

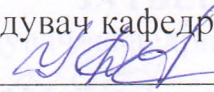
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО

Факультет харчових технологій та біотехнології

Кафедра технології м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів

До захисту допущено

Завідувач кафедри

 Уляна ДРАЧУК
(підпис) (ім'я та прізвище)

« 5 » червня 2026 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня бакалавра

зі спеціальності 181 «Харчові технології»

(код та найменування спеціальності)

освітньо-професійної програми Харчові технології

на тему: Проект цеху виробництва майонезу потужністю 1,1 т/зм.

Виконавець:

здобувач

Петрів Вадим Петрович

(прізвище, ім'я та по батькові)

Керівник:

Галух Б.І.

(прізвище, ім'я та по батькові)

Рецензент:

Мусій А.А.

(прізвище, ім'я та по батькові)

Львів – 2026

ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО

Факультет Харчових технологій та біотехнологій
Кафедра Технології м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів
Освітній ступінь Бакалавр
Спеціальність 181 Харчові технології
Освітньо-професійна програма «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

(підпис)

Уляна ДРАЧУК

(ім'я та прізвище)

« 25 » вересня 2025 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу здобувача вищої освіти

Петріву Вадиму Петровичу

(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема роботи: Проект цеху виробництва майонезу потужністю
1,1 т/зм.

керівник роботи: Галух Б.І., к.т.н., доцент

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від 31.12.2025 року № 1633-4

2. Строк подання здобувачем роботи 5.06.2026 р.

3. Вихідні дані до роботи 1). Продуктивність виробництва – 1,1 т готової продукції за зміну, 2. Запроєктувати цех з виробництва майонезів обраного асортименту: майонез висококалорійний (вміст жиру 67–72%) та майонезні соуси. 3. Режим роботи підприємства - двозмінний (8 годин на зміну), при 280 робочих днях на рік. 4. Основне обладнання: установка комбінаторного типу (вотатор) фірми «Schröder» (Німеччина). 5. Розташування – у складі діючого харчового підприємства або як окремий модуль (Західний регіон України).

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Вступ; 2. Технологічна частина; 3. Технологічні розрахунки; 4. Архітектурно-будівельна частина; 5. Охорона праці та захист навколишнього середовища; 6. Розрахунок техніко-економічних показників проєкту; 7. Висновки; 8. Список літератури; 9. Додатки

5. Перелік графічного матеріалу 1. Технологічна схему виробництва;

2. План цеху з розташуванням технологічного обладнання;

3. Поздовжній А–А і поперечний розрізи Б–Б будівлі;

4. Техніко-економічні показники проєкту.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1. Вступ	Галух Б.І.		
2. Технологічна частина	Галух Б.І.		
3. Технологічні розрахунки	Галух Б.І.		
4. Архітектурно-будівельна частина	Галух Б.І.		
5. Охорона праці та захист навколишнього середовища	Ярошович І.Г.		
6. Розрахунок ТЕП проекту	Душка В.І.		
7. Висновки	Галух Б.І.		
8. Список джерел літератури	Галух Б.І.		
9. Додатки	Галух Б.І.		

7. Дата видачі завдання 25.09.2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Вступ		5
2.	Архітектурно-будівельна частина		10
3.	Технологічна частина: розрахунок сировини, площ		15
	I атестація	20.11.2025	30
4.	Технологічна частина: вибір технологічних схем		10
5.	Розрахунок обладнання, робочої сили, енерговитрат		10
6.	Розміщення обладнання на планах та розрізах		15
	II атестація	4.03.2026	35
8.	Охорона праці та захист навколишнього середовища		5
10.	Розрахунок ТЕП проекту		15
11.	Оформлення пояснювальної записки і графічної частини		15
	III атестація	29.05.2026	35
	Допуск до захисту	05.06.2026	100

Здобувач

(підпис)

Вадим ПЕТРІВ

(ім'я та прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Богдан ГАЛУХ

(ім'я та прізвище)

Зміст

Анотація

Вступ

1. Техніко-економічне обґрунтування проєкту

- 1.1. Огляд вітчизняного та зарубіжного досвіду у виробництві майонезу
- 1.2. Рецептурні компоненти для виробництва майонезу
- 1.3. Теоретичні основи утворення майонезної емульсії, її структурно-реологічні властивості та стійкість
- 1.4. Технологічні схеми та обладнання для одержання майонезів

2. Технологічна частина

- 2.1. Виготовлення майонезу напівпотоким методом із застосуванням обладнання "Schröder"
- 2.2. Методика виготовлення майонезу за трифазною підготовкою складників
- 2.3. Технологія майонезу за трифазним алгоритмом підготовки складників
- 2.4. Нормативні документи на вихідну сировину, допоміжні матеріали та кінцевий продукт

3. Технологічні розрахунки

- 3.1. Розрахунок матеріальних потоків
- 3.2. Тепловий баланс
- 3.3. Розрахунок та характеристика основного й допоміжного обладнання
- 3.4. Схема технохімічного контролю виробництва

4. Архітектурно-будівельна частина

5. Охорона праці та навколишнього середовища

6. Техніко-економічні показники проєкту

7. Висновки

8. Список джерел літератури

Додатки

						Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

АНОТАЦІЯ

У межах розроблення кваліфікаційного проєкту було аргументовано та визначено оптимальну апаратурно-технологічну лінію виготовлення майонезної продукції. Автором дібрано специфікацію обладнання, що повною мірою відповідає регламентованим параметрам реалізації виробничого циклу. Також у роботі представлено повний комплекс необхідних розрахунків матеріальних потоків.

Проектна документація щодо зведення промислового підрозділу з випуску майонезу на базі механізмів «Шрьодер» із продуктивністю 1,1 т за зміну містить пояснювальну записку обсягом 78 сторінки. Додатково представлено графічний блок, що складається з 4 аркушів формату А1.

Структура пояснювальної записки охоплює такі розділи:

Вступ. У цьому розділі коротко окреслено пріоритетні завдання, що постають перед олійно-жировим сектором економіки. Також визначено персональну роль фахівця у процесі розв'язання зазначених проблем.

Техніко-економічне обґрунтування. Розділ містить ретроспективний аналіз глобального та локального ринку майонезної продукції. Тут подано фундаментальні характеристики, принципи систематизації, склад компонентів та фізико-хімічні засади стабілізації емульсій.

Технологічний блок. Тут наведено варіативність схем виготовлення соусів та аргументовано вибір конкретної моделі. Описано методику отримання продукту через три- та чотирифазну системи підготування інгредієнтів. Сформовано перелік чинних стандартів на сировинну базу та кінцеві товари.

Інженерні розрахунки. У цій частині обчислено баланс сировини. Також подано технічні параметри та функціональні дескрипції основних і допоміжних агрегатів.

Охорона праці та екологічна безпека. Розділ регламентує дотримання санітарно-гігієнічних умов. Окремо розглянуто алгоритми захисту довкілля та принципи функціонування систем водовідведення.

Економічна оцінка. Обчислення фінансових індикаторів підтверджують

						Арк.
						2
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

доцільність та високу рентабельність впровадження обраної моделі.

Висновки. Розділ слугує підсумковою акумуляцією результатів проведеного дослідження.

Перелік джерел літератури.

Графічні додатки ілюструють:

1. Технологічну послідовність виготовлення емульсійного продукту.
2. Просторову конфігурацію цеху з прив'язкою агрегатів.
3. Вертикальні та горизонтальні перерізи споруди.
4. Зведену таблицю фінансово-технічних маркерів.

						Арк.
						3
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Раціон індивіда з моменту народження та впродовж усього життєвого шляху безпосередньо корелює зі станом організму. Компоненти нутрієнтів, що надходять разом із продуктами, акумулюють необхідний енергетичний потенціал. Вони формують базу для інтелектуальної та фізичної активності. Окрім того, якість дієти лімітує тривалість життя та репродуктивну спроможність особи [1-3].

Сучасні постулати дієтології та засади Державної стратегії збалансованого харчування диктують трансформацію методів моделювання складу товарів. Технології мають не лише компенсувати дефіцит енергії. Вони покликані насичувати організм специфічними мікроелементами для запобігання поширенню аліментарних патологій. Паралельно з цим харчові об'єкти повинні зберігати високі органолептичні властивості. Їм слід відповідати культурним уподобанням та традиціям етносу [4-6].

Моніторинг ринкових настроїв засвідчив високу обізнаність різних категорій населення України щодо зв'язку власного стану із якістю їжі. Громадяни прагнуть підтримувати високий життєвий тонус без надмірних зусиль та фармакологічного втручання [7, 8]. Як наслідок, асортимент харчової індустрії нового століття має поєднувати поживну цінність із терапевтичною та превентивною дією [9, 10].

На вітчизняному ринку термін «майонез» застосовується до широкого спектра товарів. Проте автентичний соус «Провансаль» у країнах ЄС не ідентифікували б як майонез через недостатню частку ліпідів. Європейські правові норми чітко регламентують маркування для запобігання дезінформації покупців. Класифікація залежить від концентрації жиру: власне майонез потребує від 80%, салатний варіант – 50-70%, а соус – 29-49%.

Також суворо контролюється кількість яєчного жовтка в рецептурі. Цей показник у західних стандартах корелює з традиційними параметрами локальних виробів. У промислово розвинених регіонах левову частку продажів (близько 95%) становлять салатні різновиди. Це пояснюється високою вартістю класичного жирного продукту [7].

					Арк. 4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Методологія виготовлення поділяється на локальну та європейську моделі. Традиційний вітчизняний підхід передбачає багатоетапну підготовку натуральних інгредієнтів безпосередньо на заводі. Західна концепція базується на змішуванні готових напівфабрикатів, що постачаються спеціалізованими хімічними підприємствами. У такому разі кінцевий процес обмежується механічним поєднанням фаз у реакторі.

Нині торговельні мережі пропонують надзвичайно строкатий вибір соусів за хімічним складом та вартістю. Через таку диференціацію пересічному споживачу стає складно оцінити реальну якість продукту. Чинна державна база нормативів передбачає поділ цієї групи товарів на два класи: власне майонези (із вмістом жиру понад 35%) та соуси салатні (де частка олії становить від 5 до 50%) [1].

						Арк.
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ

1.1. Огляд вітчизняного та зарубіжного досвіду у виробництві майонезу

Майонез являє собою складну багатокомпонентну систему, що зберігає стабільність у широкому температурному діапазоні від 0 до 18 °С. Цей продукт є тонкодисперсною емульсією, основою якої слугують рафіновані дезодоровані рослинні олії. До складу також входять емульгувальні агенти, стабілізаційні системи, смако-ароматичні сполуки та прянощі, що офіційно санкціоновані органами охорони здоров'я для харчового використання.

Дану продукцію застосовують як смакову приправу, що сприяє кращій асиміляції їжі організмом. Майонези виступають невід'ємним інгредієнтом під час приготування овочевих, рибних і м'ясних страв. Їх широко використовують у закладах ресторанного господарства, домашній кулінарії, а також як основу для закусок і десертів.

1.1.1. Загальна характеристика, призначення, класифікація та асортимент майонезів

Відповідно до положень ДСТУ 4487:2005 «Майонези. Загальні технічні умови», продукцію класифікують на такі групи: десертні, бутербродні та столові. За структурно-механічними показниками виділяють рідкі, порошкоподібні та густі пастоподібні соуси. Енергетична цінність продукту корелює з концентрацією ліпідів, тому майонези поділяють за вмістом олії:

- висококалорійні: частка загального жиру перевищує 55%.
- середньокалорійні: концентрація ліпідної фази становить від 35 до 55%.
- низькокалорійні: масова частка жиру складає менше ніж 35%.

Для надання специфічних органолептичних характеристик та забезпечення технологічної стійкості до рецептури вводять спеціалізовані функціональні добавки.

В асортиментній структурі підприємств-учасників асоціації «Укроліяпром» домінує сегмент високожирних соусів, на які припадає приблизно 70% валового випуску. Решта обсягів розподіляється між продукцією низької та середньої калорійності.

					Арк. 6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

До недавнього часу лінійка висококалорійних виробів була обмежена класичним «Провансалем» та іншими сортами із жирністю 60-67%. Проте з експансією на внутрішній ринок преміальних іноземних брендів (таких як Hellmann's або Calve) сформувався прошарок споживачів, орієнтованих на якісний високожирний продукт.

На сучасному етапі ринок України насичений елітними марками підвищеної жирності (72%), серед яких «Європейський», «Львівський преміум» та «Королівський» тощо. Попри це, питома вага виробництва таких соусів залишається відносно незначною. З минулого року низка заводів розпочала випуск «Оливкового» майонезу із вмістом жиру 80%. У технологічному процесі для цього типу продукції використовують суміш оливкової та кукурудзяної олій, доповнену відповідними ароматизаторами.

На базі стандартних рецептур столових соусів можливе виготовлення порошкоподібних концентратів, які наразі не випускаються промисловістю України. Регенерація традиційної консистенції та споживчих властивостей здійснюється шляхом гідратації порошку водою у пропорції 1,3:1 при температурному режимі близько 20 °С. Подібні сухі суміші розроблені для заправлення холодних закусок та овочевих салатів.

1.2. Рецептурні компоненти для виробництва майонезу

Фундаментальним та обов'язковим інгредієнтом усіх видів майонезної продукції є рослинні жири. До них належать соняшникова, кукурудзяна, соєва, оливкова, а також ріпакова та гірчична олії. Весь обсяг ліпідної фази має пройти повний цикл рафінації, що включає процеси гідратації, дезодорації, нейтралізації вільних жирних кислот лугом, а також адсорбційне очищення та винтеризацію (виморожування).

Другим за значущістю складником є вода питної якості. У технологічному циклі вона виконує роль розчинника для цукру й солі, а також забезпечує гідратацію та набухання білкових структур та інших інгредієнтів. За своїми органолептичними та хімічними показниками вода має бути позбавлена домішок

						Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

заліза, хлору, а також солей магнію та кальцію, щоб не погіршувати смакові характеристики кінцевого продукту.

Третю групу обов'язкових компонентів становлять емульгуючі агенти. Оскільки майонезна емульсія виготовляється та реалізується у рідкому агрегатному стані, як емульгатори застосовують переважно натуральні продукти. До них належать яєчні компоненти, сухе незбиране та знежирене молоко, маслянка, вершки та білково-сироваткові концентрати.

Молочні продукти у сухому вигляді функціонують не лише як емульгатори, а й як стабілізатори структури. Білкові фракції, що містяться в них, здатні зв'язувати вологу, забезпечуючи необхідну в'язкість системи. Ще інтенсивніші структуроутворювальні властивості притаманні соєвим білкам (ізолятам та концентратам). Проте специфічний присмак сої обмежує обсяги їх використання в українській харчовій індустрії.

Найпоширенішим яєчним інгредієнтом є сухий яєчний порошок, отриманий методом розпилювального сушіння. Він містить комплекс ліпідів, фосфоліпідів та мінеральних речовин, що сприяють формуванню стабільної емульсії та покращують колір продукту. Показник розчинності такої сировини має перевищувати 85%. Окрім порошку, можливе використання свіжих або консервованих жовтих продуктів.

Ключову функцію у стабілізації водно-жирової системи виконують фосфоліпіди яєць. Для інтенсифікації їхньої дії застосовують ферментативну модифікацію за допомогою спеціалізованих харчових добавок (наприклад, ферменту лецитаза 10 Л). Це дає змогу суттєво зменшити витрати яєчної сировини (у 1,5-1,8 рази) без втрати якісних показників емульсії.

Харчова сіль та цукор-пісок додаються для формування гармонійного смакового профілю. Критично важливою є чистота цих компонентів; зокрема, вміст іонів магнію та заліза не повинен перевищувати 0,01% та 0,005% відповідно. У дієтичних та профілактичних сортах майонезу цукор замінюють ксилітом або іншими сучасними підсолоджувачами.

Застосування цукрозамінників є ефективною альтернативою традиційним

					Арк. 8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

вуглеводам. Найбільш доцільним є використання речовин із коефіцієнтом солодкості 100-450 одиниць відносно сахарози. Високу термостабільність демонструють замінники марок Аспасвіт та Аспамікс. Сучасним та безпечним варіантом є Сурель, що не містить синтетичних сахаринів. Також широко застосовуються стевіозиди, які мають високу точку плавлення та високий рівень солодкості.

Для надання продукту специфічного аромату та забезпечення необхідного рівня кислотності (рН), що перешкоджає розвитку мікрофлори, використовують оцет або розчини харчових кислот (лимонної, молочної, винної). Використання винного або трав'яного оцту дозволяє отримати м'якший та приємніший смак.

Гірчичний порошок у рецептурі відіграє подвійну роль: як смаковий інгредієнт завдяки аліловій олії та як додатковий стабілізатор структури. У промисловому виробництві порошок часто замінюють на рідкі ароматизатори гірчиці, що покращує санітарний стан цеху та полегшує працю персоналу.

Асортимент смакових добавок залежить від типу продукту. У десертні варіанти вводять какао, ванілін та фруктові екстракти. Для столових соусів характерне використання екстрактів прянощів (перцю, часнику, кропу), отриманих методом CO₂-екстракції. Це забезпечує гомогенність розподілу ароматів у масі продукту.

Для підвищення агрегативної стійкості низькожирних систем обов'язковим є введення стабілізаторів. Вони підвищують в'язкість середовища, запобігаючи розшаруванню фаз. Найчастіше використовують гідроколоїди (гуарова камедь, ксантан) та модифіковані крохмалі. Застосування модифікованих крохмалів є енергоефективним, оскільки дозволяє реалізувати «холодну» технологію виробництва.

Сучасна тенденція у галузі полягає у переході на складні багатокомпонентні стабілізаційні системи (наприклад, «Хамульсіони»). Вони гарантують стабільну якість емульсії та дозволяють подовжити термін придатності продукту понад стандартні 40 діб, що було обмеженням для класичних рецептур із термічною пастеризацією.

						Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У структурі вітчизняної майонезної продукції для інтенсифікації в'язкості та зміцнення емульсійних систем широко впроваджують модифіковані крохмалі. Варто підкреслити, що використання хімічно або фізично змінених крохмалів демонструє вищу функціональну спроможність порівняно з нативними аналогами.

Суттєвою перевагою модифікованих полісахаридів є зменшення температурного порогу клейстеризації. Дана властивість дозволяє реалізувати «холодний» метод виробництва, що мінімізує витрати енергії, скорочує тривалість циклу та підвищує продуктивність ліній. Відповідно до положень нормативної бази, у виробництві соусів раціонально застосовувати кукурудзяні та картопляні крохмалі, карбоксиметилловий крохмаль, пектинові речовини та полісахаридні камеді (ксантанову, гуарову або ріжкового дерева).

Сучасні тенденції харчової індустрії орієнтовані на створення комплексних стабілізаційних платформ. Такі системи зазвичай інтегрують у собі емульгувальні агенти, загущувачі та речовини, що сприяють гелеутворенню. Окрім технологічних переваг, закордонні стабілізаційні суміші характеризуються стабільно високими показниками якості складників.

На противагу цьому, локальні постачальники сировинних ресурсів, як-от молочні комбінати чи птахофабрики, не завжди гарантують відповідність інгредієнтів суворим міжнародним критеріям Кодексу Аліментаріус. До того ж класичні методики виготовлення передбачають термічну обробку білкових та цукрових розчинів. Це обмежує тривалість зберігання готового продукту лише сорока добми за умови дотримання регламентованого холодильного режиму.

Завдяки інноваціям у рецептуробудуванні з'явилася можливість повністю виключити яєчний порошок, замінивши його синтетичними емульгаторами та специфічними ароматизаторами жовтка. Аналогічно, використання рідких ароматизаторів гірчиці замість сухого концентрату дозволило розв'язати низку виробничих проблем. Зокрема, було ліквідовано ризики мікробіологічної конмінації та шкідливий вплив пилу й різких випарів під час підготовки сировини.

Остаточне формування смакового профілю забезпечується введенням

						Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

натуральних екстрактів або ароматичних композицій прянощів (лаврового листа, перцю чи прованських трав). За низького дозування (60-80 г/т) ці сполуки не домінують, а гармонійно доповнюють базову органолептику. Вони нівелюють смакові прогалини та надають продукту цілісності й делікатної пікантності.

1.3. Теоретичні основи утворення майонезної емульсії, її структурно-реологічні властивості та стійкість

Майонези являють собою високодисперсну жиро-водну емульсію прямого типу, яка зберігає стабільність у широкому діапазоні температур і характеризується рівномірним розподілом усіх компонентів рецептури. Технологія їх виготовлення базується на сучасних наукових теоріях формування дисперсних систем та вивченні факторів, що забезпечують їхню агрегативну стійкість.

Емульсії – це гетерогенні системи, утворені двома рідинами, що не змішуються, де одна з них (внутрішня фаза) розподілена в іншій (зовнішнє середовище) у вигляді мікроскопічних крапель. Залежно від об'ємної частки дисперсної фази їх поділяють на три типи:

- розбавлені – містять до 2% дисперсної фази.
- концентровані – вміст фази становить до 74%.
- висококонцентровані – вміст фази перевищує 74%.

Для ініціації процесу диспергування застосовують механічні методи, такі як інтенсивне перемішування, гомогенізація під тиском, вібрація та розтирання. Основна мета цього процесу – забезпечити максимальну площу поверхні розділу фаз для рівномірного розподілу інгредієнтів. Механізм емульгування включає дроблення рідини та подальшу фіксацію отриманих крапель за допомогою адсорбції емульгатора на їхній поверхні.

Визначальним фактором стійкості є механічна міцність адсорбційних шарів (молекулярних або міцелярних), що виникають на межі розділу олії та води. Процес формування захисного бар'єру проходить кілька етапів:

Початкова стаді при низькій концентрації ПАР молекули розташовані

						Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

горизонтально та слабо гідратовані, а поверхневий натяг не змінюється.

Формування шару: зі збільшенням концентрації ПАР відбувається орієнтація полярних груп і зниження поверхневого натягу.

Насичення: у насиченому шарі всі молекули орієнтовані та гідратовані, що забезпечує мінімальний поверхневий натяг і максимальну механічну міцність системи.

Максимальна стійкість адсорбційного шару досягається саме при його повному насиченні «густо упакованими» молекулами ПАР, що запобігає коалесценції крапель.

Важливим аспектом теорії емульгування є визначення умов, за яких дисперсна система зберігає свою цілісність протягом тривалого часу. Найбільш стійкі емульсії формуються тоді, коли адсорбційно-сольватні (міжфазні) шари мають специфічні структурно-механічні властивості – високу міцність, пружність та структурну в'язкість.

Для отримання стійких висококонцентрованих систем необхідно забезпечити наступні умови:

Висока структурна в'язкість – адсорбційні шари разом із сольватною оболонкою повинні ефективно протидіяти деформаціям.

Механічна міцність на зсув: при концентраціях ПАР, близьких до граничного насичення, шари набувають властивостей двомірних кристалоподібних структур.

Динамічна регенерація: окрім міцності, плівка повинна зберігати певну рухомість. Це дозволяє адсорбційному шару миттєво відновлюватися у разі випадкового локального розриву.

Надмірна жорсткість структури може бути шкідливою, оскільки вона знижує здатність захисного бар'єру до самовідновлення, що призводить до появи розривів і подальшого руйнування системи.

Стабілізація жиरो-водних соусів базується на принципі структурно-механічного бар'єру. У висококонцентрованих емульсіях цей захист забезпечується з а рахунок утворенням желеподібних шарів із ліофільних колоїдів на межі розділу фаз та формуванням надмолекулярних структур у вигляді

						Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

фазових поверхневих плівок.

Проблема агрегативної нестійкості з точки зору фізики і хімії у тому, що емульсії є термодинамічно нестійкими системами через значний запас вільної енергії на міжфазній поверхні. Самочинні процеси в таких системах завжди спрямовані на зменшення вільної енергії шляхом скорочення сумарної поверхні розділу, зменшення ступеня дисперсності (коалесценція крапель) та кінцеве розшарування системи на дві об'ємні фази.

Вирішення загальної проблеми емульгування полягає у створенні таких умов, за яких внутрішній опір системи (пружність та міцність захисних шарів) переважає над тенденцією до термодинамічного розпаду.

Стабільність майонезної продукції безпосередньо залежить від балансу між водною та жировою фазами за певної концентрації емульгатора. Порушення цих пропорцій при сталій швидкості емульгування призводить до незворотного руйнування системи.

Існує взаємозв'язок концентрації ПАР та вмісту жиру. Де при безперервному введенні олії в систему з високим вмістом емульгатора емульсія поступово набуває вираженої в'язкості.

Момент появи великих «пластівців» (хлоп'їв) з подальшим розшаруванням системи є індикатором гранично допустимої кількості олії.

Зі зростанням концентрації поверхнево-активних речовин (ПАР) збільшується об'єм олії, який система здатна утримувати без розшарування.

Для кожного типу емульгатора існує індивідуальна оптимальна концентрація, що забезпечує максимальне утримання жирової фази.

Ефективність формування емульсії типу «олія-у-воді» (О/В) визначається станом водної фази, а об'єм води, зв'язаної емульгатором, прямо залежить від його концентрації та досягнутого ступеня дисперсності.

Підвищення інтенсивності емульгування та концентрації ПАР призводить до скорочення частки вільної (незв'язаної) вологи.

Гранична кількість олії, яку можна ввести в систему, обмежена наявністю вільної води, необхідної для формування гідратних оболонок навколо крапель

					Арк. 13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

жиру.

Вивчення структурно-механічних властивостей дозволяє оцінити деформаційні процеси, що виникають під дією напруги, та спрогнозувати зміну структури майонезу під час виробництва або тривалого зберігання.

Для отримання вичерпних характеристик найчастіше застосовують ротаційні віскозиметри з коаксіальними циліндрами.

Практичне значення полягає у тому, що такі дослідження дають змогу визначити характер утворених структур та їхню стійкість до механічних впливів, що є критичним для забезпечення стандартизованої якості харчового продукту.

Структурно-механічні характеристики є визначальними для оцінки якості готового майонезу, оскільки вони відображають внутрішню організацію системи.

Для столових майонезів характерними є наступні структурно-реологічні показники:

Границі текучості (Па): мінімальна становить 12,0; динамічна за Бінгамом – 54,0; максимальна сягає 82,0.

В'язкість структури (Па·с): для незруйнованої системи – 36,1; для гранично зруйнованої – 0,7.

На відміну від простих рідин, в'язкість яких залежить лише від температури, структуровані системи (майонези) виявляють залежність від градієнта швидкості та демонструють різке падіння в'язкості при нагріванні. Такі аномалії в'язкості є критично важливими для характеристики фізичного стану продукту.

Типи структур та їх формування

Наявність структури забезпечує системі такі властивості як міцність, пружність та пластичність. Ці параметри визначаються молекулярними силами зчеплення між частинками фази та їхньою взаємодією з середовищем. За природою сил зчеплення виділяють:

Коагуляційні структури утворюються шляхом зчеплення частинок силами Ван-дер-Ваальса через рідкі прошарки, формуючи пухкі каркаси та ланцюги.

Конденсаційно-кристалізаційні структури характеризуються міцнішими

					Арк. 14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

зв'язками між елементами.

Розвиток структури відбувається в часі, що може призводити до зміни характеру течії або навіть повного затвердіння системи.

Вирішальне значення для запобігання розшаруванню мають властивості ПАР, умови емульгування, дисперсність частинок та в'язкість фаз.

При підготовці емульгаторів для ефективної дії яєчний порошок або сухе молоко мають бути перетворені на однорідний розчин. Недостатня розчинність цих компонентів часто стає причиною виділення водної або масляної фаз.

При періодичному способі пасту готують за 45-95 °С.

При безперервному способі використання холодної водопровідної води (5-15 °С) погіршує змочуваність сухих речовин.

Для отримання стабільної структури температура води для змочування має бути не нижчою за 30 °С, час перемішування – 20-30 хв, а оцтову кислоту слід вводити безпосередньо перед гомогенізацією.

Традиційні методи контролю (вміст жиру, волоgi) або описові характеристики («сметаноподібний») не дають вичерпного уявлення про якість. Необхідним є впровадження фізико-хімічних методів для визначення структурної в'язкості та границі текучості, які є об'єктивними показниками стабільності та консистенції майонезу.

1.4 Технологічні схеми та обладнання для одержання майонезів

Виробництво майонезу періодичним способом

Технологічний процес виготовлення майонезу передбачає формування оптимальних умов, які забезпечують отримання однорідної та стабільної системи з практично нерозчинних між собою компонентів (олії та водної фази). При цьому враховуються такі параметри, як концентрація сухих інгредієнтів, швидкість подачі олії та інтенсивність механічного впливу.

Процес виробництва майонезу включає такі основні стадії:

- підготовка окремих складових рецептурної суміші;
- дозування інгредієнтів і формування майонезної пасту

					Арк. 15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

(емульгувальної та структуроутворювальної основи);

- отримання грубодисперсної емульсії;
- формування тонкодисперсної емульсії (гомогенізація);
- введення смакових та ароматичних компонентів;
- фасування готової продукції;
- транспортування на склад і подальше зберігання.

Підготовка окремих компонентів рецептурної суміші

Сипкі інгредієнти (сухе молоко, цукор-пісок, яєчний порошок, гірчичний порошок, кухонна сіль) піддають просіюванню на вібраційних ситах, оснащених магнітними уловлювачами для видалення феромагнітних домішок. Відсутність грудок у сухих речовинах підвищує їхню вологоємність і ступінь дисперсності під час набухання. Це також покращує поверхнево-активні властивості та емульгувальну здатність компонентів.

Освітлений сольовий розчин подається із солерозчинника в ємність для приготування оцтово-сольового розчину. У цій ємності його розбавляють водою до концентрації 13-15 % для високожирних майонезів і до 9-10 % для низькокалорійної продукції. Одночасно за допомогою вакуумного насоса вводиться 80 %-ва оцтова кислота у кількості, визначеній рецептурою. Концентрація оцтової кислоти в розчині не повинна перевищувати 7-9 % для висококалорійних майонезів і 5-6 % для низькокалорійних продуктів.

За відсутності солерозчинника допускається введення сухої солі безпосередньо в ємність для приготування оцтово-сольового розчину. Така ємність повинна бути оснащена мішалкою, яка забезпечує перемішування до повного розчинення солі.

Застосування 80 %-ї оцтової кислоти може надавати продукту надмірно різкого кислого присмаку. У зв'язку з цим для покращення органолептичних характеристик доцільно використовувати ароматизований оцет.

Для запобігання появі надмірної гіркоти в готовому продукті гірчичний порошок піддають попередній підготовці. За 24 години до початку виробництва необхідну кількість порошку поміщають у ємність з емальованим покриттям або

						Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виготовлену з нержавіючої сталі. Далі його заливають водою температурою 80-100°C у співвідношенні 1:2. Суміш ретельно перемішують до отримання однорідної консистенції, після чого поверхню гірчичної маси вирівнюють.

На вирівняну поверхню наливають шар води температурою 100 °C висотою 4-6 см. Ємність герметично закривають кришкою та витримують протягом доби. Після завершення витримки верхній шар води зливають.

Приготування майонезної пасти

Однією з ключових умов отримання стабільних емульсій є коректна підготовка емульгаторів. Вона передбачає їх переведення у стан однорідного колоїдного розчину з максимально можливим ступенем дисперсності. Такий стан забезпечує високу ефективність емульгувальної дії.

Основними емульгаторами, які забезпечують необхідну стабільність емульсії, є яєчний порошок і сухе молоко.

Процес приготування майонезної пасти включає розчинення сухих компонентів і їх подальше змішування до досягнення гомогенного стану. Розчинення інгредієнтів здійснюють у двох змішувачах. В одному апараті проводять розчинення сухого молока разом із гірчичним порошком (у разі, якщо він не був попередньо запарений). В іншому змішувачі здійснюють розчинення яєчного порошку.

Допускається одночасне розчинення всіх компонентів в одному змішувачі, проте такий варіант є менш ефективним. Це пов'язано з різними температурними режимами обробки зазначених інгредієнтів. Крім того, при використанні одного змішувача знижується продуктивність періодичної лінії через збільшення тривалості приготування пасти.

У разі використання двох змішувачів процес розчинення починається із запарювання гірчичного порошку, якщо воно не було здійснене заздалегідь. У перший змішувач подають воду температурою 90-100°C і додають гірчичний порошок у співвідношенні 1:(2-2,5). Суміш інтенсивно перемішують до отримання однорідної маси.

						Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після цього до гірчичної маси додають воду температурою 35-40 °С, сухе молоко, харчову соду та цукор. Співвідношення сухого молока і води становить 1:3 для висококалорійних майонезів і 1:4 для продуктів зі зниженим вмістом жиру. Далі вмикають мішалку та подають пару в сорочку змішувача. Температуру суміші підвищують до 90-95 °С і витримують у цьому діапазоні протягом 20-25 хвилин. Після завершення теплової обробки суміш охолоджують до 40-45 °С.

У випадку попереднього запарювання гірчичного порошку гірчична маса вводиться до змішувача разом з іншими сухими компонентами перед стадією пастеризації. При цьому об'єм води, внесений разом із запареною гірчицею, обов'язково враховується.

У другому змішувачі здійснюють підготовку яєчного порошку. До нього додають воду температурою 40 °С у співвідношенні 1:(1,4-2) для висококалорійних майонезів і 1:(2,5-2,8) для низькокалорійних продуктів. Після цього вмикають мішалку та подають пару в сорочку апарата. Температуру підвищують до 60-65°C і витримують суміш у цьому режимі протягом 20-25 хвилин.

Для підвищення ступеня дисперсності розчину періодично вмикають емульсатор у режимі рециркуляції разом із змішувачем. Після завершення теплової обробки суміш охолоджують до 30-40°C.

Отримані розчини яєчного порошку та сухого молока з іншими компонентами змішують між собою у необхідному співвідношенні шляхом перекачування з малих змішувачів.

У разі приготування пасти в одному змішувачі процес також починається із запарювання гірчичного порошку, якщо воно не було виконане раніше. У змішувач подають воду температурою 90-100 °С та гірчичний порошок у співвідношенні (2-2,5):1. Суміш ретельно перемішують до отримання однорідної консистенції.

Далі додають воду температурою 35-40°C і сухе молоко у співвідношенні 3:1 для висококалорійних майонезів і 4:1 для продуктів зі зниженим вмістом жиру. Також вводять бікарбонат натрію, цукор і, у разі виробництва салатних

						Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

соусів, кукурудзяний фосфатний крохмаль. Отриману суміш витримують при температурі 90-95 °С протягом 20-25 хвилин за умов інтенсивного перемішування.

Після завершення процесів розчинення та пастеризації суміш охолоджують до 40-45 °С. Далі до неї додають воду і яєчний порошок у відповідних співвідношеннях: (1,4-2):1 для висококалорійних майонезів і (2,5-2,8):1 для продуктів зі зниженим вмістом жиру. Після цього температуру суміші підвищують до 60-65 °С і витримують упродовж 20-25 хвилин.

Для підвищення дисперсності компонентів пасти суміш періодично (приблизно по 5 хвилин) пропускають через емульсатор у режимі рециркуляції. Отриману майонезну пасту охолоджують до 30-40°С і подають у великий змішувач для подальшого приготування грубої емульсії.

Ефективність емульгувальної та стабілізувальної дії компонентів пасти (гірничного порошку, яєчного порошку, сухого молока) значною мірою залежить від ступеня їх підготовленості. Необхідно забезпечити повне набухання та відсутність грудок. Аналогічні вимоги висуваються до молока та яєчного порошку. Під час змішування має бути досягнутий рівномірний розподіл усіх компонентів.

Це забезпечується використанням змішувачів із пароводяною сорочкою, обладнаних мішалками інтенсивної дії, що сприяють ефективному диспергуванню.

