

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КубГТУ»)

Институт механики, робототехники, инженерии транспортных и
технических систем
Кафедра технологического оборудования и систем жизнеобеспечения

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

по направлению: 16.05.01 – Специальные системы жизнеобеспечения

на тему: «Проект холодильной установки цеха производства сыра»

ТОСЖ 03 00000000 ПЗ

Автор



М.А. Бадалов

Руководитель



М.В. Шамаров

Консультанты:

по безопасности
и экологичности



14.06.21

Т.П. Бажина

по экономике



Т.Г. Гурнович

Нормоконтролер



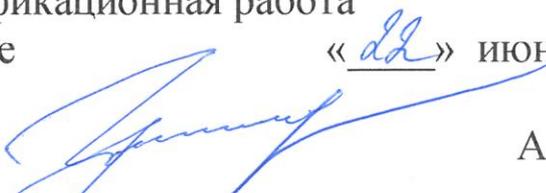
21.06.21

Ю.С. Беззаботов

Выпускная квалификационная работа
допущена к защите

«dd» июня 2021 г

Зав. кафедрой



А.В. Гукасян

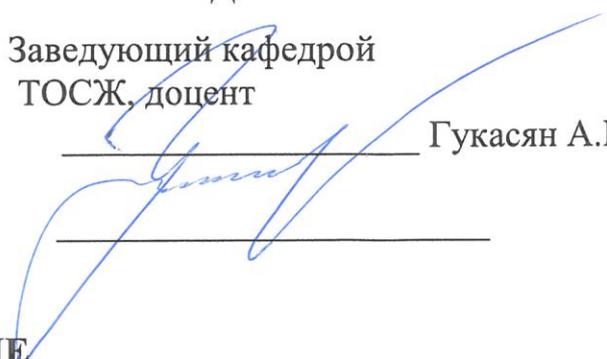
Краснодар
2021

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Кубанский государственный технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КубГТУ»)

Институт Механики, робототехники, инженерии транспортных и технических систем
Кафедра Технологического оборудования и систем жизнеобеспечения

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
ТОСЖ, доцент


_____ Гукасян А.В.

ЗАДАНИЕ

НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ

по направлению: 16.05.01 – Специальные системы жизнеобеспечения

студенту _____ Бадалову Максиму Алексеевичу _____
(фамилия, имя и отчество)

Тема выпускной квалификационной работы: «Проект холодильной установки цеха
производства сыра»

Утверждена приказом ректора университета от 10.03.2021 г. № 438-Ст

Руководитель: доцент, к.т.н. Шамаров М.В.

Консультанты (с указанием относящихся к ним разделов):

1. Экономика – Т.Г. Гурнович
2. Безопасность и экологичность – Т.П. Бажина
3. _____

Срок сдачи выпускной квалификационной работы на кафедру 26.06.2021г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ВЫПОЛНЕНИЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

МЕСЯЦ	ЧИСЛА МЕСЯЦА																																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
февраль																																		
март																																		
апрель																																		
май																																		
ИЮНЬ				Технические вспомогательные работы		Сборка и монтаж судов		Сборка и монтаж судов		Работа по судам		Работа по судам		Работа по судам		Б.М. и др., судов																		
				Мини 1,2		Мини 3,4		Мини 5,6		Мини 7,8		Мини 9,10		Мини 11,12		Мини 13,14		Мини 15,16		Мини 17,18		Мини 19,20		Мини 21,22		Мини 23,24		Мини 25,26		Мини 27,28		Мини 29,30		

Студент  5.06.21
(подпись, дата)

Руководитель  26.06.21
(подпись, дата)

Содержание выпускной квалификационной работы

(указываются наименования разделов пояснительной записки)

Введение

1 Технология и оборудование для производства сыра

2 Расчет нагрузок и подбор холодильного оборудования

3 Расчет нагрузок и подбор вентиляционного оборудования

4 Расчет нагрузок и подбор вспомогательного холодильного оборудования

5 Автоматизация холодильной машины

6 Безопасность и экологичность проекта

7 Экономические показатели проекта

Заключение

Общее количество листов ПЗ 106 с.

Объем иллюстративной части

Технологическая схема – 1 лист форм. А1.

План сырного завода – 1 лист форм. А1.

Камера созревания сыров – 1 лист форм. А1.

План сырного завода – 1 лист форм. А1.

Холодильная установка на $t_0 = -5$ °С – 1 лист форм. А1.

Воздухоохладитель – 1 лист форм. А1.

План трубопроводов и воздухопроводов – 1 лист форм. А1.

Холодильная установка на $t_0 = -5$ °С – 1 лист форм. А1.

Общее количество листов иллюстрационной части 8

Список основной и рекомендуемой литературы

1. Свердлов Г.З., Явнель Б. К. Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха; 3-е издание; - М: Пищевая промышленность, 1978.
2. Свердлов Г.Е., Явнель Б.К. Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок; М. Пищевая промышленность, 1978 р.
3. Аршанский С.Н., Синкевич Э.Я. Льдозаводы. – М. Пищевая промышленность. 1968.
4. Холодильное оборудование предприятий пищевой промышленности / Ф.С. Титлов, С.Ф. Горыкин. – Львов: Новий Світ-2000, 2013. – 332 с.
5. Холодильные установки. Проектирование: Учеб. пособие/ И.Г. Чумак, А.Ю. Лагутин, В.П. Чепурненко, С.Ю. Ларьяновский и др.; Под. ред. докт. тех. н. прф. И.Г. Чумака.- 4-е изд., перераб. и доп.- Одесса: Печать, 2008.- том 1, 145с.

Реферат

Дипломны проект 106 с, 25 рисунков, 13 источника , 8 листов графической части формата А1

СИСТЕМА ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ, ХОЛОДИЛЬНАЯ КАМЕРА СОЗРЕВАНИЯ СЫРА, ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КОНДИЦИОНЕР, ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЬ, КОНДЕНСАТОР, ХЛАДАГЕНТ

Объектом проектирования является система хладоснабжения предприятия по производству сыра.

Цель работы: расчет и техническое решение системы хладоснабжения завода по производству сыра, расчет теплопритоков, выбор режимов работы установок и подбор оборудования, автоматизация холодильной установки.

В выпускной квалификационной работе произведены следующие расчеты:

1. Технические расчеты холодильной машины для подготовки холодной воды
2. Технические расчеты холодильных установок для камеры созревания и хранения сыра
3. Технические расчеты вентиляционных установок для рассольного цеха
4. Технические расчеты вентиляционных установок для производственного цеха
5. Автоматизация холодильной установки.

					<i>ТОСЖ 03 00.00.00 ПЗ</i>		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Бадалов М.А.	<i>[Подпись]</i>	21.06	Лит	Лист	Листов
Провер		Шамаров М.В.	<i>[Подпись]</i>			6	106
Н. Контр		Беззаботов Ю.С.	<i>[Подпись]</i>	21.06.21	Пояснительная записка		
Утв.		Гукасян А.В.	<i>[Подпись]</i>	22.06.21	КубГТУ ТОУСЖ зр.16-М-СЖ1		

Содержание

Введение.....	9
1 Технология и оборудование для производства сыра	10
1.1 Технологический процесс и необходимое оборудование при производстве сыра.....	10
1.2 Техническое решение и применение холодильного оборудования при производстве сыра.....	25
2 Расчет нагрузок и подбор холодильного оборудования.....	33
2.1 Расчёт и подбор установки для подготовки холодной воды.....	33
2.1.1 Расчет теплообменных аппаратов и подбор оборудования...	34
2.2 Расчёт и подбор установки для камеры созревания сыра	37
2.2.1 Расчёт тепло- и влагопритоков.....	38
2.2.2Расчёт тепловлажностного коэффициента и определение необходимого расхода объемного воздуха	39
2.3 Расчёт холодильной камеры для хранения сыра и подбор оборудования.....	46
2.3.1Расчёт толщины теплоизоляции холодильной камеры для хранения сыра.....	46
2.3.2Теплотехнический расчет камеры хранения.....	48
2.3.3Цикл холодильной машины и подбор оборудования.....	53
3 Расчет нагрузок и подбор вентиляционного оборудования.....	58
3.1 Расчёт тепло- и влагопритоков и подбор оборудования для рассольного цеха.....	58
3.2 Расчёт тепло- и влагопритоков и подбор оборудования для производственного цеха.....	63
4 Расчет нагрузок и подбор вспомогательного холодильного оборудования.....	76
5 Автоматизация холодильной машины.....	81

5.1	Характеристика объекта автоматизации.....	81
5.2	Щиты и пульта.....	81
5.3	Основные решения по автоматизации.....	82
5.4	Световая сигнализация технологическая, предупредительная, аварийная.....	84
5.5	Звуковая сигнализация предупредительная и аварийная.....	84
5.6	Автоматическое отключение всего оборудования компрессорного цеха.....	84
5.7	Заявочная ведомость на приборы и средства автоматизации	85
6	Безопасность и экологичность проекта.....	86
6.1	Безопасность жизнедеятельности на производстве.....	86
6.2	Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях.....	90
6.3	Экологическая безопасность в ВКР.....	93
7	Экономические показатели проекта.....	94
7.1	Капитальные затраты на систему холодоснабжения.....	94
7.2	Себестоимость выработки холода.....	95
7.2.1	Выработка холода / тепла.....	95
7.2.2	Затраты на силовую электроэнергию.....	96
7.2.3	Расходы на эксплуатацию оборудования.....	96
7.2.4	Расчёт себестоимости выработки холода.....	97
7.3	Оценка эффективности разработанного проекта.....	98
	Заключение.....	101
	Список использованных источников.....	102
	Приложение А Листы подбора оборудования для охлаждения воды....	103
	Приложение Б Листы подбора оборудования для камеры хранения.....	104
	Приложение В Листы подбора оборудования для системы холодоснабжения вентиляционных систем.....	105

Введение

Искусство сыроварения известно еще с незапамятных времен. А секрет приготовления сыра был открыт сотни лет назад. С тех пор сыры пользуются большой популярностью и сами по себе, и как превосходная приправа ко многим блюдам.

В большинстве развитых стран мира сыр входит в ежедневный рацион человека любого возраста. Это продукт с высокой энергетической и биологической ценностью. В соответствии с национальными традициями сыр используют в качестве заправки и как самостоятельное блюдо. В технологический процесс производства натуральных сыров входят следующие последовательно выполняемые операции:

- контроль качества молока и сортировка его при приемке;
- резервирование и созревание молока;
- нормализация молока по жиру;
- пастеризация и охлаждение молока;
- внесение в молоко хлорида кальция, химически чистого калия или нитрата натрия, сырной краски;
- применение бактериальных заквасок или бактериальных препаратов и молокосвертывающих ферментных препаратов;
- свертывание молока;
- обработка сгустка;
- формование сырной массы;
- самопрессование, прессование и маркирование сыра;
- посолка сыра;
- созревание сыра;
- маркирование, упаковывание, хранение и транспортирование сыра.

Длительность и режимы технологических операций могут быть различными и почти в них всех необходимо использование холодильных установок в том или ином виде.

Применение низких температур для различных производственных целей в пищевой промышленности обеспечивает протекание физических, химических, биологических и других процессов в условиях существенно отличающихся от того, как они протекают при обычных условиях. Как общее правило, все эти процессы при низких температурах замедляются, а некоторые из них (например, жизнедеятельность отдельных видов бактерий) прекращаются.

1 Технология и оборудование для производства сыра.

1.1 Технологический процесс и необходимое оборудование при производстве сыра.

Технология производства сыра известна человеку с незапамятных времён, и в современном мире появилось множество приборов и механизмов которые не только упрощают, но и убыстряют процесс получения готового продукта потребителю. Но все равно, с получением качественного и современного инструмента помощи людям в данном процессе, сам процесс изготовления сыра остался прежним. Все секреты прошлых поколений, которые не имели возможности пользоваться преимуществами нашего времени, но все равно делали потрясающие по качеству и вкусу продукт, пользуясь лишь вековыми принципами приготовления сыра.

В технологический процесс производства натуральных сыров входят следующие последовательно выполняемые операции, представленные на рисунке 1.

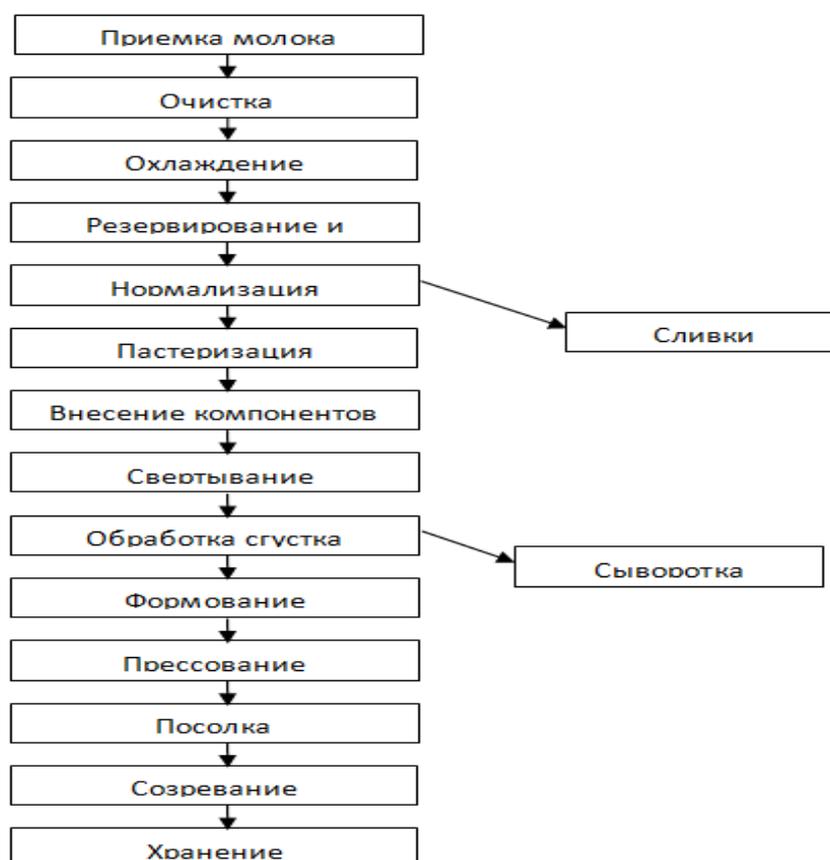


Рисунок 1 – Технологическая линия производства сыра

Для производства сыра в основном используется молоко первого и второго сорта в соответствии с ГОСТ Р 52054-2003. Молоко первого сорта, поступающее на завод, самовсасывающим насосом через фильтр, воздухоотделитель и счетчик подают в промежуточный резервуар хранения. Молоко второго сорта подогревается до температуры 35 – 40°C и очищается на сепараторе-молокоочистителе с целью удаления механических примесей.

