

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Департамент научно-технологической политики и образования
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

"Костромская государственная сельскохозяйственная академия"

Факультет инженерно-технологический

Направление подготовки 35.03.06 Агроинженерия
(шифр) (наименование)

Профиль Технологическое оборудование для хранения и переработки
сельскохозяйственной продукции

Кафедра Технических систем в агропромышленном комплексе

ДОПУЩЕНА К ЗАЩИТЕ

Зав. кафедрой

_____ / Н.А.Клочков
(подпись) (инициалы, фамилия)

« ____ » _____ 2019 г

КУРСОВАЯ РАБОТА

На тему: Проект технологической линии по производству кефира на базе
мини-цеха ФГБОУ ВО Костромская ГСХА с модернизацией заквасочника
ОЗУ-0,35

Студентка _____
(подпись)

Рунтова Нелли Васильевна
(Ф.И.О. полностью)

Караваево 2019

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Департамент научно-технологической политики и образования
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

"Костромская государственная сельскохозяйственная академия"

Факультет инженерно-технологический

Направление подготовки 35.03.06 Агроинженерия
(шифр) (наименование)

Профиль Технологическое оборудование для хранения и переработки
сельскохозяйственной продукции

Кафедра Технических систем в агропромышленном комплексе

РАСЧЕТНО – ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовой работе

На тему: Проект технологической линии по производству кефира на базе
мини-цеха ФГБОУ ВО Костромская ГСХА с модернизацией заквасочника
ОЗУ-0,35

Студентка _____ Рунтова Нелли Васильевна
(дата) (подпись) (Ф.И.О. полностью)

Руководитель _____ К.С.-Х.Н., доцент Кузнецов В.Н.
(дата) (подпись) (ученая степень, звание) (фамилия, инициалы)

Консультанты:

по конструкторской

части _____ К.Т.Н., профессор Фириченков В.Е.
(дата) (подпись) (ученая степень, звание) (фамилия, инициалы)

по экономической

части _____ К.Э.Н., доцент Иванова М.А.
(дата) (подпись) (ученая степень, звание) (фамилия, инициалы)

по безопасности

жизнедеятельности

и экологичности _____ К.Т.Н., доцент Румянцев С.Н.
(дата) (подпись) (ученая степень, звание) (фамилия, инициалы)

Каравеево 2019

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Департамент научно-технологической политики и образования
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

"Костромская государственная сельскохозяйственная академия"

Факультет инженерно-технологический

Направление подготовки 35.03.06. Агроинженерия
(шифр) (наименование)

Профиль Технологическое оборудование для хранения и переработки
сельскохозяйственной продукции

Кафедра Технических систем в агропромышленном комплексе

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

_____/ Н.А. Клочков
(подпись) (инициалы, фамилия)

«___» _____ 2018 г

ЗАДАНИЕ

на курсов.

1 Тема работы: «Проект технологической линии по производству кефира на базе мини-цеха ФГБОУ ВО Костромская ГСХА с модернизацией заквасочника ОЗУ-0,35»

2 Срок сдачи студентом законченной работы 20 июня 2019 г

3 Исходные данные к работе научная и справочная литература;
описания авторских свидетельств и патентов

4 Содержание

Введение

4.1 Анализ сырьевой базы

4.1.1 Развитие производства молока в Костромской области

4.1.2 Производство и потребление молочной продукции в Костромской области

4.1.3 Общие сведения об объекте проектирования

4.2. Технологическая часть

4.2.1 Ассортимент и анализ используемого сырья в изготовлении кефира

4.2.1.1 Характеристика сырья, требования на вырабатываемую продукцию

4.2.1.2 Гост на продукт

4.2.1.3 Требования к наполнителям

4.2.2 Технологическая линия цеха по производству кефира

4.2.2.1 Производство кефира

4.2.2.2 Обзор существующих способов производства кефира и их технологических линий

4.2.2.2.1 Резервуарный способ производства кефира

4.2.2.2.2 Термостатный способ производства кефира

4.2.2.3 Обоснование и выбор технологических процессов для модернизируемой технологической линии

4.2.3 Технологический расчет

4.2.3.1 Исходные данные для продуктового расчета проектируемого цеха по переработке молочной продукции

4.2.3.2 Продуктовый расчет. Расчет количества основного и вспомогательного сырья

4.2.3.3 Расчет и подбор технологического оборудования

4.2.3.4 Разработка графика работы технологического оборудования в проектируемом перерабатывающем цехе

4.2.3.5 Расчет площади цеха по переработке молочной продукции

4.2.3.6 Расчет численности рабочих

4.3 Расчет технологической карты на переработку продукции животноводства

4.4 Конструкторская разработка

4.4.1 Описание установки ОЗУ-0,35

4.4.2 Принцип работы ОЗУ-0,35

4.4.3 Обоснование выбора модернизируемой установки

4.4.4 Анализ существующих конструкций

4.4.5 Расчет мешалки

4.4.6 Выбор мотор-редуктора

4.4.7 Расчет на прочность при изгибе прямоугольной трубы

4.5.1 Безопасность и экологичность проекта

4.5.2 Опасные и вредные факторы, возникающие при работе

заквасочника

4.5.3 Организационные мероприятия по созданию безопасных условий

труда

4.5.4 Технические мероприятия по созданию безопасных условий труда

4.5.5 Основные требования безопасности при выполнении работ на

устройстве

4.5.6 Экологичность

4.6 Экономическая эффективность конструкторской разработки

4.6.1 Расчет стоимости модернизации заквасочника

4.6.2 Расчет себестоимости молока и кефира

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Список используемых источников

Приложения

5 Перечень графического материала (с точным указанием
обязательных чертежей)

5.1 Анализ сырьевой базы и экономическая эффективность
производства..... 1 л. (формат А1)

5.2 Технологическая схема производства кефира резервуарным
способом.1 л. (формат А1)

5.3 Технологическая линия производства кефира резервуарным
способом1 л. (формат А1)

5.4 Технологическая карта производства

кефира.....1 л. (формат А1)

5.5 Общий вид разрабатываемого оборудования.....1 л. (формат А1)

5.6 Рабочие чертежи деталей1 л. (формат А1)

6 Консультанты

6.1 Конструкторская часть – к.т.н., профессор Фириченков В.Е.

6.2 Безопасность и экологичность – к.т.н., доцент Румянцев С.Н.

6.3 Экономическая эффективность – к.э.н., доцент Иванова М.А.

7 Дата выдачи задания – 18 октября 2018 года

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№	Наименование этапов выполнения ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Анализ сырьевой базы	18.05.2019 г.	
2	Технологическая часть	25.05.2019 г.	
3	Конструкторская разработка	05.06.2019 г.	
4	Безопасность и экологичность проекта	10.06.2019 г.	
5	Технико-экономическая оценка проекта	15.06.2019 г.	
6	Оформление разделов и сдача готовой ВКР	20.06.2019 г.	

Руководитель _____ Кузнецов В.Н.
(подпись, дата)

Студентка _____ Рунтова Н.В.
(подпись, дата)

АННОТАЦИЯ

«Проект технологической линии по производству кефира на базе мини-цеха ФГБОУ ВО Костромская ГСХА с модернизацией заквасочника ОЗУ-0,35»

Объем расчетно-пояснительной записки выпускной квалификационной работы содержит 5 разделов, составляющих 82 страницы машинописного текста, 25 таблиц, 9 рисунков, 46 использованных источников, 1 приложение. Графическая часть составляет 6 листов формата А1.

В выпускной квалификационной работе выполнен анализ сырьевой базы по Костромской области. Рассмотрены технологические линии и выбран способ производства кефира, произведены продуктовый (сырьевой) расчет и подбор оборудования для производства кефира. Разработан график работы технологического оборудования, выполнены расчеты площади цеха и численности рабочих. Также в работе показан расчет технологической карты.

В качестве конструкторской разработки нами предлагается усовершенствовать заквасочную установку ОЗУ-0,35 для заквашивания, сквашивания молока и получения готового продукта - кефира.

В выпускной – квалификационной работе предложены мероприятия по организации безопасности труда и экологичности проекта. Определена экономическая эффективность конструкторской разработки и проекта в целом.

ABSTRACT

«The project of the technological line for the production of kefir on the basis of a mini-workshop of FSBEI HE Kostroma State Agricultural Academy with the modernization of the starter OZU-0,35 "»

The volume of the settlement-explanatory note of the final qualifying work contains 5 sections, comprising 82 pages of typewritten text, 25 tables, 9 figures, 46 used sources, 1 attachment. The graphic part is 6 sheets of A1 format.

In the final qualifying work, an analysis of the raw material base in the Kostroma region was performed. The technological lines were considered and the method of kefir production was selected, grocery (raw) calculation and selection of equipment for kefir production were made. The schedule of work of technological equipment was developed, the area of the workshop and the number of workers were calculated. Also in the work shows the calculation of the routing.

As a design development, we propose to improve the OZU-0.35 starter plant for fermentation, fermentation of milk and the production of the finished product - kefir.

In the final - qualifying work proposed measures for the organization of occupational safety and environmental project. The economic efficiency of the design development and the project as a whole is determined.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	11
1 АНАЛИЗ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ.....	12
1.1 Развитие производства молока в Костромской области.....	12
1.2 Производство и потребление молочной продукции в Костромской области.....	14
1.3 Общие сведения об объекте проектирования	17
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	19
2.1 Ассортимент и анализ используемого сырья в изготовлении кефира.....	19
2.1.1 Характеристика сырья, требования на вырабатываемую продукцию....	20
2.1.2 ГОСТ на продукт.....	22
2.1.3 Требования к наполнителям	23
2.2 Технологическая линия цеха по производству кефира.....	24
2.2.1 Производства кефира	25
2.2.2 Обзор существующих способов производства кефира и их технологических линий.....	28
2.2.2.1 Резервуарный способ производства кефира.....	30
2.2.2.2 Термостатный способ производства кефира.....	31
2.2.3 Обоснование и выбор технологических процессов для модернизируемой технологической линии.....	33
2.3 Технологический расчет.....	34
2.3.1 Исходные данные для продуктового расчета проектируемого цеха по переработке молочной продукции.....	34
2.3.2 Продуктовый расчет. Расчет количества основного и вспомогательного сырья.....	34
2.3.3 Расчет и подбор технологического оборудования.....	35
2.3.4 Разработка графика работы технологического оборудования в проектируемом перерабатывающем цехе.....	40
2.3.5 Расчет площади цеха по переработке молочной продукции.....	41
2.3.6 Расчет численности рабочих.....	42

					<i>ВКР.28.604.01.16.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		9

ВВЕДЕНИЕ

Пищевая промышленность является одной из наиболее крупных отраслей народного хозяйства. Ее основной задачей является удовлетворение потребностей людей в пищевых продуктах высокого качества и разнообразного ассортимента.

С каждым годом объем потребления молока и молочных продуктов увеличивается. В России молочные продукты популярны у всех категорий населения вне зависимости от возраста, материального достатка и места проживания. Активными потребителями такой продукции являются дети и люди пожилого возраста.

Сейчас на прилавках можно найти свыше 150 наименований молочной продукции: молочные консервы, сыры, сливочное масло, детские молочные продукты, сухие молочные продукты и многое другое. Особую группу молочных продуктов составляют кисломолочные продукты (кумыс, кефир, ацидофилин, сметана и другие), получаемые путём молочнокислого или смешанного брожения.

Одним из самых популярным кисломолочным напитком в России является кефир, предпочтение которому отдают все возрастные группы людей.

Кефир давно признан диетическим, благодаря высокой усваиваемости, стимулированию секреторной деятельности желудка, поджелудочной железы, кишечника. В желудке он створаживаются, образуя рыхлый сгусток или хлопья, легко доступные действию пищеварительных ферментов. Он также обладает лечебными свойствами, обусловленными созданием в кишечнике кислой среды, которая препятствует развитию патогенной и гнилостной микрофлоры [1].

					<i>ВКР.28.604.01.16.ПЗ</i>		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>	<i>Рунтова Н.В.</i>				<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>	<i>Кузнецов В.Н.</i>					11	82
<i>Консульт.</i>	<i>Кузнецов В.Н.</i>				ФГБОУ ВО Костромская ГСХА		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Кузнецов В.Н.</i>						
<i>Утверд.</i>	<i>Клочков Н.А.</i>						
ВВЕДЕНИЕ							

1 АНАЛИЗ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ

1.1 Развитие производства молока в Костромской области

Молоко является одним из важнейших продуктов питания человека. Молоко и огромное количество молочных продуктов вносят разнообразие в питание, улучшают вкус, повышают питательность нашей пищи и имеют большое диетическое и целебное значение.

Молоко – это первая еда, которую получает ребенок или детеныш. Поэтому эта пища содержит все питательные вещества, необходимые новорожденному. В состав молока входит около 200 веществ жизненно необходимых для организма человека. Все компоненты молока находятся в строго взаимосвязанном отношении, что важно в жизнедеятельности организма. Природа чрезвычайно внимательно позаботилась о молоке, наделив его биологически активными веществами в наиболее полезных сочетаниях. [2]

В молоке содержатся почти все известные жирорастворимые и водорастворимые витамины: витамины группы В, витамин С, витамин А, витамин РР, витамин Н и другие. Из минеральных веществ в молоке представлены соли кальция, фосфора железа, калия, натрия, магния; а также цинк, марганец, свинец, медь, кобальт, бром, фтор и многие другие. Все они находятся в молоке в легко усвояемой форме. Усвояемость молока и молочных продуктов колеблется от 95 до 98 %. В свежем цельном молоке имеются также так называемые иммунные тела, способные уничтожать вредные для человека бактерии [2].

Такой состав молока делает его крайне полезным. Прием молока благотворно влияет на процессы формирования и роста зубов и костей, на работу сердца и мозга, на процессы кроветворения и на нервную систему.

Из молока можно приготовить много вкусных, очень питательных блюд

					<i>ВКР.28.604.01.16.ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Рунтова Н.В.</i>			<i>АНАЛИЗ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Кузнецов В.Н.</i>					12	82
<i>Консульт.</i>		<i>Иванова М.А.</i>				<i>ФГБОУ ВО Костромская ГСХА</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Кузнецов В.Н.</i>						
<i>Утверд.</i>		<i>Клочков Н.А.</i>						

и продуктов; вот почему молоко и молочные продукты так желательны, а зачастую и незаменимы в пищевом рационе взрослых и, особенно, детей.

Развитие молочного животноводства — приоритетное направление в деятельности сельскохозяйственной отрасли. Именно молоко дает устойчивый доход, так как продукция пользуется спросом, но это одна из самых трудоемких, хлопотных отраслей, связанная с различными рисками.

В России молоко и молочная продукция относятся к группе социально значимых и являются одними из основных продуктов питания. На их долю приходится около 12% затрат на питание в семье. Поэтому в последние годы государство уделяет все больше внимания проблемам развития молочного скотоводства [3].

В Костромской области производством молока занимается 140 организаций, из них 96 сельскохозяйственных предприятий и 44 индивидуальных предпринимателей и крестьянских (фермерских) хозяйств. Продуктивность свыше 7000 кг на корову за лактацию получили 6 сельскохозяйственных организаций области, продуктивность от 5001 до 7000 кг молока на корову получили 22 предприятия, или 16% от всех сельскохозяйственных организаций региона. Анализ производства молока в Костромской области сведем в таблицу 1.1.

Таблица 1.1 - Анализ производства молока в Костромской области [5]

Показатели	2015	2016	2017	2017 г к 2015, %
Среднегодовое поголовье всех коров, тыс. голов	24,7	23,9	23,5	95,1
Производство молока, тыс. т	108,1	108,2	108,4	100,3
Надой молока на 1 корову, кг	4660	4797	5000	107,3
Реализовано молока, тыс. т	80,8	81,9	84,6	104,7
Товарность молока, %	74,7	75,7	78,0	104,4

Проведенный анализ показал, что поголовье коров уменьшилось на 1,2 тыс. голов (4,8%) в связи с нехваткой денежных средств для пополнения оборотного капитала, а за счет улучшения состава, качества и количества

благополучие отрасли молочного животноводства [3]. Производство молочных продуктов в Костромской области представим в таблице 1.3.