Готовність пасти визначають візуально за пробою, відібраною під час перемішування. Зразок, нанесений на дерев'яну пластину, повинен мати абсолютно однорідну структуру. Тривалість перемішування встановлюється за ступенем готовності пасти і залежить від якості попередньої підготовки компонентів.

Масова частка сухих речовин у майонезній пасті повинна становити не менше 37-38 % для високожирних майонезів і не менше 32-34 % для продуктів зі зниженим вмістом жиру.

						Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приготування «грубої» майонезної емульсії

Формування «грубої» емульсії (попередній етап емульгування) здійснюють у змішувачах великого об'єму, оснащених перемішувальними пристроями з невисокою частотою обертання. Перевагу надають мішалкам рамного типу або обладнанню з регульованою швидкістю обертання. Перемішувальні органи повинні забезпечувати рівномірний розподіл компонентів по всьому об'єму апарата та виключати утворення застійних зон.

Підготовлену в малих змішувачах майонезну пасту перекачують у великий змішувач. Після завершення або в процесі перекачування при безперервному перемішуванні до пасти подають рослинну олію температурою 20-25 °С у кількості, передбаченій рецептурою. На початковому етапі (перші 7-10 хвилин) подача олії здійснюється повільно зі швидкістю 4-6 л/хв. Надалі швидкість збільшують до 10-12 л/хв.

Допускається починати введення олії за 3-7 хвилин до завершення перекачування всієї пасти. Для забезпечення рівномірного розподілу олію подають через спеціальний розподільчий пристрій (душ), який конструктивно виконаний у вигляді перфорованого змійовика.

Після завершення подачі олії у змішувач вводять попередньо підготовлений оцтово-сольовий розчин зі швидкістю 6-8 л/хв зі спеціальної ємності. Далі додають розчинні спеції. Нерозчинні у водній фазі спеції, а також смакові й ароматичні добавки вводять після проведення гомогенізації. Після внесення оцтово-сольового розчину перемішування продовжують протягом 1-7 хвилин.

Отримана «груба» емульсія повинна відповідати типу «олія у воді», характеризуватися достатньою стійкістю та не розшаровуватися до подальшої обробки в гомогенізаторі. Візуально така система має однорідний вигляд і зберігає стабільність при відборі проби навіть за умов слабкого перемішування.

Гомогенізація емульсії майонезу

Завершальним етапом отримання готового майонезу є процес гомогенізації, який здійснюють із використанням поршневих гомогенізаторів.

					Арк. 20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Проведення гомогенізації потребує точного дотримання встановлених параметрів тиску. Регулювання тиску здійснюється шляхом зміни зазору в гомогенізуючій головці.

Під час подачі емульсії в гомогенізатор встановлюють оптимальний тиск, що забезпечує формування необхідної консистенції продукту. До досягнення заданих параметрів майонез після гомогенізатора повертається у великий змішувач для повторної обробки.

Для висококалорійних майонезів оптимальний тиск становить 0,90-1,1 МПа. Для низькокалорійних продуктів цей показник знаходиться в межах 15,0-17,5 МПа.

У великому змішувачі емульсію необхідно перемішувати з незначною інтенсивністю. Надмірне механічне навантаження може спричинити руйнування структури емульсії, її розшарування або інверсію фаз. Водночас тривале відстоювання без перемішування також може призвести до втрати стабільності системи.

Після встановлення необхідного тиску готовий продукт із гомогенізатора направляють у ємність для зберігання готового майонезу.

Відхилення від оптимальних значень тиску для конкретної концентрації емульсії призводить до її руйнування. У разі перевищення тиску відбувається пошкодження адсорбційних плівок, що спричиняє коалесценцію жирової та водної фаз. У випадку недостатнього тиску не досягається необхідний рівень диспергування, що унеможливило отримання дрібнодисперсної та стабільної емульсії.

Під час експлуатації поршневих гомогенізаторів необхідно виключити потрапляння повітря в систему, а також його накопичення під клапанами. Це порушує роботу клапанного механізму та негативно впливає на ефективність роботи обладнання в цілому.

При виробництві майонезів із використанням прянощів і смакових добавок їх вводять у великий змішувач до подачі оцтово-сольового розчину.

Оцтовокислі екстракти прянощів додають вручну одночасно з оцтово-

						Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сольовим розчином. Вони вводяться у вигляді масляних розчинів, підготовлених у співвідношенні 1:50 або 1:100.

Принципова схема виробництва майонезу періодичним способом

Принципова схема виробництва майонезу наведена на рис. 1.

Порошкоподібні компоненти, попередньо просіяні на вібраційних ситах, подають у відповідні бункери: яєчний порошок – у бункер Б1, гірчичний порошок – у Б2, сухе молоко – у Б3, цукор-пісок – у Б4.

Харчову соду подають безпосередньо у змішувач ЗМ2. Із водяного бачка ВБ1 у цей змішувач надходить гаряча вода. Далі з бункера Б2 через ваговий пристрій В1 у змішувач завантажують гірчичний порошок. Після проведення процесу запарювання гірчиці до змішувача ЗМ2 із того ж водяного бачка подають теплу воду. Потім із бункера Б3 через ваги дозують сухе молоко, а з бункера Б4 – цукор-пісок.

Отриману суміш ретельно перемішують, після чого нагрівають до температури 90–95 °С. Суміш витримують при зазначеній температурі до повного розчинення сухого молока. У змішувач ЗМ1 із бункера Б1 через ваги подають сухий яєчний порошок. Після цього з бачка ВБ1 додають воду температурою 40–45 °С.

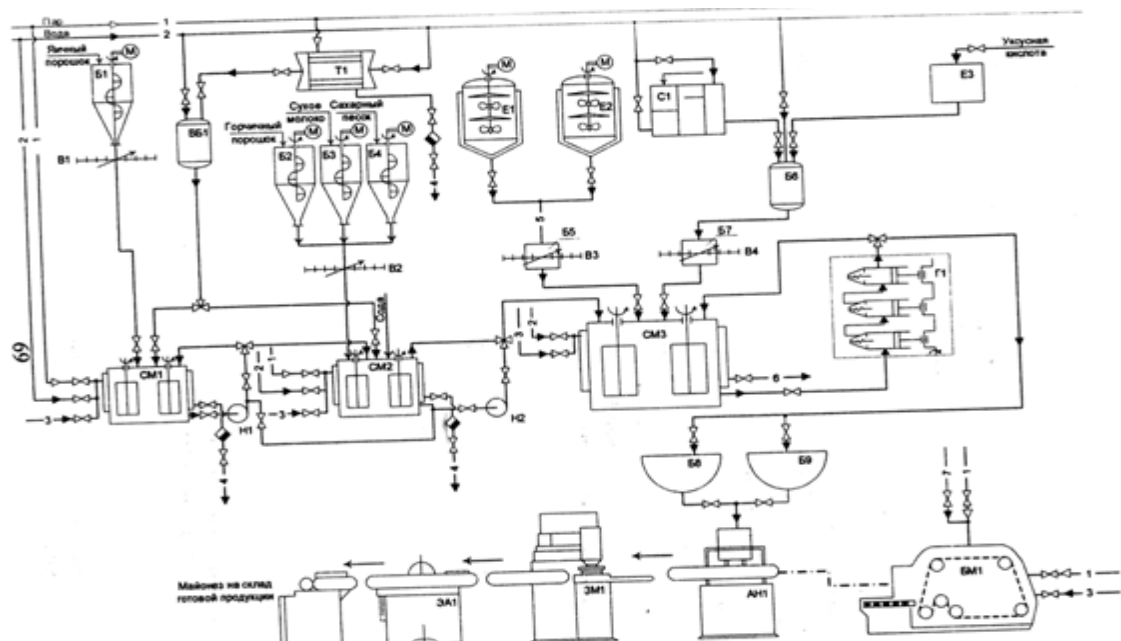


Рис. 1. Принципова схема виробництва майонезу періодичним способом

1 - пара; 2 - вода; 3 - гаряча вода; 4 - конденсат; 5 - рослинна олія; 6 -

					Арк.
					22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

відпрацьована вода; 7 - мийні засоби.

Масу в змішувачі ЗМ2 охолоджують до температури 40-45°C. Після цього до неї насосом-емульсатором Н1 подають розчин яєчного порошку зі змішувача ЗМ1. Отриману суміш інтенсивно перемішують до утворення однорідної майонезної пасти.

Сформовану пасту охолоджують до температури 30-40°C. Далі її за допомогою насоса-емульсатора Н2 перекачують у великий змішувач ЗМ3. У цей змішувач із ємності Е1-2 через бак Б5, встановлений на вагах В3, подають рослинну олію.

Для забезпечення більш ефективного диспергування емульсією з великого змішувача ЗМ3 пропускають через гомогенізатор Г1. Після цього продукт надходить у баки Б8-Б9 для зберігання готового майонезу.

Із баків Б8-Б9 готовий продукт направляють на фасування. Розлив здійснюється в сухі та чисті банки за допомогою автоматичного наповнювача АН1. Далі тара надходить на закаточну машину ЗМ1, після чого продукцію маркують за допомогою етикетувального автомата ЕА1.

Виготовлення майонезної продукції періодичним методом на обладнанні бренду "Stephan".

Даний технічний комплекс розроблений не лише для випуску майонезів. Його також застосовують у процесах деривації соусів для салатів, гірчиці та кетчупної продукції.

Специфічною рисою агрегату виступає змішувальний пристрій ЗМ1. Він містить герметичний робочий резервуар, змонтований по діагоналі. В нижній частині розташований мотор-редуктор. На його робочому шпинделі зафіксовано лопатевий пристрій, оснащений очисними елементами. Нагнітач циркуляційного типу Н1 транспортує субстанцію стабільними порціями крізь гомогенізуючий апарат "Stephan" Г1. Далі через систему зворотного потоку суміш повертається у технологічну тару.

Ефективність функціонування системи зумовлюється модифікацією

						Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

механізму та об'ємом разового циклу наповнення (від 100 до 700 кг). При формуванні продукту з масовою часткою жиру 80% потужність варіюється в межах 500-3500 кг за годину.

Виготовлення майонезної емульсії за безпервною технологією

Алгоритм формування майонезу за безпервною схемою охоплює перелічені нижче етапи:

- регламентоване відмірювання усіх складників виробу;
- поєднання інгредієнтів продукту та генерація стабільної дисперсної системи;
- видалення газової фази з отриманої суміші;
- термічний вплив та зниження температури напівфабрикату;
- механічне подрібнення структурних елементів емульсії;
- фасування товару, герметизація споживчої тари та пакування;
- переміщення у складську зону та забезпечення умов експозиції товару.

Вихідні матеріали, що задіюються у виробничому циклі, подаються в спеціалізовані накопичувачі для кожної категорії компонентів.

Для створення харчової емульсії в блок попередньої обробки спочатку дозують необхідний об'єм оцтової кислоти високої концентрації та воду. Паралельно в окрему ємність закачують розрахункову кількість рафінованої олії. Після завершення підготовки у головний реактор спрямовують отриманий розчин оцту. Туди ж додають заздалегідь зважену масу сухого яєчного концентрату. Вміст резервуара піддають інтенсивному змішуванню упродовж 12 хвилин. Потім здійснюється послідовне внесення решти рецептурних складових.

Натрій двовуглекислий додається оператором безпосередньо в зону змішування. Після механічної обробки завантажених речовин тривалістю 6 хвилин олійну фазу вводять у головний апарат. Результуючу систему зі всіх нутрієнтів перемішують протягом 11 хвилин. По завершенню вказаного інтервалу суміш транспортують крізь систему фільтрації у вакуумний деаератор. Там

					Арк. 24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

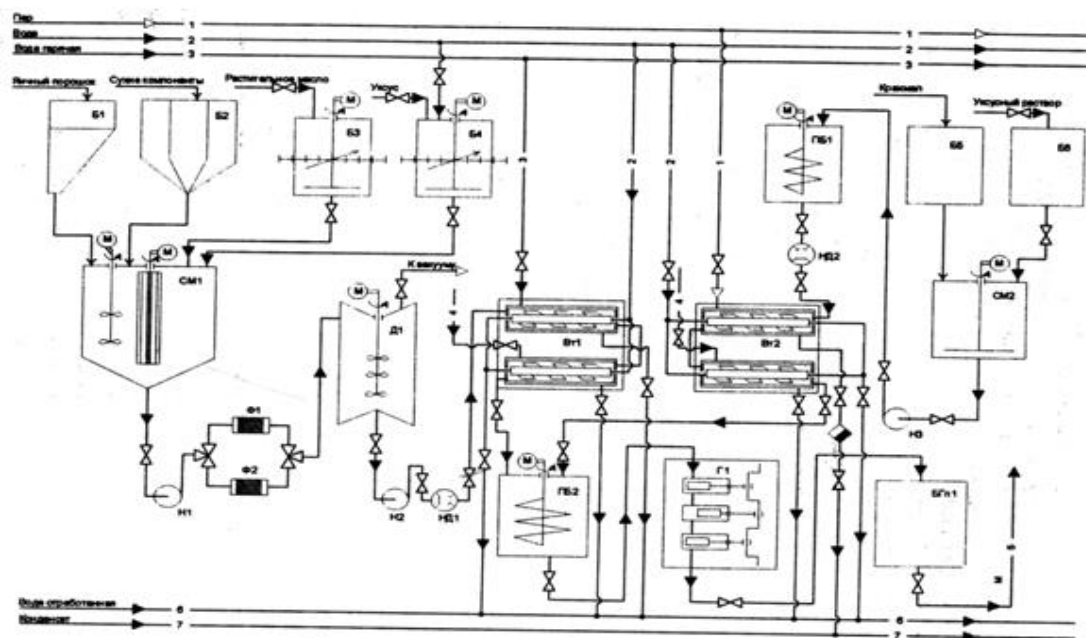
забезпечується розрідження середовища.

Надалі субстанція прямує спочатку в перший відсік апарата для пастеризації (53-55 °С). Потім вона потрапляє у другу секцію для охолодження до параметрів 15-20 °С. З теплообмінного пристрою маса переходить у буферний резервуар. Звідти вона нагнітається на вузол гомогенізації. Диспергування жирних соусів виконується під тиском 1,5-2,0 МПа. При досягненні показників гомогенності готовий виріб перекачують у накопичувальну тару.

Виготовлення майонезної продукції на лініях розробки компанії "Johnson"

Продемонстровано базову технологічну схему генерації майонезу потоковим методом.

Сировинні матеріали (молочний концентрат, яєчна маса, порошок гірчиці, сахароза, хлорид натрію та вода) транспортуються підйомним механізмом на робочий ярус. Там речовини розподіляються по накопичувальних бункерах Б1, Б2. У резервуарі на вагових датчиках Б4 готується розчин оцту у воді. Його концентрація відповідає нормативним вимогам щодо вмісту вологи та кислоти у конкретному виді майонезу. В агрегаті на вагах Б3 відмірюється регламентований об'єм рослинного жиру.



кінцевий продукт; 6 – використана вода; 7 – фазовий перехід (конденсат).

Відважені згідно з технологічною картою інгредієнти спрямовуються у реактор ЗМ1 за визначеним алгоритмом. Спочатку подається водно-оцтова суміш та яєчний субстрат. Через встановлений проміжок часу додають молочний білок, гірничну основу, цукор та гідрокарбонат натрію. Останньою вводиться рафінована дезодорована олія. Після інтенсивної механічної обробки сформована первинна система перекачується помпою Н1 крізь фільтрувальні вузли Ф 1-1-2. Продукт потрапляє у деаераційну камеру Д1 під тиском 0,20-0,25 МПа.

У блоці Д1 з маси виводяться гази та леткі ароматичні сполуки гірчиці. Процес відбувається при залишкових показниках тиску $79,8 \cdot 10^2$ - $133 \cdot 10^2$ Па. Далі субстанція за допомогою транспортувального насоса Н2 та дозувального пристрою НД1 надходить у вентатор Вт1. Там сировина піддається температурній обробці (53-55 °С). Потім маса охолоджується льодяною водою (1-3 °С) і потрапляє у буферну ємність ПБ2. З цього резервуара вона гравітаційним способом рухається у гомогенізуючий апарат Г1.

На завершальному етапі вискодисперсна система спрямовується у накопичувач готового товару БГП1. Під час виробництва соусів зі специфічними добавками сюди вносять екстракти прянощів та ароматизатори. Після цього продукт подається на розливне устаткування та герметизуючу лінію. Для підтримки стабільного термічного фону на різних етапах задіяні системи регулювання температури та циркуляційні помпи. Також у структурі передбачено резервуар для санітарного браку.

Виробництво майонезних соусів напівпотоким методом на базі комплексу "Koruma"

Технологічний цикл випуску майонезу на агрегатах "Koruma" складається з таких ключових фаз:

- підготовка сухих компонентів та рідкої сировини;
- дозування інгредієнтів та формування базової майонезної пасти;
- подрібнення структур, термічна стабілізація та зниження температури

						Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

маси;

- отримання первинної грубої дисперсії;
- фінальне емульгування із додаванням оцтового розчину;
- порційне фасування та упакування товарних одиниць.

Створення майонезної основи реалізується в багатофункціональному вакуумному диспергаторі. Далі з бункера БКЗ за рахунок вакуумного розрідження, що створюється насосом ВН1, завантажується гірчичний порошок. Температурний режим гірчичної субстанції підвищують до 50 °С.

Аналогічним чином із накопичувачів БК2,4 у реактор подаються визначені об'єми сухого молока, солі, цукру та соди. Для розчинення складників та пастеризації молочно-гірчичну суміш нагрівають до 70 °С. Потім її охолоджують до 45 °С. На цьому етапі вводиться яєчний протеїн з бункера БК1. Після завершення подачі всіх структурних одиниць пасту пропускають крізь гомогенізатор у режимі рециркуляції. Це дозволяє досягти високого ступеня роздроблення часток.