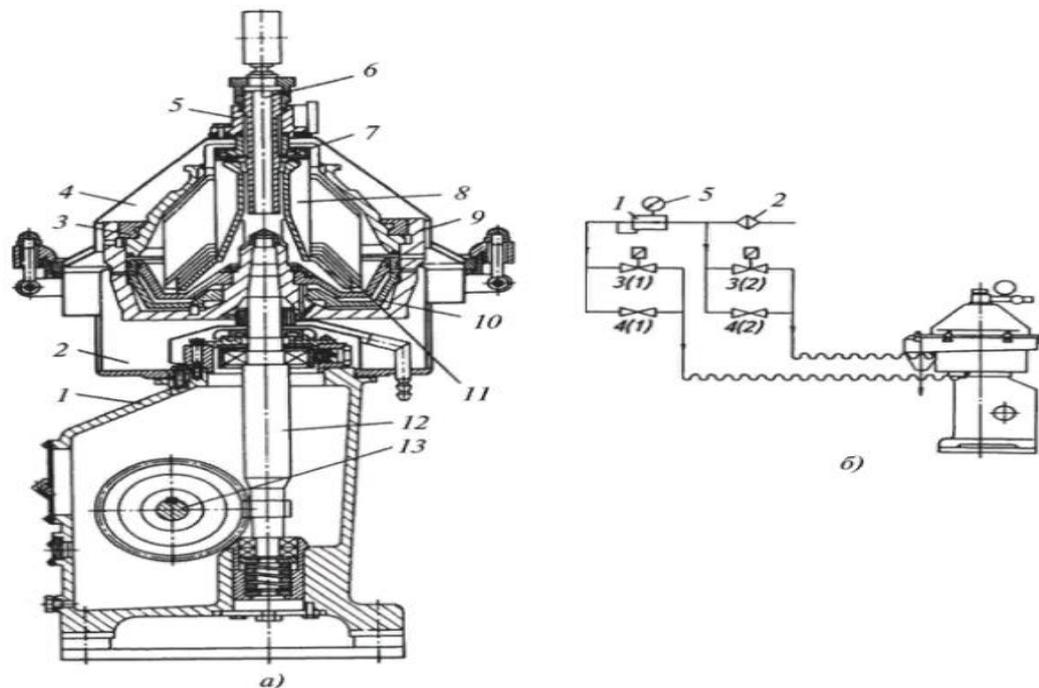


Рисунок 2 – Схема сепаратора-молокоочистителя ОХО-10
производительностью 10 м³/ч

а — общий вид: 7 — станина; 2 — приемник осадка; 3 — барабан; 4 — крышка сепаратора; 5 — приемно-выводное устройство; 6 — центральная труба; 7 — напорный диск; 8 — тарелкодержатель; 9 — основание; 10 — поршень; 11 — пакет тарелок; 12 — вертикальный вал; 13 — горизонтальный вал;

б — схема подключения гидросистемы: 1 — редукционный клапан; 2 — фильтр; 3(1), 3(2) — электромагнитные клапаны, 4(1), 4(2) — вентили; 5 — манометр

Сепаратор – молокоочиститель для обработки молока состоит из привода, барабана, приемника осадка с гидроузлом, крышки, приемно-выводного устройства. Привод служит для передачи вращения от

Изм	Лист	№ док	Подпись	Дата

электродвигателя к барабану и состоит из горизонтальных и вертикальных валов. На горизонтальный вал наживлен бандаж, зубчатое колесо. Вращение от электродвигателя плавно передается, с помощью фрикционной муфты горизонтальному валу и через зубчатую передачу — вертикальному валу. В барабане, состоящем из основания, поршня, тарелкодержателя с комплексом тарелок и крышки, молоко очищается от механических примесей.

Исходное молоко через центральную трубку приемно-выводного устройства поступает в барабан, где в зазорах между промежуточными тарелками происходит его очистка от механических примесей. Очищенное молоко постоянно выводится из барабана напорным диском и через отводящую магистраль направляется в коммуникации. Давление на выходе очищенного молока настраивается клапаном и контролируется манометром.

Осадок, по мере необходимости, выводится из барабана. В область барабана подается вода. Поршень под действием гидростатического давления опускается, и осадок через разгрузочные щели основания вытесняется из барабана. Вода, в свою очередь, выводится из барабана через отверстие в поршне. Под воздействием воды, находящейся в полости барабана, поршень идет вверх и перекрывает разгрузочные щели, и выгрузка осадка прекращается. Гидросистему (рис. 2,б) устанавливают на расстоянии 1,5 м от сепаратора и соединяют с ним трубопроводом с внутренним диаметром не менее 15 мм. Питание гидросистемы осуществляется из водопровода предприятия, давление подготовленной воды должно составлять не менее 0,2 МПа, а температура не должна быть выше 35 °С. На выходе из системы находится фильтр, который улавливает механические примеси. Манометр показывает давление в гидросистеме после редуцирующего клапана, регулирующего давление в линии разгрузки барабана. При управлении механизмом разгрузки на пульте управления срабатывает электромагнитный вентиль 3(1), и вода направляется в барабан. Через электромагнитный вентиль 3(2) вода подается на охлаждение и смачивание приемника осадка в автоматическом режиме работы сепаратора. В случае выхода из строя системы автоматической выгрузки осадка переходят на ручное управление: вентиль 4(1) — разгрузка, а вентиль 4(2) — смачивание приемника осадка.

Далее для производства сыра очищенное молоко в сепараторе-молокоочистителе подвергают созреванию, которое сочетают с процессом

производства на данный момент, так например кислотность молока перед свертыванием для сыров типа голландского должна быть 17..19°Т, для сыров типа швейцарского - 17...20 °Т, для мягких сыров - 23...25 °Т, для рассольных сыров - 20...21 °Т, сыров типа российского - 21...22 °Т, для брынзы - 22...23 °Т. Все эти процессы контролируются технологами, которые специально обучены и владеют полной информацией по получению и приемке молока на объект (температура, масса, объем, качество и т.д.)

Таблица 1.1 – Кислотность молока и его влияние на образования сгустка

Кислотность молока		Экстра	Люкс	Пояснения
		Традиция	Универсал	
		Нормаль	Энзи-микс	
pH	°Т	%**	%**	
6,9				Образование грубой, резиновой консистенции сыра.
6,7	17	130	140	Зона нормальных значений кислотности для получения качественного сгустка и нормального содержания кальция и фосфора.
6,6	18	115	120	
6,55	19,5	100	100	
6,4	21	80	75	Содержание кальция в сгустке снижается - он уходит в сыворотку.
6,3	23	75	65	
6,25	24			Лучшая кислотность удаления сыворотки для сыров с низкой температурой II нагревания. Для удержания кальция кислотность должна быть не ниже pH 6,15.
6,2	25			
6,15				
6				Образование крошливой, колющейся консистенции сыра
5,9				

Далее молоко подвергают пастеризации для уничтожения вредной для сыроделия патогенной микрофлоры, вирусов и бактериофагов. Наиболее лучший режим пастеризации молока в сыроделии является нагревание до температуры от 70 до 72 °С и выдержкой от 20 - 25 секунд. При производстве сыра температура пастеризации должна быть не выше 72 °С. После пастеризации молоко охлаждают до температуры свертывания 32 - 34 °С.

Для процесса пастеризации используется *пластинчатая пастеризационно-охладительная установка (ППОУ)* необходимая для пастеризации и охлаждения молока в непрерывающемся тонкослойном закрытом потоке при помощи систем автоматического контроля и регулирования технологического процесса.

Процесс пастеризации начинается не в ППОУ, а сразу после резервуаров хранения подготовленного сыропригодного молока. После резервуара молоко попадает в уравнильный бак, который нормализует поток, для предотвращения кавитации молока, защиты циркуляционных

насосов и предотвращением попадания не до конца подготовленного молока в пастеризатор, при помощи срабатывания клапана и отправки неподготовленного потока обратно в резервуар. В котором производится повторная подготовка и уточнение всех параметров молока, для его дальнейшей обработки.

Затем сыропригодное молоко попадает в *сепаратор – нормализатор* через подающую трубу трубопровод I. В барабане происходит разделение молока на обезжиренное молоко и сливки. Обезжиренное молоко выходит из сепаратора по трубопроводу II, сливки выходят из сепаратора по трубопроводу III. Регулировку жирности производят при помощи винтов регуляторов на выходе сливок и обезжиренного молока В и А. Затем часть сливок спускают по трубопроводу IV в трубопровод обезжиренного молока II. Получается нормализованное молоко. Нормализованное молоко выходит из сепаратора через выход нормализованного молока. Дисковый затвор V находится в открытом состоянии. Часть сливок отводится через трубопровод VII из сепаратора. Дисковый затвор VI открыт. Количество отводимых сливок регулируется при помощи винта регулятора К.. После этого сливки отправляются в резервуар, а нормализованное молоко идет дальше по схеме к ППОУ.

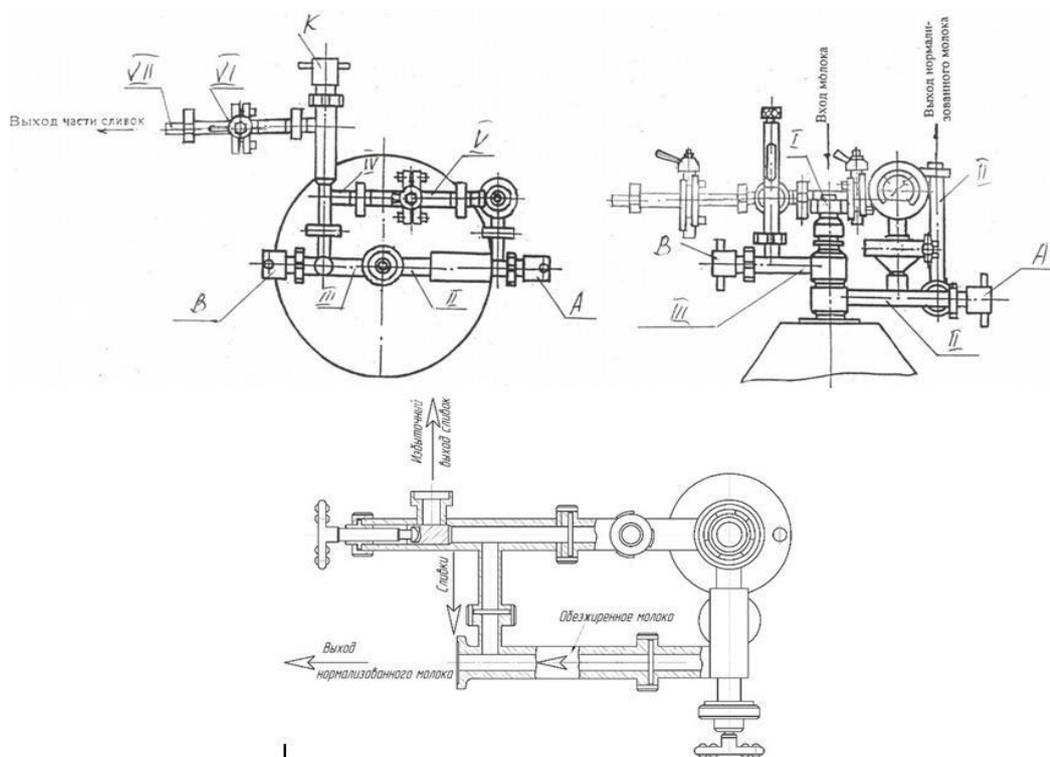


Рисунок 3 – Принципиальная схема сепаратора – нормализатора РЗ-ОЦТ-2 производительностью 2 м³/ч

Изм	Лист	№ док	Подпись	Дата

ТОСЖ 03 00.00.00 ПЗ

Лист

15



Рисунок 4 –Пластинчатая пастеризационно-охладительная установка А1-ОКЛ-2 производительностью 2 м³/ч (ППОУ)

После нормализации и отделения сливок, нормализованное молоко предварительное подогретое до 40-45 °С, попадает в пастеризатор. Такой процесс подготовки к пастеризации называется регенерация. Пройдя регенерацию, молоко попадает в секцию пастеризации. На выходе из секции пастеризации установлен датчик термо-сопротивления, за которым следует седельный клапан, положение которого определяется температурой молока. Если его температура на выходе из секции пастеризации ниже необходимой по технологии производства, то клапан направляет поток в трубопровод с нормализованным молоком на входе в ППОУ, после которого недогретое молоко повторяет цикл пастеризации. Если температура молока соответствует заданной температуре пастеризации 70-72 °С, то молоко поступает на выдержку и выдерживается порядка 20 – 25с. После выдержки молоко пропускают последовательно через все секции регенерации, где оно охлаждается встречным потоком поступающего в пастеризатор нормализованного молока. Далее молоко поступает в секцию охлаждения пластинчатого теплообменника, где охлаждается до заданной температуры встречным потоком входящего молока и технической водопроводной водой. Технологические параметры регулируются и контролируются автоматикой. В случае нарушения

заданного режима пастеризации молоко направляется на повторную пастеризацию. С переключением клапана на возврат срабатывает звуковая и световая сигнализация, извещающие о нарушении заданного температурного режима обработки молока.

Первая стадия производства сыра - *сыродельная ванна* или *сыроизготовитель*, где сыропригодное пастеризованное и нормализованное молоко по трубопроводу попадает в саму установку и запускает процесс изготовления сыра.

Сыроизготовитель представляет собой двустенную вертикальную конструкцию, установленную на ножках на полу цеха на высоте около 1-1,5м в один ряд с другими установками-сыроизготовителями (если потребуется больше одной установки в процессе производства, для получения необходимого объема продукта). Оборудование устанавливается на раме, имеющую площадку и ограждения, для пользования аппаратом и его обслуживания. Наружный слой, верхняя «рубашка» аппарата, изготовлена из теплоизоляционных материалов, самого кожуха и оборудована кранами для отвода горячего пара и слива технологической воды – хладоносителя. Внутренняя часть изготовлена из углеродистой стали. Внутри корпус снабжен мешалками режуще-вымешивающего типа, которые в процессе своего вращения в одну сторону разрезает полученный сгусток, и в том числе способствует и правильной постановке сырного зерна. Если же он вращается в другую сторону, то будет происходить тщательное вымешивание массы. Режимы работы мешалки устанавливаются при помощи пульта управления технологом, но в любой момент можно переходить в ручной режим вымешивания и подготовки сгустка. Так же он оборудован устройством для отбора сыворотки. При помощи центробежного самовсасывающего насоса и патрубка с клапаном для опорожнения от сырного зерна с частью сыворотки. Как правило, заранее через клапан сливается тридцать процентов сыворотки. Перед процессом сушки со второго клапана будет сливаться еще двадцать процентов сыворотки. После завершения процесса формирования сырного сгустка, он выводится из устройства с частью сыворотки дальше по технологическому процессу. Ранее отведенная сыворотка попадает в отдельные резервуары хранения, после чего отправляется на нужды другим производствам или повторно используется в процессе создания определенных типов сыров или же добавляется в некотором количестве в сырную массу при пересушке.

Краткий принцип действия выше указанного оборудования: Сыроизготовитель наполняют молоком и доводят его температуру до температуры сквашивания. Затем осуществляется свертывание молока при помощи сычужного фермента. Для различных типов сыров существует различные режимы подогрева и охлаждения сгустка и его вымешивания, в зависимости от технологических инструкций. Придерживаясь технологическим параметрам, пар подается в «рубашку» и устанавливается режим работы мешалок. По готовности сырного сгустка сыворотка отбирается через отборник, а готовое сырное зерно через кран насосом направляется на дальнейшую обработку.

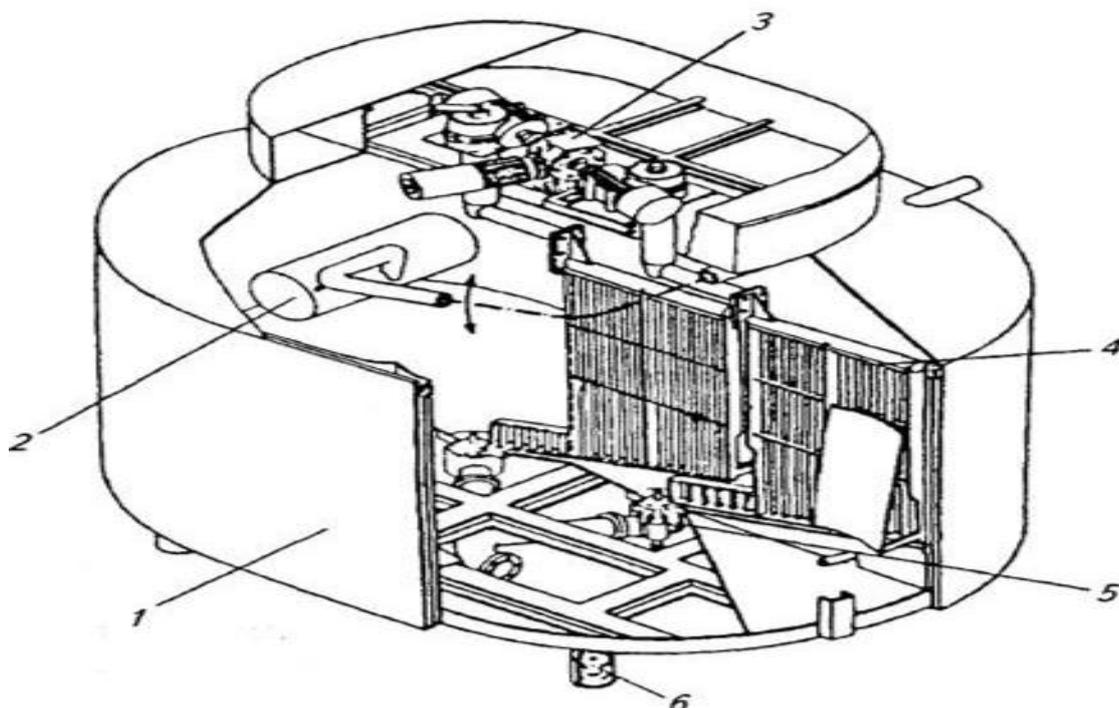


Рисунок 5 – Сыроизготовитель закрытого типа вертикальной ориентации ЩСЗ-18 производительностью 1,8 м³/ч

1 — корпус; 2 — отборник-фильтр; 3 — привод; 4 — режуще-вымешивающий инструмент; 5 — сливной патрубок; 6 — опора

Дальнейшая обработка сырного зерна состоит из отделения остатка сыворотки в требуемом объеме. Для правильного соотношения пропорций чистого сухого зерна и влагосодержания сыворотки для хорошей формировки и получения качественного продукта в ряду производства стоит отделитель сыворотки.

