

В данном дипломном проекте рассмотрена линия производства мороженого. Предложена модернизация вертикального фризера TF400, которая позволяет увеличить производительность данного оборудования.

Приведены необходимые расчеты: конструктивные, часть из которых выполнена на ЭВМ. Выполнена компоновка элементов линии и помещения цеха, монтаж модернизированного оборудования, также представлен раздел экология.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

1 Литературно – патентный обзор

1.1 Технологическая линия производства мороженого

1.1.1 Характеристика готовой продукции

1.1.2 Характеристика сырья и полуфабрикатов

1.1.3 Технология производства мороженого

1.1.4 Продуктовый расчет

1.1.5 Операторная модель линии по производству мороженого

1.2 Фризеры

1.2.1 Фризер ОФА-М, периодического действия

1.2.2 Фризер ХЭФ

1.2.3 Фризер с рассольным охлаждением ОФН-М

1.2.4 Фризер ОФИ непрерывного действия

1.2.5 Фризер Б6-ОФ2-Ш

2 Техничко – экономическое обоснование

3 Описание и расчет оборудования

3.1 Описание фризера TF400

4 Расчет оборудования

4.1 Расчет производительности фризера

4.2 Кинематический расчет привода вала взбивателя

4.3 Расчет клиноременной передачи

4.4 Кинематический расчет привода насоса

4.5 Расчет зубчатой передачи на ЭВМ

4.6 Расчет шпоночного соединения

5 Монтажный проект

5.1 Компоновка помещений производства мороженого

5.2 Сетевой график монтажа фризера и оборудования финишной операции

5.3 Монтаж фризера

5.3.1 Расчет фундамента под фризер

5.3.1.1 Статический расчет фундамента

5.3.1.2 Динамический расчет фундаментной площадки

5.4 Смазка

					ОФБ 00.00.000 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Малютин			Проект вертикального фризера в линии производства мороженого производительностью 500 кг/ч	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Плотников					3	
Реценз.						КемТИПП гр. ПМнд-121		
Н. Контр.		Плотников						
Утв.		Руднев						

6 Охрана окружающей среды

6.1 Методы очистки сточных вод

6.1.1 Механический метод очистки сточных вод

6.1.2 Биологические методы очистки сточных вод

6.1.3 Химические и физико-химические методы очистки

Заключение

Список используемой литературы

Приложение

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ВВЕДЕНИЕ

Мороженое является одним из самых любимых продуктов населения. Это объясняется не только его вкусовыми качествами, но и большой пищевой и биологической ценностью.

Мороженое вырабатывают в специализированных цехах и на фабриках при холодильных комбинатах и молочных заводах [29].

Мороженое типа сливочного появилось в Париже в 1774г., а в США первое упоминание об открытой продаже мороженого относится к 1777г. Однако широкое распространение мороженого в то время не получило, так как довольно сложно было наладить устойчивое круглогодичное снабжение производителей средствами охлаждения – замораживания. Положение изменилось в связи с появлением в конце XIX в. холодильных машин [28].

К настоящему времени в нашей стране достигнуты большие успехи в технологии производства мороженого. Существенно увеличился и ассортимент мороженого [29].

Дальнейший прогресс в производстве мороженого должен, достигнут как за счет внедрения комплексной механизации и автоматизации производственных процессов, так и путем изыскания новых видов сырья, совершенствования технологии использования холода на всех этапах производства.

Для производства мороженого используется разнообразное технологическое оборудование. Ведущим оборудованием линии является фризёр. Фризёр предназначены для частичного замораживания воды в подготовленных молочных смесях и насыщения их мелкодиспергированным воздухом [29].

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

1.1 Технологическая линия производства мороженого

1.1.1 Характеристика готовой продукции

Мороженое представляет собой сладкий продукт, получаемый, замораживанием жидкой смеси, которая содержит в определенном соотношении молочные продукты или плодово-ягодное сырье, сахарозу, стабилизаторы, яичные продукты (в некоторых рецептурах), вкусовые и ароматические вещества. В промышленности, как правило, замораживают взбитые смеси, т. е. насыщенные пузырьками воздуха. Смеси взбивают и замораживают одновременно в одном аппарате (фризере, мороженице).

Воду в мороженом, которая превращается при определенной температуре в лед, принято называть вымороженной водой [30].

Температура начала замерзания смеси мороженого, как и любого другого пищевого продукта, называется криоскопической. Эта температура в зависимости от состава смеси (главным образом, содержания сахарозы, лактозы и минеральных солей) изменяется в пределах от -2 до -3,5°C. По мере понижения температуры мороженого содержание вымороженной воды в нем возрастает, не достигая, однако, 100 % в пределах тех температур, которые применяют в производстве мороженого и при его хранении. Вся влага в мороженом замерзает при очень низких температурах (-55 °C и ниже). Наибольшее количество воды (до 45-50%) в мороженом замерзает в диапазоне температур от криоскопической до -5° C. При дальнейшем понижении температуры количество вымороженной воды возрастает значительно медленнее.

Мороженое обладает высокой питательной ценностью, легко усваивается организмом человека. С этим продукте, приготовленном на молочной основе, имеются молочный жир, белки, сахара, минеральные вещества, витамины А, группы В, О, Е, Р, В плодово-ягодном мороженом и мороженом с плодово-ягодными наполнителями, богатыми витамином С, содержится значительное количество этого витамина [30].

1.1.2 Характеристика сырья и полуфабрикатов

В производстве мороженого используют молоко и молочные продукты, сахар и сахаристые вещества, куриные яйца и яичные продукты, плоды, ягоды и овощи, вкусовые и ароматические вещества, пищевые красители, стабилизаторы.

Молоко и молочные продукты.

Молоко. Коровье молоко — один из основных видов молочного сырья для производства мороженого. В его состав входят молочный жир, белковые

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

вещества, углеводы, липоиды (жироподобные вещества), соли органических и неорганических кислот, микроэлементы, минеральные вещества, витамины, ферменты.

Свежее молоко представляет собой однородную жидкость без осадка. Вкус и запах его должны быть чистыми, без посторонних привкусов и запахов, цвет белый, со слегка желтоватым оттенком. Плотность молока при 20 °С в зависимости от различных факторов изменяется в пределах 1028—1034 кг/м³ (в среднем 1030 кг/м³). Калорийность молока в зависимости от состава составляет 2720—2930 кДж/кг.

Обезжиренное молоко.

Обезжиренное молоко получается при сепарировании цельного молока. В производстве мороженого его используют как основной источник сомо. Оно представляет собой однородную жидкость белого цвета, без осадка. Молочный жир находится в нежирном молоке в виде самых, мелких жировых шариков (до 1,5-2 мкм).

Сгущенное молоко с сахаром.

В производстве мороженого используют цельное и нежирное сгущенное молоко с сахаром для получения в готовом продукте требуемого содержания СОМО. Оно представляет собой однородную по всей массе вязкую жидкость белого цвета с кремовым или синеватым оттенком без наличия ощущаемых языком кристаллов молочного сахара [30].

Какао со сгущенным молоком и сахаром.

Продукт должен иметь хорошо выраженный вкус и аромат натурального какао с молоком и сахаром, без посторонних привкусов и запахов. Консистенция его при температуре 15-20 °С должна быть однородной, вязкой (продукт медленно стекает со шпателя); цвет коричневый, равномерный по всей массе. Его используют при выработке шоколадного мороженого и для приготовления крема [30].

Кофе натуральный со сгущенным молоком и сахаром.

Продукт должен обладать хорошо выраженным вкусом и ароматом натурального кофе с молоком и сахаром, без посторонних привкусов и запахов. Консистенция его при 15-20 °С однородная, вязкая, цвет темно-коричневый, равномерный по всей массе. Кофе натуральный со сгущенным молоком и сахаром используют при изготовлении кофейного мороженого.

Сухое молоко.

Сухое молоко представляет собой мелкий сухой порошок, допускается незначительное количество комочков, легко рассыпающихся при механическом воздействии. Цвет сухого молока распылительной сушки белый с легким кремовым оттенком; пленочной сушки - кремовый. Вкус и запах сухого молока должны соответствовать вкусу и запаху, свойственным свежему пастеризованному молоку при распылительной сушке и кипяченому молоку при пленочной сушке, без посторонних привкусов и запахов [30].

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Сливки.

Сливки представляют собой однородную жидкость с повышенной по сравнению с молоком вязкостью, белого цвета с кремовым оттенком. Вкус сливок чистый, слегка сладковатый. Сливки (как правило, высокой жирности) используют для изготовления сливочного мороженого и пломбира. Это способствует повышению его взбитости, улучшению консистенции [30].

Сливки получают сепарированием молока непосредственно на предприятиях, вырабатывающих мороженое, или они поступают с других предприятий молочной промышленности в такой таре, что и молоко, порядок приемки тот же. Для сохранения качества сливок при транспортировке принимают аналогичные меры.

Сливочное масло.

Сливочное масло - полутвердый при комнатной температуре продукт, представляющий собой концентрат молочного жира. Кроме жира в масло частично переходят вода, белки, молочный сахар и некоторые другие составные части сливок. Масло обладает высокой калорийностью (около 31260 кДж/кг), отличается хорошей усвояемостью, содержит жирорастворимые А и Е и водорастворимые В₁ В₂ и С витамины. Плотность сливочного масла составляет 920-950 кг/м³. Для выработки мороженого используют несоленое и любительское сливочное масло (высших сортов). Несоленое сливочное масло содержит 82,5 % жира, 16 % воды; любительское - 78 % жира, 20 % воды, 2 % сомо [30].

Сухие смеси для мороженого.

Для производства мороженого используют готовые сухие смеси, которые содержат в заданном соотношении необходимые составные части, кроме воды и ароматизатора. Смеси предназначены для приготовления мягкого мороженого в сети общественного питания, но могут быть использованы и для выработки закаленного мороженого, особенно в тех районах, где мало молока. Сухую смесь для мороженого пломбир домашний используют для приготовления в домашних условиях [30].

Сахар, сахаристые вещества и другие сладкие продукты.

Сахар.

Сахароза (сахар) является дисахаридом плотностью кристаллов 1587,9 кг/м³.

Для выработки мороженого используют главным образом сахарный песок (свекловичный и тростниковый). Он представляет собой однородные кристаллы с выраженными гранями. Сахарный песок сыпучий, нелипкий и сухой на ощупь продукт, белого цвета с блеском. В нем не должно содержаться комков неотбеленного сахара, слипшихся кристаллов и посторонних примесей. Он должен полностью растворяться в воде и давать прозрачный раствор.

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Вкус сахарного песка в сухом виде и в растворе сладкий, без постороннего запаха и привкуса. Содержание сахарозы в сахарном песке в пересчете на сухое вещество должно быть не менее 99,75 %, а содержание влаги не более 0,14 %.

Инвертный сахар («инвертный сироп»).

Он представляет собой густую, сиропообразную жидкость со слабым желтоватым оттенком. Состоит из смеси равных количеств глюкозы и фруктозы, слаще сахарозы в 1,3 раза. Инвертный сахар получают нагреванием водного раствора сахарозы в присутствии пищевой кислоты.

Поскольку глюкоза и фруктоза обладают лучшей растворимостью, чем сахароза, инвертный сахар используют для частичной замены сахарозы в мороженом с высоким ее содержанием (плодово-ягодном). Благодаря такому применению в процессе хранения мороженого не происходит выпадения кристаллов сахарозы и связанного с этим образования корки на поверхности порций мороженого при частичном испарении влаги, т. е. в данном случае инвертный сахар выполняет роль антикристаллизатора [30].

Патока.

В производстве плодово-ягодного мороженого применяют карамельную патоку в качестве антикристаллизатора. Добавление патоки к смеси мороженого с целью частичной замены сахарозы позволяет при сохранении той же сладости повысить содержание сухих веществ в продукте.

Карамельная патока представляет собой густую сиропоподобную жидкость. Она является продуктом осахаривания крахмала. Из промежуточных продуктов осахаривания она содержит много декстринов - углеводов, обладающих клеящей способностью.

Глюкоза.

В производстве мороженого глюкозу используют для улучшения структуры продукта.

На предприятия, вырабатывающие мороженое, глюкоза поступает в виде порошка (кристаллическая глюкоза), а также в виде кусков, пластов (твердая глюкоза). Кристаллическая глюкоза по внешнему виду должна представлять собой белый порошок, проходящий без остатка через сито с отверстиями диаметром 1,5 мм. Вкус глюкозы сладкий, без постороннего привкуса, Растворимость ее в воде с повышением температуры быстро увеличивается.

Яйцо и яичные продукты.

Для изготовления мороженого используют пищевые (диетические и столовые, за исключением известкованных) куриные яйца и яичный порошок из куриных яиц.

Запрещается принимать яйца с любыми дефектами и пороками. Замороженные яичные продукты - меланж, белки и желтки из куриных яиц, а также замороженный белок из диетических куриных яиц применяют только

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

для выпечки вафель. В результате добавления в смесь для мороженого яиц улучшается ее взбиваемость и структура продукта.

Вкусовые вещества.

Вкусовые вещества, добавляемые к мороженому в относительно небольших количествах, придают ему специфический вкус, возбуждающее действуют на нервную систему и пищеварительные железы, что способствует лучшему усвоению мороженого. Применение вкусовых веществ позволяет существенно увеличить ассортимент мороженого. К числу вкусовых веществ, применяемых в производстве мороженого, относятся орехи, чай, кофе, какао порошок, шоколад, органические пищевые кислоты, пряности и некоторые другие.

Шоколадная глазурь.

Полуфабрикат шоколадная глазурь представляет собой продукт переработки бобов какао с сахаром. Содержание влаги в этом полуфабрикате должно быть не более 1,3 %, содержание жира и сахарозы - в соответствии с рецептурами.

Вкус и аромат полуфабриката шоколадная глазурь должны быть характерными для данного вида глазури, без посторонних привкусов и запахов, цвет в расплавленном состоянии - от светло-коричневого до темно-коричневого. Консистенция ее при температуре 16-18 °С твердая, при 40 °С – текучая.

Органические пищевые кислоты.

При выработке плодово-ягодного, ароматического мороженого для придания или усиления вкуса, присущего плодам и ягодам, используют пищевые органические кислоты – лимонную, виннокаменную и яблочную.

Ароматические вещества.

Для придания мороженому специфического аромата используют ароматические масла, ароматические плодово-ягодные эссенции, ваниль, ванилин.

Ароматические масла.

Лимонное, апельсиновое и мандариновое масла вырабатывают из кожицы цитрусовых плодов. Лимонное масло - жидкость бледно-желтого цвета, апельсиновое - желтоватого цвета. Главная составная часть 90 лимонного и апельсинового масел - лимонен. Ароматические масла хранят при температуре 5-10 °С в темной посуде, заполненной до краев и закупоренной.

Ароматические плодово-ягодные эссенции.

Лимонную, апельсиновую, мандариновую и вишневую эссенции используют для усиления аромата плодово-ягодного мороженого [31]. Молочно сливочное мороженое ароматизируют эссенцией из цитрусовых плодов. Эссенции изготовлены из соответствующих ароматических масел однократной, двукратной и четырехкратной концентрацией.

Ваниль.

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Это стручки вьющегося тропического растения, называемые ванильными палочками; содержит до 2,7% ванили, имеющего сильный аромат. Хранят ваниль в сухом прохлад месте.

Ванилин.

Это твердое кристаллическое вещество. Молекулярная масса его 152,6; водные растворы обладают кислой реакцией. Ванилин плавится при 80-81 °С, растворяется в горячей воде (1 :20); при 80 °С раствор прозрачный и бесцветный. Хорошо растворяется в спирте (2: 1), давая прозрачный раствор.

Хранят ванилин в чистом сухом помещении с относительной влажностью воздуха не выше 80%.

Спиртовой или водный раствор ванилина вносят в смесь мороженого, так же как и ванильную эссенцию, из расчета 0,1 г ванилина на 1 кг мороженого [32].

Пищевые красители.

В производстве мороженого для окрашивания изделий применяют красители, разрешенные министерством здравоохранения РФ. Из естественных красителей используют кармин, краситель пищевой, концентрированный из выжимок темных сортов винограда, соки съедобных плодов и овощей – клюквенный, смородиновый, свекольный и др.; из синтетических (искусственных) - индигокармин и тартразин.

Стабилизаторы.

Стабилизаторы - вещества, вводимые в смесь мороженого для улучшения его структуры и консистенции [33]. Они связывают часть свободной воды в смесях, увеличивают их вязкость, повышают взбиваемость смесей, что способствует формированию в мороженом более мелких кристаллов льда, лучшему сохранению исходной структуры продукта при резервировании, увеличивают сопротивляемость мороженого таянию.

В качестве стабилизаторов в производстве мороженого используют агар, агароид, альгинат натрия, желатин, крахмал пищевой и желирующий модифицированный, пшеничную муку, казеинат натрия.

1.1.3 Технология производства мороженого

Стадии технологического процесса.

Изготовление мороженого состоит из следующих стадий [34]:

- подготовка и смешивание сырья;
- пастеризация смеси;
- фильтрование смеси;
- гомогенизация смеси;
- охлаждение смеси;
- нормализация смеси;
- хранение смеси;
- фризирование смеси;

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- закаливание мороженого;
- хранение и упаковка.

Описание стадий технологического процесса

Смеси для молочного, сливочного мороженого и пломбира приготавливают в соответствии с технологической схемой 1.1. Сырье, предназначенное для приготовления мороженого, подготавливают, дозируют, смешивают. Смесь после фильтрования пастеризуют, повторно фильтруют, гомогенизируют, охлаждают и направляют на кратковременное хранение [31].

Для приготовления мороженого основных видов с различными наполнителями, в шоколадной глазури, оформленного кремом, предварительно необходимо подготовить соответствующие наполнители, глазурь и полуфабрикаты для оформления мороженого.

Для плодово-ягодного мороженого готовят отдельно плодово-ягодную и сахарную основы, которые смешивают перед пастеризацией. Полученную смесь пастеризации не подвергают.

Подготовка и смешивание сырья.

Молоко и сливки после анализа каждой цистерны или партии фляг на содержание жира и кислотность сохраняют в специальных охлаждаемых резервуарах при $t = 6^{\circ}\text{C}$, систематически контролируя кислотность [31].

При вскрытии ящиков, бочек и металлических банок с продуктами следят, чтобы в сырье не попали осколки стекла, стружка, гвозди, проволока, кусочки дерева и другие посторонние предметы.

Мешки с сыпучим сырьем осторожно распарывают по шву, а обрывки шпагата удаляют и собирают в специальный сборник. Остатки сырья удаляют с внутренней стороны легким встряхиванием предварительно вывернутых мешков, придерживая руками. Выбор рабочих сыпучих продуктов и смет на производство мороженого не используют. Продукты из мешков (сахар, муку) до внесения в заготовительную ванну переносят в производственную тару.

Воду или молоко для приготовления растворов стабилизаторов расходуют из общего количества, предусмотренного рецептурой [35].

Сырье по рецептуре для приготовления мороженого основных видов на молочной основе, предварительно взвешивают. Наиболее полное и быстрое растворение его достигается при $t = 35 \dots 45^{\circ}\text{C}$.

Компоненты смешивают в определенной последовательности. В смесильные ванны (с обогревом или без) заливают жидкие продукты (сгущенные сливки, цельное или обезжиренное сгущенное молоко), если они предусмотрены рецептурой. Затем вносят сухие продукты - сухие молочные продукты, сахар, стабилизатор и т.д. Сухие молочные и яичные продукты могут быть предварительно смешаны с частью сахара и добавлены к жидким компонентам.