Сформована майонезна основа охолоджується до 40 °С. При безперервній циркуляції та перемішуванні через дозатор Е1 вводиться рослинна олія (20-25 °С). Згодом із резервуара Е2 подається оцтова кислота. Система піддається фінальній обробці упродовж 1-2 хвилин. Кінцевий продукт транспортується у приймальний бак. Звідти він негайно передається на лінію упаковки та до складських приміщень.

						Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Виготовлення майонезу напівпотоким методом із застосуванням обладнання "Schröder"

Методика виготовлення майонезної продукції за чотирифазною схемою підготовки сировини. Німецьким машинобудівним підприємством "Schröder" було впроваджено концепцію випуску майонезів напівбезперервним типом. Пропускна здатність одного технологічного модуля сягає до 2,0 т за годину.

На етапі первинного впровадження технік (20-ті роки XX століття) розробники пропонували створювати товари за трифазною моделлю підготовки інгредієнтів. У такій ситуації виробничий цикл майонезних соусів охоплює наступні маніпуляції:

- первинна обробка порошкоподібних та рідких компонентів;
- формування першої стадії;
- генерація другої стадії;
- підготовка третьої стадії;
- створення четвертої стадії;
- пропорційне дозування отриманих субстанцій;
- термічна та механічна деструкція четвертої фази;
- етап попереднього емульгування;
- вихід фінальної продукції;
- порційне наповнення та пакування товару.

Початкова фаза складається виключно з очищеної дезодорованої жирової основи рослинного походження.

Друга стадія являє собою дрібнодисперсну суміш яєчного та гірчичного інгредієнтів у рафінованій олії.

Третя субстанція – це розчин етанової кислоти з масовою часткою 8-10%.

Четверта складова базується на поєднанні олії із сухими молочними білками та натрієм двовуглекислим. Надалі у цю гомогенізовану масу додають воду, сахарозу та кухонну сіль.

Відмірювання сухих речовин реалізується за допомогою гравіметричного

					Арк. 28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

методу. Сіль, цукор, знежирене сухе молоко, яєчна та гірчична маси потрапляють у виробничу зону в тарі. Там їх піддають просіюванню та зважуванню згідно з нормами рецептури.

Подача олії, водного ресурсу та кислотного розчину здійснюється за об'ємним принципом. Рослинний жир перекачується у накопичувальні баки виробничого сектору. Експозиція дезодорованої олії повинна відбуватися в нержавіючих ємностях. Тривалість зберігання не має перевищувати 24 години при теплових показниках до 25 °С.

У таблиці 1 відображено регламентні параметри виробничого процесу на автоматизованій лінії "Schröder".

Таблиця 1

Нормативні показники технологічного алгоритму при випуску майонезу на устаткуванні "Schröder"

Найменування параметрів	Значення технологічних показників
Температурний фон жиру в проміжному резервуарі, °С	22-25
Тепловий стан олії перед завантаженням у реактор для фази №2, °С	66-68
Температура термічної обробки другої субстанції, °С	60-62
Теплові параметри жиру, що спрямовується для створення фази №4, °С	22-25
Температура води під час генерації четвертої стадії, °С	22-25
Показник нагрівання четвертої фази в межах комбінатора, °С	80-85
Температура зниження тепла фаз №2 та №4 у комбінаторі, °С	18-20
Рівень тиску для фаз №2 та №4 всередині комбінатора, МПа	0,4-0,5
Інтенсивність обертання шпинделя емульгуючого вузла, с ⁻¹	15-16,5
Тиск первинної дисперсії в емульсаторі, МПа	0,05-0,1
Частота обертів робочого вала у віско-роторному апараті, с ⁻¹	12-15
Розмір робочого проміжку при обробці маси у віско-роторі, мм	0,3-0,5
Тепловий стан продукту на виході з віско-роторної установки, °С	20-25

2.2. Методика виготовлення майонезу за трифазною підготовкою складників

В умовах практичного використання ліній "Schröder" було апробовано

						Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

трифазну технологію випуску майонезної продукції. Дана схема передбачає реалізацію наступних етапів:

- первинна обробка рідких субстанцій та порошкоподібних інгредієнтів;
- формування першої стадії;
- генерація другої стадії;
- створення третьої стадії;
- регламентоване дозування фаз;
- термічний та механічний вплив на другу стадію;
- попереднє диспергування та екстракція майонезної основи;
- отримання фінального майонезного продукту;
- порційне фасування та герметизація упаковки;
- транспортування у складську зону та забезпечення умов зберігання.

Початкова фаза представлена рафінованою дезодорованою жировою основою.

Друга фаза містить рослинний жир, молочний концентрат, яєчний та гірчичний компоненти, натрій хлорид, харчову соду, сахарозу та воду.

Третя фаза – це розчин етанової кислоти з масовою часткою 10%.

Суха сировина (сіль, цукор, гідрокарбонат натрію, знежирене молоко, протеїнові та пряні порошки) експонується у складських приміщеннях рецептурного блоку на піддонах. Компоненти для суміші збирають у спеціалізовані полімерні резервуари та піддають зважуванню. Існує можливість впровадження автоматизованого відмірювання маси через завантаження інгредієнтів у профільні бункери.

Очищена олія нагнітається у накопичувачі жиросховища виробничого цеху. Концентрована оцтова кислота (70-80 %) постачається у 20-кілограмових бутлях до підготовчого відділення. За допомогою вакуумного апарату кислоту перекачують у реактор для розведення до 10-відсоткового стану. Отриманий реагент транспортується у сховище. Надалі цей розчин спрямовується у буферну ємність третьої фази.

Згідно з нормативами, рослинний жир проходить крізь теплообмінний

						Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пристрій. Там олія набуває температури 20-30 °С і подається у поплавковий резервуар.

Під час створення майонезної основи одночасно з наповненням ємності водою вносять розраховані маси цукру, гірчиці, яєчного концентрату, молока та соди. У термосорочку агрегату подається пара. Температурний фон у реакторі доводять до показника 65 ± 2 °С. У такому режимі суміш витримують 15 хвилин при постійному збовтуванні. Після цього маса переміщується у проміжну ємність.

Розподіл складників по фазах забезпечується трьома секціями насоса-дозатора. Жирова фаза надходить у комбінований емульсатор.

У процесі термостабілізації майонезна основа робочим органом насоса перекачується у теплообмінник. Там суміш охолоджується до 21 ± 2 °С. Теплообмін реалізується шляхом циркуляції холодоагенту (фреону) у зовнішньому контурі циліндра. Всередині камери розташовано вал із полімерними скребками. Вони видаляють налиплу масу з внутрішніх поверхонь. Тиск у першому відсіку становить до 1,0 МПа, у другому – 0,5 МПа.

Первинна груба дисперсія прямує на подрібнення у віско-ротор паралельно з потоком оцтового розчину. В цьому апараті суміш обробляється до стану гомогенного майонезу шляхом проходження крізь щілину між ротором і статором (1,0-1,5 мм). Частота обертання шпинделя становить $11,67-15,0$ с⁻¹. Кінцевий продукт акумулюється в накопичувачах. Потім він гвинтовим насосом подається на лінію розливу.

На напівпотоковій лінії "Schröder" майонез за трикомпонентною схемою виготовляють таким способом:

У резервуар Є1 крізь теплообмінний вузол Т1 надходить рафінована олія. Просіяні сипучі інгредієнти зважуються на електронних вагах відповідно до фазового розподілу. Вони спрямовуються у змішувальний пристрій ЗМ2 для формування другої стадії.

Для генерації другої фази підігрітий жир (65 °С) із ємності Є1 помпою Н1 крізь витратомір З1 та теплообмінник подається у змішувач ЗМ2. Туди ж додають яєчну та гірчичну маси, молоко, сіль і водний ресурс. У реакторі здійснюється

					Арк. 31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

гомогенізація та пастеризація суміші. Готова основа потрапляє у розподільну тару Є6. Звідти насосом НД1 вона транспортується в охолоджувальний контур КТ1 (до 20 °С), а далі – в емульсуючий блок КЕ1. Крохмальний клейстер готують окремо в апараті ЗМ1.

Третю складову (оцтовий реагент) підготовлюють у резервуарі Є2.

Олія (фаза №1) через пластинчастий апарат та ємність Є4 нагнітається дозатором НД1 в емульсатор КЕ1. Сформована там попередня система прямує у віско-ротор ВР1. У цьому вузлі відбувається змішування з оцтовим розчином із ємності Є5. Диспергування здійснюється шляхом продавлювання маси крізь зазор (0,1–0,5 мм) при швидкості 13,3...15,0 с⁻¹.

Готовий соус із віско-ротора ВР1 потрапляє в ємність Є7. Звідти шнековим насосом НВТ1 він подається до фасувального модуля МФ1. Апарат здійснює розлив у ПВХ-контейнери об'ємом 250 г. Після цього баночки автоматично вкладаються у транспортну тару на вузлі АП1.

Запакована продукція переміщується на склад. Там вироби зберігаються при температурних режимах 0...18 °С та вологості повітря, що не перевищує 75%.

2.3. Технологія майонезу за трифазним алгоритмом підготовки складників

В умовах практичного використання ліній "Schröder" було апробовано трифазну технологію випуску майонезної продукції. Дана схема передбачає реалізацію наступних етапів:

- первинна обробка рідких субстанцій та порошкоподібних інгредієнтів;
- формування першої стадії;
- генерація другої стадії;
- створення третьої стадії;
- регламентоване дозування фаз;
- термічний та механічний вплив на другу стадію;
- попереднє диспергування та екстракція майонезної основи;
- отримання фінального майонезного продукту;

						Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- порційне фасування та герметизація упаковки;
- транспортування у складську зону та забезпечення умов зберігання.

Початкова фаза представлена рафінованою дезодорованою жировою основою.

Друга фаза містить рослинний жир, молочний концентрат, яєчний та гірчичний компоненти, натрій хлорид, харчову соду, сахарозу та воду.

Третя фаза – це розчин етанової кислоти з масовою часткою 10%.

Суха сировина (сіль, цукор, гідрокарбонат натрію, знежирене молоко, протеїнові та пряні порошки) експонується у складських приміщеннях рецептурного блоку на піддонах. Компоненти для суміші збирають у спеціалізовані полімерні резервуари та піддають зважуванню. Існує можливість впровадження автоматизованого відмірювання маси через завантаження інгредієнтів у профільні бункери.

Очищена олія нагнітається у накопичувачі жиросховища виробничого цеху. Концентрована оцтова кислота (70-80%) постачається у 20-кілограмових бутлях до підготовчого відділення. За допомогою вакуумного апарату кислоту перекачують у реактор для розведення до 10-відсоткового стану. Отриманий реагент транспортується у сховище. Надалі цей розчин спрямовується у буферну ємність третьої фази.

Згідно з нормативами, рослинний жир проходить крізь теплообмінний пристрій. Там олія набуває температури 20-30 °C і подається у поплавковий резервуар.

Під час створення майонезної основи одночасно з наповненням ємності водою вносять розраховані маси цукру, гірчиці, яєчного концентрату, молока та соди. У термосорочку агрегату подається пара. Температурний фон у реакторі доводять до показника 65 ± 2 °C. У такому режимі суміш витримують 15 хвилин при постійному збовтуванні. Після цього маса переміщується у проміжну ємність.

Розподіл складників по фазах забезпечується трьома секціями насоса-дозатора. Жирова фаза надходить у комбінований емульсатор.

У процесі термостабілізації майонезна основа робочим органом насоса

					Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	33

перекачується у теплообмінник. Там суміш охолоджується до 20 ± 2 °С. Теплообмін реалізується шляхом циркуляції холодоагенту (фреону) у зовнішньому контурі циліндра. Всередині камери розташовано вал із полімерними скребками. Вони видаляють налиплу масу з внутрішніх поверхонь. Тиск у першому відсіку становить до 1,0 МПа, у другому – 0,5 МПа.

Первинна груба дисперсія прямує на подрібнення у віско-ротор паралельно з потоком оцтового розчину. В цьому апараті суміш обробляється до стану гомогенного майонезу шляхом проходження крізь щілину між ротором і статором (1,0-1,5 мм). Частота обертання шпинделя становить $11,67-15,0$ с⁻¹. Кінцевий продукт акумулюється в накопичувачах. Потім він гвинтовим насосом подається на лінію розливу.

На напівпотоковій лінії "Schröder" майонез за трикомпонентною схемою виготовляють таким способом:

У резервуар Є1 крізь теплообмінний вузол Т1 надходить рафінована олія. Просіяні сипучі інгредієнти зважуються на електронних вагах відповідно до фазового розподілу. Вони спрямовуються у змішувальний пристрій ЗМ2 для формування другої стадії.

Для генерації другої фази підігрітий жир (65 °С) із ємності Є1 помпою Н1 крізь витратомір З1 та теплообмінник подається у змішувач ЗМ2. Туди ж додають яєчну та гірчичну маси, молоко, сіль і водний ресурс. У реакторі здійснюється гомогенізація та пастеризація суміші. Готова основа потрапляє у розподільну тару Є6. Звідти насосом НД1 вона транспортується в охолоджувальний контур КТ1 (до 20 °С), а далі – в емульсуючий блок КЕ1. Крохмальний клейстер готують окремо в апараті ЗМ1.

Третю складову (оцтовий реагент) підготовлюють у резервуарі Є2.

Олія (фаза №1) через пластинчастий апарат та ємність Є4 нагнітається дозатором НД1 в емульсатор КЕ1. Сформована там попередня система прямує у віско-ротор ВР1. У цьому вузлі відбувається змішування з оцтовим розчином із ємності Є5. Диспергування здійснюється шляхом продавлювання маси крізь зазор (0,1-0,5 мм) при швидкості $13,3...15,0$ с⁻¹.

						Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Готовий соус із віско-ротора ВР1 потрапляє в ємність Є7. Звідти шнековим насосом НВТ1 він подається до фасувального модуля МФ1. Апарат здійснює розлив у ПВХ-контейнери об'ємом 250 г. Після цього баночки автоматично вкладаються у транспортну тару на вузлі АП1.

Запакована продукція переміщується на склад. Там вироби зберігаються при температурних режимах 0...18 °С та вологості повітря, що не перевищує 76%.

2.4. Нормативні документи на вихідну сировину, допоміжні матеріали та кінцевий продукт

Важливим аспектом забезпечення якості є дотримання чинних державних стандартів. Нижче наведено перелік актуальних нормативів, що регулюють параметри складників та безпеку виробничих процесів:

ДСТУ 4623:2006 Цукор білий. Технічні умови (замість ДСТУ 2316-93).

ДСТУ 2450:2006 Оцет спиртовий харчовий натуральний. Технічні умови.

ДСТУ 3583:2015 Сіль кухонна. Загальні технічні умови.

ДСТУ 4492:2017 Олія соняшникова. Технічні умови.

ДСТУ 4273:2015 Молоко та вершки сухі. Загальні технічні умови.

ДСТУ 4560:2006 Майонези. Правила приймання та методи випробовувань.

ДСТУ EN ISO 14123-1:2018 Безпечність машин (замінює загальні вимоги безпеки обладнання).

ДСТУ 7237:2011 ССБТ. Електробезпека. Загальні вимоги та номенклатура видів захисту.

ДСТУ 2296-93 Національний знак відповідності. Маркування.

ДСТУ 7525:2014 Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості (замість ГОСТ 2874-82).

ДСТУ ISO 4833-1:2014 Мікробіологія харчового ланцюга (замінює застарілі методи аналізу молока).

ДСТУ 4443:2005 Пакетна тара для харчових товарів. Технічні умови.

ДСТУ 5028:2008 Яєчні продукти харчові. Технічні умови (замість ГОСТ 30363-96).

						Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Нижче систематизовано ключові параметри, яким має відповідати готовий соус.

Таблиця 2.

Фізико-хімічні параметри майонезної продукції

Параметри показників	Високо калорійні	Середньої калорійності	Низької калорійності
Концентрація жиру, % не менше	понад 55	У межах 35-55	Нижче 35
Вміст води (масова частка), % не більше	25,0–39,0	49,5	59,5
Рівень кислотності (еквівалент оцтової кислоти), не більше	0,8-0,85	0,75	0,65
Показник стійкості дисперсної системи, % не менше	98	98	97
Динамічна (ефективна) в'язкість, Па·с	1,3-13,8	9,6-14,8	6,5-11,8
Масова концентрація натрій хлориду (солі), %	0,8-1,3	0,9-1,3	0,8-1,2

Таблиця 3

Органолептичні характеристики майонезу [9]

Вид показника	Вимоги до продукту (всі категорії калорійності)
Зовнішній вигляд	Консистенція має бути стабільною, гомогенною та густою. Продукт нагадує сметану за структурою. Допускається наявність одиничних повітряних включень.
Додаткові особливості	У виробках конкретних назв можуть спостерігатися вкраплення прянощів, частинки ароматних добавок або фрагменти гірчиці.
Смакові та ароматичні властивості	Характерний букет, що відповідає специфіці та рецептурному складу обраного виду майонезу.

3. ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ

3.1. Розрахунок матеріальних потоків

3.1.1. Розрахунок майонезу марки «Провансаль».

Обчислення кількісних характеристик сировини проведено з розрахунку на 1 тону кінцевого виробу. При цьому враховувалися такі базові параметри:

- компонентний склад майонезу «Провансаль»;
- експлуатаційний цикл устаткування – безперервний;
- коефіцієнт технологічних відходів та неминучих втрат – 1,011 %.

Склад інгредієнтів для майонезу «Провансаль» систематизовано у табл. 4.

Таблиця 4.

Рецептурна структура майонезу "Провансаль" [9]

Назва складника	Вміст маси, %
Олія рослинна (очищена, дезодорована)	65,8
Ячний сухий концентрат	4
Білковий молочний продукт «СЗМ»	2,2
Порошок гірчиці	0,55
Гідрокарбонат натрію	0,05
Цукор-пісок (сахароза)	1,3
Сіль кухонна харчова	1,2
Етанова кислота (концентрація 80%)	0,525
Вода питна	24,42
Загальний підсумок	100

Визначення маси кожного інгредієнта (x_i , кг) з урахуванням виробничих втрат здійснюється за наступною залежністю:

$$x_i = D \times 10,11949 \quad (3.1)$$

де D – відсотковий вміст компонента згідно з рецептурою, %.