Таблица 1.3 Производство молочных продуктов в Костромской области [4]

Вид продукта	2015 год	2016 год	2017 год
Цельномолочная продукция, т	17789	24428	12868
Сметана, т	775	813	667
Кефир, т	1230	2067	1957

Данные таблицы 1.3 позволяют проследить следующие изменения: производство цельномолочной продукции по сравнению с 2016 годом уменьшилась на 11560 тонн (47,3%), сметаны на 146 тонн (13,9%) и кефира на 110 тонн (5,3%) из-за увеличения затрат на сырье.

Институтом питания РАМН были исследованы рекомендуемые меры потребления молочных продуктов на 1 человека в год — 392 кг (в пересчёте на молоко). Потребление молочных продуктов и молока в Костромской области на в год 1 человека, представим в виде графика на рисунке 1.1.

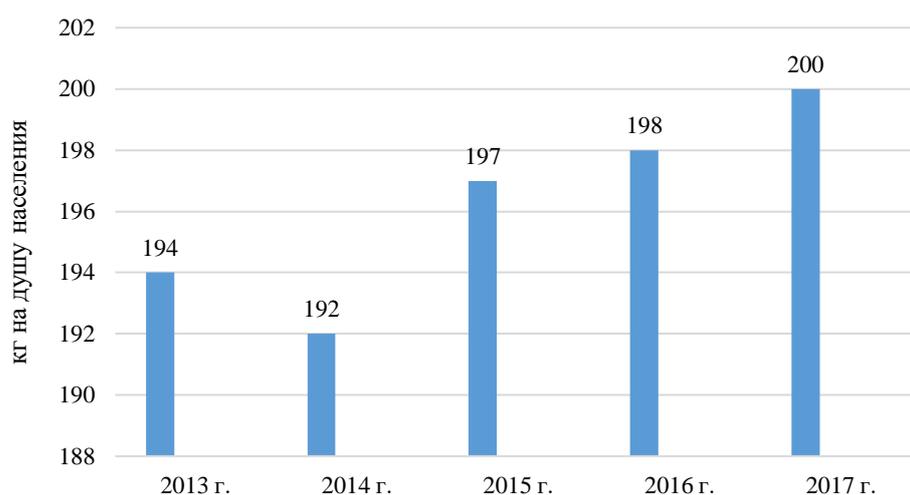


Рисунок 1.1 - Потребление молочных продуктов и молока в Костромской области на 1 человека в год, кг [4]

Представленный график демонстрирует, что потребление молока и молочной продукции в Костромской области с 2013 года по 2017 год

увеличилось на 6 кг и составило 200 кг на человека в год или 51% от относительно рекомендованных норм потребления. Но не смотря на небольшой показатель прироста потребления молочной продукции, он все же меньше, чем рекомендуемые значения.

Приведем средние цены на основные виды молочной продукции в Костромской области (таблица 1.4).

Таблица 1.4 – Средние потребительские цены на основные виды молочной продукции в Костромской области [6]

Наименование	2015 год	2016 год	2017 год
Молоко питьевое цельное пастеризованное 2.5-3.2 % жирности, за 1л.	48,92	48,45	51,15
Масло сливочное, за 1 кг	347,13	444,47	477,16
Йогурт, за 125г	17,22	20,8	21,7
Сыры сычужные твердые и мягкие за кг	360,61	421,73	403,25
Кисломолочные продукты , 1л	59,49	63,96	68,07
Творог нежирный (м.д.ж. 5% и менее), за кг	238,32	261,33	268,11

Средние цены на питьевое молоко жирности 2.5-3.2% увеличились с 2015 по 2017 годы на 2,23 руб. или на 4,5%, на масло сливочное цены за 3 года увеличились на 130,03 руб. или на 37,5%. На йогурт средние цены с 2015 по 2017 годы поднялись на 4,5 руб. (26%), на сыры сычужные твердые и мягкие за кг - на 42,64 руб. (11,82%), цены на кисломолочные продукты – 8,58 руб. (14,4%), на творог нежирный (м.д.ж. 5% и менее) – на 29,79 руб. (12,5%).

Увеличение средних цен на молочную продукцию происходит, за счет удорожания сырья и затрат на его переработку (стоимость оборудования, электроэнергии и т.д.), а также за счет спроса населения.

Проведя экономический анализ сырьевой базы можно сделать вывод, что важнейшую роль в удовлетворении потребностей населения высокоценными продуктами питания играет животноводство. Наиболее перспективным направлением агропромышленного комплекса Костромского региона является молочное скотоводство, поставляющее 95% молока.

Правильное получение, хранение и переработка молока являются основой сохранения его ценных качеств. Потребление молока и молочной продукции в Костромской области в расчете на душу населения, согласно данным Костромастат, увеличилось с 2013 года на 6 кг, а производители наполняют рынок разнообразной продукцией.

Производства кефира уменьшилось на 110 тонн (5,3%), для его увеличения мы планируем создать мини-цех по производству кефира; выработанная продукция будет реализовываться в студенческую столовую.

1.3 Общие сведения об объекте проектирования

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Костромская государственная сельскохозяйственная академия" образовано в 1949 году. В самые ранние времена развития ВУЗа были заложены лучшие традиции: ответственность сотрудников за порученное дело — подготовку каждого нового специалиста, крайне необходимого для отрасли сельского хозяйства, принятие активного участия в решении актуальных научно-технических проблем, связь с производством и воспитание в молодежи лучших традиций современного общества.

На данный момент ФГБОУ ВО Костромская ГСХА это одно из научных и образовательных учреждений, которое функционирует при Министерстве сельского хозяйства Российской Федерации. Академия имеет лицензию на осуществление образовательной деятельности, свидетельство о государственной аккредитации. Это современное высшее учебное заведение, кузница профессионалов и высококвалифицированных специалистов различных отраслей.

Академия располагается в посёлке Каравеево Костромского района. Здесь основан компактный, уютный, приятный учебный городок, с

					ВКР.28.604.01.16.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

современной развитой инфраструктурой, состоящий из семи основных учебно-исследовательских корпусов, пяти студенческих общежитий, столовой, сети магазинов, современного спортивного комплекса.

В структуре академии имеется несколько учебных лабораторий, которые имеют полный набор оборудования и приборов для проведения лабораторных и лабораторно-практических работ. В лабораториях 06-07 располагаются рабочие макеты и действующее оборудование для переработки молочных продуктов.

Выработанную продукцию мы будем реализовывать в студенческой столовой. Студенческая столовая – является структурным подразделением КГСХА.

Основной задачей столовой является обеспечение студентов и сотрудников Академии питанием высокого качества, соответствующего санитарным нормам и правилам, с высокой культурой обслуживания.

В состав столовой входит следующая торговая сеть:

- студенческая столовая;
- буфет, расположенный в главном учебном корпусе Академии;
- буфет, расположенный в корпусе архитектурно-строительного факультета;
- буфет, расположенный в корпусе экономического факультета;
- лоточная сеть, расположенная в главном учебном корпусе Академии и в корпусе инженерно-технологического факультета.

В городе потребителями нашей продукции будут покупатели на рынках, при условии надлежащей упаковки – магазины и супермаркеты, цельное молоко можно сдавать на молокозаводы. Бизнес план производства и переработки молока должен просчитать выгоду от реализации нескольких видов сбыта готовой продукции [7].

					<i>ВКР.28.604.01.16.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		18

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Ассортимент и анализ используемого сырья в изготовлении кефира

Сырье, которое применяется для производства кефира является молоко. К нему согласно ГОСТ Р 52054-2003 «Молоко натуральное коровье – сырье. Технические условия» предъявляют требования по физико-химическим, органолептическим и санитарно-ветеринарным показателям. Для получения высококачественного продукта применяют молоко не ниже второго сорта, кислотностью не более 19Т (градусы Тернера), плотностью не менее 1027 кг/м³ [17].

На предприятии предполагается выпуск нескольких видов кефира. (См. табл. 2.1)

Таблица 2.1 – Ассортимент вырабатываемой молочной продукции

Наименование кефира	Содержание жира в продукте, %
Нежирный	1
Классический	2,7
Жирный	4,7

Для получения кефира используют следующие виды сырья [18]:

1. цельное молоко;
2. нормализованное молоко;
3. восстановленное молоко;
4. обезжиренное молоко;
5. их смесей.

Для производства кефира используют следующее сырье [18]:

1. молоко сырое коровье ГОСТ 31449 - 2013;
2. молоко обезжиренное ГОСТ 31658 - 2012;

					<i>ВКР.28.604.01.16.ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Рунтова Н.В.</i>			ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Кузнецов В.Н.</i>					19	82
<i>Консульт.</i>		<i>Кузнецов В.Н.</i>				ФГБОУ ВО Костромская ГСХА		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Кузнецов В.Н.</i>						
<i>Утверд.</i>		<i>Клочков Н.А.</i>						

3. молоко коровье пастеризованное ГОСТ 32922 – 2014;
4. молоко сгущенное, концентрированное ГОСТ 14377 – 2014;
5. сливки - сырье по ГОСТ 33628-2015;
6. сливки, пастеризованные соответствуют ГОСТ Р 52091-2014;
7. молоко сухое цельное высшего сорта по ГОСТ Р 52791-2007;
8. молоко обезжиренное сухое по ГОСТ Р 54074-2010;
9. сливки сухие по ГОСТ Р 54661-2011;
10. кефирные грибки, соответствующие ТУ 9229-414-00419785-06;
11. вода питьевая по ГОСТ Р 54316-2011 [10].

Сырьем для производства кефира в проектируемом цехе является молоко цельное натуральное коровье с массовой долей жира 3,8 %.

2.1.1 Характеристика сырья, требования на вырабатываемую продукцию

Молоко, предназначенное для производства кефира должно соответствовать требованиям ГОСТ 13264-88 «Молоко коровье, требования при закупках».

В соответствии с требованиями ГОСТа молоко обязательно должно быть получено от здоровых животных из хозяйств, благополучных по инфекционным заболеваниям. Это подтверждается ветеринарной справкой, предоставляемой поставщиком молока. Молоко должно быть цельным, белого или слабо-кремового цвета, натуральным; хлопья и осадок должны отсутствовать. Не допускается, чтобы молоко содержало антибиотики, формалин, моющие и дезинфицирующие вещества, соду, аммиак. Уровень в нем тяжелых металлов, остаточных количеств пестицидов не должен быть выше допустимых значений, которые определены санитарными нормами качества продовольственного сырья и пищевых продуктов МВТ 5061. Требования, предъявляемые для молока представлены в таблице 2.2.

					<i>ВКР.28.604.01.16.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		20

Таблица 2.2 – Характеристика молока по ГОСТ-13264 [19]

Показатель	Норма для сорта		
	Высшего	Первого	Второго
Вкус и запах	Соответствует молоку без посторонних привкусов и запахов		Кормовой привкус и запах
Кислотность, °Т	16-18	16-18	16-20
Степень чистоты по эталону, не ниже границы	1	1	2
Бактериальная обсемененность, тыс/см ³	До 300	От 300 до 500	От 500 до 4000
Содержание соматических клеток, тыс/ см ³	До 300	До 1000	До 1000
Температура, не более, °С	8	10	10
Объем сухого вещества, %	11,8	11,5	10,6

Молоко поставляемое, поставщиками на молочные перерабатывающие предприятия и отвечающее требованиям высшего, первого или второго сорта, но имеющее температуру выше 10 °С, принимают как неохлажденное с соответствующей скидкой к закупочной цене. Если сдаваемое молоко соответствует всем показателям ГОСТ 13264-88, кроме плотности (1026 кг/м³) и кислотности (15 или 19— 21 °Т), то допускается его принимать по контрольной пробе со сроком действия последней 1 мес.

Для выполнения контрольных испытаний принимаемого молока ГОСТом установлены определенные сроки. Внешний вид, вкус, запах, температуру, кислотность, плотность, массовую долю жира, эффективность тепловой обработки определяют в каждой партии молока. Термоустойчивость молока определяют в каждой партии, предназначенной для производства стерилизованных и детских молочных продуктов. Массовую долю белка, количество соматических клеток, бактериальную обсемененность и наличие ингибирующих веществ измеряют не реже одного раза в декаду. Содержание тяжелых металлов, остаточных количеств пестицидов, мышьяка, микотоксинов устанавливают в соответствии с действующей инструкцией по порядку и периодичности контроля за содержанием микробиологических и химических загрязнителей в молоке и молочных продуктах на предприятиях молочной промышленности.

- строгое соблюдение сроков хранения различных видов наполнителей со дня изготовления: например, плодово-ягодных сиропов - 8 мес., десертных сиропов – 6-18 мес. и т. д.;
- соблюдение установленных тепловых режимов обработки наполнителей перед внесением их в емкости;
- внесение наполнителей в кисломолочные напитки, вырабатываемые термостатным и резервуарным способами, после охлаждения до 20-25 °С;
- натуральные пищевые красители вносят в емкость при температуре 20-25 °С;
- замороженные плоды, ягоды и пищевые красители не должны иметь признаков порчи, обусловленных жизнедеятельностью микроорганизмов (плесневение, брожение и др.).

Если сиропы упакованы в негерметичную тару, они должны соответствовать следующим требованиям: количество дрожжей в 1 мл не допускается, количество плесеней в 1 мл - не более 10, количество молочнокислых бактерий в 1 мл - не более 80. Кисломолочные продукты обладают первичным ароматом, который обусловлен веществами, содержащимися в молоке. В период созревания накапливаются вещества, типичные для данного вида брожения, они сообщают кисломолочным продуктам специфический вкусовой букет.

2.2 Технологическая линия цеха по производству кефира

Мощность проектируемого цеха по производству кефира – 300 кг/смену. Проектируемая линия показана на 3 листе графической части. Молоко будет поступать с молочнотоварных ферм в автоцистернах. Приемка молока реализовывается 1 раз в сутки.

					<i>ВКР.28.604.01.16.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		24

2.2.1 Производство кефира

На рисунке 2.1 представлена технологическая схема производства кефира.



Рисунок 2.1 - Технологическая схема производства кефира [22]

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.28.604.01.16.ПЗ

Лист

25

заквашивания. В процессе пастеризации контролируется фастофаза, пероксидаза и температура.

Гомогенизация. Гомогенизация - это раздробление (диспергирование) жировых шариков путем воздействия на молоко значительных внешних усилий. В процессе обработки уменьшаются размеры жировых шариков и скорость всплывания. Происходит перераспределение оболочечного вещества жирового шарика, стабилизируется жировая эмульсия, и гомогенизированное молоко не отстаивается. Гомогенизация проводится при температуре 60-65 °С и давлении 15-17,5 МПа (125-175 атм). После пастеризации и гомогенизации смесь охлаждается до температуры заквашивания.

Заквашивание и сквашивание молока. При производстве кефира обычно применяют закваску, приготовленную на кефирных грибах. Основными представителями их являются молочнокислые палочки, молочнокислые стрептококки, в том числе ароматобразующие и молочные дрожжи. Для приготовления кефирной закваски сухие кефирные зерна выдерживают в теплой воде (25-30°С) в течение суток, меняя ее за это время 2-3 раза. После этого воду сливают, и набухшие зерна заливают теплым молоком, взятым в десятикратном количестве по отношению к объему грибов. Для выработки кефира с характерным вкусом и прочной консистенцией необходимо использовать производственную закваску. Закваску, масса которой обычно составляет 5 % массы заквашиваемой смеси, вносят в потоке или любым способом при непрерывном перемешивании молока, в смесь, охлажденную до температуры заквашивания. Смесь сквашивают при температуре 23-25 °С, до образования молочно-белкового сгустка.

Перемешивание и охлаждение сгустка. После сквашивания кефир перемешивают и охлаждают до температуры созревания. Перемешивание продукта начинают через 60-90 мин после начала времени его охлаждения и проводят в течение 10-30 минут. Перемешанный и охлажденный до температуры 20 °С сгусток оставляют в покое.