Сывороткоотделитель состоит из каркаса, барабана, ёмкости для сбора сыворотки, электродвигателя для вращения привода барабана, насоса для перекачки сыворотки в приемную часть и комплекса автоматического управления.

Барабан, как основной элемент конструкции отделителя сыворотки представляет собой наклонный перфорированный цилиндр, выполненный из нержавеющей стали. В который по трубопроводу с помощью насоса попадает сырный сгусток, для обработки и получения зерна определенной влажности и содержания необходимых питающих элементов. При вращении барабана сырное зерно перекачивается по его поверхности, и лишняя сыворотка стекает через перфорированные отверстия в цилиндре барабана и добавляется к сыворотке, отведенной при образовании сгустка. Обезвоженное в необходимых пропорциях зерно поступает в следующий раздел - раздел формирования.

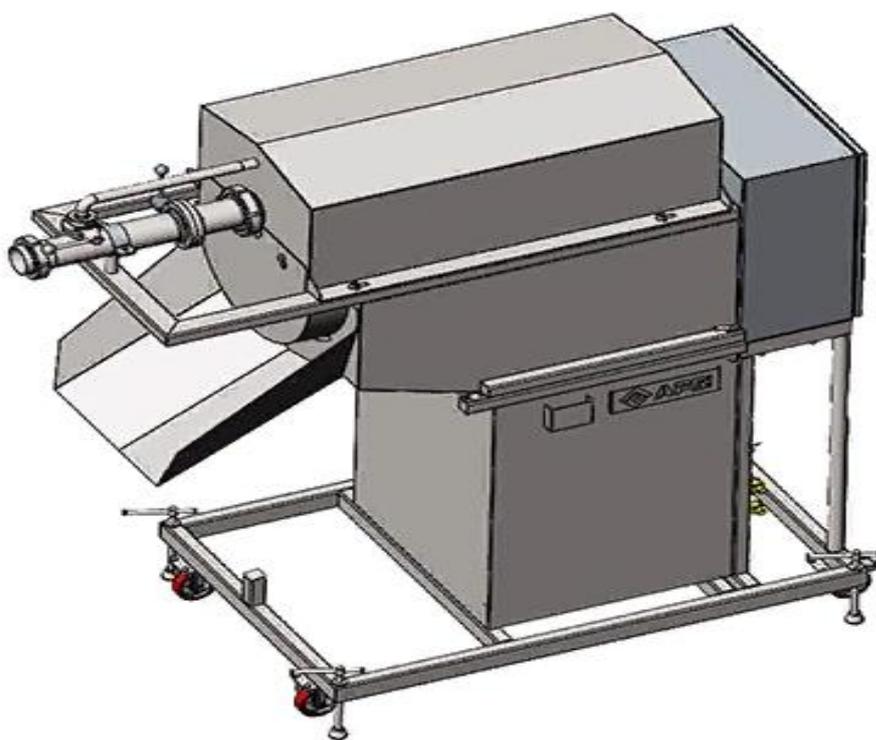


Рисунок 6 – Барабанный сывороткоотделитель

Полностью подготовленный сгусток попадает на стол формирования, где распределяется по формам, в зависимости от размера и технологии, а так же предпочтений заказчика. *Формирование сыра* проводят очень быстро, не допуская охлаждения теплой сырной массы. Температура в

Изм	Лист	№ док	Подпись	Дата

формовальном цеху должна быть 16-18°C. После формирования головок сыра происходит процесс самопрессования.

Самопрессование—это процесс удаление из сыра механически собранной при формировании, а также накапливающейся в результате отбора сырного серна из сывороткоотделителя межзерновой сыворотки (влаги).

Продолжительность самопрессования (передержка сыра в формах) 20-60 минут. Сократить время самопрессование нельзя, так как можно осушить поверхность, а внутри формы останется сыворотка, что приведет к неравномерному распределению веществ и разрушению при прессовании в местах скопления сыворотки.

Также во время самопрессования продолжается развитие кисломолочных процессов в сырной массе и дальнейшее ее обезвоживание. Весь этот этап служит для подготовки сыра к прессованию и получению сформированной головки сыра.

Прессование – это процесс полного удаление из сыра остатков межзерновой сыворотки и получение плотной поверхности слоя и хорошо замкнутой формы. Перед прессованием самопрессованный сыр маркируется, чтобы сформировать партию сыра (обычно сыры из одного потока, одновременно прошедшего сыроизготовитель). Затем маркированный сыр поступает в пресс-установку вертикальным или горизонтальным пневматическим прессом, где прессуется при определенных условиях.

Обязательные условия при прессовании сыра:

- В прессовальном отделении температура воздуха должна быть 16-18 °С, также необходимо полное отсутствие сквозняков;
- Постепенное увеличение давления прессования (от минимального и до максимально допустимого значения) в течение всего периода технологического процесса;
- Серпянки и салфетки при каждой перепрессовке должны быть чистые и влажные;
- Проводить прессования до момента полного отсутствия сыворотки и получения плотного, без трещин и морщин, сырного сгустка правильной формы.

Следующей, и одной из самых важных, операцией является процесс *соления сыра*. Основными элементами этого этапа технологических операций является холодильная машина, которая не только поддерживает температуру рассола ($10 \pm 2^\circ\text{C}$), но и предварительно остужает рассол до этих параметров (см. п.1.2), и сама емкость, в которую помещается сыр для посолки. При этом не маловажную роль играет и сами составные элементы рассола. *Поваренная соль* является не только вкусовым наполнителем сыра, но также регулятором нормализации и улучшения процесса созревания сыра, и колоссально влияет на развитие в сыре микробиологических и биохимических процессов. От содержания соли в сыре формируется уникальный вкус, запах, консистенция, конституция рисунка и внешнего вида. Содержание соли в сыре неодинаково и колеблется от 0,8 до 8%, в большинстве сыров эта доля составляет 1,5-2,5 %. Наибольшие значения соли необходимы в сырах типа рокфор - до 5% и в рассольных сырах – около 7,5-8%.

Также необходимо поддерживать в помещении рассольного цеха специфическую температуру и влажность воздуха (Микроклимат), порядка $+12^\circ\text{C}$ $\varphi=80 \pm 5\%$, чтобы не допускать нагрева рассола и изменения условий посолки. Поддержание таких условий в рассольном цеху обусловлено не только технологическими процессами, но и учетом того, что на данном этапе сыр находится в открытом состоянии и сохранения схожих условий, как в бассейне с солью, так и на воздухе очень необходимо. Техническое решение этого момента приведено в пункте 1.2., с обоснованием выбранного решения.

После всех этих многочисленных и трудоёмких технологических операций сырой и соленый сыр отправляется в *камеру созревания*, где непосредственно весь процесс состоит из использования холода и получением максимально удовлетворимых параметров температуры ($t, ^\circ\text{C}$) и влажности воздуха ($\varphi, \%$) для созревания сыра (см. п.1.2).

Готовый сыр после созревания в камере попадает в отдел подготовки к продаже для отправки покупателю. Данный этап включает в себя:

1. Мойка
2. Сушка
3. Парафинизация

1. За время созревания сыр периодически моют водой (18-20°C). Мойка — трудоемкий процесс, который проводят вручную или в моечных машинах в условиях промышленного производства.

Моечная машина барабанного типа - это прямоугольная ванна, в которой установлено два щеточных барабана, которые вращаются навстречу друг другу. Барабаны состоят из щеток разных диаметров (до 200 мм). Ворс щеток изготовлен из пропилена диаметром 0,6 мм или капроновой рыболовной лески диаметром 0,4 - 0,7 мм. Щетки вращаются с частотой около 2,5 об/мин.

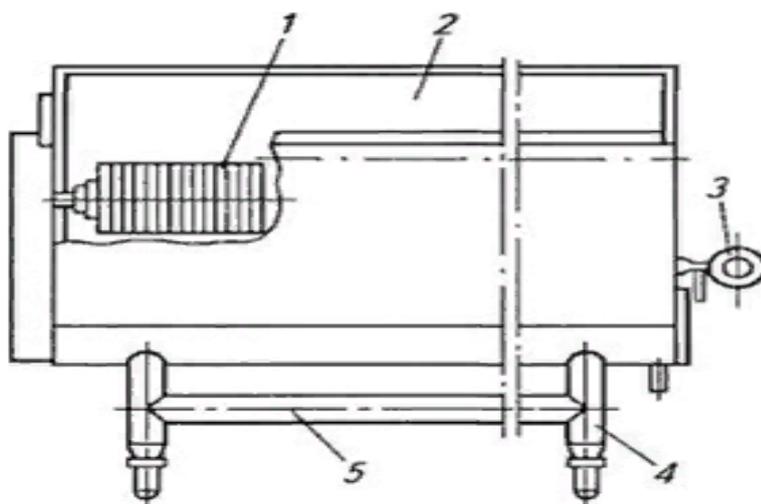


Рисунок 7— Моечная машина барабанного типа

1 — щеточные барабаны; 2— ванна; 3— паровой смеситель; 4-опорные ножки; 5 — рама;

2. В промышленности при производстве сыра предусматривается аппарат для обсушки сыра, в технологической схеме, находящийся сразу после моечной машины, чтобы обсушить головки сыра и подготовить их к парафинизации т.е. к нанесению защитного покрывного слоя.

Машина для обсушки сыров с электрокалорифером, чаще всего используется на производствах. Она состоит из:

- камеры сушки;
- калорифера;
- вентилятора;
- конвейера шагового реечного типа.

С продольной стороны камеры вставлены легкоъемные щиты и закреплены стальные листы. Воздух для обсушки поступает из электрокалорифера и подается на головки с помощью вентилятора. В нижней части калориферно-вентиляторной установки расположены жалюзи, для регулировки расхода и направления потока. Конвейер продвигает сырные головки по машине. Отдавший тепло воздух, через выброс выводится в атмосферу.

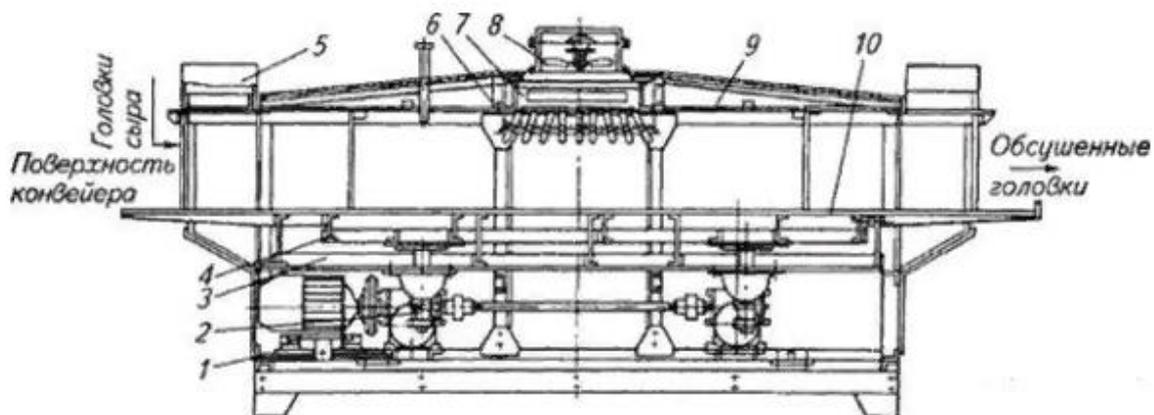


Рисунок 8— Машина для обсушки сыров с электрокалорифером

1 — каркас; 2— кронштейн подвижной рамы; 3, 4—соответственно неподвижная и подвижная рамы; 5 —выброс для отработавшего воздуха; 6 — жалюзи калорифера; 7—калорифер; 8 — вентилятор; 9 — кожух; 10— конвейер для сыра

3. Устройство для нанесения на сыры защитного покрывного слоя, которое предназначено для предотвращения пересушки, плесенеобразования и загрязнения поверхности сыра называются парафинерами. Принцип их действия состоит в погружении головки сыра на 1-2 с в нагретый до 150-160°C парафиновый расплав, находящийся в специальной ванне.

Для вышеописанной операции, завершающей технологический процесс, используют машину, основанную на полуавтоматическом принципе действия. *Карусельный парафинер*, работающий следующим образом: Оператор кладет сыр на отведенный в крайнее верхнее положение держатель, карусель поворачивается и во время ее простоя пневмоцилиндр окунает держатель с головкой в расплавленный парафин.

Остальные держатели, кроме рабочего находятся в верхнем положении. При обратном ходе пневмоцилиндра держатель с сыром поднимается из расплава, и карусель поворачивается на 60° . За полный цикл карусели (360°) парафин остывает и формирует защитный слой покрытия. Затем пройдя цикл, оператор снимает обработанный сыр и на его место укладывается новый.

На этом заканчивается процесс изготовления сыра.

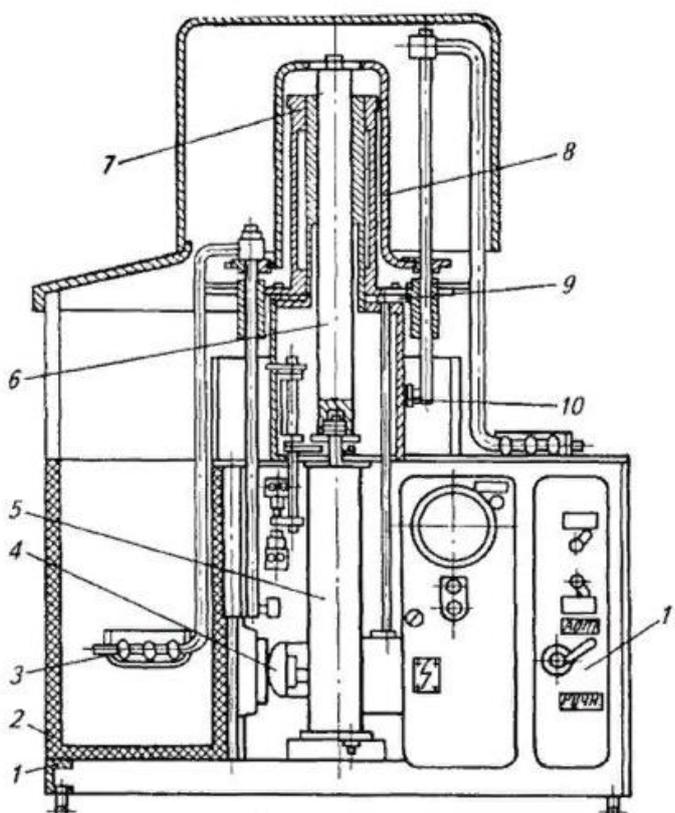


Рисунок 9– Карусельный парафинер

1 — рама с опорами; 2 — ванна; 3 — держатель для сыра; 4 — механизм кругового движения держателей; 5 — вертикальный пневмоцилиндр; 6 — шток пневмоцилиндра; 7 — направляющая держателей; 8 — подъемник держателей; 9 — цилиндрическая шестерня; 10 — поводок; 11 — шкаф управления;

1.2 Техническое решение и применение холодильного оборудования при производстве сыра

Длительность и режимы технологических операций могут быть различными и почти в них всех необходимо использование холодильных установок в том или ином виде. Холодильные установки в производстве сыра и остальных молочных продуктов, могут служить, как вспомогательные, а на некоторых этапах будут являться самостоятельными членами производственного процесса.

Разные сыры при их производстве имеют разные показатели температуры и других параметров почти на всех этапах технологического процесса, но в целом общие диапазоны значений колеблются в сопоставимых пределах. Поэтому большая часть оборудования универсализирована и имеет различие только в объемах резервуаров, площадей холодильных камер и в конечном техническом и технологическом исполнении плана производственного процесса.

Первым этапом появления холода в производственном процессе создания сыра начинается в моменте приемки молока. Привезенное в автоцистерне молоко с фермы, где оно было охлаждено до $+10^{\circ}\text{C}$ и в процессе доставки поддерживало данную температуру поступает на проектируемый завод по производству сыра и с помощью насоса закачивается в резервуары.

