

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ
ФГБОУ ВО КОСТРОМСКАЯ ГСХА

Кафедра технических систем в АПК

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА И ПТИЦЕВОДСТВА

ЧАСТЬ 1 МОЛОКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ

методические рекомендации
по выполнению курсовой и
выпускной квалификационной работы

*для студентов, обучающихся по
направлению подготовки: 35.03.06 Агроинженерия,
направленность: «Технологическое оборудование для
хранения и переработки сельскохозяйственной
продукции» очной формы обучения*

КАРАБАЕВО
Костромская ГСХА
2020

УБК 637.02
ББК40.175+36.92
Т 38

Составитель: сотрудник кафедры технических систем в АПК
к. с.-х. н., доцент *В.Н. Кузнецов*.

Рецензент: сотрудник кафедры ремонта и основ конструирования
машин, к.т.н., доцент *А.Б. Турыгин*.

Рекомендовано
методической комиссией инженерно-технологического факультета в
качестве методических рекомендаций для студентов направления
подготовки 35.03.06 Агроинженерия, направленность
«Технологическое оборудование для хранения и переработки
сельскохозяйственной продукции» очной формы обучения

Т38 **Технологические процессы и оборудование для хранения и переработки продукции животноводства и птицеводства. Часть 1. Молокоперерабатывающие предприятия** : методические рекомендации по выполнению курсовой и выпускной квалификационной работы / сост. В. Н. Кузнецов. — Караваево : Костромская ГСХА, 2020. — 98 с. : ил. ; 20 см. — 50 экз. — Текст : непосредственный.

Издание содержит методику выполнения курсовых и выпускных квалификационных работ по направленности «Технологическое оборудование для переработки продукции животноводства».

Методические рекомендации предназначены для самостоятельной работы студентов направления подготовки 35.03.06 Агроинженерия, направленность «Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции» очной формы обучения.

УБК 637.02
ББК40.175+36.92

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	2
1. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ МОЛОКА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ.....	3
1.1. Предприятия цельномолочной промышленности	3
1.2. Молочноконсервные предприятия.	3
1.3. Маслодельные предприятия	4
1.4. Сыродельные предприятия	4
1.5. Маслосырбазы	4
1.6. Заводы сухого обезжиренного молока и заменителей цельного молока .	5
2. КУРСОВАЯ РАБОТА.....	5
3. ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА.....	9
4. ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН ПРОЕКТИРУЕМОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	15
4.1. Общие положения по составлению генерального плана	15
4.2. Техничко-экономические показатели генерального плана.....	17
5. МЕТОДИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	19
5.1. Продуктовый расчет.....	19
5.2. Описание технологических процессов.....	26
5.3. Построение графика технологических процессов.....	30
6. РАСЧЕТ И ПОДБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ.	32
6.1. Оборудование для транспортировки и приемки молока.....	34
6.2. Оборудование для хранения молока	34
6.3. Оборудование для перемещения продуктов (насосы, трубопроводы).....	36
6.4. Оборудование для механической и тепловой обработки молока	38
6.5. Оборудование для производства сливочного масла.....	40
6.5.1. Расчет заквасочников и ванн для созревания сливок.....	41
6.5.2. Расчет маслообразователей для переработки высокожирных сливок в масло	42
6.5.3. Расчёт маслоизготовителей непрерывного действия	49
6.6. Оборудование для производства белковых молочных продуктов	45
6.6.1. Расчет сыродельных ванн и сыроизготовителей	45
6.6.2. Расчет и подбор оборудования для производства плавленого сыра.	46
6.6.3. Расчет и подбор оборудования для производства творога	47
6.7. Оборудование для производства мороженого	49
6.7.1. Расчет производительности фризеров и закалочных камер.....	50
6.7.2. Расчет потребности в холоде фризера и закалочных камер	51
7. РАСЧЕТ ПЛОЩАДЕЙ И КОМПОНОВКА ПОМЕЩЕНИЙ	
7.1. Расчет площадей производственных помещений	54
7.2. Основные требования к компоновке технологического оборудования	5
7.3. Размещение основного технологического оборудования	54
8. Расчет технологической карты.....	56
9. Конструкторская часть.....	59
9.1. Энергетические расчёты	59

9.2. Кинематические расчёты	60
9.3. Прочностные расчеты	63
9.4. Расчет на жесткость	62
9.5. Расчет на износоустойчивость.....	62
9.7. Теплотехнический расчёт	63
10. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИХНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА.....	65
11. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕКОНСТРУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ, ВНЕДРЕНИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИКИ ...	67
11.1. Расчет экономической эффективности реконструкции предприятий....	67
11.2. Расчет экономической эффективности конструирования и модернизации машин и оборудования	74
11.3. Расчёт экономической эффективности внедрения нового оборудования.	72
ЛИТЕРАТУРА.....	76
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	81
Приложение 1 Оформление титульного листа пояснительной записки	78
Приложение 2 Образец задания на курсовое проектирование	79
Приложение 3. Технологическая карта.....	80
Приложение 4 Теплофизические свойства молока и молочных продуктов... ..	82
Приложение 5 Коэффициенты теплопроводности сливок различной жирности и молочного жира	83
Приложение 6 Коэффициенты теплопроводности различных видов сливочного масла	83
Приложение 7 Коэффициенты температуропроводности ($\alpha \cdot 10^6$, м ² /с) для сливок различной жирности и молочного жира.....	83
Приложение 8 Удельная теплоемкость сливок различной жирности и молочного жира (Дж/(кг·К))	84
Приложение 9 Плотность сливок различной жирности и молочного жира ..	84
Приложение 10 Плотность сливочного масла при температуре 15°С в зависимости от содержания в нем воздуха.....	84
Приложение 11 Нормы укладочной массы (кг/м ²) молочных продуктов и коэффициент использования площади.....	86
Приложение 12 Коэффициент использования запаса площади	87
Приложение 13 Площадь помещений в строительных квадратах (36 м ²)	87
Приложение 14 Нормы водопотребления и водоотведения по видам произ- водств молочной промышленности на 1 т переработанного сырья	88
Приложение 15 Нормы расхода холода, пара, воды и электроэнергии на 1 т готовой продукции основного ассортимента молочных предприятий.....	89
Приложение 16 Нормы амортизационных отчислений по основным фондам промышленности (% от их стоимости)	91
Приложение 17 Расходы на текущий ремонт и содержание оборудования и зданий, % их стоимости	93
Приложение 18 Коэффициенты связи между единицами различных систем	93
Приложение 19 Зависимость производительности машин и аппаратов для переработки молока и мяса от параметров их рабочих органов	95

ВВЕДЕНИЕ

Молочная промышленность – одна из основных отраслей пищевой промышленности.

Сырьем для производства молочных продуктов является молоко – ценнейший продукт биологического происхождения. Современными усилиями науки и практики разрабатываются все более современные и экономически целесообразные способы переработки сырья, создаются технологии производства новых продуктов, а также совершенствуются и проектируются новые и машины и оборудование, обеспечивающие данные процессы.

Особое внимание при проектировании предприятий, необходимо уделять внедрению автоматизированных систем управления и контроля производственных процессов, а также проведение мероприятий по использованию безотходной технологии и комплексной переработки вторичного сырья с организацией участков по производству нежирной молочной продукции, сухого обезжиренного молока, заменителей цельного молока сухой сыворотки и других продуктов.

Все проведённые организационно-технические мероприятия должны быть направлены на обеспечение прироста продукции, повышение его качества, рост производительности труда, снижение себестоимости продукции и улучшение технико-экономических показателей работы цеха, предприятия.

1. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ МОЛОКА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

В молочной промышленности существуют предприятия по первичной обработке и переработке молока, переработке обезжиренного молока, пахты и сыворотки, производству заменителя цельного молока, маслосырбазы с холодильниками, цехи по производству мороженого.

Их различают не только по профилю, но и по объему перерабатываемого молока.

1.1. Предприятия цельномолочной промышленности

Предприятия цельномолочной промышленности как правило размещаются в городах и поэтому называются городскими молочными заводами. Радиус зоны доставки молока для таких заводов может достигать нескольких сотен километров.

Производственная мощность городского молочного завода определяется потребностью в цельномолочной продукции, которую рассчитывают по рекомендуемым нормам потребления и перспективной (на 10-15 лет) численности городского населения и режимом (количеством смен) работы завода. Для массового строительства имеются типовые проекты заводов мощностью 25, 60, 100, 150 и 200 т в смену.

В городах с населением свыше 3 млн. человек требуется завод сменной мощностью 1000 т и более. Минимальные по мощности (25 т в смену) городские молочные заводы строят, как правило, в городах с населением до 75 тыс. человек. В крупных городах при гормолзаводах строятся цехи или заводы продуктов детского питания.

На городских молочных заводах предусматривается производство масла, сгущенной сыворотки или молочного сахара (лактозы).

Города и поселки городского типа с населением до 20 тыс. чел. обеспечиваются продукцией с предприятий других отраслей молочной промышленности.

1.2. Молочноконсервные предприятия.

Различают молочноконсервные заводы по производству стерилизованного молока, сгущенного молока с сахаром, сгущенного стерилизованного молока, сухих детских молочных продуктов и сухого молока.

Основными технологическими процессами производства продукции на этих предприятиях являются сгущение и сушка.

Эти процессы требуют больших затрат энергии. Для их осуществления применяют сложное и громоздкое оборудование – выпарные и сушильные установки, в процессе работы которых расходуется в значительном количестве вода. Кроме того, молочноконсервные заводы оснащены сложными и дорогими автоматизированными жестянобаночными линиями, фасовочными и закаточными автоматами. Таким образом, молочноконсервные заводы – предприятия с высокой технической и энергетической вооруженностью, требующие значи-

тельных капиталовложений.

Эти предприятия, как правило, мощностью 100 т и более перерабатываемого молока в смену следует проектировать в местах с высокоразвитым молочным животноводством, где можно заготовить большой объем молока с единицы площади сырьевой зоны.

При консервных заводах обычно предусматриваются цехи по производству масла и цельномолочной продукции.

1.3. Маслодельные предприятия

В зависимости от того какой продукт и каким способом перерабатывается обезжиренное молоко, маслодельные предприятия классифицируют на маслоказеиновые, маслодельные с цехами по производству обезжиренного сыра, маслодельные с цехами по производству пищевого казеина, маслодельные с цехами по производству сгущенного обезжиренного молока, маслодельные с цехами по производству сухого обезжиренного молока и т.п. Обычно маслодельные заводы располагаются в зоне большого сбора молока, вдали от крупных городов, средняя мощность таких заводов составляет 40...50 т перерабатываемого молока в смену.

1.4. Сыродельные предприятия

Сыродельные заводы различат по видам вырабатываемых сыров и мощности. Они размещаются в зоне качественного сыропригодного молока, их мощность 25 т и более перерабатываемого молока в смену. Особое внимание в развитии сыроделия в городах и рабочих поселках должно быть уделено производству быстросозревающих сыров. Тип сыродельного завода обусловлен характером переработки сыворотки. Существуют заводы с цехами по сгущению и сушке сыворотки, производству молочного сахара (лактозы). На сыродельных заводах, кроме того, предусматривается производство масла и цельномолочной продукции

1.5. Маслосырбазы

В системе маслодельной и сыродельной промышленности значительное место занимают маслосырбазы, имеющие холодильники.

В период становления молочной промышленности маслосырбазы создавались для приема и хранения готовой продукции, поступающей с расположенных в определенном радиусе заводов. В дальнейшем маслосырбазы стали играть и оперативно-техническую роль, т.е. ремонтировать тару и оборудование, изготавливать некоторые запчасти и т.п. В настоящее время маслосырбазы участвуют в производственном процессе – на них осуществляется дозревание и созревание сыра. Современные маслосырбазы оборудованы холодильниками на 600, 1000, 2000, 3000 и 5000 т единовременного хранения продукции. Как правило, при маслосырбазах строят цехи по производству плавленых сыров.

1.6. Заводы сухого обезжиренного молока и заменителей цельного молока

Эти заводы строят в районах развитого молочного животноводства и крупных животноводческих комплексов.

В связи с тем, что на заводах сухого обезжиренного молока (СОМ) и заменителей цельного молока (ЗЦМ) осуществляют процессы сгущения и сушки, они требуют больших затрат энергии, воды. Как и молочноконсервные предприятия, они оснащаются сложным дорогостоящим оборудованием и являются высокой технической и энергетической вооруженности. На таких заводах предусматривается производство масла и цельномолочной продукции.

2. КУРСОВАЯ РАБОТА.

Курсовая работа является частью учебного процесса.

Цель курсовой работы - закрепление знаний, полученных студентом за время изучения теоретического материала, применение этих знаний в решении конкретной технической задачи и приобретение начальных навыков проектирования.

Выполняя курсовую работу, студент, во-первых, решает основные вопросы технологии, устанавливает взаимосвязь отдельных операций в общем технологическом процессе производства, применяет на практике принципы расчета основного технологического оборудования, разрабатывает или совершенствует конструкцию машины, рассчитывает ее основные конструктивно-технологические параметры, определяет потребность в рабочей силе, последовательно излагает принятые в проекте решения, и на основе расчетов проектирует в зависимости от темы задания цех (отделение), производство, поточную технологическую линию или отдельную машину.

Курсовая работа, должна показать способность студента к самостоятельному решению технических вопросов.

Курсовая работа является первой самостоятельной работой студента по проектированию и служит подготовкой для последующего выполнения дипломной работы.

При выполнении курсовой работы студент обязан предусмотреть обеспечение выпуска продуктов высокого качества при максимальном использовании составных частей молока на пищевые цели и минимальных расходах сырья, энергии, рабочего времени путем проектирования прогрессивной технологии, высокопроизводительного и современного оборудования, механизации, автоматизации, правильной организации труда и высокой технологической и санитарной дисциплины.

Темы курсовых работ должны отражать специфику проектируемого производства, быть строго индивидуальными, но одинаковой степени сложности.

Темой курсовой работы может быть технический проект завода относительно малой производительности с небольшим ассортиментом молочных про-

дуктов или проект одного производственного цеха (отделения) с разработкой или совершенствованием конструкции машины, кроме того, темой курсового проекта может быть только разработка или совершенствование конструкции машины (технологического оборудования), ее узлов и деталей.

Основанием для выполнения курсовых работ является задание, которое выдают студенту на кафедре, где указывают тему проекта, основные исходные данные и объем графической части.

Курсовая работа состоит из расчетно-пояснительной записки и графического материала.

Расчетно-пояснительная записка должна иметь от 35...45 листов формата А4 (210 x 297 мм) и оформлена согласно требованиям установленным ГОСТ ISO 9001-2011

Она состоит из расчетной и описательной частей с таблицами, схемами, рисунками и графиками.

Перед введением составляется ведомость курсового проекта в соответствии со стандартом предприятия.

Основные разделы расчетно-пояснительной записки и их объем.

РАЗДЕЛЫ	число страниц
<i>Введение</i>	<i>1...2</i>
<i>1. Технологическая часть</i> 1.1 Сырьё и ассортимент вырабатываемой продукции. 1.2 Технологическая линия перерабатывающего предприятия 1.3 Технологический расчет 1.3.1 Исходные данные для продуктового (сырьевого) расчёта предприятия по переработке продукции 1.3.2 Продуктовый (сырьевой) расчет. Расчёт количества основного и вспомогательного сырья 1.3.3 Разработка совмещённого графика технологического процесса и работы оборудования перерабатываемой молочной продукции 1.3.4 Расчет и подбор технологического оборудования 1.4 Расчёт площади цеха по переработке молочной продукции 1.5 Расчет технологической карты на переработку молочной продукции	<i>12...18</i>
<i>2. Конструкторская часть</i> - Кинематический расчет - Энергетический расчет - Расчет деталей на прочность - Теплотехнический расчет	<i>8...10</i>
<i>3. Охрана труда</i>	<i>5</i>
<i>4. Расчет экономической эффективности</i>	<i>3</i>
<i>Заключение</i>	<i>1</i>
<i>Список использованной литературы</i>	<i>1...2</i>
<i>Приложение</i>	<i>2...3</i>

Графическую часть работы выполняют на 3...4 листах формата А1 (594x841мм) в соответствии с ДП СМК 007-2015 «Текстовые и графические работы студентов. Правила оформления». Она может включать план завода с указанием помещений основного производства, план и разрез цеха (отделения) с размещением технологического оборудования, а также схемы технологических процессов, общий вид машины, аппарата или устройства в 2...3 проекциях, чертежи сборочных единиц и рабочие чертежи сложных деталей, конструкция которых неясна из чертежей сборочных единиц. Спецификация – неотъемлемая часть сборочного чертежа, должна выполняться в соответствии со стандартом.

Во введении

Необходимо изложить состояние и перспективы развития молочной промышленности, указать значения проектируемого оборудования цеха, участка, завода.

Автор проекта должен обосновать постановку темы, сформулировать основные задачи и значение проекта для повышения эффективности действующего оборудования и технологического процесса.

Обзор литературных источников

Раздел должен содержать обзор литературных источников и производственных данных по рассматриваемому производству.

В результате литературного обзора по теме проекта дается описание различных методов получения продукции или переработки сырья, на основе выполненного анализа – общее сравнение технико-экономических показателей.

При обзоре очень важно использовать специальные исследования (монографии), статьи в сборниках трудов

Обзор заканчивается выводами о возможности и целесообразности использования того или иного метода, той или иной конструкции машины, аппарата.

Описание проектируемого объекта начинают с указания технологического назначения линии или участка, машины, аппарата или узла. Далее объект классифицируют по технологическому, конструктивному или другому какому-либо признаку. Указывают индивидуальные особенности преимущества и недостатки, функциональные, энергетические, материаловедческие, экономические и т.д. Полное описание включает циклограмму, кинематическую, технологическую и электрические схемы с соответствующим описанием. Затем описывают работу разрабатываемого объекта с указанием и последовательности движений рабочих органов и обрабатываемого продукта согласно циклограмме. При этом в тексте указывают номера позиций или узлов и деталей с указанием номеров чертежей по спецификации проекта. Дают подробный перечень операций по обслуживанию объекта в процессе работы с детальным описанием. Одним из важнейших моментов, которые освещают в описании, являются санитарное обслуживание и техника безопасности. В заключении приводят полную техническую характеристику: производительность, габариты, установленную мощность, массу.

Технологический расчет

включает расчет производительности машины, аппарата или технологической линии на основе материального баланса. При заданной производитель-

ности определяют основные циклы и рабочие скорости исполнительных механизмов.

Конструкторская часть

Конструкторский расчет

включает определение габаритных размеров машины, а также основных размеров ее узлов и деталей.

Энергетический расчет.

Исходя из частоты вращения ротора электродвигателя и рабочего органа машины, рассчитывают общее передаточное число, которое разбивают по ступеням привода.

Расчет на прочность состоит из расчета на прочность отдельных деталей и узлов конструкции (валов, осей, сварных швов, болтовых и шпоночных соединений, муфт и т.д.) и определения их основных размеров.

Теплотехнический расчет

необходим для определения расхода воды, пара, холода для обеспечения нормальной работы машины.

Охрана труда

объединяет следующие вопросы:

анализ опасностей и вредностей, возникающих в процессе эксплуатации технологического оборудования, и обоснование выбора предлагаемых мероприятий по охране труда и технике безопасности.

Экономическая эффективность

проекта объединяет технико-экономические расчеты и выводы об экономической эффективности на основании; составления технологической карты.

В заключении

расчетно-пояснительной записки отмечают основные результаты работы, выделяют главные особенности спроектированного объекта, машины или оборудования. Особое внимание обращают на оригинальные конструктивные решения, предложенные автором.

Отмечают также, за счет каких конструкторских технологических решений достигнуто увеличение производительности или уменьшения отходов, увеличения производительности труда, снижения энергоемкости, улучшения качества выпускаемой продукции и т.д. В конце заключения отмечают ожидаемый экономический эффект, полученный в результате сравнительного анализа показатели разработанного объекта и аналога.

В конце пояснительной записки приводят список использованной литературы.

При ссылке в тексте на литературный источник указывают в квадратных скобках только порядковый номер его в перечне.

Приложениями в расчетно-пояснительной записке являются вспомогательные материалы, необходимые для ее полноты. Ими могут быть конструкторские документы (спецификации, схемы, чертежи и др.), технологическая карта т.д. Приложения помещают после списка литературы, располагая их в порядке появления ссылок в тексте.

3. ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Выпускная квалификационная работа является важнейшим завершающим этапом в обучении, студента, во время которого начинается формирование его как бакалавра в соответствии с направлением и профилем подготовки.

Цель выпускной квалификационной работы (ВКР) - систематизирование, закрепление и углубление теоретических знаний студента по избранной им профилю, а также проверка его способности применять эти знания при решении инженерных, научно-исследовательских и организационно-экономических задач, разрабатываемых в ВКР.

Темы ВКР должны отвечать современным требованиям науки и техники, включать основные вопросы, с которыми специалисты будут встречаться на производстве.

Выполнение ВКР осуществляется студентом в соответствии с выданным ему заданием, которое согласовывается с заинтересованным предприятием и выдается до отъезда на преддипломную практику.

Самостоятельный подход студента к выполнению задания является характерной чертой ВКР. Это правило студент должен хорошо усвоить уже с первых шагов разработки своего дипломного проекта.

Он обязан помнить, что основным разработчиком выпускной квалификационной работы, является он сам, а роль руководителя и консультантов сводится:

к общему наблюдению за его работой и направлению ее по правильному руслу;

исключению допускаемых студентом, ошибок;

проверке разделов проекта;

консультации по малознакомым студенту вопросам;

указаниям на необходимость проработки специальной литературы.

Работа начинается со сбора материалов необходимых для выполнения ВКР. По собранным материалам на преддипломной практике студент дает оценку состояния производства на предприятии до начала проектирования. На основе проводимых в проекте расчетов выпускник предлагает пути совершенствования технологического процесса.

ВКР в отличие от курсового, имеет больший объем работы, связанный с решением комплекса вопросов по реконструкции и модернизации машин и аппаратов. Более объемно прорабатываются разделы по совершенствованию конструкции машины, технико-экономическому обоснованию, организации труда, техника безопасности и охрана окружающей среды.

Тематика, состав и содержание выпускной квалификационной работы

ВКР выполняют с учетом современных достижений науки и техники в молочной промышленности. В проекте должны быть раскрыты вопросы технического перевооружения предприятий с максимальным использованием возможностей действующего оборудования.

Целесообразен более ранний срок выбора студентом темы ВКР или области отрасли, которой он будет выполняться. Лучше всего определять тему на 3 курсе, а для проектов, имеющих научно-исследовательский характер – уже на 2 курсе. Это позволит студенту заблаговременно начать подборку материалов и специальной литературы, ознакомиться с проблемами предприятия, а также выбрать тему проекта в соответствии со своими наклонностями.

Темы ВКР рассматриваются на кафедре и утверждаются распоряжением деканата.

Основные направления разработок в ВКР должны охватывать широкий круг вопросов, к ним можно отнести следующие:

- проекты предприятий или цехов различной мощности с разработкой или модернизацией отдельных машин и аппаратов;

- проекты реконструкции действующих предприятий, цехов или участков на основе рационального использования материальных и энергетических ресурсов, внедрения современных высокопроизводительных машин и технологических линий, совершенной организации труда с разработкой или модернизацией отдельных машин и аппаратов;

- проекты механизации погрузочно-разгрузочных работ с разработкой конструкций машин и оборудования, обеспечивающих комплексную механизацию

- проекты механизации осуществления процессов консервирования и хранения сельскохозяйственной продукции

- экспериментальное исследование одного из технологических процессов переработки сельскохозяйственной продукции с последующей проектной разработкой;

Каждое направление позволяет сформулировать большое количество разнообразных тем дипломных проектов, которые могут внедряться на предприятиях.

Для комплексного решения задач производства рекомендуется разрабатывать тему для нескольких студентов, где каждый выполняет отдельную часть проекта. Такие проекты, как правило, рецензируют и защищают на предприятии заказчика с участием инженерно-технического персонала. Оценка заказчика при этом является определяющей при подведении итогов защиты проектов.

ВКР, состоит из расчетно-пояснительной записки 50...60 страниц рукописного текста и графической части (чертежи, схемы, графики, таблицы) не менее 6 листов формата А1 (594x841 мм). Обе части ВКР дополняют друг друга, обеспечивают наглядное представление о проделанной работе.