					<i>ВКР.28.604.01.16.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		27

Созревание кефира. Продолжительность созревания кефира составляет 6-10 ч. Во время созревания активизируются дрожжи, происходит спиртовое брожение, в результате чего в продукте образуются спирт, диоксид углерода и другие вещества, придающие этому продукту специфические свойства.

Перемешивание и розлив. По истечении времени созревания, перед началом розлива кефир в резервуаре перемешивают 2-10 мин.

Упаковка и маркировка. Упаковку и маркировку производят в соответствии с требованиями стандарта на этот продукт. С целью улучшения консистенции готового продукта, упакованный кефир рекомендуется выдерживать в холодильной камере перед реализацией. При достижении кефиром требуемого показателя условной вязкости и температуры 6 °С технологический процесс считается законченным и продукт готов к реализации.

2.2.2 Обзор существующих способов производства кефира и их технологических линий

Применяют два способа для производства кефира – резервуарный и термостатный. Главной отличительной особенностью резервуарного способа производства от термостатного заключается в том, что сквашивание молока производится в большой емкости и на розлив направляется продукт с перемешанным сгустком. Общий процесс производства кисломолочных напитков термостатным и резервуарным способами приведен на рисунке 2.2.

					<i>ВКР.28.604.01.16.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		28

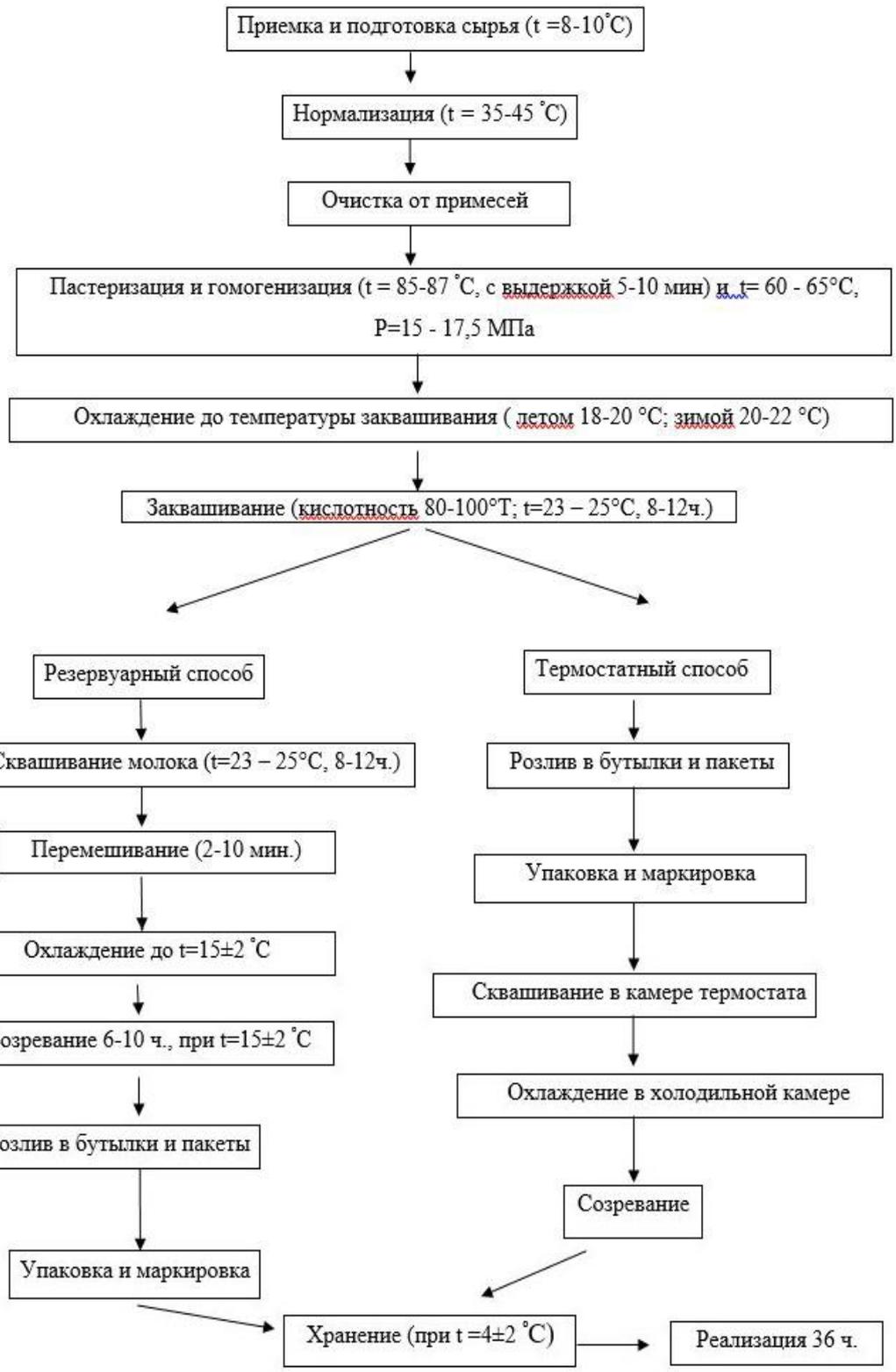


Рисунок 2.2 - Технологическая схема производства кефира термостатным и резервуарным способами [22]

2.2.2.1 Резервуарный способ производства кефира

Технологический процесс производства кисломолочных продуктов резервуарным способом состоит из следующих операций [22]: приемка и подготовки сырья, нормализации, качественная оценка, гомогенизации, пастеризации и охлаждения, сквашивания, заквашивания, в специальных емкостях, охлаждения сгустка, созревания сгустка, фасования.

Для производства кефира используют молоко не ниже второго сорта, кислотностью не более 19 °Т, плотностью не менее 1027 кг/м³. Обезжиренное молоко, пахта, сливки, сгущенное и сухое молоко, казеинат натрия, плодово-ягодные и овощные наполнители должны быть доброкачественными, без посторонних привкусов и запахов и пороков консистенции.

Кисломолочные напитки вырабатывают с различной массовой долей жира, поэтому исходное молоко нормализуют до требуемой массовой доли жира. Нормализация молока осуществляется в потоке на сепараторах-нормализаторах или смешением. Некоторые продукты вырабатывают из обезжиренного молока. При нормализации сырья смешением массу продуктов для смешения рассчитывают по формулам материального баланса или определяют по рецептуре.

Схема технологической линии производства кисломолочных напитков резервуарным способом представлена на рисунке 2.3.

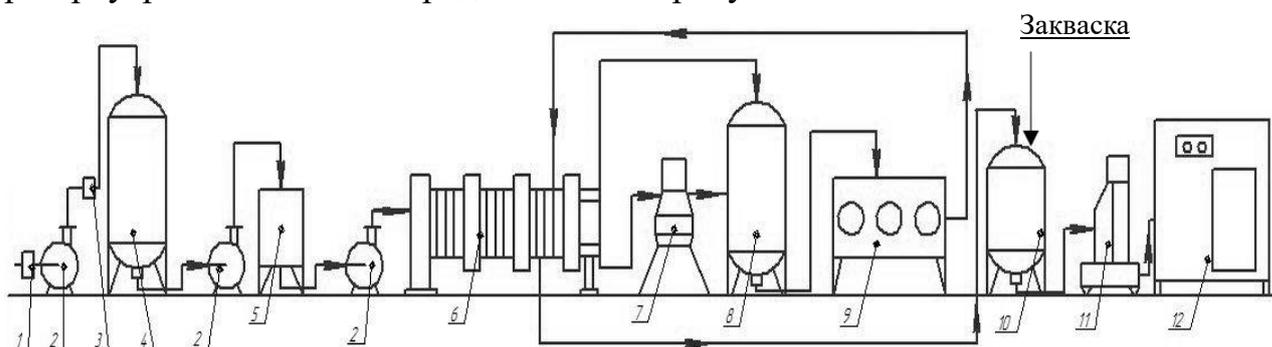


Рисунок 2.3 – Схема технологической линии производства кисломолочных напитков резервуарным способом

1 - фильтр; 2 - насосы; 3 - счетчик для молока; 4 - емкость для хранения молока; 5 - уравнильный бачок; 6 - пастеризационно-охладительная установка; 7 - сепаратор-нормализатор; 8 – емкость для нормализации; 9 - гомогенизатор; 10 - заквасочник; 11- фасовочно-упаковочный аппарат; 12 - холодильная камера.

Нормализованную смесь подвергают тепловой обработке. В результате пастеризации уничтожаются микроорганизмы в молоке и создаются условия, благоприятные для развития микрофлоры закваски. Пастеризуют нормализованную смесь при температуре 92 ± 2 °С с выдержкой 2-8 мин или при температуре 85-87 °С.

После пастеризации и гомогенизации смесь охлаждается до температуры заквашивания, после чего она поступает в ёмкость для заквашивания. В охлажденную смесь вносят закваску. Используют закваски прямого внесения.

Пастеризованная нормализованная смесь охлаждается до температуры заквашивания, характерной для различных видов микроорганизмов, на которых готовятся кисломолочные продукты и напитки: для кефира 20 – 25 °С.

Сквашивание смеси проводят при температуре заквашивания. Во время сквашивания происходит размножение микрофлоры закваски, нарастает кислотность, коагулирует казеин и образуется сгусток. Об окончании сквашивания судят по образованию достаточно плотного сгустка и достижению определенной кислотности. После окончания сквашивания продукт немедленно охлаждают, фасуют.

2.2.2.2 Термостатный способ производства кефира

Суть термостатного способа производства кисломолочных продуктов состоит в том, что заквашивание молока осуществляется в резервуаре, а процесс, сквашивания, охлаждения и при необходимости созревания продукта

					<i>ВКР.28.604.01.16.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		31

- в стеклянных бутылках. В связи с этим готовый продукт имеет ненарушенный сгусток и в таком виде доходит до потребителя.

Технологические операции производства кисломолочных продуктов до сквашивания в основном такие же, как при их производстве резервуарным способом, за исключением режимов пастеризации, которые в данном случае менее жесткие (температура 85 – 87 °С с выдержкой в течение 3-5 мин). Этому способствует образование плотного сгустка непосредственно в стеклянной бутылке, что обуславливает сохранность продукта без выделения сыворотки в установленные сроки хранения и его реализации.

Операции осуществляются в следующей последовательности [22]: подготовка сырья, нормализация, пастеризация, гомогенизация, охлаждение до температуры заквашивания, заквашивание, фасование, сквашивание в термостатных камерах, охлаждение сгустка, созревание сгустка (кефир, кумыс).

Пастеризованное молоко после охлаждения до температуры 17 - 20 °С летом и 22 - 25 °С зимой заквашивают в любой ёмкости. При этом следят за тем, чтобы время с момента внесения закваски в молоко до розлива не превышало 30 минут. Затем заквашенное и тщательно перемешанное молоко разливают в стеклянные бутылки, которые после укладки в металлические корзины направляют в термостатные камеры для сквашивания. Окончание процесса сквашивания определяют по кислотности и плотности сгустка. После этого продукт направляют в холодильные камеры для охлаждения до температуры 6 – 8 °С и при необходимости выдерживают при этой температуре для его созревания. Созревание может происходить также в камерах хранения готового продукта до реализации.

Схема технологической линии производства кисломолочных напитков термостатным способом представлена на рисунке 2.4.

					<i>ВКР.28.604.01.16.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		32

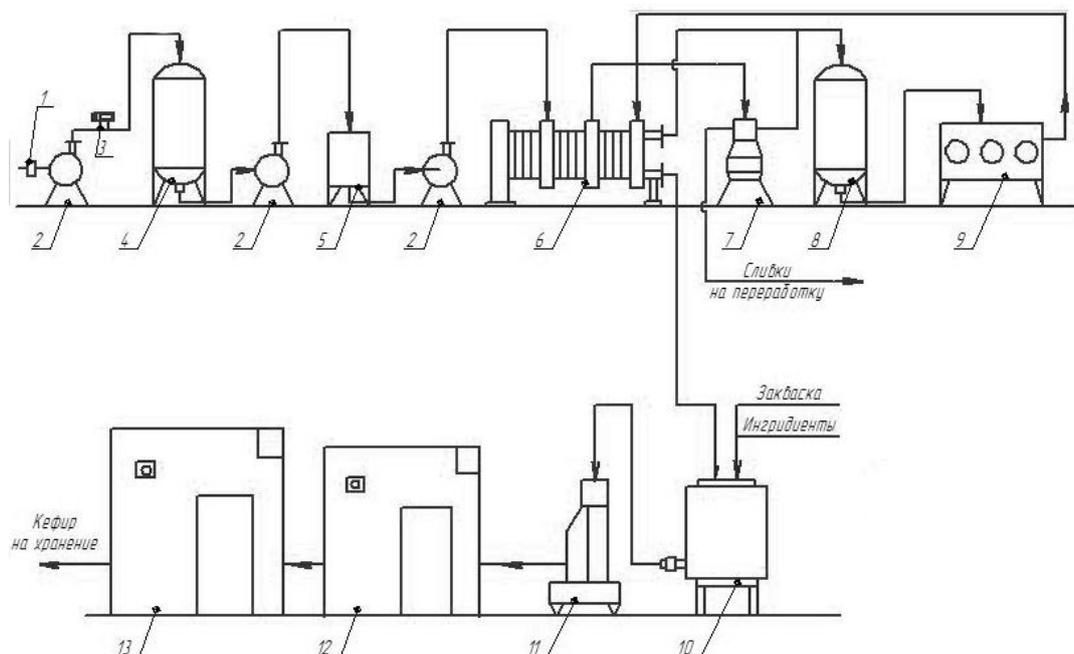


Рисунок 2.4 - Технологическая линия производства кисломолочных напитков термостатным способом

1 - фильтр; 2 - насосы; 3 - счетчик для молока; 4 - емкость для хранения молока; 5 - балансировочный бачок; 6 - пастеризационно-охладительная установка; 7 - сепаратор-молокоочиститель; 8 - емкость для нормализации; 9 - гомогенизатор; 10 - емкость для заквашивания молока; 11 - машина для фасования молока; 12 - термостатная камера; 13 - холодильная камера;

2.2.3 Обоснование и выбор технологических процессов для модернизируемой технологической линии

Вследствие анализа существующих способов производства кефира мы пришли к выводу, что резервуарный способ производства кисломолочных напитков по сравнению с термостатным имеет ряд преимуществ. Этот способ позволяет уменьшить производственные площади за счет ликвидации громоздких термостатных камер. При этом увеличивается съём продукции на 1м² производственной площади и снижается расход теплоты и холода.

Таким образом, для производства кефира будем применять резервуарный способ.

2.3 Технологический расчет

2.3.1 Исходные данные для продуктового расчета проектируемого цеха по переработке продукции

Сырьем является молоко цельное охлажденное с массовой долей жира 3,8%. Количество молока, поступающего с ферм – 1 тонна. Масса готового продукта $M_{г.п.}$ - 300 кг, жирностью $J_{г.п.} = 2,7\%$.

2.3.2 Продуктовый расчет. Расчет количества основного и вспомогательного сырья

Нормализацию молока проводим путем смешивания цельного молока и обезжиренного. Найдем количество цельного молока ($M_{ц.м.}$), требуемого для производства 300 кг кефира по формуле (1):

$$M_{ц.м.} = \frac{M_{г.п.} \cdot J_{г.п.}}{J_{ц.м.}}, \quad (2.1)$$

где $M_{г.п.}$ – масса готового продукта, кг;

$J_{г.п.}$ – жирность готового продукта, %;

$J_{ц.м.}$ – жирность цельного молока, %.

$$M_{ц.м.} = \frac{300 \cdot 2,7}{3,8} = 213,2 \text{ кг}$$

Для составления нормализованной смеси для кефира необходимо к цельному молоку добавить обезжиренное.

Массу обезжиренного молока $M_{об}$ определим по разности между массой готового продукта и массой цельного молока (кг):

$$M_{об} = M_{г.п.} - M_{ц.м.} \quad (2.2)$$

$$M_{об} = 300 - 213,2 = 86,8 \text{ кг.}$$

Обезжиренное молоко получаем путем сепарирования. Найдем массу цельного молока и массу сливок.

$$M_{ц.м.} = \frac{M_{об} \cdot (J_c - J_{об})}{J_c - J_{ц.м.}}, \quad (2.3)$$

где J_c - жирность сливок (20%), %;

$J_{об}$ = жирность обрат (0,05%), %.