Далее молоко подвергается очистке согласно технологической схеме и методике описанной в п.1.1. После очистки, наступает непосредственно первый этап применения холода с помощью холодильных машин находящихся на объекте, рассчитанных и подобранных в данной работе при проектировании объекта. На данном этапе холодильная машина, подготовившая пропиленгликоль 30% с температурой $+5^{\circ}\text{C}$, выступает вспомогательным элементом для установки, которая была затронута в п.1.1.

Резервуар-охладитель молока – это стационарный охладитель молока, содержащий внутри себя фреоновую холодильную машину, промежуточный хладоноситель и теплообменник, смонтированный в молочном резервуаре. Охлаждение в нем обычно происходит от температуры очищенного молока $+35^{\circ}\text{C}$ и до температуры его охлажденного хранения $+4-5^{\circ}\text{C}$, но так как в схему предварительно включен теплообменник с подготовленной охлажденной водой в холодильной установке, которая снимает большую часть теплоты с молока, то данной установке придется охлаждать молоко от температуры

всего +12-15°C. Что позволяет использовать холодильный аппарат сниженной мощности и уменьшить траты на электроэнергию, по сравнению с другими схемами, при охлаждении одного и того же объема молока, в случае проектируемого производства - 40 м³завозимого молока.



Рисунок 10– Комбинированная схема охлаждения молока в резервуаре-охладителе с предварительным теплообменником

1-теплообменник ХМ, 2-резервуар-охладитель, 3-циркуляционный насос, 4-резервуар-термос

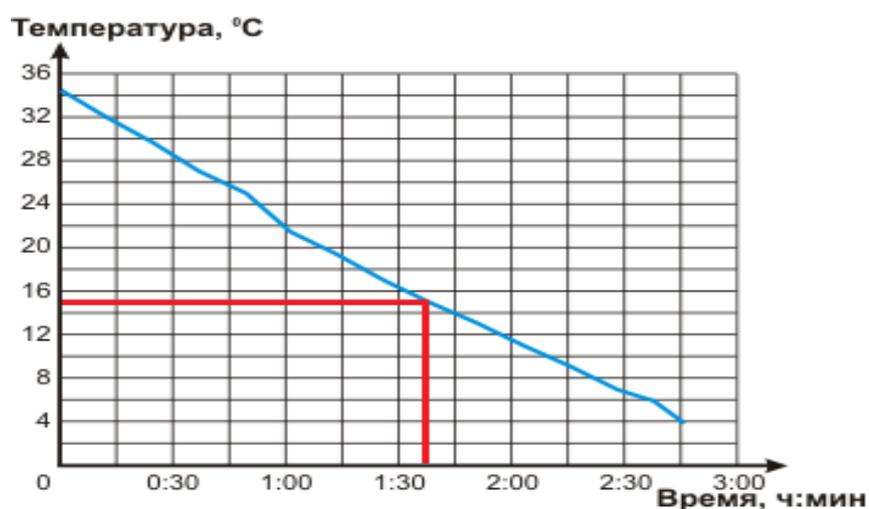


Рисунок 11 – Скорость охлаждения молока в резервуаре ТОМ-2А

Данная схема показывает скорость охлаждения в аппарате (синяя линия), но в свою очередь красная линия показывает точку начала охлаждения, если предварительно включить в нее теплообменник с холодной водой, подготовленной в ХМ.

Сам аппарат ТОМ-2А представляет собой самостоятельную установку, но в моем проектном решении является лишь доохладителем молока. Корпус агрегата является основным элементом аккумуляции холода, в который вмонтирован панельный испаритель. По сути, представляющий собой локальную чиллерную установку для охлаждения молока. Снаружи

корпус выполнен из специального изолированного материала и обработан декоративным пластиком. В корпусе установлены молочная ванна и система орошения. Молоко через фильтр 9 поступает в ванну с молоком, в которой охлаждается во время работы системы орошения. Охлаждающая вода из корпуса резервуара подается насосом 1 через фильтр 2 в систему орошения. Через отверстия в трубах вода поступает на заднюю поверхность ванны, охлаждая ее стенки и днище. Отработанная вода стекает во внутреннюю ванну. Внутренняя ванна – аккумулятор холода. Вода, проходящая по замороженным на панелях испарителя льду, вновь охлаждается и поступает в корпус охладителя и подается насосом повторно. Днище охлаждающей емкости имеет специальный уклон к крану 10 для слива молока. Параметры молока в установке поддерживаются автоматически, в зависимости от режима, интенсивности охлаждения и начальных параметров.

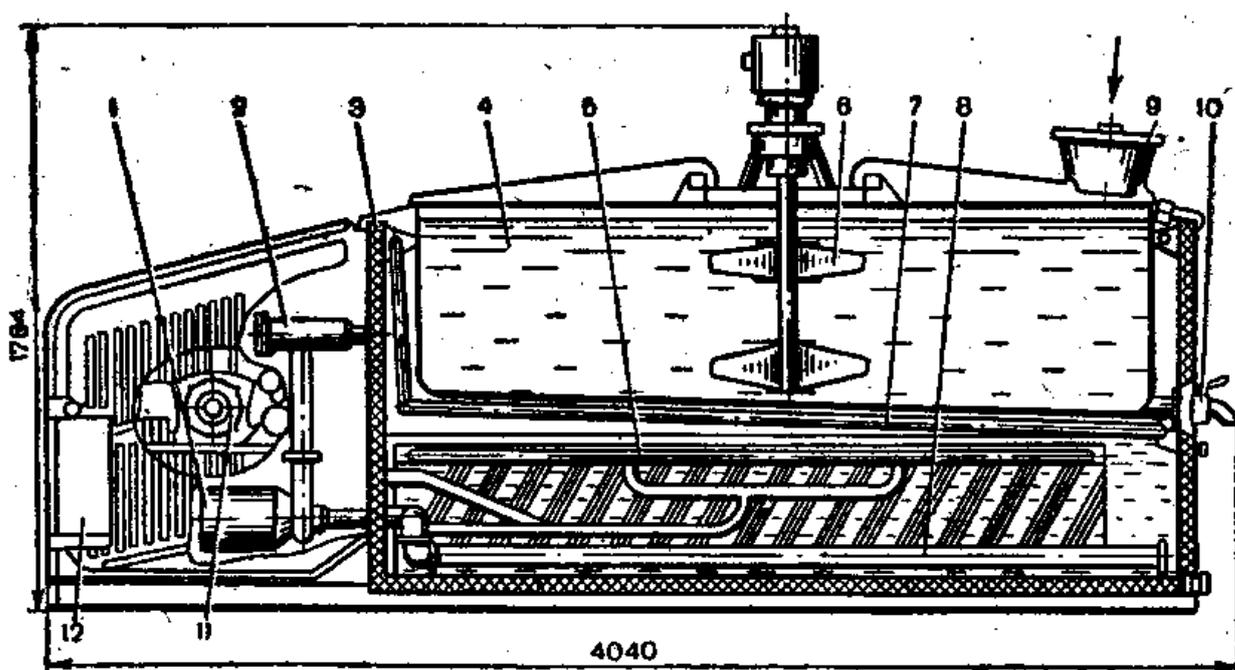


Рисунок 12 – Резервуар-охладитель молока ТОМ – 2А

1-водяной насос, 2-фильтр, 3-изоляция, 4-молочная ванна, 5-испаритель, 6-мешалка, 7 и 8-система орошения, 9-крышка-фильтр для молока, 10-сливной кран, 11-компрессор, 12-шкаф управления.

Также данная система служит не только для охлаждения молока и отправки его на хранение и использования при необходимости, на это уходит лишь часть молока. Остальная часть очищенного молока проходит в дальнейшую обработку – *созревание/резервирование*, согласно

Изм	Лист	№ док	Подпись	Дата

ТОСЖ 03 00.00.00 ПЗ

Лист

27

технологической схеме. Тем самым одной установкой (одним техническим решением) осуществляется организация холода сразу в нескольких процессах.

В дальнейшем на следующих этапах производства, до определенного времени, применение специальных холодильных установок не задействовано. Но процесс производства сыра это непрерывное движение по технологической системе и применение холода все равно требуется, но в другом отделе.

Пока молоко проходит *пастеризацию/нормализацию*, и сырный сгусток образовывается в *сыроизготовителе*, происходит процесс подготовки рассола. Рассол заготавливается в специальном цеху, технологи насыщают очищенную воду солью в определенных, для каждого типа сыра, пропорциях и нагревают его до порядка $+80\pm 5^\circ\text{C}$ и выдерживают там какое-то время. Затем необходимо включение холодильного оборудования, для его охлаждения до $+10\pm 2^\circ\text{C}$. Для данного процесса применяется теплообменник, соединенный с чиллером, работающим на два теплообменника-охладителя, подобранного под нагрузку охлаждения молока и рассола, рассчитанную в другой главе дипломной работы. Затем охлажденный рассол поступает в рассольную ванну со встроенным охладителем, где при необходимости технологического процесса имеется возможность доохлаждения рассола до $+6\div 7^\circ\text{C}$.

Для данных этапов производства, выбранное холодильное оборудование (Чиллер) выступает, как вспомогательное, т.е. осуществляет процесс подготовки сырья, жидкостей и подачу холода на другие установки холодоснабжения объекта для непрерывного производственного процесса.

Чиллер – это холодильная машина, предназначенная для охлаждения жидкости. Самыми распространенными видами таких агрегатов являются парокомпрессионные холодильные машины. Чиллер такого типа всегда включает в себя такие основные элементы, как компрессор, испаритель, конденсатор и расширительное устройство.

Принцип работы такой системы заключается в круговороте тепловой энергии, за счет изменения агрегатного состояния хладагента при воздействии на него давления. Наиболее важным элементом, от которого в первую очередь зависит работа чиллера, является компрессор.

Главная задача компрессора сжимать пары хладагента, при этом повышается его давление, чтобы начался процесс конденсации. Далее, горячая парожидкостная смесь высокого давления попадает в конденсатор (предварительно на объекте выбрано воздушное охлаждение конденсатора), который выбрасывает тепловую энергию в окружающую среду. В процессе конденсации хладагент полностью переходит в жидкое состояние, после чего он попадает на расширительное устройство (дроссель), которое расположено перед испарителем и снижает давление до такой степени, чтобы хладагент начал кипеть. После, при проходе через испаритель, кипящий хладагент полностью переходит в газообразное состояние и поглощает тепловую энергию из теплоносителя, тем самым снижая его температуру.

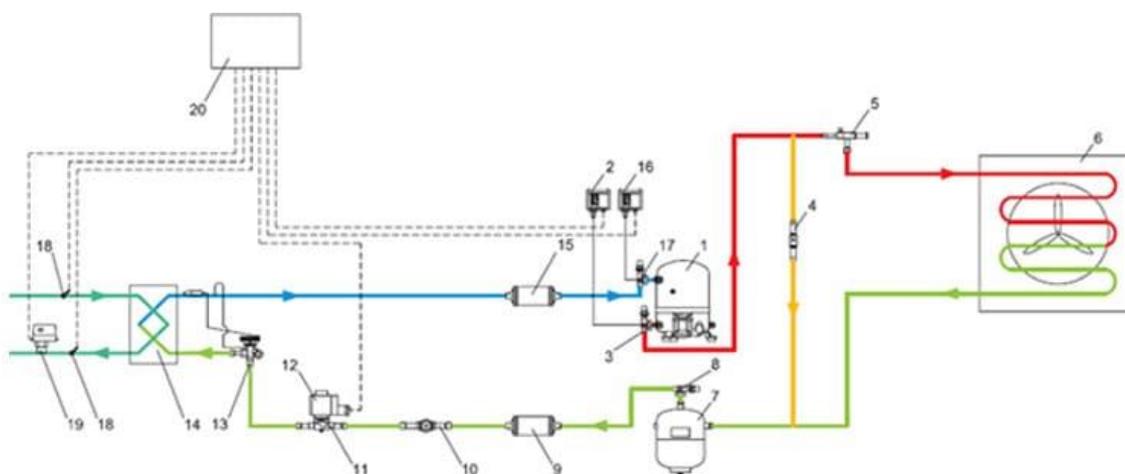


Рисунок 13 – Принципиальная схема Чиллера с конденсатором воздушного охлаждения

1- компрессор, 2-реле высокого давления, 3-клапан запорный, 4-клапан дифференциальный, 5-регулятор давления конденсации, 6-конденсатор воздушного охлаждения, 7-ресивер, 8-клапан запорный, 9-фильтр-осушитель, 10-смотровое стекло, 11-клапан соленоидный, 12-катушка для клапана соленоидного, 13-вентиль терморегулирующий, 14-испаритель 15-фильтр-осушитель, 16-реле низкого давления, 17-клапан запорный, 18-датчик температуры, 19-реле протока жидкости, 20-щит управления.

В рассольном цеху, помимо холодильного оборудования для охлаждения рассола, не менее важную роль играет микроклимат. В данном помещении необходимо поддерживать параметры $+12^{\circ}\text{C}$, $\varphi = 80\%$. Схожие параметры микроклимата используются в камерах созревания сыра $+10\div 12^{\circ}\text{C}$, $\varphi = 70\div 90\%$, и следовательно технические решения для

Изм	Лист	№ док	Подпись	Дата

нагреватель состоит из трубчатых нагревательных элементов, аналогично помещенных в рамку (секцию) центрального кондиционера.

Секция регенерации тепла нужна для передачи энергии от уходящего (нагретого) потока воздуха к входящему потоку. Она выполнена в виде листовой конструкции, имеющей тепловоспринимающий вращающийся алюминиевый ротор, смонтированный перпендикулярно потокам входного и выходного воздуха.

Секция увлажнения воздуха увеличивает концентрацию водяного пара в воздухе при помощи адиабатного увлажнения испаряющейся водой или изотермического увлажнения паром. Данный элемент устанавливается в раму и имеет вид трубы.

Секция охлаждения воздуха имеет вид стандартного испарителя или в некоторых случаях элемента водяного охлаждения. Выполнен из медных трубок и алюминиевыми ребрами, находящиеся в стальной рамке. В качестве хладагента (охлаждающей среды) обычно используют: охлажденную воду, гликолевую смесь, фреон. Хладагент, в зависимости от типа рабочей среды, может поступать от чиллера, градирни, ККБ и т.п. В стандартную комплектацию секции охлаждения входит поддон для конденсатной воды, выполненный из нержавеющей стали и оснащен сливным патрубком, вынесенный за пределы установки.

Секция вентиляции состоит из вентилятора, электродвигателя и выполнена полностью съёмной для удобства обслуживания и замены вышедших из строя элементов секции. Вентилятор имеет гибкую вставку для исключения передачи вибрации на смежные секции. Также для недопущения распространения звука по системе воздуховодов предусматривается секция шумоглушителя.

Промежуточные (запасные) секции необходимы для осмотра элементов центрального кондиционера, а также для обеспечения технологического промежутка между секциями и для установки необходимых датчиков.

Совокупность всех описанных выше систем, как холодильных и вентиляционных, так и специальных сыроизготовительных, выполняют производственный процесс, и работают как единое целое. Все системы проверяются и рассчитываются, а также выполняют все требования санитарных норм и норм эксплуатации оборудования.

В данной работе будут произведены расчеты холодильных и вентиляционных систем и вспомогательного оборудования, которое соответствует всем нормам и правилам по проектированию холодильного и вентиляционного оборудования на предприятиях молочной промышленности.

					ТОСЖ 03 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ док	Подпись	Дата		32

2 Расчет нагрузок и подбор холодильного оборудования

Поняв, какие процессы происходят при производстве сыра, какое специальное (не холодильное) оборудование применяется на проектируемом объекте, ознакомившись с планом здания и расположением его в пространстве. Получив техническое задание, согласно ВСТП-6.01-92 ВЕДОМСТВЕННЫМ САНИТАРНЫМ ТРЕБОВАНИЯМ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ПРЕДПРИЯТИЙ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, можно приступить к расчетам и подбору специального холодильного оборудования для всех нужд производства в плане охлаждения пищевых жидкостей, созревания и хранения сыра.

Вариаций технических решений по осуществлению подготовки холода и разработки схем кондиционирования, вентиляции и холодильной обработки продуктов существует множество. Но целью работы является предложения уникального технического решения и индивидуально подходящего под нужды производства комплекса установок, работающих каждый для своего потребителя и соблюдая все необходимые для технологического процесса параметры.