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

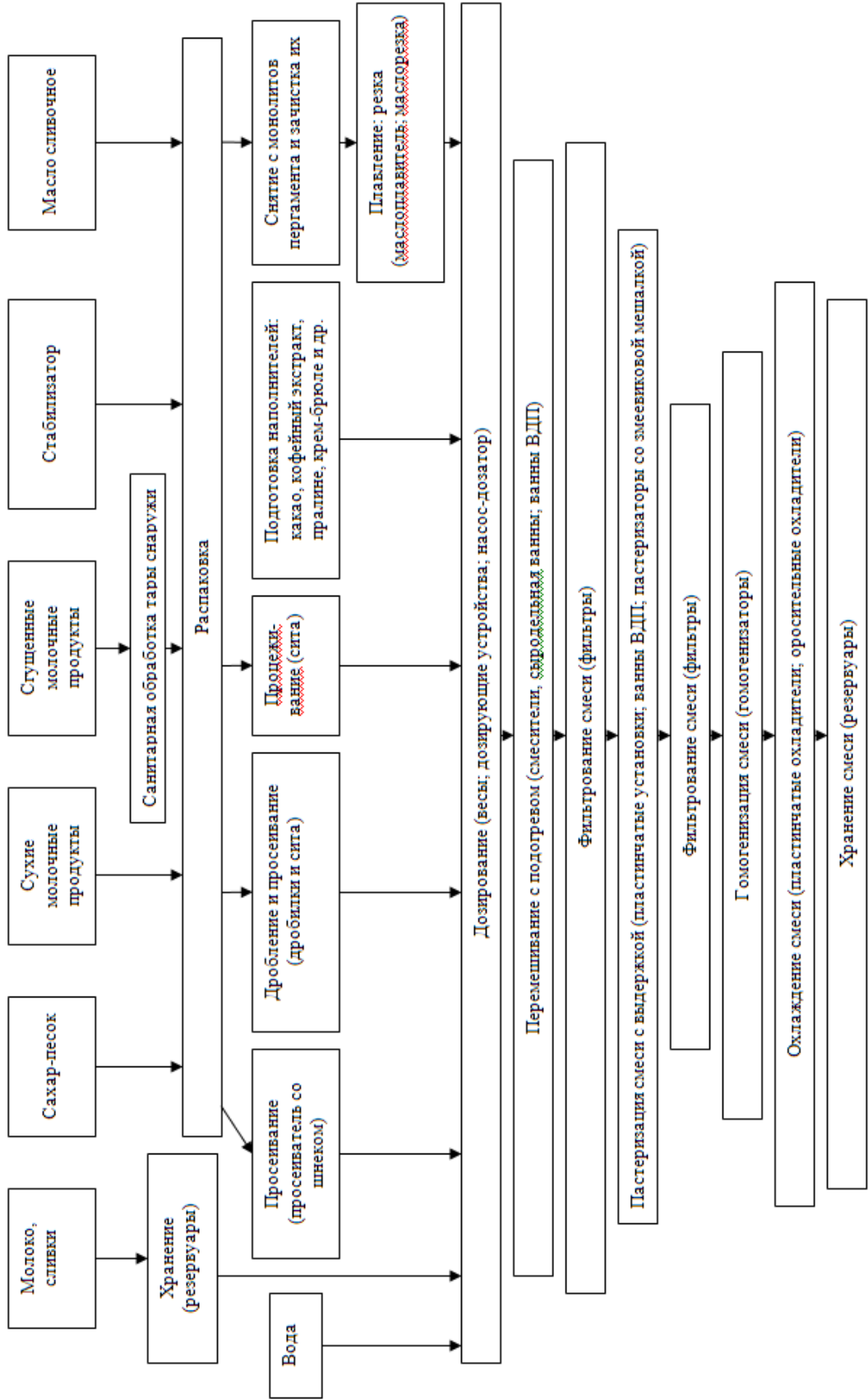


Рисунок 1.1 - Технологическая схема приготовления смесей для молочного, сливочного мороженого и пломбира

Сахар и муку до внесения в смесь необходимо просеять, а сахарный сироп, приготовленный отдельно, профильтровать. После тщательного перемешивания смесь из смесительной ванны направляют в пастеризатор.

Пастеризация смеси.

Пастеризация предназначена для уничтожения в смеси болезнетворных бактерий и снижения общего объема микрофлоры. В результате пастеризации достигается почти полное прекращение жизнедеятельности микроорганизмов. Однако возможно вторичное бактериальное обсеменение смеси, поэтому необходимо соблюдать все санитарно - гигиенические правила производства [34].

При пастеризации обязательно соблюдение соответствующих режимов - температуры пастеризации и продолжительности выдерживания смеси при этой температуре.

На предприятиях, вырабатывающих мороженое, смесь пастеризуют в аппаратах непрерывного действия - автоматизированных пластинчатых пастеризационно - охладительных установках, трубчатых пастеризаторах и пастеризаторах с вытеснительным барабаном, а также в аппаратах периодического действия - ванной со змеевиковой мешалкой, ванной с длительной пастеризацией, пароварочных котлах и т.п.

Фильтрация смеси.

Для удаления из смеси нараствовавшихся комочков сырья (сухого молока, стабилизаторов и т.д.) и возможных различных механических примесей ее фильтруют, используют для этой цели дисковые, плоские, пластинчатые, цилиндрические и другие фильтры. Фильтрующие материалы в фильтрах надо менять своевременно, не допуская скопления большого количества осадка. При отсутствии специальных фильтров смесь фильтруют через марлю, сложенную в несколько слоев [34].

Гомогенизация смеси.

После пастеризации и фильтрации жиросодержащие смеси гомогенизируют для раздробления жировых шариков с целью улучшения структуры мороженого. Гомогенизация смеси препятствует отстаиванию жира в процессе хранения смеси и образования комочков масла при фризировании, особенно в случае использования фризеров периодического действия.

Смеси гомогенизируют при температуре, близкой к температуре пастеризации, не допуская охлаждения смеси. Чем выше содержание жира в смесях, тем меньше давление, которое следует применять при гомогенизации. Оптимальное давление при гомогенизации зависит также от вида исходного сырья и конструкции гомогенизатора. Используют следующие давления гомогенизации (в МПа): для молочной смеси 12,5...15, сливочного 10...12,5 и для пломбирной 7,5...9.

С целью контроля эффективности гомогенизации смесей следует определять под микроскопом размеры жировых шариков до, и после

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

гомогенизации. Контроль качества гомогенизации можно осуществить также по методу ВНИМИ центрифугированием смеси.

Охлаждение смеси.

Сразу же после гомогенизации смесь охлаждают до температуры 2...6°C с целью создания неблагоприятных условий для жизнедеятельности и развития микроорганизмов, которые могут попасть в смесь после пастеризации. Охлаждение также необходимо для подготовки смеси к следующему процессу обработки [34].

Для охлаждения смесей используют автоматизированные пластинчатые пастеризационно - охлаждающие установки, пластинчатые и кожухотрубные охладители, трубчатые оросительные охладители открытого и закрытого типа, ванны ВДП, сливкосозревательные ванны и другое оборудование.

Смесь охлаждают вначале холодной водой, затем ледяной водой (температурой 1...2°C) или хладоносителями с более низкой температурой (рассол, водно-глицериновый раствор и др.). Желательно чтобы температура хладоносителя была в пределах -5...-7°C. При более низкой температуре хладоносителя происходит значительное загустевание смеси, нежелательное намерзание ее на поверхности охладителя, резкое снижение коэффициента теплоотдачи от смеси хладоносителю.

В процессе охлаждения смеси сборный желоб оросительного охладителя вносит ароматические вещества - ванилин, эссенция, а также раствор метилцеллюлозы (в случае выработки мороженого с использованием этого стабилизатора). При применении автоматизированных пластинчатых пастеризационно - охлаждающих установок, пластинчатых и кожухотрубных охладителей ванилин, эссенции, метилцеллюлозу вносят в резервуар или ванну для хранения смеси мороженого.

Нормализация смеси.

Приготовление смеси определяет содержание жира и общее содержание сухих веществ. Если анализы покажут, что состав смеси отклоняется от расчетного, то вычисляют какие составные части и в каком количестве нужно добавить к смеси. Эта операция носит название нормализации (стандартизации) смеси [34].

Хранение смеси.

Смесь для приготовления мороженого, после охлаждения и нормализации, направляют в специальные теплоизолированные резервуары с охлаждением или без него, а на небольших предприятиях чаще сливкосозревательные ванны для хранения до момента использования.

Хранение является обязательной стадией технологического процесса только для смесей мороженого, приготовленных из желатина. Такие смеси требуется выдерживать при температуре 2...4°C в течение 4...12 часов, при этом вязкость смеси повышается. Смесей хранят при температуре 2...6°C не более 24 часов, при температуре 0...4°C не более 48 часов. При этом должны

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

быть строго соблюдены санитарно-гигиенические режимы во избежание резкого увеличения бактериальной обсемененности.

Из емкости для хранения смесь поступает во фризерование.

Фризерование смеси.

Фризерование – основной процесс производства мороженого, при осуществлении которого происходит частичное замораживание и насыщение смесей воздухом, который в продукте распределяется в виде мельчайших пузырьков. В процессе фризирования смеси образуется структура мороженого, которая окончательно формируется при последующей обработке продукта [34].

Смесь фризуют в специальных аппаратах - фризерах непрерывного действия, а на небольших предприятиях, фризера периодического действия.

После достижения определенной температуры вода в смеси мороженого начинает превращаться в мельчайшие кристаллики льда. В результате в незамороженной части повышается концентрация растворения веществ и понижается температура замерзания. Вновь замерзает часть влаги, и вновь еще более понижается криоскопическая температура замерзания. Таким образом, процесс фризирования происходит при постепенно понижающейся температуре продукта. Формирующиеся в мороженом, в процессе пузырьки, их размеры, равномерность распределения, объемная доля воздуха в продукте также оказывают большое влияние на структуру и вкусовые достоинства мороженого.

Закаливание мороженого.

В производстве закаленного мороженого продукт после фризирования подвергают дальнейшему закаливанию, стараясь по возможности приблизить температуру мороженого к температуре камеры хранения (-18...-20°C) и ниже. Этот процесс следует проводить в максимально короткий срок, чтобы не допустить существенного увеличения кристаллов льда [36].

Для закаливания фасованного мороженого используют аппараты с воздушным или рассольным охлаждением.

Устройство и принцип действия линии

Машинно-аппаратурная схема линии производства мороженого представлена на рисунке 1.2.

Молоко и сливки взвешивают на весах 1 и направляют в бак 2. Насосом 3 молоко и сливки подаются на пластинчатый охладитель 4, затем поступают в резервуары 5 промежуточного хранения.

Смесь для мороженого составляют в ванне 7, снабженной паровой рубашкой, куда вначале насосом 6 подаются рассчитанные количества молока и сливок. Нормализованную смесь насосом 8 направляют на фильтр 9 для очистки ее от возможных механических примесей и нараствовавших компонентов. Затем она поступает в уравнильный бак 10 и насосом 11 направляется в секции регенерации, и затем пастеризации пластинчатой пастеризационно - охладительной установки.

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

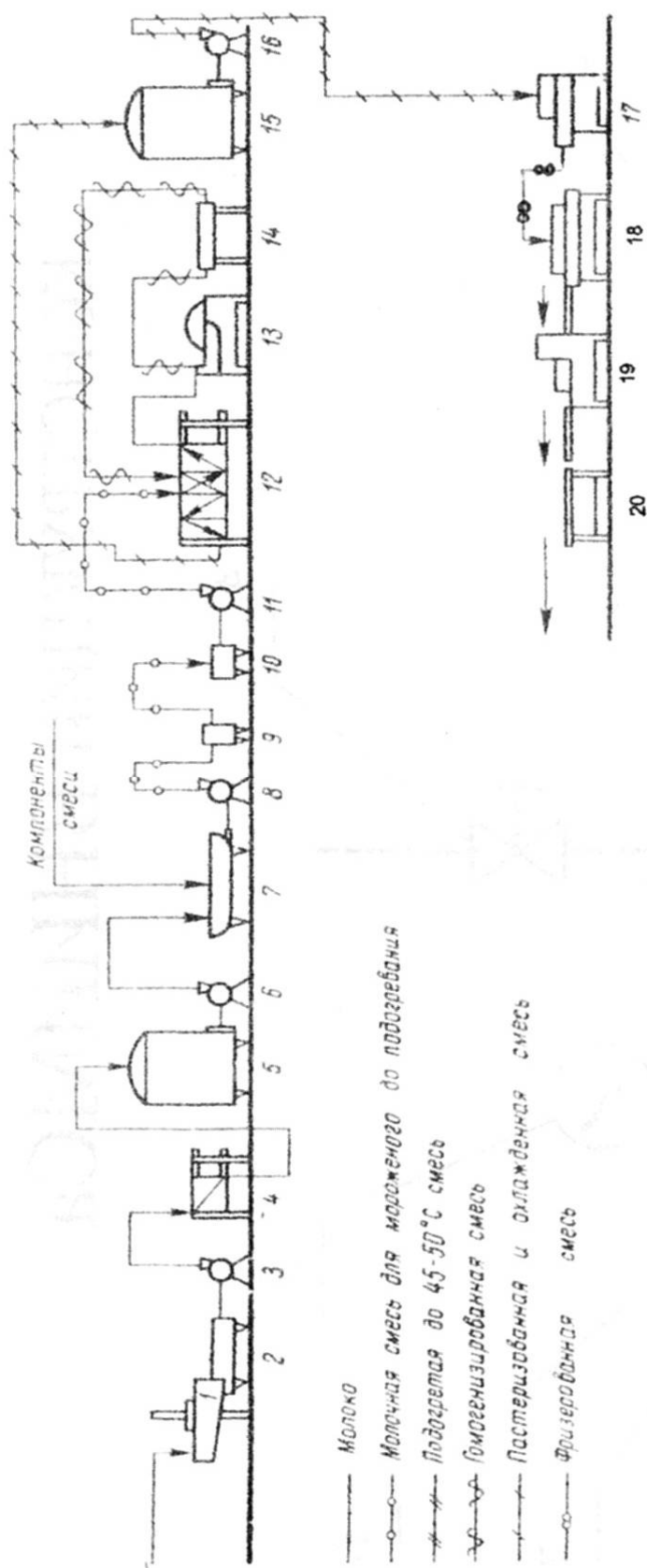


Рисунок 1.2 - Технологическая схема производства мороженого

1 - весы, 2 - бак, 3, 6, 8, 11, 16 - насосы, 4 - пластинчатый охладитель, 5, 15 - резервуары, 7 - ванна для составления смеси, 9 - фильтр, 10 - уравнительный бак, 12 - пластинчатая пастеризационно - охлаждающая установка,

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ОФБ 00.00.000 ПЗ

Лист

Нагретая молочная смесь подается в гомогенизатор 13 и далее в трубчатый выдерживатель 14. После выдержки молочная смесь снова поступает в секции регенерации, водяного и рассольного охлаждения пастеризатора. Охлажденная смесь направляется в резервуар 15 для кратковременной выдержки и затем насосом 16 подается во фризер 17.

Замороженная смесь после фризирования поступает в карусельный эскимогенератор 18, заверточный автомат 19 и стол 20 для укладки мороженого в ящики.

1.1.4 Продуктовый расчет

Рассчитать рецептуру на 1000 кг молочного мороженого (молочного жира 3,5 %; сахарозы 15,5 %; СОМО 10,0 %) из молока (жира 3,2 %; СОМО 8,1 %), сливок (жира 40,0 %; СОМО 4,8 %), сухого обезжиренного молока (СОМО 93,0 %), сахара-песка и желирующего крахмала 1,5 % (сухих веществ 80,0 %), ванилина.

Принимаем массу молока - 700 кг, с ним вносится молочного жира:

$700 \times 0,032 = 22,4$ кг, а недостающая масса жира составит:

$35,0 - 22,4 = 12,6$ кг, для восполнения которой потребуется:

$12,6 : 0,4 = 31,5$ кг сливок.

В молоке и сливках содержится СОМО:

$700 \times 0,081 + 31,5 \times 0,048 = 58,2$ кг

Недостающая масса СОМО составляет

$100 - 58,2 = 41,8$ кг, для восполнения которой потребуется:

$41,8 : 0,93 = 44,9$ кг сухого обезжиренного молока.

Общая масса сырьевых компонентов, включая массу сахара-песка (155 кг), желирующего крахмала (15 кг) и ванилина (0,10 кг), составит:

$700 \text{ кг} + 31,5 \text{ кг} + 44,9 \text{ кг} + 155 \text{ кг} + 0,10 \text{ кг} = 946,5 \text{ кг}.$

К смеси следует добавить питьевой воды:

$1000 - 946,5 = 53,5$ кг.

1.1.5 Операторная модель линии по производству мороженого

Проведем операцию объединения операций в свои совокупности – подсистемы. Это действие – системный синтез.

На рисунке 1.3 представлена операторная модель линии производства мороженого.

Для операторной модели приведены следующие обозначения:

А - подсистема получения упакованного продукта с заданными показателями качества, имеющая операторы:

І - упаковка продукта;

ІІ - замораживание мороженого в эскимогенераторе.

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В - подсистема получения основного продукта, которая включает в себя следующие операторы:

I - получение мягкого мороженого в фризере;

II - промежуточное хранение.

С - подсистема получения промежуточного продукта с заданными показателями качества, имеющая операторы:

I - выдерживание смеси;

II - пастеризация и гомогенизация смеси;

III - накопление продукта в питающем баке;

IV - фильтрация;

V - созревание смеси;

VI - промежуточное хранение.

В таблице 1.1 приведено деление оборудования на классы по морфологии технологических операций

Таблица 1.1 - Деление оборудования на классы операций

Позиция	Классы операций			
	1	2	3	4
Гомогенизатор		+		
Фризер		+		
Эскимогенератор			+	
Автомат заверточный		+		

Технологический поток относится ко второму классу, так как наименьшим является 2 класс операций.

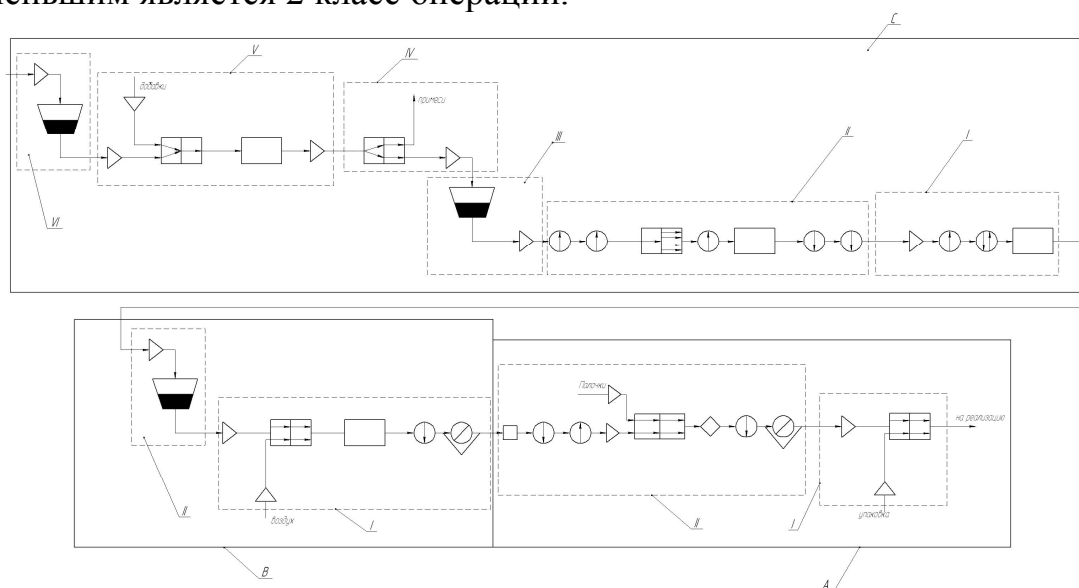


Рисунок 1.3 - Операторная модель линии производства мороженого

По виду связей между операциями технологический поток относится к потоку с полужесткой связью (рисунок 1.4). К нему относятся группы операций, имеющие жесткие связи внутри группы, но между собой эти группы имеют гибкие связи в виде операций хранения.



Рисунок 1.4 – Схема строения технологического потока

По виду связей ветвей технологический поток относится к неразветвленному.



Рисунок 1.5 – Схема формы технологического потока

1.2 Фризеры

Фризеры и морозильные аппараты являются основным оборудованием в производстве мороженого. Фризеры предназначены для частичного замораживания воды в подготовленных молочных смесях и насыщения их мелкодиспергированным воздухом, морозильные аппараты - для дальнейшего вымораживания воды из смеси мороженого и придания молочной смеси требуемой структуры. В морозильных аппаратах завершается процесс замораживания частично замороженной смеси после выхода ее из фризера.

При выработке мороженого с наполнителями в систему машин включают фруктопитатель, который устанавливается непосредственно за фризерами, перед морозильными аппаратами.

По способу работы фризеры подразделяют на фризеры периодического и непрерывного действия.

1.2.1 Фризер ОФА-М, периодического действия

Фризер ОФА-М (рисунок 1.6) является фризером периодического действия. Он состоит из станины 1 с приводом, цилиндра 2 с мешалкой, бачка для смеси 4, аккумулятора 10 аммиака, трубопроводов жидкого и газообразного аммиака.

Рабочей частью фризера является цилиндр 2, в которой взбивается и замораживается смесь мороженого. Внутри цилиндра расположена мешалка с взбивающим устройством и ножами. Цилиндр состоит из двух, помещенных один в другой. Наружный цилиндр представляет собой систему двух труб, сваренных посредством торцевых фланцев в неразъемный

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

блок. Внутренняя поверхность внутреннего цилиндра полужена оловом марки 02.