					ВКР.28.604.01.16.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

$$M_{ц.м} = \frac{86,8 * (20 - 0,05)}{20 - 3,8} = 106,9 \text{ кг}$$

$$M_c = \frac{M_{ц.м} * (Ж_{ц.м} - Ж_{об})}{Ж_c - Ж_{об}} \quad (2.4)$$

$$M_c = \frac{106,9 * (3,8 - 0,05)}{20 - 0,05} = 20,1 \text{ кг}$$

Проверка:

$$M_{об} = M_{ц.м.} - M_c \quad (2.5)$$

$$M_{об} = 106,9 - 20,1 = 86,8 \text{ кг}$$

Для производства кефира будем использовать сухую закваску. Расход сухой закваски составляет 3 г на 300 л. [16]

Расчет выполнен без учета предельно допустимых потерь молока при приемке, обработке и фасовке. При переработке 1 тонны цельного молока для производства 300 кг кефира жирность 2,7% потребуется 213,2 кг цельного молока, 86,8 кг обезжиренного и 3 г закваски. Оставшаяся часть молока будет использоваться для получения пастеризованного молока, творога и сметаны.

2.3.3 Расчет и подбор технологического оборудования

Выбор оборудования осуществляется в точном соответствии с полученными результатами продуктового расчета, по времени работы оборудования, которые выполняют технологический процесс.

Для перекачивания молока при его приемке и при дальнейшей транспортировки будем использовать насос НСУ-1,8/12-0,25-АМ. Технические характеристики насоса представлены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Технические характеристики насоса НСУ-1,8/12-0,25-АМ [8]

Показатель	Значение
1. Подача Q, м³/час	1,75
2. Напор H, м	12
3. Установленная мощность, кВт	0,25
4. Габаритные размеры, мм	330x170x200
5. Масса, кг	14

$$n = \frac{A_{\text{см}}}{gT_{\text{см}}k_{\text{см}}}, \quad (2.6)$$

где $A_{\text{см}}$ - количество перерабатываемого сырья в смену, кг.

g - производительность машины и аппарата, кг/ч.

$T_{\text{см}}$ - продолжительность смены, ч.

$k_{\text{см}}$ - коэффициент, учитывающий использование времени смены (0,8...0,9).

$$n = \frac{320}{3000 * 8 * 0,8} = 0,01$$

Следовательно, выбираем одну установку.

Время работы установки, ч, определим по формуле [23]:

$$T_p = \frac{A_{\text{см}}}{g * n_{\text{ф}}}, \quad (2.7)$$

$$T_p = \frac{320}{3000 * 1} = 0,1 \text{ ч.}$$

Для хранения цельного молока и для его дальнейшей нормализации используем емкость для молочных продуктов с лопастной мешалкой ВС-ЛМ-1,0. Характеристика емкости представлена в таблице 2.9.

Таблица 2.9– Техническая характеристика емкости ВС-ЛМ-1,0 [10]

Показатель	Значение
1. Вместимость, м ³	1
2. Потребляемая мощность электродвигателя, кВт	0,75
4. Габаритные размеры, мм	1272 x 1272 x 1820
5. Масса, кг	340

Число установок определяем по формуле (2.6):

$$n = \frac{300}{1000 * 8 * 0,8} = 0,04$$

Следовательно, выбираем одну установку.

Время работы установки, ч, определим по формуле (2.7):

$$T_p = \frac{300}{1000 * 1} = 0,3 \text{ ч.}$$

Для разделения молока на сливки и обезжиренное молоко (обрат) с одновременной очисткой их от механических примесей и молочной слизи будем использовать сепараторе-сливкоотделитель Ж5-ОСЦП-1. Его характеристики представлены в таблице 2.10.

Таблица 2.10 – Технические характеристики сепаратора-сливкоотделителя Ж5-ОСЦП-1 [11]

Показатель	Значение
1. Производительность, л/час	1000
2. Мощность электродвигателя, кВт	1,5
3. Частота вращения барабана, мин ⁻¹	8000
4. Температура сепарирования, °С	35-45
5. Габаритные размеры, мм	670×455×880
6. Масса, кг	110

Число установок определяем по формуле (6):

$$n = \frac{107}{1000 * 8 * 0,8} = 0,02$$

Следовательно, выбираем одну установку.

Время работы установки, ч, определим по формуле (7):

$$T_p = \frac{107}{1000 * 1} = 0,1 \text{ ч.}$$

Для гомогенизации молока будем использовать гомогенизатор Р9-ОГЗМ-1,6. Технические характеристики показаны в таблице 2.11.

Таблица 2.11 – Технические характеристики гомогенизатора Р9-ОГЗМ-1,6 [12]

Показатель	Значение
1. Производительность, кг/ч	1600
2. Установленная мощность, кВт	11
3. Габаритные размеры, мм	900x700x1100

Число установки определяем по формуле (6):

$$n = \frac{300}{1600 * 8 * 0,8} = 0,03$$

Следовательно, берем один гомогенизатор.

Время работы гомогенизатора определяем по формуле (7):

$$T_p = \frac{300}{1600 * 1} = 0,18 \text{ ч.}$$

Для операций заквашивания, сквашивания молока и созревания кефира будем использовать заквасочник ОЗУ-0,35. Технические характеристики представлены в таблице 2.12.

Таблица 2.12 – Технические характеристики заквасочника ОЗУ-0,35 [14]

Показатель	Значение
1. Объем, м ³	0,35
2. Мощность, кВт	0,9
3. Габаритные размеры, мм	1240×1020×1300
4. Частота вращения мешалки, об/мин	25
5. Масса, кг	285

Часовую производительность ёмкости определяем по формуле [23]:

$$g_{\text{пр}} = \frac{60V_{\text{Г}}k_{\text{з}}\rho}{T_{\text{ц}}}, \quad (2.8)$$

где $g_{\text{пр}}$ - пропускная способность оборудования; кг/ч;

$V_{\text{Г}}$ - геометрический объём рабочей камеры оборудования; м³;

$k_{\text{з}}$ - коэффициент загрузки рабочей камеры (0,8...0,9);

ρ - плотность перерабатываемого сырья; кг/ м³;

$T_{\text{ц}}$ - продолжительность одного цикла переработки сырья, которое включает операции загрузки рабочей камеры сырьём, его переработку и выгрузку; мин.

$$g_{\text{пр}} = \frac{60 * 0,35 * 0,85 * 1027}{1320} = 13,8 \text{ кг/ч}$$

Число ёмкостей для этой цели определяем по формуле (8):

$$n = \frac{300}{350 * 8 * 0,8} = 0,13$$

Следовательно, принимаем один заквасочник.

Для фасовки кефира применяем автомат фасовочно-упаковочный РТ-УМ-21-Ж. Технические характеристики показаны в таблице 2.13.

Таблица 2.13 - Технические характеристики автомата РТ-УМ-21-Ж [15]

Показатель	Значение
1. Производительность, пак./мин.	30
2. Масса дозы, л	0,2-2
3. Установленная мощность, кВт	1,4
4. Габаритные размеры, мм	1200×720×1430
5. Масса, кг	215

Готовую продукцию будем хранить в холодильной камере КХС-3. Технические характеристики представлены в таблице 2.14.

Таблица 2.14 - Технические характеристики охладителя КХС-3 [16]

Показатель	Значение
1. Объем камеры, м ³	2,77
2. Потребление холода, кВт/ч	2,5
3. Температура в камере, °С	0..+8
4. Напряжение, В	220
4. Габаритные размеры, мм	970x1970x2050

2.3.4 Разработка графика работы технологического оборудования в проектируемом перерабатывающем цехе

График работы аппаратов и машин проектируемого перерабатывающего предприятия составляют для уточнения и проверки правильности выбора основного технологического оборудования, установления последовательности включения и продолжительности работы машин, а также для определения почасового расхода электроэнергии, пара, горячей и холодной воды. Основой для составления такого графика служат технологические процессы проектируемого предприятия. Каждой операции этих процессов должна соответствовать работа машин и аппаратов, число и

Таблица 2.16 – Площадь, занимаемая каждой машиной

Марка машины	Количество машин	Занимаемая площадь, м ²	
		одной	Всех
Насос НСУ-1,8/12-0,25-АМ	3	0,06	0,12
Счетчик СМ16П	1	0,050	0,050
Емкость для хранения молока П6-ОРМ-1,0	1	2,87	2,87
Емкость для нормализации ВС-ЛМ-1,0	1	1,6	1,6
Сепаратор-сливкоотделитель Ж5-ОСЦП-1	1	0,3	0,3
Гомогенизатор Р9-ОГЗМ-1,6	1	0,63	0,63
Пластинчатый пастеризатор ОГМ-3	1	1,9	1,9
Заквасочник ОЗУ-0,35	1	1,27	1,27
Фасовочно-упаковочный автомат РТ-УМ-21-Ж	1	0,86	0,86
Холодильная камера КХС-3	1	1,9	1,9

$$S_{ц} = (0,12 + 0,05 + 2,87 + 1,6 + 0,3 + 0,63 + 1,9 + 1,27 + 0,86 + 1,9) * 5 = 11,5 * 5 = 57,5 \approx 60 \text{ м}^2.$$

Принимаем длину цеха равную 10000 мм, а ширину-6000 мм.

2.3.6 Расчет численности рабочих

Расчет количества рабочих необходимых, занятых в основном на производстве определяем по следующей формуле [23]:

$$n_p = \frac{A_n \cdot t_1}{T_{см}}, \quad (2.10)$$

где n_p - количество рабочих, чел; A_n - количество перерабатываемого сырья или вырабатываемой продукции в смену, кг (шт.)

t_1 - норма времени на единицу получаемой продукции, ч/кг (ч/шт);

$T_{см}$ - продолжительность смены, принимаем 8 ч;

t_1 - норма времени на единицу получаемой продукции определяем по формуле:

$$t_1 = \frac{T_{ц}}{A_n}, \quad (2.11)$$

					ВКР.28.604.01.16.ПЗ	Лист
						42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где $T_{ц}$ – продолжительность цикла производства, принимаем 24 ч.

$$t_1 = \frac{24}{300} = 0,08 \text{ ч/кг}$$

$$n_p = \frac{300 \cdot 0,08}{8} = 3 \text{ чел.}$$

Принимаем количество работников на линии производства кефира – 3 человека. При составлении технологической карты в графе – число персонала на операцию для удобства расчетов, в каждой строчке ставим то количество человек, которое требуется для работы оборудования, но в реальности все обязанности распределяются между расчетными тремя людьми.

					<i>ВКР.28.604.01.16.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		43

3 РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ НА ПЕРЕРАБОТКУ ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА

Для обоснования комплексной переработки молока в целом, технологического объекта, линии или процесса после обоснованного выбора отдельных машин, произведенного технологическими расчетами, составляют технологическую карту. Технологическая карта - это план производства продукции, в которой отражен весь комплекс мероприятий, основанных на достижении науки, техники и передового опыта с учетом конкретных условий производства. Это основной документ для определения потребности в целом хозяйства в машинах, а также для определения технико-экономических показателей выбранной системы [22].

Технологическая карта представлена в виде таблицы, состоящей из 24 граф, в которой отражены основные операции для производства кефира:

1. приемка молока;
2. учет молока;
3. резервирование;
4. перекачивание;
5. нагревание;
6. очистка, сепарирование;
7. нормализация;
8. гомогенизация;
9. пастеризация;
10. заквашивание, сквашивания и созревание;
11. розлив, упаковка и маркировка;
12. доохлаждение и хранение кефира;

					<i>ВКР.28.604.01.16.ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>	<i>Рунтова Н.В.</i>				<i>РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>	<i>Кузнецов В.Н.</i>						44	82
<i>Консульт.</i>	<i>Кузнецов В.Н.</i>					<i>ФГБОУ ВО Костромская ГСХА</i>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Кузнецов В.Н.</i>							
<i>Утверд.</i>	<i>Клочков Н.А.</i>							

Графа 13 - затраты труда в сутки в чел-ч на выполнение операции.

$$\text{гр.13} = \text{гр.10} \cdot \text{гр.12} + \text{T доп.} \quad (2.14)$$

$$\text{Гр.13} = 0,57 \cdot 1 = 0,57 \text{ чел-ч}$$

где Т доп. - добавочное время на подготовительные и заключительные операции.

Графа 14 - затраты труда в год.

$$\text{Гр.14} = \text{гр.13} \cdot \text{гр.4} \quad (2.15)$$

$$\text{Гр.14} = 0,57 \cdot 300 = 171 \text{ чел-ч}$$

Графа 15 - балансовая стоимость одной машины, оборудования в руб.

$$\text{Гр.15} = \text{Ц} \cdot \text{К} \quad (2.16)$$

где К - коэффициент, учитывающий наценку на монтаж и доставку машины, оборудования (К=1,2... 1,3);

Ц - оптовая цена машины, руб.

$$\text{Гр.15} = 17500 \cdot 1,2 = 21000 \text{ руб.}$$

Графа 16 - балансовая стоимость всех машин в руб.

$$\text{Гр.16} = \text{гр.15} \cdot \text{гр.9} \quad (2.17)$$

$$\text{Гр.16} = 21000 \cdot 1 = 21000 \text{руб.}$$

Графа 17 - годовые отчисления на реновацию (восстановление) в %. Для животноводческих машин срок службы в среднем принимают 7 лет, следовательно:

$$\text{гр. 17} = 100 / 7 = 14,28\%$$

Графа 18 - норма ежегодных затрат на текущий ремонт, техническое обслуживание машин в %. Для животноводческих машин $p=14... 18\%$.

Графа 19 -затраты в руб. определяются по уравнению:

$$\text{Гр.19} = \text{гр. 16} \cdot (\text{гр.17} + \text{гр. 18}) \cdot \text{гр.11} / 100 \cdot 1200,6 \quad (2.18)$$

$$\text{Гр.19} = 2100 \cdot (14,28 + 16) \cdot 171 / 100 \cdot 1200,6 = 905,6 \text{ руб.}$$

Где 171 - количество часов работы машины в год, ч

1200,6 – нормативная годовая загрузка машины.

Графа 20 - расход электроэнергии в год в кВт-ч, топлива в кг.

$$\text{Гр.20} = \text{гр.7} \cdot \text{гр.9} \cdot \text{гр.11} \quad (2.19)$$

					ВКР.28.604.01.16.ПЗ	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\text{Гр.20} = 0,25 \cdot 1 \cdot 171 = 42,75$$

Графа 21 - стоимость электроэнергии или топлива.

$$\text{Гр. 21} = \text{гр.20} \cdot \text{Ci кВт} \quad (2.20)$$

где Ci – стоимость 1 кВт-ч, руб. (6,9 руб)

$$\text{гр.21} = 42,75 \cdot 6,9 = 294,9$$

Графа 22 - зарплата персоналу по каждой выполненной операции.

$$\text{гр.22} = \text{гр.14} \cdot \text{З}_ч \quad (2.21)$$

где З_ч - часовая ставка рабочих, (95 руб/ч)

$$\text{гр.22} = 171 \cdot 95 = 16245 \text{ руб.}$$

Графа 23 - прочие прямые затраты, в которые включают расходы на мелкий инвентарь, спецодежду, топливо для котлов, химикаты и другое, срок службы которых не более одного года.

Для расчетов значения графы 23 можно принять 5...8% от расходов на реновацию, электроэнергию и зарплату:

$$\text{Гр.23} = (5 \dots 8) \cdot (\text{гр.19} + \text{гр.21} + \text{гр.22}) / 100 \quad (2.22)$$

$$\text{Гр.23} = 6,5 \cdot (905,6 + 294,97 + 16245) / 100 = 1133,97 \text{ руб.}$$

Графа 24 - годовые эксплуатационные затраты по каждому процессу или операции.

$$\text{Гр.24} = \text{гр.19} + \text{гр.21} + \text{гр.22} + \text{гр.23} \quad (2.23)$$

$$\text{Гр.24} = 905,6 + 294,97 + 16245 + 1133,97 = 18579,6 \text{ руб.}$$

Аналогично рассчитываются и остальные технологические операции.