Обсяг жирової фази, що вноситься окремими складниками, розраховується за формулою:

$$G_i = x_i \times M \quad (3.2)$$

де M – питома частка ліпідів у речовині (для яєчного субстрату $M=0,31851$, для гірчичного концентрату $M=0,116$).

Спираючись на наведені алгоритми (3.1) та (3.2), сумарні витрати сировини становлять:

- олія рослинна: $x_1 = 65,8 \times 10,11949 = 665,862$ кг;
- яєчний порошок: $x_2 = 4,0 \times 10,11949 = 40,478$ кг;
- зокрема частка жиру: $G_2 = 40,478 \times 0,31851 = 12,893$ кг;
- молочний продукт «СЗМ»: $x_3 = 2,2 \times 10,11949 = 22,263$ кг;
- гірчичний порошок: $x_4 = 0,55 \times 10,11949 = 5,566$ кг;
- зокрема частка жиру: $G_3 = 5,566 \times 0,116 = 0,646$ кг;
- натрій двовуглекислий: $x_5 = 0,05 \times 10,11949 = 0,506$ кг;
- цукор-пісок: $x_6 = 1,3 \times 10,11949 = 13,155$ кг;
- сіль харчова: $x_7 = 1,2 \times 10,11949 = 12,143$ кг;
- оцтова кислота: $x_8 = 0,525 \times 10,11949 = 5,313$ кг;
- вода питна: $x_9 = 24,42 \times 10,11949 = 247,114$ кг.

На основі отриманих результатів сформовано балансову таблицю (табл. 5).

						Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.

Показники матеріального балансу майонезу «Провансаль»

Надходження (Прихід)	Маса, кг/т	Результат (Вихід)	Маса, кг/т
Олія рослинна рафінована дезодорована	665,862	Майонезний соус "Провансаль"	1000
Яєчний сухий концентрат	40,478	Сумарні витрати та відходи	11,949
Сухий молочний продукт «СЗМ»	22,263		
Гірчичний порошок	5,566		
Гідрокарбонат натрію	0,506		
Цукор-пісок (сахароза)	13,155		
Сіль кухонна	12,143		
Етанова кислота (80%-ва)	5,313		
Гідроресурс (вода питна)	247,114		
Разом	1011,95	Разом	1011,95

3.1.2. Майонез марки "Новий"

Обчислення матеріальних потоків здійснено з розрахунку на 1 тонну виробленого товару. В основу розрахунків покладено наступні вихідні параметри:

- рецептурний склад соусу «Новий»;
- тип функціонування виробничої лінії – безперервний;
- норматив технологічних відходів та неминучих втрат – 1,011 %.

Компонентну структуру майонезу «Новий» систематизовано та представлено у таблиці 6.

Таблиця 6.

Рецептурна модель майонезу «Новий» [2]

Назва інгредієнту	Мавова частка, %
Олія рослинна (очищена, дезодорована)	39,55
Яєчний сухий концентрат	2,8
Молоко сухе знежирене (СЗМ)	3,5
Гірчичний порошок	0,3
Гідрокарбонат натрію	0,05
Сахароза (цукор-пісок)	1,9
Сіль харчова кухонна	1
Приправа "Карі"	0,005

Арк.

39

Ароматична добавка «Гвоздика»	0,03
Етанова кислота (80%-ва)	0,5
Стабілізаційна система Гіндзіст (Gindist)	0,28
Ароматизатор "Волоський горіх"	0,033
Ароматизатор «Часник»	0,025
Вода питна	50,025
Усього	100

Спираючись на раніше наведені математичні залежності (3.1) та (3.2), кількісні показники використання сировини становлять: рослинний жир:

$$x_1 = 39,75 \times 10,11949 = 401,872 \text{ кг};$$

- яєчний субстрат: $x_2 = 2,8 \times 10,11949 = 28,334 \text{ кг};$
- у тому числі ліпіди: $G_2 = 28,334 \times 0,31851 = 9,025 \text{ кг};$
- молочний білок (СЗМ): $x_3 = 3,3 \times 10,11949 = 33,394 \text{ кг};$
- порошок гірчиці: $x_4 = 0,3 \times 10,11949 = 3,035 \text{ кг};$
- у тому числі ліпіди: $G_3 = 3,035 \times 0,116 = 0,352 \text{ кг};$
- натрій двовуглекислий: $x_5 = 0,05 \times 10,11949 = 0,506 \text{ кг};$
- цукор-пісок: $x_6 = 1,9 \times 10,11949 = 19,227 \text{ кг};$
- сіль кухонна: $x_7 = 1,0 \times 10,11949 = 10,119 \text{ кг};$
- приправа карі: $x_8 = 0,005 \times 10,11949 = 0,051 \text{ кг};$
- гвоздичний ароматизатор: $x_9 = 0,03 \times 10,11949 = 0,304 \text{ кг};$
- оцтова кислота: $x_{10} = 0,5 \times 10,11949 = 5,060 \text{ кг};$
- емульгуюча суміш «Гіндзіст (Gindist)»: $x_{11} = 0,28 \times 10,11949 = 2,833 \text{ кг};$
- горіховий ароматизатор: $x_{12} = 0,027 \times 10,11949 = 0,273 \text{ кг};$
- часниковий ароматизатор: $x_{13} = 0,025 \times 10,11949 = 0,253 \text{ кг};$
- вода питна: $x_{14} = 50,033 \times 10,11949 = 506,308 \text{ кг}.$

На підставі проведених обчислень сформовано таблицю матеріального балансу (табл. 7).

						Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 7.

Матеріальний баланс для майонезу продуктової лінії «Новий»

Надходження (Прихід)	Маса, кг/т	Результат (Вихід)	Маса, кг/т
Олія рослинна рафінована дезодорована	401,872	Майонезний соус «Новий»	1000
Яєчний сухий концентрат	28,334	Сумарний обсяг відходів та втрат	11,373
Молоко сухе знежирене	33,394		
Гірчичний порошок	3,035		
Натрій двовуглекислий	0,506		
Цукор-пісок	19,227		
Сіль кухонна харчова	10,119		
Приправа карі	0,051		
Ароматизатор гвоздики	0,304		
Оцтова кислота (80%-ва)	5,06		
Емульгатор «Гіндіст (Gindist)»	2,833		
Ароматизатор волоського горіха	0,273		
Ароматизатор часнику	0,253		
Вода питна	506,106		
Усього	1011,37	Разом	1011,37

3.2 Тепловий баланс

Розрахунок теплових потоків виконано на прикладі функціонування установки «Шредер» (Schröder) при напівбезперервному способі виробництва. Модель передбачає чотирифазний розподіл інгредієнтів.

Вихідні параметри:

- Рецептна модель: майонез «Провансаль».
- Продуктивність технологічної лінії (П): 2 т/зм.
- Графік роботи: двозмінний (16 годин).

Секундна витрата маси компонентів (G_i , кг/с) розрахована за формулою:

$$G_i = x_i \times \Pi / 3600 \quad (3.3)$$

де x_i – питома витрата компонента з урахуванням втрат, кг/т.

Питома теплоємність сумішей (фази 2–4) визначена адитивним методом:

$$C_{\Phi} = \sum (C_i \times \phi_i) \quad (3.4)$$

						Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де C_i - теплоємність окремого інгредієнта, кДж/(кг·К);

ϕ_i - масова частка інгредієнта у фазі.

Таблиця 8.

Вихідні дані для розрахунку енергетичних потоків

Компонент	Масова частка, %	Витрата (G_i), кг/с	Теплоємність (C_i), кДж/(кг·К)
Фаза 1 (Олія рослинна)	46,1	0,4033	1,775
Фаза 2 (Суспензія)	49,5	0,393	3,298
- Олія рослинна	19,3	0,1414	1,775
- Сухі білкові та смакові домішки*	9,90	0,0836	~1,520
- Вода	20,3	0,168	4,183
Фаза 3 (Оцтово-водна)	4,4	0,0362	3,97
Разом	100	0,8325	2,94
*Об'єднані дані для яєчного, гірчичного порошків, молока, цукру, солі та соди.			

1. Стадія охолодження Фази 1

Олія охолоджується з 40 °С до 20 °С питною водою ($t_v = 10$ °С).

Рівняння теплового балансу:

$$Q_1 + Q_v = Q_2 + Q'_v + Q_{\text{пот}} \quad (3.5)$$

де $Q_{\text{пот}}$ — втрати в середовище (5% від корисного теплообміну).

Розрахунок:

Енергія вхідної олії: $Q_1 = 0,4033 \times 1,775 \times 40 = 28,634$ кВт.

Енергія охолодженої олії: $Q_2 = 0,4033 \times 1,785 \times 20 = 14,398$ кВт.

Теплові втрати: $Q_{\text{пот}} = 0,05 \times (28,634 - 14,398) = 0,712$ кВт.

Температура води на виході (t'_v) при витраті $W = 1,11$ кг/с:

$$t'_v = 0,95 \times (Q_1 - Q_2) / W \times C_v + t_v = 13,5241,11 \times 4,183 + 10 = 12,9 \text{ °С}$$

2. Термічна обробка (темперування) Фази 2

Нагрівання суміші з 20 °С до 65 °С здійснюється насиченою парою ($P = 0,3$ МПа, $i_p = 2725$ кДж/кг).

					Арк.
					42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Розрахуємо баланс енергії:

$$Q_1 + Q_{\text{п}} = Q_2 + Q_{\text{к}} + Q_{\text{пот}} \quad (3.6)$$

Енергія до нагріву: $Q_1 = 0,393 \times 3,298 \times 20 = 25,922 \text{ кВт}$.

Енергія після нагріву: $Q_2 = 0,393 \times 3,298 \times 65 = 84,247 \text{ кВт}$.

Необхідна витрата пари (D):

$$D = 1,05 \times (Q_2 - Q_1) / i_{\text{п}} - i_{\text{к}} = 1,05 \times 58,3252725 - 559 = 0,028 \text{ кг/с (100,8 кг/год)}$$

Охолодження Фази 2 аміаком

Охолодження проводиться в комбінаторі до температури 15°C за допомогою киплячого аміаку (-20°C).

Загальне теплове навантаження ($Q_{\text{заг}}$):

$$Q_{\text{заг}} = Q_{\text{охол}} + Q_{\text{мех}} + Q_{\text{пот}} \quad (3.7)$$

Тепло охолодження продукту: $Q_{\text{охол}} = 0,393 \times 3,298 \times (65 - 15) = 64,805 \text{ кВт}$.

Тепло від тертя (перемішування): $Q_{\text{мех}} = 0,6 \times 7,5 = 4,5 \text{ кВт}$.

Втрати (10 %): $Q_{\text{пот}} = 0,1 \times (64,805 + 4,5) = 6,93 \text{ кВт}$.

Витрата холодоагенту (P):

$$P = Q_{\text{заг}} / q_{\text{NH}_3} = 76,235 / 1118,7 = 0,068 \text{ кг/с (244,8 кг/год)}$$

Таблиця 9.

Зведений тепловий баланс установки Schröder

Технологічний етап	Прихід енергії, кВт	Витрата енергії, кВт
Охолодження Фази 1 (водне)	48,61	48,61
Темперування Фази 2 (парове)	87,16	87,16
Охолодження Фази 2 (аміачне)	76,24	76,24
Усього по системі	212,01	212,01

3.3 Розрахунок та характеристика основного й допоміжного обладнання

1. Пластинчастий теплообмінний апарат (T1)

Дане обладнання призначене для термічної підготовки олійної фази

						Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

шляхом її охолодження технічною водою. Конструкція апарата передбачає використання пластин, виготовлених із високоякісної хромо-нікелево-молібденової сталі, що мають високу корозійну стійкість. Герметизацію каналів та розділення робочих середовищ забезпечено ущільнювачами з нїтрильного каучуку.

Вихідні параметри для проектування:

- Продуктивність установки (m_1): 2000 кг/год;
- Початкова температура олії на вході: 40 °C;
- Кінцева температура олії на виході (t_{k1}): 20 °C;
- Температура води на вході ($t_{в.в.1}$): 10 °C;
- Температура води на виході ($t_{в.к.1}$): 18 °C;
- Питома теплоємність олії (C_1): 2,19 кДж/(кг·К).

Визначення теплового навантаження

Рівень теплової потужності, яку необхідно відвести від продукту, розраховується за формулою:

$$Q_1 = m_1 \times C_1 \times (t_{н1} - t_{к1}) \quad (3.8)$$

$$Q_1 = 2800 \times 2,19 \times (40 - 20) = 122640 \text{ кДж/год}$$

Перерахунок у одиниці потужності системи SI:

$$Q_1 = 1226403,6 = 34066,67 \text{ Вт} \quad (3.9)$$

Розрахунок площі поверхні теплообміну

Необхідна площа поверхні (F) визначається через основне рівняння теплопередачі:

$$F = Q_1 / K \times \Delta t_{cp} \quad (3.10)$$

де Δt_{cp} - середній температурний напір.

Для розрахунку логарифмічної різниці температур визначимо більший (Δt_6) та менший (Δt_m) температурні перепади на кінцях апарата:

$$\Delta t_6 = 40 - 18 = 22 \text{ °C};$$

$$\Delta t_m = 20 - 10 = 10 \text{ °C}.$$

Середньологарифмічний температурний напір:

$$\Delta t_{cp} = \Delta t_6 - \Delta t_m / \ln (\Delta t_6 / \Delta t_m) = 22 - 10 / \ln (22 / 10) \approx 15,22 \text{ °C}$$

						Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт теплопередачі для апаратів даного типу при взаємодії системи «вода–олія» приймаємо рівним $K = 300 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Обчислення активної площі теплообміну:

$$F = 34066,67 / 300 \times 15,22 \approx 7,46 \text{ м}^2$$

Витрата охолоджувального агентаНеобхідний об'єм води для забезпечення заданого режиму охолодження:

$$W = Q_1 / C_v \times (t_{\text{в.к.1}} - t_{\text{в.в.1}}) \quad (3.11)$$

$$W = 34066,67 / 4187 \times (18 - 10) \approx 1,017 \text{ кг/с (або } \sim 3,66 \text{ м}^3/\text{год)}$$

Обладнання відповідає заданій потужності виробництва.

3. Паровий підігрівач кожухотрубного типу (Т2)

Даний теплообмінний апарат застосовується для попередньої термічної підготовки рослинної олії перед її завантаженням у змішувальну установку (ЗМ2). Конструктивно підігрівач являє собою вертикальний пучок труб: технологічне середовище (олія) циркулює всередині труб, тоді як теплоносій (насичена водяна пара) подається у міжтрубний простір.

Методика розрахунку поверхні теплообміну

Необхідна площа поверхні нагріву ($F_n, \text{ м}^2$) визначається на основі фундаментального рівняння теплопередачі:

$$Q_n = K \times F_n \times \Delta t_{cp} \quad (3.12)$$

$$Q_n = 1,05 \times m_1 \times C_1 \times (t_{k2} - t_{n2}) / 3600 \quad (3.13)$$

де: Q_n - теплове навантаження апарата, Вт;

K - коефіцієнт теплопередачі (для систем «пара–олія» зазвичай становить $120\text{--}340 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$);

Δt_{cp} - середній температурний напір між теплоносієм та продуктом, $^{\circ}\text{C}$;

m_1 - масова витрата олії, $\text{кг}/\text{год}$;

C_1 - питома теплоємність олійної фази ($2190 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$);

t_{n2}, t_{k2} - температури середовища на вході та виході з апарата відповідно;

1,05 - коефіцієнт, що враховує неминучі втрати тепла в навколишнє середовище (5 %).

						Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для забезпечення процесу нагрівання використовується насичена водяна пара з надлишковим тиском у діапазоні 0,2-0,4 МПа. Температура пари при розрахунку приймається рівною $t_{\text{п}} = 170^{\circ}\text{C}$.

Розрахунок теплових показників

Середня різниця температур між паром, що конденсується, та олійною сумішшю обчислюється як:

$$\Delta t_{\text{ср}} = (t_{\text{п}} - t_{\text{н2}}) - (t_{\text{п}} - t_{\text{к2}}) / \ln ((t_{\text{п}} - t_{\text{н2}} / t_{\text{п}} - t_{\text{к2}})) = (170 - 20) - (170 - 65) \ln (150/105) \approx 126,2^{\circ}\text{C}$$

Теплове навантаження підігрівача складає:

$$Q_{\text{п}} = 1,05 \times 2800 \times 2190 \times (65 - 20) / 3600 \approx 80377,5 \text{ Вт}$$

Коефіцієнт теплопередачі для даного типу обладнання прийнято на рівні $K = 230 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$.

Визначення геометрії апарата

Розрахункова площа поверхні підігрівача:

$$F_{\text{п}} = Q_{\text{п}} / K \times \Delta t_{\text{ср}} = 80377,5 / 230 \times 126,2 \approx 2,77 \text{ м}^2$$

Технічна характеристика обраного обладнання

На основі проведених розрахунків та згідно з нормативною документацією для експлуатації обрано двоходовий кожухотрубний теплообмінник із наступними конструктивними параметрами:

- номінальна площа теплообміну (F): 8,5 м²;
- кількість трубок у пучку (n): 11 шт;
- довжина теплообмінних труб (l): 2,0 м;
- внутрішній діаметр корпусу (кожуха) (D): 0,3 м.

Запас площі поверхні (8,5 м² проти розрахункових 2,77 м²) забезпечує стабільну роботу апарата навіть за умов можливого забруднення стінок труб (утворення нагару або відкладень) та дозволяє варіювати продуктивність лінії.

3. Змішувальні установки (ЗМ1 та ЗМ2)

Змішувачі призначені для підготовки крохмального розчину та формування багатокомпонентної суспензії (Фази 2) відповідно. Конструктивно

						Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

апарати являють собою вертикальні циліндричні резервуари з конічним (похилим) днищем. Для підтримки заданого температурного режиму корпуси оснащені теплообмінними сорочками, в які може подаватися пара або охолоджувальна вода. Рівномірність розподілу компонентів забезпечується рамними перемішувачами.