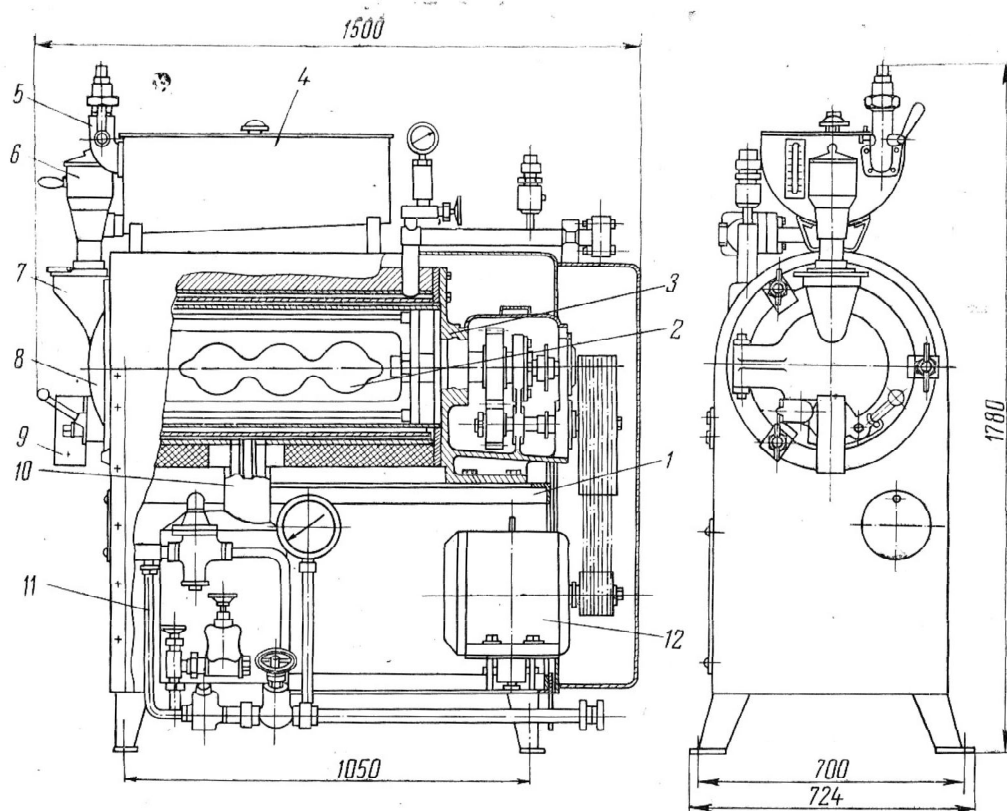


Рисунок 1.6 - Фризер ОФА-М

1 – станина, 2 – цилиндр с мешалкой, 3 – корпус привода, 4 – бачок для смеси, 5 – патрубок, 6 – кран, 7 – приемная воронка, 8 – передняя крышка, 9 – спускной кран, 10 – аккумулятор аммиака, 11 – трубопровод, 12 – электродвигатель

В пространстве между наружным и внутренним цилиндрами испаряется аммиак, поступающий из аккумулятора через нижний патрубок. Снаружи поверхность цилиндра покрыта слоем изоляционного материала. Приемная воронка 7 и спускной кран 9 расположены на передней крышке 8, укрепленной на фланце при помощи петель и трех зажимов. Между фланцем и крышкой находится резиновое уплотнение.

Литой чугунный корпус 3 привода мешалки одновременно является кронштейном для соединения цилиндра со станиной 1. Помещенный в корпусе приводной механизм рассчитан таким образом, что мешалка - взбиватель цилиндра вращается в одну сторону, а ножи в другую. Сверху на цилиндре укреплен мерная ванна с поплавковым регулятором для приема установленной порции смеси.

Станина, сваренная из уголков, является опорой машины. В нижней части станины 1 на плите установлен электродвигатель 12. Фризер устанавливается на фундаменте с уклоном 1:200 в сторону выпускного крана.

Смесь для мороженого температурой 2-5° С поступает через патрубок 5 в бачок 4. Когда получится порция в 20-30 кг, клапан автоматически перекрывает поступление смеси в ванну. Всю порцию смеси ручным краном 6 перепускают в цилиндр 2, где и проходит сбивание, насыщение воздухом и замораживание (3-10мин).

Готовое мороженое выпускается через спускной кран 9 в гильзы. В них мороженое идет на окончательное закаливание в холодильную камеру.

1.2.2 Фризер ХЭФ

Фризер ХЭФ (рисунок 1.7) является фризером с фреоновым охлаждением, периодического действия. В состав фризера ХЭФ входит еще и холодильный прилавок и автоматическая фреоновая холодильная установка.

Внутри станины располагается фризер 1 и его машинное отделение 2. Холодильный прилавок 3 присоединяется к фризеру и обслуживающему его машинному отделению.

Весь процесс охлаждения регулируется специальными автоматическими устройствами, расположенными внутри корпуса фризера и холодильного прилавка.

Фризер приводится в движение при помощи клиноременной передачи от электродвигателя 4.

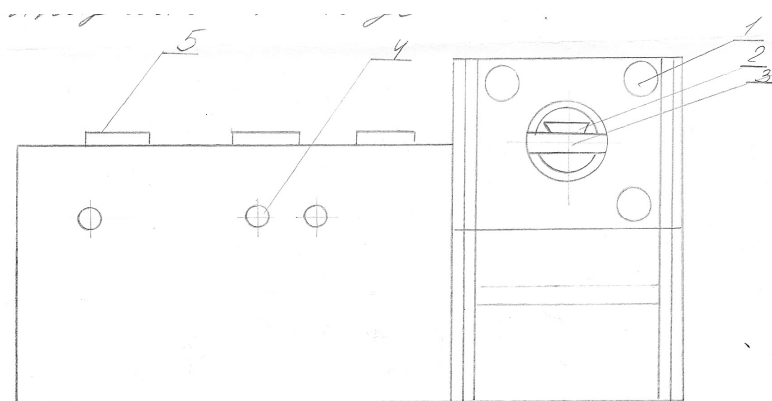


Рисунок 1.7 - Фризер ХЭФ

Компрессор 5 приводится в действие при помощи клиноременной передачи от электродвигателя, мощностью 1,5кВт. Цилиндрический блок фризера ХЭФ состоит из цилиндра, рубашки, передней крышки с загрузочной воронкой, разгрузочной задвижкой и мешалки. По сравнению с фризерами ОФМ и ОФА у фризера ХЭФ усовершенствована конструкция

передней крышки, загрузочной воронки, разгрузочной задвижки, крепления переднего конца вала мешалки.

Мешалка фризера одинарная (т.е. вращается в одну сторону), но особая конструкция её обеспечивает получение мороженого хорошей взбитости.

Компрессор вертикальный двухцилиндровый, одноступенчатый, холодопроизводительностью 3400 ккал/час; поверхность охлаждения конденсатора – 0,725 м². В качестве хладагента применяют фреон-12. Для одной зарядки фризера необходимо 15кг фреона.

Холодильный прилавок имеет 5 отсеков общим объемом 0,56м³, вмещающих 80кг мороженого. Отсеки закрываются сверху крышками. В прилавке устроен змеевиковый испаритель поверхностью охлаждения 2,5м².

Температура мороженого выгружаемого из фризера, составляет -4...-5°C. При этой температуре мороженое загружается в камеры прилавка. После закалки мороженого в камере, температура его достигает -15°C. Температура воздуха в прилавке поддерживается в пределах от -18 до -20°C.

1.2.3 Фризер с рассольным охлаждением ОФН-М

Фризер ОФН-М (рисунок 1.8) предназначен для взбивания и частичного замораживания мороженого при изготовлении его из сливочной, молочной, фруктовой и других смесей. Состоит из станины 1 с приводом, цилиндра 6 с мешалкой, бачка 7 для смеси.

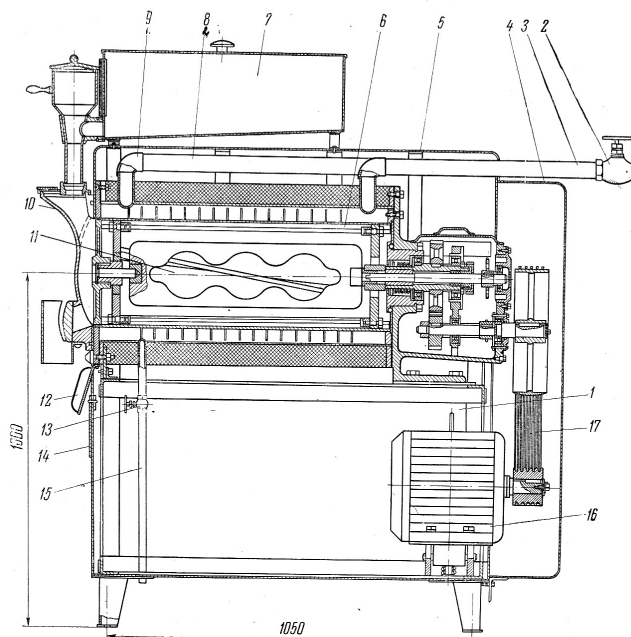


Рисунок 1.8 - Фризер ОФН-М

- 1 – станина, 2 и 13 – проходные краны, 3 и 8 – трубы, 4 – кожух,
5 – крышка, 6 – цилиндр, 7 – бачок для смеси, 9 – угольник,
10 – передняя крышка, 11 – мешалка, 12 – отражатель, 14 – диск,
15 – патрубок, 16 – электродвигатель, 17 – клиновой ремень

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Цилиндр с мешалкой является рабочей частью фризера, в которой взбивается и замораживания смесь. Он состоит из двух труб, помещенных одна в другую. На наружной стенке внутренней трубы приварена спираль, создающая винтообразный канал, по которому во время работы фризера проходит рассол. Поверхность внутренней трубы, соприкасающаяся с мороженым, лудят оловом марки 02. К наружной трубе приварены два патрубка для ввода и вывода рассола. Внутри цилиндра расположена мешалка 11 со взбивающим устройством и ножами.

Снаружи цилиндр покрыт слоем изоляционного материала. Приемная воронка и спускной кран расположены на передней крышке 10 цилиндра, укрепленной на фланце при помощи петель и трех зажимов. Между фланцем и крышкой находится резиновое уплотнение.

Сверху на цилиндре укреплена мерная ванна с поплавковым регулятором для приема установленной порции смеси. В нижней части станины на плите установлен электродвигатель 16. Холодный рассол подводят по трубопроводу, расположенному сбоку цилиндра.

Процесс получения мороженого из смеси не отличается от этого процесса при работе на фризере ОФА-М.

1.2.4 Фризер ОФИ непрерывного действия

Фризер непрерывного действия для мороженого ОФИ (рисунок 1.4) предназначен для взбивания и замораживания мороженого из сливочной, молочной и других смесей, кроме фруктовой. Фризер работает по принципу непрерывного фризирования под давлением при принудительной подачи смеси и воздуха во фризер и выдаче мороженого.

Техническая характеристика

Производительность, кг/ч	350-400
Электродвигатель:	
тип	A052-4
мощность, кВт	7
частота вращения, об/мин	1440
Частота вращения, об/мин	
мешалки	510
насоса I ступени	91-237
насоса II ступени	304-793
Давление, при котором открывается предохранительный клапан, кг/см ²	8
Хладагент	аммиак
Емкость аккумулятора аммиака, л	37
Температура смеси, поступающей во фризер, °С	не выше +6

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Емкость бочка для смеси, л	25
Давление смеси, кг/см ²	5
Температура мороженого, выходящего из фризера, °С	-5...-3
Взбитость готового мороженого, %	50-100
Габаритные размеры фризера, мм	
длина	2140
ширина	850
высота	1547
Вес, кг	1350

Фризер (рисунок 1.9) состоит из станины с приводом, цилиндра с мешалкой, двух шестеренных насосов, бака для смеси, выпускного устройства, аккумулятора аммиака и трубопроводов жидкого и газообразного аммиака.

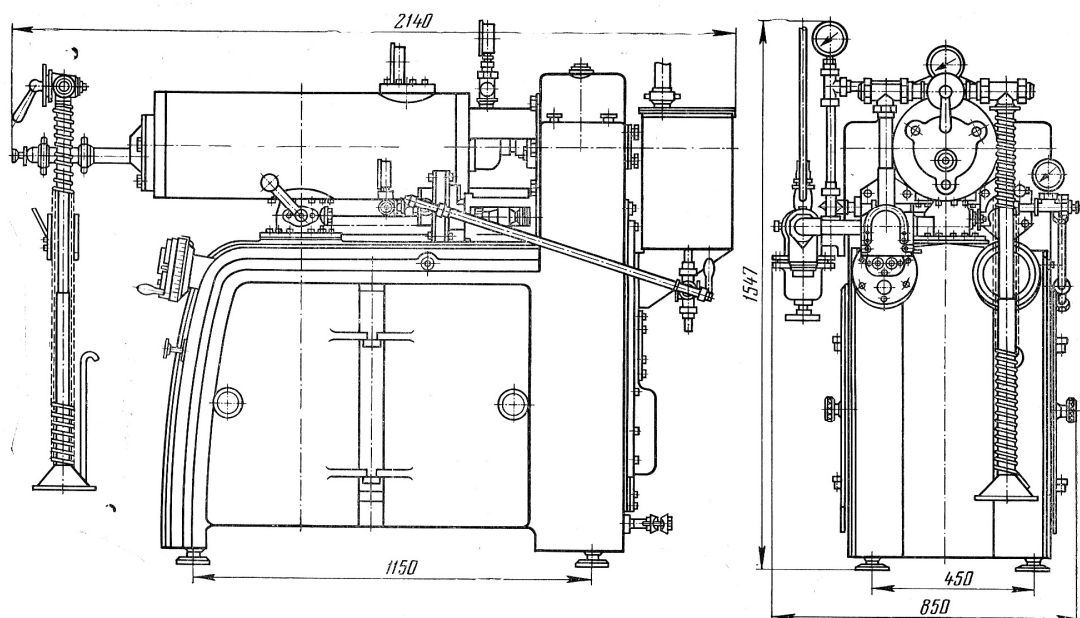


Рисунок 1.9 - Фризер ОФИ

Чугунная литая станина имеет картер, в котором находится система цепных передач. В крышке картера укреплен кронштейн, на котором установлен бак для смеси. Привод осуществляется от электродвигателя через вариатор скоростей, размещенный внутри передней части станины.

Рабочей частью фризера является цилиндр с мешалкой, в котором смесь мороженого взбивается и замораживается. Цилиндр расположен горизонтально. Он состоит из внутреннего цилиндра и блока рубашек.

Внутренний цилиндр представляет собой трубу из стали Ст 20 с беспористым хромированием поверхности. К торцу приварен фланец для соединения с блоком рубашек.

					ОФБ 00.00.000 ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			

Блок рубашек неразъемный. Он состоит из двух труб, сваренных посредством концевых фланцев. Между наружным и внутренним цилиндрами образуется пространство, в котором циркулирует аммиак, поступающий в блок рубашек через нижний патрубок. Поверхность блока рубашек покрыта слоем термоизоляционного материала и кожухом из полированной нержавеющей стали.

Внутри цилиндра расположена мешалка с взбивающим устройством и ножами. Корпус мешалки соединен с приводом посредством предохранительной латунной шпильки, которая при перемораживании смеси должна срезаться, чтобы предохранить машину от поломки.

Два шестеренных насоса установлены на кронштейнах, прикрепленных к станине в задней части цилиндра. Привод насосов осуществляется через колодочно-ременный вариатор, помещенный внутри станины.

Аммиачная система охлаждения состоит из аккумулятора, предохранительных и регулирующих устройств.

Перед аккумулятором расположен поплавковый вентиль 4, регулирующий уровень аммиака в аккумуляторе и создающий условия для равномерного залива рубашки цилиндра жидким аммиаком. После заполнения аккумулятора до нормального уровня аммиак в систему охлаждения поступает только через инжектор. Выходя из узкого сопла инжектора, струя аммиака увлекает за собой аммиак из аккумулятора и через вертикальную трубу подает его в охлаждающую рубашку.

На рисунке 1.10 представлена технологическая схема фризера ОФИ. Готовая смесь мороженого, предварительно гомогенизированная и охлажденная до 6°C , поступает из танка в приемный бачок 1 с поплавковым клапаном 2, поддерживающим постоянный уровень смеси. Шестеренным насосом первой ступени 5 смесь подается на насос второй ступени 6. Вследствие большей производительности насоса второй ступени в линии между насосами образуется вакуум.

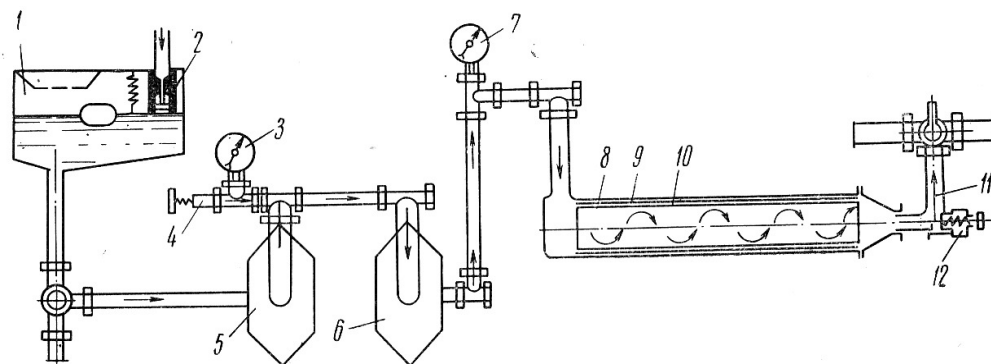


Рисунок 1.10 - Технологическая схема работы фризера ОФИ

- 1 – приемный бачок, 2 – поплавковый клапан, 3 – мановакуумметр,
4 – воздушный клапан, 5 – насоса первой ступени, 6 – насос второй ступени,
7 – манометр, 8 – цилиндр, 9 – взбивающее устройство с ножами,
10 – мешалка, 11 – выпускной патрубок, 12 – клапан противодействия

Через воздушный клапан 4, установленный на этой линии, насос второй ступени засасывает воздух и насыщенную воздухом смесь подает в цилиндр 8. Смесь, соприкасаясь со стенками цилиндра, охлаждается за счет испарения аммиака в окружающей цилиндр рубашке.

Внутри цилиндра 8 расположена мешалка 10 со взбивающим устройством 9 и ножами, снимающими с поверхности намерзающий слой смеси, которая выходит под давлением насоса второй ступени из цилиндра через выпускной патрубок 10.

Для измерения давления смеси во фризере установлен манометр. По показаниям установленного в линии между насосами мановакуумметра 3 определяют степень насыщения смеси воздухом (взбилось).

1.2.5 Фризер Б6-ОФ2-Ш

Фризер для мороженого марки Б6-ОФ2-Ш предназначен для приготовления мороженого по ОСТ 49156-80.

Приготовление мороженого происходит путем охлаждения, насыщения воздухом, взбивания и замораживания молочной, сливочной, пломбирной, плодово-ягодной и ароматической исходных смесей без наполнителей и с наполнителями.

Область применения фризеров – фабрики мороженого, хладокомбинаты и цеха мороженого молочных заводов, имеющие многократную циркуляционную систему охлаждения жидким аммиаком.

Фризер должен эксплуатироваться в закрытом взрывобезопасном помещении при температуре окружающей среды от +1 до 35°C и относительной влажности 65% при 20°C.

Техническая характеристика

Производительность техническая при 100% взбитости кг/л,	350
Количество цилиндров, шт.	1
Площадь поверхности охлаждения, м ²	0,5
Максимальная температура исходной смеси °С,	+6
Максимальная температура мороженого °С,	-5
Взбитость мороженого %,	от 40 до 100
Рабочее давление аммиака, на входе во фризер, кПа (кг/см ²),	250(2,5)
Температура кипения аммиака °С,	от -35 до -45
Напряжение силовой цепи, В	380
Частота тока, Гц	50
Габаритные размеры, мм, не более	
длина	2055
ширина	1170
высота	1630
Занимаемая площадь, м ² не более	1,74
Масса, кг	900

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Установленный срок службы до капитального ремонта, лет не менее 3

Устройство и принцип работы.

Фризер (рисунок 1.11) состоит из следующих основных сборочных единиц: станины 1, цилиндра 2, насосов 8, электрооборудования и приводов.