Расчетно-пояснительная записка включает титульный лист, выданное кафедрой задание на ВКР, краткую аннотацию (1 стр.), содержание и следующие разделы:

Введение

Экономическая характеристика перерабатывающего предприятия

Технологическая часть

Конструкторская разработка

Безопасность жизнедеятельности и экологичность

Экономическая эффективность проекта

Заключение

Список использованной литературы.

Приложения

Конкретный перечень подлежащих разработке дополнительных разделов определяется руководителем и вносится вместе с обязательными разделами в задание на ВКР:

Экономическая характеристика предприятия (1 лист)

Технологическая схема производственного процесса (1 лист)

План и разрез цеха (1 лист)

Технологическая карта на переработку продукции (1 лист)

Общий вид машины или оборудования (1 лист)

Сборочные единицы и рабочие чертежи деталей (1 лист)

Экономическая эффективность проекта (1 лист)

Степень разработки и содержание отдельных разделов согласовывается с руководителем проекта. В случае выполнения экспериментальных исследований некоторые разделы могут быть сокращены.

Начинать ВКР следует с анализа экономических показателей предприятия, обоснования и расчетов (технологического, конструктивного, энергетического, кинематического и расчета на прочность), выбора средств автоматизации, разработки требований по технике безопасности, охране окружающей среды и расчетов по выявлению экономической эффективности принятых технических решений.

Только после этого можно приступать к графической части проекта. Графическая часть начинается с анализа экономической характеристики предприятия. Затем разрабатывается технологическая схема производства, где на основе технологического расчета следует усовершенствовать технологический процесс, в котором участвует проектируемое оборудование. Затем разрабатываются комплексные чертежи цеха или установки, общие виды и узлы проектируемых машин и аппаратов, рабочие чертежи деталей.

После выполнения графических материалов проекта окончательно оформляется расчетно-пояснительная записка.

Аннотация должна кратко отражать основное содержание проекта, особенности предложенных конструктивно-технологических решений. В начале излагаются сведения об объеме работы, количестве иллюстраций, таблиц, чертежей, использованных литературных источниках. Объем аннотации не более одной страницы.

Во введении кратко излагают задачи, стоящие перед перерабатывающей отраслью. Рекомендуются привести характерные цифры о состоянии и перспективах развития, обосновывается цель и задачи дипломного проекта, актуальность его разработки.

Экономическая характеристика предприятия

В этой главе приводят общие сведения о предприятии, анализируют его

производственно-экономическую деятельность за последние **3 года**, дают оценку материально-технического состояния и оценку экономических условий, оказывающих влияние на результаты хозяйственной деятельности.

В результате анализа следует ответить на вопрос, каким образом и за счет каких факторов можно повысить эффективность производства. Возможны следующие варианты:

- снижение затрат на производство за счет внедрения ресурсосберегающих технологий;
- снижение трудоемкости производства продукции;
- увеличение объема производства за счет расширения сырьевой базы и производственной мощности;
- расширение ассортимента выпускаемой продукции;
- повышение качества продукции.

Перед таблицами, схемами, рисунками обязательно приводится значение рассматриваемых в них показателей; после них выполняется анализ динамики показателей в абсолютном или относительном выражении с указанием причин произошедших изменений.

При выполнении главы в качестве примеров для разработки таблиц можно использовать рабочие тетради по дисциплинам «Экономика сельского хозяйства и перерабатывающих предприятий», «Организация и управление производством».

Источниками информации служат: бухгалтерские балансы, отчеты о прибылях и убытках, годовые производственные отчеты предприятия и его подразделений (цехов, участков), данные первичного бухгалтерского учета.

Для вновь разрабатываемого предприятия проектируют генеральный план предприятия.

Проектирование генерального плана предприятия – одна из важнейших частей проекта, содержащая комплексное решение вопросов планировки и благоустройства территории, размещения зданий и сооружений, транспортных коммуникаций, инженерных частей, организации систем хозяйственного и бытового обслуживания.

Технологические расчеты цехов выполняют на основании задания на проектирование, которое может быть составлено как по количеству перерабатываемого сырья, так и по объему выпускаемой продукции.

Целью технологических расчетов является получение исходных данных для выполнения технического процесса.

Технологические расчеты включают:

- расчеты сырья (продуктовый расчет), готовой продукции, вспомогательных материалов и тары;
- расчеты технологического оборудования;
- расчет и расстановку рабочей силы;
- расчет и выбор площадей производственных и вспомогательных помещений;
- расчет расхода воды, пара, электроэнергии, холода, воздуха, газа на технологические цели.

Порядок расчета может быть несколько изменен в связи со спецификой

некоторых цехов.

Конструкторская разработка дипломного проекта включает проектирование или модернизацию машины или сборочной единицы (узла), входящих в заданную технологическую линию.

Вначале анализируют или оценивают существующие решения и конструкции, отмечают их недостатки, а затем предлагают возможные варианты решения поставленной задачи. Оценку и анализ проводят на основе изучения информации по данному вопросу из учебной литературы, каталогов, материалов преддипломной практики и других источников. Учитываются замечания и предложения рабочих и технического персонала, эксплуатирующих данное оборудование, при этом главное внимание уделяется удобству обслуживания машины, ее производительности, качеству и точности выполнения операций, механизации, автоматизации производства. Определяют роль и место машины в производственном цикле, унификации и стандартизации ее узлов и деталей, обеспечения техники безопасности. Основой выбора оптимального варианта конструкции является ее экономическая эффективность.

В данном разделе необходимо описать устройство и принцип действия технической системы. Описание включает назначение конструкции с перечнем основных частей; устройство узлов и деталей, принцип их действия; порядок, работы и взаимодействия всех элементов и узлов в процессе производства продукта. Более подробно описываются элементы и узлы конструкции, в которые внесены изменения.

Техническую характеристику оформляют в виде таблицы с указанием технических, данных машины до и после внесения изменений в конструкцию. Кроме того, следует выполнить технологический, конструктивный, кинематический, теплотехнический расчеты выбранной машины и оборудования. Выполнить расчеты на прочность отдельных деталей и узлов конструкции.

В разделе "Охрана труда" отражаются мероприятия, обеспечивающие соблюдение правил по охране труда.

Охрана окружающей среды включает меры, обеспечивающие экологически чистое производство молочных продуктов; исключить работу с вредными веществами; предусмотреть замену процессов и технологических операций, вызывающих вредное воздействие; обеспечить защиту и блокировку работы машин и оборудования от вредных выбросов в атмосферу, герметичность трубопроводов; сократить число операций, требующих большого количества воды, а следовательно, и значительного объема сточных вод.

Экономическая эффективность проекта объединяет технико-экономические расчеты и выводы об экономической эффективности разрабатываемого проекта.

Остальные разделы дипломного проекта одинаковы с разделами курсового проекта и описаны в разделе 2.

4. ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН ПРОЕКТИРУЕМОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

4.1. Общие положения по составлению генерального плана

Генеральный план - важная составная часть проекта. Основой технических решений по генеральному плану промышленного предприятия является технология основного производства, состав основных и вспомогательных цехов.

Расположение различных зданий и сооружений на площадке предприятий в большей мере определяется архитектурно-строительными требованиями и геолого-топографическими условиями площадки.

Предприятия, размещенные в промышленных районах, независимо от ведомственной принадлежности, необходимо соединить в промышленные узлы с общими вспомогательными производствами, инженерными сооружениями и сетями, а при соответствующих условиях и с кооперацией основного производства (СНиП 11-89-90).

Генеральный план находится на предприятии. На нем фиксируется фактическое положение всех построенных зданий, сооружений и коммуникаций с отметкой фактических отступлений.

Площадь предприятия по ее функциональному использованию, как правило, разделена на предзаводскую, производственную, подсобную и складскую зоны.

Делая планировку всей территории предприятия, целесообразно разрабатывать несколько вариантов, анализируя для каждого из них компактность и архитектурный облик застройки, протяженность железнодорожных и автомобильных путей, длину инженерных сетей, относительную площадь озеленения, показатели планировки и др.

В проекте генерального плана решают следующие задачи:

- устанавливают производственно-техническую взаимосвязь цехов, сооружений для наилучшей организации процесса и регионального распределения территории между функциональными группами;
 - разрабатывают проблемы обеспечения удобных, безопасных и здоровых условий для работающих, защиты окружающей среды;
 - определяют архитектурно-планировочную и объемно-пространственную структуры застройки;
 - составляют конструктивно-строительную характеристику проектируемых предприятий, зданий и сооружений;
- устанавливают целесообразность применения того или иного вида транспорта, а также к необходимости и направленности инженерных коммуникаций (энергообеспечение, пар, вода и др.);
- формируют технико-экономическую эффективность всего проектного решения.

Технико-экономические показатели генеральных планов включают обычно следующие данные:

- площадь территории (в га);
- площадь застройки (в га);
- плотность застройки (в ‰), площадь;
- занятая озеленением (в га);

Для предприятий молочной промышленности плотность застройки 40...50%. Наиболее рациональной является площадка в виде прямоугольника с соотношением сторон 1:2 (при входе с длинной стороны). Прямоугольная площадка с таким соотношением сторон при устройстве главного входа и главной магистрали примерно посередине длинной стороны имеет наименьшую длину пути движения рабочих по цехам.

Проектирование генеральных планов следует начинать с объединения отдельных цехов, сооружений и устройств в группы в соответствии, с определенными признаками и последующим распределением территории между этими группами зонирования.

Помещения санитарно-бытового обслуживания размещают таким образом, чтобы они по возможности были приближены к основному потоку рабочих от проходных пунктов к основным цехам, находиться на пути движения к рабочим местам.

Расстояние от рабочего места на открытом воздухе или в неотапливаемом помещении до помещения санитарно-бытового обслуживания не должно превышать 600 м. Обще заводские здравпункты размещают вблизи наиболее многочисленных или опасных в отношении травматизма цехов. Расстояние от рабочих мест до здравпункта не должно превышать 1000 м. Расстояние от рабочих мест до пункта питания необходимо принимать не более 200 м, а в отдельных случаях - 100 и 200 м.

Группировка объектов в соответствии с принципом зонирования преследует не только цель достижения технологической и экономической целесообразности, но и одновременно, цель эстетической гармонии застройки.

Сплошную вертикальную планировку допускается применять при плотности застройки более 20 ‰, а также при большой напыщенности площадок предприятий дорогами и инженерными сетями; в остальных случаях следует применять уборочную планировку с выполнением планировочных работ только на участках, где расположены здания и сооружения.

Здания на генеральном плане должны располагать с ориентацией по странам света и относительно розы ветров с тем, чтобы ветер не заносил вредностей на производство и наоборот. Роза ветров показывает степень средней повторяемости ветра в определенном направлении за рассматриваемый период времени.

Метод построения розы ветров следующий: на ближайшей к заводу метеорологической станции берут данные о господствующих ветрах за возможно больший промежуток времени и на основании этих данных составляют таблицу

по следующей форме (табл. 4.1).

Число дней каждой колонки складывают и находят общее за рассматриваемый период количество дней, в котором дул ветер данного направления.

Затем итоговое число каждой колонки выражают в процентах от всего числа ветровых дней. По полученным данным в масштабе строят розу ветров по соответствующим румбам от центра. Большему значению вектора на розе ветров соответствует господствующее направление ветра.

Таблица 4.1– Господствующие ветра в данной местности

Год	Число дней в течение которых преобладали ветры румбов							
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Итого								

Благоустройство промышленных предприятий является одним из основных мероприятий, способствующих улучшения санитарных условий труда. Озеленение должно составлять не менее 15% земельного участка предприятий. При плотности застройки более 50% оно должно быть не менее 10%.

Кроме зеленых насаждений, на микроклимат заводской территории благотворно влияют открытые водоемы и фонтаны, которые часто используют для производственных и противопожарных целей (например, брызгательные бассейны).

При проектировании генеральных планов большую роль играет правильно организованные въезды, проезды, магистрали и разрывы между зданиями.

Нормативные размеры въездов, проездов и магистралей принимают согласно СНиП 11-89-80.

Разрывы по санитарным требованиям между зданиями, освещаемыми через оконные проемы, должны быть не менее наибольшей высоты противостоящих зданий. Расстояния по противопожарным требованиям между зданиями и сооружениями при степени их огнестойкости и категории производства принимают согласно СНиП 11-90-81.

4.2. Техничко-экономические показатели генерального плана.

Основными технико-экономическими показателями генерального плана являются коэффициенты: застройки, озеленения и использования территории.

Коэффициент застройки $K_{з.п.}$ - это отношение застроенной зданиями и сооружениями площади (F_3) к площади всей территории предприятия (F_0)

$$K_{з.п.} = \frac{F_3}{F_0} \quad (4.1)$$

К застроенной площади, кроме площади, занятой под здания и сооружения, относятся подземные склады, подземные и наземные резервуары, откры-

тые площадки для хранения топлива, резервная площадь для последующей реконструкции производственного корпуса.

Коэффициент застройки для молочных предприятий колеблется в пределах 0,25...0,45 в зависимости от типа, мощности и места строительства.

Коэффициент использования территории $K_{и.т.}$ – отношение площади зданий и сооружений, дорог, тротуаров (без площади озеленения) подземных и наружных коммуникаций (F_C) к площади всей территории (F_0):

$$K_{и.т.} = \frac{F_C}{F_0} \quad (4.2)$$

Оптимальная величина 0,6...0,75.

Коэффициент озеленения $K_{оз}$ - отношение площади зеленых насаждений (F_H) к площади всей территории (F_0).

$$K_{оз.} = \frac{F_H}{F_0} \quad (4.3)$$

Оптимальная величина 0,3...0,4.

Озеленение территории предприятия не только улучшает санитарно-гигиенические условия производства, но и показывает определенную эстетическую характеристику предприятия.

При проектировании генеральных планов учитывают возможное увеличение мощности предприятия. Это влечет за собой расширение территории по сравнению с указанной в задании на проектирование.

В целях повышения экологичности генеральных планов необходимо увеличивать плотность застройки, внимательно подходить к выбору ширины разрывов, дорог, площадок, площади озеленения, размещению дорог.

В зависимости от типа предприятия генеральный план вычерчивают в масштабе 1:500, в некоторых случаях 1:1000, 1:2000.

В начале составляют эскизную зарисовку генерального плана со всеми зданиями и сооружениями, анализируя рациональное размещение зданий, разрывов между ними и учитывая ориентировочный коэффициент застройки.

5. МЕТОДИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

В этой части проекта производят выбор и обоснование схем и способов производства принятого ассортимента продукции; выполняют продуктовые расчеты и составляют сводную таблицу продуктового расчета; проводят подбор и расчет технологического оборудования; определяют потребность в транспортных средствах; производят расчет и расстановку рабочей силы; расчет площадей и компоновка основных и вспомогательных помещений. Здесь же производят расчет расхода воды, пара, электроэнергии и газа, холода на технологические цели.

5.1. Продуктовый расчет

При проектировании цеха или поточно- технологической линии переработки молока исходными данными для продуктового расчета являются:

- показатели состава молока, сливок, вторичного сырья;
- показатели состава выпускаемой продукции;
- нормируемые потери.

Существует несколько способов продуктового расчёта. Одним из распространённых возможно считать способ на основе баланса молока (сырьё) и вырабатываемого из него продукта или на материальном балансе составляющих молока и молочных продуктов.

Первое уравнение:

$$M_c = M_o + M_{пр} + П, \quad (5.1)$$

где M_c ; M_o ; $M_{пр}$ - масса, соответственно сырья, готового основного и побочного продуктов, кг;

$П$ - производственные потери, кг; $П$ выражается в % от количества перерабатываемого сырья и в формулу может вводиться коэффициентом, учитывающим этот фактор.

Второе уравнение:

$$M_c r_c = M_o r_o + M_{пр} r_{пр} + П r_{п}, \quad (5.2)$$

где r_c ; r_o ; $r_{пр}$ - массовая доля составных частей молока, соответственно в сырье, готовом основном и побочном продуктах, %;

$r_{п}$ - потери составных частей молока, %.

Такой баланс можно составить по жиру, сухому остатку молока, сухому обезжиренному молочному остатку и т.д.

Совместным решением этих двух уравнений можно определить массу

сырья по готовому продукту, состав сырья, основного и побочного продуктов или установить массу готового продукта по массе сырья.

Наиболее простым и широко используемым при расчётах является способ перерасчёта продукции на молоко определённой жирности с помощью усреднённых отраслевых коэффициентов.

Так, пересчёт молочной продукции на молоко жирностью 3,2 % можно выполнить с помощью следующих коэффициентов:

Молоко пастеризованное жирностью (Ж) 2,5 %	0,8;
Молочные продукты Ж 3,2 % - молоко пастеризованное, кефир, ацедофелин, простокваша	1,0;
Молоко стерилизованное Ж 3,5 %	1,1;
Молоко пастеризованное и кисломолочные продукты Ж4%	1,3;
Молочные продукты Ж 6 % -молоко топлёное и пастеризованное, диетические продукты	2,0;
Кефир обезжиренный	0,7;
Йогурт Ж 1,5 %	1,0;
Сливки и сметана Ж 10 %	2,85;
Сметана Ж 15 %	4,8;
Сливки и сметана Ж 20 %	5,7;
Сметана Ж 30 %	8,5;
Сливки Ж 35 %	10,0;
Сметана Ж 40 %	11,2;
Творог столовый Ж 2 %	0,8;
Творог крестьянский Ж 5 %	3,2 ;
Творог ж 9 %	3,4 ;
Сыр домашний	5,0;
Сыр	9,3;
Сыр голландский	11,7;
Сухое молоко	7,6;
Молочные консервы	2,94;
Брынза	7,7;
Масло сливочное	23,4;
Мороженое	1,9.

На основе этих методик выполнен пример продуктового расчёта по переработке 6 т молока при балансе по жиру сырья, выработанных и оставшихся продуктах.

Данные расчётов сведены в табл.5.1.

Таблица 5.1 - Сводные данные продуктового расчёта

Движение продуктов	Количество сырья			Количество продукции			Потери сырья		Всего жира, кг
	кг	жир, %	жир, кг	кг	жир %	жир, кг	жир, %	жир, кг	
Поступило молока с фермы	6000	3,6	216				0,04	0,086	(А)
Итого	6000	3,6	216				0,04	0,086	215,91
Выработано: -молоко питьевое	4000	3,6	144	3904,8	3,2	124,95	0,011	0,016	(Б)
-сметана	2000	3,6	72	357,8	20	71,57	0,02	0,014	
Итого						196,52		0,030	196,49
Осталось: -сливки	95,2	20	19,04						(В)
-обрат	1640	0,025	0,41						
Итого			19,45						19,45

При выработке питьевого молока жирностью 3,2 % необходимо провести нормализацию на сепараторе- нормализаторе. Количество сливок, полученных при нормализации молока $K_{сл}$ в кг определим по формуле:

$$K_{сл} = \frac{K_M(J_M - J_{нм})(100 - П)}{(J_{сл} - J_{нм})100}, \quad (5.3)$$

где K_M - количество исходного молока, кг;

J_M - жирность исходного молока, % ;

$J_{нм}$ - жирность нормализованного молока, %;

$J_{сл}$ - жирность сливок, %;

$П$ - потери сырья, %.

Количество нормализованного молока $K_{нм}$ в кг равно:

$$K_{нм} = K_M - K_{сл} \quad (5.4)$$

При выработке сметаны количество сливок, получаемых при сепарировании молока $K_{сл}$ в кг определяется по формуле:

$$K_{сл} = \frac{K_M(J_M - J_0)(100 - П)}{(J_{сл} - J_0)100}, \quad (5.5)$$

где J_0 - содержание молочного жира в обрате, %;

В основу продуктовых расчетов кладут плановые нормы расхода сырья на выработку единицы готовой продукции.

Расход сырья - это масса сырья в килограммах, затраченного на выработку 1 т готового продукта.

Массу сырья, затраченного на получение 1 т готового продукта, рассчитывают по формуле:

$$P_c = \frac{1000 \cdot (r_z - r_{II})}{r_c - r_{II}} \cdot \frac{100}{100 - n}, \quad (5.6)$$

где r_c - массовая доля составных частей молока в сырье, %;
 r_z - массовая доля составных частей молока в готовом продукте, %;
 r_{II} - массовая доля составных частей в побочном продукте, %;
 n - предельно допустимые потери, %.

По фактическим данным можно установить фактический расход сырья:

$$P_\phi = \frac{m_c}{m_z}, \quad (5.7)$$

где m_c - масса фактически затраченного сырья, кг;
 m_z - масса фактически полученного продукта, кг.

В молочной промышленности при расчете норм расхода для отдельных продуктов приняты следующие расчетные формулы:

норма расхода нормализованного молока (P_{HM}) на 1 кг пастеризованного молока:

$$P_{HM} = \frac{1000}{1 - 0,01 \cdot n}, \quad (5.8)$$

где n - предельно допустимые потери сырья при производстве пастеризованного молока, % массы переработанного сырья;

норма расхода молока на 1 т сливок:

$$P_M = \frac{1000 \cdot (Ж_{сл} - Ж_{об})}{Ж_M \cdot (1 - 0,01 \cdot n_{ж}) - Ж_{об}}, \quad (5.9)$$

где $Ж_{сл}$, $Ж_{об}$, $Ж_M$ - нормативная массовая доля жира в сливках, обезжиренном и цельном молоке, %;
 $n_{ж}$ - предельно допустимые потери жира при выработке сливок, % массы жира в переработанном молоке;

норма расхода нормализованного молока на 1 т жирного творога;

$$P_{HM} = \frac{1000 \cdot Ж_{ТВ}}{Ж_{HM} \cdot I_{ж}}, \quad (5.10)$$

где $Ж_{ТВ}$, $Ж_{HM}$ - массовая доля жира в твороге и нормализованном молоке, %;
 $I_{ж}$ - степень использования жира, %

норма расхода обезжиренного молока на 1 т нежирного творога:

$$P_{OB} = \frac{237,4 \cdot 100}{B_{OB}} \cdot K, \quad (5.11)$$

где 237,4 - количество белка, необходимое для выработки 1 т нежирного творога с массовой долей влаги 77,5 %, кг;
K – коэффициент, учитывающий потери обезжиренного молока на приемку, пастеризацию, охлаждение, хранение и розлив; при годовом объеме переработки молока от 10000 до 26000 т – *K* = 1,0028; от 25000 до 5000 т *K*=1,0021; от 50000 и выше *K*=1,0017;
B_{OB} – фактическая массовая доля белка в обезжиренном молоке, %;

норма расхода молока на 1 т сливочного масла:

$$P_M = \frac{1000 \cdot (J_{СЛ} - J_{OB}) \cdot (J_{МС} - J_{ПХ})}{[J_H \cdot (1 - 0,01 \cdot n_{Ж1}) - J_{OB}] \cdot [J_{СЛ} \cdot (1 - 0,01 \cdot n_{Ж2}) - J_{ПХ}]}, \quad (5.12)$$

где *J_{МС}*, *J_{ПХ}*, *J_М* – нормативная массовая доля жира в масле, пахте и молоке, %;
n_{Ж1} – предельно допустимые потери жира при выработке сливок, % массы переработанном на масло молоке;
n_{Ж2} – предельно допустимые потери жира при переработке сливок в масло, % массы жира в сливках;

норма расхода нормализованного молока на 1 т зрелого сыра:

$$P_{HM} = \frac{1000 \cdot J_{СВ} \cdot (100 - B_C) \cdot k \cdot 0,01 \cdot (1 + O_T)}{J_{HM} \cdot [1 - 0,01 \cdot (n_{Ж} + O_{Ж})]}, \quad (5.13)$$

где *J_В* – нормативная массовая доля жира в сухом веществе зрелого сыра, %;
B_С – нормативная массовая доля влаги в сыре, %
k – поправочный коэффициент на результат анализа пробы сыра, взятой шупом (для твердых корковых сыров 1,036, для бескоркового сыра 1,025, для мягких сыров, - 1,0);
O_Т – норма отхода сырной массы, % массы выработанного сыра;
O_Ж – норма отхода жира в сыворотку, %;

норма расхода обезжиренного молока и пахты на 1 т нежирного сыра и брынзы:

$$P = \frac{100 - B}{C \cdot I_C} \cdot 1000, \quad (5.14)$$

где *B* – массовая доля влаги в зрелом сыре, %;
C – массовая доля сухих веществ в обезжиренном молоке или пахте, %;
I_С – степень использования сухих веществ сыря, ед.;

норма расхода нормализованного молока на 1т сухого цельного молока:

$$P_{HM} = \frac{1000 \cdot C_{СУХ.М}}{C_{HM} \cdot (1 - 0,01 \cdot n_{CB})}, \quad (5.15)$$

где $C_{СУХ.М}$ – массовая доля сухих веществ в готовом продукте, %;
 C_{HM} – массовая доля сухих веществ в нормализованном молоке,
 n_{CB} – предельно допускаемые потери сухих веществ, % массы сухих веществ в переработанном нормализованном молоке.