Технологическая карта представлена на 4 листе графической части проекта.

					<i>ВКР.28.604.01.16.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		47

4 КОНСТРУКТОРСКАЯ РАЗРАБОТКА

По заданию ВКР нам требуется модернизировать заквасочник. Заквасочник – это оборудование, с помощью которого становится возможным получение кисломолочных продуктов из молока путем его пастеризации и закваски: кефир, катык, йогурты и так далее. Заквасочную установку применяют для приготовления производственных заквасок на чистых культурах молочно - кислых бактерий путем пастеризации молока, его сквашивания и охлаждения закваски. Исходя из планируемого объема производства, мы предлагаем использовать заквасочник ОЗУ-0,35.

4.1 Описание установки ОЗУ-0,35

Заквасочник ОЗУ-0,35 (Рисунок 4.1) состоит из резервуара для сквашивания с термоизоляцией, изготовленного из нержавеющей стали, трубопроводов, снабжен устройством для залива исходного и слива готового продукта, перемешивающим устройством, змеевиками пара и ледяной воды, устройством для мойки внутренней поверхности резервуара и пульта управления оборудованием. Мойка резервуара осуществляется через статическую моющую головку. Процессы перемешивания, нагревания и охлаждения автоматизированы. Когда достигается заданная кислотность и молоко сквашивается, срабатывает автоматическая звуковая и световая сигнализация. Заквасочник сверху закрывается крышкой. Крышка состоит из двух подвижных частей. На одной части крышки установлены: патрубок для заливки молока, моеющее устройство, патрубки для датчиков верхнего уровня продукта и контроля температуры. На другой части крышки предусмотрен упор, взаимодействующий с конечным выключателем, срабатывающим при открывании крышки [27].

					<i>ВКР.28.604.01.16.ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Рунтова Н.В.</i>			КОНСТРУКТОРСКАЯ РАЗРАБОТКА	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Кузнецов В.Н.</i>					48	82
<i>Консульт.</i>		<i>Фириченков В.Е.</i>				ФГБОУ ВО Костромская ГСХА		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Кузнецов В.Н.</i>						
<i>Утверд.</i>		<i>Клочков Н.А.</i>						

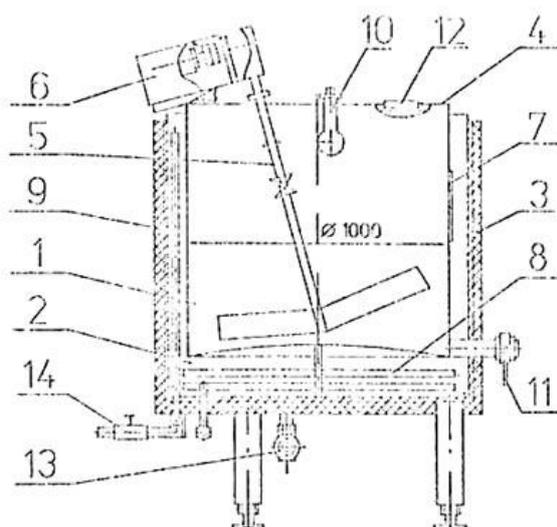


Рисунок 4.1 – Устройство заквасочной установки ОЗУ-0,35

1-ванна внутренняя; 2- наружная ванна; 3-термоизоляция; 4-крышка; 5- мешалка; 6-привод мешалки; 7-змеевик ледяной воды; 8-змеевик пара; 9-труба переливная; 10-головка моющая; 11-кран сливной; 12-конечный выключатель; 13-вентиль слива и подачи воды в рубашку; 14-обратный клапан.

Технические характеристики заквасочной установки ОЗУ-0,35 представлены в таблице 4.1

Таблица 4.1 - Технические характеристики заквасочной установки ОЗУ-0,35

Наименование параметра	ОЗУ-0,35
Вместимость, л	350
Частота вращения мешалки, об/мин	40±
Температура нагрева, °С	До 95
Температура охлаждения, °С	До 5
Давление пара, МПа	0,01-0,05
Тип электродвигателя	Асинхронный
Мощность, кВт	0,25/0,55
Частота вращения, об/мин	750/950
Длина, мм	1240
Ширина, мм	1020
Высота, мм	1490

4.2 Принцип работы ОЗУ-0,35

Через патрубок молоко поступает во внутреннюю ванну. Как только сырой продукт достигает максимального уровня наполнения, подача молока автоматически прекращается. Мешалка, которая вращается от привода с частотой вращения $n = 27$ об/мин, постепенно перемешивает жидкость в ванне для создания равномерной массы. На дне ванны, с внешней стороны, расположен змеевик, куда подается пар под давлением $0,3 \pm 0,05$ МПа. С его помощью молоко нагревается до необходимой температуры пастеризации 90 ± 2 °С. После окончания пастеризации продукта, с целью ускорения охлаждения молока до температуры сквашивания, происходит подача водопроводной воды, которая вытесняет горячую воду из рубашки, одновременно включается подача ледяной воды и температура снижается до 23 ± 2 °С. Температуру в установке контролируются датчиком температуры. Затем в резервуар заливают культуры молочнокислых бактерий. Сквашивание молока проводят при температуре заквашивания 23 ± 2 °С. Температура сквашивания поддерживается так долго, сколько необходимо по производственной технологии – все параметры задаются на пульте управления. В процессе сквашивания происходит размножение микрофлоры закваски, нарастает кислотность, коагулирует казеин и образуется сгусток. Окончание сквашивания определяют по образованию достаточно плотного сгустка и достижению определенной кислотности от 85 до 100 °Т. Устройство заквасочника позволяет охладить приготовленную закваску до 5-15°С с помощью хладагента для дальнейшего хранения. Кроме вышеописанной последовательности, в заквасочной установке можно нагреть или охладить любой молочный продукт [27].

4.3 Обоснование выбора модернизации установки

Перемешивание продукта – одна из самых важных стадий производства молочных продуктов, например, для кефира. Оно должно продолжаться не

					<i>ВКР.28.604.01.16.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		50

менее получаса. В предлагаемой заквасочной установке ОЗУ-0,35 использована двухлопастная мешалка с верхним приводом.

В тоже время, как показала практика, расположение мешалки в данной заквасочной установке приводит к образованию застойных зон, тем самым ухудшается интенсивность и равномерность перемешивания, что сказывается на качестве продукта. Также верхний привод затрудняет доступ к резервуару заквасочника для загрузки компонентов во время технологического процесса и контроля его хода, относительно неудобно снятие и установка мешалки в рабочее положение, смазочные материалы привода в случае неисправности редуктора могут попасть в продукт.

Для того, чтобы исключить застойные зоны и улучшить процесс перемешивания нами предложена усовершенствованная конструкция заквасочника ОЗУ-0,35 с нижним приводом мешалки. Конструкция предусматривает замену двухлопастной мешалки на многолопастную с установкой приводного редуктора в нижней части.

Данная конструкция исключает возможное загрязнение продукта от привода и изолирует его от внешней среды. Ко всему вышеперечисленному можно добавить, что предлагаемая усовершенствованная конструкция с нижним приводом может быть использована и на других типах конструкции резервуарных молочных аппаратов.

Разработке конструкции предшествовал анализ имеющихся применение мешалок, включая действующие (во время практики), представленных в литературных источниках, в том числе патентный поиск, и в сети интернет.

4.4 Анализ существующих конструкций

Мешалка состоит, как правило, из трех основных частей [25]:

1. Мешалка (шпеллер) – рабочий элемент устройства.
2. Вал, расположенный в аппарате или емкости под определенным углом.
3. Привод. Чаще всего — электродвигатель, мотор-редуктор.

					<i>ВКР.28.604.01.16.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		51

В основном в пищевой промышленности применяют – вертикальные мешалки с верхним приводом. Среди них выделяют [24]:

 <p>Лопастная мешалка</p>	 <p>Турбинная мешалка</p>	 <p>Фрезерная мешалка</p>
 <p>Пропеллерная мешалка</p>	 <p>Якорная мешалка</p>	 <p>Коническая мешалка</p>

Лопастные мешалки относятся к тихоходным устройствам, где процесс перемешивания выполняется двумя лопастями, сечение которых имеет прямоугольную форму. Как правило, мешалка лопастная широко используются в химической промышленности, а также на предприятиях, где они необходимы по технологическим особенностям производства.

Мешалка турбинная – быстроходный тип устройства. Жидкость в емкости перемещают лопатки специальной конструкции. Вращательное движение лопаток передает жидкости сильное радиальное течение, которое, в свою очередь, обеспечивает полную циркуляцию всего объема перемешиваемого компонента. Недостатком турбинных мешалок является сравнительная сложность и высокая стоимость изготовления.

Фрезерная мешалка – быстроходное устройство. Рабочим элементом ее является диск, по окружности которого расположены зубцы. Благодаря такой конструкции, обеспечивается качественное перемешивание твердых компонентов.

Мешалка пропеллерная – быстроходное устройство. Перемешивающий узел состоит из пропеллера с лопастями. Лопасты изогнуты наподобие винта, что позволяет жидкости в процессе смешивания циркулировать не только в горизонтальной, но и вертикальной плоскости, перемещаясь по оси. Недостатки: малая эффективность перемешивания вязких жидкостей и ограниченный объем интенсивно перемешиваемой жидкости.

Мешалка рамная является тихоходным устройством. Диаметр ее максимально приближен к диаметру сосуда, что позволяет захватывать при смешивании оседающие осадочные частицы. Если в процессе производства возникает необходимость в перемешивании менее вязкой жидкости, то рамная мешалка легко превращается в якорную мешалку методом исключения из конструкции поперечных элементов.

Мешалка коническая – перемешивающее устройство, рабочий орган которого напоминает чашку в виде воронки. Коническая мешалка относится как к быстроходным, так и к тихоходным мешалкам. За счет форм импеллера мешалка создает динамический радиальный поток, что позволяет превратить любые вещества в однородную смесь.

Проанализировав существующие конструкции мешалок, мы предлагаем заменить имеющуюся двухлопастную мешалку на многолопастную мешалку с нижним приводом. Такая мешалка не будет приводить к появлению застойных зон, а расположение привода не будет загромождать крышку, обеспечивая ее легкое открытие.

Предлагаемая идея усовершенствования будет вполне реальной и работоспособной, что будет положительно влиять на технологию процесса, повышая качество продукции.

4.5 Расчет мешалки

Расчет мощности, необходимой для перемешивания вызывает большие затруднения, и, вместе с тем, остается одной из наиболее важных задач при проектировании аппарата с мешалкой. На сегодняшний день не существует простой, удобной и универсальной аналитической методики расчета мощности перемешивающих устройств, дающей адекватные результаты для различных типов мешалок. Перемешивание представляет собой процесс сложной внутренней циркуляции перемешиваемой среды в объеме перемешивания. Существующая методика расчета мощности оперирует методами теории гидродинамического подобия [26].

В общем случае мощность $N_{\text{мин}}$, Вт может быть рассчитана по формуле:

$$N_{\text{мин}} = K_n \cdot \rho \cdot n^3 \cdot d^5, \quad (4.1)$$

где K_n - критерий мощности;

ρ – плотность перемешиваемой среды (молоко), $\rho=1027$ кг/м³ [31];

n - частота вращения мешалки, об/с. Ориентируясь на существующие конструкции принимаем $n = 25$ об/мин = $25/60 = 0,42$ об/с;

d - диаметр описываемой лопастями окружности, м. В разрабатываемой конструкции установлены симметрично по 5 лопастей с каждой стороны и диаметры составляют 0,205; 0,387; 0,569; 0,751; 0,933 м.

Критерий мощности K_n выбирается из графика (Приложение А).

Выбор производится в зависимости от критерия Рейнольдса Re , который определяется по формуле:

$$Re = \frac{\rho \cdot n \cdot d^2}{\mu_c}, \quad (4.2)$$

где μ_c - динамическая вязкость, $1,8 \cdot 10^{-3}$ Па·с [31].

$$Re_1 = \frac{1027 \cdot 0,42 \cdot 0,205^2}{1,8 \cdot 10^{-3}} = 10071$$

$$Re_2 = \frac{1027 \cdot 0,42 \cdot 0,387^2}{1,8 \cdot 10^{-3}} = 35890$$

$$Re_3 = \frac{1027 \cdot 0,42 \cdot 0,569^2}{1,8 \cdot 10^{-3}} = 77584$$

					ВКР.28.604.01.16.ПЗ	Лист
						54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$R_{e4} = \frac{1027 \cdot 0,42 \cdot 0,751^2}{1,8 \cdot 10^{-3}} = 135153$$

$$R_{e5} = \frac{1027 \cdot 0,42 \cdot 0,933^2}{1,8 \cdot 10^{-3}} = 208598$$

Исходя из расчетов выбираем критерий мощности $K_{n1} = 0,5$, $K_{n2} = 0,23$, $K_{n3} = 0,20$, $K_{n4} = 0,19$, $K_{n5} = 0,18$.

Произведем расчет минимальной мощности необходимой для перемешивания по формуле (2):

$$N_{\text{мин}} = 2 \cdot 1027 \cdot 0,42^3 \cdot (0,205^5 \cdot 0,5 + 0,387^5 \cdot 0,23 + 0,569^5 \cdot 0,20 + 0,751^5 \cdot 0,19 + 0,933^5 \cdot 0,18) = 30 \text{ Вт}$$

Рекомендуют [26] для определения номинальной мощности коэффициент запаса $k = 1,5$, тогда:

$$N_{\text{ном}} = N_{\text{мин}} \cdot k, \quad (4.3)$$

$$N_{\text{ном}} = 30 \cdot 1,5 = 45 \text{ Вт}$$

Также нами выполнен расчет мощности с учетом изменения консистенции продукции в течении процесса сквашивания. В этом случае будем иметь [31] $\mu_c = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$, $\rho = 1031 \text{ кг/м}^3$, $N_{\text{ном}} = 45,6 \text{ Вт}$.

Мощность также рассчитывается по формуле:

$$N_{\text{ном}} = M_{\text{кр}} \cdot \omega, \quad (4.4)$$

где $M_{\text{кр}}$ – крутящий момент на валу, Н·м;

$$\omega - \text{угловая скорость вала, рад/с; } \omega = \frac{\pi \cdot n}{30}; \omega = \frac{3,14 \cdot 25}{30} = 2,62 \text{ с}^{-1}.$$

Выразим формулу нахождения крутящего момента, Н·м:

$$M_{\text{кр}} = \frac{N_{\text{ном}}}{\omega} \quad (4.5)$$

Произведем расчет крутящего момента, приходящегося на вал при перемешивании:

$$M_{\text{кр}} = \frac{45,6}{2,62} = 17,4 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Для контроля полученных результатов воспользуемся другим источником и определим мощность через силы сопротивления в турбулентном

					ВКР.28.604.01.16.ПЗ	Лист
						55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

потоке [29]. Возникновение сопротивления в турбулентном потоке связано с работой образования вихрей за объектом и имеет вид:

$$W_n = \frac{\rho \cdot (\omega \cdot R_n)^2}{2} \cdot a \cdot b \cdot C_w, \quad (4.6)$$

где ρ – плотность жидкости, 1027 кг/м³;

ω – угловая скорость вала, 2,62 с⁻¹;

R_n – радиус, создаваемый каждой лопастью, м;

a и b – длина и высота лопасти соответственно; $a=0,03$ м, $b=0,36$ м;

C_w – безразмерный коэффициент зависит от геометрической формы объекта и незначительно меняется при изменении числа Рейнольдса [29]. Для нашего случая принимаем $C_w = 1,32$.

