99,63
4. Прибуток на 1т.	грн	447,9	460,28	+12.38	102.76
5. Прибуток загальний	тис.грн.	4031	4603	+572	114,19
6. Рентабельність виробництва	%	13,16	13,58	+0,42	103,19
7. Витрати на 1 грн. вартості продукції	грн.	0,884	0,88	-0,01	99,55
8. Рентабельність продаж	%	9,42	9,68	+0,26	102,76
9. Чисельність виробничого персоналу	чол.	6	6	—	—

10. Продуктивність праці	тонн/чол.	1500	1666,7	+166,7	111,11
11. Чистий додатковий прибуток	тис.грн.	—	463,1	—	—
12. Інвестиції загальні	грн.	—	46800	—	—
13. Термін повернення інвестицій	років	—	0,1	—	—
14. Дисконтований період повернення інвестицій	років	—	0,25	—	—

Таким чином проектні рішення дають можливість збільшити обсяг виробництва на 11,11% і зменшити витрати на 1 тонну на 0,37%. Буде одержано 463,1 тис.грн. чистого додаткового прибутку, що повертає інвестиції за 0,1 року.

За даними дослідження ми можемо зробити висновок про те, що виробництво сиру з натуральної сировини буде затребуваним і матиме широкий попит серед потенційних покупців, споживачів та цільової аудиторії. Прийнятні ціни збільшать попит на продукт, а виробництво окупить собівартість у найближчі вісім місяців. Отже, виробництво рентабельно, і надалі вирішуватиметься питання про відкриття філій з продажу та збуту даного виду продукції, для більш високої доступності та широкого поширення натурального сиру у всі верстви населення.

В першу чергу сир є функціональним продуктом харчування якої досить затребуваний в даний час, так як безліч людей потребують комплексу різних поживних речовин, через погану екологію. Комерційний інтерес до функціональних продуктів, що містять пробіотичні мікробні штами, збільшився завдяки усвідомленню всіх переваг для здоров'я кишечника, патологічної профілактики, а також терапії. В даний час споживачі висувають до їжі високі вимоги і хочуть, щоб вона відповідала хорошим

смаковим якостям, а також була здоровою та забезпечувала профілактику різних захворювань. Все це пояснює причину зростання інтересу до пробіотично здорових продуктів харчування. Продукти, збагачені пробіотиками, є цінними функціональними продуктами харчування, оскільки вони займають 65% на світовому функціональному продовольчому ринку. Продукти, збагачені штамом пробіотиків, мають терапевтичні властивості, які включають лікування діареї, полегшення симптомів непереносимості лактози, зміцнення імунітету та антиканцерогенні властивості. Для того щоб функціональні продукти надавали нутрицевтичну лікувальну дію на організм, пробіотичні бактерії повинні вижити в ході фізико-хімічного виробничого процесу та в умовах проходження через шлунково-кишковий тракт. Стійкість бактерій пояснюється їхньою кислотністю, що є невід'ємною властивістю штаму, яка може бути покращена за рахунок захисної властивості носія, тобто харчового продукту або наявності пребіотиків. Найбільш поширеною харчовою матрицею, яка використовується як пробіотичний транспортний засіб, є кисломолочний продукт, який здатний підвищувати прохідність бактерій.

ВИСНОВКИ

В магістерській роботі проведено інтенсифікацію процесу отримання сирного зерна шляхом модернізації сировиготовлювача серії CVN.

Проведені дослідження впливу технологічних факторів на реологічні властивості сиру термокислотного з ферментацією сирної маси.

Встановлено, що зміна температури середовища ферментації від 10 до 20 °С збільшує величину граничного напруження зсуву від 2,7 до 2,78 Н/мм². При цьому обрані температурні режими слабо впливають на консистенцію сирної маси під час процесу ферментації, однак спостерігається гідратація білка та наявність дифузійних процесів, що має позитивний вплив.

Встановлено, що продовження тривалості процесу ферментації пропорційно збільшує граничне напруження зсуву сирної маси. Це пояснюється рівномірністю дифузійних процесів, що веде до підвищення масової частки вологи у продукті. Визначено залежність між консистенцією сирної маси під час процесу ферментації і величиною граничного напруження зсуву.

За результатами досліджень було визначено найбільш раціональні технологічні параметри процесу ферментації для сирної маси збагаченої молочнокислою мікрофлорою - температура середовища ферментації – 15 і 20 °С; - тривалість процесу ферментації – не менше 24 год; - титрована кислотність середовища ферментації – не нижче 120 °Т.