Выход продукта.

Выход (B) показывает количество выработанного продукта в процентах от количества переработанного сырья:

$$B = \frac{1000 \cdot (r_C - r_{II})}{r_C - r_{II}} \cdot \frac{100 - n}{100}, \quad (5.16)$$

Для оценки товарных свойств перерабатываемого молока целесообразно рассчитывать выход без учета производственных потерь, так как они зависят от объема перерабатываемого сырья.

Выход молочных продуктов зависит от содержания в исходном сырье жира, белка, лактозы и других составных частей молока и степени их перехода в готовый продукт.

Например, определить при сепарировании молока выход сливок и норму расхода молока, если массовая доля жира в молоке 4%, в сливках - 35%, в обезжиренное молоко - 0,05%. Производственные потери составляют 0,15%.

Выход сливок определяем по формуле (5.11):

$$B = \frac{1000 \cdot (4 - 0,05)}{35 - 0,05} \cdot \frac{100 - 0,15}{100} = 11,28\%. \quad (5.17)$$

Норму расхода цельного молока на 1т сливок по формуле (5.4)

$$P_M = \frac{1000 \cdot (35 - 0,05)}{4 \cdot (1 - 0,01 \cdot 0,15) - 0,05} = 8985_{\text{кг}} \quad (5.18)$$

С помощью продуктового расчета по заданному количеству сырья рассчитывают количество полуфабрикатов, полученных на разных стадиях обработки, и отходов производства или, наоборот, по количеству планируемой готовой продукции - потребность в сырье, количество полуфабрикатов и отходов на разных стадиях производственного процесс.

Продуктовый расчет ведется двумя путями: по плановым выходам и с помощью формул материального баланса.

Обоснование и выбор технологических процессов мини - цеха

При производстве молочных продуктов большинство технологических процессов допускают определённую вариантность. Она заключается в получении одного и того же результата различными приёмами: использованием различных технологических приёмов на одном и том же оборудовании, использования различного оборудования при одной и той же технологии и др.

Подобные блок-схемы или технологические схемы обладают большей информативностью, если наряду с наименованием операции указываются технологические режимы: температура принимаемого сырья, температура подогрева молока перед очисткой, режимы пастеризации (температура пастеризации и время выдерживания), температуру заквашивания и сквашивания, продолжительность процесса и т.д.

Завершается описание технологического процесса подразделом, в котором производится выбор технологического оборудования с указанием обоснованности и с учётом возможности обязательного обеспечения требуемых технологических режимов.

5.2. Описание технологических процессов.

После составления продуктового расчета и его сводной таблицы приступают к описанию технологических процессов.

1. Технологический процесс описывают по операциям четко и кратко. Подробно можно описать ту операцию производства, в основе которой лежит физико-химический или биологический процесс.

По усмотрению руководителя проекта, кроме описания технологического процесса молочного продукта, может быть составлена частная рабочая диаграмма. Иногда описание технологического процесса заменяют составлением указанной диаграммы. Диаграммы составляют строго по операциям технологического процесса; указывают режимы обработки сырья, полуфабрикатов и готового продукта, количество добавок и пр.

Описание технологического процесса обязательно сопровождается схемой технологического процесса в аппаратурном оформлении. Схема должна наглядно демонстрировать взаимосвязь технологического оборудования, движения сырья, попутных материалов и готового продукта от момента приёмки и до выпуска. Схема показывает также участки применения механизированных операций в технологическом процессе и правильность расположения оборудования. Схемы выполняются в линейной проекции и без масштаба, соотношение габаритных размеров в изображениях должны, в пределах возможного, учитываться.

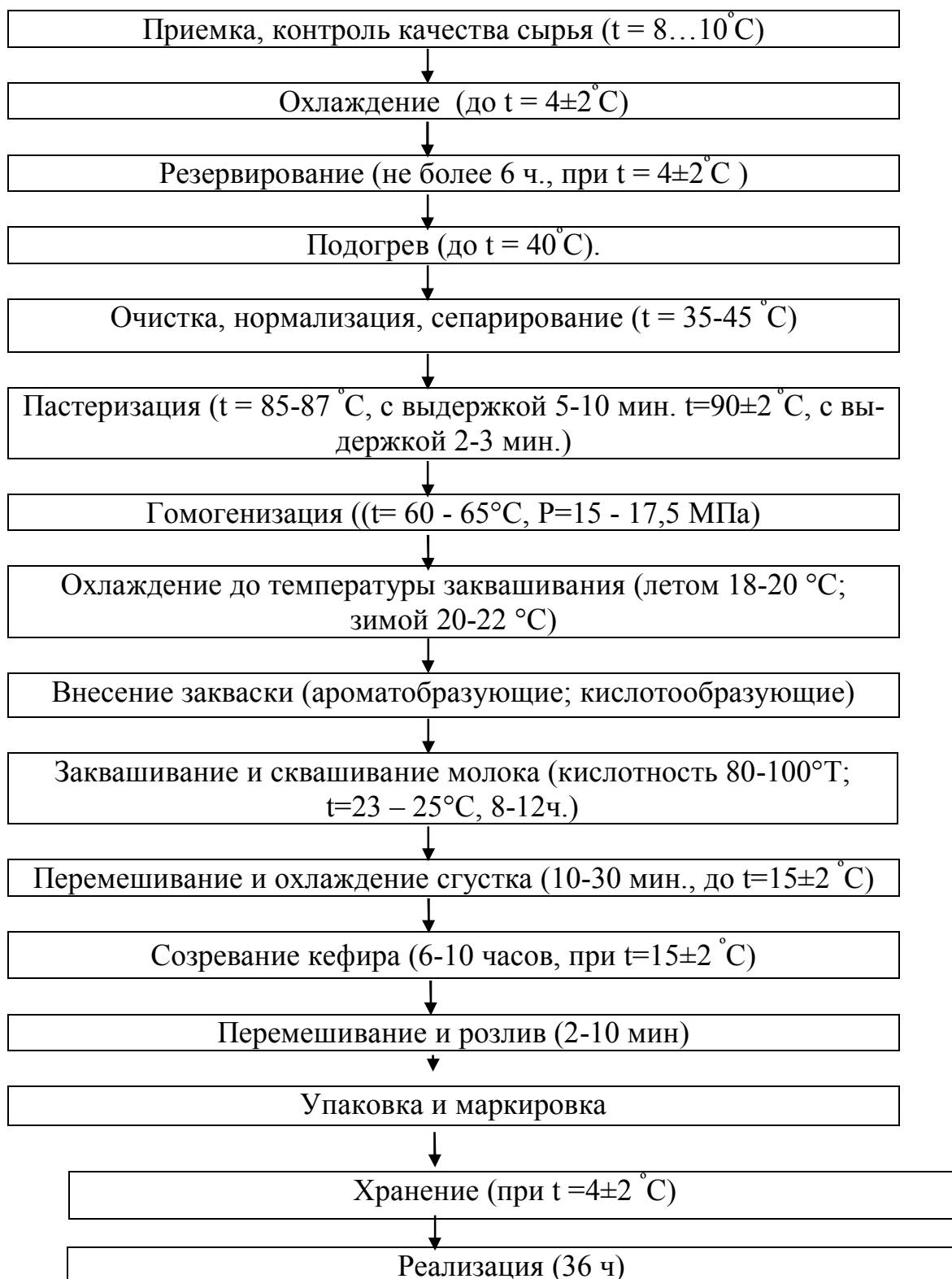


Рисунок 5.2 Технологическая схема производства кефира.

Разработка мероприятий по организации контроля качества сырья и готовой продукции при переработке молока на разных этапах должны осуществляться с учётом требований, регламентируемых ГОСТом 13624- 88 и в большинстве своём касаются теххимического и микробиологического контроля сырья в процессе его переработки, а также готовой продукции. Операции контроля кратко описывают в пояснительной записке и показывают в виде условных обозначений на аппаратурных технологических схемах (рисунок 5.3)

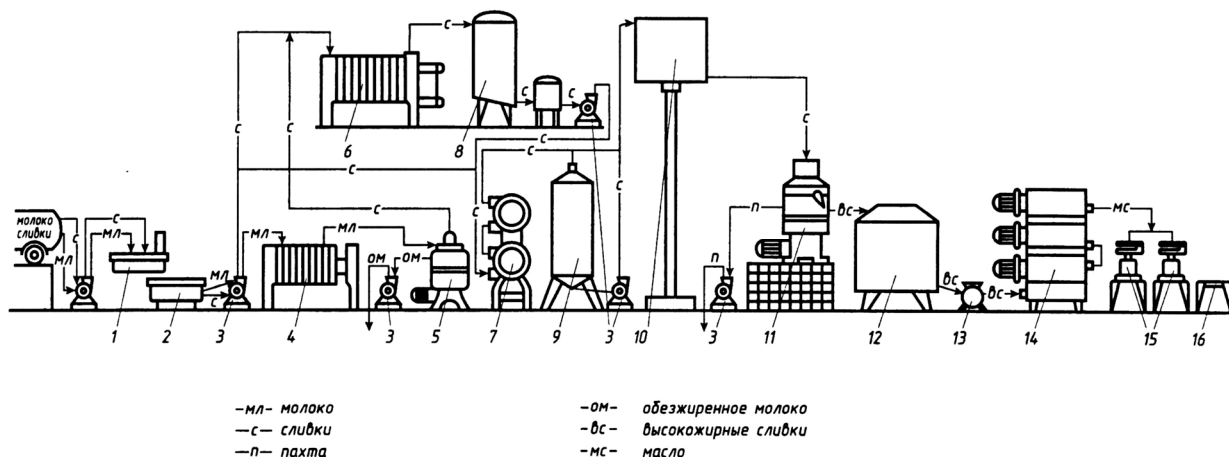


Рисунок 5.3 Схема технологического процесса производства сливочного масла методом преобразования высокожирных сливок:

1 — весы; 2 — приемный резервуар; 3 — насос; 4 — пластинчатый теплообменник; 5 — сепаратор-сливкоотделитель; 6 — охладитель; 7 — трубчатый пастеризатор; 8 — резервуар для сливок; 9 — лезодорационная установка; 10 — напорный бак; 11 — сепаратор для высокожирных сливок; 12 — резервуар для высокожирных сливок; 13 — ротационный насос; 14 — маслообразователь; 15 — стол и весы; 16 — рольганг.

Схему технологических процессов в линейной проекции выполняют без масштаба, но в определенном соотношении габаритных размеров мелкого и крупного технологического оборудования.

В этом же разделе обязательно составляют графическую схему технологического процесса в линейной или аксонометрической проекции. Она наглядно демонстрирует взаимосвязь технологического оборудования, движение сырья, полуфабрикатов и готовой продукции от момента приемки до выпуска готового продукта. Кроме того, схема показывает участки применения механизации и автоматизации операций технологического процесса и правильность расположения машин и аппаратов в линии.

Получение одного и того же вида продукции возможно различными способами (вариантами), поэтому необходим выбор оптимального варианта технологического процесса, который заключается в следующем: применение различных технологических приемов обработки на одном и том же оборудовании, использование разного оборудования при одной и той же технологии, применение различных приемов технологии на различном оборудовании.

При составлении схемы и выбора технологии продукции необходимо предусматривать передовые, наиболее экономичные, методы ее выработки.

Имея сводные таблицы продуктовых расчетов (на единицы продуктов и на заданные объемы производства), технологические схемы, необходимо составить график технологических процессов.

5.3. Построение графика технологических процессов.

График технологических процессов строят для определения режима работы предприятия (цеха), продолжительности и последовательности операций в течение суток (смены), взаимосвязи отдельных операций, интенсивности и часового материального баланса производства. График является основой для дальнейшего подбора и расчета машин и аппаратов и, соответственно, для построения графика работ технологического оборудования.

График представляет собой сочетание схемы технологического направления рабочей диаграммы и продуктовых расчетов. Для построения графиков необходимы следующие данные: характеристика производственного цикла; количество циклов в смену или сутки; принятая сменность – жесткая или скользящая; продолжительность приемки молока в часах.

Продолжительность приемки молока зависит от типа и мощности предприятия. В учебном проектировании продолжительность приемки молока принимают равной 4ч при мощности завода 100 т молока перерабатываемого в смену. Для заводов малой мощности (до 40 т) продолжительность приемки молока не должна превышать 3 ч.

Зная основные факторы, определяющие график технологических процессов, приступают к его построению.

В графе «Технологические операции» снизу вверх записывают вначале операции, связанные с приемкой и первичной обработкой молока, а затем последовательно по всему ассортименту все технологические операции.

В графе «Масса» указывают массу перерабатываемого, молока, полуфабрикатов, готовой продукции и вторичного сырья по соответствующим операциям. Данные принимают из продуктовых расчетов.

В графе «Оборудование» перечисляется весь перечень выбранного оборудования, которое используется в технологических операциях.

В графе «Производительность» Указывается производительность выбранного оборудования, согласно технической характеристики.

Далее по горизонтали откладывают часы смены и линиями указывается время проведения каждой операции.

На рис. 5.4. показан пример построения графика организации технологических процессов в цехе по производству биопростокваши.

	Доохлаждение и хранение		Холодильная камера	36 м ³															
19.	Фасовка, маркировка	500	Автомат М6-ОРЗ-Е	1,5 м ³ /ч															
18.	Охлаждение	500	Г6-ОПА-600	0,6 м ³															
17.	Сквашивание	500	Г6-ОПА-600	0,6 м ³															
16.	Подогрев, заквашивание, пастеризация	500	Г6-ОПА-600	0,6 м ³															
	Выработка био-простокваши																		
15.	Розлив молока	1454	Автомат М6-ОРЗ-Е	1,5 м ³ /ч															
14.	Промежуточное хранение	1954	Емкость Я1-ОСВ-6,3																
13.	Охлаждение	1954	Пастеризационно - охладительная установка ПОУ-3000 П/4	3000 кг/ч															
12.	Гомогенизация	1954	А1-ОГМ-2,5	2500 кг/ч															
11.	Пастеризация	1954	Пастеризационно - охладительная установка ПОУ-3000 П/4	3000 кг/ч															
10.	Очистка, нормализация, сепарирование	2000	Сепаратор - сливкоотделитель Г9-ОСП	3000 кг/ч															
9.	Подогрев	2000	Пастеризационно - охладительная установка ПОУ-3000 П/4	3000 кг/ч															
8.	Подача молока	2000	Центробежный насос	3 м ³ /ч															
	Выработка питьевого молока																		
7.	Промежуточное хранение	5000	Резервуар - термос В2-ОМВ-6,3	6300 л															
6.	Охлаждение молока	5000	ОП-3000М	3000 кг/ч															
5.	Перекачивание молока	5000	Центробежный насос	3 м ³ /ч															
4.	Промежуточное хранение	5000	Ванна молокоприемная	2500 л															
3.	Учет молока	5000	Счетчик РМ-5-П	13 м ³ /ч															
2.	Очистка молока	5000	Фильтр (марлевая ткань)	-															
1.	Перекачивание молока	5000	Самовсасывающий насос Е8-36-3Ц3,5-10	13 м ³ /ч															
	Приемка молока	5000																	
№ п/п	Технологические операции	Масса, кг	Оборудование	Производительность, вместимость	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Продолжительность работы цеха, ч.					

Рисунок. 5.4. График организации технологических процессов в цехе.

Число установок определяем по формуле [10]:

$$n = \frac{A_{\text{см}}}{g T_{\text{см}} k_{\text{см}}}, \quad (2.9)$$

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).

Следовательно, берем одну пастеризационно-охладительную установку.

Время работы установки, ч, определим по формуле [13]:

$$T_p = \frac{A_{\text{см}}}{g * n_{\phi}}, \quad (2.8)$$

6. РАСЧЕТ И ПОДБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ.

Расчет и подбор технологического оборудования производится после продуктового расчета, выполнения технологической части и составления графика организации технологических процессов, который предопределяет необходимое количество машин, аппаратов оборудования.

При расчете и подборе технологического оборудования необходимо предусматривать новые прогрессивные высокопроизводительные аппараты и машины непрерывного действия, проектировать по возможности однотипные машины с одинаковой производительностью и емкостью, с учетом поточности технологического процесса производства молочных продуктов.

Подбор оборудования начинается с составления схемы производства, в которой указывают очередность технологических процессов.

Вначале подбирают основное оборудование цеха. К основному оборудованию относятся машины, выполняющие основные операции (в сыродельном цехе - сыроизготовители и сыродельные ванны в маслодельном цехе - маслоизготовители периодического и непрерывного действия и маслообразователи, в консервных цехах - вакуум-выпарные установки и сушилки). Затем по каждому цеху подбирают остальное оборудование, в последнюю очередь - оборудование приемного цеха, учитывая все изменения в графике технологических процессов, вызванные подбором основного оборудования.

При расчете и подборе оборудования в начале определяют количество машин и аппаратов для основных технологических операций, а затем с учетом их производительности и режима работы рассчитывают и подбирают транспортное и вспомогательное оборудование.

Количество машин определяют по формулам:

– периодического действия

$$n = \frac{\tau_0}{\tau_p}, \quad (6.1)$$

– непрерывного действия

$$n = \frac{Q_L}{Q_T}, \quad (6.2)$$

где τ_0 - продолжительность выполнения операции, с;

τ_p - ритм выполнения операции, с;

Q_L - проектируемая производительность линии, кг/с;

Q_T - теоретическая производительность машины, кг/с.

Рассчитанные и подобранные машины и оборудование сводят в таблицу 6.1.

Таблица 6.1 – Техническая характеристика машин и оборудования.

№ п/п	Машины и оборудование	Тип, марка	Производительность, кг/ч	количество, шт.	габаритные размеры, мм

Техническую характеристику машин и оборудования следует брать из каталогов и справочной литературы.

6.1. Оборудование для транспортировки и приемки молока.

Для каждого вида транспорта изготавливаются специальные цистерны (подбирают с учетом грузоподъемности машины), вместимость их достигает 30000л. Железнодорожные цистерны состоят из двух или трех емкостей, вместимостью 12000-30000л,

Молоко, принимаемое на завод, взвешивают на весах, если оно поступает во флягах или в неполных цистернах. Молоко, поступающее в полных автомобильных цистернах, принимают по объему без взвешивания. При использовании счетчиков замеряют весь объем молока.

Пропускную способность весов, или производительность их, определяют по формуле:

$$q_B = \frac{60 \cdot G_B}{\tau_{Ц}}, \quad (6.3)$$

где q_B - пропускная способность весов, кг/ч;

G_B - грузоподъемность весов, кг;

$\tau_{Ц}$ - продолжительность одного цикла, мин.

Для городского молокозавода мощностью 50 т молока, перерабатываемого в смену, по нормам проектирования предусматривается двукратная приемка молока в сутки (по 2...3 ч и смену). Исходя из этого, в 1 час поступает молока $50:2 = 25$ т. Продолжительность одного взвешивания 5 мин. В 1 час можно сделать 10...12 взвешиваний. За одно взвешивание нужно взвесить $25000:10 = 2500$ кг. Молочных весов такой грузоподъемности нет, поэтому подбирают счетчик для молока с сигнализирующим и печатающим устройством производительностью 25000 кг/ч.

6.2. Оборудование для хранения молока

При расчете цистерн и емкостей, хранения требуется определить вместимость и пропускную способность, температуру молока в начале и конце транспортировки, и мощность, потребляемую мешалкой при перемешивании.

Вместимость ($V, м^3$) цистерн и емкостей хранения определяется по формуле:

$$V = \frac{\pi \cdot D_{BH}^2}{4} \cdot L(H), \quad (6.4)$$

где D_{BH} - внутренний диаметр, м;

L, H - средняя внутренняя длина в горизонтальных емкостях (высота в вертикальных), м.

Для горизонтальных емкостей, имеющих глубину выпуклости днищ (h), внутренняя длина ($l, м$) принимается равной

$$l = l_{Ц} + h, \quad (6.5)$$

где $l_{Ц}$ - длина цилиндрической части емкости, м.

Пропускная способность (q_{II}) цистерн и емкостей хранения определяется по формуле:

$$q_{II} = \frac{V \cdot \tau_{CM}}{\tau_{Ц}} = \frac{V \cdot \tau_{CM}}{\tau_{PEЗ} + \tau_{НАП} + \tau_{ОП}}, \quad (6.6)$$

где τ_{CM} – продолжительность смены, ч;

$\tau_{Ц}$ – продолжительность технологического цикла, ч;

$\tau_{PEЗ}$ – продолжительность резервирования или доставки, которая устанавливается, исходя из технологических условий или дальности перевозки, ч;

$\tau_{НАП}$, $\tau_{ОП}$ – продолжительность наполнения и опорожнения, ч.

При загрузке и разгрузке с помощью насоса продолжительность зависит от производительности насоса.

Продолжительность опорожнения ($\tau_{ОП}$, с) емкости определяют по формулам:

вертикальной

$$\tau_{оп} = \frac{2 \cdot F \cdot \sqrt{H_{СТ}}}{\mu \cdot f \cdot \sqrt{2 \cdot g}}; \quad (6.7)$$

горизонтальной

$$\tau_{оп} = \frac{2 \cdot V}{\mu \cdot f \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_{\max}}}, \quad (6.8)$$

где F – площадь поперечного сечения емкости, m^2 ;

$H_{СТ}$ – высота столба (продукта) от сливного устройства до уровня жидкости в емкости, м;

μ – коэффициент расхода, зависящий от вязкости вытекающей жидкости (для молока $\mu=0,7 \dots 0,75$);

f – площадь поперечного сечения сливного патрубка, m^2 ;

H_{\max} – наибольшая высота уровня жидкости, м;

g – ускорение силы тяжести, m/c^2 .

При опорожнении емкости самотеком автомобильных цистерн

$$\tau_{оп} = \frac{1,7 \cdot V}{l \cdot v_{\max}}, \quad (6.9)$$

где l – длина цистерны, м;

v_{\max} – наибольшая скорость истечения, м/с.

$$v_{\max} = \mu \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_{СТ}}. \quad (6.10)$$

Чтобы обеспечить тщательное перемешивание продукта, частота вращения мешалки должна быть достаточной, для мешалок пропеллерного типа частота вращения принимается равной $n = 100 \dots 140$ об/мин.

Потребляемая мощность для мешалок пропеллерного типа рассчитывают по формуле

$$N=0,01 \cdot A \cdot d^{1,36} \cdot n^{2,78} \cdot \rho^{0,78} \cdot \mu \quad , \quad (6.11)$$

где A – коэффициент, равный 1,5... 2,0;
 d – диаметр мешалки, м;
 n – частота вращения мешалки, об/мин;
 ρ – плотность жидкости, кг/м³;
 μ – динамическая вязкость жидкости, Па·с.

В пусковой период мощность мешалки пропеллерного типа выше на 16–20%. При подборе электродвигателя мощность его берется с запасом на 50% больше расчетной.

Емкость резервуаров для хранения сырого молока по нормам проектирования рекомендуется принимать 100% от суточного поступления молока на сыродельные заводы; 80% от суточного поступления молока на городские молочные заводы; 60% на молочноконсервных заводах.

Для хранения сырого молока проектируют резервуары емкостью 6000, 10000, 20000, 30000, 50000, 100000 л.

Емкость промежуточных резервуаров, ванн и баков определяют по графику прихода и расхода сырья или табличным способом с учетом графика организации технологических процессов.

6.3. Оборудование для перемещения продуктов (насосы, трубопроводы)

Для перемещения больших количеств молока и молочных продуктов применяют насосы различных конструкций и назначений; центробежные, объемные, плунжерные.

Подбирают насосы по часовой производительности согласно графику организации технологических процессов с учетом напора, создаваемого насосом.

Напор, создаваемый центробежным насосом, рассчитывают по формуле:

$$P=9,86 \cdot \eta_z \cdot D_p^2 \cdot n^2 \cdot \rho \quad , \quad (6.12)$$

где P – давление, создаваемое насосом, Н/м²;
 η_z – гидравлический к. п. д. , принимается 0,5...0,7;
 D_p – диаметр ротора, м;
 n – частота вращения, с⁻¹;
 ρ – плотность жидкости, кг/м³.