Контактні поверхні обладнання виготовлені з високолегованої хромо-нікелевої сталі, що гарантує корозійну стійкість та дотримання санітарно-гігієнічних норм. Для завантаження сухих порошкоподібних інгредієнтів у верхній частині передбачено технологічний люк діаметром 430 мм.

Вихідні дані для розрахунку:

- Швидкість завантаження інгредієнтів у ЗМ1 ($V_{П1}$): 0,028 м³/хв;
- Швидкість завантаження інгредієнтів у ЗМ2 ($V_{П2}$): 0,037 м³/хв;
- Цикл обробки (час перебування) у ЗМ1 (τ_1): 20 хв;
- Цикл обробки (час перебування) у ЗМ2 (τ_2): 15 хв;
- Коефіцієнт запасу об'єму (ϕ): 0,08 (або 8%).
- Розрахунок робочого об'єму апаратів

Необхідна місткість змішувача ЗМ1 визначається за формулою:

$$V1 = V_{П1} \times \tau_1 \times (1 + \phi) \quad (3.14)$$

$$V1 = 0,028 \times 20 \times 1,08 \approx 0,605 \text{ м}^3$$

(Примітка: з урахуванням округлення та уніфікації обладнання приймається об'єм 0,7 м³).

Розрахунковий об'єм для установки ЗМ2:

$$V2 = V_{П2} \times \tau_2 \times (1 + \phi) \quad (3.15)$$

$$V2 = 0,037 \times 15 \times 1,08 \approx 0,6 \text{ м}^3$$

Технічна характеристика обраних змішувачів

На основі отриманих даних для обох позицій підібрано серійне обладнання з наступними параметрами:

Номінальна місткість: 0,75 м³;

- активна площа теплообмінної сорочки: 0,65 м²;
- частота обертання рамної мішалки: 0,33-0,50 с⁻¹ (20-30 об/хв);
- встановлена потужність приводу: 1,1 кВт

						Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Габаритні розміри:

- зовнішній діаметр корпусу: 1000 мм;
- загальна висота установки: 2400 мм.

Отже, технічні характеристики обраних змішувачів повністю відповідають розрахунковим потребам технологічної лінії, що забезпечує стабільну роботу ділянки приготування фаз при заданій потужності виробництва.

Резервуарний парк (Є1–Є5)

Для забезпечення безперебійної роботи технологічної лінії передбачено систему накопичувальних та витратних ємностей. Резервуари для зберігання рослинної олії (Є1, Є4), водно-оцтового розчину (Є2, Є5) та проміжна ємність для крохмального клейстеру (Є3) виготовлені з високоякісної нержавіючої сталі, що запобігає окисненню сировини та гарантує чистоту продукту.

Методика розрахунку місткості резервуарів Геометричний об'єм ємностей ($V, \text{м}^3$) визначається за формулою:

$$V = G \times T / \rho \times \phi \quad (3.16)$$

де: G - продуктивність лінії за відповідним компонентом, кг/год;

T - тривалість виробничого циклу або запас часу (приймаємо $T = 8$ год);

ρ - густина середовища, $\text{кг}/\text{м}^3$;

ϕ - коефіцієнт заповнення резервуара (приймаємо $\phi = 0,9$).

Розрахунок ємностей для олії (Є1, Є4)

При густині рафінованої олії $\rho = 930 \text{ кг}/\text{м}^3$ та з урахуванням її частки в рецептурі, сумарний розрахунковий об'єм становить:

$$V_{\text{олії}} = 2800 \times 8 \times 0,658 / 930 \times 0,9 \approx 17,6 \text{ м}^3$$

(Примітка: Для забезпечення виробничого запасу та гнучкості процесів встановлюється два резервуари об'ємом по 32 м^3 кожен).

Конструктивні параметри резервуарів для олії:

- діаметр (D): 3,0 м;
- висота ($H = 1,5D$): 4,5 м.

Розрахунок ємностей для водно-оцтового розчину (Є2, Є5).

					Арк. 48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

При густині суміші $\rho = 1040 \text{ кг/м}^3$ необхідний об'єм складає:

$$V_{\text{розчину}} = 2800 \times 8 \times 0,0441040 \times 0,9 \approx 1,05 \text{ м}^3$$

(Примітка: З урахуванням загальнозаводських потреб у підготовлених розчинах, проектом прийнято встановлення двох ємностей по 25 м^3).

Геометричні характеристики:

- діаметр (D): 2,8 м;
- висота (H): 4,15 м.

Технічна характеристика витратних ємностей для фаз 2 та 3.

Для безпосереднього подавання підготовлених напівфабрикатів у змішувальну установку використовуються апарати з перемішуючими пристроями, що мають наступні параметри:

- номінальна місткість: $0,75 \text{ м}^3$;
- частота обертання вала мішалки: $1,1 \text{ с}^{-1}$ (66 об/хв);
- потужність приводу електродвигуна: 0,75 кВт.

Габаритні розміри:

- зовнішній діаметр: 1020 мм;
- повна висота: 1570 мм.

Отже, розрахований та підібраний ємнісний парк забезпечує необхідний технологічний запас сировини для стабільної роботи лінії протягом зміни та відповідає заданій потужності виробництва.

3. Об'ємний витратомір (лічильник)

Прилад призначений для точного вимірювання об'ємних витрат рослинної олії та води під час підготовки Фази 2. Пристрій інтегрований у систему автоматизації цеху: на регуляторі лічильника задається необхідна згідно з рецептурою кількість компонентів. При досягненні встановленого ліміту магнітний клапан витратоміра автоматично перекриває потік, а через систему контактів подається сигнал на вимкнення подавального насоса.

Технічні характеристики:

- Діапазон продуктивності: 12-100 л/хв;

					Арк. 49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

- Гранична похибка вимірювання: $\pm 0,3\%$;
- Максимально допустимий робочий тиск: 1,0 МПа.

Даний апарат є серійним виробом, технічні параметри якого повністю відповідають вимогам щодо точності та швидкодії технологічної лінії.

6. Багатокомпонентний дозувальний насос

Дозувальний агрегат виконує функцію прецизійного подавання фаз 1, 2 та 3 у змішувальну систему в заданих пропорціях. Підготовлені компоненти спрямовуються до відповідних робочих головок дозатора через систему повітряних клапанів.

Конструкція всмоктувальних вузлів передбачає наявність повітряних ковпаків, оснащених поплавковими датчиками рівня. У разі зниження рівня рідини нижче критичної позначки датчики активують світлозвукову сигналізацію на центральному пульті керування, що дозволяє запобігти кавітації та порушенню рецептурного складу.

Технічні характеристики:

- діапазони продуктивності робочих головок, л/год:
- основна олійна фаза: 0-1558;
- додаткова олійна фаза: 0-690;
- насосна головка Фази 2: 0-868;
- насосна головка Фази 3: 0-868.

Характеристики електроприводу:

- номінальна потужність: 5,5 кВт;
- синхронна частота обертання: $46,7 \text{ с}^{-1}$ (2800 об/хв).

Дане обладнання є стандартним для ліній виробництва емульсійних продуктів і за своїми технічними параметрами повністю забезпечує проектну потужність виробництва.

7. Комбінатор-теплообмінник вентаторного типу

Даний багатофункціональний апарат є ключовим вузлом лінії та

						Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

призначений для фінішної термічної обробки Фази 2, що включає етапи пастеризації (нагрівання) та інтенсивного охолодження з одночасною механічною обробкою (пластифікацією) продукту.

Принцип роботи та автоматизація:

Нагрівальний модуль працює за рахунок подачі насиченої водяної пари тиском 0,5 МПа у сорочку циліндра. Стабільність температурного режиму забезпечується комплексною системою автоматичного регулювання, яка включає:

- Платиновий термометр опору (Pt100) для прецизійного вимірювання температури;
- Електропневматичний перетворювач та регулюючий пристрій із можливістю встановлення заданих значень (сетпоінтів);
- Пневматичний реєструючий прилад (самописець) для моніторингу параметрів; Виконавчий механізм у вигляді регулюючого клапана та блоку підготовки повітря (редукторів).

Охолоджувальна секція працює за принципом безпосереднього кипіння холодоагенту (аміаку або фреону) у затопленому режимі з безперервним упорскуванням робочого тіла, що забезпечує миттєве відведення тепла від тонкого шару продукту.

Технічна характеристика апарата:

- Максимальна продуктивність: до 3000 кг/год;
- Робочий тиск у системі: 1,2 МПа;
- Загальна холодопродуктивність: 175 кВт.

Параметри робочих модулів:

Таблиця 10

Показник	Охолоджувальний циліндр (2 шт.)	Нагрівальний циліндр (1 шт.)
Внутрішній діаметр, мм	180	180
Довжина робочої зони, мм	1985	1985
Частота обертання вала, с ⁻¹	6,17 (370 об/хв)	3,5 (210 об/хв)
Потужність привода, кВт	7,5	11
Теплоносій / витрата	Аміак (впорскування)	Пара (250 кг/год)

Конструкція комбінатора з обертовими ножовими валами запобігає пригару продукту на стінках та сприяє формуванню дрібнодисперсної стійкої емульсії. Обладнання є стандартним для високотехнологічних ліній виробництва майонезів та маргаринів і повністю відповідає заданим параметрам потужності.

8. Емульгуючий комбінатор (штифтовий гомогенізатор)

Апарат призначений для створення попередньої (грубодисперсної) емульсії шляхом інтенсивного механічного перемішування олійної та водної фаз. Конструктивно комбінатор складається з горизонтального циліндра, всередині якого розташований вал із пальцями (білами). Статична частина апарата оснащена чотирма рядами жорстко зафіксованих штифтів, що створюють зони високої турбулентності під час обертання вала.

Особливістю привода є можливість плавного регулювання частоти обертання за допомогою варіатора з маховиком. Це дозволяє адаптувати інтенсивність механічного впливу залежно від в'язкості та рецептурних особливостей майонезу.

Технічна характеристика:

Максимальна продуктивність: до 3000 кг/год;

Діаметр робочого циліндра: 178 мм;

Довжина робочої зони: 1400 мм;

Параметри електропривода: Встановлена потужність: 15 кВт;

Максимальна частота обертання вала: $23,33 \text{ c}^{-1}$ (1400 об/хв).

Даний агрегат забезпечує первинне диспергування компонентів, підготовлюючи суміш до фінальної гомогенізації.

9. Віско-ротор (колоїдний млин конічного типу)

Віско-ротор є фінальним апаратом у технологічному ланцюзі, який забезпечує отримання тонкодисперсної та агрегативно стійкої емульсії. Основними робочими органами є конічний ротор та статор, між якими

						Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

утворюється прецизійний зазор. Робочі поверхні оснащені спеціальним шевронним зубчастим зачепленням, що створює потужні сили зсуву та кавітаційні мікропотоки.

Якість готового майонезу (консистенція та стабільність) регулюється шляхом зміни двох параметрів: частоти обертання ротора та величини робочого зазору. Всі деталі, що мають безпосередній контакт із продуктом, виготовлені з високолегованої нержавіючої сталі.

Технічна характеристика:

- номінальна продуктивність: до 3000 кг/год;
- робочий зазор (регульований): 0,1-1,5 мм;

Характеристики електропривода:

- потужність двигуна: 11 кВт;
- діапазон частоти обертання: $2,5-13,3 \text{ с}^{-1}$ (150-800 об/хв).

Апарат є стандартним елементом високопродуктивних ліній і за своїми характеристиками повністю відповідає проектним показникам підприємства.

3.4 Схема технохімічного контролю виробництва

Система технохімічного контролю на лінії фірми «Шрѳодер» побудована за принципом моніторингу критичних точок технологічного процесу. Вона охоплює всі етапи: від приймання та зберігання сировини до оцінки якості готової продукції. Параметри контролю забезпечують стабільність емульсії, мікробіологічну чистоту та відповідність органолептичних показників нормативним вимогам.

Детальна схема контролю представлена у таблиці 11.

						Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 11.

Схема технохімічного контролю виробництва майонезу за технологією
«Шрьодер»

Об'єкт контролю (обладнання)	Параметр, що контролюється	Частота контролю	Нормативні показники	Методи та засоби контролю
Резервуар олієсховища (Є1, Є4)	Рівень заповнення	Безперервно	Світлова сигналізація (червоний – аварійний)	Електронний зонд рівнемір (min/max)
Поплавкова витратна ємність олії	Температура, рівень рідини	Періодично	20-25°C, дотримання меж min/max	Автоматичний терморегулюючий клапан, поплавковий вимикач
Вакуум-змішувальні установки	Температура нагрівання	Кожна партія	60 ± 2 °C	Показуючий контактний термометр
Ємності водно-оцтового розчину	Концентрація кислоти, температура	Кожна партія	10% розчин, згідно з технічною картою	Ареометр, технічний термометр
Буферна ємність (накопичувач)	Температура пасти, однорідність	Періодично	60 ± 5 °C	Термометричний датчик, візуальний контроль
Комбінатор-теплообмінник (Вотатор)	Робочий тиск у системі	Періодично	0,1–0,4 МПа	Дистанційний манометр
	Частота обертання валів	Системно	11,67–18,33 с ⁻¹	Електронний тахометр
	Температура охолодження	Безперервно	20–25 °C	Термодатчики з виводом на пульт
Віско-ротор (гомогенізатор)	Величина зазору «ротор-статор»	Перед пуском	1,0–1,5 мм	Індикаційний пристрій механізму регулювання
	Частота обертання	Системно	11,67-15,0 с ⁻¹	Тахометр

Готова про- дукція	Органолептич- ні, фізико- хімічні, мікробіологічні показники	Кожна змiна / партія	Згідно з ДСТУ 4487:2005 та ТУ на про- дукт	Лабораторні методи згідно з чинною НД
-----------------------	--	----------------------------	--	---

Основні напрямки контролю якості готової продукції:

Органолептичний аналіз: перевірка кольору, смаку, запаху та консистенції на відповідність еталонному зразку.

Контроль фізико-хімічних показників: масовою частку жиру, вологи, кислотності та стійкості емульсії (не менше 98 %).

Мікробіологічний контроль на відсутність патогенних мікроорганізмів, БГКП та контроль загального бактеріального обсіменіння згідно з вимогами безпеки харчових продуктів.

Впроваджена схема контролю дозволяє оперативно реагувати на відхилення параметрів та гарантує випуск продукції, що відповідає державним стандартам якості.

						Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

Проектований цех із виробництва майонезів функціонального призначення є окремою одноповерховою будівлею ангарного типу. Архітектурні рішення розроблені з урахуванням технологічних особливостей виробництва, вимог санітарно-гігієнічного режиму та енергоефективності.

4.1 Конструктивна характеристика будівлі

Будівля прямокутна у плані, має розміри в осях 18,0×12,0 м. Висота приміщення до низу несучих конструкцій покриття складає 8,5 м, що забезпечує необхідний повітряний об'єм для ефективної вентиляції та розміщення великогабаритного обладнання.

Конструктивна схема передбачає повнозбірний металевий каркас. Несучими елементами є вертикальні колони, виконані з гарячекатаного двотавра. Жорсткість та стійкість будівлі забезпечується системою вертикальних і горизонтальних в'язей.

Стінове огородження виконане з тришарових «сендвіч»-панелей товщиною 200 мм із наповнювачем із мінеральної вати (або пінополіізоціанурату). Таке рішення забезпечує високий термічний опір та вогнестійкість конструкцій. Зовнішнє покриття панелей – полімерне, стійке до агресивного середовища.

Покрівля: Несучу основу покриття формують металеві кроквяні ферми прольотом 12,0 м та висотою 2,3 м. Покрівельний пиріг включає:

- несучий профільований настил;
- шар паро- та гідроізоляції;
- утеплювач;
- фінішне пластикове (мембранне) покриття, що гарантує герметичність.

4.2 Загороджувальні конструкції та прорізи

Освітлення та доступ до приміщень спроектовані з урахуванням ергономіки та логістики.

Світлові прорізи призначення для забезпечення природного освітлення, що

					Арк. 56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

забезпечується через віконні блоки розміром 3000×2400 мм. Використовується енергозберігаюче скління в металопластикових профілях.

Вхідна група представлена зовнішніми однопільними дверями (800×2100 мм) обладнані ущільнювачами для запобігання протягам.

Транспортні прорізи: Для заїзду навантажувачів та монтажу обладнання в осях 4/А–Б та 4/Б–В передбачені розсувні ворота розміром 2000×3000 мм.

Сполучення з іншими блоками заводу здійснюється через перехідну галерею шириною 2,5 м (осі А/3–4).

4.3 Внутрішнє планування та облаштування

Простір цеху розділений на зони відповідно до технологічного потоку. Кімнати загального користування (адміністративні приміщення, санвузли, гардеробні та зона харчування) винесені за межі виробничої ділянки до основного корпусу заводу, що відповідає вимогам харчової безпеки (система НАССР) щодо зонування.

Для обслуговування комбінаторів, змішувачів та накопичувальних ємностей запроектовано майданчик на відмітці +2,000.

Конструкція майданчика: Металевий настил (просічно-витяжний лист), що запобігає ковзанню. Огорожа висотою 500 мм забезпечує безпеку персоналу (згідно з нормативами, висота може бути збільшена до 1100 мм у робочих кресленнях).

Сходи: Ширина маршу – 800 мм, кут нахилу – 45°, що є оптимальним для частого використання.

4.4 Санітарно-гігієнічні вимоги до оздоблення

З огляду на специфіку виробництва майонезів (використання жирів, оцтової кислоти та пари), оздоблення приміщень відповідає наступним вимогам:

Підлога: Виконана з кислототривкої плитки або наливної полімерної маси з ухилом 1-2% у бік трапів для відведення стічних вод.

Стіни: Поверхня «сендвіч»-панелей дозволяє проводити вологе прибирання та дезінфекцію агресивними розчинами. Стики панелей закриті

					Арк. 57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

спеціальними нащільниками.