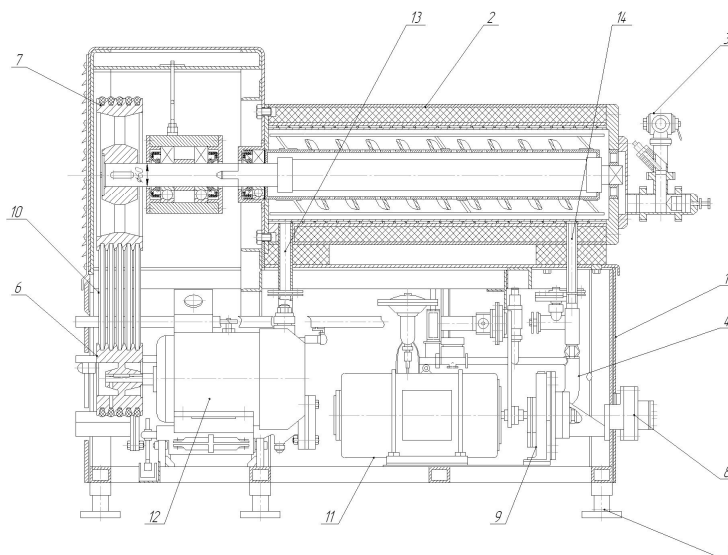


Рисунок 1.11 Фризер Б6-ОФ2-Ш

Цилиндр является основным рабочим органом фризера, где происходит взбивание и замораживание смеси мороженого. Он состоит из внутреннего цилиндра, рубашки, внутри которой происходит взбивание и замораживание.

Рубашка фланцем крепится к вертикальной части корпуса, а кронштейном опирается на его горизонтальную часть.

Подвод аммиака к рубашке осуществляется через патрубок 13. Пройдя вдоль цилиндра по винтовой линии, образованной шнеком, аммиак отводится через патрубок 14.

Внутри цилиндра расположена мешалка с взбивающим устройством и ножами. Ножи при вращении мешалки прижимаются к внутренней поверхности цилиндра и снимают с нее намерзший слой смеси.

Вращение мешалки производится от двигателя через клиноременную передачу и вал, который имеет соединение с мешалкой. Мешалка поддерживается скобой, неподвижно закрепленной на передней крышке цилиндра.

Подача смеси в цилиндр осуществляется через крышку, а выход готового мороженого через патрубок в крышке. Подача смеси из бака в цилиндр осуществляется двумя переменными насосами, приводимые от электродвигателя через редуктор.

Насосы крепятся к редуктору на кронштейнах 9. Насос состоит из ведущего вала и ведомого вала, двух шестерен, установленных в корпусе. Цапфы валов опираются на втулки, расположенные в крышках.

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

Фризеры являются основным оборудованием в линии производства мороженого. Фризер задает темп производительности всей линии. Он предназначен для частичного замораживания воды в подготовленных молочных смесях и насыщения их мелкодиспергированным воздухом. В зависимости от вида мороженого и конструкции фризера в лед переходит 25...60% воды, а объем молочной смеси вследствие аэрации увеличивается примерно в два раза. Фризеры бывают непрерывного и периодического действия. Важнейшими узлами фризера являются рабочий цилиндр, который с внешней стороны охлаждается, а также система охлаждения рабочего цилиндра к подаче продукции в него. Система охлаждения бывает аммиачной, фреоновой или рассольной, обеспечивающей охлаждение продукта до температуры $-3...-5^{\circ}\text{C}$. Система подачи продукта осуществляет выпуск в рабочий цилиндр вместе с продуктом также и воздух для насыщения им продукта.

В рассматриваемой линии производства мороженого установлен фризер с фреоновым охлаждением TF400. Данный фризер имеет производительность до 400 кг/ч при высокой степени взбитости смеси до 120%.

В ходе литературно – патентного обзора была предложена модернизация, направленная на увеличение производительности. С технической точки зрения данная модернизация заключается в следующем.

В морозильном цилиндре установлен перфорированный вал взбивателя, получающий движения от электропривода, внутри которого со смещением установлен неподвижный вал. Задача данного вала заключается в продавливание поступающей во вращающийся вал взбивателя смеси в отверстия перфорации. Однако степень вдавливания смеси недостаточна, в связи, с чем было предложено заменить неподвижный вал с сечением в виде круга на вал в сечении – лопасть, обращенной под углом 120° к внутренней поверхности вала взбивателя. Это позволит увеличить степень вдавливания смеси, не уменьшая процент насыщенности смеси, тем самым увеличив производительность фризера.

Однако увеличив производительность, за счет увеличения скорости продвижения смеси, неизбежно увеличится расход хладоносителя, что приведет к дополнительным затратам. В связи, с чем была предложена вторая модернизация, заключающаяся в установке внутри рубашки цилиндра винтовой наливки. Это позволит увеличить количество холода отдаваемого хладоносителем. В конечном итоге данная модернизация приведет к снижению расхода хладоносителя до первоначальных значений.

Данные модернизации позволят увеличить производительность фризера на 5 %, оставляя без изменений расход хладоносителя.

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3 ОПИСАНИЕ И РАСЧЕТ ОБОРУДОВАНИЯ

3.1 Описание фризера TF400

Фризер TF400 (рисунок 3.1) применяется на фабриках по производству мороженого, хладокомбинатах и цехах мороженого молочных заводов.

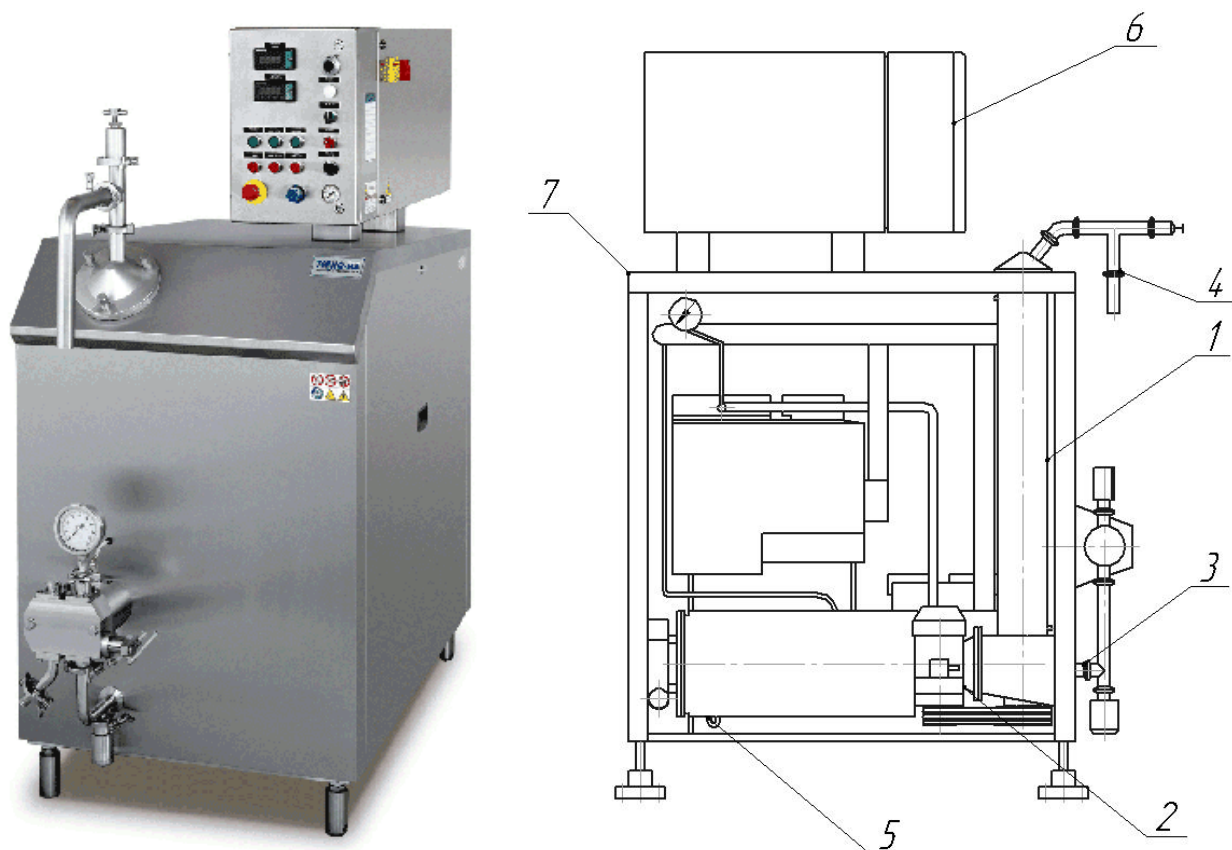


Рисунок 3.1 - Общий вид фризера TF400

Приготовление мороженого происходит путем охлаждения, насыщения воздухом, взбивания и замораживания молочной, сливочной, пломбирной, плодово-ягодной и ароматической исходных смесей без наполнителей и с наполнителями.

Фризер должен эксплуатироваться в помещении при температуре окружающей среды от $+4$ до $+40^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности 90% при 20°C .

Техническая характеристика

Производительность по мороженому, кг/ч	100-400
Входная температура мороженого, $^{\circ}\text{C}$	$+4$
Температура мороженого на выходе, $^{\circ}\text{C}$	$-5,5 \dots -8$
Взбитость, %	120%
Хладагент	R22

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Мощность привода взбивающего механизма фризера, кВт	3
Мощность привода насоса воздух-смесь, кВт	0,75
Мощность привода Холодильный компрессор, кВт	5,5
Напряжение сети, В	380
Частота тока, Гц	50
Габаритные размеры, мм, не более	2055
длина	1170
ширина	1630
высота	
Масса, кг	540

Устройство и принцип работы.

Фризер состоит из следующих основных сборочных единиц: морозильный цилиндр 1 с устройством ввода и вывода смеси 3 и 4 соответственно, привода вала взбивателя 2, на индивидуальной раме с устройством натяжения ременной передачи, установленной на общей раме 7, пульта управления 6 и конденсатора 5.

Особенностью данного фризера является то, что на общей раме установлен не только морозильный цилиндр и насос с приводом для подачи смеси, но и в отличие от других фризеров, смонтирована автономная фреоновая система включает охлаждательный контур, рефрижерацию, испарение и конденсацию.

Морозильный цилиндр является основным рабочим органом фризера, где происходит взбивание и замораживание смеси мороженого. Он состоит из внутреннего цилиндра с рубашкой, внутри которой циркулирует хладагент– фреон.

Рубашка фланцем крепится к вертикальной части корпуса, а нижней частью крепится к основанию подшипникового узла, на котором также смонтирован привод на раме. Этим основанием цилиндр снизу крепится к общей раме.

Внутри цилиндра расположен перфорированный вал взбивателя с ножами. Ножи при вращении вала прижимаются к внутренней поверхности цилиндра и снимают с нее намерзший слой смеси.

Вращение вала производится от двигателя через клиноременную передачу. Внутри вала взбивателя расположен неподвижный вал, необходимый для взбивания смеси и ее выталкивания через отверстия перфорации вала взбивателя в рабочую камеру.

Подвод фреона к рубашке осуществляется через патрубок, расположенный внизу. Пройдя вдоль цилиндра, отводится через патрубок.

Подача смеси в цилиндр осуществляется через отверстие в вале взбивателя, а выход готового мороженого через патрубок в крышке. Подача смеси из бака в цилиндр осуществляется насосом, приводимым в движение от электродвигателя через редуктор.

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Насос крепится к редуктору на кронштейнах. Насос состоит из ведущего вала и ведомого вала, двух шестерен, установленных в корпусе. Цапфы валов опираются на втулки, расположенные в крышках.

В ходе литературного обзора был выявлен потенциал фризера с точки зрения увеличения его производительности.

Модернизация заключается в следующем.

Предложено заменить неподвижный вал, установленный внутри вала взбивателя с сечением в виде круга на вал в сечении – лопасть, обращенной под углом 120° к внутренней поверхности вала взбивателя. Это позволит увеличить степень вдавливания смеси, то есть скорость прохождения смеси вдоль цилиндра, не уменьшая процент насыщенности смеси, тем самым увеличив производительность фризера (рисунок 3.2).

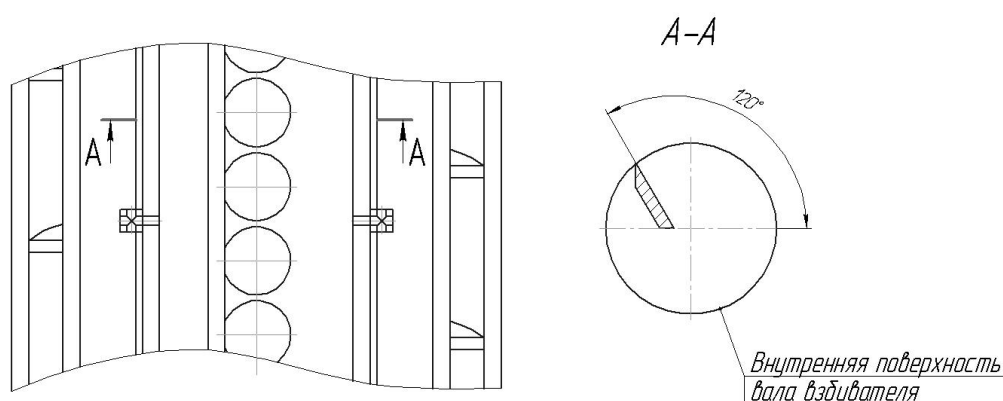


Рисунок 3.2 – Морозильный цилиндр

Однако увеличив производительность, за счет увеличения скорости продвижения смеси, неизбежно увеличится расход хладоносителя, что приведет к дополнительным затратам. В связи, с чем была предложена вторая модернизация, заключающаяся в установке внутри рубашки цилиндра винтовой навивки. Это позволит увеличить время нахождения хладоносителя в рубашке, то есть увеличить количество холода отдаваемого хладоносителем. В конечном итоге данная модернизация приведет к снижению расхода хладоносителя до первоначальных значений.

Данные модернизации позволят увеличить производительность фризера на 5 %, оставляя без изменений расход хладоносителя.

4 РАСЧЕТ ОБОРУДОВАНИЯ

4.1 Расчет производительности фризера

Основные расчеты фризеров базируются на экспериментальных данных. Минимальная частота вращения мешалки и ножей определяется по формуле

$$n_{\min} = 79 / \sqrt{R}, \text{об / мин}, \quad (4.1)$$

где R - внутренний радиус морозильного цилиндра, м,

$$n_{\min} = 79 / \sqrt{0,031} = 448$$

Принимаем частоту вращения мешалки и ножей 450 об/мин.
Объем морозильного цилиндра определяется по формуле

$$V_{\text{ц}} = \pi \cdot R^2 \cdot l, \text{м}^3, \quad (4.2)$$

где l - длина морозильного цилиндра, м,

$$V_{\text{ц}} = 3,14 \cdot 0,031^2 \cdot 0,9 = 0,0027$$

Производительность фризера определяется по формуле

$$M = \frac{4 \cdot m \cdot \delta \cdot n \cdot 2\pi \cdot l \cdot \rho \cdot R}{\Phi_n \cdot \Phi_p \cdot 60}, \text{кг / с}, \quad (4.3)$$

где m -число ножей,

δ - толщина срезаемого слоя, $\delta = 20 \text{ мкм}$,

n - частота вращения ножей, об/мин,

ρ - плотность мороженого, кг/м^3 ,

Φ_n - коэффициент неравномерности, $\Phi_n = 1,1 - 1,2$,

Φ_p - коэффициент распределения массы мороженого вдоль цилиндра, $\Phi_p = 1,2 - 1,9$,

$$M = \frac{4 \cdot 2 \cdot 20 \cdot 10^{-6} \cdot 450 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 0,9 \cdot 650 \cdot 0,031}{1,1 \cdot 1,2 \cdot 60} = 0,104$$

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Исходя из полученной производительности с учетом рекомендаций по предлагаемым потерям, можно рассчитать расход холода, а затем и энергии на производство необходимого количества мороженого. При этом необходимо учитывать, что модернизация позволит увеличить производительность на 5%, то есть производительность фризера составит в среднем 420 кг/ч.

Расход холода

$$Q = Q_{np} + Q_{mex} + Q_n, \text{ Дж} / \text{с} \quad (4.4)$$

где Q_{np} - расход холода на охлаждение смеси мороженого и замораживания влаги при фризеровании, Дж/с, находится по формуле

$$Q_{np} = M \cdot [C_{см} \cdot (t_{см} - t_{кр}) + C_m \cdot (t_{кр} - t_m) + 33,5 \cdot W_v \cdot W_l] \text{ Дж} / \text{с}, \quad (4.5)$$

где M - производительность фризера, кг/с,
 $t_{см}$ - начальная температура смеси, °С,
 $t_{кр}$ - криоскопическая температура смеси, °С,
 t_m - температура мороженого при выгрузке из фризера, °С,
 W_v - содержание воды в смеси, %,
 W_l - содержание замороженной воды, %,
 $C_{см}$ - удельная теплоемкость смеси, Дж/(кг·с),
 C_m - удельная теплоемкость мороженого, Дж/(кг·с),

До модернизации

$$\begin{aligned} Q_{np} &= 0,111 \cdot [3260 \cdot (6 - (-2,4)) + 2931 \cdot ((-2,4) - (-7)) + 33,5 \cdot 70 \cdot 65] = \\ &= 21476,8 = 21,5 \text{ кДж} / \text{с} \end{aligned}$$

После модернизации

$$\begin{aligned} Q_{np} &= 0,116 \cdot [3260 \cdot (6 - (-2,4)) + 2931 \cdot ((-2,4) - (-7)) + 33,5 \cdot 70 \cdot 65] = \\ &= 22550 = 22,55 \text{ кДж} / \text{с} \end{aligned}$$

Q_{mex} - расход холода на компенсацию тепловыделения от работы мешалки и ножей, Дж/с, определяется по формуле

$$Q_{\text{мех}} = \varphi \cdot N, \text{Дж} / \text{с}, \quad (4.6)$$

где φ - коэффициент, показывающий какая часть механической энергии превратилась в тепловую, $\varphi = 0,7$

N - мощность на валу мешалки, Вт

$$Q_{\text{мех}} = 0,7 \cdot 3000 = 2100 = 2,1 \text{кДж} / \text{с}$$

Q_n -потери холода (20% от $Q_{\text{пр}}$),

Расход холода до модернизации

$$Q = 21,5 + 2,1 + 0,2 \cdot 21,5 = 27,9 \text{кДж} / \text{с}$$

Расход холода после модернизации

$$Q = 22,55 + 2,1 + 0,2 \cdot 22,55 = 29,16 \text{кДж} / \text{с}$$

То есть применение данной модернизации ведет к увеличению расхода холода, необходимого для процесса замораживания смеси и как следствие к увеличению расхода хладагента – фреона. Но это и понятно для того чтобы в единицу времени замораживать на 5% больше смеси от исходного количества необходимо больше холода, как показал расчет на 6%. С другой стороны это не выгодно с точки зрения экономики.

Принимая это во внимание, была предложена вторая модернизация, заключающаяся в установке внутри рубашки винтовую спираль, которая позволит увеличить время нахождения хладоносителя в рубашке и, как следствие количество «холода», отданного им продукту.

Время нахождения фреона в рубашке морозильного цилиндра можно определить по формуле

$$\tau = \frac{S}{V}, \text{с}, \quad (4.7)$$

где S - путь, пройденный внутри рубашки, фреоном, м,

V - скорость фреона в рубашке, м/с

До модернизации путь, пройденный внутри рубашки, фреоном составлял длину морозильного цилиндра, то есть 0,9 м, после модернизации путь его величина составляет 3м, то есть в 3,3 раза больше. Так как разница между количеством необходимого «холода» на замораживание смеси до и после модернизации составляет 6%, а время нахождения фреона в рубашке

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

увеличится в 3,3 раза при той же скорости его подачи, можно с уверенностью сказать, что предложенная модернизация позволит сохранить расход фреона на прежнем, до модернизации, уровне.

Расход фреона определяем по формуле

$$A = Q / r, \text{ кг / с}, \quad (4.8)$$

где r - удельная теплота парообразования фреона, кДж/кг

$$A = 29,16 / 233,7 = 0,12$$

Количество смеси мороженого, единовременно находящиеся во фризере непрерывного действия

$$M_p = V \cdot \frac{\rho_{см}}{1 + \frac{B}{100}}, \text{ кг}, \quad (4.9)$$

где V - объем кольцевого пространства для мороженого, м³,

$$M_p = 0,0065 \cdot \frac{600}{1 + \frac{6}{100}} = 0,37$$

Продолжительность фризирования определяется по формуле

$$\Theta_\phi = \frac{M \cdot [C_m \cdot (t_{см} - t_{кр}) + C_m \cdot (t_{кр} - t_m) + 33,5 \cdot W_v \cdot W_l]}{[F_{м.ср.} \cdot k_{усл.} \cdot (t_{м.ср.} - t_{хл.}) - (N_p + Q_n \cdot l_n)]}, \text{ с}, \quad (4.10)$$

$$\Theta_\phi = \frac{0,0989 \cdot [3260 \cdot (6 - (-2,4)) + 2931 \cdot ((-2,4) - (-9)) + 33,5 \cdot 70 \cdot 65]}{[60 \cdot 1,6 \cdot ((-3,7) - (-4,5)) - (18500 + 500)]} = 890$$

4.2 Кинематический расчет привода вала взбивателя

Кинематическая схема привода вала взбивателя фризера TF400 представлена на рисунке 4.1.