Расчет и подбор трубопроводного транспорта

Расход сплошного однородного продукта (Q_{II} , м³/с), перемещаемого по трубопроводу, находят по формуле:

$$Q_{II} = v \cdot S, \quad (6.13)$$

где v – скорость движения продукта по трубопроводу, м/с;
 S – площадь сечения трубопровода, м².

Расход однородной массы с добавлением воды (в м³/с) определяем по формуле:

$$Q_v = v \cdot S \cdot (1 - \varphi), \quad (6.14)$$

где φ – доля воды в перекачиваемой массе;

$$\varphi = \frac{\varphi_{ВП}}{1 + \varphi_{ВП}}, \quad (6.15)$$

где $\varphi_{ВП}$ – соотношение воды и продукта.

Рекомендуемые скорости движения молока 0,5-1,5 м/с;

сливок – 0,5 м/с; сыворотки – 1-2 м/с;

сгущенного молока – 0,5 м/с.

Диаметр трубопровода (d , м) определяют, исходя из расхода перемещаемого продукта:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_v}{\pi \cdot v}}, \quad (6.16)$$

Давление (P , Н/м²), необходимое для перемещения продукта по трубопроводу, определяет по формуле:

$$P = \rho \cdot g \cdot H + \frac{P \cdot v^2}{2} \cdot \left(\lambda \cdot \frac{l}{d} + \sum \varphi + 1 \right) + \Delta P, \quad (6.17)$$

где ρ – плотность перемещаемого продукта, кг/м³;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

H – высота подъема, м;

λ – коэффициент сопротивления по длине трубопровода;

φ – коэффициент местного сопротивления;

ΔP – потеря давления при перемещении вязкопластичных материалов (сгущенное молоко, фарш, творожная масса и др.), Па.

При расчете коэффициентов сопротивления используют следующие формулы:

при ламинарном режиме движения жидкости

$$\lambda = \frac{64}{Re}; \quad (6.18)$$

при турбулентном режиме движения жидкости

$$\lambda = \frac{1}{(1,8 \cdot \lg Re - 1,5)^2}; \quad (6.19)$$

устойчивый ламинарный режим достигается при $Re=1200\dots1600$, турбулентный при $Re> 2320$;

$$Re = \frac{v \cdot d}{\nu}, \quad (6.20)$$

здесь ν – кинематическая вязкость продукта, m^2/c .
для поворотов трубопроводов

$$\varphi = 0,131 + 0,16 \cdot \left(\frac{d}{r}\right)^{3,5} \cdot \frac{\Phi}{90}, \quad (6.21)$$

где r – радиус поворота трубопровода, м;

Φ – угол поворота, град;

для колена, угольника, тройника

$$\varphi = 0,946 \cdot \sin^2 \frac{\Phi}{2} + 2,05 \cdot \sin \frac{\Phi}{2}; \quad (6.22)$$

при внезапном расширении и сужении

$$\varphi = 1 - \frac{S_1}{S_2}, \quad (6.23)$$

где S_1, S_2 – сечение широкой и узкой частей трубопровода.

Потери давления (ΔP , Па) при перемещении вязких продуктов определяют таким образом:

при транспортировании сырковой массы (по данным А.В.Горбатова)

$$\Delta P = 1,6 \cdot \frac{l}{d} \cdot \left(\frac{8 \cdot Q_v \cdot \mu}{\pi \cdot d^3} + \frac{\tau}{3} \right), \quad (6.24)$$

где μ – вязкость сырковой массы, Па·с (при $15^\circ C$ $\mu=29,4$ Па·с);

τ – предельное напряжение сдвига, H/m^2 (при $15^\circ C$ $\tau=981$ H/m^2);

при перемещении высокожирных сливок со скоростью $0,142 - 0,550$ м/с и температурой выше плавления жира (по данным В.П. Табочникова)

$$\Delta P = 0,981 \cdot (v + 0,57) \cdot \frac{0,9 \cdot 4 \cdot l}{0,625 \cdot d^2 \cdot t_{сл}}, \quad (6.25)$$

где $t_{сл}$ – температура высокожирных сливок, $^\circ C$.

6.4. Оборудование для механической и тепловой обработки молока

Сепараторы

Сливкоотделители, классификаторы, молокоочистители, саморазгружающие сепараторы подбирают по часовой производительности, с учетом производительности другого подобранного оборудования, например, пластинчатой пастеризационно-охладительной установки. Количество всех сепараторов рассчитывают в зависимости количества сырья, производительности сепаратора с учетом непрерывной работы сепаратора в течение $1,5\dots2$ часов, сепаратора-

молокоочистителя – 3.. 4 часов.

Согласно нормам производительности оборудования сепаратор должен работать 4...5 ч в смену. Продолжительность работы сепараторов-молокоочистителей с центробежной выгрузкой осадка может быть 5...6 часов в течение смены.

Производительность сепараторов (Q_v , м³/с) для высокожирных сливок определяют по формулам:

$$Q_v = 0,2 \cdot \frac{Q_{v0}}{\lg \frac{Ж_M - Ж_H}{Ж_M - Ж_K}}, \quad (6.26)$$

где Q_{v0} – производительность сепаратора, по молоку, м³/с;
 $Ж_M$ – максимально достижимая жирность сливок, %(90%)
 $Ж_H, Ж_K$ – массовая доля жира в исходных и высокожирных сливках, %.

или

$$Q_v = 16,55 \cdot \eta \cdot n^2 \cdot z \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot (R_B^3 - R_M^3) \cdot \frac{\rho_{\Pi} - \rho_{Ж}}{\mu} \cdot d_{Ж}^2, \quad (6.27)$$

где η – К.П.Д сепаратора (0,6...0,7);
 n – частота вращения ротора, с;
 z – количество тарелок;
 α – угол наклона образующей тарелки, град (45–60°);
 R_B – больший радиус тарелки, м;
 R_M – меньший радиус тарелки, м;
 ρ_{Π} – плотность дисперсионной среды (плазмы) кг/м³;
 $\rho_{Ж}$ – плотность дисперсионной фазы (жира) кг/м³;
 μ – динамическая вязкость дисперсионной среды, Па·с;
 $d_{Ж}$ – предельный диаметр жирового шарика, м.

Сепаратора-молокоочистителя

$$Q_v = 2 \cdot \pi \cdot H \cdot R_B \cdot R_M \cdot (R_B - R_M) \cdot \frac{\omega \cdot \Delta \rho \cdot \sin \alpha \cdot r^2}{h + \delta} \cdot \mu, \quad (6.28)$$

где H – высота тарелки, м;
 h – расстояние между тарелками по вертикали, м;
 δ – толщина тарелки, м;
 ω – угловая скорость вращения барабана, рад/с ;
 $\Delta \rho$ – разность плотности частицы и молока, кг/м³;
 r – радиус отделяемой частицы, м.

Сепаратора с пульсирующей выгрузкой осадка

$$Q_{v\Pi} = Q_v \cdot (1 - \tau \cdot \Pi), \quad (6.29)$$

где τ – время прерывания сепарирования для выгрузки осадка, с (60...120 с);
 Π – частота разгрузок, с⁻¹.

Объем осадка, удаляемого из сепарируемого устройства, находят по формуле:

$$V_{oc} = \mu \cdot z \cdot \delta \cdot \omega \cdot R \cdot \sqrt{1 - (r - R)}, \quad (6.30)$$

где R – радиус барабана, м;
 r – радиус частиц загрязнения, м.

Давление, создаваемое напорными дисками, (при установке сепараторов в технологическую линию) рассчитывают по формуле:

$$P = \frac{\rho}{50000} \cdot (R_D - R_K), \quad (6.31)$$

где P – давление, Па;
 ρ – плотность жидкости, выходящей из сепаратора, кг/м³;
 R_D – максимальный радиус диска, м;
 R_K – внутренний радиус кольца, жидкости, м.

Объем пространства для сбора осадка при ручной загрузке принимают из расчета 1л на 1000 л/ч производительности. Сепаратор-молокоочиститель может непрерывно работать 3...4 ч, при этом отложения в периферийном пространстве составляют 0,03% объема сепарируемого молока.

Мощность электродвигателя для привода сепаратора (N , кВт) определяют по формуле

$$N = \left(\frac{m \cdot R_{II}^2 \cdot \omega^2}{1000 \cdot t} + k \cdot \frac{Q_v \cdot \omega^2 \cdot R \cdot \gamma}{2000 \cdot g} + \omega^3 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{132,6}{S_o \cdot n} \cdot \sum_{i=1}^k (S_i \cdot R_i) \cdot \frac{\rho_B}{g} \right) \cdot \frac{\eta_A}{\eta}, \quad (6.32)$$

где m – масса ротора (барабана), кг;
 R_{II} – радиус инерции ротора, м;
 ω – угловая скорость ротора, рад/с;
 t – продолжительность разгона, с;
 k – коэффициент, учитывающий радиальную скорость струи (1,0...1,2);
 R – расстояние от оси вращения до выходных отверстий, м;
 γ – удельный вес жидкости, Н/м²;
 S_o – общая поверхность трения ротора, м;
 S_i – площадь поверхности трения, i -го участка ротора, м²;
 R_i – средний радиус i -го участка поверхности, м;
 ρ_B – плотность воздуха, кг/м³;
 η_A – коэффициент запаса мощности в период разгона (1,5);
 η – к. п. д. привода (0,6...0,7).

Для упрощения расчетов третье слагаемое в формуле (6.32) можно принять равным 0,25...0,4 суммы первых двух слагаемых.

6.5. Оборудование для производства сливочного масла.

При проектировании и расчете оборудования для производства сливочного масла необходимо учитывать специфику продукта и его технологию. Оборудование для выработки сливочного масла должно обеспечивать необходимые санитарно-гигиенические условия. Узлы и поверхности оборудования, соприкасающиеся с продуктом должны быть доступны для очистки и мойки, не иметь застойных зон.

Перемешивающие устройства не должны снижать качества сырья и готового продукта. При охлаждении и нагреве сливок следует исключить попадание теплоносителя или хладоносителя в продукт. При очистке и мойке маслоизготовителей надо обеспечивать блокировку, исключающую попадание моющей жидкости в продукт. Оборудование необходимо изготавливать из материалов, не подверженных коррозии.

Оборудование для получения сливочного масла подразделяют на основное и вспомогательное. К основному относят маслоизготовители непрерывного и периодического действия для получения масла способом сбивания сливок, и маслообразователи для получения масла способом охлаждения и преобразования высокожирных сливок. Вспомогательное оборудование, включает различного рода емкости для хранения сливок и заквасочники, ванны для созревания и нормализации высокожирных сливок.

6.5.1. Расчет заквасочников для созревания сливок.

Для производства кисломолочного масла в маслоизготовителях периодического действия закваску готовят в заквасочниках. Перед получением масла в маслоизготовителях сливки проходят обработку (нагрев, охлаждение, выдержку) в ваннах для созревания.

Заквасочники и ванны снабжены тепловыми рубашками для нагрева и охлаждения продукта, и мешалками.

При расчете заквасочников и ванн определяют их вместимость и пропускную способность, продолжительность процесса, тепловой баланс и количество тепло- и хладоносителя, мощность двигателя для привода мешалки.

Вместимость емкостей (в м³) для обработки сливок определяют по формулам:

Ванны для созревания сливок с качающейся трубчатой мешалкой

$$V = \frac{\pi \cdot d_B^2}{8} \cdot L - V_M, \quad (6.33)$$

где d_B – внутренний диаметр ванны, м;

L – внутренняя длина ванны, м;

V_M – объем, занимаемый мешалкой, м³;

$$V_M = l_T \cdot \frac{\pi \cdot d_T^2}{4} \cdot n + l_K \cdot \frac{\pi \cdot d_K^2}{4}, \quad (6.34)$$

здесь d_T, d_K – диаметры труб и коллектора мешалки, м;

n – число труб в мешалке;

l_T, l_K – длины труб мешалки и коллектора, м.

ванн для созревания сливок, нормализации высокожирных сливок, заквасочников:

$$V = \frac{\pi \cdot d_B^2}{8} \cdot H - V_M, \quad (6.35)$$

где H – высота ванны, м.

Пропускную способность ванны (кг/смену) находят по формуле:

$$Q_M = \frac{V \cdot \rho \cdot \tau_{CM}}{\tau_0}, \quad (6.36)$$

где ρ - плотность продукта, кг/м³;

τ_{CM}, τ - продолжительность смены и цикла обработки, ч.

Количество теплоты, расходуемой на нагрев и охлаждение сливок в ваннах (Дж), определяют из уравнений теплового баланса:

$$Q = m \cdot c \cdot (t_{КП} - t_{НП}) = m_T \cdot c_T \cdot (t_{КТ} - t_{НТ}), \quad (6.37)$$

где m, m_T - масса продукта и теплоносителя, кг;

c, c_T - теплоемкость продукта и теплоносителя, Дж/(кг·К);

$t_{КП}, t_{НП}$ - конечная и начальная температура продукта, °С;

$t_{КТ}, t_{НТ}$ - конечная и начальная температура теплоносителя, °С.

Расход теплоносителя (в кг/с)

$$Q_M = \frac{Q}{\tau \cdot (t_{НТ} - t_{КТ})}, \quad (6.38)$$

где τ - продолжительность нагрева, с.

Мощность двигателей перемешивающих устройств (кВт), установленных на ваннах, рассчитывают по формуле (6.1).

6.5.2. Расчет маслообразователей для переработки высокожирных сливок в масло

В зависимости от конструкции и вида теплопередающих поверхностей маслообразователи изготавливают трехцилиндровые и пластинчатые.

В вакуум-маслообразователях охлаждение высокожирных сливок осуществляется при кипении в вакууме. При расчете определяют производительность, поверхность охлаждения, частоту вращения вытеснителя, мощность двигателя привода маслообразователей.

Производительность маслообразователей (кг/с)

$$Q_M = \frac{V \cdot \rho \cdot \alpha_0}{\tau_0}, \quad (6.39)$$

где V - рабочий объем кольцевых зазоров, м³;

α_0 - коэффициент заполнения рабочего объема (0,80...0,81);

ρ - плотность высокожирных сливок, кг/м³;

τ_0 - продолжительность обработки сливок в маслообразователе, с (240...360);

Общая поверхность охлаждения маслообразователя (м²):

$$S = \frac{m_c \cdot [C_1 \cdot (t_H - t_{Ж}) + C_2 \cdot (t_H - t_K)]}{\alpha_H \cdot \Delta t_{CP,H} + \alpha_B \cdot \Delta t_{CP,B}}, \quad (6.40)$$

где m_C – масса сливок, обрабатываемых в аппарате, кг;
 C_1, C_2 – удельная теплоемкость сливок перед кристаллизацией жира и в период кристаллизации, Дж/(кг·К);
 t_H, t_K – начальная и конечная температура сливок, °С;
 $t_{Ж}$ – температура жира перед кристаллизацией, °С;
 α_H, α_B – коэффициенты теплоотдачи нижней и верхней секций, Вт/(м²·К);
 $\Delta t_{CP.H}, \Delta t_{CP.B}$ – средняя разность температур продукта и хладоносителя в нижней и верхней секциях, °С.

Коэффициенты теплоотдачи [Вт/(м²·К)] могут быть приняты следующие: в цилиндрическом маслообразователе 410...660 Вт/(м²·К) (1 цилиндр) и 300...370 Вт/(м²·К) (2 и 3 цилиндры); в пластинчатом маслообразователе 500 Вт/(м²·К) (при противоточном охлаждении) и 400 Вт/(м²·К) (при прямоточном охлаждении).

Частоту вращения вытеснителя (с⁻¹) можно найти, зная радиус вытеснения (r , м):

$$n = \frac{0,38}{r}, \quad (6.41)$$

Мощность двигателя привода маслообразователя (кВт) определяют по формуле:

$$N = \frac{k \cdot n^3 \cdot d^5 \cdot \rho \cdot Re^3 \cdot Pr^6 \cdot \eta_A}{Q_M \cdot \tau \cdot \eta}, \quad (6.42)$$

где K – коэффициент (определяется экспериментально);
 n – частота вращения вытеснителя, с;
 d – внутренний диаметр бѐ забана, м;
 ρ – плотность сливок, кг/м³;
 Re, Pr – критерии Рейнольдса и Прандтля;
 η_A – коэффициент запаса мощности привода (1,2...1,3);
 τ – продолжительность нахождения продукта, в аппарате, с (для одной секции 100...200 с),

6.5.3. Расчет маслоизготовителей непрерывного действия

В маслоизготовителях непрерывного действия сливки сбивают, получают масляное зерно, обрабатывают его с превращением в пласт масла. Масляное зерно образуется в сбивателях, а его обработка проводится в текстураторах, состоящих из камер с вращающимися шнеками. Там отделяют пахту, и перемешивают масляное зерно. Сбиватель и текстуратор в процессе работы охлаждаются ледяной водой через теплообменную рубашку.

$$Q_{MC} = \frac{2,01 \cdot r_{Ц} \cdot \delta \cdot l \cdot \rho}{\tau_c}, \quad (6.43)$$

где $r_{Ц}$ – внутренний радиус цилиндра, м;
 δ – толщина слоя сливок в цилиндре, м;
 l – длина цилиндра, м;

ρ – плотность сливок, кг/м³;

τ_C – продолжительность нахождения сливок в сбивателе, с.

Производительность текстуратора (кг/с):

$$Q_{MT} = K \cdot n \cdot m \cdot \left(\frac{r_H^2 - r_B^2}{4} \right) \cdot \left(\lambda - \frac{e_H - e_B}{2 \cdot \cos \alpha} \right), \quad (6.44)$$

где K – экспериментальный коэффициент (0,5...0,6);

n – частота вращения шнека, с;

m – число, заходов шнека;

r_H, r_B – наружный и внутренний радиусы шнека, м;

λ – шаг винтовой лопасти шнека, м;

e_H, e_B – ширина винтовой лопасти по наружному и внутреннему радиусам шнека, м;

α – угол подъема винтовой лопасти, град.

Для обеспечения нормальной работы маслообразователя необходимо соблюдать условие:

$$Q_{MC} = Q_{MT}$$

Мощность двигателей приводов маслоизготовителя (кВт):

$$N = (N_1 + N_2) \cdot \frac{\eta_A}{\eta_1 \cdot \eta_2}, \quad (6.45)$$

где N_1 – мощность, потребляемая мешалкой сбивателя, кВт;

N_2 – мощность, потребляемая шнеком текстуратора, кВт;

η_A, η_1, η_2 – коэффициент запаса мощности и КПД передач от двигателя к мешалке и шнеку ($\eta_A=1,1 \dots 1,25, \eta_1=0,95, \eta_2=0,7 \dots 0,85$).

Численные значения N_1 и N_2 определяют по формулам:

$$N_1 = \pi \cdot d_B \cdot l \cdot 2.45 \cdot 10^{-5} \cdot \rho \cdot v_1^3, \quad (6.46)$$

где d_B – внутренний диаметр цилиндра сбивателя, м;

l – длина цилиндра сбивателя, м;

ρ – плотность сливок, кг/м³;

v_1 – окружная скорость вращения лопастей, м/с.

$$N_2 = 7,7 \cdot 10^{-3} \cdot d_0^2 \cdot n_0 \cdot v_2 \cdot P, \quad (6.47)$$

где d_0 – диаметр отверстий вставки, м;

n_0 – количество отверстий в перфорированных вставках;

v_2 – скорость продавливания продукта через отверстия перфорированной вставки, м/с;

P – потери давления, Па [$P=(150 \dots 200)$ кПа].

Площадь теплообмена и расход хладоносителя определяют по формулам для теплообменных аппаратов.

6.6. Оборудование для производства белковых молочных продуктов

Оборудование, применяемое для производства белковых молочных продуктов, должно обеспечивать быструю и полную переработку сырья в готовый продукт высокой пищевой ценности. Конструкция оборудования и аппаратов определяется видом и технологией изготавливаемого продукта. Натуральные сыры вырабатывают в аппаратах периодического и непрерывного действия для получения сырного зерна и оборудования для обработки сырной массы и созревших сыров. Изготовление плавленых сыров выполняют на машинах для подготовки сыров к плавлению и в аппаратах для плавления сырной массы. Творог и творожные изделия производят в оборудовании для получения и обработки сгустка, охладителях творога.

6.6.1. Расчет сыродельных ванн и сыроизготовителей

В сыродельных ваннах происходит свертывание белков молока, в них нарезают сырную массу, вымешивают сырное зерно, и в некоторых случаях и формируют. Ванны оснащены перемешивающими устройствами с регулируемой скоростью движения и пароводяными рубашками для нагрева молока и сырной массы. Обработка сырного зерна осуществляется в формирующих аппаратах и прессах. При расчетах сыродельных ванн и сыроизготовителей определяют, производительность, скорость движения инструментов обработки сырной массы и мощность двигателя мешалок.

Производительность аппарата выработки сырного зерна (кг/смену):

$$Q_M = \frac{V \cdot \rho \cdot \tau_{CM}}{t_{Ц}}, \quad (6.48)$$

где V – вместимость аппарата, м³;
 ρ – плотность сырного зерна, кг/м³;
 τ_{CM} – продолжительность смены, мин;
 $t_{Ц}$ – продолжительность цикла, мин

$$\tau_{Ц} = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4 + \tau_5 + \tau_6, \quad (6.49)$$

здесь $\tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4, \tau_5, \tau_6$ – продолжительность наполнения, нагревания, свертывания, разгрузки, вымешивания, образования пласта и полной разгрузки, мин.

Скорость движения режущего инструмента мешалки (м/с)

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot P_y \cdot d_3 \cdot g}{K_C \cdot S_3 \cdot \rho_C}}, \quad (6.50)$$

где P_y – удельное давление на зерно со стороны ножа, Па (для сгустка из цельного молока $P_y=0,01 \dots 0,015$ Па; из обезжиренного молока $P_y=0,015 \dots 0,020$ Па);

d_3 – диаметр зерна, м;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

K_C – коэффициент сопротивления (для крупного зерна в сыворотке $K_C=2$, для мелкого $K_C=3$);

S_3 – площадь сечения зерна, м²;

ρ – плотность сыворотки, кг/м³ (1023...1027 кг/м³).

Диапазон изменения v в процессе от 0,3 до 2 м/с. Мощность двигателя для привода мешалок (кВт) определяют по формулам:
для мешалки с прямолинейным движением рабочего инструмента:

$$N = \frac{5 \cdot z \cdot \rho \cdot S \cdot v_{\max}^3 \cdot \eta_A}{1000 \cdot \eta}, \quad (6.51)$$

где z – количество лопастей;
 ρ – плотность продукта, кг/м³;
 S – лобовая поверхность лопасти, м²;
 v_{\max}^3 – максимальная скорость движения лопасти, м/с;
 η_A, η – коэффициент запаса мощности и КПД привода ($\eta_A=1,1-1,2$; $\eta=0,9$);
для мешалки передвижного типа

$$N = N + 10^3 \cdot (F_P + G) \cdot v_K \cdot K_T, \quad (6.52)$$

где F_P – сила, необходимая для разрезания сгустка, Н;
 G – вес; каретки с механизмом, Н;
 v_K – скорость перемещения каретки, м/с (0,1-0,3 м/с);
 K_T – коэффициент трения (0,03...0,05).
Расход пара для нагрева молока и сырного сгустка (кг/с)

$$Q_M = \frac{Q_{OB}}{(h_{II} - C_K \cdot t_K) \cdot \eta_T}, \quad (6.53)$$

где Q_{OB} – общий расход теплоты на нагрев, Дж;
 h_{II} – удельная энтальпия пара, Дж/кг;
 C_K – удельная теплоемкость конденсата, Дж/(кг·К);
 t_K – температура конденсата, °С;
 η_T – коэффициент использования теплоты (0,80...0,85).

6.6.2. Расчет и подбор оборудования для производства плавленого сыра.

Для выработки плавленых сыров используют следующее оборудование: сырорезательные машины, волчки, вальцовки, аппараты для плавления сырной массы и определяют по формулам:

сырорезательная машина

$$Q_M = \frac{\pi \cdot d^2}{4} z \cdot \delta \cdot \rho \cdot n \cdot \eta, \quad (6.54)$$

где d – диаметр диска, м;
 z – количество ножей на диске;
 δ – толщина стружки сыра, м (0,01...0,02 м);
 ρ – плотность сыра, кг/м³;
 n – частота вращения диска, с⁻¹ (1,6...2,5 с⁻¹);
 η – КПД привода (0,5...0,6);
вальцовочная машина

$$Q_M = \pi \cdot d \cdot n \cdot l \cdot \delta_3 \cdot \rho, \quad (6.55)$$

где l – рабочая длина -вальцов, м;

δ_3 – величина зазора между вальцами, м.