В мешалке установлены по 5 симметричных лопастей с двух сторон, поэтому расчет можем вести только для одной стороны:

$$W_1 = 1,32 \cdot 1027 \cdot \frac{(2,62 \cdot 0,1)^2}{2} \cdot 0,01 = 0,46 \text{ Н};$$

$$W_2 = 1,32 \cdot 1027 \cdot \frac{(2,62 \cdot 0,19)^2}{2} \cdot 0,01 = 1,66 \text{ Н};$$

$$W_3 = 1,32 \cdot 1027 \cdot \frac{(2,62 \cdot 0,28)^2}{2} \cdot 0,01 = 3,60 \text{ Н};$$

$$W_4 = 1,32 \cdot 1027 \cdot \frac{(2,62 \cdot 0,38)^2}{2} \cdot 0,01 = 6,64 \text{ Н};$$

$$W_5 = 1,32 \cdot 1027 \cdot \frac{(2,62 \cdot 0,47)^2}{2} \cdot 0,01 = 10,2 \text{ Н};$$

Найдем момент, создаваемый каждой лопастью и общий момент, Н·м по формуле:

$$M_n = W_n \cdot R_n; \quad (4.7)$$

$$M_1 = 0,46 \cdot 0,1 = 0,046 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_2 = 1,66 \cdot 0,19 = 0,32 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_3 = 3,60 \cdot 0,28 = 1 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_4 = 6,64 \cdot 0,38 = 2,52 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_5 = 10,2 \cdot 0,47 = 4,8 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_{\text{общ}} = 2 \cdot \sum M_{1-5}; \quad (4.8)$$

$$M_{\text{общ}} = 2 \cdot (0,046 + 0,32 + 1 + 2,52 + 4,8) = 17,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

					ВКР.28.604.01.16.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

Мощность, Вт найдем по формуле:

$$N = M_{\text{общ}} \cdot \omega; \quad (4.9)$$

$$N = 17,2 \cdot 2,62 = 44,7 \text{ Вт}$$

При дальнейшем изменении консистенции молока будем иметь $N_{\text{ном}} = 46,1 \text{ Вт}$. Имеет место хорошее схождение результатов – 45 Вт и 44,7 Вт для молока и аналогично для кефира 45,6 Вт и 46,1 Вт.

4.6 Выбор мотор-редуктора

В нашем случае будем использовать мотор-редуктор с полым валом, поэтому после анализа продукции заводов изготовителей выбираем наиболее подходящий по расчетному вращающему моменту $M_{\text{кр}} = 17,4 \text{ Н}\cdot\text{м}$ и частотой вращения 25 об/мин; модификация HG-90, мощность 90 Вт, скорость вращения 25 об/мин, крутящий момент 24,5 Н·м, тип крепления – фланцевое [28]. Мотор-редуктор HG-90 и его габаритные размеры представлены на рисунке 4.9:

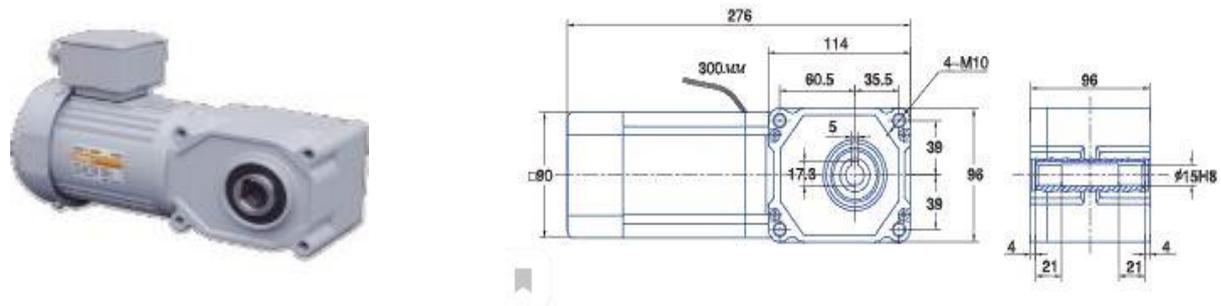


Рисунок 4.2 – Мотор-редуктор серии HG-90 габаритные размеры

4.7 Расчет на прочность при изгибе прямоугольной трубы

Размеры перемешивающего устройства назначены конструктивно на основе размера заквасочника и объема размещенного продукта. В основу конструкции заложена прямоугольная труба $30 \times 20 \times 2$ из нержавеющей стали 08X18N10 с допускаемым нормальным напряжением $[\sigma] = 168 \text{ МПа}$ [30]. Соединение выполнено сварным, специальным электродом для нержавеющей сталей, угловым швом, катетом $k=3 \text{ мм}$, по контуру примыкания сопрягаемых

					<i>ВКР.28.604.01.16.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

поверхностей, в том числе Г-образная штанга приварена к стакану, закрепленному на выходном конце вертикального вала мешалки.

Исходя из принятых размеров и технологии работы определены весовые нагрузки через погонную массу, их равнодействующая $F_{равнод} = 27,5$ Н и нагрузки сопротивления, которые приведены в пункте 4.5 ВКР. Пространственная схема нагружения одной стороны перемешивающего устройства приведена на рисунке 4.10 с указанием размеров, направлений и значений усилий, а также схема последовательных преобразований. Размерности величин: силы – Н; расстояния – мм; моменты – Н·мм.

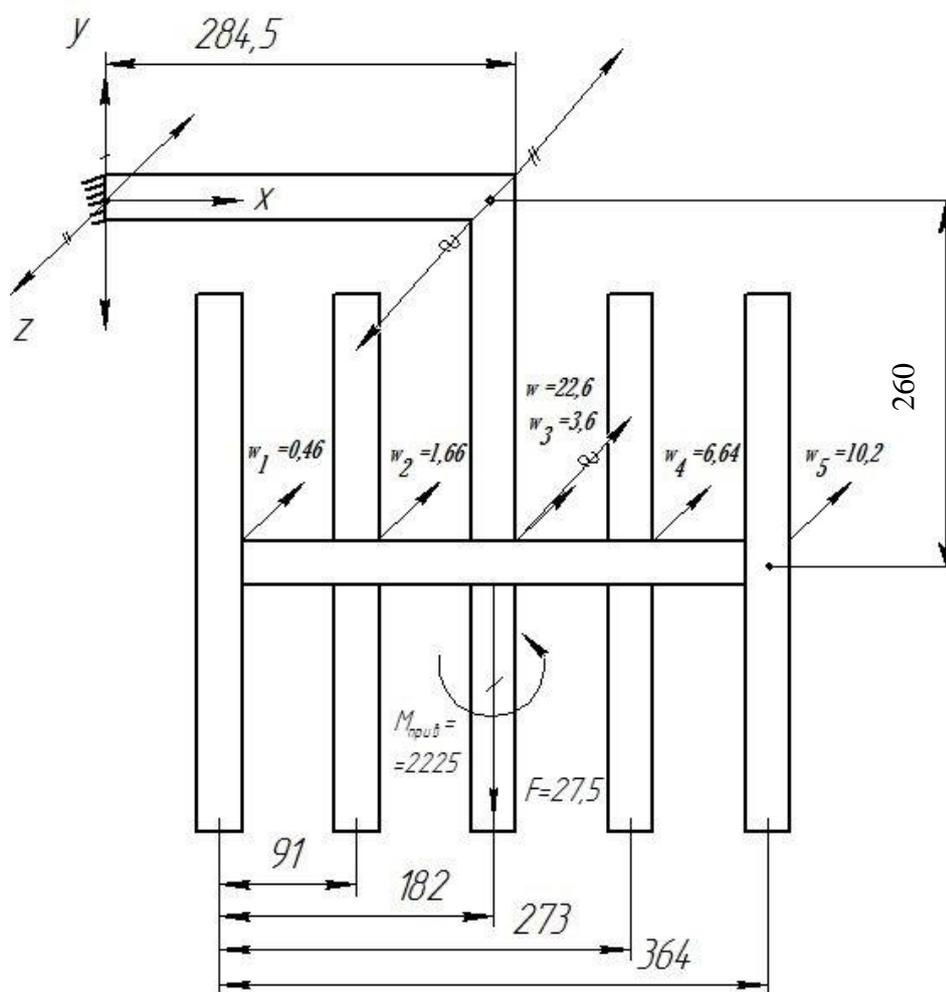


Рисунок 4.3 - Пространственная схема нагружения одной стороны перемешивающего устройства.

Наиболее опасное сечение является сечение, примыкающее к стакану и на рисунке 4.11 дана схема нагружения силами и моментами относительно осей XYZ.

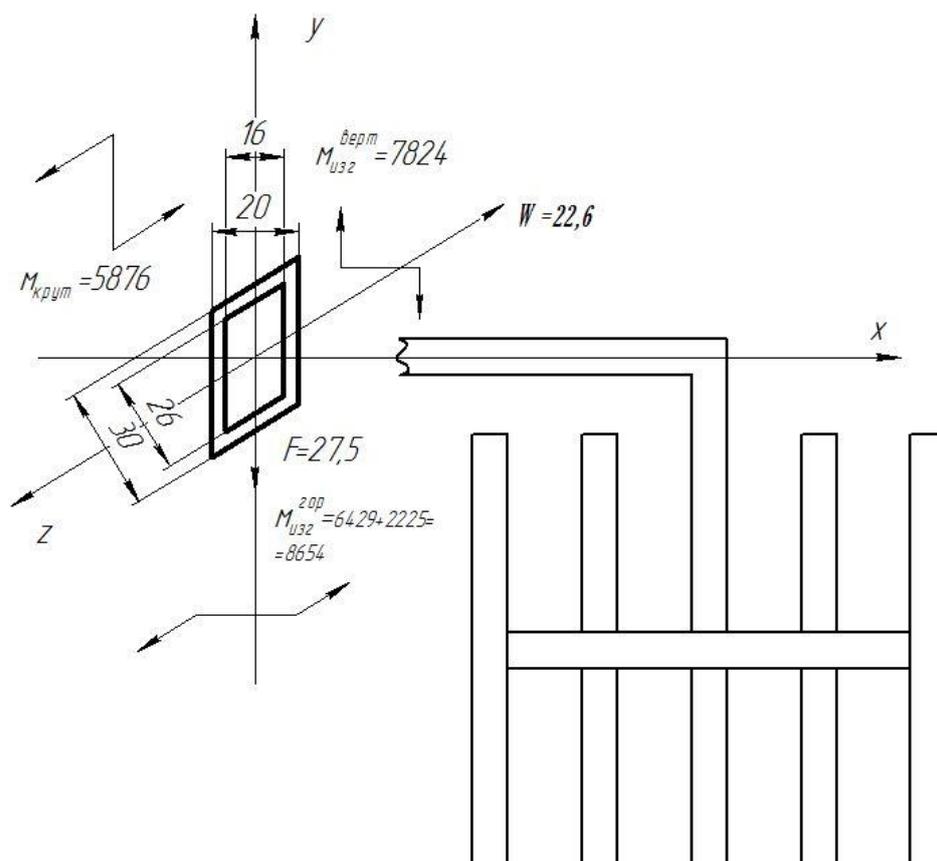


Рисунок 4.4 - Схема нагружения перемешивающего устройства силами и моментами относительно осей XYZ.

Определимся с напряжениями, которые имеют место при нагружении. Равнодействующая сила сопротивления $W_{\text{равнод}} = 22,6$ Н вызывает касательные напряжения в плоскости YOZ и их величина будет:

$$\tau_w = \frac{W_{\text{равнод}}}{A}, \quad (4.10)$$

где A – площадь сечения профиля, мм^2 ;

$$A = B \cdot H - b \cdot h, \quad (4.11)$$

где B - ширина наружная, 20 мм;

H -высота наружная, 30 мм;

b - ширина полости, 16 мм;

h -высота полости, 26 мм.

$$A = 20 \cdot 30 - 26 \cdot 16 = 184 \text{ мм}^2$$

$$\tau_w = \frac{22,6}{184} = 0,12 \text{ Н/мм}^2$$

Крутящий момент в плоскости YOZ вызывает касательные напряжения:

$$\tau_{TW} = \frac{W_{\text{равнод}} \cdot 260}{W_p}, \quad (4.12)$$

где W_p – полярный момент сопротивления сечения;

$$W_p = \frac{I_p}{\rho_{\max}} = \frac{I_{zz} + I_{yy}}{\rho_{\max}}, \quad (4.13)$$

где I_{zz}, I_{yy} – соответственно осевые моменты сопротивления сечения. Их величина определится по формулам:

$$I_{zz} = \frac{B \cdot H^3}{12} - \frac{b \cdot h^3}{12} = 21565 \text{ мм}^4 \quad (4.14)$$

$$I_{yy} = \frac{H \cdot B^3}{12} - \frac{h \cdot b^3}{12} = 11125 \text{ мм}^4 \quad (4.15)$$

$$I_{zz} = \frac{20 \cdot 30^3}{12} - \frac{16 \cdot 26^3}{12} = 21565 \text{ мм}^4$$

$$I_{yy} = \frac{30 \cdot 20^3}{12} - \frac{26 \cdot 16^3}{12} = 11125 \text{ мм}^4$$

ρ_{\max} – расстояние до наиболее удаленной точки сечения;

$$\rho_{\max} = \sqrt{\left(\frac{H}{2}\right)^2 + \left(\frac{B}{2}\right)^2}; \quad (4.16)$$

$$\rho_{\max} = \sqrt{15^2 + 10^2} = 18,0 \text{ мм}$$

$$W_p = \frac{21565 + 11125}{18} = 1816,1 \text{ мм}^3$$

$$\tau_{TW} = \frac{22,6 \cdot 260}{1816,1} = 3,23 \text{ Н/мм}^2$$

В первом приближении его направление примем таким же, как и τ_w , т.е. параллельно оси Z и их сумма составит:

$$\tau = \tau_w + \tau_{TW}; \quad (4.17)$$

$$\tau = 0,12 + 3,23 = 3,35 \text{ Н/мм}^2$$

Касательные напряжения от усилия F направлены вдоль оси OY:

$$\tau_F = \frac{F}{A}; \quad (4.18)$$

$$\tau_F = \frac{27,5}{184} = 0,15 \text{ Н/мм}^2;$$

					ВКР.28.604.01.16.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

Напряжение изгиба от момента M_F :

$$\sigma_{MF} = \frac{27,5 \cdot 284,5}{W_z}, \quad (4.19)$$

где W_z – момент сопротивления сечения относительно оси OZ;

$$W_z = \frac{I_{zz}}{0,5 \cdot 30}; \quad (4.20)$$

$$W_z = \frac{21565}{15} = 1437,7 \text{ мм}^3;$$

$$\sigma_{MF} = \frac{27,5 \cdot 284,5}{1437,7} = 5,4 \text{ Н/мм}^2;$$

Напряжение изгиба от момента $M_w + M_{\text{прив}}$:

$$\sigma_{Mw} = \frac{M_w + M_{\text{прив}}}{W_y}, \quad (4.21)$$

где W_y – момент сопротивления сечения относительно оси OY;

$$W_y = \frac{I_{yy}}{0,5 \cdot 30}; \quad (4.22)$$

$$W_y = \frac{11125}{15} = 741,7 \text{ мм}^3;$$

$$\begin{aligned} \sigma_{Mw} &= \frac{(22,6 \cdot 284,5) + (10,2 \cdot 182 + 6,64 \cdot 91 - 1,66 \cdot 91 - 0,46 \cdot 182)}{741,7} = \\ &= 13,5 \text{ Н/мм}^2 \end{aligned}$$

Эквивалентные напряжения определяются по формуле:

$$\sigma = \sqrt{(\sigma_{MF} + \sigma_{Mw})^2 + \tau^2} \quad (4.23)$$

$$\sigma = \sqrt{(5,4 + 13,5)^2 + 3,35^2} = 19,2 \text{ Н/мм}^2 < [\sigma] = 168 \text{ Н/мм}^2.$$

При принятой сварке допускаемые касательные напряжения составят:

$$\tau = 0,6 \cdot [\sigma] \quad (4.24)$$

$$\tau = 0,6 \cdot 168 = 100,8 \text{ Н/мм}^2$$

Выполненный нами ранее расчет показал, что основной материал имеет многократный запас прочности и нет необходимости выполнять расчеты по вышеприведенной схеме для определения касательных напряжений, т.к. биссекриса от действия касательных напряжений валиковых швов составляет величину $0,7 \cdot k = 0,7 \cdot 3 = 2,1$ мм, т.е. равную толщине сечения.