Определяем передаточные отношения привода.

Так как привод состоит из одной ременной передачи, то общее передаточное отношение привода при частоте вращения входного вала привода $n_1 = n_{дв.}$ Будет равно передаточному отношению ременной передачи

$$i(\text{общ.}) = i(\text{рем.}) = z_2 / z_1 \quad (4.11)$$

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где z_1 – диаметр ведущего шкива ременной передачи, мм,
 z_2 - диаметр ведомого шкива ременной передачи, мм,

$$i(\text{общ.}) = i(\text{рем.}) = 200 / 90 = 2,22$$

$$n_1 = n_{\text{дв.}} = 1000 \text{ об/мин}$$

Тогда частота вращения вала взбивателя будет равна

$$n_2 = n_1 / i(\text{рем.}),$$

где $n_{\text{дв.}}$ – частота вращения вала электродвигателя, об/мин.,

$$n_2 = 1000 / 2,22 = 450$$

$$n_3 = n_2 = 450 \text{ об/мин}$$

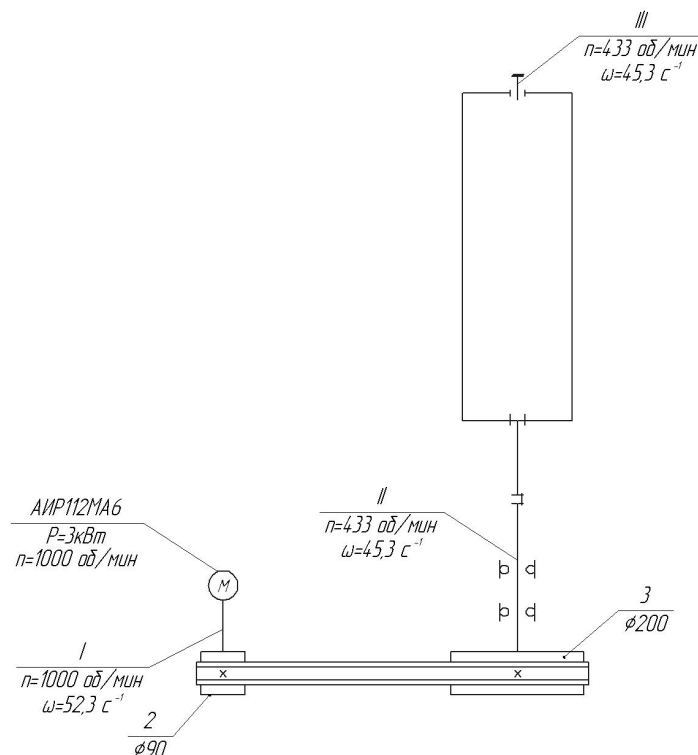


Рисунок 4.1 - Кинематическая схема привода
 вала взбивателя

Определяем угловые скорости валов

$$\omega_1 = \pi * n_1 / 30, \text{ рад/с} \quad (4.12)$$

$$\omega_1 = 3,14 * 1000 / 30 = 104,7$$

$$\omega_2 = \omega_1 / i(p) = 104,7 / 2,22 = 47,2 \text{ рад/с}$$

$$\omega_3 = \omega_2 = 47,2 \text{ рад/с}$$

Определяем мощности на валах привода

$$\begin{aligned} P_1 &= P_{\text{дв}} = 3, \text{ кВт} \\ P_2 &= P_1 * \eta(p) * \eta(\pi), \text{ кВт} \end{aligned} \quad (4.13)$$

$$\begin{aligned} P_2 &= 3 * 0,96 * 0,99 = 2,88 \\ P_3 &= P_2 * \eta(\text{муф}) * \eta(\pi), \text{ кВт} \\ P_3 &= 2,88 * 0,98 * 0,99 = 2,8 \text{ кВт} \end{aligned} \quad (4.14)$$

Определяем моменты на валах привода.

Определяем крутящий момент T_i , Н•м, на каждом валу привода

$$T_i = \frac{9550 \cdot P_i}{n_i}, \text{ Н} \cdot \text{м}, \quad (4.15)$$

$$T_{\text{дв.}} = \frac{9550 \cdot 3}{1000} = 28,65,$$

$$T_1 = \frac{9550 \cdot 2,88}{450} = 61,12$$

$$T_2 = \frac{9550 \cdot 2,8}{450} = 59,4,$$

Определяем максимальные моменты при перегрузках на валах

$$\begin{aligned} T_{i\text{max}} &= T_i * 1,4, \text{ Н} \cdot \text{м} \\ T_{\text{дв max}} &= 28,65 * 1,4 = 40,11 \\ T_{1\text{max}} &= 61,12 * 1,4 = 85,6 \\ T_{2\text{max}} &= 59,4 * 1,4 = 83,16 \end{aligned} \quad (4.16)$$

Результаты кинематических расчетов сводим в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 - Результаты кинематических расчетов

№ вала	Крутящий момент, Н*м	Частота вращения, об/мин	Угловая скорость, рад\сек	Мощность, кВт
1	28,65	1000	104,7	3
2	61,12	450	47,2	2,88
3	59,4	450	47,2	2,8

4.3 Расчет клиноременной передачи

На рисунке 4.2 представлена схема клиноременной передачи, передающей крутящий момент с вала электродвигателя на промежуточный вал № II.

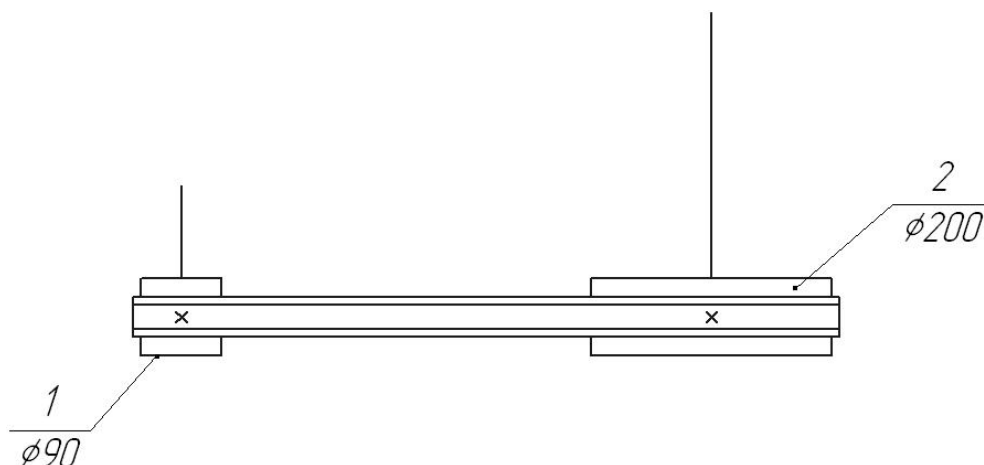


Рисунок 4.2 - Схема клиноременной передачи
Необходимые данные для проектирования клиноременной передачи

$P = 3$ кВт – расчетная передаваемая мощность

$i = \frac{n_2}{n_1} = 2,22$ - передаточное отношение;

n_2 - частота вращения ведущего шкива.

n_1 - частота вращения ведомого шкива.

Диаметр меньшего шкива определяют по эмпирической формуле

$$d \approx (3 \div 4) \sqrt[3]{T_1}, \text{ мм} \quad (4.17)$$

где T_1 - вращающий момент, $H \cdot \text{мм}$

$$d = 3 \cdot \sqrt[3]{28650} = 39 \text{ мм}$$

Полученный результат округляем до стандартного значения по ГОСТ 17383-73, $d_1 = 90$, мм.

Диаметр ведомого шкива определяют по формуле

$$d_2 = d_1 \cdot i \cdot (1 - \xi), \text{ мм} \quad (4.18)$$

где ξ - относительное скольжение ремня, $\xi = 0,01$

$$d_2 = 90 \cdot 2,22 \cdot (1 - 0,01) = 199,8$$

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Полученный результат округляем до стандартного значения по ГОСТ 17383-73, $d_2 = 200$, мм

Межосевое расстояние назначают в интервале

$$a_{\min} = 0,55 \cdot (d_1 + d_2) + T_0, \text{ мм} \quad (4.19)$$

$$a_{\min} = 0,55 \cdot (90 + 200) + 8 = 167,5$$

где T_0 - высота сечения ремня, $T_0 = 8$

$$a_{\max} = d_1 + d_2, \text{ мм} \quad (4.20)$$

$$a_{\max} = 90 + 200 = 290$$

Длину ремня определяем по формуле

$$L_p = 2 \cdot a + 0,5 \cdot \pi \cdot (d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4 \cdot a}, \text{ мм} \quad (4.21)$$

где L_p - высота сечения ремня, мм

$$L_p = 2 \cdot 228,8 + 0,5 \cdot 3,14 \cdot (90 + 200) + \frac{(200 - 90)^2}{4 \cdot 228,8} = 926$$

Полученный результат округляем до стандартного значения по ГОСТ 1284.1-80, $L = 1000$, мм. Принимаем ремень О-1000Т ГОСТ 1284.1-80.

Уточняем межосевое расстояние по формуле

$$a = 0,25 \cdot [(L_p - w) + \sqrt{(L_p - a)^2 - 2y}], \text{ мм}, \quad (4.22)$$

$$w = 0,5 \cdot \pi \cdot (d_1 + d_2), \text{ мм}, \quad (4.23)$$

$$w = 0,5 \cdot 3,14 \cdot (90 + 200) = 455,3$$

$$y = \left(\frac{d_2 - d_1}{2} \right)^2, \text{ мм}^2, \quad (4.24)$$

$$y = \left(\frac{200 - 90}{2} \right)^2 = 3025$$

$$a = 0,25 \cdot [(926 - 455,3) + \sqrt{(926 - 228,8)^2 - 2 \cdot 3025}] = 290$$

Угол обхвата меньшего шкива:

$$\alpha = 180 - 57 \cdot \frac{d_2 - d_1}{a}, \text{ град}, \quad (4.25)$$

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\alpha = 180 - 57 \cdot \frac{200 - 90}{290} = 158,4$$

Определяем число ремней по формуле:

$$z = \frac{P \cdot C_p}{[p]} = \frac{P \cdot C_p}{P_0 \cdot C_L \cdot C_\alpha \cdot C_z}, \text{ шт.}, \quad (4.26)$$

где P_0 - мощность, кВт,

C_L - коэффициент учитывающий влияние длины ремня,

C_p - коэффициент режима работы,

C_α - коэффициент угла обхвата,

C_z - коэффициент, учитывающий число ремней в передаче

$$z = \frac{3 \cdot 1}{2,88 \cdot 0,55 \cdot 1 \cdot 0,9} = 2,1$$

Принимаем количество ремней $Z = 3$

Предварительное натяжение ветвей клинового ремня, Н

$$F_0 = \frac{850 \cdot P \cdot C_p \cdot C_L}{Z \cdot v \cdot C_\alpha} + \theta \cdot v^2, \text{ Н}, \quad (4.27)$$

где v - скорость ремня, м/с,

θ - коэффициент, учитывающий центробежную силу, $(\text{Н} \cdot \text{с}^2) / \text{м}^2$

$$F_0 = \frac{850 \cdot 2,2 \cdot 1 \cdot 0,55}{3 \cdot 4,7 \cdot 1} + 0,1 \cdot 22,2 = 75,2$$

Сила, действующая на валы, Н:

$$F_\alpha = 2 \cdot F_0 \cdot Z \cdot \sin \frac{\alpha_1}{2}, \text{ Н}, \quad (4.28)$$

$$F_\alpha = 2 \cdot 75,2 \cdot 3 \cdot \sin \frac{180}{2} = 451$$

Рабочий ресурс ремней, ч

$$H_0 = N_{0\text{н}} \cdot \frac{L_p}{60 \cdot \pi \cdot d_1 \cdot n_1} \cdot \left(\frac{\sigma_{-1}}{\sigma_{\text{max}}} \right)^2 \cdot C_i \cdot C_H, \text{ ч.}, \quad (4.29)$$

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где $N_{0ц}$ - базовое число циклов,
 L_p - расчетная длина ремня, м,
 d_1 - диаметр меньшего шкива, м,
 n_1 - частота вращения, об/мин,
 σ_{-1} - предел выносливости, $\sigma_{-1} = 7 \text{ МПа}$,
 σ_{\max} - максимальное напряжение в сечении ремня, МПа

$$\sigma_{\max} = \sigma_1 + \sigma_u + \sigma_v, \text{ МПа}, \quad (4.30)$$

где σ_1 - напряжение от растяжения,
 σ_u - напряжение от изгиба ремня,
 σ_v - напряжение от изгиба ремня

$$\sigma_1 = \frac{F_1}{b \cdot \delta}, \text{ МПа}, \quad (4.31)$$

$$\sigma_1 = \frac{75,2 + 0,5 \cdot 451}{8 \cdot 3} = 12,5,$$

$$\sigma_u = E_H \cdot \frac{\delta}{d_1}, \text{ МПа}, \quad (4.32)$$

$$\sigma_u = 150 \cdot \frac{3}{90} = 5,$$

$$\sigma_v = \rho \cdot v^2 \cdot 10^{-6}, \text{ МПа}, \quad (4.33)$$

где ρ - плотность ремня, $\rho = 1100 \text{ кг/м}^3$,
 C_i - коэффициент, учитывающий влияние передаточного отношения i , $C_H = 2$ при периодически изменяющейся нагрузке от нуля до номинального значения

$$\sigma_v = 1100 \cdot 4,7^2 \cdot 10^{-6} = 0,24,$$

$$\sigma_{\max} = 17 + 5 + 0,24 = 22,24,$$

$$H_0 = 4,6 \cdot 10^6 \cdot \frac{1000}{60 \cdot 3,14 \cdot 90 \cdot 1000} \cdot \left(\frac{7}{22,24}\right)^2 \cdot 1,09 \cdot 2 = 8340$$

4.4 Кинематический расчет привода насоса

Исходные данные для расчета приведены на рисунке 4.3.

Электродвигатель марки 4АМУ250М6 с мощностью двигателя $N_0 = 0,75 \text{ кВт}$ и частотой вращения вала электродвигателя $n_0 = 1000 \text{ об/мин}$; частота вращения вала насоса $n = 125 \text{ об/мин}$;

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

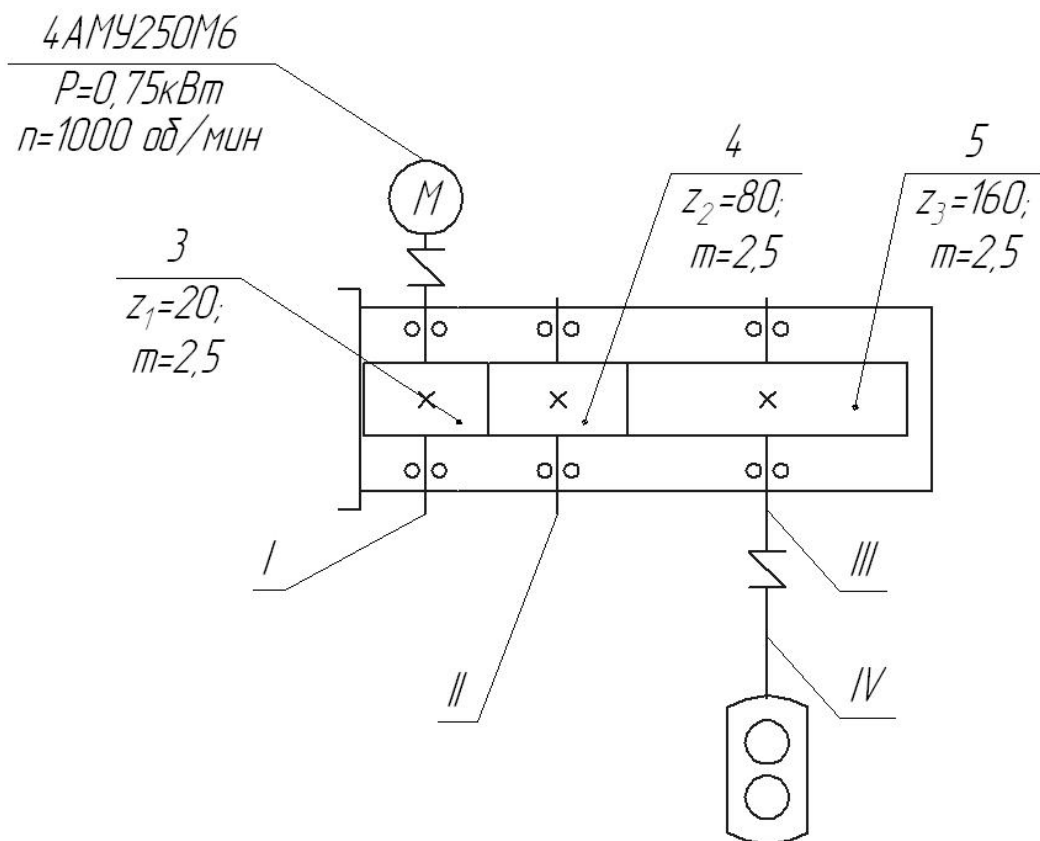


Рисунок 4.3 – Кинематическая схема привода насоса

Определим КПД привода η по формуле

$$\eta = \eta_{\text{цил.}}^2 \cdot \eta_{\text{муф}}^2 \cdot \eta_n^3 \quad (4.34)$$

где $\eta_{\text{цил.}}$ - КПД цилиндрической передачи,

$\eta_{\text{муф}}$ - КПД муфты,

η_n - КПД подшипниковой пары,

$$\eta = 0,98^2 \cdot 0,98^2 \cdot 0,99^3 = 0,89$$

Определим передаточное отношение зубчатой передачи u_1 по формуле

$$u_i = \frac{z_{i+1}}{z_i}, \quad (4.35)$$

где z_{i+1} - число зубьев зубчатого колеса, мм;

z_i - число зубьев шестерни, мм.

$$u_1 = \frac{80}{20} = 4$$

$$u_2 = \frac{160}{80} = 2$$

Общее передаточное число определяется по формуле

$$u_{\text{общ}} = U_1 \cdot U_2 \quad (4.36)$$

$$u_{\text{общ}} = 4 \cdot 2 = 8$$

Определим угловые скорости ω_i , рад/с, каждого вала по формулам

$$\omega_{\text{дв}} = \frac{\pi \cdot n_{\text{дв}}}{30}, \quad (4.37)$$

$$\omega_{\text{дв}} = \frac{3,14 \cdot 1000}{30} = 104,7$$

$$\omega_1 = \frac{\omega_{\text{дв}}}{u_1}, \quad (4.38)$$

$$\omega_1 = \frac{104,7}{4} = 26,2$$

$$\omega_2 = \frac{\omega_1}{u_2}, \quad (4.39)$$

$$\omega_2 = \frac{26,2}{2} = 13,1$$

$$\omega_2 = \omega_3 = 13,1$$

Частота вращения валов определяется по формуле

$$n_{\text{дв.}} = 1000, c^{-1}$$

$$n_1 = \frac{n_{\text{дв.}}}{U_1}, c^{-1} \quad (4.40)$$

$$n_1 = \frac{1000}{4} = 250$$

$$n_2 = \frac{n_1}{U_2}, c^{-1} \quad (4.41)$$

$$n_2 = \frac{250}{2} = 125$$

Определяем мощность N_i , кВт, на каждом валу привода

$$N_{эл} = 0,75, \\ N_1 = N_{дв} \cdot \eta_{зуб} \cdot \eta_{под}^2, \quad (4.42)$$

$$N_1 = 0,75 \cdot 0,95 \cdot 0,99^2 = 0,7$$

$$N_2 = N_1 \cdot \eta_{зуб} \cdot \eta_{под}, \quad (4.43)$$

$$N_2 = 0,7 \cdot 0,95 \cdot 0,99 = 0,66$$

$$N_3 = N_2 \cdot \eta_{муф}, \quad (4.44)$$

$$N_2 = 0,7 \cdot 0,98 \cdot 0,99 = 0,64$$

Определяем крутящий момент T_i , Н•м, на каждом валу привода

$$T_i = \frac{9550 \cdot P_i}{n_i}, H \cdot м, \quad (4.45)$$

$$T_{дв.} = \frac{9550 \cdot 0,75}{1000} = 7,2,$$

$$T_1 = \frac{9550 \cdot 0,7}{250} = 26,8$$

$$T_2 = \frac{9550 \cdot 0,66}{125} = 50,4,$$

$$T_3 = \frac{9550 \cdot 0,64}{125} = 48,9$$

4.5 Расчет зубчатой передачи на ЭВМ

Передача вращающего момента с промежуточного вала редуктора на приводной вал шестеренчатого насоса. Данные для расчета

Число зубьев шестерни 80

Число зубьев зубчатого колеса 160

Модуль 5 мм.