Волчок

$$Q_M = \frac{\pi \cdot (d_1^2 - d_2^2)}{4} \cdot \lambda \cdot n \cdot \rho \cdot \eta, \quad (6.56)$$

где λ – шаг винта, м;
 d_1, d_2 – внешний и внутренний диаметры шнека, м;
 η – коэффициент проскальзывания (0,7...0,8).

Мощность электродвигателя мешалки и расход пара на нагрев и плавление сырной массы определяют по формулам 18, 19, 22 [4].

Длительность плавления (t , с) рассчитывают по формуле:

$$t = \frac{Q_{OB}}{K \cdot S \cdot \Delta t_{CP}}, \quad (6.57)$$

где Q_{OB} – общий расход теплоты на плавление, Вт;
 K – коэффициент теплопередачи, Вт/(м²·К) (190...210 Вт/(м²·К));
 Δt_{CP} – разность начальной и конечной температуры.

6.6.3. Расчет и подбор оборудования для производства творога

Для производства творога используют оборудование непрерывного и периодического действия. К оборудованию непрерывного действия относят творогоизготовители и коагуляторы, к оборудованию периодического действия – творогоизготовители и творожные ванны. Охлаждение творога осуществляется в охладителях.

При расчетах оборудования для производства творога определяют производительность ванн, охладителя, месильной машины, поверхность теплопередачи аппаратов, продолжительность сквашивания, давление прессования творога, расход пара и хладоносителя.

Производительность оборудования рассчитывают по формулам:
ванн для сквашивания молока (кг/смену)

$$Q_M = \frac{V \cdot \rho \cdot \tau_{CM}}{t_{Ц}}, \quad (6.58)$$

где V – вместимость ванны, м³;
 $\tau_{CM}, t_{Ц}$ – продолжительность цикла обработки и смены, ч.

$$t_{Ц} = t_H + t_C + t_B \quad (6.59)$$

здесь t_H – продолжительность наполнения, ч;

$$t_H = \frac{V}{3600 \cdot S \cdot v}, \quad (6.60)$$

где S – сечение заливного патрубка, м²;
 v – скорость движения молока, м/с;
 t_C – время сквашивания, ч;
 t_B – продолжительность выгрузки сгустка с сывороткой из ванны, ч;

$$t_B = \frac{6,2 \cdot V}{3,6 \cdot 10^6 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot \varphi \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H}}, \quad (6.61)$$

здесь d – диаметр сливного патрубка, м;
 φ – коэффициент расхода (0,4...0,65);
 H – высота уровня продукта в ванне, м;
 g – ускорение свободного падения, м/с².

охладителя одноцилиндрового закрытого (кг/с)

$$Q_M = \pi \cdot \lambda \cdot n \cdot \xi \cdot \rho \cdot (r_1^2 - r_2^2) \cdot \psi, \quad (6.62)$$

где λ – шаг шнека, м;
 n – частота вращения шнека, с⁻¹;
 ξ – конструктивный коэффициент:

$$\xi = 1 - \frac{\delta}{\pi \cdot (r_1 - r_2) \cdot \cos \alpha}, \quad (6.63)$$

здесь δ – толщина витка шнека, м;
 α – угол подъема шнека, град;
 ρ – плотность продукта, кг/м³;
 r_1, r_2 – внутренний радиус рабочего цилиндра и наружный радиус вытеснительного барабана, м;
 ψ – коэффициент объемного перемешивания (одноцилиндрового охладителя – 0,4, двухцилиндрового – 0,3).

Месильной машины для получения творожной массы (кг/смену)

$$Q_M = \frac{V \cdot \rho \cdot \tau_{CM}}{t_{Ц}}, \quad (6.64)$$

где V – вместимость бункера, м³;
 τ_{CM} – продолжительность смены, ч;
 $t_{Ц}$ – продолжительность цикла, ч

$$t_{Ц} = t_H + t_C + t_B, \quad (6.65)$$

здесь t_H, t_C, t_B – продолжительность загрузки, выгрузки, вымешивания, ч.

Количество теплоты, расходуемой при нагревании молока в процессе его коагуляции (Дж), определяют по формуле:

$$Q = m \cdot c \cdot (t_K - t_H), \quad (6.66)$$

где m – количество нагреваемого продукта, кг;
 c – удельная теплоемкость продукта, Дж/(кг·К);
 t_K, t_H – конечная и начальная температуры продукта, °С.

Поверхность теплопередачи ($S, м^2$) коагулятора рассчитывают следующим образом:

$$S = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{CP}}, \quad (6.67)$$

где K – коэффициент теплопередачи, Вт/(кг·К);
 Δt_{CP} – средний температурный напор, К.

Расход пара (Q_M , кг/с) для нагревания молока в ваннах:

$$Q_M = \frac{Q + W_H \cdot r}{(h_{II} - h_K) \cdot \eta}, \quad (6.68)$$

где W_H – масса испаренной влаги с открытой поверхности ванны, кг;
 r – скрытая теплота испарения, Дж/кг; h_{II} , h_K – энтальпия пара и конденсата, Дж/кг;
 η – коэффициент потерь теплоты (0,8...0,85).

Расход холода (Q , Дж/с) на охлаждение творога в охладителе:

$$Q = Q_{M0} \cdot c \cdot (t_H - t_K) + 0,98 \cdot N, \quad (6.69)$$

где t_H , t_K – начальная и конечная температура творога в охладителе, °С;
 N – мощность, расходуемая на перемещение творога вдоль цилиндра охладителя, Вт.

Расход хладоносителя (Q_{MK} , кг/с) определяется по формуле:

$$Q_{MK} = \frac{Q}{(t_{KX} - t_{HX}) \cdot c_X}, \quad (6.70)$$

где c_X – удельная теплоемкость хладоносителя, Дж/(кг·К);
 t_{KX} , t_{HX} – конечная и начальная; температура хладоносителя, °С.

Основное оборудование для производства молочного сахара, кофеина и альбумина представляет собой технологические емкости для проведения тепловой обработки продукта. Расчет их производительности, расход теплоты и холода, мощности электродвигателя проводится по формулам (24–29) для оборудования по производству творога.

6.7. Оборудование для производства мороженого

Основным оборудованием для производства мороженого являются фризеры и морозильные аппараты. Во фризерах происходит частичное замораживание воды и насыщение воздухом молочной смеси. Морозильные аппараты служат для дальнейшего вымораживания влаги и придания мороженому необходимой структуры.

Фризеры бывают непрерывного и периодического действия. Они имеют узлы, обеспечивающие взбивание и охлаждение молочной смеси: рабочего цилиндра, систему передач от двигателя к рабочим органам, систему подвода и отвода продукта и воздуха.

Морозильные аппараты в зависимости от вида вырабатываемого мороже-

ного могут быть карусельного типа (эскимогенераторы) или камерного типа (закалочные камеры).

Для приготовления молочной смеси используют технологические емкости, оснащенные перемешивающими устройствами и теплообменными рубашками, а также различного рода теплообменники (трубчатые, пластинчатые, поверхностные).

При подборе и проектировании оборудования для производства мороженого рассчитывают производительность аппаратов расход теплоты и холода, мощность, потребляемую приводами взбивателей, конвейеров, мешалок.

6.7.1. Расчет производительности фризеров и закалочных камер.

Производительность фризера периодического действия (кг/с)

$$Q_M = \frac{V \cdot \rho}{t_{Ц}}, \quad (6.71)$$

где V – рабочий объем барабана, м³;
 ρ – плотность молочной смеси, кг/м³;
 $t_{Ц}$ – продолжительность цикла обработки, с:

$$t_{Ц} = t_H + t_{\Phi} + t_P, \quad (6.72)$$

здесь t_H – продолжительность наполнения, с (60 с);
 t_{Φ} – продолжительность фризирования, с (273...300 с);
 t_P – продолжительность разгрузки, с (90...120);

Производительность фризера непрерывного действия (кг/с)

$$Q_M = \frac{z \cdot \delta_M \cdot n}{10^6 \cdot K_H \cdot K_P} \cdot S \cdot \left(\frac{\rho_{CM} + \rho_M}{2} \right), \quad (6.73)$$

где z – количество ножей;
 δ_M – толщина срезаемого слоя, мкм (для малых фризеров 10...12 мкм, для больших 15...25 мкм);
 n – частота вращения ножей, с⁻¹;
 S – внутренняя поверхность барабана, м²;
 ρ_{CM} – плотность смеси мороженого, кг/м³ (1100 кг/м³);
 ρ_M – плотность мороженого при выгрузке из фризера, кг/м³

$$\rho_M = \frac{\rho_{CM}}{1 + 0,01 \cdot \alpha}, \quad (6.74)$$

здесь α – взбитость мороженого, % (50...80%);
 K_H, K_P – коэффициент неравномерности срезания и размораживания срезанного слоя (1,3...1,5).

Производительность карусельного эскимогенератора (кг/с)

$$Q_M = n \cdot z \cdot m_{П}, \quad (6.75)$$

где n – частота вращения карусели, с;
 z – число форм, заполняемых дозатором одновременно;
 $m_{П}$ – масса порции мороженого, кг.

Производительность закалочной камеры (кг/с), оснащенной конвейером (вертикальным или горизонтальным):

$$Q_M = \frac{v \cdot L \cdot q_v \cdot l}{\tau_3 \cdot \lambda}, \quad (6.76)$$

где v – ширина люльки, м;
 L – длина рабочей части конвейера, м (20...25 м);
 q_v – удельная нагрузка единицы площади люльки, кг/м²;
 l – длина люльки, м;
 τ_3 – продолжительность закалки, с (1800...2700 с);
 λ – расстояние между люльками (шаг), м.

6.7.2. Расчет потребности в холоде фризера и закалочных камер

Расчет включает определение расхода холода для охлаждения смеси мороженого во фризере и расхода холода для закаливания мороженого.

Расход холода (Вт) во фризере:

$$Q = \frac{Q_M \cdot [c_{CM} \cdot (t_H - t_{KP}) + c_M \cdot (t_{KP} - t_M) + 3,35 \cdot m_C \cdot m_3] + 0,75}{\eta}, \quad (6.77)$$

где c_{CM} , c_M – удельная теплоемкость смеси и мороженого, Дж/(кг·К);
 t_H , t_{KP} , t_M – температура начальная, криоскопическая смеси и мороженого, °С;
 m_C , m_3 – массовая доля незамороженной и замороженной воды в смеси, %;
 η – КПД фризера (0,9...0,95).

Расход холода для закаливания мороженого (Вт) определяют по формуле:

$$Q = Q_M \cdot \left(c_H \cdot (t_M - t_3) + \frac{m_C \cdot (m_H - m_K)}{100} \cdot 80 + c_K \cdot (t_3 - t_M) \right), \quad (6.78)$$

где c_H , c_K – удельная теплоемкость мороженого до закаливания (0,65...0,76 Дж/(кг·К)) и после закаливания (0,40...0,50 Дж/(кг·К));
 t_3 , t_M – температура мороженого при замерзании и после закаливания, °С;
 m_H , m_K – массовая доля воды до закаливания и после закаливания, %.

Мощность двигателя привода фризера непрерывного действия (кВт)

$$N = \frac{(N_1 + N_2 + N_3) \cdot \eta_A}{\eta}, \quad (6.79)$$

где N_1 – мощность, затрачиваемая на срезание слоя мороженого, кВт

$$N_1 = \delta \cdot L \cdot v_{CP} \cdot z \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot P, \quad (6.80)$$

здесь δ – толщина срезаемого слоя, м;
 L – длина ножа, м;
 v_{CP} – скорость срезания слоя, м/с;
 z – число ножей;

α – угол установки ножа, град (32...38°);

P - механическое напряжение при срезании слоя, (9,8·10⁴ Па);

N_2 - мощность, требуемая для вращения взбивающего механизма, кВт;

N_3 - мощность, требуемая для вращения насоса, кВт;

η_A, η – коэффициент запаса мощности и КПД передачи.

Полная мощность, используемая фризером складывается из мощностей двигателей приводов вентиляторов, двигателей конвейера, перемещающего мороженное в зоне закаливания, и двигателя подающего конвейера.

По массе продукта готового определяем массу нормализованного молока (M_n)

$$M_n = \frac{M_{г.п.} * P}{1000}, \quad (6.81)$$

где M_n – масса нормализованного молока, кг.

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

P – норма расхода нормализованного молока на 1т продукта, кг/т

($P=1012,2$)

Массу бактериальной закваски определяем по формуле 2:

$$M_3 = \frac{M_n * V_3}{100}, \quad (6.82)$$

где V_3 – массовая доля бактериальной закваски в нормализованной смеси, %

($V_3= 5\%$)

Массовую долю жира закваски рассчитываем по формуле:

$$Ж_n = \frac{100 * (Ж_{г.п.} - V * Ж_{об}) + 0,05}{100 - V_3} \quad (6.83)$$

0,05 – потери жира при производстве.

С учетом потерь и вычетом закваски масса нормализованной смеси рассчитывается по формуле (4).

$$M_n^* = M_n - M_3 \quad (6.84)$$

Определяем вариант нормализации:

$$Ж_n = 2,58\% < Ж_{ц} = 3,8\%$$

Нормализацию проводим путем смешения.

Расчет масс компонентов нормализации (цельное молоко и обезжиренное молоко) определяем по (5) и (6) формулам.

$$M_{\text{ц}} = \frac{M_{\text{н}}(\mathcal{J}_{\text{н}} - \mathcal{J}_{\text{об}})}{\mathcal{J}_{\text{ц}} - \mathcal{J}_{\text{об}}} \quad (6.85)$$

Количество обезжиренного молока (кг), оставшегося от производства:

$$M_{\text{об}} = \frac{M_{\text{н}} * (\mathcal{J}_{\text{ц}} - \mathcal{J}_{\text{н}})}{\mathcal{J}_{\text{ц}} - \mathcal{J}_{\text{об}}} \quad (6.86)$$

Проверка:

$$M_{\text{н}} = M_{\text{ц}} + M_{\text{об}} \quad (6.87)$$

Для составления нормализованной смеси для кефира обезжиренное молоко получаем путем сепарирования.

$$M_{\text{ц}} = \frac{M_{\text{об}} * (\mathcal{J}_{\text{с}} - \mathcal{J}_{\text{об}})}{\mathcal{J}_{\text{с}} - \mathcal{J}_{\text{ц}}} * \frac{100}{100 - \Pi_3}, \quad (6.88)$$

где $\mathcal{J}_{\text{с}}$ - жирность сливок (30%), %;

Π_3 – потери обезжиренного молока при получении на заводе ($\Pi_3=0,4$).

$$M_{\text{с}} = \frac{M_{\text{ц}} * (\mathcal{J}_{\text{ц}} - \mathcal{J}_{\text{об}})}{\mathcal{J}_{\text{с}} - \mathcal{J}_{\text{об}}} * \frac{100 - \Pi_2}{100} \quad (6.89)$$

где Π_2 – потери обезжиренного молока при его получении на заводе $\Pi_2=0,27$

Закваска готовится на основе обезжиренного молока, получаем его путем сепарирования молока по формулам (10) и (11).

$$M_{\text{ц}} = \frac{M_3 * (\mathcal{J}_{\text{с}} - \mathcal{J}_{\text{об}})}{\mathcal{J}_{\text{с}} - \mathcal{J}_{\text{ц}}} * \frac{100}{100 - \Pi_3} \quad (6.90)$$

$$M_{\text{с}} = \frac{M_{\text{ц}} * (\mathcal{J}_{\text{ц}} - \mathcal{J}_{\text{об}})}{\mathcal{J}_{\text{с}} - \mathcal{J}_{\text{об}}} * \frac{100}{100 - \Pi_2} \quad (6.91)$$

7. РАСЧЕТ ПЛОЩАДЕЙ И КОМПОНОВКА ПОМЕЩЕНИЙ

7.1. Расчет площадей производственных помещений

В соответствии с действующими строительными нормами и правилами (СНиП) площади производственных зданий делятся на следующие основные категории:

1 - рабочую площадь (помещения основного производственного назначения), - цехи; лаборатории и т.п.;

2 – подсобные и складские помещения - бойлерная, вентиляционная трансформаторная, мастерские, камеры хранения готовой продукции, склады и т.п.

3 - вспомогательные помещения - бытовые помещения, конструкторские бюро, помещения общественных организаций.

Площади помещений основного производственного назначения определяют в основном в зависимости от габаритов технологического оборудования, площадок обслуживания машин и аппаратов, размеров проходов, проездов, расстояний от стен и колонн зданий до оборудования.

Площади цехов могут быть определены как по удельным нормам площади в квадратных метрах на единицу готовой продукции или единицу переработки молока, так и по площади технологического оборудования с учетом коэффициента (K) запаса площади на обслуживающие площадки, проходы и пр. Значение коэффициента (K) зависит от габаритов технологического оборудования (чем больше размеру машин и аппаратов, тем меньше величина коэффициента запаса площади), от характера работы цеха.

Для различных предприятий он имеет следующие значения:

для городских молочных заводов $K=4...5$;

для маслодельных $K=5$ (основное производство), $K = 3,5...4$ (цех сгущения и сушки);

для сыродельных $K=4...5$ (основное производство), $K = 4$ (цех лактозы);

для консервных $K = 5$.

Зная площадь, занятую оборудованием ($F_{об}$, м), коэффициент запаса (K), можно определить площадь цеха:

$$F = \Sigma F_{об} \cdot K. \quad (7.1)$$

Площадь камер (F , м²) рассчитывают, исходя из количества готового продукта, сроков хранения и нормативной загрузки на 1 м² по следующей формуле:

$$F = \frac{Q_{п} \cdot c}{Y_{к} \cdot K}, \quad (7.2)$$

где $Q_{п}$ – количество продукта, вырабатываемого в сутки, кг;

c – срок хранения, сут.;

$Y_{к}$ – норма укладочной массы, кг/м²;

K - коэффициент использования площади.

Срок хранения (c) готовой продукции:

- для цельномолочной продукции – 1,5...2 сут.;

- для масла – 5 ... 10 сут.;
- для. молочно-консервной продукции – 20...30 сут.;
- для сыродельных заводов емкость камер созревания зависит от сроков созревания сыра.

Нормы укладочной массы и коэффициент использования площади зависит от вида продукта (см. приложение).

Площадь остальных вспомогательных помещений подбирается по нормам проектирования в зависимости от отрасли и типа предприятия.

При определении площади цеха или отделения по удельным нормам площади в квадратных метрах на единицу готовой продукции руководствуются следующим. Вначале определяют состав основных цехов и отделений производственного корпуса. Затем находят мощность цехов и отделений по готовому продукту или по переработке молока в смену. Из таблиц 8.1, 8.2 определяют норму площади в квадратных метрах на единицу готового продукта и по мощности цеха или отделения рассчитывают их площади.

Таблица 7.1– Удельная норма площади основных производственных цехов городского молочного завода

Цех	Мощность т перерабатываемого молока в смену		Удельная норма площади основных производственных цехов городского молочного завода, м ² на единицу продукции
	завода	цеха	
Приемный (приемка молока из автомолцистерн и фляг)	25	25	7,0...7,5
	50	50	6...6,5
	100	100	3,5...4,5
	150	160	3,0...3,5
Аппаратный	25	25	14,0...14,5
	50	50	11,0...12,0
	100	100	9,0...9,5
	150	150	8,5...9,0
Розлива молока и дет-продуктов	25	21	30...32
	50	40,5	19...20
	100	90	11,5...12,5
	150	133	10,5...11,5
Сметано-творожный	25	3,2*	90...95
	50	3,2	90...95
	100	5,5	80...85
	150	5,5	80...85
Мороженого	25	1	215...220
	50	2,5	180...185
	100	5	155...165

*Мощность указана в т готовой продукции

При расчете площади цеха или отделения может быть использован метод моделирования. Для этого на миллиметровой бумаге вырезают план технологического оборудования в виде прямоугольников или кружков с обозначением мест входа к выхода продукта. Затем располагают технологическое оборудование в четкой последовательности технологического процесса. Правильное рас-

положение оборудования позволяет определить габаритные размеры цеха или отдаления и рассчитать его площадь.

Площадь вспомогательных помещений в курсовом и дипломном проектировании принимают в строительных квадратах в зависимости от типа и мощности завода.

Площадь цеха определим по следующей формуле:

$$S_{ц} = \sum S_{м} * k, \quad (7.3)$$

Где $S_{м}$ - площадь занимаемая машиной, m^2 ; k - коэффициент запаса площади на проходы и обслуживающие площадки (4...6) [19].

Таблица 3.12 – Площадь, занимаемая каждой машиной

Марка машины	Количество машин	Занимаемая площадь, m^2	
		одной	Всех

7.2 Основные требования к компоновке технологического оборудования

При компоновке машин и аппаратов необходимо обеспечить кратчайший путь движения сырья от начальной до конечной операции технологического процесса, максимально сократив длину трубопроводов. Для удобства обслуживания трубопроводов и прочих навесных коммуникаций желательно их располагать на расстоянии 2 м от уровня чистого пола. Технологическое оборудование должно быть размещено таким образом, чтобы в цехе оставались необходимые по длине и ширине проходы, а также площадки для его обслуживания и подходы к нему.

Ширина, основных проходов в цехе должна быть не менее 2,5...3 м; расстояние между выступающие, частями аппаратов 0,8...1,0 м, а в местах, где не предусмотрено движение рабочих - 0,5 м; при фронтальном размещении машин и аппаратов один к другому не менее – 1,5 м. Если тару к месту расфасовки и готовый продукт в камеру хранения транспортируют автопогрузчиками или электрокарами, то для, разворота транспорта в цехе необходимо предусмотреть ширину проезда в пределах 2,5...3,5 м. Взаимное расположение оборудования обуславливается направлением технологического потока. Отдельные машины и аппараты желательно размещать в единую производственную линию.

Однако не обязательно при планировке располагать их по одной оси, возможны варианты поворота машин одна к другой под прямым углом.

При расположении машин одна над другой (каскадом), например при выработке любительской сметаны, оборудование необходимо размещать по оси в определенной последовательности. При этом должны быть предусмотрены удобные площадки для обслуживания машин и аппаратов на каждой отметке, ограждения, лестницы и пр. Ширина площадок должна быть не менее 1,0 м до выступающих частей оборудования.

Технологическое оборудование, которое устанавливают ниже уровня чистого пола, во избежание несчастных случаев должно над его уровнем не менее чем на 0,5 м. Если при этом машины размещают ниже нулевой отметки, то прямки необходимо ограждать парапетом с лестницами. Парапет делается из металлических труб.

Крупногабаритное оборудование, как правило, устанавливают в глубине цеха или перпендикулярно (при расположении вертикальных резервуаров для молока) к оси оконных проемов, с тем, чтобы обеспечить максимальное освещение рабочих мест.

При размещении технологического оборудования в цехах учитывают также вопросы организации труда, что особенно важно на рабочих местах по укладке готовой продукции в ящики или контейнеры. Необходимо заранее решить вопрос о положении рабочего у машины или аппарата. Это позволит правильно спланировать оборудование и транспортные средства относительно друг друга.

Пастеризационные установки, сепараторы, автоматы для расфасовки продукта в мелкую тару (расфасовка творога, творожных изделий, плавленых сыров) желательно располагать в плане цеха параллельно оконным проемам для улучшения освещенности рабочих мест. Фронт обслуживания сепараторов, пастеризационных установок должен учитывать площадь для их разборки и мойки.

Технологическое оборудование komponуют, завершив планировку цехов и помещений основного производственного назначения (рабочей площади), подсобных, вспомогательных и складских помещений. Это дает возможность определить направление движения сырья, полуфабрикатов, отходов и готовой продукции, вспомогательных материалов и тары; выяснить расположение дверных проемов, определить схему движения рабочих из санитарно-бытовых помещений к рабочим местам в производственных цехах. При этом желательно построить план производственного цеха и прилегающих к нему помещений в произвольном масштабе и определить месторасположение технологического оборудования по типу и назначению.

После определения места расположения технологического оборудования и сделав анализ взаимосвязи их с другими помещениями производственного цеха, приступают к компоновке машин и аппаратов в цехе. Для этого наиболее целесообразно использовать метод моделирования.