					ВКР.28.604.01.16.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

5.1 Опасные и вредные производственные факторы, возникающие при работе заквасочника

Воздействие вредных и опасных факторов на организм человека в процессе трудовой деятельности ухудшают его здоровье, приводят к снижению работоспособности, развитию профессиональных заболеваний или к потере работоспособности, что неблагоприятно сказывается на деятельности предприятия. Поэтому одним из главных направлений по снижению производственного травматизма является создание на предприятии безопасных условий труда.

Основная задача данной выпускной квалификационной работы является модернизация заквасочника ОЗУ-0.35, а именно замена двухлопастной мешалки на многолопастную с установкой приводного редуктора в нижней части.

В соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 опасные и производственные факторы по природе воздействия на человека классифицированы на группы: физические, химические, биологические, психофизиологические [32].

При обслуживании заквасочника могут возникнуть следующие опасные факторы:

- появление опасного электрического потенциала на корпусе мотор-редуктора при нарушении изоляции проводников;
- неисправность концевого выключателя, работы автоматического отключения привода мешалки при открытии крышки заквасочника, которая может привести к травме от неконтролируемого движения подвижных частей мешалки;
- неисправность видимых составных частей и запорной арматуры, в связи с этим становится невозможной регулировка потока рабочей среды и отказ

					<i>ВКР.28.604.01.16.ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Рунтова Н.В.</i>			БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Кузнецов В.Н.</i>					62	82
<i>Консульт.</i>		<i>Румянцев С.Н.</i>				ФГБОУ ВО Костромская ГСХА		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Кузнецов В.Н.</i>						
<i>Утверд.</i>		<i>Клочков Н.А.</i>						

от эксплуатации оборудования, на котором установлена запорная арматура;

- неисправность вентиля подачи пара или горячей воды, приведет к невозможности контроля объемов перемещаемой среды (вплоть до полной остановки движения потока в трубопроводе)
- повышенная температура поверхности оборудования и трубопроводов, которая может стать причиной получения термического ожога

5.2 Организационные мероприятия по созданию безопасных условий труда

Оператор в производстве кисломолочных продуктов относится к категории рабочих. На его должность принимается лицо, имеющее среднее профессиональное образование и специальную подготовку. Оператор в производстве кисломолочных продуктов принимается на должность и освобождается от должности директором организации по представлению начальника производства (участка, цеха) [33].

Оператор в производстве кисломолочных продуктов несет ответственность в следующих случаях [33]:

1. За ненадлежащее исполнение или неисполнение своих должностных обязанностей, предусмотренных настоящей должностной инструкцией, — в пределах, установленных трудовым законодательством Российской Федерации.

2. За правонарушения, совершенные в процессе своей деятельности, — в пределах, установленных действующим административным, уголовным и гражданским законодательством Российской Федерации.

3. За причинение материального ущерба организации — в пределах, установленных действующим трудовым и гражданским законодательством Российской Федерации.

Оператор в производстве кисломолочных продуктов должен знать [30]:
устройства, конструкцию, принцип действия и правила технической

					ВКР.28.604.01.16.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

Надевать спецодежду необходимо в специально оборудованном месте - санпропускнике. Работники должны использовать санитарную одежду, обувь и санитарные принадлежности только в производственных целях. Не допускается выносить санитарную одежду, обувь и санитарные принадлежности за пределы предприятия. Сроки носки санитарной одежды, обуви и санитарных принадлежностей являются календарными и должны исчисляться со дня фактической их выдачи.

5.3 Технические мероприятия по созданию безопасных условий труда

Опасными факторами при работе заквасочника являются возможное поражение электрическим током от мотор-редуктора и высокая температура частей оборудования.

Электробезопасность должна обеспечиваться выполнением требований нормативных документов, основными из которых являются [38]:

- Правила устройства электроустановок (ПУЭ), издание седьмое;
- Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденные приказом Минтруда России от 24.07.2013 № 328н и др.

На модернизируемой установке установлен асинхронный мотор-редуктор серии НГ и щит управления. Мотор-редуктор и щит управления должны иметь элементы защитного заземления (зануления), выполненные в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.018 и ГОСТ 12.2.007.0. [39].

Сопротивление изоляции обмоток электродвигателя в холодном состоянии при нормальных климатических условиях испытаний по ГОСТ 15150 должно быть не менее 10 МОм, при температуре электродвигателя, близкой к рабочей (± 10 °С), - не менее 3 МОм, при верхнем допустимом для электродвигателя данного вида значении влажности воздуха - не менее 0,5 МОм. Изоляция обмоток электродвигателя относительно корпуса и между обмотками должна выдерживать без повреждения испытательное напряжение 1000 В плюс двукратное номинальное напряжение, но не менее 1500 В при

					<i>ВКР.28.604.01.16.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		66

частоте 50 Гц, практически синусоидальное, в течение 1 мин. Сопротивление между заземляющим болтом и каждой доступной при касании металлической нетоковедущей частью мотор-редуктора, которая может оказаться под напряжением, не должно превышать 0,1 Ом.

Источником термических ожогов могут быть части оборудования, имеющих высокую температуру. Защита от воздействия на человека поверхностей с высокой температурой выполняется путем их тепловой изоляции. Теплоизоляция горячих поверхностей снижает температуру излучающей поверхности и уменьшает выделение теплоты. Кроме того, теплоизоляция уменьшает тепловые потери оборудования, снижает расходы топлива и приводит к увеличению производительности оборудования.

Температура на наружной поверхности изоляции согласно СНиП 41-03-2003 "Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов", принимается не более следующих значений [40]:

45 °С – для изолируемых поверхностей, расположенных в рабочей или обслуживаемой зоне помещений и содержащих вещества температурой выше 100 °С;

35 °С – при температуре вещества 100 °С и ниже или – с температурой вспышки паров не выше 45 °С;

55 °С – для изолируемых поверхностей с металлическим покровным слоем, расположенных на открытом воздухе в рабочей или обслуживаемой зоне;

60 °С – то же, но для других видов покровного слоя изоляции.

Максимальная температура на поверхности любого технологического оборудования не должна превышать 45-60°С (в зависимости от области применения и окружающих условий). Только в этом случае оборудование будет термически безопасно для персонала.

Предлагаемая конструкция заквасочника представляет собой вертикальный резервуар из нержавеющей стали с рубашкой, утепленный минеральной ватой толщиной 50 мм. Данный теплоизоляционный материал

					ВКР.28.604.01.16.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

способен эффективно решать задачу снижения температуры поверхности промышленного оборудования, обеспечивая надежность его работы и безопасность.

5.4 Основные требования безопасности при выполнении работ на устройстве

Для безопасной эксплуатации заквасочника необходимо выполнять ряд требований. Их соблюдение поможет избежать неприятных, опасных для здоровья человека ситуаций.

1. К работе на таком оборудовании могут допускаться только подготовленные люди, прошедшие полноценный инструктаж по его использованию и нормам безопасности.
2. Перед запуском, необходимо проверить, полностью ли очищена поверхность емкости от остатков продукта с прошлого использования и инородных тел. Помимо этого, необходимо удостовериться, что все основные детали закреплены, щиток держится надежно, а сама конструкция способна выдержать прием продукта.
3. Оценить надежность крепления мешалки, потому как в случае разбора конструкции во время приготовления, может пострадать не только техника, но и человек, работающий с ней.
4. Не оставлять крышку заквасочника открытой при включении и соблюдать осторожность при ее дальнейшем открывании.
5. Выключать мешалку заквасочника при загрузке различных добавок и взятии проб.
6. Каждый нетоковедущий элемент должен быть надежно прикреплен к основанию, а саму металлическую конструкцию необходимо заземлить.
7. Должна производиться проверка целостности и герметичности рубашки нагрева.
8. Смазывать, регулировать и чистить заквасочник следует лишь после полного отключения от электросети.

					<i>ВКР.28.604.01.16.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		68

5.3 Экологичность

Сточные воды, сбрасываемые предприятиями молочной промышленности, можно разделить на четыре вида: производственные, хозяйственно-бытовые, теплообменные, ливневые [41]. Их загрязненность характеризуется следующими показателями: биохимическое потребление кислорода (БПК) и химическое потребление кислорода (ХПК).

Производственные сточные воды являются наиболее загрязненными. Они образуются в результате различных технологических операций, а также при мойке емкостей и уборке производственных помещений. Их нагрузка по БПК зависит от ряда факторов и при экономном хозяйствовании колеблется в пределах от 500 до 2000 г O₂ на 1 м³.

Производственные сточные воды молочных предприятий относятся к группе стоков с органическими загрязнениями, а именно с органическими веществами в виде водных растворов, коллоидных суспензий. Величина ХПК органических веществ при мойке оборудования молочных производств возрастает до значений 1400–3000 мг/л. В сточных водах также содержатся белковые вещества, углеводы и жиры. Содержание жира в сточной воде молочных производств составляет 100–200 мг/л. В стоках могут быть органические взвеси — коагулированный белок и йогуртовые наполнители, чье общее содержание может достигать 2000 мг/л. Белковые вещества, углеводы и жиры быстро подвергаются загниванию и закисанию, наступает сбраживание молочного сахара в молочную кислоту, что приводит к осаждению казеина и других протеиновых веществ. Загнивание последних сопровождается выделением неприятного запаха. Производственные сточные воды молочных заводов, кроме перечисленных выше загрязнений, содержат химические соединения, применяемые для мойки емкостей, аппаратуры и полов. Сточные воды предприятий молочной промышленности в случае сброса их в водоемы без предварительной очистки оказывают вредное воздействие на воду.

					ВКР.28.604.01.16.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

В соответствии с требованием законодательства РФ (№ 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении») предприятия, в результате функционирования которых образуются жидкие отходы, должны обеспечивать их приемлемую очистку [42]. Традиционные технологии очистки сточных вод на молокоперерабатывающих заводах предусматривают как правило механические, физико-химические и биологические методы.

Механические методы очистки включают применение барабанной механической решетки и жируловителя. Механическая барабанная решетка обеспечивает степень очистки 40-45% по взвешенным веществам, 10-15% по ХПК. Жируловитель позволяет очистить сточную воду по взвешенным веществам на 40-80%. Степень очистки по неэмульгированным жирам составляет 70– 90% [43].

Физико-химическим методы обработки формируются следующими технологиями: отстаивания, флотации и коагуляции. При отстаивании сточных вод выделяются крупные частицы жира и другие взвешенные вещества. Флотация позволяет извлечь из стоков также тонкодисперсные примеси, обладающие гидрофобными свойствами, в том числе жир. При коагуляции сточных вод выделяются как тонкодиспергированные взвешенные частицы, так и эмульгированные, коллоидные примеси. Для более тщательной очистки сточных вод от жировых компонентов применяется реагентная флотация. При этом в качестве коагулянтов используются, как правило, сульфат и хлорид железа, или сульфат, а также хлорид и оксихлорид алюминия [45].

Способ биологической очистки заключается в том, что окисление, расщепление и последующее уничтожение органических загрязнений сточной жидкости является результатом процесса жизнедеятельности простейших микроорганизмов. Эти микроорганизмы искусственно культивируются в специальных устройствах (биофильтры, аэротенки и т.д.), через которые проходит обрабатываемая вода. Всю совокупность биологических методов обработки условно разделяют на две группы, которые зависят от вида

					<i>ВКР.28.604.01.16.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		70

используемых микроорганизмов: Аэробный способ – для очистки воды применяются бактерии, жизнедеятельность которых возможна только при неограниченном доступе кислорода; Анаэробный способ – использование микроорганизмов, которые не нуждаются в кислороде [44].

Рассмотрев существующие методы очистки сточных вод, мы предлагаем использовать на нашем мини цехе физико-химический способ очистки. При вступлении в химическую реакцию с примесями, которые находятся в воде, особые вещества – реагенты способствуют тому, что нерастворимые примеси, части растворенных соединений более быстро и интенсивно выделяются, что позволяет уменьшить их концентрацию в очищаемых производственных сточных водах. Поэтому данный способ очистки сточных вод обеспечит качественную и глубокую очистку.

Выводы по разделу

В результате выполнения данного раздела ВКР были описаны опасные и вредные факторы, возникающие при работе заквасочника, приведены требования электробезопасности, требования при работе с нагретыми частями оборудования, а также приведены мероприятия по защите окружающей среды, а именно утилизация производственных стоков. Соблюдение приведенных выше мероприятий позволит сохранить жизни и здоровье людям, а также улучшить экологическое состояние окружающей среды.

					<i>ВКР.28.604.01.16.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		71

6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОНСТРУКТОРСКОЙ РАЗРАБОТКИ

6.1. Расчет стоимости модернизации заквасочника

Экономическая эффективность характеризуется расчетом таких показателей как затраты на модернизацию, производительность машин, расход электроэнергии и других ресурсов, себестоимость продукции, и ее трудоемкость, окупаемость вложений.

Одной из главных задач ВКР является усовершенствование заквасочника ОЗУ-0,35, которое предусматривает замену двухлопастной мешалки на многолопастную с установкой приводного редуктора в нижней части. Расположение мешалки в заквасочнике производителя приводит к образованию застойных зон, что снижает качество продукта. В связи с модернизируемым заквасочником, перемешивание осуществляется более тщательно. Из этого следует, повышение качества продукции, что повлечет за собой рост спроса.

Расчет затрат на модернизацию определим по формуле [46]:

$$C_{mod} = C_{cd} + C_{ud} + C_{pc}, \quad (6.1)$$

где C_{cd} – стоимость приобретаемых стандартных деталей, руб.;

C_{ud} – стоимость изготавливаемых нестандартных деталей, руб.;

C_{pc} – стоимость работ по сборке конструкции, руб.;

Приобретаемые стандартные изделия показаны в таблице 6.1

					<i>ВКР.28.604.01.16.ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Рунтова Н.В.</i>			ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОНСТРУКТОРСКОЙ РАЗРАБОТКИ	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Кузнецов В.Н</i>					72	82
<i>Консульт.</i>		<i>Иванова М.А.</i>				ФГБОУ ВО Костромская ГСХА		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Кузнецов В.Н</i>						
<i>Утверд.</i>		<i>Клочков Н.А</i>						

Таблица 6.1 – Стоимость покупных изделий

Наименование	Количество, шт.	Цена, руб.	Общая стоимость, руб.
Мотор-редуктор НГ-90	1	11290	11290
Фланец - модель VA308	1	800	800
Сальник ГОСТ 8752-79	1	220	220
Подшипник ГОСТ 8104	2	87	174
Подшипник ГОСТ 60104	2	105	210
Болт М8х1-6gx10 ГОСТ 7798-70	8	8	64
Гайка М8х1-6Н ГОСТ 5931-70	8	5	40
Шайба ГОСТ 22355-77	4	1	4
Гровер ГОСТ 6402-70	4	1	4
Итого			12806

Стоимость изготовленных деталей определим по формуле [46]:

$$C_{ид} = C_{mat} + C_{pu}, \quad (6.2)$$

где C_{mat} - стоимость материалов, руб.;

C_{pu} - стоимость работ по изготовлению, руб.;

Стоимость материалов определим по формуле:

$$C_{mat} = Q \cdot Ц, \quad (6.3)$$

где Q – масса материала, кг;

Ц – цена материала, руб./кг.

Стоимость материалов покажем в виде таблицы 6.2.