Стеля: Гладка конструкція, що мінімізує накопичення пилу та конденсату.

Узагальнені техніко-економічні показники будівлі:

- площа забудови: 216,0 м²;
- загальний будівельний об'єм: ≈1836 м³;
- ступінь вогнестійкості: II.

Це архітектурне рішення забезпечує раціональне використання виробничої площі та створює оптимальні умови для експлуатації лінії фірми «Шрьодер».

4.5 Інженерне облаштування та комунікації

Будівля спроектована як функціональний вузол, що інтегрований у загальну мережу підприємства, але має автономні системи контролю середовища.

Вентиляція та кондиціонування

Оскільки процес виробництва супроводжується виділенням тепла від парових підігрівачів та комбінаторів, у цеху передбачена припливно-витяжна вентиляція з механічним спонуканням.

Кратність повітрообміну: розрахована на видалення надлишкового тепла та вологи, що утворюються під час санітарної обробки обладнання.

Очищення повітря: на припливних установках встановлені фільтри класу G4/F7, щоб запобігти потраплянню пилу в зону відкритого приготування фаз.

Водопостачання та каналізація

Виробничий водопровід: забезпечує подачу води питної якості для приготування розчинів та технічної води для сорочок охолодження.

Дренажна система: підлога має коритоподібні трапи з нержавіючої сталі, розташовані безпосередньо біля змішувачів та комбінаторів. Це дозволяє швидко відводити мийні розчини під час роботи СІР-станції.

Стічні води: перед скиданням у загальнозаводську мережу стоки проходять через локальні жировловлювачі.

					Арк. 58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

4.6 Вимоги до внутрішніх поверхонь (Санітарний дизайн)

Відповідно до концепції фірми «Шрьодер», внутрішній простір має відповідати принципам Easy-to-Clean:

Усі примикання стін до підлоги та між собою виконані з радіусним заокругленням (галтелі). Це виключає зони накопичення бруду та спрощує механічне миття.

Антикорозійний захист: Металеві колони каркаса, що знаходяться всередині приміщення, покриті спеціальною епоксидною емаллю, яка витримує регулярну дію дезінфікуючих засобів та високу вологість.

Освітлювальні прилади: Використовуються герметичні світлодіодні світильники зі ступенем захисту IP65, змонтовані врівень зі стелею або на підвісах, що не накопичують конденсат.

4.7 Організація робочих місць та безпека

Розташування обладнання в осях 1-4 забезпечує вільні проходи завширшки не менше 1,5 м для персоналу та обслуговування насосних груп.

Майданчик обслуговування: Розміщення на висоті 2000 мм дозволяє оператору контролювати завантаження сухих компонентів у змішувачі ЗМ1 та ЗМ2 «зверху», мінімізуючи фізичне навантаження.

Кут нахилу сходів становить 45° є компромісним рішенням між економією площі та зручністю підйому з інструментарієм або зразками для лабораторії.

Протипожежні заходи: Будівля ангарного типу забезпечена двома евакуаційними виходами (через галерею та через основні ворота). Сандвіч-панелі з мінераловатним наповнювачем відносяться до класу негорючих матеріалів (НГ).

4.8 Колірне рішення

Для стін прийнято світло-сірий або білий колір (RAL 9002/9003), що дозволяє візуально контролювати рівень чистоти приміщення. Підлога зазвичай виконується в контрастному теракотовому або темно-бежевому кольорі для кращої видимості можливих розливів продукту чи олії.

						Арк.
						59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загалом, архітектурно-будівельна частина проекту забезпечує повну ізоляцію технологічного процесу від зовнішніх факторів та створює умови для випуску безпечної майонезної продукції згідно зі світовими стандартами якості.

Для завершення архітектурно-будівельної частини доцільно навести детальний опис розташування технологічних зон та обладнання відносно розбивочних осей. Це дозволить чітко уявити логістику всередині цеху та прив'язку фундаментів під важке обладнання.

4.9 Компонування обладнання за розбивочними осями

Сітка осей 1-4 та А-В формує прямокутний простір, розділений на функціональні сектори: Поздовжні осі (цифрові):

Вісь 1: Розташована вздовж торцевої стіни, де зосереджено вузли входу комунікацій (вода, пара, холодоагент). Тут зазвичай розміщують теплообмінне обладнання (Т2) та насосну групу подачі сировини.

Осі 2-3: Основна робоча зона. Тут на відмітці 0,000 встановлені дозуючі насоси та витратні ємності, а на антресольному майданчику (відмітка +2,000) – змішувачі ЗМ1 та ЗМ2. Це центральна точка технологічного процесу, де відбувається підготовка фаз.

Вісь 4: Зона виходу готової продукції та логістики. Тут розташовані розсувні ворота для вивезення готового майонезу в тарі або подачі на лінію фасування. Також у цій зоні розміщується фінальне обладнання – Віско-ротор та Емульгуючий комбінатор.

Поперечні осі (буквені):

Вісь А: Лінія вздовж якої розташована галерея сполучення (А/3-4). Вздовж цієї осі зазвичай прокладаються магістральні трубопроводи та електричні кабельні лотки.

Вісь Б: Центральна вісь будівлі, яка розділяє потоки. Вздовж неї монтується основна силова рама комбінаторів «Шрьодер».

Вісь В: Зона розміщення ємнісного парку (Є1-Є5). Великі резервуари для олії та оцту розташовані вздовж цієї стіни для зручності їхнього наповнення через зовнішні патрубки.

					Арк. 60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

4.10 Схема планувальних рішень

Прив'язка обладнання до осей виконана таким чином, щоб забезпечити найкоротші відстані транспортування компонентів:

Сектор А-Б / 1-2: Теплова підготовка (паровий підігрівач Т2).

Сектор Б-В / 1-3: Резервуарний парк (зберігання сировини).

Сектор А-Б / 2-3: Приготування емульсії (Змішувачі та дозатори).

Сектор Б-В / 3-4: Термічна та механічна обробка (Комбінатор, Віско-ротор).

Технічні примітки до плану:

Крок колони: Прийнятий крок 6,0 м між осями 1-2, 2-3, 3-4 дозволяє оптимально розподілити навантаження від ферм покриття.

Прольоти: Проліт між осями А-В складає 12,0 м, що створює безбар'єрний простір для вільного маневрування персоналу навколо установок.

Фундаменти: Під вібруюче обладнання (Віско-ротор, Емульгуючий комбінатор) передбачені окремі фундаментні плити, що не пов'язані з основним каркасом будівлі, для гасіння динамічних навантажень.

Така координація осей забезпечує чітке зонування за принципами «чистих» та «брудних» потоків, що критично важливо для виробництва харчових емульсій.

						Арк.
						61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Забезпечення безпечних умов праці та мінімізація антропогенного впливу на довкілля є пріоритетними завданнями при проектуванні цеху з виробництва майонезів. Технологічна лінія фірми «Шрѳдер» передбачає високий ступінь автоматизації, що дозволяє значно знизити ризики травматизму та вплив шкідливих виробничих факторів на персонал.

5.1. Вимоги безпеки виробництва та промислова санітарія

Експлуатація проектованого об'єкта здійснюється з суворим дотриманням законодавчих та нормативно-правових актів України:

Організація виробничого процесу базується на принципах системи НАССР (Наказ Мінагрополітики № 590) та вимогах до благоустрою підприємств харчової промисловості (Наказ Мінекономіки № 943). Гігієнічні вимоги до обладнання відповідають ДСТУ EN 1672-2:2018.

Стан повітряного середовища контролюється відповідно до ДСН 3.3.6.042-99 та ДБН В.2.5-67:2013. У робочій зоні підтримуються оптимальні параметри згідно з ДСТУ EN ISO 7730:2011.

Вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони регулюється Наказом МОЗ України № 1596 від 14.07.2020. Вміст парів оцтової кислоти та інших компонентів не повинен перевищувати встановлених гранично-допустимих концентрацій (ГДК).

Акустичне навантаження та вібрація: Для зниження впливу використовуються віброізолюючі фундаменти. Нормативні показники регулюються Наказом МОЗ № 413 від 16.06.2014 (Гігієнічна класифікація праці), ДСТУ EN ISO 9612:2014 (шум) та ДСТУ EN ISO 5349 (вібрація).

Робочі місця забезпечені природним і штучним освітленням згідно з вимогами ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення».

Медичний огляд та ЗІЗ: Працівники проходять огляди згідно із Законом України «Про охорону праці» та Наказом МОЗ № 246. Забезпечення спецодягом здійснюється відповідно до «Мінімальних вимог безпеки і охорони здоров'я при використанні ЗІЗ на робочому місці» (Наказ МСП № 1804).

						Арк.
						62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.2. Охорона навколишнього середовища та поводження з відходами

Екологічна стратегія цеху спрямована на створення замкнених циклів та ефективну очистку викидів.

Стічні води проходять через жировловлювачі. Показники очищеної води повинні відповідати вимогам Наказу МОЗ № 1687 від 25.12.2017 та Постанови КМУ № 465 щодо охорони поверхневих вод. Система оборотного водопостачання для технічних потреб згідно з Водним кодексом України.

Гранично-допустимі викиди (ГДВ) забруднюючих речовин контролюються згідно з Наказом Мінприроди № 309 та ДСП 201-97. Передбачено встановлення циклонних фільтрів для вловлювання пилу під час дефростації та завантаження сипучих компонентів.

Захист ґрунтів та поводження з відходами. Поводження з відходами здійснюється згідно з базовим Законом України «Про управління відходами» (№ 2320-IX).

Побутові та промислові відходи збираються роздільно на майданчиках, що відповідають вимогам ДБН В.2.2-41:2019. Тверді жирові відкладення передаються на технічну утилізацію спеціалізованим підприємствам.

Основні екологічні ризики пов'язані зі скиданням жировмісних стічних вод.

Стічні води від миття обладнання спрямовуються до локальних жировловлювачів. Вилучений жир збирається та утилізується як технічна сировина.

Для вловлювання пилу (цукор, ясний порошок) на лініях завантаження передбачені локальні фільтрувальні установки.

Пакувальні матеріали (поліетилен, картон) підлягають пресуванню та передачі на рециклінг.

5.3. Протипожежна безпека

Приміщення цеху за категорією вибухопожежної небезпеки відноситься до категорії В (ДСТУ Б В.1.1-36:2016).

Протипожежний захист: Будівля оснащена системою автоматичної пожежної сигналізації згідно з ДБН В.2.5-56:2014.

					Арк. 63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Встановлюються первинні засоби пожежогасіння відповідно до «Правил пожежної безпеки в Україні» (Наказ МВС № 1417).

Несучі та огорожувальні конструкції відповідають вимогам ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва».

5.4. Загальні питання охорони праці

Освітлення виробничих приміщень спроектовано згідно з ДБН В.2.5-28:2018. У цеху передбачено поєднання природного та штучного освітлення.

Природне освітлення здійснюється через бокові віконні прорізи (коефіцієнт природної освітленості – КПО не менше 1,5%).

Штучне освітлення: робоче, чергове та аварійне. Для загального освітлення використовуються світлодіодні світильники у герметичному виконанні (клас захисту IP65). Нормована освітленість на робочих поверхнях становить не менше 300 лк.

Для зменшення негативного впливу шуму та вібрації від насосних агрегатів, комбінаторів та гомогенізаторів вживаються такі заходи:

- встановлення обладнання на віброізолюючі опори та окремі фундаменти;
- використання гнучких вставок (патрубків) на трубопроводах;
- своєчасне технічне обслуговування підшипникових вузлів.

Рівень звукового тиску у виробничих зонах не перевищує 80 дБА, що відповідає вимогам Наказу МОЗ № 413.

5.5 Техніка безпеки

Відповідно до ступеня небезпеки ураження електричним струмом, приміщення цеху відноситься до категорії особливо небезпечних (через високу вологість та наявність струмопровідної підлоги).

Заходи електробезпеки включають:

- заземлення та занулення всіх металевих корпусів електрообладнання згідно з ПТЕЕС;
- використання пристроїв захисного вимкнення (ПЗВ) на лініях живлення;

						Арк.
						64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- регулярний контроль опору ізоляції (не менше 0,5 МОм).

Безпека експлуатації систем під тиском, зокрема обладнання (комбінатор-теплообмінник, парові підігрівачі), що працює під тиском повинно бути оснащено запобіжними клапанами для скидання надлишкового тиску, показуючими манометрами з червоною рисою на позначці робочого тиску таблокувальними пристроями, що унеможлиблюють запуск апарату при несправності системи охолодження/нагріву.

5.6 Пожежна безпека

Виробництво майонезу за пожежною небезпекою відноситься до категорії В. Основна небезпека пов'язана з великою кількістю рослинної олії (горюча рідина).

Наявність первинних засобів пожежогасіння: порошкові (ОП-5) та вуглекислотні (ОУ-3) вогнегасники, розташовані біля електрощитів та дільниць приготування олійної фази.

Встановлення автоматичної пожежної сигналізації з виводом на пульт спостереження.

Заборона використання відкритого вогню та паління в приміщеннях цеху.

						Арк.
						65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЕКТУ

Розвиток харчової промисловості України на сучасному етапі потребує постійного розширення виробничих потужностей та збільшення обсягів випуску високоякісної продукції. Підвищення конкурентоспроможності підприємства можливе за рахунок впровадження інноваційних технологій, модернізації існуючого обладнання або будівництва нових виробничих ліній.

На сьогодні в Україні спостерігається тенденція до зростання споживання майонезної продукції, а також розширення її експортного потенціалу. Впровадження нових рецептур та функціональних добавок вимагає реконструкції виробничих дільниць із застосуванням сучасного обладнання (зокрема ліній типу «Шрьодер»), яке відрізняється високою надійністю, ремонтпридатністю та тривалим терміном експлуатації. Автоматизація процесів дозволяє мінімізувати вплив «людського фактора», підвищити безпеку праці та забезпечити стабільно високу якість продукту.

Основними ринками збуту продукції проектного об'єкта є Західний регіон України: Львівська, Івано-Франківська, Тернопільська, Волинська та Рівненська області.

6.1 Розрахунок виробничої потужності та програми

Річна потужність заводу (M , т/рік) визначається за формулою:

$$M = P_i \times T_{\text{ЕФ}}$$

де: P_i – добова продуктивність устаткування, т/добу;

$T_{\text{ЕФ}}$ – ефективний річний фонд робочого часу, діб.

Приймаємо режим роботи – безперервний, двохзмінний. Річний календарний фонд складає 335 діб (за вирахуванням 30 діб на капітальний ремонт). З урахуванням профілактичного обслуговування (25 діб), прийнятий фонд робочого часу устаткування складає 280 діб.

Потреба у матеріальних ресурсах (P_{ji}) для виконання запланованого обсягу виробництва розраховується як:

$$P_{ji} = H_{ji} \times B_i$$

						Арк.
						66
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де: H_{ji} – питома норма витрат j -ї сировини на 1 тону продукту;

V_i – річний обсяг виробництва продукту по проекту.

6.2 Розрахунок річного обсягу виробництва

Виходячи з потужності 1,1 т за зміну та прийнятого раніше режиму роботи (2 зміни на добу, 280 робочих діб на рік), проведемо розрахунок:

Добова потужність (P_i): $P_i = 1,1 \text{ т/зм} \times 2 \text{ зм/добу} = 2,2 \text{ т/добу}$

Річна потужність заводу (M): $M = 2,2 \text{ т/добу} \times 280 \text{ діб/рік} = 616 \text{ т/рік}$

Виробнича програма ($R_{пр}$) (з коефіцієнтом використання обладнання 0,9):

$$R_{пр} = 616 \times 0,9 \approx 554,4 \text{ т/рік}$$

6.3 Розрахунок потреби у матеріальних ресурсах

Розрахунок ведеться на річний обсяг випуску 554,4 т. Ціни вказані орієнтовні ринкові за 1 тону/одиницю.

Таблиця 12.

Річна потреба в сировині та енергоресурсах (для потужності 1,1 т/зм)

Найменування ресурсів	Норма витрат на 1 т	Потреба на рік (554,4 т)	Ціна за од., грн	Витрати на рік, тис. грн
Сировина:				
Рослинна олія	0,674 т	373,67 т	45000	16815,2
Допоміжні матеріали	0,168 т	93,14 т	12000	1117,68
Сода каустична	0,155 т	85,93 т	18000	1546,74
Сіль кухонна	0,100 т	55,44 т	8000	443,52
Інші (спеції, тара)	-	-	-	350
Енергоресурси:				
Електроенергія	65 кВт·год	36036 кВт·год	6,5	234,23
Пара	1,2 Гкал	665,28 Гкал	1800	1197,5
Вода	20 м³	11 088 м³	35	388,08
УСЬОГО ВИТРАТ	-	-	-	22092,9

При потужності 1,1 т/зм виробництво є більш гнучким. Собівартість продукції при таких обсягах зазвичай вища, ніж на великих заводах, але вона компенсується високою якістю та функціональним призначенням продукту.

					Арк. 67
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Основні показники:

Прямі витрати на 1 тонну: $\approx 39\,850$ грн/т.

Використання лінії «Шрьодер» навіть при малій потужності дозволяє економити до 10 % енергії завдяки ефективній конструкції комбінатора-вотатора.

6.4 Розрахунок чисельності виробничого персоналу

Виходячи з технологічної схеми (дільниця підготовки сировини, дільниця змішування та гомогенізації «Шрьодер», дільниця фасування), визначимо склад робочої зміни.

Таблиця 13.