В едином масштабе на миллиметровке вычерчивают план производственного цеха с указанием колонн и примыкающих к нему помещений.

В виде прямоугольников, квадратов или кружков вырезают технологическое оборудование (кроме молочных насосов), соответствующих габаритных размеров (длина, ширина или диаметр). Автоматизированные линии для тепловой обработки молока, линии для розлива молока в бутылки со всеми входящими в них машинами вырезают в виде прямоугольников. Затем эти модели размещают на плане цеха в последовательности, определяемой технологическими процессами.

7.3. Размещение основного технологического оборудования

В данном разделе показано размещение технологического оборудования относительно других машин и аппаратов, колонн и ограждающих поверхностей цеха.

Весы циферблатные с подвесной двухсекционной приемной ванной размещают вместе с баками для молока (как правило с двумя, позволяющими производить сортировку молока) и с насосами для перекачивания молока в промежуточную емкость. При проектировании двух и более весов необходимость в двух баках под весами отпадает, поскольку для сортировки молока могут быть использованы отдельно стоящие весы.

Резервуары размещают непосредственно в цехе или вне его. В настоящее время, когда высота производственных цехов до низа несущих конструкций составляет, как правило, не менее 4,8 м., целесообразно использовать вертикальные резервуары, поскольку они занимают меньшую площадь.

При выносе резервуаров за пределы здания, используют резервуары горизонтального типа. При этом в помещении цеха или отделения оставляют только торец резервуара с приборами и арматурой.

Сепараторы, которые не входят в технологические линии, устанавливают вблизи аппаратуры для подогрева молока. При этом учитывают место для обслуживания, разборки и мойки сепараторов. На заводах небольшой мощности такие сепараторы, как правило, располагают у колонны с тем, чтобы на ней смонтировать устройство для подъема барабана сепаратора. На заводах большой мощности для этой цели между колоннами монтируют специальный мостовой кран. Это позволяет с помощью электротельфера поднимать и опускать барабаны сепараторов и направлять их к месту разборки и мойки. Мостовой кран дает возможность обслуживать сепараторы, установленные в несколько рядов.

При однорядном планировании сепараторов их необходимо располагать электродвигателями в одну сторону на расстоянии не менее 1,0 м между ними, а при двухрядно - не менее 1,5 м между рядами.

Сепараторы-молокоочистители входят в состав автоматизированных пастеризационно-охладительных установок. При использовании их в других технологических схемах требования к компоновке остаются те же, что и к сепараторам-сливкоотделителям. Сепараторы-нормализаторы и сепараторы-классификаторы могут входить в пастеризационно-охладительные установки вместо сепараторов-молокоочистителей.

Автоматизированные пластинчатые пастеризационно-охладительные установки желательно располагать параллельно оконным проемам на расстоя-

нии от них не менее 2,5 м, расстояния между установками – не менее 1,5 м.

Трубчатые пастеризационные установки компонуют относительно ограждений и другого технологического оборудования таким образом, чтобы оставались рабочие зоны для их мойки.

Автоматизированные пластинчатые установки для охлаждения молока компонуют, как правило, в приемном отделении в непосредственной близости от места приемки и промежуточного хранения охлажденного молока.

Пульт управления установки монтируют в основном у колонн или одной из ограждающих поверхностей цеха и в плане не показывают.

Оборудование для производства творога и творожных изделий отличается значительным разнообразием по типу и назначению и зависит от способа получения творога и его объема выработки. Для производства творога обычным способом применяют творожные ванны, пресс-тележки, установки для прессования и охлаждения творожной массы; творогоизготовители с прессующей ванной, в которых совмещены процесс получения и обезвоживания сгустка и цилиндрические охладители для творога со скреповым подъемником тележек с творогом; многосекционные-творогоизготовители непрерывного действия в комплекте с охладителем для творога. Для выработки творога раздельным способом используют механизированные линии с применением творожного сепаратора для обезвоживания сгустка.

7.4. Расчет численности рабочих

Расчет количества рабочих необходимых, занятых в основном на производстве определяем по следующей формуле

$$n_p = \frac{A_n \cdot t_1}{T_{см}}, \quad (7.4)$$

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

$$t_1 = \frac{T_{ц}}{A_n}, \quad (7.5)$$

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

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.

8. РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ

Для обоснования комплексной механизации фермы (комплекса) в целом, технологического объекта или процесса после обоснованного выбора отдельных машин, произведенного технологическими расчетами, составляют технологическую карту. (См. приложение В)

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.

Технологическая карта состоит из трех частей: технологической (**графы 1-4**), инженерной (**графы 5-14**) и экономической (**графы 15-23**).

Исходными данными для составления технологической карты, характеризующими естественно-производственные условия и технологию содержания и кормления животных, являются следующие:

1. Зоотехнические требования и способы содержания животных по периодам года (летний и зимний периоды);
2. Ветеринарные требования, создающие условия получения от животных максимальной продукции при минимальных затратах труда;
3. Количество животных (голов) по половозрастным группам, структура стада;
4. Продуктивность животных (суточный прирост при откорме, среднесуточный удой молока), рацион кормления и виды кормов;
5. Распорядок дня на ферме, продолжительность стойлового и пастбищного периодов.

Расчет технологической карты ведется в такой последовательности:

Графа 1 - порядковый номер операции.

Графа 2 – перечень в технологической последовательности всех производственных операций, необходимых для получения продукции на ферме.

Графа 3 - объем работ в сутки для каждой операции с учетом суточных норм кормления, поения животных, расхода подстилки, выхода навоза; количества продукции; времени на выполнение операции с учетом принятого на ферме распорядка дня.

Графа 4 - число дней в году, в течение которых выполняются операции (с учетом летнего и зимнего периодов).

Графа 5 - годовой объем работ в зависимости от поголовья животных.

$$\text{гр.5} = \text{гр.2} * \text{гр.3},$$

Графа 6 - указывают наименование (тип) и марку машины (оборудования), с помощью которой (ого) выполняется операция.

Графа 7 - тип привода и мощность электродвигателя стационарных машин и оборудования. Для мобильных машин указывают марку трактора и мощность его двигателя.

Графа 8 - производительность машины Q_M за час сменного времени.

$$\text{гр.8} = P_M * \tau ,$$

где P_m - паспортная производительность машины, т/ч (кг/ч, л/ч, кг/с т т. д.);
 t - τ -коэффициент использования рабочего времени (0,75 . . . 0,85).

Графа 9 - потребное количество машин

$$\text{Гр.9} = \text{гр.2} / \text{гр.7} * \text{Т см}$$

Т см - продолжительность смены, ч.

Графа 10 - число часов работы машины в сутки.

$$\text{Гр.10} = \text{гр.2} / \text{гр.7} * \text{гр.8}$$

Графа 11 - число часов работы машины в год.

$$\text{гр.11} = \text{гр.9} * \text{гр.3}$$

Графа 12 - количество обслуживающего персонала на одну машину, определяют в соответствии с нормативами по нормированию и оплаты труда в животноводстве, технической характеристики машины и условия организации производственных процессов (как обслуживается машина - индивидуально или в поточной линии).

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

$$\text{гр.13} = \text{гр.9} * \text{гр.11} + \text{Т доп.}$$

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

Графа 14 - затраты труда в год.

$$\text{гр.14} = \text{гр.12} * \text{гр.3},$$

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

$$\text{гр.15} = \text{Ц} * \text{К},$$

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

Ц - оптовая цена машины, руб.

Графа 16 - балансовая стоимость всех машин в руб.

$$\text{гр.16} = \text{гр.14} * \text{гр.8},$$

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

$$\text{гр. 17} = 100 / 7 = 14,2\%$$

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:

$$\text{Гр.19} = \text{гр. 15} * (\text{гр.16} + \text{гр. 17}) * 1 / 100$$

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

$$\text{гр.20} = \text{гр.6} * \text{гр.8} * \text{гр.10},$$

Графа 21 - стоимость электроэнергии или топлива.

$$\text{Гр. 21} = \text{гр.19} * \text{С}_1 \text{ кВт},$$

где С_1 - стоимость 1 кВт-ч, руб. (1,58 руб.).

В эту же графу записываем и стоимость тракторных работ. Стоимость топлива определяем по формуле:

$$\text{гр.21} = \text{Э}_T * \text{Ц}_T,$$

где Э_T - расход топлива за год, кг;

Ц_T - стоимость 1 кг топлива, руб. (дизельное топливо - 9,3 руб.; бензин Аи-80 -

7,76 руб.)

Графа 22 - зарплата персоналу по каждой выполненной операции.

$$\text{гр.22} = \text{гр.13} * Z_{\text{ч}}$$

где $Z_{\text{ч}}$ - часовая ставка рабочих, руб/ч.

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

Для расчетов значения графы 22 можно принять 5...8% от расходов на реновацию, электроэнергию и зарплату:

$$\text{Гр.23} = (5 \dots 8) * (\text{гр.18} + \text{гр.20} + \text{гр.21}) / 100$$

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

$$\text{гр.24} = \text{гр.18} + \text{гр.20} + \text{гр.21} + \text{гр.22}.$$

9. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

9.1 Энергетические расчеты

В результате энергетических расчетов определяют потребную для привода машины мощность, по которой выбирают электродвигатель.

Для определения мощности (N , кВт) транспортных систем используют формулы:

при поступательном перемещении груза

$$N = \frac{F \cdot v}{1000}, \quad (9.1)$$

при вращательном движении

$$N = \frac{M \cdot \omega}{1000}, \quad (9.2)$$

где F – сила сопротивления (тяговое усилие), Н;

v – скорость перемещения рабочего органа (тягового элемента) м/с;

M – вращательный момент на ведомом валу, Н·м;

ω – угловая скорость ведомого вала, рад/с.

Мощность привода наклонного транспортерного устройства определяют по формуле:

$$N = \frac{Q_T \cdot g \cdot (K_C \cdot L + H)}{1000}, \quad (9.3)$$

где Q_T – производительность транспортного устройства, кг/с;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

K_C – коэффициент сопротивления движению;

L – длина транспортного устройства, м (для вертикального конвейера $L=0$);

H – высота транспортного устройства, м (для горизонтального конвейера $H=0$).

Тяговое усилие F рассчитывают из условия: натяжение тягового элемента в любой точке контура равно натяжению в предыдущей точке плюс сопротивление на участке между этими точками:

$$F = F_H - F_C + F_B, \quad (9.4)$$

где F_H – натяжение в набегающей ветви, Н;

F_C – натяжение в сбегающей ветви, Н;

F_B – сопротивление ветви на приводном барабане, Н.

Номинальную мощность электродвигателя ($N_{\text{э}}$) определяют по формуле

$$N_{\text{э}} = \frac{N}{\eta}, \quad (9.5)$$

где N – мощность привода машины, кВт;

η – общий КПД в элементах передачи ($\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \dots \cdot \eta_i \cdot \dots \cdot \eta_n$; η_i – КПД в i –той передаче; $\eta \approx 0,7 \dots 0,8$)

По расчетной номинальной мощности из каталогов и таблиц выбирают электродвигатель. Рекомендуется выбирать двигатель с угловой скоростью, близкой к скорости кинематической схемы привода, при этом необходимо иметь, виду, что чем меньше угловая скорость, больше его масса, габариты и стоимость.

9.2 Кинематические расчеты

Кинематические расчеты сводятся к разработке кинематической схемы машины, в соответствии с которой конструируют ее узлы и детали, и рассчитывают передачи. На кинематической схеме изображают все механизмы и звенья машины, участвующие в движении и распределении потоков энергии, передачи привода выбирают с учетом условий работы, срока службы, габаритов, надежности, стоимости и т.д.

Основной кинематической характеристикой передачи является передаточное число, которое устанавливают из уравнения:

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{M_{K2}}{M_{K1} \cdot \eta} \quad (9.1)$$

где ω_1, ω_2 – угловая скорость ведущего и ведомого валов, рад/с;

n_1, n_2 – частота вращения ведущего и ведомого валов, с^{-1} ;

M_{K1}, M_{K2} – крутящий момент на ведущем и ведомом валах;

η – КПД привода.

Общее передаточное число $i_{\text{ОБЩ}}$ определяют из уравнения

$$i_{\text{ОБЩ}} = \frac{n_D}{n_{\text{РО}}} = \prod_{i=1}^n i_i, \quad (9.2)$$

где n_D – частоте вращения вала электродвигателя, с^{-1} ;

$n_{\text{РО}}$ – частота вращения рабочего органа машины, с^{-1} ;

i – передаточное число из последовательно передающих движение ступеней передач.

Учитывая предыдущие уравнения, общее передаточное число разбивают по отдельным ступеням, исходя из средних значений передаточных чисел для различных передач, после этого, рассчитывают элементы передач (число зубьев, колес или звездочек, диаметры шкивов и т.д.).

В результате расчетов частота вращения выходного вала имеет погрешность ($\Delta n, \%$) по отношению к заданному, которую определяют следующим образом:

$$\Delta n = \frac{n - n_{\phi}}{n} \cdot 100, \quad (9.3)$$

где n – заданная частота вращения, с^{-1} ;
 n_{ϕ} – фактическая (расчетная) частота вращения, с^{-1} .

Если $n_{\phi} \neq (n \pm 0,04 n)$, то передаточное число пересчитывают и изменяют за счет открытых передач (зубчатой, ременной, цепной).

9.3 Прочностные расчеты

Прочностные расчеты конструкции узлов и деталей, обеспечивающих работоспособность машины, являются составной частью процесса проектирования. Под работоспособностью понимается выполнение машиной, узлом, деталью определенных функций в течение заданного времени без поломок и внеплановых ремонтов. Конструкцию считают работоспособной, если она удовлетворяет заданным параметрам прочности, жесткости, износостойкости, виброустойчивости, теплоустойчивости.

При расчете детали определяют ее размеры, обеспечивающие работоспособность. Расчеты бывают проверочные или проектные. В первом случае определяют запас прочности в опасных сечениях и сравнивают значения внешних сил и упругих деформаций, определяют материал, форму и размер деталей. В процессе расчета не все значения параметров бывают известны, поэтому ими задаются, исходя из опыта работы с учетом параметров известных конструкций машин, имеющих аналогичные узлы и детали.

Расчет позволяет обеспечить надежность работы, деталей машин и узлов при минимальной массе. Обеспечение прочности деталей достигается при следующем условии:

$$\sigma \leq [\sigma]; \tau \leq [\tau]; \frac{\sigma_{\Pi}}{\sigma} = n_p > [n], \quad (9.1)$$

где σ, τ – расчетные нормальные и касательные напряжения в опасном сечении, Н/м^2 ;

$[\sigma], [\tau]$ – допускаемые нормальные и касательные напряжения для выбранного материала, Н/м^2 ;

σ_{Π} – предельные напряжения в опасном сечении, Н/м^2 ;

$n_p, [n]$ – расчетный и допустимый коэффициент запаса прочности.

Значения действующих напряжений ($\sigma, \text{Н/м}^2$) определяют по формулам сопротивления материалов:

при осевом растяжении и сжатии

$$\sigma = \frac{F}{S}, \quad (9.2)$$

при плоском изгибе прямолинейных балок

$$\sigma = \frac{M_{II}}{W_E}; \quad \tau = \frac{F_{II} \cdot S}{Y \cdot b}, \quad (9.3)$$

при кручении цилиндрических стержней

$$\tau = \frac{M_{KP}}{W_P}, \quad (9.4)$$

где F – нагрузка, Н;

S – площадь сечения деталей, м²;

M_{II} – изгибающий момент, Н·м;

W_E – момент сопротивления относительно поперечной оси, м³;

F_{II} – поперечная сила, Н;

Y – момент инерции, м³;

b – ширина балки, м;

M_{KP} – крутящий момент, Н·м;

W_P – момент сопротивления ($W_P = 0,5 \cdot \pi \cdot R^3$; R – радиус стержня, м) м³

При действии на конструкцию одновременно нескольких видов нагрузок определяют напряжения, суммируют, алгебраически, а касательные – геометрически. В сложных ситуациях определяют эквивалентное напряжение по соответствующим теориям прочности.

9.4 Расчет на жесткость

Расчет на жесткость проводят для ограничения упругих деформаций.

Обеспечение необходимой жесткости детали достигается при соблюдении условий:

$$\Delta l \leq [\Delta l]; \quad \delta \leq [\delta]; \quad \psi \leq [\psi]; \quad \varphi \leq [\varphi], \quad (9.5)$$

где $l, [l]$ – перемещение расчетное и допустимое, м;

$\delta, [\delta]$ – прогиб расчетный и допустимый, м;

$\psi, [\psi]$ – угол поворота сечения при изгибе расчетный и допустимый, град;

$\varphi, [\varphi]$ – угол закручивания расчетный и допустимый, град.

Иногда для обеспечения заданной жесткости увеличивают коэффициент запаса прочности и ограничиваются прочностным расчетом.

9.6 Расчет на износостойчивость

Выбирают размеры контактирующих поверхностей, при которых соблюдается условие:

$$\sigma_K \leq [\sigma], \quad (9.6)$$

$\sigma_K, [\sigma]$ – удельное расчетное давление (напряжение) на трущиеся поверхности и допустимое (определенное экспериментально контактное напряжение, Па).

При расчете на виброустойчивость проверяют условия отсутствия резонанса.

нанса при длительном режиме работы:

$$\lambda_C \neq \lambda_B, \quad (9.7)$$

где λ_C, λ_B – частота колебаний конструкции собственная и вынужденная, Гц.

При тепловом расчете определяют температуру нагрева (охлаждения) деталей и выбирают способы обеспечения условия:

$$t \leq [t], \quad (9.8)$$

где $t, [t]$ – средняя расчетная и допустимая температура детали, °С.

Расчетную температуру детали t определяют из условия теплового баланса:

$$Q_{ПР} - Q_{ОТ} = Q_H, \quad (9.9)$$

где $Q_{ПР}$ – количество теплоты, поступающей на нагрев детали, Дж;

$Q_{ОТ}$ – количество теплоты, отводимой от детали, Дж;

Q_H – количество теплоты, аккумулируемое (накапливаемое) деталью, Дж.

9.7. Теплотехнический расчет

Цель теплотехнических расчетов - определить расход пара на теплотехнические нужды, горячее водоснабжение, отопление и вентиляцию; построить график расхода пара по часам в сутки; подобрать паровой котел по часовому максимальному расходу пара.

Расход пара ($q_{П}$, кг/ч) на технические нужды для каждого аппарата определяют по формуле:

$$q_{П} = \frac{Q_M \cdot C_{П} \cdot (t_K - t_Y)}{(h_{П} - h_K) \cdot \eta}, \quad (9.1)$$

где Q_M - производительность аппарата, кг/ч;

$C_{П}$ - теплоемкость продукта, кДж/(кг·К);

t_K, t_Y – конечная и начальная температуры обрабатываемого продукта, °С;

$h_{П}, h_K$ - энтальпия водяного пара и конденсата, соответственно, кДж/кг;

η – коэффициент использования тепла.

Расход пара на горячее водоснабжение определяют по количеству горячей воды, необходимой на мойку технологического оборудования, лабораторные и санитарно-бытовые нужды.

Зная потребное количество горячей воды, рассчитывают расход пара на подогрев воды в теплоподготовительной установке. Расход горячей воды на мойку оборудования принимают из норм (табл. 12.1); на лабораторные нужды 1-2% от потребности воды на мойку технологического оборудования; на санитарно-бытовые нужды 20...30% от общей потребности горячей воды на мойку оборудования и лабораторные нужды.

Таблица 9.1– Расход горячей воды на мойку

Оборудование	Расход горячей воды на мойку единицу оборудования, л
Баки, ванны	100...150
Сепараторы	100...300
Ванны ВДП	300
Пастеризаторы трубчатые	200
Сливкосозревательные ванны	120
Маслоизготовители	300...600
Линии для производства масла	600...800
Сыродельные ванны	200...300
Вакуум-аппараты	500...1500
Машины для розлива молока в бутылки	200
Творогоизготовители	300
Ванны для сквашивания молока	100...150
Машины для расфасовки сгущенного молока	200
Насосы	20

Расход пара на подогрев воды определяют по формуле (12.1.).

Коэффициент использования тепла в установке равен 0,95, температуру горячей воды ($t_{Г}$) принимают равной 95°C.

Расход пара, ($q_{ПО}$, кг/ч) на отопление определяют по формуле:

$$q_{ПО} = \frac{3,6 \cdot Q_o}{(h_{II} - h_K) \cdot \eta}, \quad (9.2)$$

где Q_o – расход тепла на отопление, Вт;

η – коэффициент использования тепла (0,95...0,98).

Расход пара ($q_{ПВ}$, кг/ч) на вентиляцию (подогрев воздуха в калорифере) определяют по формуле:

$$q_{ПВ} = \frac{3,6 \cdot Q_B}{(h_{II} - h_K) \cdot \eta}, \quad (9.3)$$

где Q_B – расход тепла на вентиляцию, Вт;

η – коэффициент использования тепла (0,9).

На основании графика организации технологических процессов или графика работы машин и аппаратов и расхода пара составляют таблицу часового пара на технологические нужды (суммарно по операциям технологического процесса), горячее водоснабжение, отопление и вентиляцию и определяют моментальный часовой расход пара. Котельные, агрегаты выбирают по паропроизводительности (кг/ч) с учетом максимального часового расхода пара. Расчет и подбор теплоподготовительной установки осуществляют по поверхности нагрева. Поверхность нагрева (F , м²) определяют по формуле:

$$F = \frac{G \cdot (t_{\Gamma} - t_{\chi}) \cdot 1,2}{k \cdot \Delta t_{CP}}, \quad (9.4)$$

где G – массовый расход вода, л/с;
 t_{Γ} , t_{χ} – температура горячей, холодной воды, °С;
 k – коэффициент теплопередачи (2200...3500) Вт/(м²·К).

$$\Delta t_{CP} = \frac{t_{II} - t_{\Gamma}}{2,3 \cdot \lg \frac{t_{II}}{t_{\Gamma}}}, \quad (9.5)$$

где t_{II} – температура теплоносителя, °С;
 t_{Γ} – температура горячей воды, °С.

10. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

При проектировании предприятий молочной промышленности большое значение придается проблеме улучшения условий и охраны труда, что должно отражаться в данном разделе.

Для охраны окружающей среды и водных ресурсов при проектировании необходимо предусматривать разработку и применение процессов и оборудования по принципу малоотходной и безотходной технологии, в которых резко сокращены или ликвидированы выбросы вредных веществ в окружающую природную среду.

Санитарно-технические мероприятия включают очистку сточных вод и вентиляционного воздуха от вредных веществ, утилизацию и обезвреживание отходов.

Имеется несколько видов полной очистки сточных вод:

- с применением предварительной и дополнительной биологической очистки;
- очистка сточных вод сыродельного завода, без технической очистки с применением только биохимической в две стадии;
- очистка сточных вод молочного завода с использованием окислительных каналов.

Расчет и порядок установления предельно допустим выбросов (ПДВ) и временно согласованных выбросов (ВСВ) загрязняющих веществ в атмосферу для стандартных источников являются обязательными для всех организаций и предприятий отрасли при их проектировании, реконструкции и эксплуатации. Работы по нормированию выбросов предприятиями организуются в соответствии со стандартом.

11. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕКОНСТРУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ, ВНЕДРЕНИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

11.1. Расчет экономической эффективности реконструкции предприятий

Расчет экономической эффективности реконструкции предприятия или цеха должен включать характеристику организации производственного процесса, расчеты капитальных вложений и технико-экономических показателей до и после реконструкции.

Реконструкция предприятия должна обеспечить повышение уровня механизации производства, совершенствовать организацию труда на рабочих местах, повысить безопасность труда, создать комфортные условия труда и т.д.

Капитальные вложения на реконструкцию складываются из стоимости строительных работ и стоимости оборудования. Стоимость строительных работ включает затраты на снос или разбор перегородок, стен или зданий и затраты на строительство. Среднюю стоимость 1 м² площади производственного помещения принимают, исходя, из существующих цен. Затраты на снос перегородок принимают в размере 6...10% стоимости производства новой площади перепланированных или ликвидированных помещений.