Таблица 6.2 Стоимость материалов для изготовления деталей

Наименование	Масса, кг	Цена за кг, руб.	Общая стоимость, руб.
Труба прямоугольная AISI 304, 30×20×2	7	449	3143
Труба круглая AISI 304, 48×4	2,6	410	1066
Круг AISI 304, Ø 25	3	205	615
Круг AISI 304, Ø 60	1,9	219	416,1
Труба прямоугольная Ст1, 20×10×2	2,1	57	120
Электроды ОЗЛ-8	1	185	185
Итого:			5545,1

Стоимость работ по изготовлению всех деталей может быть определена по формуле [46]:

$$C_{пу} = \sum_{i=1}^n t_{раб} \cdot T_c \cdot K_d \cdot K_o, \quad (6.4)$$

где i – вид работы (сварочные, токарные, слесарные);

n – количество видов работ;

$t_{раб}$ – трудоемкость по видам работ, чел-ч;

T_c – тарифная ставка по видам работ, 100 руб./час;

K_d – коэффициент, учитывающий доплаты за сроки, качество, квалификацию ($K_d = 1,3 \dots 1,6$);

K_o – коэффициент отчислений по единому социальному налогу ($K_o=1,3$).

$$C_{пу} = 5 \cdot 100 \cdot 1,6 \cdot 1,3 + 4 \cdot 100 \cdot 1,6 \cdot 1,3 + 3 \cdot 100 \cdot 1,6 \cdot 1,3 = 2496 \text{ руб.}$$

По формуле (6.2) стоимость изготовленных деталей получим:

$$C_{ид} = 5545,1 + 2496 = 8041,1 \text{ руб.}$$

Стоимость работ по сборке конструкции:

$$C_{рс} = t_{рс} \cdot T_c \cdot K_d \cdot K_o, \quad (6.5)$$

где $t_{рс}$ – трудоемкость работ по сборке ($t_{рс} = 3$ сварочные, слесарные работы).

$$C_{рс} = 3 \cdot 100 \cdot 1,6 \cdot 1,3 = 624 \text{ руб.}$$

Затраты на модернизацию определим по формуле (6.1):

$$C_{мод} = 12806 + 8041,1 + 624 = 21471,1 \text{ руб.}$$

6.2 Расчет себестоимости молока и кефира

Эксплуатационные затраты (I_3) на изготовление кефира в мини-цехе с учетом модернизации заквасочника рассчитаны в технологической карте и составляют 1272358,3 руб. Они включают в себя затраты на оплату труда, амортизацию оборудования, ее техническое обслуживание, ремонт, стоимость электроэнергии и прочие затраты (расходные материалы и т.д.).

Производственные затраты на изготовление кефира [46]:

					ВКР.28.604.01.16.ПЗ	Лист
						74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

На основании средних статистических данных принимали процент плановых накоплений равным 20.

Тогда отпускная цена составляет: $(43,7 \cdot 1,2) = 52,4$ руб/кг.

Прибыль от реализации кефира определяется по формуле:

$$\Pi = (ц - с) \cdot Q_{пр} \quad (6.10)$$

$$\Pi = (52,4 - 43,7) \cdot 90000 = 783000 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяется по формуле [36]:

$$T_{ок} = \frac{КВ}{\Pi}, \quad (6.11)$$

где КВ-стоимость всего оборудования;

$$T_{ок} = \frac{2361900}{783000} = 3 \text{ года}$$

Срок окупаемости невысок. Все экономические показатели производства сведем в таблицу 6.3

Таблица 6.3 Экономическая эффективность производства кефира

Показатели	Значения
Капитальные вложения, руб.	2361900
В том числе конструкторская разработка, руб.	21471,1
Годовой объем производства кефира, кг	90000
Затраты на производство, руб.	3933879,8
В том числе эксплуатационные	1272358,3
Себестоимость 1 кг кефира, руб.	43,7
Прибыль, руб. год	783000
Рентабельность, %	20
Срок окупаемости, год	3

Вывод

Таким образом, капитальные вложения в создании мини цеха в сумме составило 2550299 руб, с учетом на модернизацию. Окупятся за счет прибыли получаемой от производства за 3 года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе:

1. Произведен анализ сырьевой базы по производству молока и молочной продукции в Костромской области за 3 года.

2. Приведена технология производства кефира резервуарным и термостатным способами, а также приведен продуктовый расчет для кефира жирностью 2,7%.

3. Разработана модернизированная конструкция заквасочника ОЗУ-0,35. Модернизация заключается в замене однолопастной мешалки производителя на многолопастную. Данная конструкция исключает образование застойных зон, улучшает процесс перемешивания и исключает возможное загрязнение продукта от привода. Приведены: расчеты мощности и крутящего момента мешалки, а также прочностные расчеты.

4. В разделе безопасность и экологичность проанализированы опасные и вредные факторы, влияющие на человека и окружающую среду во время работы с заквасочником. И предложены нами мероприятия по снижению их негативного воздействия. Приведены требования охраны труда при работе с модернизируемым заквасочником.

5. Приведено технико-экономическое обоснование конструкторской разработки. По экономическим данным новое оборудование имеет срок окупаемости – 3 года, а рентабельность продукции составило 20%.

										Лист
										77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ВКР.28.604.01.16.ПЗ

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Дм. Бутрин. Общество в шести молочных бутылках: история появления кефира в России. // InLiberty.ru. — 12.08.2014.
2. Значение молока в питании человека - [Электронный ресурс]. URL: https://studwood.ru/1824070/tovarovedenie/znachenie_moloka_pitanii_cheloveka
3. Ермакова Е. Е., Атабаева Ш. А. Современное состояние и перспективы развития молочной промышленности РФ // Молодой ученый. — 2014. — №7. — С. 338-340. — URL <https://moluch.ru/archive/66/10957/> (27.04.2019).
4. Костромская область. Статистический ежегодник. В двух томах. Том2.:Стат.сб./Костромастат. – К., 2017. – 193 с.: табл.
5. Хозяйствующие субъекты Костромской области: стат. сб. - Кострома: Тер.орган Федеральной службы гос. статистики по Костромской области (Костромастат), 2017. - 130 с.
6. Федеральная служба государственной статистики. Средние потребительские цены (тарифы) на товары и услуги, Костромская область - [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gks.ru/dbscripts/cbsd/DBInet.cgi>
7. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования [Электронный ресурс]. - Электрон. текстовые, граф., зв. дан. и прикладная прогр. - <http://kostroma.gks.ru/>
8. Насос НСУ 1,8/12 0,25 АМ - [Электронный ресурс]. URL: <https://www.amrika.ru/oborudovanie.html?id=16215>
9. СЧЕТЧИК МОЛОКА СМ-16П - [Электронный ресурс]. URL: <https://labmoloko.ru/shop/oborudovanie-dlya-analiza-moloka/schetchiki-moloka/setchik-moloka-sm-16p>
10. Оборудование для хранения молока и молочных продуктов - [Электронный ресурс]. URL: https://studme.org/202273/tovarovedenie/oborudovanie_hraneniya_moloka_molochnyh_produkto
11. Сепаратор-сливкоотделитель Ж5-ОСЦП-1 - [Электронный ресурс]. URL: <http://scplava.ru/catalog/separatory/molochnaya-promyshlennost/separatory-slivkootdeliteli/s-ruchnoy-vygruzkoj-osadka/zh5-ostsp-1/>

										Лист
										78
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

12. Гомогенизатор Р9-ОГ3М-1,6 - [Электронный ресурс]. URL: <http://ww.trubateh.com/catalog/gomogenizatoryi/gomogenizatoryi-moloka-serii-r9-og3m.html>
13. Пастеризатор для молока - [Электронный ресурс]. URL: <http://protex.ru/pasterizator-dlya-moloka>
14. Заквасочник ОЗУ-0,35 - [Электронный ресурс]. URL: <http://aspekt-molprom.ru/2013/06/заквасочник-озу-035/>
15. Фасовочно-упаковочный автомат РТ-УМ-21-Ж - [Электронный ресурс]. URL: https://www.uralrt.ru/rt_um_21_zh.html
16. КХС-3 - Камера холодильная среднетемпературная - [Электронный ресурс]. URL: <http://www.oborud.info/product/jump.php?2657&c=640>
17. ГОСТ Р 52054-2003 «Молоко натуральное коровье – сырье. Технические условия»
18. ГОСТ 31454-2012 Кефир. Технические условия
19. ГОСТ 13264-88 «Молоко коровье, требования при закупках».
20. СанПиН 2.3.2.1078 «Гигиенические требования безопасности пищевых продуктов»
21. "Кисломолочные продукты. Особенности производства." - [Электронный ресурс]. URL: <http://www.milkbranch.ru/publ/view/81.html>
22. Бредихин С.А., Космодемьянский Ю.В., Юрин В.Н. Технология и техника переработки молока, МОСКВА «Колос» 2001
23. Дипломное проектирование по механизации переработки сельскохозяйственной продукции А.А. Курочкин, И.А. Спицын, В.М. Зимняков и др. Под ред. А.А. Курочкина. - М. : КолосС, 2006
24. Промышленные мешалки - [Электронный ресурс]. URL: <https://tulmesh.ru/meshalka-konicheskaya/>

25. Перемешивающие устройства для лабораторий и производства - [Электронный ресурс]. URL: <https://cosmetic-industry.com/peremeshivayushhie-ustrojstva-dlya-laboratorij-i-proizvodstva.html>
26. Лашинский А.А., Толчинский А.Р. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры: Справочник Издание 2-е, переработанное и дополненное, Л., "Машиностроение", 1970г.
27. Технология молока и молочных продуктов Г. Н. Крусь, А. Г. Храмцов, З. В. Волокитина, С.В. Карпычев; Под ред. А. М. Шалыгиной. – М.: КолосС, 2004,-455с.; ил.-(Учебники и учеб. Пособия для студентов вузов).
28. Мотор-редукторы с полым валом серии НГ - [Электронный ресурс]. URL: http://sirius-drive.ru/motor-reduktory_s_polym_valom.html
29. Жан Россель Общая физика. Перевод с французского Т.С. Дубинко и М.Е. Маринчука, под редакцией К.П. Яковлева. Издательство «МИР», Москва 1964
30. Допускаемые напряжения по ГОСТ Р 52857.1-2007 - [Электронный ресурс]. URL: http://www.stresscalc.ru/stress/sigma_sosud.php?get=1&mat=12%D518%CD10%D2
31. Плотность и вязкость - [Электронный ресурс]. URL: <http://molzavod.com.ua/plotnost-moloka-i-vyazkost-moloka.html>
32. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация
33. Должностная инструкция оператора в производстве кисломолочных и детских молочных продуктов - [Электронный ресурс]. URL: <https://hr-portal.info/job-description/dolzhnostnaya-instruktsiya-operatora-v-proizvodstve-kislomolochnykh-i-detskikh-molochnykh-produktov>
34. Инструкция по охране труда при работе на заквасочных установках - [Электронный ресурс]. URL: <http://www.diagram.com.ua/info/ohrana/toi/887.shtml>
35. ГОСТ 12.0.004-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Организация обучения безопасности труда. Общие положения

					<i>ВКР.28.604.01.16.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						80
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

36. Приказ Минздравсоцразвития России от 12.04.2011 N 302н "Об утверждении перечней вредных и опасных производственных факторов, и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры "
37. ОСТ 10.286-2001 "Санитарная одежда для работников АПК. Нормы обеспечения. Правила применения и эксплуатации
38. Общие положения электробезопасности - [Электронный ресурс]. URL: <https://websot.jimdo.com/обучение/учебный-курс/общие-положения-и-основные-понятия-электробезопасности/>
39. ГОСТ Р 50968-96 Мотор-редукторы. Общие технические условия
40. СНиП 41-03-2003 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов
41. Сточные воды молочной промышленности - [Электронный ресурс]. URL: https://studwood.ru/1159425/ekologiya/stochnye_vody_molochnoy_promyshlennosti
42. Федеральный закон "О водоснабжении и водоотведении" от 07.12.2011 N 416-ФЗ
43. Очистка сточных вод от взвешенных веществ - [Электронный ресурс]. URL: <http://acs-nnov.ru/ochistka-stochnyh-vod-ot-vzveshennyh-veshhestv.html>
44. В чем преимущества биологического метода очистки сточных вод - [Электронный ресурс]. URL: <https://byreniepro.ru/shistka-vody/biologicheskij-metod.html>
45. Физико-химические методы очистки сточных вод - [Электронный ресурс]. URL: <http://global-aqua.ru/ochistka-stochnykh-vod/fiziko-khimicheskie-metody-ochistki-sto.html>
46. Экономическое обоснование проектных решений в агроинженерии: Методические рекомендации по выполнению экономической части выпускных квалификационных работ для студентов по направлению подготовки «Агроинженерия» очной и заочной форм обучения / сост. Н.А. Середа, Т.И. Павлушина. — Кострома: КГСХА, 2014. — 99 с.

						<i>Лист</i>
					<i>ВКР.28.604.01.16.ПЗ</i>	81
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

ПРИЛОЖЕНИЕ А

График определения критерия мощности K_N для лопастных перемешивающих устройств

1.

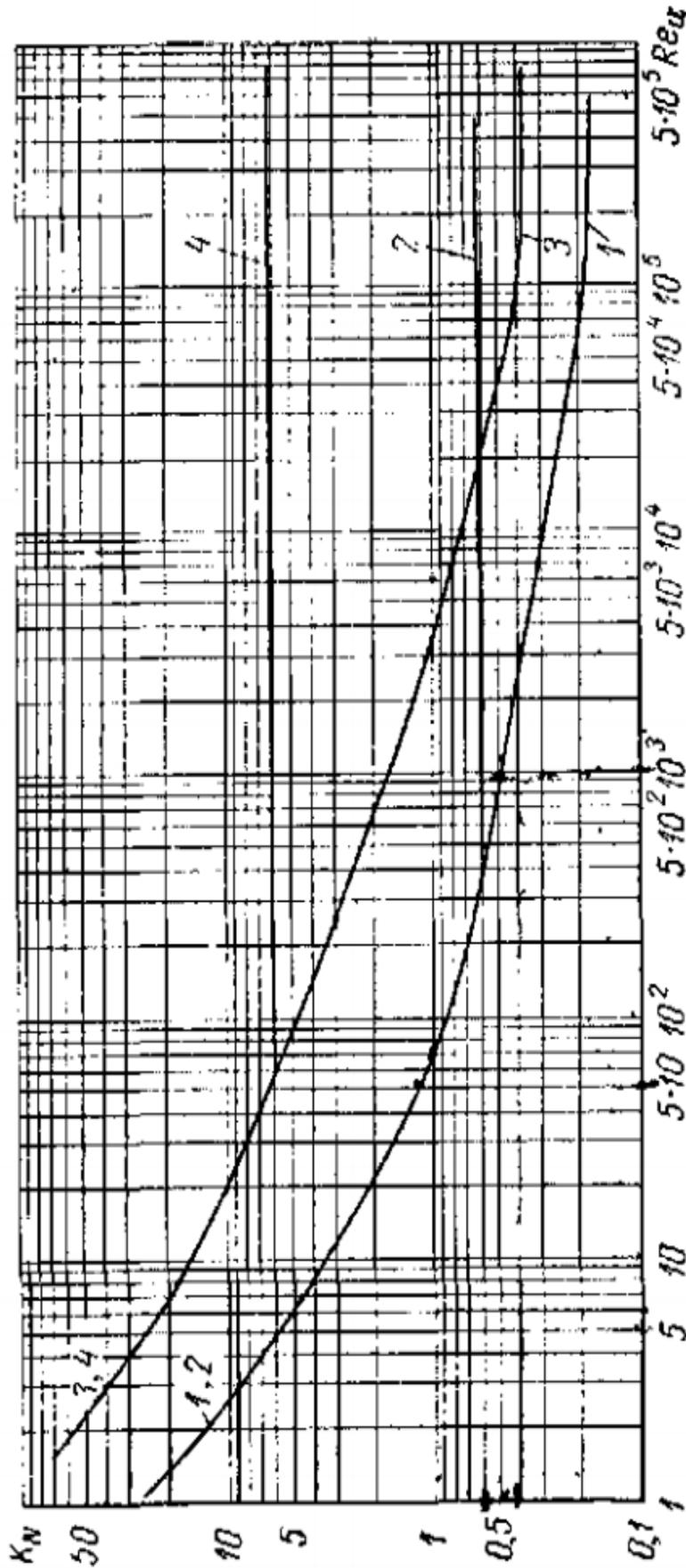


Рис. 31.1. Графики для определения критерия мощности K_N для лопастных (тип 1) и листовых (тип 2) перемешивающих устройств: 2 — то же, что в 1, но в аппаратах с перегородками; 3 — для листовых перемешивающих устройств при $D_g/d_m = 1,5$; 4 — то же, что в 1, но в аппаратах с перегородками; 4 — то же, что в 3, но в аппаратах с перегородками