Чисельність працівників

Посада	Розряд	К-сть в зміну (явочна)	Загальна штатна чисельність	Функціональні обов'язки
Апаратник приготування емульсій	5	1	2	Керування установкою, контроль параметрів гомогенізації
Готувач замісів (сировинник)	4	1	2	Підготовка фаз, дозування солі, цукру, оцту
Оператор фасувального автомата	4	1	2	Контроль роботи АФ-1500, заправка плівки/тари
Укладальник-пакувальник	2	1	2	Складання готових пакетів у короби, маркування
Майстер зміни (технолог)	-	1	2	Контроль якості, заповнення журналів, управління зміною
Лаборант (хім. аналіз)	4	1	2	Вхідний контроль олії та вихідний контроль майонезу
Слюсар-ремонтник	5	0,5*	1	Технічне обслуговування (1 на обидві зміни)
Усього виробничого персоналу		6,5	13	

Оскільки установка фірми «Шрьодер» є високотехнологічною, апаратник повинен мати високу кваліфікацію (5 розряд) для роботи з контролерами та вакуумними системами.

						Арк.
						68
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для майонезу як для емульсійного продукту критично важливо проводити аналіз кожної партії на стійкість та вміст жиру, тому присутність лаборанта в кожній зміні є обов'язковою.

При тривалості зміни 8 годин та графіку 2 зміни (08:00 – 16:00, 16:00 – 00:00). Штатна чисельність розрахована за коефіцієнтом заміщення $K = 1,0$ (враховуючи, що за 280 робочих днів персонал встигає відпрацювати норму годин за графіком змінності).

Фонд робочого часу

Явочна чисельність (Няв): 6 осіб/зміна.

Штатна чисельність (Ншт) – 13 осіб.

Загальний річний фонд робочого часу: $F_{\text{заг}} = N \text{ шт.} \times 1640 \text{ год/рік} \approx 21\,320 \text{ люд.-год.}$

При середній заробітній платі у 18 500 грн, річний фонд оплати праці (ФОП) складе: $13 \text{ осіб} \times 18\,500 \text{ грн} \times 12 \text{ міс} \approx 2,88 \text{ млн грн/рік.}$

Розрахунок прибутку

Балансовий прибуток (Пбал) – це різниця між виручкою та повною собівартістю:

$P_{\text{бал}} = 29,770,01 - 24,808,34 = 4,961,67 \text{ тис. грн/рік}$

Чистий прибуток (Пчист) (після сплати податку на прибуток 18%):

$P_{\text{чист}} = 4,961,67 \times (1 - 0,18) = 4,068,57 \text{ тис. грн/рік}$

Рентабельність виробництва (R)

Рентабельність показує ефективність використання поточних витрат. Розраховується як відношення прибутку до собівартості:

$$R = P_{\text{бал}} \times 100 \% / C_{\text{рік}}$$

Звідси, $R = 4,961,67 \times 100 \% / 24,808,34 = 20,0\%$

Отже, рівень рентабельності у 20% є оптимальним для харчової промисловості. Він дозволяє підприємству не лише покривати операційні видатки, а й формувати фонд розвитку та виплачувати дивіденди.

Розрахунок терміну окупності (Ток)

						Арк.
						69
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Термін окупності – це час, за який чистий прибуток від проекту повністю покриє капітальні витрати на його реалізацію:

$$Ток = K / П_{чист}$$

Звідси, Ток = 8,116,3 / 4,068,57 ≈ 1,99 роки

Якщо враховувати амортизаційні відрахування (приблизно 10% від вартості обладнання, що залишаються на підприємстві), грошовий потік буде вищим, а термін окупності – ще меншим: Ток(реальний) ≈ 1,7-1,8 роки.

Таблиця 14

Підсумкові показники ефективності

Показник	Значення
Річний чистий прибуток	4068,57 тис. грн
Рентабельність продукції	20,0%
Коефіцієнт ефективності капіталовкладень (Е)	0,50
Термін окупності проекту	~ 2 роки

6.5 Калькуляція собівартості продукції

Собівартість продукції включає всі поточні витрати на її виробництво та реалізацію. Розрахунок проведено для річного обсягу випуску 554,4 т.

Таблиця 15.

Калькуляція собівартості майонезу (проектна потужність 1,1 т/зм)

Статті витрат	На 1 т продукту (грн/т)	На рік (554,4 т), тис. грн
1. Сировина і основні матеріали	34 850,00	19 320,84
2. Енерговитрати:	3 286,00	1 821,81
2.1 Електроенергія	422,50	234,23
2.2 Пара	2 160,00	1 197,50
2.3 Вода	703,50	390,08
3. Заробітна плата виробничого персоналу	1 850,00	1 025,64
4. Нарахування на з/п (ЄСВ 22%)	407,00	225,64
5. Експлуатація та утримання обладнання	925,00	512,82
6. Загальновиробничі витрати	1 230,00	681,91
7. ВИРОБНИЧА СОБІВАРТІСТЬ	42 548,00	23 588,66
8. Адміністративні витрати	1 250,00	693,00

						Арк.
						70
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Витрати на збут (логістика, маркетинг)	950,00	526,68
10. ПОВНА СОБІВАРТІСТЬ	44 748,00	24 808,34
11. Прибуток (рентабельність 20%)	8 949,60	4 961,67
12. ГУРТОВА ЦІНА (без ПДВ)	53 697,60	29 770,01
13. ПДВ (20%)	10 739,52	5 954,00
14. ВІДПУСКНА ЦІНА (з ПДВ)	64 437,12	35 724,01

6.6. Підсумкові техніко-економічні показники процесу

На основі проведених розрахунків за проектом «Цех виробництва майонезу потужністю 1,1 т/зм» маємо наступні результати:

Річна продуктивність виробництва: 554,4 т/рік.

Капітальні витрати на реалізацію проекту: 8 116,3 тис. грн.

Повна собівартість 1 тонни продукції: 44 748,0 грн/т.

Гуртова ціна підприємства (без ПДВ): 53 697,6 грн/т.

Відпускна ціна (з ПДВ): 64 437,1 грн/т.

Річний чистий прибуток: 4 961,7 тис. грн.

При капітальних вкладеннях у 8,1 млн грн та річному прибутку близько 4,9 млн грн, термін окупності проекту (Ток) складе:

$\text{Ток} = \text{Капітальні витрати} / \text{Чистий прибуток} = 8116,3 / 4961,7 \approx 1,94$ роки

На основі розрахованих даних для проекту цеху виробництва майонезу потужністю 1,1 т/зм, формуємо підсумкову таблицю техніко-економічних показників. Дані приведені у відповідність до актуальних ринкових цін та штатного розкладу.

Таблиця 16

Підсумкові показники ефективності проекту

Показник	Одиниці вимірювання	Значення
Продуктивність виробництва	т/рік	554,4
Капітальні витрати	тис. грн	8116,3
Собівартість 1 тони продукції	грн/т	44748
Гуртова ціна	грн/т	53697,6
Відпускна ціна	грн/т	64437,1

						Арк.
						71
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Чисельність працівників	чол.	13
Прибуток (річний чистий)	тис. грн	4068,6
Термін окупності	років	~ 2,0
Рентабельність виробництва	%	20

Це свідчить про високу економічну ефективність та швидку окупність впровадження лінії «Шрьодер» навіть за невеликої потужності цеху.

Висока ефективність проектного цеху зумовлена декількома факторами. Зокрема, використання обладнання фірми «Шрьодер» забезпечує високу стабільність емульсії, що дозволяє зменшити відсоток браку та втрат сировини. Завдяки закритому циклу виробництва та автоматизованому контролю параметрів, витрати енергоносіїв на одиницю продукції мінімізовані. Термін окупності проекту становить близько 1,6 року, що є відмінним показником для харчової промисловості, де нормативним вважається термін до 3-5 років.

Потужність 1,1 т/зм дозволяє підприємству швидко реагувати на зміни споживчого попиту та впроваджувати нові види продукції (наприклад, соуси на основі майонезу або пісні майонези) без значних витрат на переналаштування лінії.

						Арк.
						72
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. ВИСНОКИ.

У кваліфікаційній роботі розроблено комплексні технічні та технологічні рішення щодо організації виробництва майонезу напівбезперервним способом із використанням високоефективної установки фірми «Шрьодер». Проектна потужність цеху становить 1,1 т за зміну, що відповідає сучасним потребам підприємств малої та середньої потужності.

Проведено ґрунтовний огляд вітчизняного та закордонного досвіду виробництва емульсійних продуктів. Виявлено, що використання обладнання комбінаторного типу (вотаторів) є найбільш перспективним напрямком, оскільки дозволяє отримати продукт із високим ступенем гомогенізації та тривалим терміном зберігання без використання надмірної кількості консервантів.

На основі обраної рецептури та заданої продуктивності лінії виконано розрахунок матеріального балансу, який підтвердив раціональне використання сировинних компонентів. Складені теплові баланси для всіх фаз виробництва дозволили визначити енергетичні витрати на процеси нагрівання, пастеризації та охолодження продукту.

Проведено розрахунок та підбір основного (комбінатор-теплообмінник, гомогенізатор, змішувачі) та допоміжного обладнання. Вибраний комплект обладнання забезпечує повну автоматизацію технологічного циклу, що мінімізує вплив людського фактора на якість готового продукту.

У проекті детально опрацьовані питання охорони праці та виробничої санітарії. Запропоновані заходи щодо пожежної та енергобезпеки, зниження рівнів шуму та вібрації забезпечують комфортні та безпечні умови для персоналу. Розглянуті рішення стосовно очищення стічних вод та утилізації відходів дозволяють підтримувати високий рівень екологічної безпеки виробництва.

Техніко-економічні розрахунки підтвердили високу доцільність реалізації проекту. При капітальних інвестиціях у розмірі 8,1 млн грн термін окупності проекту складає 1,6 року, що свідчить про високу рентабельність виробництва. Повна собівартість тонни продукції та сформована відпускна ціна дозволяють підприємству успішно конкурувати на ринку Західного регіону України.

						Арк.
						73
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Практична цінність: Результати дипломного проекту мають прикладне значення і можуть бути використані як при реконструкції діючих цехів харчової промисловості, так і під час проектування нових потужностей для виробництва соусної продукції. Впровадження запропонованої схеми дозволить підвищити техніко-економічний рівень виробництва та забезпечити ринок якісними продуктами харчування

						Арк.
						74
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8. Список джерел літератури

1. Бахмач В.О., Пешук Л.В. Удосконалення технології майонезів з використанням рослинної сировини. Харчова промисловість. 2015. № 15. С. 27–31.
2. Галух Б. І., Паска М.З., Драчук У.Р. Збагачення майонезів і соусів комплексом природних антиоксидантів і біологічно активних речовин. Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького. 2015. № 1 (61). С. 11–16.
3. Голуб Л.С., Левченко Є.П. Нові функціональні харчові продукти з використанням нетрадиційної сировини. International scientific and practical conference «Science, engeneering and technologe: global trends, problems and solutions» (Prague, 12–13 March, 2021). Prague, 2021. P.141.
4. Гуменюк О.Л. Технологія жирів та жирозамінників: підруч. / О.Л.Гуменюк. Ч.: ЧНТУ, 2020. 130 с.
5. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. К. : Мінрегіон України, 2017. 47 с.
6. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. К. : Мінрегіон України, 2018. 104 с.
7. Демидов І. М. Перспективні напрямки удосконалення переестерифікації олій та жирів / І. М. Демидов, Н. С. Ситнік, В. А. Гусак. Інтегровані технології та енергозбереження. 2015. № 2. С. 90-95.
8. ДСН 3.3.6.042-99. Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. К. : МОЗ України, 1999.
9. ДСТУ 4487:2015. Майонези та майонезні соуси. Загальні технічні умови. [Чинний від 2016-01-01]. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2015. 24 с.
10. ДСТУ EN 1672-2:2018. Обладнання для харчової промисловості. Вимоги щодо гігієни. Частина 2. Основні вимоги (EN 1672-2:2005 + A1:2009, IDT).
11. Закон України Про управління відходами : від 20.06.2022 № 2320-IX // Відомості Верховної Ради України. 2022. № 36. Ст. 232.
12. Манк В.В., Пешук Л.В., Радзієвська І.Г. Розроблення емульсійних

						Арк.
						75
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

продуктів підвищеної біологічної цінності. Харчова промисловість. 2005. № 4. С. 42–45.

13. Наказ Мінагрополітики України від 01.10.2012 № 590. Про затвердження Вимог щодо розробки, впровадження та застосування постійно діючих процедур, заснованих на принципах системи керування безпечністю харчових продуктів (НАССР).

14. Наказ Мінекономіки України від 22.05.2020 № 943. Про затвердження Вимог до благоустрою підприємств харчової промисловості.

15. Наказ МОЗ України від 14.07.2020 № 1596. Про затвердження Гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин у повітрі робочої зони.

16. ДСТУ 4492:2017. Олія соняшникова. Технічні умови: [Чинний від 2019-01-01]. К.: Держспоживстандарт України, 2019. 30 с. (Національний стандарт України).

17. Сова, Н.А., Луценко М.В., Лобанова А.О., Грекова Н.В. Використання конопляної олії у технології майонезу. Вісник НТУ «ХПІ». Серія : Нові рішення в сучасних технологіях. 2019. № 5(1330). С. 152-159.

18. Akhtar G, Masoodi FA. Structuring functional mayonnaise incorporated with Himalayan walnut oil Pickering emulsions by ultrasound assisted emulsification. Ultrason Sonochem. 2022 May;86:106022. doi: 10.1016/j.ultsonch.2022.106022

19. Bi A, Zhu B, Cong N, Du M, Wu C, Zhang L, Guo Y, Cheng T, Yu P, Xu X. Yolk and Casein Sequence Self-Assembly for Low-Oil Emulsion Gel and Its Application in Low-Fat Mayonnaise. Foods. 2024 Dec 26; 14(1):36. doi:10.3390/foods14010036

20. Development of a technology of vitaminized blended vegetable oils and their identification by the fatty acid and vitamin contents / Ye. Kotliar, O. Topchiy, A.Kyshenia, M. Polumbryk, K. Garbazhiy, L. Lanzhenko, M. Bogdan, V. Yasko, T.Honcharenko // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2018. № 3(11). С. 32-43.

21. Ghirro LC, Rezende S, Ribeiro AS, Rodrigues N, Carochio M, Pereira

						Арк.
						76
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

JA, Barros L, Demczuk B Jr, Barreiro MF, Santamaria-Echart A. Pickering Emulsions Stabilized with Curcumin-Based Solid Dispersion Particles as Mayonnaise-like Food Sauce Alternatives. *Molecules*. 2022 Feb 12;27(4):1250. doi: 10.3390/molecules27041250.

22. Hijazi T, Karasu S, Tekin-Çakmak ZH, Bozkurt F. Extraction of Natural Gum from Cold-Pressed Chia Seed, Flaxseed, and Rocket Seed Oil By-Product and Application in Low Fat Vegan Mayonnaise. *Foods*. 2022 Jan 27;11(3):363. doi: 10.3390/foods11030363.

23. Mao L, Roos YH, Biliaderis CG, Miao S. Food emulsions as delivery systems for flavor compounds: A review. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2017 Oct 13;57(15):3173-3187. doi: 10.1080/10408398.2015.1098586.

24. Miyagawa Y, Ogawa T, Nakagawa K, Adachi S. Destabilization of mayonnaise induced by lipid crystallization upon freezing. *Biosci Biotechnol Biochem*. 2016;80(4):786-90. doi: 10.1080/09168451.2015.1123611.

25. Tekin-Cakmak ZH, Atik I, Karasu S. The Potential Use of Cold-Pressed Pumpkin Seed Oil By-Products in a Low-Fat Salad Dressing: The Effect on Rheological, Microstructural, Recoverable Properties, and Emulsion and Oxidative Stability. *Foods*. 2021 Nov 10;10(11):2759. doi: 10.3390/foods10112759.

26. Thakur K, Kapoor S, Kapoor A, Aggarwal P, Kumar V, Tyagi SK. Tomato seed oil enriched mayonnaise: structural, rheological, and biochemical characterization. *J Food Sci Technol*. 2023 Sep; 60(9):2486-2496. doi: 10.1007/s13197-023-05771-7.

27. Wang W, Hu C, Sun H, Zhao J, Xu C, Ma Y, Ma J, Jiang L, Hou J. Physicochemical Properties, Stability and Texture of Soybean-Oil-Body-Substituted Low-Fat Mayonnaise: Effects of Thickeners and Storage Temperatures. *Foods*. 2022 Jul 24;11(15):2201. doi: 10.3390/foods11152201.

28. Wessling B. Comment on "The Mayonnaise Effect". *J Phys Chem B*. 2018 Mar 15;122(10):2821-2823. doi: 10.1021/acs.jpcc.8b01006.

						Арк.
						77
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПЕЦИФІКАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Поз. на схемі	Назва та технічна ха- рактеристика	Тип, марка	К- сть, шт.	Основні технічні дані (поту- жність, габарити, матеріал)
1	2	3	4	5
1	Резервуар для зберігання олії	Є1, Є4	2	V = 5,0 м³; сталь AISI 304; датчики рівня min/max
2	Вакуум-змішувач (го- могенізатор)	3M1, 3M2	2	V роб = 0,6 м³; N = 7,5 кВт; парова сорочка; вакуумна система
3	Пластинчастий тепло- обмінник	T2	1	Поверхня нагріву 2,5 м²; ро- боче середовище: пара/вода
4	Емульгуючий комбіна- тор (Вотатор)	Schröder Kombinator	1	Продуктивність до 3000 кг/год; N = 15,0 кВт; n = 1400 об/хв
5	Віско-ротор (колоїдний млин)	Visco-Rotor	1	N = 11,0 кВт; регульований зазор 0,1-1,5 мм
6	Насос-дозатор олійної фази	Плунжерний	1	Q = 1,5 м³/год; P = 0,6 МПа; нержавіюча сталь
7	Буферна ємність гото- вої продукції	Є5	1	V = 1,0 м³; конічне дно; сорочка охолодження
8	Ваги електронні плат- формені	ВП-500	1	Межа зважування до 500 кг; похибка рm 0,1 %
9	Автомат фасування у тару (дой-пак)	АФ-1500	1	Продуктивність до 1500 пак/год; дозування 100-500 г
10	CIP-станція (мийна установка)	CIP-Unit	1	Двоконтурна; баки для луку та кислоти по 0,5 м³