Крутящий момент на приводном валу 26,8 Н*м.

Результаты расчетов приведены в таблице 4.1.

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 4.1 – Результаты расчетов зубчатой передачи

Лист 1

GEAR_EXC	Геометрический расчет цилиндрической зубчатой передачи внешнего зацепления	
Наименование параметра	Ведущее колесо	Ведомое колесо
Исходные данные		
Число зубьев	80	160
Модуль, мм	2.500	
Угол наклона зубьев	0°00'00"	
Угол профиля исходного контура	20°00'00"	
Коэффициент высоты головки зуба	1.000	
Коэффициент радиального зазора	0.250	
Коэффициент радиуса кривизны переходной кривой	0.380	
Ширина зубчатого венца, мм	5.000	5.000
Коэффициент смещения исходного контура	0.000	0.000
Степень точности	7-C	7-C
Определяемые параметры		
Передаточное число	2.00000	
Межосевое расстояние, мм	300.000	
Делительный диаметр, мм	200.000	400.000
Диаметр вершин зубьев D_a , мм	205.000	405.000
Диаметр впадин зубьев D_f , мм	193.750	393.750
Диаметр начальной окружности D_w , мм	200.000	400.000
Угол зацепления	19°59'59"	
Контролируемые и измерительные параметры		
Постоянная хорда, мм	3.468	3.468
Высота до постоянной хорды, мм	1.869	1.869
Радиус кривизны профиля R_{os} , мм	36.047	70.249
Радиус кривизны активного профиля зуба в нижней точке R_{op} , мм	27.205	61.667
Условие $R_{os} > R_{op}$	выполнено	выполнено
Число зубьев в длине общей нормали	9	18
Длина общей нормали, мм	65.534 -0.0800 -0.1800	134.758 -0.1200 -0.2400

Продолжение таблицы 4.1

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Наименование параметра	Ведущее колесо	Ведомое колесо
Радиус кривизны профиля Row, мм	32.767	67.379
Радиус кривизны профиля Roa, мм	40.939	75.401
Условие Row < Roa	выполнено	выполнено
Диаметр ролика Dr, мм	4.31500	4.31500
Угол профиля на окружности центра ролика	21°20'16"	20°41'33"
Диаметр окружности через центр ролика, мм	201.770	401.797
Радиус кривизны профиля Rom, мм	34.551	68.831
Условие Rom < Roa	выполнено	выполнено
Размер по роликам, мм	206.085	406.112
Условие Dd + Dr > Da	выполнено	выполнено
Условие Dd - Dr > Df	выполнено	выполнено
Нормальная толщина, мм	3.927	3.927
<i>Проверка качества зацепления по геометрическим показателям</i>		
Коэффициент наименьшего смещения Xmin	-3.679	-8.358
Условие X > Xmin	выполнено	выполнено
Радиус кривизны в граничной точке профиля Rol, мм	26.893	61.095
Условие отсутствия интерференции Rol < Rop	выполнено	выполнено
Условие отсутствия подрезания Rol > 0	выполнено	выполнено
Нормальная толщина на поверхности вершин, мм	1.997	2.050
Коэффициент перекрытия	1.861	

4.6 Расчет шпоночного соединения

Расчет шпоночного соединения на ЭВМ проведем для промежуточного вала ременной передачи. На рисунке 4.4 представлено окно программы с исходными данными. На рисунке 4.5 представлены результаты расчета, основываясь на которых, выбираем шпонку призматическую с шириной 6 мм, длиной 14 мм, высотой 6 мм.

Исходные данные

Диаметр вала [мм] 20.0

Момент вращения [Нм] 61.12

Материалы:

Вала Ст3кп БД

Шпонки Ст3сп БД

Втулки Ст3кп БД

Тип нагрузки

Тип конструкции

Ok Отмена

Справка Еще...

Рисунок 4.4 – Данные для расчета шпоночного соединения

Результаты расчёта

$B = 6.0$ [мм]

$H = 6.0$ [мм]

$t_1 = 3.5$ [мм]

$t_2 = 2.8$ [мм]

$L = 14.0$ [мм]

$[\sigma] = 188.0$ [МПа]

$\sigma = 174.629$ [МПа]

$[\tau] = 94.0$ [МПа]

$\tau = 72.762$ [МПа]

Ok Справка

Рисунок 4.5 – Результаты расчетов шпоночного соединения

5 МОНТАЖНЫЙ ПРОЕКТ

5.1 Компоновка помещений производства мороженого

В этом разделе приводятся различные методы проектирования предприятий пищевой промышленности, а также производится комплекс предпроектных и проектных работ.

В производственном помещении различают следующие основные участки:

- аппаратная;
- тепловой пункт;
- мастерская наладчиков;
- комната мастеров;
- лаборатория;
- отделение производства мороженого;
- склад готовой продукции;
- экспедиция;

Предварительно принимаем размеры здания (производственного помещения), в которое предполагается поместить проектируемую технологическую линию.

После выбора этажности здания, шага колонн и пролетов выполняем компоновку производственного цеха, где будет смонтирована технологическая линия.

Компоновка – это схематический план здания с изображением на нем цехов, отделений, участков, вспомогательных и служебно-бытовых помещений [37].

Компоновка помещений должна выполняться с учетом следующих требований:

1) Последовательность и максимальная прямолинейность производственного потока (например, склад сырья должен располагаться как можно ближе к участку, где это сырье перерабатывается, что позволяет сократить путь перемещения этого сырья);

2) Склады основного сырья, экспедиции, приемные отделения и т.п. должны располагаться по периметру здания с выходом на улицу;

3) Для сокращения протяженности кабельных линий, трубопроводов, воздуховодов необходимо располагать трансформаторные подстанции, насосные, вентиляционные камеры и т.п. как можно ближе к участкам, где потребление соответствующих видов носителей энергии максимально.

4) Необходимо исключить перемещения персонала через помещения, в которых не находится их рабочее место;

5) Участки, где выполняются подготовительные операции, склады промежуточного хранения и созревания полуфабрикатов должны быть расположены как можно ближе к основным производственным участкам;

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

6) В соответствии с санитарно-гигиеническими требованиями при компоновке помещений необходимо проводить резкую грань между помещениями с производствами пищевой и технической продукции, помещения, в которых перерабатывают техническую продукцию, должны быть изолированы от помещений, в которых изготавливают пищевую продукцию.

Для того чтобы определить функциональные взаимосвязи отделений, составляем таблицу (рисунок 5.1), в которой отображено наименование отделения и его взаимосвязи.

Выявленные функциональные связи помещений группируем попарно (рисунок 5.2).

После определения количеств взаимосвязей, составляем безразмерную принципиальную схему. Схема изображена на рисунке 5.3.

№	Наименование отделения	Номер отделения							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Аппаратурная								
2	Тепловой пункт								
3	Мастерская наладчиков								
4	Комната мастеров								
5	Лаборатория								
6	Отделение производства мороженого								
7	Склад готовой продукции								
8	Экспедиция								

Рисунок 5.1 - Функциональные связи

1-2	1-3	1-5	1-6	
2-1				
3-1	3-4	1-6		
4-3	1-5	1-6		
5-1	1-4	1-6		
6-1	6-3	6-4	6-5	6-7
7-6	7-8			
8-7				

Рисунок 5.2 - Парные функциональные связи производственного предприятия

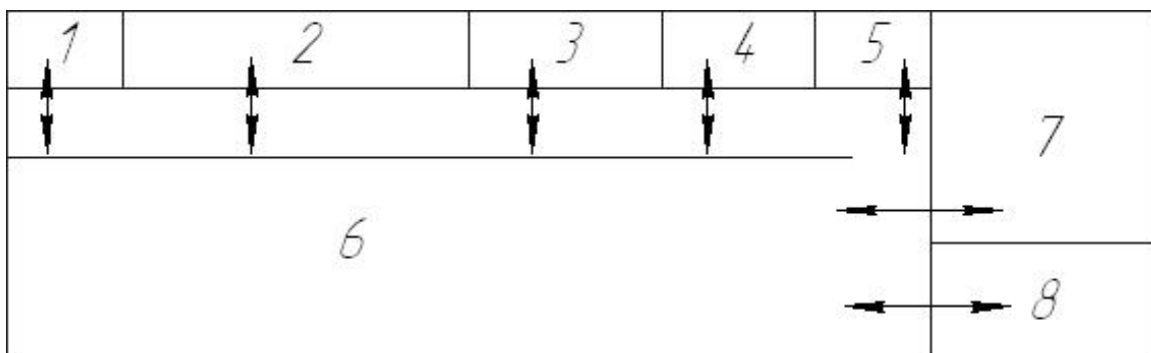


Рисунок 5.3 - Безразмерная принципиальная схема компоновки

5.2 Сетевой график монтажа фризера и оборудования финишной операции

В состав оборудования финишной операции входят: емкость для мороженого, фризер, эскимогенератор, заверточный автомат морозильная камера.

Работы, выполняемые в процессе монтажа, минимальный и максимальный срок выполнения монтажных работ, а также резерв времени представлены в таблице 5.1.

Сетевой график монтажа линии розлива представлен на рисунке 5.4.

Таблица 5.1 Работы, выполняемые в процессе монтажа

№ П.П.	Наименование работ	Шифр работ	Продолжительность работ		Резерв времени
			Min	Max	
0	Приемка оборудования	0-1	8	8,3	0,3
1	Транспортирование оборудования в цех	1-2	6	6,3	0,3
2	Разметка	1-8	10	10,5	0,5
3	Изготовление опалубок	1-7	3	3,15	0,15
4	Фиктивная работа	7-8			
5	Установка опалубок	8-15	1	1,1	0,1
6	Заливка фундаментных площадок	15-16	2	2,1	0,1
7	Застывание бетона	16-18	40	42	2
8	Расконсервация фризера	2-3	1	1,1	0,1
9	Фиктивная работа	3-8			
10	Расконсервация эскимогенератора	2-4	1	1,1	0,1
11	Фиктивная работа	4-8			
12	Расконсервация емкости	2-10	2	2,15	0,15
13	Расконсервация заверточного автомата	2-5	1	1,1	0,1
14	Фиктивная работа	5-8			
15	Расконсервация морозильной камеры	2-6	1	1,1	0,1
16	Фиктивная работа	6-8			

17	Укрупненная сборка фризера	2-9	1,5	1,6	0,1
18	Фиктивная работа	9-18			
19	Укрупненная сборка эскимогенератора	10-17	1,5	1,6	0,1
20	Фиктивная работа	17-18			
21	Установка и выверка фризера	18-20	3	3,2	0,2
22	Установка и выверка эскимогенератора	8-14	0,5	0,6	0,1
23	Установка и выверка емкости	8-12	0,6	0,7	0,1
24	Установка и выверка заверточного автомата	18-19	0,6	0,7	0,1
25	Установка и выверка морозильной камеры	8-13	2	2,2	0,2
27	Подливка колодцев площадки емкости	19-21	0,2	0,21	0,1
28	Подливка колодцев площадки эскимогенератора	20-22	0,2	0,21	0,1
29	Застывание бетона площадки емкости	21-23	40	42	2
30	Застывание бетона площадки эскимогенератора	22-24	40	42	2
31	Монтаж трубопроводов фризера	14-25	2	2,15	0,15
32	Монтаж трубопроводов эскимогенератора	23-25	3	3,2	0,2
33	Монтаж трубопроводов емкости	24-25	2	2,15	0,15
35	Подключение коммуникаций фризера	12-26	1	1,1	0,1
36	Подключение коммуникаций эскимогенератора	13-26	1	1,1	0,1
37	Подключение коммуникаций емкости, морозильной камеры, заверточного автомата	25-26	3	3,2	0,2
38	Гидравлическое испытание	25-27	6	6,3	0,3
39	Фиктивная работа	27-26			
40	Испытание	26-28	4	4,2	0,2
41	Сдача	28-29			

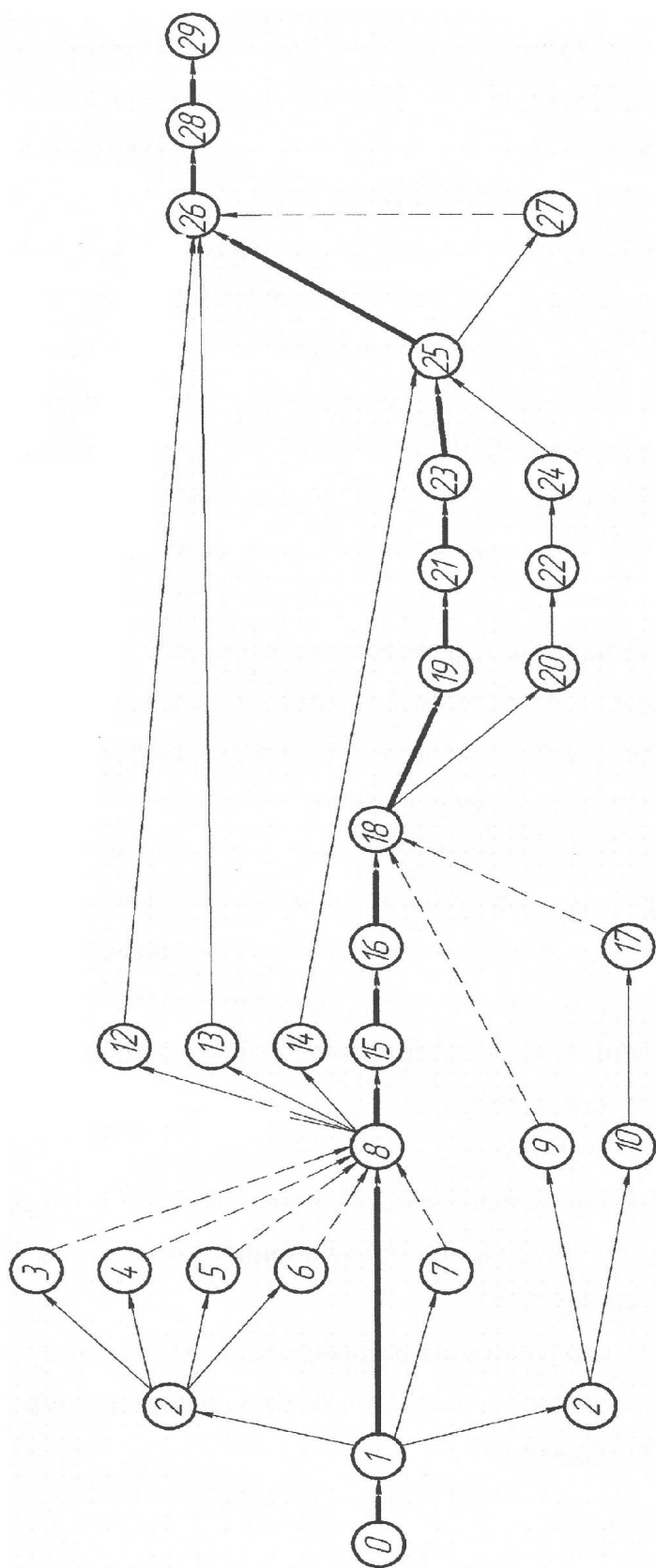


Рисунок 5.4 - Сетевой график монтажа

5.3 Монтаж фризера

5.3.1 Расчет фундамента под фризер

Исходные данные: масса фризера 540кг (Вес 5,4 кН).

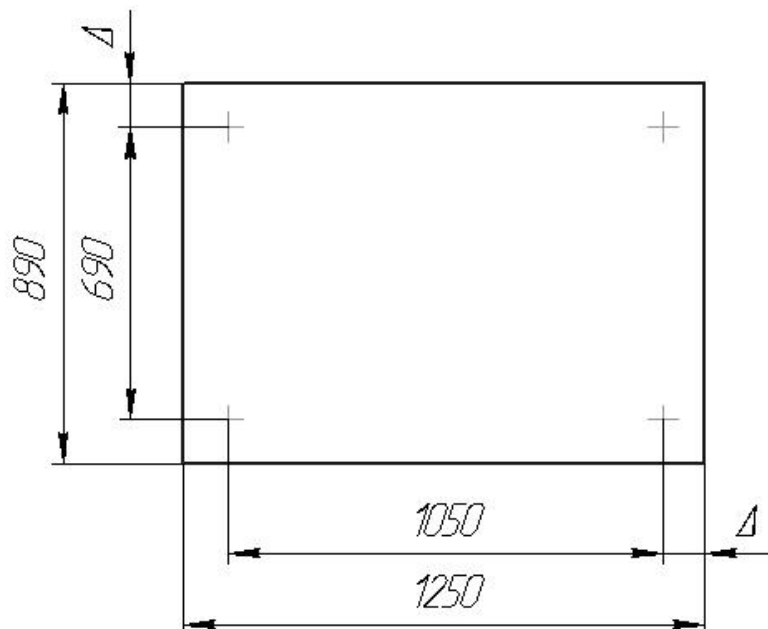


Рисунок 5.5 - Схема фундамента под фризер

5.3.1.1 Статический расчет фундамента

Площадь подошвы фундамента F , м^2 рассчитывают по формуле

$$F = (a + 2\Delta) \cdot (b + 2\Delta), \quad (5.1)$$

где Δ – припуск на сторону, $\Delta = 0,1$ м,

$$F = (1,25 + 2 \cdot 0,1) \cdot (0,69 + 2 \cdot 0,1) = 1,32$$

Объем фундамента $V_{\text{пл}}$, м^3 рассчитывают по формуле

$$V = F \cdot H, \quad (5.2)$$

где H - общая высота фундамента, подземной и наземной части фундамента, $H=0,5+0,1=0,6$ м,

$$V = 1,32 \cdot 0,6 = 0,79$$

Вес фундамента $G_{\text{пл}}$, кН рассчитывают по формуле

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$G_{nl} = V_{nl} \cdot \gamma, \quad (5.3)$$

где γ – удельный вес бетона, $\gamma = 20 \text{ кН/м}^3$,

$$G_{nl} = 7,9 \cdot 20 = 158,4$$

Давление на подошву грунт

$$P = \frac{G_M - G_{пл}}{\alpha F} \leq [P]_{н}, \text{ кПа} \quad (5.4)$$

где G_M - вес машины в рабочем состоянии, кН,

$G_{пл}$ - вес фундамента, кН,

α - коэффициент динамичности,

F - площадь подошвы площадки, м^2 ,

$[P]_{н}$ - допустимое давление на перекрытие, кПа,

$$P = \frac{5,4 + 158,4}{0,8 \cdot 13,2} = 15,5 < 200$$

Условие выполняется следовательно увеличивать площадь фундамента нет необходимости.

5.3.1.2 Динамический расчет фундаментной площадки

Вертикальную составляющую неуравновешенных сил инерции P_Z , кН,

$$P_Z = m \cdot \omega^2 \cdot e, \quad (5.5)$$

где m – вес ротора кН; $m = 0,5 \text{ кН}$,

ω – угловая скорость вращения мешалки, с^{-1} ; $\omega = 23,5 \text{ с}^{-1}$,

e – эксцентриситет приложения силы P_Z , м; $P_Z = 0,42 \text{ м}$,

$$P_Z = 3,5 \cdot 45,3^2 \cdot 0,00001 = 7$$

Фактическое давление на грунт $P_{ф}$, кПа при наличии вертикальной составляющей рассчитывают по формуле

$$P = \frac{(G_M + G_{nl} + P_z)}{(\alpha \cdot F)} \leq [R_H], \quad (5.6)$$

где α – коэффициент уменьшения динамичности, $\alpha = 0,55$,

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$[R_n]$ – допускаемое давление на грунт, $[R_n] = 200$ кПа,

$$P = \frac{(5,4 + 158,4 + 0,5)}{(0,55 \cdot 13,2)} = 22,6$$

Что в пределах нормативной нагрузки.