Стоимость оборудования, используемого при реконструкции предприятия, определяют по формуле:

$$K = Z_{DM} + Z_{PM} + O_C - B, \quad (11.1)$$

где Z_{DM} – затраты на демонтаж устаревшего оборудования, руб;

$$Z_{DM} = (0,06 \dots 0,1) \cdot C_0,$$

здесь C_0 – стоимость демонтируемого оборудования, руб;

Z_{PM} – затраты на приобретение и монтаж нового оборудования, руб;

O_C – остаточная стоимость заменяемого оборудования, не подлежащего использованию или реализации, руб:

$$O_C = C_{II} (1 - H_T \cdot T), \quad (11.2)$$

здесь C_{II} – первоначальная стоимость оборудования, руб;

H_T – норма годовой амортизации на полное восстановление (см. приложение 10), доли единицы;

T – длительность работы оборудования, лет;

B – выручка от продажи металлолома, руб.

Стоимость монтажа нового оборудования принимают в зависимости от стоимости оборудования в следующих размерах:

монтаж оборудования – 6...8 %

трубопроводов – 6...10 %;

КИП и А – 3...5%

спецработы (фундамент под оборудование, изоляции трубопроводов и оборудования, антикоррозийные работы) – 0,6...0,8 %.

Эффективность реконструкции выражается в увеличении объема выпускаемой продукции в смену и год, как в натуральном виде, так и в стоимостном выражении. Товарная продукция предприятия до реконструкции и после реконструкции показывается отдельно в таблице.

Таблица 11.1. Объем производства продукции до и после реконструкции

Наименование продукции	производство продукции		Товарная продукция			
			до реконструкции		после реконструкции	
	до реконструкции	после реконструкции	цена за 1т., руб	тыс. руб	цена за 1т., руб	тыс.руб
...						
Итого						
Увеличение (+)						

Изменения в обслуживающем персонале определяют по операциям и участкам, где внедрены новые машины или технология. Численность рабочих в основных цехах определяется по нормам обслуживания.

По величине товарной, продукции и численности обслуживающего персонала до и после реконструкции сравнивают на одного рабочего.

Изменение величины фонда оплаты труда рабочих (Φ_3 , руб) определяют по формуле:

$$\Phi_3 = (C_{P1} - C_{P2}) \cdot I_{CP}, \quad (16.3)$$

где C_{P1} , C_{P2} – численность обслуживающего персонала до и после реконструкции, чел.;

I_{CP} – среднегодовая оплата труда рабочего до реконструкции, руб.

Себестоимость выпуска продукции после реконструкции цеха рассчитывают на основе данных о фактических затратах на единицу продукции по статьям калькуляции.

Затраты на сырье, электроэнергию и горюче-смазочные материалы устанавливают по рыночным ценам.

Транспортно-заготовительные расходы определяют по средним нормам расхода на 1 т продукции.

Годовая заработная плата с начислениями ($I_{ЗП}$, руб) определяется исходя из часовой тарифной ставки заработной платы с начислениями, умноженной на годовые затраты труда:

$$I_{ЗП} = C_q \cdot T_T, \quad (11.4)$$

где C_q - часовая тарифная ставка, руб/ч;

T_T - годовые затраты труда по данному технологическому процессу и операции, ч.

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования включают амортиза-

цию оборудования и транспортных средств, затраты на эксплуатацию, текущий ремонт, содержание и эксплуатацию внутризаводского транспорта, на возмещение и износ малоценных и быстроизнашивающихся инструментов и приспособлений.

Амортизационные отчисления (I_A , руб) определяются на основе норм амортизации (см. приложение 10) по формуле:

$$I_A = B \cdot a / 100, \quad (11.5)$$

где B – балансовая стоимость машины или оборудования, выполняющих данный процесс, руб;

a – норма отчислений на реновацию и капитальный ремонт, % (приложение 10).

Затраты на текущий ремонт (I_{TR} , руб) определяют по формуле:

$$I_{TR} = B \cdot p / 100$$

где p – норма отчислений на текущий ремонт, % (приложение 10).

Затраты на электроэнергию ($I_{Э}$, руб) и горюче-смазочные материалы ($I_{ГСМ}$, руб) определяются из расхода, электроэнергии или горючего и рыночной цены за 1 кВт. ч. или 1 кг горючего по формулам:

$$I_{Э} = P_{Э} \cdot Ц_{Э}, \quad (11.6)$$

$$I_{ГСМ} = P_{ГСМ} \cdot Ц_{ГСМ}, \quad (11.7)$$

где $P_{Э}$, $P_{ГСМ}$ – расход электроэнергии (кВт) или горючего (кг);

$Ц_{Э}$ – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, руб;

$Ц_{ГСМ}$ – стоимость 1 кг топлива, руб.

Цеховые расходы включают затраты по обслуживанию и управлению цехами основного производства – на содержание аппарата управления цеха и вспомогательного персонала; амортизацию здания и сооружений, содержание зданий и сооружений, текущий ремонт зданий и сооружений; охрану труда; износ малоценного инвентаря, прочие расходы.

Содержание зданий включает стоимость освещения; стоимость электроэнергии на технологические цели; стоимость отопления. Расходы по этой статье принимают в размере 45% стоимости сооружений.

Износ малоценного инвентаря составляет 2...3 % стоимости оборудования. Общезаводские расходы принимают в размере 40...60 % фонда оплаты труда основных производственных рабочих. Прочие производственные расходы устанавливают в размере 0,8 % суммы предыдущих статей себестоимости продукции.

Внепроизводственные расходы принимают в размере 0,57 % производственной стоимости продукции.

Снижение себестоимости проекции (руб) определяют по постоянной части общезаводских расходов:

$$\Delta \mathcal{E} = \frac{Z_{II}}{Q_1} - \frac{Z_{II}}{Q_2}, \quad (11.8)$$

где Z_{II} – постоянная часть затрат (фактические данные производства);
 Q_1, Q_2 – объем продукции, выпускаемой до и после реконструкции, т.

Увеличение прибыли оценивают по величине снижения себестоимости:

$$\Delta \Pi = \Pi_1 - \Pi_2, \quad (11.9)$$

где Π_1, Π_2 – прибыль после реконструкции и до реконструкции, руб.

Рентабельность выпуска продукции определяют отношением прибыли к себестоимости; коэффициент эффективности реконструкции – отношением прироста прибыли к капитальным затратам на реконструкцию.

Срок окупаемости затрат на реконструкцию рассчитывают по формуле:

$$T_0 = \frac{\Phi_1 - \Phi_2}{\Delta \Pi}, \quad (11.10)$$

где Φ_1, Φ_2 – основные производственные фонды до и после реконструкции, руб.

Технико-экономические показатели реконструкции сводят в таблицу, которая представляется в виде отдельного листа при защите дипломного проекта. Из анализа данных делают выводы о значимости реконструкции.

11.2. Расчет экономической эффективности конструирования и модернизации машин и оборудования

Расчет экономической эффективности новой конструкторской разработки сводится к определению ее технико-экономических показателей, которые сравнивают с соответствующими показателями лучшей из существующих машин. К технико-экономическим показателям новой конструкции машины относят себестоимость, удельные капитальные вложения, уровень производительности труда, себестоимость выпускаемой продукции, эксплуатационную надежность работы, срок окупаемости капитальных затрат и другие.

Оптовую цену новой конструкции машины можно определить по формуле:

$$C_H = (G \cdot C_1 + C_0) \cdot 1,15, \quad (11.11)$$

где G – масса новой машины, кг

C_1 – себестоимость 1 кг без комплектующих покупных изделий;

C_0 – общая стоимость комплектующих покупных изделий по рыночным ценам, руб;

1,15 – коэффициент, учитывающий среднее превышение оптовой цены над себестоимостью.

Себестоимость 1 кг массы новой машины (руб):

$$C_1 = \frac{C_B}{G_B}, \quad (11.12)$$

где C_B – рыночная цена промышленности базового технического средства аналогичного назначения и сложности без покупных изделий, руб;
 G_B – масса базового технического средства аналогичного назначения и сложности без покупных изделий, кг.

Капитальные вложения (K_0) во внедрение новой машины складываются из цены машины, расходов на доставку и монтаж, расходов на строительные работы и приобретение инструмента, оснастки и т.д.

Расходы на доставку принимают в размере 10... 15 % цены машины, на монтаж – до 10 % цены машины.

Стоимость вспомогательного оборудования принимают в размере 5...15% стоимости оборудования.

Удельные капитальные вложения:

$$K_v = \frac{K_0}{P_T}, \quad (11.13)$$

где P_T – годовой, выпуск продукции на машине, т.

Производительность труда на новой машине:

$$Q_T = \frac{Q_{CM}}{Ч_P}, \quad (11.14)$$

где Q_{CM} – количество выработанной продукции в смену, т;
 $Ч_P$ – численность рабочих, чел.

Трудоемкость единицы продукции:

$$t = 1/Q_T, \quad (11.15)$$

Численность высвобождаемых рабочих при внедрении новой машины:

$$\Delta Ч_P = \frac{(t_1 - t_2) \cdot P_T}{B_T}, \quad (11.16)$$

где t_1, t_2 – трудоемкость изготовления единицы продукции до и после внедрения новой машины, чел.-ч;

P_T – годовой выпуск продукции, т; шт; м³;

B_T – временной фонд работы одного рабочего в году, ч.

Дополнительную прибыль от улучшения качества продукции определяют по формуле:

$$П_D = \frac{\sum_{i=1}^n C_0 \cdot Y_{i1} + \sum_{i=1}^n C_0 \cdot Y_{i2}}{100} \cdot P_T, \quad (11.17)$$

где C_0 – оптовая цена: за единицу продукции i -го сорта, руб;

Y_{i1}, Y_{i2} – удельный вес продукции i -го сорта на новой и действующей машине, %.

Высвобождение производственной площади

$$\Delta S = \frac{P_{CM1}}{m_1} - \frac{P_{CM2}}{m_2}, \quad (11.18)$$

где P_{CM1}, P_{CM2} – объем выпускаемой продукции в смену на новой и старой машинах, т;
 m_1, m_2 – объем продукции с 1 м² на новой и старой машинах, т/м².

Удельная материалоемкость машины:

$$M_y = \frac{G_M}{P_{CM}}, \quad (11.19)$$

где G_M – масса машины, кг.

Срок окупаемости новой машины:

$$T_0 = \frac{K_0}{Ц - С}, \quad (11.20)$$

где $Ц$ – стоимость годового выпуска продукта, руб;
 $С$ – себестоимость годового выпуска продукции, руб.

На основании расчетов составляют таблицу и проводят анализ полученных показателей, по которым устанавливают преимущества проектируемой машины.

11.3. Расчёт экономической эффективности внедрения нового оборудования

Одним из основных показателей машины является ее производительность, которую определяют из паспортных данных каталогов (см. приложение) или рассчитывают по формулам:

для машины непрерывного действия сменная производительность:

$$Q_{CM} = Q_{ч} \cdot t_{ЭФ}, \quad (11.21)$$

для машины периодического действия сменная производительность:

$$Q_{CM} = Q_{ч} \cdot t_{ч} \cdot n_{Ц}, \quad (11.22)$$

где $Q_{ч}$ – производительность машины в час, кг/ч;
 $t_{ЭФ}, t_{ч}$ – длительность работы в смену и длительность цикла, ч;
 $n_{Ц}$ – число циклов

$$t_{ЭФ} = T_{CM} - t_{ПЗР}, \quad (11.23)$$

где T_{CM} – продолжительность смены, ч;
 $t_{ПЗР}$ – продолжительность подготовительно-заключительных работ и технического обслуживания, ч.

Годовая производительность машин:

$$Q_I = Q_{CM} \cdot m, \quad (11.24)$$

где m – число рабочих смен в году.

Правильность выбранной системы машин можно определить лишь на основе расчета технологической карты.

Цель составления технологической карты – по удельным показателям себестоимости единицы продукции, затратам труда, энергии и материалам, затратам на ремонт и техническое обслуживание, определить эффективность и целесообразность установленного оборудования в сравнении с удельными показателями до реконструкции предприятия.

По сопоставленным данным делают вывод о необходимости применения выбранного оборудования. Кроме того, процесс расчета технологической карты можно выполнить с помощью ЭВМ, это позволит составить несколько ее вариантов и выбрать наиболее эффективный для реализации.

Экономический эффект от внедрения нового оборудования находят следующим образом:

$$\mathcal{E}_I = [(C_1 + E_H \cdot K_1) - (C_2 + E_1 \cdot K_2)] \cdot Pr, \quad (11.25)$$

где C_1, C_2 – себестоимость единицы продукции до и после внедрения нового оборудования;

E_H – нормативный коэффициент эффективности капитальных затрат;

K_1, K_2 – удельные капитальные вложения до и после внедрения нового оборудования;

Pr – годовой выпуск продукции или годовой объем работ в натуральных единицах после внедрения нового оборудования.

Включая капитальные вложения в стоимость действующих фондов, годовой экономический эффект определяют по формуле:

$$\mathcal{E}_I = (C_1 - C_2) - E_H \cdot K_{\mathcal{E}} \cdot Pr, \quad (16.26)$$

где $K_{\mathcal{E}}$ – дополнительные капиталовложения, отнесенные к единице годового выпуска продукции после внедрения новой техники.

При изменении цены единицы продукции за счет повышения качества к сумме годового экономического эффекта добавляют разницу в цене реализованной продукции:

$$\mathcal{E}_P = (C_2 - C_1) \cdot Pr, \quad (11.27)$$

где C_1, C_2 – оптовая цена до и после внедрения новой техники, руб.

Если сравниваются несколько вариантов оборудования, то пользуются следующими формулами, по которым выбирают по минимальной сумме затрат:

$$K_i + T_{OK} \cdot C_i \rightarrow \min; C_i + E_{Hi} \cdot K_i \rightarrow \min, \quad (11.28)$$

где K_i – капиталовложения по i -му варианту;

C_i – себестоимость продукции в год по i -му варианту.

Эксплуатационные расходы на единицу продукции складываются из следующих составляющих: фонда оплаты труда рабочих, обслуживающих машины, и отчислений в фонд социального страхования, затрат на топливо и электроэнергию, затрат на охрану труда и технику безопасности; расходов на текущий ремонт; амортизационных отчислений для зданий и оборудования, которые определяются по формулам 16,3... 16,7.

Удельный капиталовложения (руб/т, руб/шт)

$$K_1 = \frac{C_{\phi 1}}{P_{p1}}; \quad K_2 = \frac{C_{\phi 2}}{P_{p2}}, \quad (11.29)$$

где $C_{\phi 1}$ – стоимость производственных фондов до и после внедрения нового оборудования, руб;

P_{p1}, P_{p2} – годовой выпуск продукции до и после внедрения оборудования, т (шт., м³; и т.д.).

Условно-годовая экономия:

$$\mathcal{E}_y = (C_1 - C_2) \cdot P_p, \quad (11.30)$$

Срок окупаемости капитальных вложений (лет):

$$O_K = \frac{K_2 - K_1}{C_1 - C_2} = \frac{K}{C_1 - C_2} = \frac{K}{\mathcal{E}_q}, \quad (11.31)$$

Коэффициент эффективности капитальных вложений:

$$\mathcal{E} = \frac{1}{O_K} = \frac{\mathcal{E}_q}{K}, \quad (11.32)$$

Внедрение нового оборудования экономически целесообразно при выполнении условия:

$$O_K \leq O_{K1} \quad \text{или} \quad \mathcal{E} > \mathcal{E}_1, \quad (11.33)$$

где \mathcal{E}_1, O_{K1} – значения параметров до внедрения мероприятий.

Годовой экономический эффект будет выше, если заменяемое оборудование используют для других целей или реализуют.

Уровень механизации производства ($U_{МП}$, %) находят по формуле:

$$U_{МП} = \frac{P_M}{P_{OB}} \cdot 100, \quad (11.34)$$

где P_M – количество продукции, производимой с помощью машин и механизмов, т (м³, шт);

P_{OB} – общее количество продукции, т (м³, шт).

Уровень механизации труда (U_{MT} , %) определяет по формуле:

$$Y_{MT} = \frac{Ч_M}{Ч_{OB}} \cdot 100, \quad (11.35)$$

где $Ч_M, Ч_{OB}$ – численность рабочих, занятых механизированным трудом, и общая численность обслуживающего персонала.

Рентабельность использования фондов (капиталовложений) определяют из уравнения:

$$P_{\phi} = \frac{\Pi_p}{\Phi_{OC} + \Phi_{OB}}, \quad (11.36)$$

где Π_p – прибыль;

$$\Pi_p = C_{OB} - C$$

где C_{OB} – стоимость всей товарной продукции, руб;

C – себестоимость всей продукции, руб;

Φ_{OC}, Φ_{OB} – сумма новых и оборотных фондов, руб.

Рентабельность производства ($P_{\Pi}, \%$) рассчитывает по формуле:

$$P_{\Pi} = \frac{\Pi_p}{M + З} \cdot 100, \quad (11.37)$$

где M – материальные затраты, руб;

$З$ – затраты и оплата труда, руб.

Результаты расчетов экономической эффективности предприятия сводят в таблицу и анализируют.

ЛИТЕРАТУРА

1. Крूसь Г.Н. и др. Технология сыра и других молочных продуктов. - М.: Колос, 1992. - 320 с.
2. Краснов С.Е. Экономика мясной и молочной промышленности. Учебник для вузов. - 2-е изд. перераб. и доп. – М.:Агропромиздат, 1990.-319 с.
3. Машины и оборудование для цехов и предприятий малой* мощности по переработке сельскохозяйственного сырья: Каталог 4.1. М.: ннформагротех, 1992.
4. Митин В.В. Курсовое и дипломное проектирование оборудования предприятий мясной и молочной промышленности. М.: Колос, 1992. -272 с.
5. Миргородский Б.Г. Механизация трудоемких процессов в сыроделии. – М., Агропромиздат, 1986. - 103 с.
6. Производство сливочного масла. Справочник /Андрианов Ю.П. и др. – М., Агропроииздат, 1988.–302 с.
7. Сурков В.Д. и др. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности. 3-е изд. перераб. и доп. - М.: легкая пищевая промышленность, 1983. – 432 с.
8. Степанов В.М., Поленский В.К., Сысоев В.В. Проектирование предприятий молочной промышленности с основами САПР: Учебники вузов.М.: Агропромиздат, 1989,– 208 с.
9. Бредихин С.А., Космодемьянский Ю.В., Юрин В.Н. Технология и техника переработки молока. - М.:Колос, 2003.- 400с.
10. Крूसь Г.Н. Технология молока и молочных продуктов /Г.Н. Крूसь, А.Г. Храпцов, З.В.ю Волокитина, С.В. Карпычев; Под ред. А.М. Шалыгиной. - М.:КолосС, 2004. - 455 с.
11. Крूसь Г.Н. и др. Технология сыра и других молочных продуктов. - М.: Колос, 1992. - 320 с.

Приложения

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
"КОСТРОМСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ"

Инженерно-технологический факультет
Направление подготовки 35.03.06. Агроинженерия,
Направленность (специализация) образования
«Технологическое оборудование
для хранения и переработки с.-х. продукции»
Кафедра «Технические системы в АПК»

КУРСОВАЯ РАБОТА
по дисциплине

Выполнил студент _____ группа _____ подпись _____ Иванов И. И.

Проверил _____ дата _____ оценка _____ подпись _____ Соколов И. П.

Караваево 2019

Образец задания на курсовое проектирование

Костромская государственная сельскохозяйственная академия

Факультет ИТФ _____ УТВЕРЖДАЮ
Кафедра ТС в АПК _____ Зав.кафедрой Н.А. Клочков

Задание № __

По курсовому проектированию студенту _____ курса

1. Тема проекта _____

2. Исходные данные к проекту _____

3. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов) _____

Приложение 3 Технологическая карта

№№ п/п	Наименование производственных процессов	Объём работ в сутки	Число дней в год	Объём работ в год	Наименование машин и оборудования (марка)	Привод машин и его мощность	Производительность машин в час	Потребное количество машин и оборудования	Число часов работы машины		Число персонала на операцию	Затраты труда чел. Час.		Капитальные вложения		Амортизация, текущий ремонт, Техобслуживание			Расход Эл. энергии в кВт/ч, топливо в кг	Стоимость Эл. энергии, топлива, руб.	Зарплата персонала, руб.	Прочие прямые затраты, руб/год	Руб. Годовые эксплуатационные затраты.			
									В сутки	В год		В сутки	В год	а	р	% от балансовой стоимости	Затраты в руб. B(a+p) /100									
1																										
1																										
2																										
3																										
4																										

привесы

Теплофизические свойства молока и молочных продуктов

Продукт	t, °C	ρ , кг/м ³	C, кДж/(кг· К)	Вт/(м·К)	$\alpha \cdot 10^7$, м ² /с	$\mu \cdot 10^4$, Па·с	$\nu \cdot 10^4$, м ² /с	$\delta \cdot 10^2$, Н/м	Pr
Молоко натуральное	5	1102,3	3,615	0,526	1,320	29,60	2,685	4,70	20,34
	10	1033,2	3,853	0,531	1,335	24,70	2,393	4,60	17,92
	15	1030,0	3,854	0,537	1,352	21,00	2,039	4,50	15,08
	20	1027,9	3,855	0,542	1,368	17,90	1,741	4,30	12,73
	30	1023,6	3,856	0,553	1,401	13,30	1,299	4,30	9,27
	40	1019,3	3,859	0,564	1,412	10,40	1,020	4,30	7,22
	50	1015,1	3,864	0,575	1,466	8,50	0,837	4,20	5,71
	60	1010,3	3,869	0,586	1,499	7,10	0,703	4,10	4,69
	70	1004,5	3,879	0,597	1,532	6,20	0,617	-	4,03
Сливки жирностью 35 %	80	998,7	3,893	0,608	1,564	5,70	0,571	-	3,65
	5	1003,9	2,828	0,323	1,138	784,5	78,15	5,00	686,7
	10	1000,9	2,857	0,328	1,147	392,3	39,19	4,88	341,77
	15	997,7	2,885	0,334	1,160	171,6	17,19	4,56	148,10
	20	994,5	2,914	0,339	1,169	117,7	11,84	4,54	101,31
	30	988,2	2,971	0,351	1,196	68,6	6,94	4,37	58,03
	40	981,9	3,029	0,363	1,221	44,1	4,49	4,35	36,77
	50	975,5	3,086	0,377	1,252	25,5	2,61	4,27	20,85
	60	969,2	3,143	0,392	1,287	25,1	2,59	4,17	20,12
	70	962,9	3,200	0,409	1,327	24,5	2,544	-	19,17
	80	956,6	3,258	0,427	1,359	24,5	2,541	-	18,69
молоко: обезжиренное	15	1036	3,956	0,547	1,140	17,36	1,680	-	14,75
сгущенное	15	1100	2,889	0,316	0,970	4903	446	-	4590
сгущенное с сахаром	15	1280	2,261	0,267	0,920	12454	973	-	10500
пахта	15	1032	3,936	0,453	1,140	16,67	1,615	-	14,2
сыворожка	15	1027	4,082	0,541	1,280	16,47	1,611	-	-
сыр жирный	15	1080	2,428	0,349	1,330	-	-	-	-
творог жирный	15	1060	3,266	0,430	1,124	-	-	-	-
сметана	20	-	3,182	0,349	1,022	-	-	-	-

Приложение 5

Коэффициенты теплопроводности сливок различной жирности и молочного жира

жирность сливок	Температура, °С							
	5	15	25	35	45	55	65	75
10	0,472	0,484	0,494	0,505	0,516	0,527	0,538	0,549
20	0,419	0,428	0,438	0,446	0,454	0,463	0,472	0,481
30	0,370	0,377	0,384	0,390	0,397	0,404	0,411	0,417
40	0,327	0,332	0,337	0,342	0,347	0,352	0,357	0,361
50	0,286	0,289	0,292	0,295	0,299	0,302	0,305	0,309
60	0,255	0,257	0,259	0,261	0,262	0,264	0,266	0,268
70	0,226	0,227	0,228	0,228	0,229	0,230	0,230	0,231
80	0,204	0,204	0,203	0,203	0,203	0,202	0,202	0,202
Молочный жир	0,167	0,172	0,170	0,169	0,167	0,165	0,164	0,162

Приложение 6

Коэффициенты теплопроводности различных видов сливочного масла

Продукт	Температура, °С						
	-25	-18	-14	-10	-5	5	17
Сладкосливочное масло, полученное методом сбивания	0,288	0,276	0,276	0,312	0,279	0,202	0,230
Сладкосливочное масло, полученное методом преобразования высокожирных сливок	0,239	0,244	0,233	0,251	0,264	0,195	0,230

Приложение 7

Коэффициенты температуропроводности ($\alpha \cdot 10^6$, м²/с) для сливок различной жирности и молочного жира

жирность сливок	Температура, °С							
	5	15	25	35	45	55	65	75
10	0,111	0,121	0,126	0,131	0,135	0,138	0,141	0,144
20	0,094	0,109	0,116	0,123	0,127	0,129	0,132	0,134
30	0,080	0,098	0,106	0,109	0,119	0,121	0,122	0,124
40	0,067	0,088	0,097	0,107	0,112	0,113	0,114	0,115
50	0,058	0,078	0,088	0,098	0,104	0,104	0,105	0,105
60	0,049	0,071	0,081	0,093	0,099	0,098	0,098	0,099
70	0,042	0,064	0,075	0,088	0,094	0,093	0,092	0,092
80	0,037	0,059	0,069	0,084	0,091	0,089	0,088	0,087
Молочный жир	0,029	0,052	0,064	0,083	0,092	0,089	0,086	0,084

Приложение 8

Удельная теплоемкость сливок различной жирности и молочного жира (Дж/(кг·К))

жирность сливок	Температура, °С						
	5	10	20	30	40	50	60
10	4150	4000	3850	3830	3770	3790	3810
20	4380	4050	3750	3710	3580	3600	3620
30	4610	4110	3660	3580	3380	3410	3435
40	4850	4170	3560	3450	3180	3210	3250
50	5070	4230	3470	3330	2980	3020	3060
60	5290	4290	3370	3200	2790	2830	2870
70	5520	4360	3280	3080	2590	2630	2680
80	5750	4410	3180	2950	2390	2440	2490
Молочный жир	3000	3540	4300	3640	2400	2270	-

Приложение 9

Плотность сливок различной жирности и молочного жира (кг/м³)

жирность сливок	Температура, °С						
	5	10	20	30	40	50	60
28,5	1015	1009	1004	996	991	985	979
40,5	1001	994	987	978	971	986	960
50	991	985	978	969	961	955	947
60	975	970	962	958	948	940	934
65	968	963	955	948	943	935	929
75,5	964	958	950	948	935	927	920
81,0	954	951	942	935	927	917	913
83,4	946	942	938	933	924	913	908
Молочный жир	955	946	930	914	904	897	890

Приложение 10

Плотность сливочного масла при температуре 15°С в зависимости от содержания в нем воздуха

Продукт	Температура, °С					
	0	1	2	3	4	5
Сладкосливочное масло, полученное методом преобразования высокожирных сливок	945	935	925	915	905	895

Соотношения между единицами удельной теплоемкости

1 Дж/(кг·К) = 10^4 эрг/(гхК) = $2,39 \cdot 10^{-4}$ ккал/(кг·°С). Соотношения между единицами плотности 1 кг/м³ = 1 г/л = 10^{-3} г/см³.