Холодильное и кондиционное оборудование, описанное в п. 1.2. предварительно выбранное для обеспечения производства необходимым объемом холода и включенное в разработанную технологическую схему производства сыра требует расчета всех ключевых элементов установок для понимания их работы в комплексе с другими элементами холодильных и вентиляционных установок.

2.1 Расчёт и подбор установки для подготовки холодной воды

Одной из самых ключевых и крупных устройств для обеспечения предприятия холодом является система для подготовки хладоносителя для охлаждения молока и рассола. Для обеспечения завода холодом данного вида был предварительно предложен чиллер на основе пропиленгликоля 30%, выбранный в качестве хладоносителя. Выбор такого вида хладоносителя обуславливается тем, что установка выбрана наружного исполнения с воздушным принципом охлаждения конденсатора. При таком исполнении системы, холодильный аппарат круглый год находится

под открытым небом и переживает все виды погодных условий и при этом должна непрерывно вырабатывать холод в любую погоду и не допускать перегрева в летний период и обмерзания теплообменников в зимний. Так как максимальная зимняя температура по Краснодару ($t_{z, \text{макс}} = -14 \text{ }^\circ\text{C}$) и при такой температуре вода, которая является классическим хладоносителем чиллерных установок, замерзает, поэтому было принято решение о замене среды передающей холод к потребителю. Еще одним условием выбора подобного решения была невозможность установки оборудования внутри здания, из-за полного отсутствия технологически подходящих помещений для столь крупного и громоздкого оборудования.

В качестве потребителей холода, для которых производится расчет и подбор чиллера, выступают два теплообменных аппарата. При описанном ранее процессе производства сыра были выбраны две точки включения данного вида теплообменного оборудования. Для предварительной оценки мощности ХМ необходимо, зная температурный баланс и расход пропускаемого охлаждаемого носителя по производственной схеме рассчитать поверхности теплообмена и нагрузку на охладитель, для того чтобы задать необходимую холодопроизводительность ХМ.

2.1.1 Расчет теплообменных аппаратов и подбор оборудования

Подбор теплообменных аппаратов для предприятий молочной промышленности, необходимо осуществлять очень тщательно, так как нельзя допускать утечек, окисления материалов и других, неблагоприятных для производственной среды выделений. Также наличие стерильных материалов внутренних стенок, где непосредственно происходит касания охлаждаемого продукта и внутренней поверхности теплообменника не менее, а может даже и более важно.

Подбором специальных материалов для обеспечения выше указанных параметров занимаются специалисты. Задачами же данной работы является обеспечение необходимого подвода хладоносителя для обеспечения оптимальных параметров теплообмена, чтобы обеспечить непрерывность производственного процесса на разрабатываемом объекте.

Для холодоснабжения нуждающихся точек для отвода теплоты и получения от теплообменных аппаратов нужного результата на выходе задаются исходными параметрами, опираясь на недопущение замедления или даже прерывания производственного процесса, задаются расходами охлаждаемой среды и Δt на входе и выходе из теплообменного аппарата.

Таблица 2.1 – Характеристики сред и необходимых параметров теплообмена

Среда	t на входе	t на выходе	Расход среды	Теплоемкость	Теплопроводность	Плотность
	°С	°С	м3/ч	кДж/кг*°С	Вт/м*°С	кг/м3
Молоко	35	15	10000	3,906	0,546	1023
Рассол	80	10	1800	3,25	0,6	1205
Пропиленгликоль 30%	5	10	-	3,85	0,436	1032

При имеющихся исходных данных и заданных в них параметрах рассчитаем тепловую мощность, выделяемую при теплообмене кВт:

$$Q = G_{\text{ср}} \cdot c_{\text{ср}} \cdot (t_{\text{вх}} - t_{\text{вых}}) / 3600 \quad (2.1)$$

Где $G_{\text{ср}}$ - расход среды через поверхность теплообмена; $c_{\text{ср}}$ - теплоемкость среды; $t_{\text{вх}}, t_{\text{вых}}$ - температуры на входе, выходе из теплообменника.

Рассчитаем тепловую мощность для теплообмена молока кВт:

$$Q = 10000 \cdot 3,906 \cdot \frac{(35 - 15)}{3600} = 221,99 \text{ кВт}$$

Рассчитаем тепловую мощность для теплообмена рассола кВт:

$$Q = 1800 \cdot 3,25 \cdot \frac{(80 - 10)}{3600} = 113,75 \text{ кВт}$$

Определим суммарную тепловую мощность чиллера, кВт:

$$\Sigma Q = Q_1 + Q_2 = 221,99 + 113,75 = 335,74 \quad (2.2)$$

Получив значения теплового мощности, произведем расчёт поверхности теплообмена:

$$F_{\text{ТО}} = \frac{Q}{K_{\text{ТО}} \cdot (t_{\text{вх}} - t_{\text{вых}})} \quad (2.3)$$

где, $K_{\text{ТО}}$ – коэффициент теплопередачи поверхности теплообменника

Рассчитаем площадь поверхности для охлаждения молока:

$$F_{\text{то}} = \frac{221990}{2538 \cdot (35 - 15)} = 4,37 \text{ м}^2$$

Рассчитаем площадь поверхности для охлаждения рассола:

$$F_{\text{то}} = \frac{113750}{1448 \cdot (80 - 10)} = 2,2 \text{ м}^2$$

На основе рассчитанной мощности теплообменников составим баланс теплообмена при заданных температурных режимах chillera. Определим необходимый расход пропиленгликоля 30% через теплообменник для достижения оптимальной температуры на выходе охлаждаемой среды.

При условии теплового баланса сред, используя формулы расчета тепловой мощности (2.1) выражаем расход хладоносителя м³/ч:

$$G_{\text{ср}} = Q \cdot 3600 / c_{\text{ср}} \cdot (t_{\text{вых}} - t_{\text{вх}}) \quad (2.4)$$

Рассчитаем расход пропиленгликоля для теплообмена молока м³/ч:

$$G_{\text{ср1}} = 221,99 \cdot \frac{3600}{3,85} \cdot (10 - 5) = 40227,91$$

Рассчитаем расход пропиленгликоля для теплообмена рассола м³/ч:

$$G_{\text{ср2}} = 113,75 \cdot \frac{3600}{3,85} \cdot (10 - 5) = 24838,79$$

Определим суммарный расход хладоносителя через теплообменник chillera м³/ч:

$$\Sigma G = G_{\text{ср1}} + G_{\text{ср2}} = 40227.91 + 24838.79 = 65066.7 \quad (2.5)$$

Опираясь на эти данные расчета и добавляя параметры наружного воздуха и тонкости теплопроводностей сред, составим расчётные исходные параметры для подбора chillерной установки.

Таблица 2.2 – Характеристики исходных параметров подбора chillera

Среда	t на входе	t на выходе	Расход среды	Мощность	Теплоемкость	Температура окр.среды
	°С	°С	м3/ч	кВт	кДж/кг*°С	°С
Пропиленгликоль 30%	5	10	65000	360	3,85	35

Данные параметры выбраны без учета запаса на потери холодовой мощности компрессора и расхода хладоносителя.

Под необходимые параметры потребителей был подобран теплообменник пластинчатый разборный П13-43 для молока, с поверхностью теплообмена 5,34 м². Для охлаждения рассола был подобран теплообменник пластинчатый разборный П28-25, с поверхностью теплообмена 6,35 м².

Для данных условий теплообмена, расхода сред и параметров, описанных в таблице 2.2, осуществляем подбор чиллера марки Dantex. Подходящая модель чиллера, подобранная специалистами - DN-TS430BUSOHF, с заявленной холодопроизводительностью 363,75 кВт и расходом хладоносителя 66,9 м³/ч, встроенным гидромодулем и системой FREECOLING. Более полная информация по характеристикам чиллера см. Приложения А

2.2 Расчёт и подбор установки для камеры созревания сыра

Основным и наиболее сложным в техническом и расчетном отношении, но при этом главным холодильным агрегатом производства сыра является система камеры созревания сыра. Предварительно предполагается выбором технического исполнения служит центральный кондиционер, который сможет выдерживать показатели $+10\pm 2^{\circ}\text{C}$ и $\varphi=75\div 90\%$ и снабжать камеру необходимым расходом воздуха.

Как и для других камер (камеры хранения) необходимо перед расчетами учесть ряд параметров (тепловлажностные характеристики камер). Упрощает расчеты то, что камера находится в самой середине здания, что снижает процент удельных теплопритоков от ограждающих конструкций [Вт/м²] примерно в 2-3 раза, поэтому расчеты теплопритоков можно сократить и принять значение согласно подсчетам специалистов Всероссийского научно-исследовательского института холодильной промышленности [ВНИХИ], согласно “рекомендациям по расчетам камер созревания”. И принять значения согласно усредненной норме.

Так как большая часть мощности холодильного оборудования уходит на погашение поступающего тепла от ограждающих конструкций, а в данном случае их количество сведено к минимуму, есть возможность выбора оборудования меньшей мощности. При данном условии

принимая, что основные поступления тепла приходятся на количество сыра в камере и его выделения в процессе созревания.

Основная составляющая влагопритока в камеры созревания – выделения от продукта вследствие испарения его с поверхности сыра. Также если сыр поступает в камеру с температурой, меньшей, чем температура точки росы воздуха в камере, то вначале создается условие конденсации влаги на поверхности продукта. Но так как сыр поступает в камеру после посолки и обсушки с параметрами $+16\div 18^{\circ}\text{C}$, данный влагоприток маловероятен. Как и параметры теплопритока, влагоприток можно принять согласно подсчетам специалистов ВНИХИ, согласно “рекомендациям по расчетам камер созревания”.

2.2.1 Расчёт тепло- и влагопритоков

Камера созревания выполнена из сэндвич-панели с коэффициентом теплопередачи ограждающих конструкций $K_{огр} = 0,29 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$ и пола $K_{пол} = 0,58 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$. Сыр размещен на деревянных поддонах в две колонны. Общая вместимость камеры $G_{пр} = 2,2\text{т}$ и время созревания 30 суток. Параметры поддерживаемые в камере для проектирования принимаем $t=12^{\circ}\text{C}$; $\varphi=75\%$; $\omega = 0,2 \text{ м}/\text{с}$.

Принимаем теплоприток ограждающей конструкции $Q_{огр} = 0,2 \text{ кВт}$, при условии $K_{огр} = 0,29 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$ и температуры окружающей среды $t=35^{\circ}\text{C}$.

При определении теплопритока от продукта $Q_{пр}$, учитывая, что температура в камере выравнивается за 12 часов и находим:

$$Q_{пр} = \frac{G_{пр} \cdot c_{пр} \cdot \Delta t_{пр}}{t_{выр} \cdot 3600} \quad (2.6)$$

Где $c_{пр}$ - удельная теплоемкость сыра, $c_{пр} = 2,43 \text{ кДж}/\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}$

$$Q_{пр} = \frac{2200 \cdot 2,43 \cdot (16 - 12)}{12 \cdot 3600} = 0,5 \text{ кВт}$$

Теплоприток, обусловленный теплотой созревания сыра:

$$Q_{созр} = q_{созр} \cdot G_{пр} \cdot 10^{-3} \quad (2.7)$$

Где $q_{\text{созр}}$ - удельный теплоприток теплоты созревания, $q_{\text{созр}} = 0,13 \text{ Вт/кг}$

$$Q_{\text{созр}} = 0,13 \cdot 2200 \cdot 10^{-3} = 0,29 \text{ кВт}$$

Общий теплоприток:

$$\Sigma Q = 1,1 \cdot (Q_{\text{огр}} + Q_{\text{пр}} + Q_{\text{созр}}) = 1,1 \cdot (0,2 + 0,5 + 0,29) = 1,08 \text{ кВт} \quad (2.8)$$

Общий влагоприток:

$$\Sigma W = 1.1 W_{\text{пр}} \quad (2.9)$$

Где $W_{\text{пр}}$ - влагоприток от испарения влаги с поверхности сыра, кг/ч.

$$W_{\text{пр}} = \sigma_{\text{исп}} \cdot F_{\text{уд}} \cdot G_{\text{пр}} \cdot 10^{-3} \quad (2.10)$$

Где $\sigma_{\text{исп}}$ - коэффициент испарения влаги с поверхности продукта, $\sigma_{\text{исп}} = 2,5 \text{ г/м}^2 \cdot \text{ч}$; $F_{\text{уд}}$ - средняя удельная площадь поверхности испарения, $F_{\text{уд}} = 0,03 \text{ м}^2/\text{кг}$.

$$W_{\text{пр}} = 2,5 \cdot 0,03 \cdot 2200 \cdot 10^{-3} = 0,165 \text{ кг/ч}$$

$$\Sigma W = 1.1 \cdot 0,165 = 0,18$$

Усушка продукта при учете $W_{\text{пр}}$

$$\Delta G_{\text{пр}} = W_{\text{пр}} \cdot t_{\text{созр}} = 0,18 \cdot 30 \cdot 24 = 119 \text{ кг} \quad (2.11)$$

Или

$$\Delta g = \frac{\Delta G_{\text{пр}}}{G_{\text{пр}}} = \frac{119}{2200} \cdot 100\% = 5.4\% \quad (2.12)$$

Полученная усушка продукта попадает в нормируемые пределы, при общем влагопритоке равным 0,18 кг/ч и, следовательно, является подходящей для проектируемой установки камеры созревания.

2.2.2 Расчёт тепловлажностного коэффициента и определение необходимого расхода объемного воздуха

Тепловлажностный коэффициент, характеризует изменение состояния воздуха в камере и равен:

$$\varepsilon_{\text{созр}} = \frac{\sum Q}{\sum W} \cdot 3600 = \frac{1,08}{0,18} \cdot 3600 = 21600 \text{ кДж/кг} \quad (2.13)$$

Согласно, тепловлажностному коэффициенту рассчитывается минимально необходимый расход воздуха для погашения тепловлагопритоков при помощи *i*-диаграммы. На *i*-диаграмме наносим точку В, которая характеризует заданные параметры в камере. Из точки В проводим линию процесса созревания с тепловлажностным коэффициентом $\varepsilon_{\text{созр}} = 21600 \text{ кДж/кг}$.

Необходимо учитывать рекомендацию по разности температур в рабочей зоне: $\Delta t = 2 \div 4^\circ\text{C}$. В связи с небольшим объемом камеры и рабочим объемом принимаем минимальную разность температур $\Delta t = 2^\circ\text{C}$. Откладываем на линии из точки В отрезок равный 2°C и определяем положение точки П, которая характеризует параметры приточного воздуха, поступающего в камеру из установки

$$t=10^\circ\text{C}; \varphi=85\%; i_{\text{п}}=26,2 \text{ кДж/кг}; d_{\text{п}}=6,4 \text{ г/кг}$$

По заданным значениям температуры и влажности определяем энтальпию и влагосодержание точки В: $i_{\text{в}}=28,5 \text{ кДж/кг}; d_{\text{в}}=6,6 \text{ г/кг}$

Найдем рабочую разность энтальпий

$$\Delta i_p = i_{\text{в}} - i_{\text{п}} = 28,5 - 26,2 = 2,3 \text{ кДж/кг} \quad (2.14)$$

Найдем рабочую разность влагосодержания

$$\Delta d_p = d_{\text{в}} - d_{\text{п}} = 6,6 - 6,4 = 0,2 \text{ г/кг} \quad (2.15)$$

По значениям Δi_p - разности энтальпий точек В и П рассчитываем объемный расход воздуха:

$$V_{\Sigma Q} = \frac{\sum Q \cdot 3600}{\rho_{\text{п}} \cdot \Delta i_p} = \frac{1,08 \cdot 3600}{1,248 \cdot 2,3} = 1354,5 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}} \quad (2.16)$$

По значениям Δd_p - разности влагосодержания точек В и П рассчитываем объемный расход воздуха:

$$V_{\Sigma W} = \frac{\sum W \cdot 10^3}{\rho \cdot \Delta d_p} = \frac{0,18 \cdot 10^3}{1,248 \cdot 0,2} = 721,2 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (2.17)$$

Принимаем значения $1354,5 \text{ м}^3/\text{ч}$, как наибольшее и способное погасить тепло- и влагопритоки и будет выбрано для камеры созревания при

соответствии, что данный расход сможет компенсировать также показатели скорости воздуха.