Амплитуда вынужденных вертикальных колебаний A_z , м, определяется по формуле

$$A_z = K \cdot \frac{P_z}{G_o(N_z^2 - n^2)} \leq [A_z] = 0,0002 \dots 0,0003 \text{ м}, \quad (5.7)$$

где G_o – вес фундаментной площадки и машины, Н,

K – коэффициент, $K=90$ м/мин²,

N_z – частота вертикальных колебаний, мин⁻¹,

n – частота вращения массивной детали, вызывающей динамику рабочего органа, об/мин,

$[A_z]$ – допускаемая амплитуда вертикальных колебаний, м

Частота вертикальных колебаний N_z , мин⁻¹, определяется по формуле

$$N_z = K_1 \cdot \sqrt{\frac{C_z \cdot F}{G_o}}, \quad (5.8)$$

где K_1 – коэффициент, $K_1=9,55$ мин⁻¹,

C_z – коэффициент упругости грунта, Н/м², определяется по формуле

$$C_z = \frac{3,2 \cdot 10^4}{\sqrt{F}}, \quad (5.9)$$

$$C_z = \frac{3,2 \cdot 10^4}{\sqrt{13,2}} = 8808,$$

$$N_z = 9,55 \cdot \sqrt{\frac{8808 \cdot 13,2}{163,8}} = 254,$$

$$A_z = 90 \cdot \frac{5,4}{163,8 \cdot (254^2 - 450^2)} = -0,00002$$

Что в пределах нормативной нагрузки.

При проверке на резонанс находят отношение вынужденных и собственных колебаний системы “фундамент – машина”

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$0,7 \geq \frac{n}{N_z} \geq 1,3, \quad (5.10)$$

$$\frac{n}{N_z} = \frac{450}{254} = 1,7$$

Условие выполняется, система работает в зарезонансной зоне.

5.3.2 Расчет фундаментных болтов для фризера

Материал шпилек болтов принимаем Ст.3 ГОСТ 380 – 89 ($[\sigma_p] = 140\text{МПа}$); марка бетона фундаментного М150, принимаем количество болтов $z = 16$ [37].

По таблице 4.1 [7] для данного болта и способа его установки находим: $X=0,7$; $K_{ст}=3$; $H=5d$.

Необходимое усилие предварительной затяжки фундаментных болтов P_3 , Кн, [7, с. 55] рассчитывают по формуле

$$P_3 = K_{ст} \cdot P(1 - X), \quad (5.11)$$

где P – расчетная динамическая нагрузка, $P = 6$ кН,

$$P_3 = 3 \cdot 5,4 \cdot (1 - 0,7) = 4,86$$

Необходимую площадь сечения болтов S , м^2 , [7, с. 54] рассчитывают по формуле

$$S = \frac{P_3 + XP}{Z[\sigma_p]}, \quad (5.12)$$

$$S = \frac{4,86 \cdot 10^3 + 0,7 \cdot 5,4 \cdot 10^3}{16 \cdot 140 \cdot 10^6} = 0,4 \cdot 10^{-4}$$

Из таблицы 4.2 [7] принимаем болт с резьбой диаметром М10, с $S = 0,523 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$

Проверка сечения болта на выносливость

Расчетное сопротивление болта $[\sigma_d]$, Па рассчитывают по формуле

$$[\sigma_d] = \frac{0,278 \cdot [\sigma_p] \cdot \alpha}{\mu}, \quad (5.13)$$

где α – коэффициент, учитывающий число циклов нагружения, при 10^6 циклах $\alpha=1,25$,

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

μ – коэффициент, учитывающий масштабный фактор, для болтов М16 $\mu=1$,

$$[\sigma_d] = \frac{0,278 \cdot 140 \cdot 10^6 \cdot 1,25}{1} = 48,6 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Необходимая площадь сечения болта S_g , м^2 рассчитывают по формуле

$$S_g = \frac{P_3 + X \cdot P}{Z \cdot [\sigma_d]}, \quad (5.14)$$

$$S_g = \frac{5,4 \cdot 10^3 + 0,7 \cdot 6 \cdot 10^3}{4 \cdot 48,6 \cdot 10^6} = 0,49 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2, 1$$

т.к. $S_g < S$ оставляем болты М10.

Глубина заделки болта в бетон

$$H = 5d = 5 \cdot 10 = 50 \text{ мм}$$

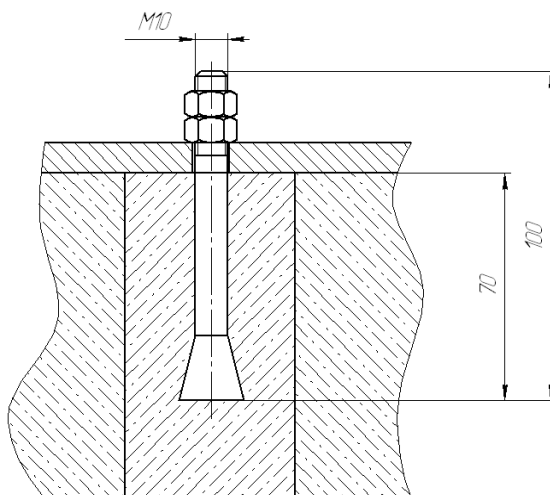


Рисунок 5.5 Эскиз крепления фризера

5.4 Смазка

Производственное оборудование является важной частью основных фондов предприятий пищевой промышленности. Поэтому рациональное использование, сохранение работоспособности и долговечности оборудования должно быть повседневного внимания и заботы всех работников производства. Для этого необходимо правильно организовать эксплуатацию оборудования. Неотъемлемой частью такого подхода к

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

эксплуатации оборудования является смазка трущихся поверхностей привода и рабочих органов оборудования.

В любой машине и любом механизме смазке подвергаются соединения пар трения. Смазывание зубчатых и червячных зацеплений, цепных передач, подшипников применяют в целях защиты от коррозии, снижения коэффициентов трения и потерь мощности на трение, уменьшения износа, отвода тепла и продуктов износа от трущихся поверхностей, снижения шума и вибрации.

В зависимости от вязкости смазочного материала различают: жидкие, консистентные и твердые.

Жидкие масла достаточно хорошо проникают к поверхностям трения и обеспечивают эффективный теплоотвод и надежное смазывание поверхностей трения.

Консистентные (пластичные смазочные материалы) обычно применяют для смазки подшипниковых узлов, труднодоступных для повседневного обслуживания и работающих в загрязненной среде. Область их применения ограничивается умеренной температурой.

Твердые смазочные материалы применяются для смазки поверхностей трения, работающих в вакууме, в агрессивных средах, при высоких или очень низких температурах (т. е. где жидкие и пластичные материалы неприменимы).

На выбор смазочного материала оказывают влияние следующие факторы:

- нагрузка
- температура трущихся поверхностей
- частота вращения (скорость перемещения)

Чем выше величина нагрузки и рабочая температура, тем большая необходима вязкость смазочного материала. Чем выше частота вращения (скорость перемещения) трущихся поверхностей, тем меньшая необходима вязкость смазочного материала.

На выбор смазочного материала оказывают влияние также: условия эксплуатации, влажность окружающей среды, температура плавления смазочного материала, температура застывания смазочного материала, температура вспышки смазочного материала, а также наличие пыли, загазованность и иные факторы.

При смазке отдельных узлов оборудования необходимо закладывать или заливать оптимальное количество смазочного материала. Так, например, для смазки подшипниковых узлов подшипников качения необходимо только на 1/3 заполнять свободное пространство подшипникового узла смазочным материалом.

Различают: смазку индивидуальную и централизованную. При индивидуальной смазке смазочный материал подводится к паре трения при помощи индивидуального смазочного устройства. К централизованной

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

смазке относится картерная (в картер редуктора или машины заливается жидкое масло; при вращении зубчатого колеса или специального смазывающего колеса, погруженных в масло, происходит разбрызгивание масла, его испарение, а затем пары масла оседают на подшипниках и других деталях, находящихся в картере). Централизованную смазку также можно проводить при помощи шестеренного или плунжерного насосов, которые подают смазочные материалы из бочка ко всем точкам, требующим смазки.

Для осуществления грамотной смазки оборудования разрабатываются карта и схема смазки, согласно которым осуществляется смазка данной единицы оборудования.

Карта смазки представляет собой таблицу, в которой указаны:

1. места, подлежащие смазке и количество точек смазки.
2. вид смазочного материала, с указанием его ГОСТа.
3. способ смазки.
4. периодичность пополнения смазочного материала.

Схема смазки - кинематическая схема машины или общий вид машины, выполненный в безмасштабной форме, на которой к каждой точке смазки проведена стрелка, и над стрелкой при помощи цифр условных обозначений указаны места, подлежащие смазке, вид смазочного материала, способ смазки и периодичность пополнения смазочного материала.

Во фризере смазке подвергаются трущиеся поверхности привода насоса, привода морозильного цилиндра: подшипники качения, зубчатые колеса, втулки и шарниры. Смазка втулок, подшипников, и шарниров осуществляется шприцеванием. Смазка зубчатых колес осуществляется с помощью залитой внутрь редуктора масла.

Согласно рекомендациям завода-изготовителя фризера, учитывая основные эксплуатационные характеристики смазочных материалов, назначаем для смазки трущихся поверхностей отечественные смазочные материалы.

Для смазки подшипников качения примем смазку Литол 24 ТУ 21150-75, предназначенную для смазывания узлов трения и сопряженных поверхностей «металл- металл», работающих в интервале температур от плюс 120°C до минус 50°C. Для валов с высокими скоростями вращения. Эффективная вязкость для данного смазочного материала при температуре минус 30°C и среднем градиенте скорости деформации 10 с⁻¹, не более 1500Па·с.

Зубчатые колеса, редуктора, работают в условиях средних нагрузок и невысоких температур, поэтому для их смазки примем трансмиссионное масло ТМ-5-18 ГОСТ 17479.2-85, имеющее кинематическую вязкость 110-120 мм²/с и температуру вспышки - плюс 128°C.

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

6 ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В целях охраны окружающей среды и здоровья населения для предприятий молокоперерабатывающей промышленности обязательно выполнение требований к санитарной защите окружающей среды в соответствии со следующими основными нормативными документами: СанПиН «Гигиенические требования к охране атмосферного воздуха населенных мест»; СанПиН «Санитарные правила и нормы охраны прибрежных вод морей от загрязнения в местах водопользования населения», Санитарные правила «Порядок накопления, транспортировки, обезвреживания и захоронения токсичных промышленных отходов» и др. На предприятиях молокоперерабатывающей промышленности должны быть предусмотрены мероприятия, предотвращающие загрязнение окружающей среды за счет выбросов в атмосферу аэрозолей и газов; попадания в сточные воды шлама сепараторов; смывочных и промывочных вод, содержащих жиры и белковые отходы, отработанные химические реагенты, дезинфицирующие и моющие средства и др [38].

6.1 Методы очистки сточных вод

Сточные воды образуются в основном в процессе мойки оборудования (реагенты и моющие средства), потерь молока и молочных продуктов, а так же при уборке производственных помещений.

В основном молочные предприятия находятся на территориях населенных пунктов, и поэтому, сточные воды поступают в сети городских коммуникаций, предварительно проходя предварительную очистку на предприятии.

Различают следующие методы очистки сточных вод: биологический метод механический метод; химический метод и физико-химический метод.

В комплекс очистных сооружений, как правило, входят сооружения механической очистки. В зависимости от требуемой степени очистки они могут дополняться сооружениями химической, биологической либо физико-химической очистки, а при более высоких требованиях в состав очистных сооружений включаются сооружения глубокой очистки. Очищенные сточные воды направляют в оборотные системы водообеспечения промышленного предприятия, на сельскохозяйственные нужды или сбрасывают в городские коммуникации [38].

6.1.1 Механический метод очистки сточных вод

Механическую очистку на молочных предприятиях применяют для выделения из сточных вод нерастворенных минеральных и органических примесей. Как правило, она используется для предварительной очистки, т. е.

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

для подготовки сточных вод к биологической или физико-химической очистке, и обеспечивает снижение содержания взвешенных веществ до 90%, органических до 20%. В состав сооружений механической очистки входят решетки, различного вида уловители, отстойники, фильтры. Повышение эффективности работы механических сооружений очистки сточных вод позволяет сократить объемы последующих сооружений и соответственно снизить эксплуатационные затраты [38].

В начале комплекса механической очистки сточные воды поступают на решетки, которые применяются для задержания крупных примесей, содержащихся в сточных водах. Решетки представляют собой металлическую раму, внутри которой установлен ряд параллельных стержней, поставленных на пути движения сточных вод. Расстояние между стержнями 16 мм. От задержанных отбросов решетки очищают с помощью механизмов. Снятые отбросы по транспортеру поступают в дробилку, а после измельчения - в канал перед решетками. В последние годы получили распространение решетки, совмещенные с дробилками, позволяющие задерживать и измельчать примеси без извлечения их из сточных вод.

Для очистки сточных вод молочных предприятий, содержащих жиры и масла, применяют маслоотстойники и жироловки, представляющие собой резервуары различного вида. Они являются обязательным сооружением при очистке стоков, так как в процессе производства молочной продукции в сточную воду попадает около 1% жира и жировой массы. Уловленный жир или масла перетапливают и используют для получения технических жиров, масел, а также как кормовые добавки. В жироловке осуществляется периферийная подача сточных вод и нисходящее движение потока в зоне отстаивания. Принципиальная схема жироловки представлена на рисунке 6.1.

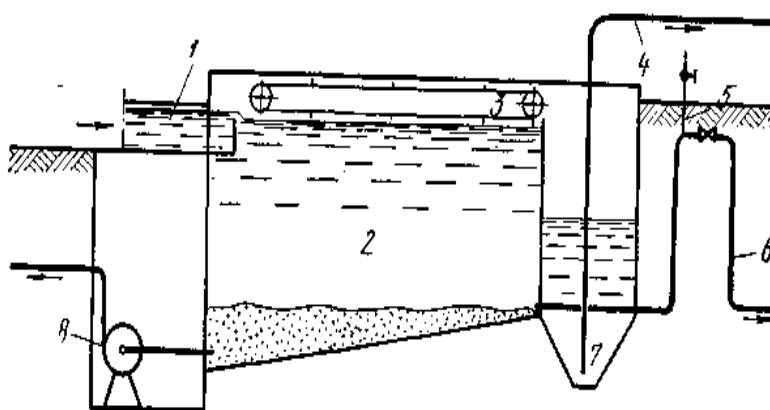


Рисунок 6.1 - Жироловка

1 - лоток для подачи сточных вод, 2 - корпус жироловки,
3 - скребковый механизм, 4 - трубопровод для подачи жиромассы к вакуумному котлу, 5 - труба с вентилем для разрядки сифона, 6 - труба для выпуска сточных вод в канализацию, 7 - бункер для жиромассы, 8 - насос для удаления осадка

Песколовки применяют для выделения из сточных вод молочных предприятий тяжелых минеральных примесей. Песколовки устанавливают перед отстойниками, что упрощает эксплуатацию последних, а также сооружений по обработке осадка. Время пребывания сточных вод в песколовках составляет 60 – 180 секунд. Песколовки представляют собой горизонтальные или круглые резервуары и выполняются из сборного или монолитного железобетона. Изготавливаются песколовки таким образом, чтобы в них выпадали только минеральные примеси, но не выпадал осадок органического происхождения. Выпавший осадок собирается в приямок и удаляется либо в песковые бункера, либо на песковые площадки. Обезвоженный песок при надежном обеззараживании может быть использован при производстве дорожных работ и изготовлении строительных материалов [38].

На рисунке 6.2 приведена схема горизонтальной песколовки.

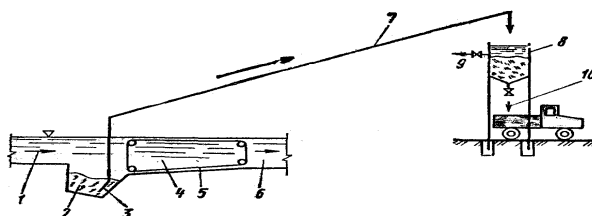


Рисунок 6.2 - Горизонтальная песколовка с обезвоживающим бункером
 1 - подводный канал сточных вод, 2 - песковой приямок,
 3 - устройство для удаления песка из песколовки, 4 - резервуар песколовки, 5 - устройство для сгребания песка в песковой приямок,
 6 - отводящий канал сточных вод, 7 - трубопровод песчаной пульпы в бункере, 8 – бункер, 9 - поток воды обратно в песколовку, 10 - обезвоженный песок

Отстойники служат для выделения из сточных вод предприятий взвешенных веществ, которые под действием гравитационных сил оседают на дно или всплывают на поверхность. Основная масса взвешенных веществ (40 ... 60%) выпадает в осадок в течение 1,5 часа отстаивания. При применении радиальных отстойников (рисунок 6.3) сточные воды через центральную трубу поступают в отстойник, а после отстаивания собираются в сборном периферийном лотке и отводятся из отстойника. Выпавший осадок с помощью вращающегося механизма сгребается в центральный приямок осадка и периодически отводится из отстойника в сооружения по обработке осадка. Основным условием эффективной работы отстойников является оптимальная гидравлическая нагрузка, равномерное распределение

технологической воды между отдельными сооружениями, своевременное удаление осадка или всплывающих веществ.

Схема механической очистки сточных вод приведена на рисунке 6.4.

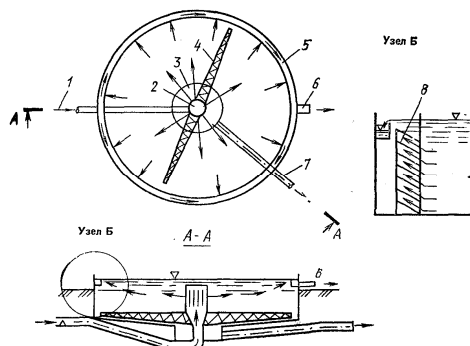


Рисунок 7.3 - Радиальный отстойник

1 - подача сточных вод, 2 - центральная труба, 3 - приямок для осадка, 4 - вращающийся механизм для сгребания осадка, 5 - сборный периферийный лоток, 6 - отвод осветленной сточной воды, 7 - выпуск осадка, 8 - полочные блоки

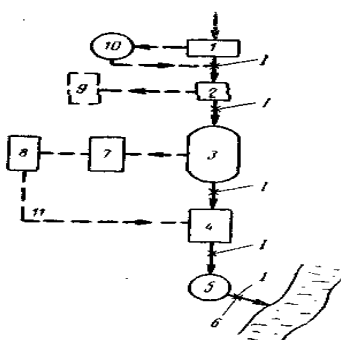


Рисунок 7.4 - Принципиальная схема механической очистки сточных вод

1 – решетка, 2 – песколовка, 3 – отстойник, 4 – хлораторная, 5 – контактный резервуар, 6 - выпуск в водоем, 7 – метантенк, 8 - иловые площадки, 9 - песковые площадки, 10 – дробилка, 11 - трубопровод дренажной воды

6.1.2 Биологические методы очистки сточных вод

Биологическую очистку широко применяют на практике как метод обработки бытовых и производственных сточных вод предприятий. Метод

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

основан на биологическом окислении содержащихся в сточных водах органических соединений [38].

Биологическое окисление осуществляется сообществом микроорганизмов, включающим множество различных бактерий, простейших и ряд более высокоорганизованных организмов - водорослей, грибов и т. д., связанных между собой в единый комплекс сложными взаимоотношениями (метабиоза, симбиоза и антагонизма). Главенствующая роль в этом сообществе принадлежит бактериям, число которых варьирует от 10^6 до 10^{14} клеток на 1 г сухой биологической массы. Число родов бактерий может достигать 5 ... 10, число видов - нескольких десятков и даже сотен. Такое разнообразие обусловлено наличием в очищаемой воде органических веществ различных классов. Если же в составе сточных вод присутствует лишь одно или несколько близких по составу органических соединений, возможно развитие монокультуры бактерий. Сообщество микроорганизмов представлено одним видом бактерий в том случае, если очистку проводят в анаэробных условиях (в отсутствие растворенного в воде кислорода). Если очистку проводят в аэробных условиях (в присутствии растворенного кислорода), при благоприятной обстановке в сообществе микроорганизмов развиваются от 1 до 15 ... 30 видов простейших.

Эффективность процессов биологической очистки зависит от ряда факторов, одни из которых могут регулироваться в широком диапазоне, другие, например состав сточных вод, поступающих в биологические окислители, практически не поддаются регулировке.

Температура – это один из основных факторов, обеспечивающих эффективность и высокую производительность сооружений биологической очистки. Оптимальная температура для аэробных процессов, происходящих в биологических окислителях, считается $20 \dots 30^{\circ}\text{C}$, при этом биоценоз при прочих благоприятных условиях представлен разнообразными и хорошо развитыми микроорганизмами.

В зависимости от концентрации и состава загрязнений сточных вод, требуемой степени очистки, конструктивных особенностей сооружений схема работы биологических фильтров может одноступенчатой и двухступенчатой

На рисунке 6.5 изображена схема одноступенчатого биологического фильтра, а на рисунке 6.6 двухступенчатого.