Рекомендується реалізувати запропоновані рекомендації з модернізації сировиготовлювача серії CVN. Це дозволить підвищити продуктивність, зменшити витрати на електроенергію та підвищити якість сирного зерна.

Детальний розрахунок вартості модернізації сировиготовлювача серії CVN більш точно визначити бюджет, необхідний для реалізації модернізації.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Олішевський ВВ.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Лобанов ДВ.	<i>Назва, додаткова назва</i>	221854.КР.19.008 ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук МВ.		<i>Інд змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2	

Рекомендації

• Для зниження вартості модернізації можна розглянути наступні варіанти:

- Використовувати обладнання вітчизняного виробництва.
- Самостійно виконувати демонтаж та монтаж обладнання.

Зменшити обсяг робіт з налаштування та пусконаладжувальних робіт

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

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

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Олшеський ВВ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Лобанов ДВ.	<i>Назва, додаткова назва</i>	221854.КР.19.009 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук МВ.		<i>Інд змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/3

9. Механічні процеси і обладнання переробного та харчового виробництва: навч. посібник / П.С.Берник, З.А.Стоцько, І.П.Паламарчук, В.В.Яськов. 32 Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2004. 336 с.
10. Антипов, С.Т. Машины и аппараты пищевых производств : учебник для вузов : в 2-х кн. / под ред. акад. РАСХН В.А. Панфилова. М.: Высшая школа, 2001. 1383 с.
11. А.І.Соколенко, О.Ю.Шевченко, В.А.Піддубний Інтенсифікація масообмінних процесів в харчових і мікробіологічних технологіях / Київ,"Люксар", 2008. 443 с.
12. В.М. Фокин, Г.П. Бойков, Ю.В. Видин. Основы энергосбережения в вопросах теплообмена. М.: «Издательство Машиностроение-1», 2005. 192 с.
13. Соколенко, А.І. Інтенсифікація тепло- масообмінних процесів в харчових технологіях / А.І.Соколенко, А.А.Мазаракі, О.Ю.Шевченко, В.А.Піддубний, В.О.Сукманов К.: Фенікс, 2011. 536 с.
14. Пищевая инженерия : справочник с примерами расчетов / К.Дж.Валентас, Є.Ротштейн, Р.П.Сингх. М.: ДеЛи принт, 2004. 848 с.
15. І.П. Паламарчук, П.С. Берник, З.А. Стоцько, В.В. Яськов. Теплообмінні процеси та обладнання переробного та харчового виробництва: навчальний посібник / Львів: Бескид Біт, 2006. 368 с.
16. В.В. Рвачов Технологічне обладнання харчових виробництв. Механічне обладнання: навчальний посібник для студентів механічних фахів / Одеса: Астропринт, 2001. 320 с.
17. Р. Л. Тимингс Справочник инженера-механика / под ред. Ю. И. Шкадиной; пер. с англ. М. : Техносфера, 2008. 632 с.
18. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, Л.Л. Харчові технології у прикладах і задачах: підручник / Л.Л.Товажнянський, С.І.Бухкало, П.О.Капустенко, О.П.Арсеньєва, Є.І.Орлова. К.: ЦУЛ, 2008. 576 с.

19. А.Н.Остриков, О.В.Абрамов. Расчет и конструирование машин и аппаратов пищевых производств: учебник / СПб.: ГИОРД, 2003. 352 с.
20. Система управління безпекою харчових продуктів. Вимоги : ДСТУ 4161 – 2003. – [Чинний від 2003-07-01.]. – К.: PELTA.ORG, 2003. – 13 с. - (Національний стандарт України).
21. Загальні технології харчових виробництв: підручник / А. І. Українець, М. М. Калакура, Л. Ф. Романенко. - К.: Університет "Україна", 2010. 814 с.
22. Машкін М.І., Париш Н. М. Технологія молока і молочних продуктів: Навчальне видання. К.: Вища освіта, 2006. 351 с.
23. Сурков В.Д. и др. «Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности», - М.: Пищевая промышленность, 1983. - 432с.
24. Твердохлеб Г. В., Диланян З. Х., Чекулаева Л. В. Технология молока и молочных продуктов М . : Агропромиздат, 1991. с. 463.
25. Манилов С.В. Дослідження впливу денатурованих сироваткових білків на властивості низькокалорійних молочно- білкових продуктів: дис. канд. техн. наук: 05.18.04/ С.В.Манилов. - Кемерово: Кемеровський технологічний інститут харчової промисловості, 2009.