Полученные расчетные значения объемного расхода воздуха, проверяем на кратность воздухообмена:

$$n = \frac{V}{V_{\text{кам}}} = \frac{1354,5}{90} = 15,05 \text{ объемов/ч} \quad (2.18)$$

Полученное значение сравниваем с нормируемой величиной рекомендованного воздухообмена для камер данного типа, и оно равно: $n_{\text{рек}} = 10 \dots 20$ объемов/ч.

Объемный расход воздуха, необходимый для погашения тепловлагодитоков сопоставляется с соответствием заданной скорости воздуха в рабочей зоне, в среднем для камер созревания сыра принимается $\omega = 0,2$ м/с.

Для сопоставления скорости и объемного расхода надо выбрать систему воздухораспределения. Так же для данных камер необходимо разработать технологическую схему потока воздуха, обеспечивающую заданные параметры температуры, влажности и скорости воздуха на всех полках для получения хорошего результата созревания. Так как к системам технологического кондиционирования предъявляют повышенные требования по равномерности распределения заданных параметров воздуха в рабочем объеме камеры.

Наиболее равномерные условия распределения параметров воздуха достигается при подаче потока в рабочую зону обратным потоком и использованием эффекта настилающей приточной струи. Данная схема хороша для камер «зального» типа с высотой потолков до 4 м, с применением сопел круглой формы, для большей дальнобойности. В нашем случае высота потолков составляет 2,5 м и максимальной высотой размещения продукта 1,5 м. Поэтому для данной конструкции камеры принимаем способ воздухораспределения с обратным потоком воздуха в рабочую полость и настилающим приточным потоком, меньшей дальнобойности, что способствует уменьшению энергозатрат. Вид воздухораспределительных устройств принимаем – щелевые решетки, подходящие под расчетный расход для погашения тепло-влажгодитоков и предварительную скорость приточного воздуха. Для данного решения с запасом подходят воздухораспределители типоразмера: 40x400 мм, для подачи приточного воздуха плоскими струями.

Для обеспечения заданной скорости в рабочей зоне продукта, приточный воздух, при такой системе воздухораспределения и типоразмере решетки, необходимо поддерживать в пределах 1...1,2 м/с, принимаем $\omega_{\text{ср.п}} = 1,1$ м/с.

При данных условиях отрыв струи от плоскости настиления составит 1,5м . При условии, что участок выхода струи из решетки составляет 1м, можно сделать заключение, что оставшееся расстояние 0,5м вполне достаточно для распределения движения струи в рабочей зоне продукта.

На основе выбранной системы воздухораспределения и заданной скорости приточного воздуха определяем необходимый расход воздуха, обеспечивающий заданные технологические условия скорости в рабочей зоне:

$$V_{\omega} = \omega_0 \cdot b_0 \cdot l_0 \cdot n_{\text{реш}} \cdot 3600 = 1,1 \cdot 0,04 \cdot 0,4 \cdot 12 \cdot 3600 = 760 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (2.19)$$

Полученное значение V_{ω} показывает расход воздуха, необходимый для поддержания заданных условий скорости воздуха на один приточный канал, т.е. общий расход воздуха через два канала составит, $V_{\omega\text{общ}} = 1520 \text{ м}^3/\text{ч}$

Данное значение превышает показатели расхода приточного воздуха для тепловлажностного баланса камеры. Поэтому необходимо принять расход приточного воздуха не менее $1520 \text{ м}^3/\text{ч}$, для обеспечения полного соответствия заданным исходным параметрам. Так как установки с таким расходом выполняются только под заказ, примем округленное в большую сторону целое значение и примем расход $1600 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Определим кратность воздухообмена при данном расходе:

$$n = \frac{V}{V_{\text{кам}}} = \frac{1600}{90} = 17,8 \text{ объемов/ч}$$

Кратность воздухообмена и расход рассчитаны с запасом и готовы на максимальное поступление тепловлажнопритоков в камеру созревания, которые имеют место быть на первой стадии созревания, когда сыр сырой и имеет наибольшее значения испарения с поверхности. Но в установившемся режиме работы, теплоприток от продукта отсутствует, а влагопоступление уменьшится, при выравнивании температуры камеры и продукта. Это приводит к снижению разности парциальных давлений

водяного пара, что влияет на испарение влаги с поверхности сыра. Помимо, поступления влаги снизится и интенсивность испарения при более высокой стадии созревания сыра. При всем этом следует вывод, что при расчетах расход воздуха был завышен и посчитан на максимальные значения и при установившемся режиме есть возможность снижения расхода путем уменьшения интенсивности работы вентилятора.

Построение конечного графика работы установки на i - d диаграмме.

$$\Delta i_p = \frac{\sum Q \cdot 3600}{V \cdot \rho} = \frac{1,08 \cdot 3600}{1600 \cdot 1,248} = 1,44 \text{ кДж/кг} \quad (2.20)$$

Отсюда находим действительные показания приточного воздуха

$$i_{п} = i_{в} - \Delta i_p = 28,5 - 1,44 = 27,06 \text{ кДж/кг} \quad (2.21)$$

Проведем изоэнтальпу $i_{п} \approx 27 \text{ кДж/кг}$ и по ней определяем положение точки $П$, параметров приточного воздуха

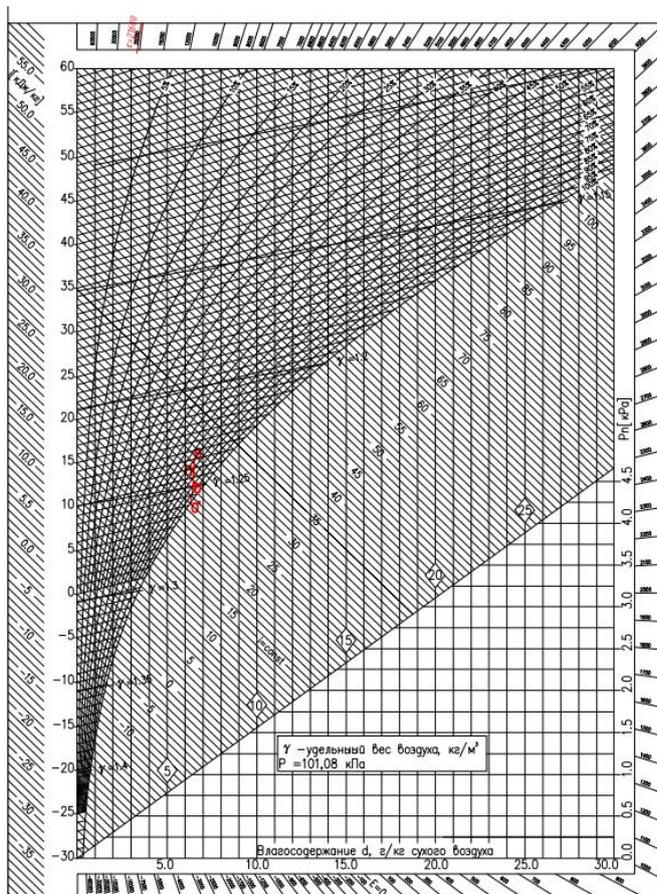


Рисунок 14 – Процессы в камере созревания на i - d диаграмме

Дальнейшие построения процесса кондиционирования на i - d диаграмме необходимы для наглядной демонстрации параметров работы установки и

Изм	Лист	№ док	Подпись	Дата

подбора вспомогательного оборудования. При помощи данного построения определяются характеристики для подбора воздухоохладителя и воздухонагревателя для обеспечения необходимой температуры и влажности в камере.

Процесс кондиционирования строится аналогично предварительному построению, описанному ранее: из точки $П$ проводим прямую по $d=\text{const}$ до пересечения с $\varphi=90\%$ и ставим точку O , которая показывает состояние воздуха на выходе из воздухоохладителя: $t_o=9^\circ\text{C}$; $\varphi=90\%$; $i_o = 25$ кДж/кг. Соединяем точки B и O и получаем прямую $B - O$, которая показывает изменение воздуха в воздухоохладителе.

По данным выполненного построения процесса можем определить удельные нагрузки на воздухоохладитель и воздухонагреватель:

$$q_{\text{вн}} = c(t_{\text{п}} - t_o) = 2 \text{ кДж/кг} \quad (2.22)$$

$$q_{\text{во}} = i_{\text{в}} - i_o = 28,5 - 25 = 3,5 \text{ кДж/кг} \quad (2.23)$$

Если продлить линию $B - O$, характеризующий процесс воздухоохлаждения, до линии насыщения ($\varphi=100\%$), отметим точку O' . Она показывает состояние на поверхности воздухоохладителя $t_o'=7^\circ\text{C}$. Беря в расчет перепад температур на поверхности теплообмена, получим, что температура на выходе воздухоохладителя составит 5°C . Также учитывая перепад температуры по хладоносителю $\Delta t_{\text{хл}} = 5^\circ\text{C}$, отсюда получим температуру подаваемого хладоносителя равную 0°C . По этим данным находим температуру кипения t_0 ХА в испарителе и выполняем расчеты компрессорно-конденсаторного блока (ККБ), который будет рассчитан и подобран в главе расчета вспомогательного оборудования. Для данной кондиционированной установки и камеры в целом, необходим блок с системой плавного регулирования расхода холода. Это нужно учесть, так как при изменении режимов работы камеры после установившегося цикла работы, изменится интенсивность расхода воздуха и другие параметры.

В свою очередь при установившемся режиме созревания сыров, когда температурный баланс воздуха и продукта сравнивается и уменьшится тепло- и влагопритоки в камеру от созревающего сыра, необходимо предусмотреть систему увлажнения воздуха. Так как, судя по i - d -диаграмме необходимая доля увлажнения не превышает $0,2$ г/кг в систему включают небольшую увлажняющую установку, рассчитанную с запасом для увеличения выхода влаги, с производительностью:

$$G_{\text{п}} = V\rho\Delta d_{\text{увл}} \cdot 10^{-3} = 1600 \cdot 1,243 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} = 0,9 \text{ кг/ч} \quad (2.24)$$

Для данного вида продукта и с учетом его открытого состояния внутри камеры обычный пароувлажнитель не подойдет. Так как, он вырабатывает слишком много удельной теплоты, которую нужно отводить при помощи холодильной установки, что повышает нагрузку на оборудование и пагубно влияет на созревающий сыр. Поэтому для такого вида производства используют ультразвуковые промышленные увлажнители воздуха, производящие подходящий для структуры сыра туман и бесперебойный автоматический режим работы, независимо от работы кондиционера.

Принцип работы увлажнителя состоит в том, что пьезоэлектрический преобразователь, находящийся в воде, преобразует высокочастотный электронный сигнал в механические колебания высокой частоты. При этом скорость колебаний увеличивается до такого состояния, при котором частицы воды больше не успевают за колеблющейся поверхностью преобразователя, происходит чередования сильного сжатия и вакуума, что приводит к образованию воздушных пузырьков (кавитации).

При кавитации генерируются капиллярные волны, образующиеся мельчайшие капли разрывают поверхностное натяжение воды и быстро рассеиваются в воздухе, принимая форму пара, а затем всасываются в воздушный поток центрального кондиционера.

В качестве установки для камеры созревания принимается холодильный аппарат в виде вентиляционной установки. Такой тип охладителя был выбран, потому что в камере созревания необходима равномерная циркуляция воздуха с определенной скоростью и большое количество точек распределения холода. Чтобы не устанавливать множество внутренних блоков воздухоохладителей, было решено выбрать моноблочную установку центрального кондиционера системы П1 установка Airmate-2000-У3 с системой распределения воздуха, при помощи щелевых решеток. Более полная информация по характеристикам установки см. Приложения (Прил№)

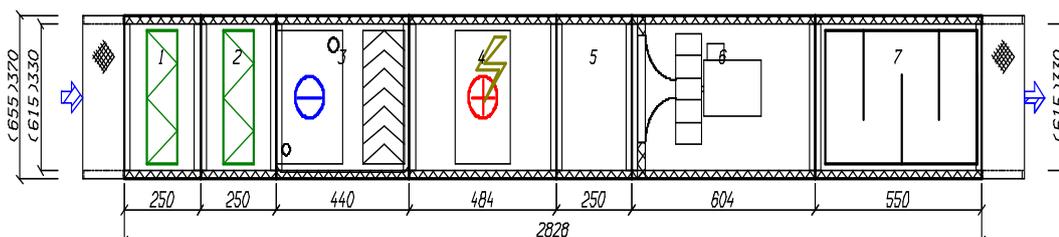


Рисунок 15 – Схема центрального кондиционера для камеры созревания сыра

2.3 Расчёт холодильной камеры для хранения сыра и подбор оборудования

Проектируемое производство не включает в себя отдел распространения (продажи) готового сыра, но камера хранения необходима, для увеличения срока реализации товара для партнеров закупающих готовую продукцию у завода изготовителя. И учитывая объемы производства сыра – 4400 кг/месяц и поддерживаемые параметры $+6\div 8^{\circ}\text{C}; \varphi=80\%$ нужно иметь камеру достаточных размеров, оборудованную холодильной машиной, готовую справиться с таким количеством продукции и требуемыми режимами работы. Для этого проводятся сложные математические расчеты, включающие в себя множество аспектов, которые необходимо учитывать для получения параметров оборудования способного справиться с поставленной задачей.

Первыми аспектами для подбора оборудования в проектируемой камере, это задание исходных данных (размеры камеры (по плану здания) и условия в ней). Второй момент это расчет изоляции стен, подсчет теплопритоков, которые должны отвести элементы холодильной машины поверх теплопритоков от объема продукта, при его нахождении в камере.

2.3.1 Расчёт толщины теплоизоляции холодильной камеры для хранения сыра

Конструкции стен, пола и потолка, выбранные для холодильной камеры показана на рисунке 16 и представляет собой сэндвич-панель, так как является самым бюджетным и удобным для монтажа материалом.

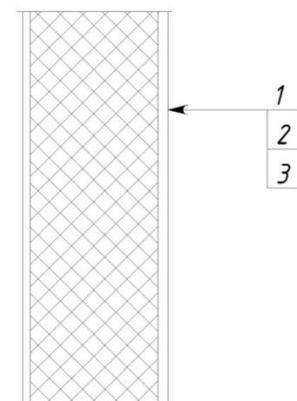


Рисунок 16 – Конструкция теплоизолированной стены

Таблица 2.3 – Описание слоев сэндвич-панели

№ слоя	Наименование и материал слоя	Толщина $\delta_i, м$	Коэффициент теплопроводности $\lambda_i, \frac{Вт}{м К}$
1	Оцинкованная сталь	0,001	46.5
2	Пенополиуретан	0.058	0,028
3	Оцинкованная сталь	0,001	46,5

Проведем расчет минимальной толщины теплоизоляции ограждений для холодильной камеры/склада хранения сыров. И для расчетов будем учитывать ее теплопроводность, как минимальный порог, т.е. считать с запасом.

$$\delta_{из2} = \lambda_{из} \cdot \left[\frac{1}{K_n} - \left(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_2} \right) \right] = 0.028 \cdot \left[\frac{1}{0.44} - \left(\frac{1}{23.3} + \frac{0.5}{46.5} + \frac{0.5}{46.5} + \frac{1}{8} \right) \right] = 0.058 м \quad (2.25)$$

Найдем действительное значение K_0

$$K_{02} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta_{озп}}{\lambda_{озп}} + \frac{\delta_{из}}{\lambda_{из}} + \frac{1}{\alpha_2}} = \frac{1}{\frac{1}{23.3} + \frac{0.5}{46.5} + \frac{0.5}{46.5} + \frac{0.058}{0.028} + \frac{1}{8}} = 0.68 \quad (2.26)$$

Полученные значение коэффициента K_0 увеличим на 10 ÷ 20 %

$$K_{рас2} = K_0 \cdot (1,1 \div 1,2) = 0.68 \cdot 1.1 = 0.748. \quad (2.27)$$

Для предотвращения конденсации влаги на теплой стороне стены необходимо обеспечит условие:

$$K_{рас2} \leq \frac{0,95 \cdot \alpha_1 \cdot (t_{ТП} - t_p)}{(t_{ТП} - t_{кам})}, \quad (2.28)$$

$$0.748 \leq \frac{0,95 \cdot 23.3 \cdot (20 - 18.5)}{(20 - (-1))} = 3.76$$

Условие соблюдено, и можно сделать вывод, что конденсат с теплой стороны камеры скапливаться не будет, значит, толщина изоляции выбрана правильно, даже с учетом запаса на 10%, поэтому упираясь на этот

подготовительный расчет можно начинать теплотехнический расчет камер хранения с учетом выбранной минимальной толщиной изоляции.