Среди бактерий в очистных сооружениях присутствуют гетеротрофы и автотрофы, причем преимущественное развитие та или иная группа получает в зависимости от условий работы системы. Эти две группы бактерий различаются по отношению к источнику углеродного питания: гетеротрофы используют в качестве источника углерода готовые органические вещества и перерабатывают их для получения энергии и биосинтеза клетки; автотрофные организмы потребляют для синтеза клетки неорганический

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

углерод, а энергию получают за счет фотосинтеза, используя энергию света, либо хемосинтеза путем окисления некоторых неорганических соединений.

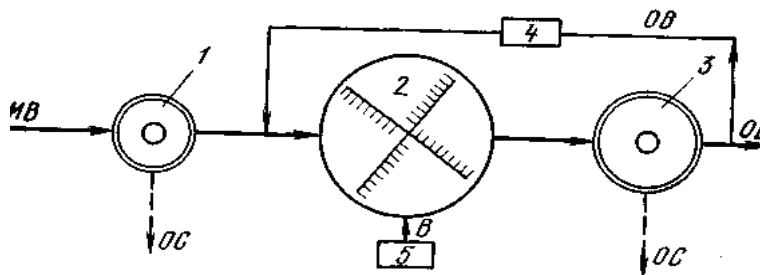


Рисунок 6.5 - Технологическая схема одноступенчатого биологического фильтра

1 - первичный отстойник, 2 - биологический фильтр, 3 - вторичный отстойник, 4 - насосная станция, 5 - вентилятор, ИВ - исходные сточные воды, ОВ - очищенные сточные воды, РВ - разбавляющая вода, В - воздух, ОС – осадок

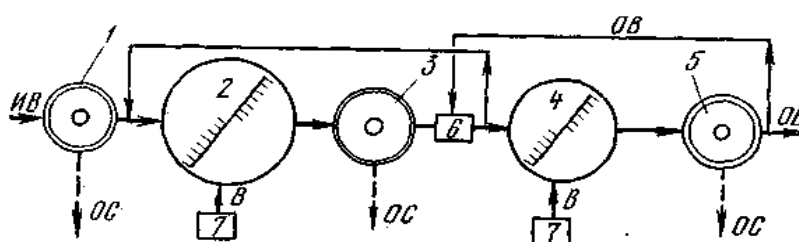


Рисунок 6.6 - Технологическая схема двухступенчатого биологического фильтра

1 - первичный отстойник, 2 - биологический фильтр первой ступени, 3 - вторичный отстойник, 4 - биологический фильтр второй ступени, 5 - третичный отстойник, 6 - насосная станция, 7 - вентилятор, 8 - камера переключения

Наиболее распространенным типом оборудования для биологической очистки сточных и технологических вод молочных предприятий является биологический фильтр, принципиальная схема которого представлена на рисунке 6.7.

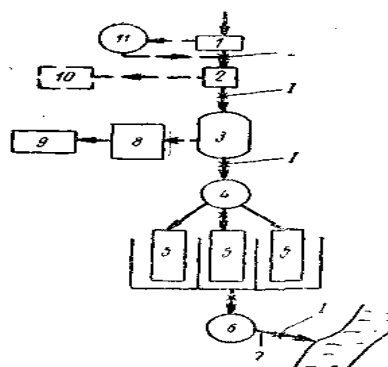


Рисунок 6.7 - Принципиальная схема биологической очистки сточных вод

1 – решетка, 2 – песколовка, 3 - двухъярусный отстойник,
4 - распределительная камера, 5 - карты полей орошения (филтрации),
6 - биологический пруд, 7 - выпуск в водоем, В – метантенк, 9 - иловые площадки, 10 - песковые площадки, 11 – дробилка, I – точки отбора проб

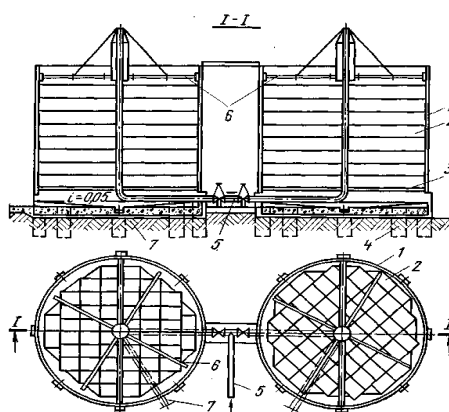


Рисунок 6.8 - Конструкция биологических фильтров с пластмассовой блочной загрузкой

1 - корпус, 2 - пластмассовая блочная загрузка из гофрированных листов, 3 - дренажное днище, 4 - опоры, 5 - подводный трубопровод, 6 - реактивный ороситель, 7 - отводящие лотки

6.1.3 Химические и физико-химические методы очистки

Химические и физико-химические методы очистки играют значительную роль при обработке производственных сточных вод молочных предприятий. Они применяются и как самостоятельные, и в сочетании с механическими и биологическими методами очистки. В последние годы область применения физико-химических методов очистки расширяется,

причем наиболее эффективно применение этих методов при локальной очистке сточных вод промышленных предприятий. К основным методам химической очистки относятся нейтрализация и окисление; к физико-химическим - коагуляция, сорбция, флотация, экстракция, ионный обмен, диализ и др.

Нейтрализацию применяют для обработки производственных сточных вод многих отраслей промышленности, содержащих щелочи и кислоты. В большинстве кислых сточных вод содержатся соли тяжелых металлов, которые необходимо выделять из этих вод. Нейтрализация сточных вод осуществляется с целью предупреждения коррозии материалов водоотводящих сетей и очистных сооружений, нарушения биохимических процессов в биологических окислителях и водоемах.

Окислительный метод очистки применяют для обеззараживания производственных сточных вод, содержащих токсичные примеси (цианиды, комплексные цианиды меди и цинка) или соединения, которые нецелесообразно извлекать из сточных вод, а также очищать другими методами.

В качестве окислителей используют хлор, гипохлорит кальция и натрия, хлорную известь, диоксид хлора, озон, технический кислород и кислород воздуха. Для окисления ядовитых цианидов, сероводорода, гидросульфида, сульфида, метилмеркаптана используется хлор или его соединения. Окисление ядовитых цианидов-ионов осуществляется путем перевода их в нетоксичные цианаты, которые затем гидролизуются с образованием ионов аммония и карбонатов.

Производственные сточные воды после сооружений механической очистки представляют собой агрегативно-устойчивую систему. При введении в сточную воду коагулянтов или коагулянтов совместно с флокулянтами агрегативная устойчивость нарушается, образуются более крупные агрегаты частиц (хлопья), которые удаляются из сточных вод механическими методами. Расход коагулянта зависит от его вида, а также от состава и требуемой степени очистки сточных вод и составляет 0,1-5 кг/м³ сточных вод. В процессе коагуляции образуется значительный объем рыхлого хлопьевидного осадка (до 10-20 % от объема обрабатываемой сточной воды), что вынуждает применять коагуляционные методы очистки при небольших расходах сточных вод и при наличии дешевых коагулянтов. В состав очистной станции входят реагентное хозяйство (склады для хранения коагулянтов и флокулянтов, растворные и расходные баки, дозаторы); смесители; камеры хлопьеобразования; отстойники; сооружения по обработке осадка. Эффективность очистки может достигать 90-95 %.

Наиболее рациональным и приемлемым, с экономической точки зрения, методом физико-химической очистки сточных вод является флотация, которая служит для очистки вод, содержащих поверхностно активные вещества, жиры, масла. Сам процесс флотации заключается в

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

образовании в толще воды газовых пузырьков (чаще воздушных), прилипанию частиц к поверхности раздела газовой и жидкой фаз, всплывании этих комплексов на поверхность обрабатываемой сточной жидкости и удалении образовавшегося пенного слоя. На рисунке 6.9 представлена схема очистки жиросодержащих сточных и технологических вод напорной флотацией, а схема электрофлотационной жироловки на рисунке 6.10.

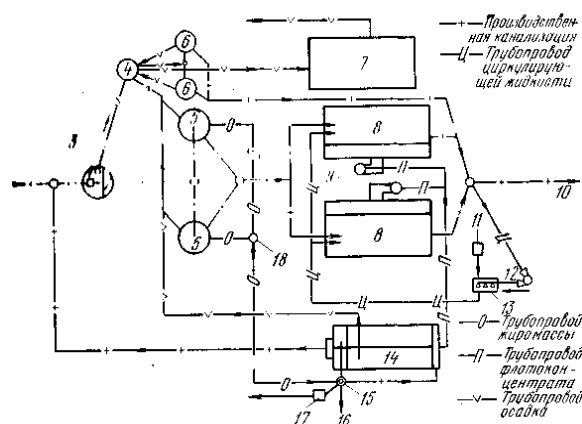


Рисунок 6.9 - Принципиальная схема очистки жиросодержащих сточных вод напорной флотацией

- 1 - решетка, 2 - насосная станция, 3 - дробилка, 4 - насосная станция осадков, 5 - осветлители с естественной аэрацией, 6 - осадкоушутнители, 7 - узел сушки осадков, 8 - флотаторы, 9 - пеногасители, 10 - трубопровод выпуска очищенной сточной воды в канализационный коллектор, 11 - компрессор, 12 - циркуляционный насос, 13 - напорный резервуар, 14 - отстойник-декантатор, 15 - вакуумный бункер, 16 - трубопровод подачи жиромассы на утилизацию, 17 - вакуумный насос, 18 - колодец для сбора жиромассы из осветлителей

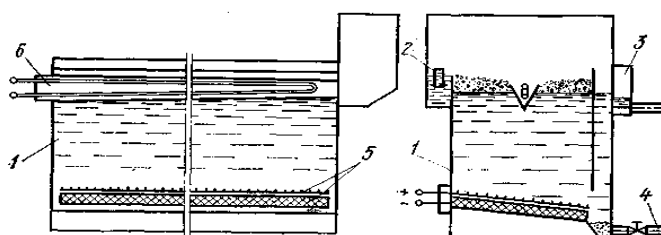


Рисунок 6.10 - Схема электрофлотационной жироловки

- 1 - корпус жироловки, 2 - приемное отверстие, 3 - лоток для отвода очищенной воды, 4 - трубопровод опорожнения, 5 - электродный блок, 6 - лоток с нагревателем для отвода и разрушения пены

Для регулирования состава и расхода сточных вод применяются усреднители. Обычно состав сточных вод, предприятий, значительно изменяется в течение суток, так как могут произойти залповые сбросы.

С целью повышения эффективной работы сооружений механической, биологической и физико-химической очистки сточных вод на очистных станциях перед отстойниками устанавливаются усреднители.

Усреднение достигается либо дифференцированием потока поступающей сточной воды, либо интенсивным перемешиванием отдельных стоков. В первом случае усреднитель состоит из 4 - 6 параллельно расположенных коридоров, в которые поступает сточная вода. Эффект усреднения достигается за счет разного времени добегания отдельных порций воды до сборного диагонального лотка (рисунок 6.11).

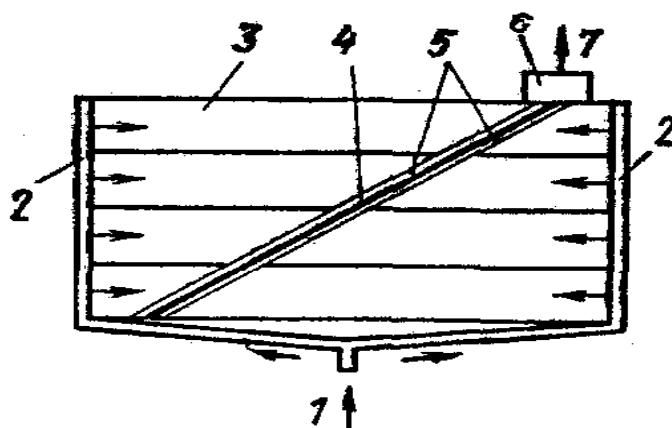


Рисунок 6.11 - Усреднитель с дифференцированием потока сточных вод

- 1 - подача сточных вод, 2 - распределительные лотки, 3 – коридоры,
4 - диагональная перегородка, 5 - сборные лотки, 6 - выпускная камера,
7 - отвод сточных вод

При усреднении за счет перемешивания сточные воды подаются в лоток, расположенный над резервуаром и оборудованный зубчатым водосливом для равномерного распределения воды по длине усреднителя. Перемешивание сточных вод осуществляется с помощью насосов, мешалок или барботеров. Общий объем усреднителей зависит от состава и режима отведения сточных вод и обычно соответствует 4 – 12-часовому их притоку. При мойке и санитарной обработке технологического оборудования после технологического процесса, сточные воды также подвергаются загрязнению дезинфицирующими и моющими растворами. В качестве дезинфицирующих и моющих веществ используют: технические моющие средства - «Синтрол», «Фарфорин», «Вимол» и др., а также кальцинированную соду, каустическую соду, азотную и сульфаминовую кислоты. Рекомендуются использовать синтетические моющие растворы так как в их составе имеются смягчители

воды, антикоррозианты, щелочные компоненты и поверхностно-активные вещества, обладающие высокой моющей способностью. Применение этих веществ позволяет пользоваться водой с повышенной жесткостью и производить мойку оборудования, изготовленного из любого металла. При этом поверхностно-активные вещества способствуют переходу загрязнений с металлической поверхности в моющий раствор.

Рабочие растворы моющих средств готовят из концентрированных растворов или порошков с соблюдением правил безопасности, в резервуарах из нержавеющей стали или в емкостях моечных машин. Концентрированные кислоты и щелочи наливают в эмалированные или из нержавеющей стали ведра на 70% емкости и плотно закрывают крышками. Рабочие снабжаются защитными приспособлениями и выполняют правила безопасности.

Дезинфекцию оборудования проводят с целью предотвращения развития микробиологических организмов.

Для дезинфекции чаще всего используют раствор хлорной извести, ежедневно проверяя содержание активного хлора. Из сухой хлорной извести готовят 10% раствор, его отстаивают 24 ч. Прозрачную жидкость сливают через марлю, определяют количество активного хлора и готовят рабочий раствор требуемой концентрации.

Гипохлориды по дезинфицирующим свойствам аналогичны хлорной извести. При растворении гипохлорит не дает осадка, в этом его преимущество перед хлорной известью. Рабочие его растворы готовят перед использованием. Гипохлориты нельзя смешивать с кислотами, так как может произойти выделение ядовитых газов.

Хлорсодержащие препараты используются для дезинфекции с содержанием 100 - 200 мг активного хлора на 1 л раствора, но не менее 100 мг/л. Эти препараты обладают повышенной коррозионной активностью по отношению к алюминию и меди.

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе разработки данного дипломного проекта был выполнен литературно-патентный обзор, по выявленным аналогам которого была произведена модернизация морозильного цилиндра фризера. Также было выполнено технико-экономическое обоснование данной модернизации и техническое описание.

Выполнены необходимые расчеты, в том числе и с использованием ЭВМ. Также были выполнены такие разделы как: монтажный проект, где произведены анализ помещений цеха мороженого. Произвели расчет и проектирование фундаментных площадок. В разделе экология рассмотрели охрану окружающей среды от сточных вод, которые появились в результате производства и мойки технического оборудования и мойки.

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каталог – справочник «Молочная промышленность» в 2-томах. М.1970г-445с
2. Вильне А., Винрих В. «Фризеры» М.1987-290с.
3. «Оборудование молочной промышленности». Каталог – справочник М.1988-356с.
4. Боушев Т.А., Дезент Т.М. «Оборудование для производства мороженого» М.1955-248с
5. Томбаев Н.И. «Справочник по оборудованию предприятий молочной промышленности». М-1972-323с
6. Дезент Г.М. «Мороженое» М 1963-48с
7. Оленьев А.Н. «Оборудование для производства мороженого» М-1986-431с
8. Сорокопуд А.Ф. Технологическое оборудование: учебное пособие для выполнения курсового и дипломного проектов [Текст] / А.Ф. Сорокопуд, В.И. Петров; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2000. – 60 с.
9. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности [Текст] / В.Д. Сурков, Н.Н. Липатов, Ю.П. Золотин. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 263 с.
10. Тимонин А.С. Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования: справочник в 3-х томах [Текст] / А.С. Тимонин. – Калуга: Издательство Н. Бочаровой, 2002.
11. Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию [Текст] / Т.С. Борисов, В.П. Брыков, Ю.И. Дытнерский др.; Под редакцией Ю.И. Дытнерского. – М.: Химия, 1991. – 496 с.
12. Соколов В.И. Основы расчета и конструирования аппаратов пищевых производств [Текст] / В.И. Соколов. – М.: Машиностроение, 1983. – 447 с.
13. Степанов В.М. и др. Проектирование предприятий молочной промышленности с основами САПР [Текст] / В.М. Степанов и др. – М.: Агропромиздат, 1989. – 208 с.
14. Сорокопуд А.Ф. Основы теории технологического потока: учебное пособие [Текст] / А.Ф. Сорокопуд; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2004. – 104 с.
15. Петров В.И. Диагностика, ремонт и сервисное обслуживание машин и аппаратов пищевых производств: учебное пособие [Текст]. В 2-х частях / В.И. Петров; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2003. – 160 с.
16. Петров В.И. Основы проектирования предприятий пищевой промышленности: учебное пособие [Текст] / В.И. Петров; Кемеровский

					<i>ОФБ 00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2003. – 220 с.

17. Ростроса Н.К. Курсовое и дипломное проектирование предприятий молочной промышленности [Текст] / Н.К. Ростроса, П.В. Мордвинцева. – М.: Агропромиздат, 1998. – 303 с.

18. Мустафина А.С. Экономическая часть дипломного проекта: методические указания [Текст] / Мустафина А.С.; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2006. – 27 с.

19. Крусь Г.Н., Храмцов А.Г., Технология молока и молочных продуктов, М.: Колос, 2002.

20. Г.В. Твегдохлеб, Г.Ю. Сажин, Р.И. Раманаускас. Технология молока и молочных продуктов, Москва, ДеЛи принт, 2006 г, 614с.

21. Н.И. Томбаев. Справочник по оборудованию предприятий молочной промышленности, Москва, Пищевая промышленность, 1972 г, 543с.

22. Отраслевой каталог: оборудование технологическое для молочной промышленности [Текст] / Ю.Н. Кузьмин, Л.М. Татушина, В.В. Липатникова др.; Под редакцией Л.П.Мамонова. – М., 1987 г.

23. Ситников Е.Д. Практикум по технологическому оборудованию консервного и пищевого концентратного производств, Москва, 2004 г.

24. Безопасность жизнедеятельности. Промышленная и экологическая безопасность, безопасность в техногенных чрезвычайных ситуациях. Курс лекций/ В.Г. Калыгин, В.А. Бондарь, Р.Я. Дедеян; Под ред. В.Г. Калыгина. – М.: Химия, КолосС, 2006. – 520 с.: ил.

25. Ю.И. Иванов, Ю.П. Михайлов. Безопасность в производственных условиях. Методические указания к выполнению раздела дипломного проекта для студентов всех специальностей и форм обучения. – Кемерово. – 2003. – 39 с.

26. Экология. Экозащитная техника и технологии на предприятиях мясной и молочной промышленности: учебное пособие/ Т.А. Краснова, Н.А. Самойлова, И.В. Тимошук, Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2006. – 104 с.

27. Оборудование для очистки воздушных выбросов и сточных вод пищевых предприятий: Учеб. пособие/ А.М. Гавриленков, Е.А. Рудыка. – СПб.: ГИОРД, 2007. – 120 с.: ил.

28. Электронный ресурс:

<http://dlib.rsl.ru/rsl01003000000/rsl01003302000/rsl01003302...>

29. Электронный ресурс: <http://rudocs.exdat.com/docs/index-33266.html>

30. Электронный ресурс: <http://rudocs.exdat.com/docs/index-33715.html#1>

31. Электронный ресурс: <http://rudocs.exdat.com/docs/index-33715.html#2>

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

32. Электронный ресурс: <http://bestreferat.ru/archives/86/bestref-215786.zip>

33. Электронный ресурс: <http://inethub.olvi.net.ua/ftp/library/share/homelib/spec250...>

34. Электронный ресурс: <http://rudocs.exdat.com/docs/index-33266.html>

35. Электронный ресурс: <http://dlib.rsl.ru/rsl01000000000/rsl01000329000/rsl01000329...>

36. Электронный ресурс: <http://dlib.rsl.ru/rsl01005000000/rsl01005115000/rsl01005115...>

37. Электронный ресурс: <http://5fan.ru/wievjob.php?id=1249>

38. Электронный ресурс: <http://bestreferat.ru/archives/86/bestref-215786.zip>

					ОФБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		