Нормы укладочной массы (кг/м²) молочных продуктов и коэффициент использования площади

Продукт	Укладочная масса	Коэфф. использования площади
Диетические продукты и молоко в пакетах	570	0,7
в бутылках вместимостью 0,5 (1,0) л	346 (396)	0,7 (0,7)
Молоко во флягах	460	0,65
Простокваша в баночках	160	0,7
Творог во флягах и кадках	428	0,7
Сырки и творог, фасованные в ящиках	590	0,7
Сухое молоко: в барабанах	400	0,75
в крафт-мешках	1530	0,6
Заменитель цельного молока	1320	0,6
Сгущенные молочные консервы	1400	0,75
Масло в ящиках, коробках	2250	0,6
Сыр: натуральный	990...1500	0,5
плавленый	800	,075
Сметана: во флягах	500	0,7
в бочках и коробках	720	0,65
Сахарный песок (склад)	2000	0,75
Мороженое: в контейнерах	120	0,65
в гильзах	190	0,6
Соль поваренная	900	0,64
Сода: каустическая	800	0,62
кальцинированная	800	0,65
Жесть	3500	0,71
Хлорная известь	450	0,9
Бумага	500	0,7

Коэффициент использования запаса площади

Цех	Мощность завода по переработке молока							
	городской молочный		молочно консервный		обезжиренного молока		сыродельный	
	100	200	100	200	50	100	50	100
Приемный	4,0	3,6... 4,0	4	3,5... 4,0	4	3,5... 4,0	4,0	3,5... 4,0
Аппаратный	6	5	6	5	6	5	6	5
Диетпродуктов	5	5	-	-	-	-	-	-
сметано-творожный	6	5	-	-	-	-	-	-
Розлива молока и диетпродуктов	5	4...4, 5	-	-	-	-	-	-
Сгущения и сушки	-	-	4	3,5	4,5	4	4	3,5
Расфасовки	-	-	4	3,5	-	-	-	-
Сироповарочный	-	-	5	5	-	-	-	-
Маслодельный	-	-	5	5	5	5	5	5
Сыродельный	-	-	-	-	-	-	5	5
производства цельномолочной продукции	-	-	5...6	5...6	5...6	5...6	5...6	5...6

Площадь помещений в строительных квадратах (36 м²)

Помещения	Мощность завода по переработке молока							
	городской молочный		молочно консервный		обезжиренного молока		сыродельный	
	100	200	100	200	50	100	50	100
Бытовые /1/	6	8...10	6	8...10	4	6	4	6
Комнаты приема пищи /2/	-	-	-	-	1	2	1	2
Красный уголок /1/	4	6	4	6	2	2...3	2	2...3

/1/ Бытовые помещения и красный уголок на городских молочных и молочно-консервных заводах указанной мощности рекомендуется проектировать в административно-бытовом корпусе. Заводоуправление с общественными организациями для всех видов предприятий молочной промышленности в главном корпусе не проектируется.

/2/ Комнаты для приема пищи в городских молочных и молочноконсервных заводах не проектируют. Для этих целей служат столовые или буфеты, расположенные в административно-бытовом корпусе.

Нормы водопотребления и водоотведения по видам производств молочной промышленности на 1 т переработанного сырья

Предприятия	система водоснабжения	среднегодовой расход воды, м ³ /ч		среднегодовое количество выпускаемых в водоемы сточных вод, м ³ /ч	
		оборотной повторно-используемой	свежей питьевой из источника		
Молокоприемные пункты и сепараторные отделения	Прямоточная с повторным использованием воды	0	2,3	2,0	
Городские молочные заводы производительностью, т/сутки	Прямоточная с повторным использованием воды и обратная	до 50	30	7	5,6
		51...200	30,5	6,5	5,2
		201...400	31	6	4,8
		401 и более	32	4,5	4,6
Заводы сгущенных продуктов производительностью	Прямоточная с повторным использованием воды и обратная	до 60 туб/смену (180 т/сутки)	25	5,5	4,4
		свыше 60 туб/смену	25	5,5	4,4
Завод сухих молочных продуктов (цельного и обезжиренного молока, ЗЦМ), маслодельные заводы с цехами сушки производительностью. т/сутки	Прямоточная с повторным использованием воды и обратная	до 300	20	5,5	4,0
		свыше 300	20,5	4,5	3,5
Молочноконсервные комбинаты детских продуктов	Прямоточная с повторным использованием воды и обратная	20	3,5	3	
маслодельные заводы производительностью, т/сутки	Прямоточная с повторным использованием воды и обратная	до 50	21	2,6	2,4
		51...200	21,5	2,5	2,1
		более 200	22	2	1,7
маслосырзаводы производительностью, т/сутки	Прямоточная с повторным использованием воды и обратная	до 50	20	5	4,3
		51...200	20,5	4,5	3,8
		более 200	21	4	3,4
Сырзаводы производительностью, т/сутки	Прямоточная с повторным использованием воды и обратная	до 50	19,1	7	6
		51...200	19,5	6	5
		более 200	20	5	4,8

Нормы расхода холода, пара, воды и электроэнергии на 1 т готовой продукции основного ассортимента молочных предприятий

Продукция	Норма расхода				
	холода, тыс. кДж	пара, т		воды, м ³	электро энергии, кВт·ч
		на техноло- гич. нужды	на вентиля- цию		
Молоко: обезжиренное	91,9	0,1	0,1	4,05	84
пастеризованное в па- кетах и флягах	171,6	0,2	0,2	7,5	84
в бутылках	184,3	0,2	0,14	9,5	87
стерилизованное	48,1	0,6	-	8,5	50
топленое	292,6	0,6	0,5	9,7	131
сухое цельное	468,1	4,7	0,65	18,8	707
сухое обезжиренное	601,9	6,4	9,2	89	856
сгущенное с сахаром	129,6	1,6	0,5	4,1	175
сгущенное стерилизо- ванное	158,8	1	0,3	8,1	280
Простокваша	447,3	0,4	0,35	11,6	186
Кефир жирный: в бу- тылках	286,3	0,3	0,35	11	125
в пакетах	361,6	0,2	0,25	8,6	119
Кефир обезжиренный	361,6	0,45	-	10,7	167
Ряженка	459,8	0,8	0,5	21,7	211
Сливки	317,7	0,5	0,5	28,6	142
Сметана	470,2	1	0,73	27	237
Творог: 18 %-ной жирности	1300	1,65	-	47,8	808
полужирный	1430	1,4	2,5	52,6	930
зерненный	1847	1,9	2	61,3	907
сырки творожные	1107,7	1,7	2,3	32,5	696
глазированные	1065,9	2,4	-	48,2	616
Сыр: костромской и голландский	3155,2	2,5	3,3	78,9	1488
российский	2466,2	2,3	3,2	70	1023
Масло сливочное: вы- работанное методом преобразования высо- ко жирных сливок	1364	2,6	0,5	52,9	667
методом сбивания	1195,5	1,7	-	57,8	734

Нормы амортизационных отчислений по основным фондам промышленности (% от их стоимости)

Группы и виды основных фондов	Общая норма	в том числе	
		на полное восстановление	на капитальный ремонт
Здания производственные			
Онноэтажные с железобетонными и металлическими каркасами, со стенами из каменных материалов, крупных блоков и панелей	2,4	1	1,4
с площадью пола свыше 5 тыс м ² , а также двухэтажные	2,6	1,2	1,4
Одноэтажные бескаркасные со стенами из каменных материалов, крупных блоков и панелей	3,1	1,7	1,4
Одноэтажные бескаркасные со стенами облегченной каменной кладки	4,7	2,5	2,2
Деревянные, щитовые, панельные, глинобитные, саманные	7	5	2
силовые машины и оборудование			
Котельные установки, работающие на: мало-зольном твердом топливе	8,5	3,5	5
мазуте	10,5	3,5	7
газе	7,5	3,5	4
Электродвигатели:			
мощностью до 100 кВт	12,6	9,5	3,1
Дизель-генераторы со скоростью вращения: до 500 мин ⁻¹	6,2	4,2	2
более 500 мин ⁻¹	10,2	6,2	4
Двигатели внутреннего сгорания со скоростью вращения: от 500 до 1000 мин ⁻¹	22,2	14,2	8
Рабочие машины и оборудование общетехнического назначения			
Насосы центробежные	19,3	12,5	6,8
насосы шестеренчатые и поршневые	18	13	5
насосы вакуумные	10,1	8,2	1,9
конвейеры (транспортёры) ленточные стационарные	16,3	11,1	5,2
Конвейеры винтовые, ковшовые и элеваторы	21,8	10	11,8
Электропогрузчики	22,7	16	6,7
Технологическое оборудование			
Оборудование для розлива, дозировки, упаковки молока и молочных продуктов для гормолзаводов и молочноконсервных заводов	14,8	8,3	6,5
Оборудование маслодельных, сыродельных и	15,5	12,5	3

Группы и виды основных фондов	Общая норма	в том числе	
		на полное восстановление	на капитальный ремонт
первичных молокозаводов			
Оборудование для изготовления консервной тары	11,7	7	4,7
сепараторы жидкостные	19,7	16,7	3
Холодильно-компрессорное оборудование	12,8	7,7	5,1
Оборудование для переработки молока на городских и молочно-консервных заводах	16	10,5	5,5
Оборудование для производства сгущенных, сухих продуктов и концентратов	9,8	6,6	3,2
Измерительные и регулирующие приборы и устройства			
Приборы для измерения и регулирования температуры	31,2	30	1,2
Приборы для контроля и регулирования технологических процессов (кроме приборов температуры)	15,5	13	2,5
Весы подвесные	17,2	12,5	4,7
Машины электронные с программным управлением общего назначения	12	10	2
аналоговые и клавишные ЭВМ	11	10	1
Электроизмерительные приборы и устройства общего и специального назначения	13,5	11,7	1,8
Производственный и хозяйственный инвентарь и инструменты			
Пневматический и электрифицированный инвентарь	50	50	-
Контейнеры металлические	8,2	4,8	3,4
Контейнеры деревянные	18	8,3	9,7
Прочий производственный инвентарь	12,5	8	4,5

Приложение 17

Расходы на текущий ремонт и содержание оборудования и зданий, % их стоимости

профиль производства и предприятий	Годовые расходы	
	на оборудование	на здания
Холодильники	8	3
городские молочные заводы	5,5	3,6
Маслодельные, сыродельные заводы	4,8	3
Молочноконсервные заводы	5,4	3

Приложение 18

Коэффициенты связи между единицами различных систем

Внесистемная единица	единица СИ	Внесистемная единица	единица СИ
время $\tau = \frac{1}{n}$	с	Масса m	кг
1 мин	60	1 т	10^3
1 ч	3600	1 ц (центнер)	10^2
1 сут	$8,64 \cdot 10^4$	1 кгс·с ² /м (т.е.м.)	9,81
плоский угол $\varphi = 360^\circ = 2 \cdot \pi$	рад	Плотность $\rho = \frac{m}{V}$	кг/м³
1 полный угол	6,28	1 г/см ³ (г/мл)	10^3
1 прямой угол	1,57	1 кг/дм ³ (кг/л)	10^3
1 °(градус)	$1,75 \cdot 10^{-2}$	1 т/м ³	10^3
1 минута	$2,91 \cdot 10^{-4}$	1 кгс·с ² /м ⁴	9,81
1 секунда	$4,85 \cdot 10^{-6}$	1 гс·с ² /см ⁴	$9,81 \cdot 10^5$
Сила $F = m \cdot g$	Н	Удельный объем $V' = \frac{V}{m}$	м³/кг
1 кгс	9,81	1 см ³ /г (мл/г)	10^{-3}
1 дин	10^{-5}	1 дм ³ /кг (л/кг)	10^{-3}
1 тс	$9,81 \cdot 10^3$	1 м ³ /т	10^{-3}
1 стен	10^3	1 м ⁴ /(кгс·с ²)	0,102
Скорость $v = \frac{l}{\tau}$	м/с	Объемный расход $Q_V = S \cdot v$	м³/с
1 м/мин	$1,67 \cdot 10^{-2}$	1 м ³ /мин	$1,67 \cdot 10^{-2}$
1 м/ч	$2,78 \cdot 10^{-5}$	1 м ³ /ч	$2,78 \cdot 10^{-4}$
1 см/с	10^{-2}	1 м ³ /сут	$1,16 \cdot 10^{-5}$
1 км/с	10^3	1 см ³ /с	10^{-6}
1 км/ч	0,278	1 л/мин	$1,67 \cdot 10^{-5}$

Внесистемная единица	единица СИ	Внесистемная единица	единица СИ
Массовый расход $Q_m = Q_V \cdot \rho$	кг/с	Динамическая вязкость $\mu = G \cdot l \cdot (v_1 - v_2)$	Па·с
1 кг/мин	$1,67 \cdot 10^{-2}$	1 кгс/м ²	9,81
1 кг/ч	$2,78 \cdot 10^{-4}$	1 пз (пауз)	0,1
1 кг/сут	$1,16 \cdot 10^{-5}$	1 спз	10^{-3}
1 т/с	10^3	1 дин·с/м ²	$962,36 \cdot 10^4$
1 т/ч	0,278		
1 т/сут	$1,16 \cdot 10^{-2}$		
Момент силы $M=P \cdot l$	Н·м	Работа (энергия, количество теплоты) $A=p \cdot l$	Дж
1 кгс·м	9,81	1 эрг	10^7
1 тс·м	$9,81 \cdot 10^3$	1 кал	4,19
1 гс·м	$9,81 \cdot 10^{-3}$	1 ккал	$4,19 \cdot 10^3$
1 дин·см	10^{-7}	1 Вт·ч	3600
1 гс·м	$9,81 \cdot 10^{-5}$	1 кВт·ч	$3,6 \cdot 10^6$
		1 кгс·м	9,81
Удельный вес $\gamma = \frac{G}{V}$	Н/м³	Мощность (тепловой поток) $N = \frac{A}{\tau}$	Вт
1 дин/см ³	10	1 эрг/с	10^{-7}
1 кгс/м ³	9,81	1 кал/с	4,19
1 гс/см ³ (тс/м ³)	$9,81 \cdot 10^3$	1 ккал/ч	1,16
		1 л.с.	736
Кинематическая вязкость $\nu = \frac{\mu}{\rho}$	м²/с	Плотность теплового и лучистого потоков $Q_s = \frac{Q_t}{S}$	Вт/м²
1 Ст (стокс)	10^{-4}	1 ккал/(ч·м ²)	1,16
1 сСт (сантстокс)	10^{-6}	1 ккал/(с·см ²)	$4,19 \cdot 10^4$
1 м ² /ч	$2,78 \cdot 10^{-4}$	1 эрг (с·см ²)	10^3
Теплоемкость $c = \frac{Q}{\Delta T}$	Дж/К	Удельная теплоемкость $c_{уд} = \frac{c}{m}$	Дж/(кг·К)
1 кал/°С	4,19	1 ккал/кг·°С	
1 ккал/°С	$4,19 \cdot 10^3$	1 кал/г·°С	
		1 эрг/г·°С	
Теплопроводность $\lambda = \frac{Q_s \cdot l}{\Delta T}$	Вт/(м·К)	Теплопередача (теплоотдача) $\alpha = \frac{Q_s}{\Delta T}$	Вт/(м²·К)
1 кал/(с·см·°С)	419	1 кал/(с·см ² ·°С)	419
1 ккал/(ч·м·°С)	1,16	1 ккал/(ч·м ² ·°С)	1,16
1 эрг/(с·см·°С)	10^{-5}	1 эрг/(с·см ² ·°С)	10^{-4}

Зависимость производительности машин и аппаратов для переработки молока и мяса от параметров их рабочих органов

Наименование оборудования	Формулы	Обозначения	Справочные данные
Гомогенизаторы	$Q=(\pi d^2/4)SnZ\varphi, \text{ м}^3/\text{с}$	d- диаметр плунжера; S- ход плунжера; n- частота вращения коленчатого вала, с^{-1} ; Z- число плунжеров; φ - объёмный КПД;	$\varphi= 0,8...0,85$
Сепараторы- сливкоотделители	$Q=4,8 n^2 Z t g \alpha (R_2^3 - R_1^3) \times d_{ж} t, \text{ л} / \text{ч}$	d- частота вращения барабана, с^{-1}	
Маслообразователи	$Q=(mZ)/\tau_{\text{общ}}, \text{ кг} / \text{с}$ $m = \frac{\pi(D^2 - d^2)L_{\text{ц}}\rho_{\text{сл}}}{4\eta_{\text{об}}}$	m- количество одновременно обрабатываемого продукта в одном цилиндре, кг; Z- число цилиндров; $\tau_{\text{общ}}$ - общая продолжительность обработки высокожирных сливок в маслообразователе, с; D- внутренний диаметр охлаждаемого цилиндра, м; d- наружный диаметр вытеснительного барабана. м; $L_{\text{ц}}$ - длина цилиндра, м; $\rho_{\text{сл}}$ - плотность высоко жирных сливок, $\text{кг}/\text{м}^3$; $\eta_{\text{об}}$ - объёмный КПД маслообразователя	Z= 3...4; $\tau_{\text{общ}} = 240...300 \text{ с}$ D= 0,315 м d= 0,265 $L_{\text{ц}}=0,69 \text{ м}$ $\rho_{\text{сл}}= 930 \text{ кг}/\text{м}^3$ $\eta_{\text{об}}= 0,8$
Маслоизготовители непрерывного действия (по сбивальному цилиндру)	$Q=V_{\text{ц}}\rho_{\text{сл}}/\tau, \text{ кг} / \text{с}$ $V_{\text{ц}} = \frac{\pi(D_{\text{ц}}^2 - d_{\text{б}}^2)}{4} L_{\text{ц}}, \text{ м}^3$	$V_{\text{ц}}$ -объём сливок, находящихся в сбивальном цилиндре маслоизготовителя, м^3 ; τ - время нахождения сливок в цилиндре, в течение которого образуется масляное зерно, с; $D_{\text{ц}}$ - диаметр сбивального цилиндра, м; $d_{\text{б}}$ - диаметр окружности. описываемой билами сбивателя, м; $L_{\text{ц}}$ - длина цилиндра, м.	$\rho_{\text{сл}}= 980 \text{ кг}/\text{м}^3$; $\tau= 2,5 \text{ с}$; $D_{\text{ц}}= 0,25 \text{ м}$ $d_{\text{б}}= 0,246 \text{ м}$; $L_{\text{ц}}= 0,745 \text{ м}$

Наименование оборудования	Формулы	Обозначения	Справочные данные
Маслобойки периодического действия	$Q = V_{ц} \rho_{сл} / Z_{ц}, \text{ кг / с};$ $V_{ц} = 0,1 \pi d_6^2 B_6, \text{ м}^3$	$V_{ц}$ - рабочий объем маслоизготовителя, м^3 ; d_6 - внутренний диаметр барабана, м; B_6 - внутренняя ширина барабана, м; $Z_{ц}$ - продолжительность цикла, ч;	$d_6 = 0,75 \text{ м}$ $B_6 =$ $Z_{ц} = 2 \dots 2,5 \text{ ч}$
Сырорезательные машины	$Q = (\pi d^2 / 4) z \delta n \rho_c \eta, \text{ кг/с}$	d - диаметр диска, м; z - число ножей; δ - толщина стружки сыра, снимаемой ножом, м; n - частота вращения диска, с^{-1} ; ρ_c - плотность сыра, кг/м^3 ; η - общий КПД машины.	$\delta = 0,01 \dots 0,02$ $n = 1,6 \dots 2,5 \text{ с}^{-1}$ $\eta = 0,5 \dots 0,6$
Фризеры непрерывного действия	$Q = z \delta_m n \rho_{см} S / (10^6 \text{ к}), \text{ кг/с}$	z - количество ножей; δ_m - толщина слоя мороженого, срезаемого одним ножом, мкм; n - частота вращения ножей, с^{-1} ; S - площадь внутренней поверхности цилиндра фризера, м^2 ; $\rho_{см}$ - средняя плотность замороженной и незамороженной смеси мороженого, кг / м^3 ; k - коэффициент, учитывающий неравномерность срезаания слоя мороженого	$\delta_m = 10 \dots 25 \text{ мкм}$ $\rho_{см} = 860 \dots 930 \text{ кг / м}^3$ $k = 1,3 \dots 1,5$

Учебно-методическое издание

Технологические процессы и оборудование для хранения и переработки продукции животноводства и птицеводства. Часть 1. Молокоперерабатывающие предприятия : методические рекомендации по выполнению курсовой и выпускной квалификационной работы / сост. В.Н. Кузнецов. — Караваево : Костромская ГСХА, 2020. — 98 с. : ил. ; 20 см. — 50 экз. — Текст : непосредственный.

Методические рекомендации издаются в авторской редакции

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Костромская государственная сельскохозяйственная академия" 156530, Костромская обл., Костромской район, пос. Караваево, уч. городок, д. 34

Компьютерный набор. Подписано в печать 09/11/2020.
Заказ №156. Формат 60x84/16. Тираж 50 экз. Усл.
печ. л. 6. Бумага офсетная. Отпечатано 30/11/2020. Цена
153,00 руб.

вид издания: стереотипное (электронная версия)
(редакция от 11.11.2020 № 2019_036)

Отпечатано с готовых оригинал-макетов в
академической типографии на цифровом дубликаторе.
Качество соответствует предоставленным оригиналам.

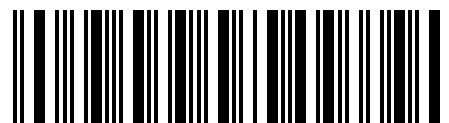
(Электронная версия издания - I:\подразделения \рио\издания 2020\156.pdf)



2020*156

Цена 153,00 руб.

ФГБОУ ВО КОСТРОМСКАЯ ГСХА



2020*156

(Электронная версия - I:\подразделения \рио\издания 2020\156.pdf)