2.3.2 Теплотехнический расчет камеры хранения

В камеру хранения через ограждающие конструкции проникает тепло вследствие разности температур с обеих сторон ограждения и дополнительно от действия солнечной радиации на наружные стены и покрытие. Этот расчет очень важен, так как вносит наибольшее число нагрузки на оборудование, которое используется для охлаждения помещений, а в нашем случае температура хранения продукта находится в границах $+6 \div 8^\circ\text{C}$, что порядком ниже, чем даже температура помещения и требует точных расчетов.

Теплопритоки рассчитывают для всех ограждений камеры: наружных стен, пола и покрытий. Данный расчет осуществляется, при помощи специальной программы: ColdBalance, где учитываются все аспекты проектируемой камеры, такие как:

Ориентация по сторонам света

- Интенсивность работы оборудования
- Интенсивность выделения тепла от работников и их посещения, и вид исполняемой ими работы
- Тепловыделение при освещении
- Подбор актуальных коэффициентов теплопроводности современных ограждающих конструкций
- Учитывает свето- и тепло-проводность окон и дверей, а так же режимы их использования

Проведя расчеты камер в данной программе, у нее есть возможность вывода отчета в электронный вид, а главное удобный для понимания, даже не вовлеченному в инженерную деятельность, человеку.

Все элементы и характеристики расчета в данной программе подходят под расчет теплопритоков Q_1 (теплопритоки через строительные ограждения камеры и эксплуатационные теплопритоки). Поэтому для правильности и точности подбираемого оборудования, данные теплопритоки будут рассчитаны при помощи этой программы и отчет

					ТОСЖ 03 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ док	Подпись	Дата		48

выведен в виде таблицы, и будет представлен в разделе расчетов, соответствующих теплопритоков.

Помимо теплопритоков от ограждающих конструкций, не малую часть поступающего тепла дает сам продукт. Выделения тепла при изменении температуры, воздействие холода на нагретый продукт Q_2 . Также при так называемом «дыхании» продукта Q_4 . Так как сыр молодой и некоторые процессы созревания и насыщения продолжают даже на стадии хранения, и это дыхание сыра вносит вклад в поступающее тепло в камеру и его надо учитывать.

Не маловажную роль играет скорость воздуха и кратности воздухообмена в камере, которые не только важно поддерживать, но и учитывать их негативные влияния, такие как поступления стороннего тепла Q_3 .

Беря, в расчет все нюансы подготовки к теплотехническому расчету можем вывести разделы подсчета теплопритоков по категориям и получим, что суммарные теплопритоки в холодильные камеры $\sum Q$, Вт, имеют вид:

$$\sum Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4, \quad (2.29)$$

где Q_1 – теплопритоки через строительные ограждения камеры и эксплуатационные теплопритоки, Вт;

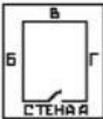
Q_2 – теплопритоки при обработке холодом, Вт;

Q_3 – теплопритоки от вентилирования камеры, Вт;

Q_4 – теплопритоки от дыхания продукции, Вт.

Теплопритоки через строительные ограждения камеры и эксплуатационные теплопритоки Q_1 . Вывод данных первого вида из программы *ColdBalance* представлен в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Теплопритоки в камеру хранения сыра

	Длина камеры, м	6	Температура в камере, С	4	Регион	Краснодар
	Ширина камеры, м	3	Режим	Охлаждение	Температура, С	35
	Высота камеры, м	3	Время работы	12	Относительная влажность, %	45
	Объем камеры, м3	54				

	Материал стен	Толщина, мм	Материал изоляции	Толщина, мм	Темп-ра снаружи	Теплоприток, кВт
Стена А	Железобетон	0	Пенополиуретан	100	30	0,06
Стена Б	Железобетон	0	Пенополиуретан	100	30	0,11
Стена В	Железобетон	0	Пенополиуретан	100	30	0,06
Стена Г	Железобетон	0	Пенополиуретан	100	30	0,11
Потолок	Железобетон	0	Пенополиуретан	100	30	0,11
Пол	Железобетон	0	Пенополиуретан	0	17	1,55

Кратность вентиляции в камере	4	Теплоприток через стены Qстен, кВт				2,00
Тип двери	Ручная	Теплоприток от обменной вентиляции Qвен, кВт				0,41
Тип завесы	Нет	Высота двери, м	2			
Тип товара	Штабели на поддонах	Длина двери, м	0,8			
		Количество проходов	15			
Теплоприток от инфильтрации Qинф, кВт					0,17	

	Тип	Хранимая масса, кг	Суточный оборот, кг	Температура, С начальная	Температура, С конечная	Теплоприток, кВт
Продукт	Сыры	0	220	18	6	0,18
Тара	Дерево	0	30	18	6	0,02

Теплоприток от термообработки Qпрод, кВт					0,20	
Теплоприток от дыхания продуктов Qдых, кВт					0,01	
Время работы освещения, час/сут	1	Теплоприток от освещения Qосв, кВт				0,00
Мощность освещения, Вт/м2	5	Теплоприток от персонала Qперс, кВт				0,01
Число рабочих в камере, чел.	1	Теплоприток от ПТС Qптс, кВт				0,00
Полная мощность подъемно-транспортных средств, кВт	0	Теплоприток от двигателей вентиляторов Qво, кВт				0,28
Количество вентиляторов ВО	0	Суммарный теплоприток, кВт				3,08
Мощность вентиляторов ВО, кВт	0					
Коэффициент запаса	1,05	Потребная холодопроизводительность, кВт				4,12

В таблице 2.4 представлены теплопритоки от ограждающих конструкций и теплопритоки от эксплуатации камер хранения, поэтому примем максимальное значение отводящегося установкой тепла: $Q_1 = 4,12$ кВт

Теплопритоки при холодильной обработке Q_2

$$Q_2 = Q_r + Q_m \quad (2.30)$$

Количество отводимого в единицу времени тепла Q_r необходимо учитывать при условии, что каждый день попадает новая партия сыра из камеры созревания (5-10%), предварительно пройдя обработку. Учитывая, что сыр проходим процедуру парафинизации и имеет повышенную температуру $+20^\circ\text{C}$, по сравнению с камерой $+6 \div 8^\circ\text{C}$, принимаем максимальное значение поступления продукта, температуру и рассчитаем данную величину по формуле:

$$Q'_r = \mu_k \cdot \Delta i \cdot \frac{1000}{r \cdot 3600}, \quad (2.31)$$

где μ_k – суточное поступление продукта в камеру, 10% от емкости камеры созревания, т/сутки;

Δi – разность удельных энтальпий, соответствующих начальной (при 20°C) и конечной (при 6°C) температурам продукта;

r – Продолжительность выравнивания температуры продукта и камеры. 12ч

$$Q'_r = \frac{0.22 \cdot (75700 - 36650) \cdot 1000}{12 \cdot 3600} = 198 \text{ Вт}$$

Теплоприток от тары рассчитывается по формуле

$$Q'_m = \mu_m \cdot C_m \cdot (t_1 - t_2) \frac{1000}{r \cdot 3600}, \quad (2.32)$$

где μ_m – суточное поступление тары 10%, т/сутки;

C_m – удельная теплоемкость тары, Дж/кг·К;

t_1 – температура тары при поступлении груза, 0°C ;

t_2 – температура тары при выходе груза, 0°C .

$$Q'_m = \frac{0.02 \cdot 2500 \cdot (20 - 6) \cdot 1000}{12 \cdot 3600} = 100 \text{ Вт}$$

$$Q_2 = 198 + 100 = 298 \text{ Вт}$$

Теплопритоки при вентиляции помещений Q_3 рассчитываются по формуле:

$$Q_3 = \mu_v \cdot (i_n - i_v), \quad (2.33)$$

где μ_v – расход вентиляционного воздуха т/с;

i_n – удельная энтальпия наружного воздуха, Дж/кг;

i_v – удельная энтальпия воздуха в камере, Дж/кг.

Расход вентиляционного воздуха определяем по формуле

$$\mu_v = \frac{V \cdot \alpha \cdot \rho_v}{24 \cdot 3600}, \quad (2.34)$$

где V – объем вентилируемого помещения, м³;

α – кратность воздухообмена – 4-6 объемов камеры в сутки;

ρ_v – плотность воздуха при температуре и относительной влажности и воздуха в камере, кг/м³

$$\mu_v = \frac{86,9 \cdot 6 \cdot 1,265}{24 \cdot 3600} = 0,0076$$

Теплопритоки при вентиляции помещений:

$$Q_3 = 0,0076 \cdot (75,7 - 36,7) \cdot 1000 = 296,4 \text{ Вт}$$

Теплопритоки при дыхании сыра Q_4 , Вт, определяем по формуле:

$$Q_4 = E_k \cdot (0,1 \cdot q_n + 0,9 \cdot q_{xp}) \quad (2.35)$$

где E – емкость камеры, т;

q_n – тепловыделения при температуре поступления, (126-235 Вт/т)

q_{xp} – тепловыделения при температуре хранения, (12-27 Вт/т)

$$Q_4 = 2,2 \cdot (0,1 \cdot 235 + 0,9 \cdot 27) = 105,2 \text{ Вт}$$

Определяем нагрузки на камерное оборудование и компрессорно-конденсаторный блок ΣQ .

Нагрузка на камерное оборудование определяется, как сумма всех теплопритоков, поступающих в камеру.

$$\Sigma Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 4120 + 298 + 296,4 + 105,2 = 4899,6 \approx 4900 \text{ Вт}$$

Нагрузку на компрессор Q_0 , Вт, определяем по формуле

$$Q_0 = \frac{\Sigma Q}{\varphi}, \quad (2.36)$$

где φ - коэффициент утечки холода,

$$Q_0 = \frac{4900}{0,9} = 5444,4 \text{ Вт}$$

2.3.3 Цикл холодильной машины и подбор оборудования

Посчитав нагрузку на оборудование холодильной машины, обслуживающие камеры хранения рассчитаем цикл работы холодильной машины, температуру кипения, конденсации и тип холодильного агента[ХА].

Температура кипения в испарителе определяется по формуле:

$$t_0 = t_{\text{Кам}} - (7 \div 10) = 6 - 7 = -1^\circ\text{C} \quad (2.37)$$

Температура конденсации в конденсаторе определяется по формуле:

$$t_K = t_{\text{Нар}} + (12 \div 14) = 35 + 12 = 47^\circ\text{C} \quad (2.38)$$

Температуру наружного воздуха выбираем по нормам, максимальную среднюю летнюю температуру для данного региона, в нашем случае г.

Краснодар. И проверим по ней, чтобы подобрать аппаратуру для ХМ на максимально возможную нагрузку.

Предварительно выбираем ХА R410a, и строим цикл на logP-i диаграмме выбранного ХА по характерным точкам рабочих процессов холодильной машины, при нагрузке на нее $Q_0 = 5444,4 \text{ Вт}$. И с учетом максимально экстремальных условий работы, в летний период.

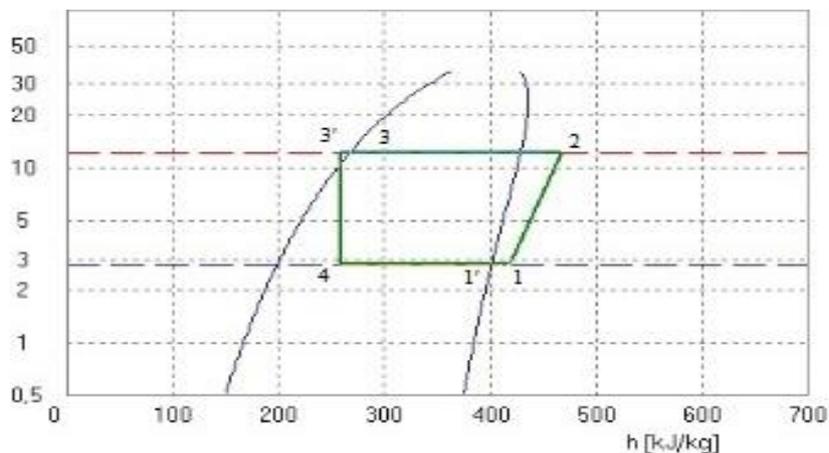


Рисунок 16 – Цикл холодильной машины для хранения сыра

Таблица 2.5 – Параметры характерных точек цикла холодильной машины R410a

Параметры точек цикла	t, 0C	P, МПа	кДж	
			i, кг	$\frac{m^3}{v, кг}$
1	19	2.9	418	0.08
1'	9	2.9	410	0.076
2	84,5	12,3	467	0.02
3	47	12,3	267	0.0015
3'	42	12,3	260	0.0012
4	-1	2.9	260	0.022

По данным таблицы 2.5 из построенного холодильного цикла рассчитаем нагрузку на основное оборудование холодильной камеры для хранения сыра. Компрессор и конденсатор, и на основе сделанного расчета подберем первую часть установки, компрессорно-конденсаторный блок.

Расчет начинаем с основного элемента холодильного агрегата, компрессора.

Удельная массовая холодопроизводительность ХА, q_0 , кДж/кг:

$$q_0 = i_1 - i_4 = 410 - 260 = 150 \quad (2.39)$$

Масса всасываемого пара, M , кг/с:

$$M = \frac{Q_{XM2}}{q_0} = \frac{5,44}{150} = 0.036 \quad (2.40)$$

Действительный объем всасываемых паров в компрессор, V_d , м³/с:

$$V_d = M \cdot v_1 = 0.036 \cdot 0.08 = 0.00288 \quad (2.41)$$

Объем, описываемый поршнями компрессора, V_h , м³/с:

$$V_h = \frac{V_d}{\lambda} = \frac{0.00288}{0.69} = 0.0042 \quad (2.42)$$

0.0045 м³/с = 15,03 м³/ч

где $\lambda = \lambda_c \times \lambda_{др} \times \lambda_w \times \lambda_{пл}$

$$\lambda_c = \frac{p_0 - p_{ес}}{p_0} - c \left(\frac{p_k + \Delta p_n}{p_0} - \frac{p_0 - \Delta p_{ес}}{p_0} \right) = 0,85$$

$$\lambda_w = \frac{T_0}{T_k} = \frac{272}{320} = 0,85$$

$$\lambda = \lambda_c \times \lambda_{др} \times \lambda_w \times \lambda_{пл} = 0,85 \times 0,98 \times 0,85 \times 0,96 = 0,69$$

Работа сжатия в цикле.

$$l_{сжТ} = i_2 - i_1 = 467 - 418 = 49 \text{ кДж/кг} \quad (2.43)$$

Адиабатная мощность на сжатие.

$$N_{aТ} = m_{oТ} \cdot l_{сжТ} = 0.036 \cdot 49 = 1,764 \text{ кВт} \quad (2.44)$$

Индикаторный КПД компрессора.

$$\eta_i = \lambda_w + v \cdot T_0 = 0,85 + 0,0025 \cdot (-1) = 0,84 \quad (2.45)$$

Индикаторная мощность компрессора.

$$N_i = \frac{N_{aT}}{\eta_i} = \frac{1,764}{0,84} = 2,1 \text{ кВт} \quad (2.46)$$

Эффективная мощность компрессора.

$$N_e = \frac{N_i}{\eta_m} = \frac{2,1}{0,85} = 2,47 \text{ кВт} \quad (2.47)$$

Электрическая мощность (мощность, забираемая электродвигателем из сети).

$$N_{\text{э}} = \frac{N_e}{\eta_{\text{эд}} \cdot \eta_{\text{п}}} = \frac{2,47}{0,8 \cdot 0,975} = 3,17 \text{ кВт} \quad (2.48)$$

Холодильный коэффициент.

$$\varepsilon_T = \frac{q_{0T}}{l_{\text{сжТ}}} = \frac{150}{49} = 3,06 \quad (2.49)$$

После расчета компрессора, и получения параметров его работы относительно построенного цикла. Для дальнейшего подбора оборудования начинаем расчет конденсатора и определение его основного параметра – площади поверхности конденсации.

Удельная холодопроизводительность конденсации, q_k , кДж/кг:

$$q_k = i_2 - i_3 = 467 - 267 = 200 \quad (2.50)$$

Нагрузка на конденсатор $Q_{кд}$, кВт.

$$Q_{кд} = M \cdot q_k = 0,036 \cdot 200 = 7,2 \quad (2.51)$$

Площадь конденсации, m^2

$$F_{кд} = \frac{Q_{кд}}{K_{кд} \cdot (t_k - t_{нар})} = \frac{7200}{20 \cdot (47 - 24)} = 15,65 \quad (2.52)$$

На основе полученных расчетных данных, определив поверхность теплообмена, можно предварительно выбрать ККБ нашей холодильной

машины. При условии, что нам предстоит подбор испарительно-воздухораспределительного блока, находящегося внутри камеры, мы предварительно выберем полноценный комплекс агрегатов, подходящих по параметрам внешнего блока и примем его за основу. Затем после расчета внутреннего блока оценим, подходит ли нам данная установка по всем параметрам или придется переподбирать ее на основании рассчитанного блока испарителя и подбирать внутренний блок отдельно, и стыковать его с подобранными в данном разделе элементами наружной системы.

Для дальнейшего подбора оборудования начинаем расчет испарителя и определение его основного параметра – площади поверхности испарения.

Удельная холодопроизводительность испарения, q_u , кДж/кг:

$$q_u = i_1 - i_4 = 410 - 260 = 150 \quad (2.53)$$

Нагрузка на испаритель Q_{II} , кВт.

$$Q_{II} = M \cdot q_u = 0.036 \cdot 150 = 5,4 \quad (2.54)$$

Площадь испарения, м²

$$F_{II} = \frac{Q_{KD}}{K_{II} \cdot (t_{кам} - t_0)} = \frac{5400}{50 \cdot (6 - (-1))} = 15,43 \quad (2.55)$$

Предварительным техническим решением по холодильному агрегату была выбрана установка со сплит-системным исполнением марки Polair по модельному ряду – система типа SM-342S (SM-342SF) с максимальным электропотреблением 3,6 кВт и необходимой холодопроизводительностью 4кВт при установленной температуре камеры, характеристиками конденсатора по поверхности теплообмена 19,5 м². Эта система также подходит для характеристик испарителя и имеет площадь теплообмена испарителя 17,8 м². Более подробные характеристики см. Приложение Б.

Данное оборудование выполняет все функции, заданные исходными данными и несколькими параметрами работы и плавным регулированием оборотов вентилятора и пультом управления с датчиком температуры.

3. Расчет нагрузок и подбор вентиляционного оборудования

На разрабатываемом объекте помимо холодильного оборудования есть место вентиляционным установкам, которые имеют различный функционал на объекте.

Первой точкой необходимости в таком оборудовании приходит из рассольного цеха, где необходимо гасить влагопритоки от испарений с поверхности бассейнов и снимать необходимые теплопритоки, для этой задачи предварительно применяется осушительный агрегат, который параллельно выполняет функцию поддержания микроклимата в помещении, согласно нормативным документам.

Второй точкой для внедрения и подбора вент оборудования является основной цех производства и формирования сыра. В данном случае применяется классическая система кондиционирования воздуха (СКВ) в виде приточной установки, а также более усложненной конструкции приточно-вытяжной установки, со всеми необходимыми элементами, входящими в установку для обеспечения комфортных условий для работы персонала, обеспечивать подачу свежего воздуха с улицы, и защиты продукта.

3.1 Расчёт тепло- и влагопритоков и подбор оборудования для рассольного цеха

Рассольный цех производственного отделения завода выполнен из сэндвич-панели с коэффициентом теплопередачи ограждающих конструкций $K_{огр} = 0,29 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ и пола $K_{пол} = 0,58 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$. Сыр находится в рассольном бассейне. Общая площадь поверхности бассейнов $F_p = 31 \text{ м}^2$. Параметры поддерживаемые в помещении для проектирования принимаем $t=12\text{°C}$; $\varphi=80\%$; по скорости воздуха, не нормируемое. Необходимость притока свежего воздуха определяется технологом, в нашем случае его не будет, и установка будет рассчитываться на процесс полной рециркуляции.

Принимаем теплоприток ограждающей конструкции $Q_{огр} = 0,2 \text{ кВт}$, при условии $K_{огр} = 0,29 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ и температуры окружающей среды $t=35\text{°C}$.

В помещении рассольного цеха находится 1 человек, следящий за процессом. Учитывая теплоприток от нахождения его в цеху, найдем количество теплоты от людей:

$$Q_{\text{л}} = z \cdot q_{\text{л}} = 1 \cdot 0,15 = 0,15 \text{ кВт} \quad (3.1)$$

Где z – кол-во людей в помещении; $q_{\text{л}}$ – удельная теплота выделений от людей в зависимости от вида деятельности, $q_{\text{л}} = 150 \frac{\text{Вт}}{\text{чел}}$ при умеренной работе 1 класса.

Общий теплоприток:

$$\sum Q = Q_{\text{огр}} + Q_{\text{л}} = 0,2 + 0,15 = 0,35 \text{ кВт} \quad (3.2)$$

Главным вредным притоком в помещении, является влага. Так как рассольные бассейны в количестве 6 штук, находятся в открытом состоянии и испарения пара с поверхности, будет происходить обильно и долговременно, поэтому вентиляцией необходимо погасить влагу от испарения, не допустить нагрев рассола и соблюсти необходимый микроклимат, регламентируемый по СанПин.

Общий влагоприток:

$$\sum W = 1.1W_{\text{р}} \quad (3.3)$$

Где $W_{\text{р}}$ - влагоприток от испарения влаги с поверхности рассольного бассейна, кг/ч.

$$W_{\text{р}} = S \cdot F \cdot (P_{\text{д}} - P_{\text{с}}) \cdot 1000 \quad (3.4)$$

где S - коэффициент испарения влаги с зеркала бассейна, $S = 5 \text{ г/мбар} \cdot \text{м}^2\text{ч}$; F - площадь поверхности испарения, $F = 31 \text{ м}^2$; $P_{\text{д}}, P_{\text{с}}$ - парциальное давление воздуха и воды соответственно, $P_{\text{д}} = 14 \text{ мбар}$ при 12°C , $P_{\text{с}} = 12,26 \text{ мбар}$ при 10°C .

$$W_{\text{р}} = 5 \cdot 31 \cdot (14 - 12,26) \cdot 1000 = 0,2697 \text{ кг/ч}$$

$$\sum W = 1.1 \cdot 0,2697 = 0,2967 \approx 0,3 \text{ кг/ч}$$

Тепловлажностный коэффициент, характеризует изменение состояния воздуха в рассольном цехе и равен:

$$\varepsilon_{\text{созр}} = \frac{\sum Q}{\sum W} \cdot 3600 = \frac{0,35}{0,3} \cdot 3600 = 4200 \text{ кДж/кг} \quad (3.5)$$

Согласно, тепловлажностному коэффициенту рассчитывается минимально необходимый расход воздуха для погашения тепловлагопритоков при помощи *i-d* диаграммы. На *i-d* диаграмме наносим точку *B*, которая характеризует заданные параметры в цехе. Из точки *B* проводим линию процесса отвода влаги с тепловлажностным коэффициентом $\varepsilon_{\text{созр}} = 4200$ кДж/кг.

Необходимо учитывать рекомендацию по разности температур в рабочей зоне: $\Delta t = 2 \div 4^\circ\text{C}$. В связи с небольшим объемом помещения и рабочим объемом принимаем минимальную разность температур $\Delta t = 2^\circ\text{C}$. Откладываем на линии из точки *B* отрезок равный 2°C и определяем положение точки *П*, которая характеризует параметры приточного воздуха, поступающего в цех из установки $t=10^\circ\text{C}$; $\varphi=80\%$; $i_{\text{п}}=25,5$ кДж/кг; $d_{\text{п}}=6,1$ г/кг

По заданным значениям температуры и влажности определяем энтальпию и влагосодержание точки *B*: $i_{\text{в}}=29,7$ кДж/кг; $d_{\text{в}}=7,0$ г/кг

Найдем рабочую разность энтальпий

$$\Delta i_p = i_{\text{в}} - i_{\text{п}} = 29,7 - 25,5 = 4,2 \text{ кДж/кг} \quad (3.6)$$

Найдем рабочую разность влагосодержания

$$\Delta d_p = d_{\text{в}} - d_{\text{п}} = 7,0 - 6,1 = 0,9 \text{ г/кг} \quad (3.7)$$

По значениям Δi_p - разности энтальпий рассчитываем объемный расход воздуха:

$$V_{\Sigma Q} = \frac{\Sigma Q \cdot 3600}{\rho_{\text{п}} \cdot \Delta i_p} = \frac{0,35 \cdot 3600}{1,248 \cdot 4,2} = 240 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (3.8)$$

По значениям Δd_p - разности влагосодержания рассчитываем объемный расход воздуха:

$$V_{\Sigma W} = \frac{\Sigma W \cdot 10^3}{\rho \cdot \Delta d_p} = \frac{0,3 \cdot 10^3}{1,248 \cdot 0,9} = 270 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (3.9)$$

Принимаем значения $270 \text{ м}^3/\text{ч}$, как наибольшее и способное погасить тепло- и влагопритоки.

Построение конечного графика работы установки на *i-d* диаграмме.

$$\Delta i_p = \frac{\Sigma Q \cdot 3600}{V \cdot \rho} = \frac{0,35 \cdot 3600}{270 \cdot 1,248} = 3,74 \text{ кДж/кг} \quad (3.10)$$

Отсюда находим действительные показания приточного воздуха

$$i_{\text{п}} = i_{\text{в}} - \Delta i_{\text{р}} = 29,7 - 3,74 = 25,96 \text{ кДж/кг} \quad (3.11)$$

Проведем изоэнтальпу $i_{\text{п}} \approx 25,96 \text{ кДж/кг}$ и по ней определяем положение точки П, параметров приточного воздуха

Данная разность энтальпий дает $\Delta t = 0.5^\circ\text{C}$, которое соответствует параметрам подходящим нам по характеристикам и задает действительную точку П с параметрами $t=10,5^\circ\text{C}$; $\varphi=76,7\%$; $i_{\text{п}}=25,9\text{кДж/кг}$; $d_{\text{п}}=6,1 \text{ г/кг}$.

Перепад $\Delta t = 0.5^\circ\text{C}$ обеспечивается за счет тenna встроенного в установку, а также дополнительный подогрев происходит при тепловыделениях от самого вентилятора вентиляционной установки.

Дальнейшие построения процесса кондиционирования на i - d -диаграмме необходимы для наглядной демонстрации параметров работы установки и подбора вспомогательного оборудования. При помощи данного построения определяются характеристики для подбора воздухоохладителя и для обеспечения необходимой температуры и влажности.

Из точки П проводим прямую по $d=\text{const}$ до пересечения с $\varphi=80\%$ и ставим точку О, которая показывает состояние воздуха на выходе из воздухоохладителя : $t_o=10^\circ\text{C}$; $\varphi=80 \%$; $i_o = 25,5 \text{ кДж/кг}$ соединяем точки В и О и получаем прямую В – О, которая показывает изменение воздуха в воздухоохладителе.

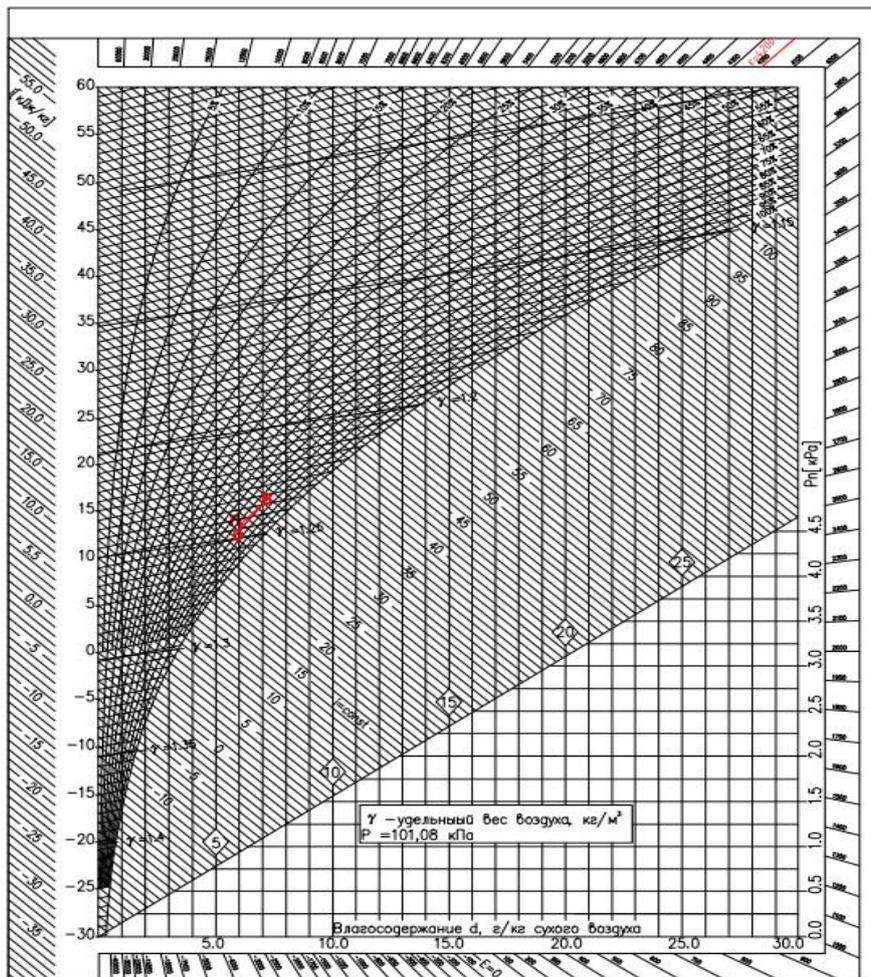


Рисунок 18 – Процесс в рассольном цеху на i - d диаграмме

По данным выполненного построения процесса можем определить удельную нагрузку на воздухоохладитель:

$$q_{\text{вo}} = i_{\text{в}} - i_{\text{o}} = 29,7 - 25,5 = 4,2 \text{ кДж/кг} \quad (3.12)$$

Состояние на поверхности воздухоохладителя принимаем $t_0 = 9^\circ\text{C}$. Беря в расчет перепад температур на поверхности теплообмена, получим, что температура на выходе воздухоохладителя составит 7°C . Также учитывая перепад температуры по хладоносителю $\Delta t_{\text{хл}} = 5^\circ\text{C}$, отсюда получим температуру подаваемого хладоносителя равную 2°C . По этим данным находим температуру кипения $t_0 \text{ XA}$ в испарителе и выполняем расчеты компрессорно-конденсаторного блока (ККБ), который будет рассчитан и подобран в главе расчета вспомогательного оборудования. Для данной кондиционированной установки.

В качестве установки для рассольного цеха принимается осушительный аппарат в виде вентиляционной установки. Такой тип охладителя-осушителя был выбран, потому что в рассольном цеху необходима равномерная циркуляция воздуха с возможностью погашения влагопритоков и поддержание специфического микроклимата. Было решено выбрать моноблочную установку центрального кондиционера системы П2 установка Канал – ВЕНТ 50 – 25.

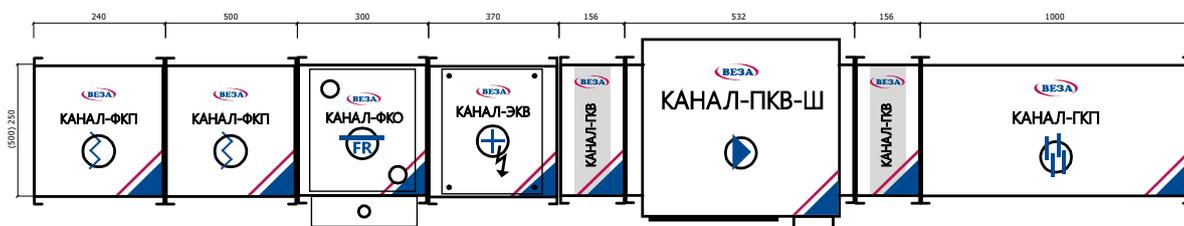


Рисунок 19 – Схема центрального кондиционера для камеры созревания сыра

3.2 Расчёт тепло- и влагопритоков и подбор оборудования для производственного цеха

Производственный цех отделения разрабатываемого завода выполнен из сэндвич-панели с коэффициентом теплопередачи ограждающих конструкций $K_{огр} = 0,45 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ и пола $K_{пол} = 0,58 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$. Сыр в данном помещении получает свои оптимальные кондиции консистенции и формы, и находится, как в открытом, так и закрытом состоянии. Площадь помещения цеха $106,8 \text{ м}^2$. Параметры поддерживаемые в помещении для проектирования принимаем $t=16-18\text{°C}$; $\varphi \leq 65\%$; $\omega = 0,2 \text{ м}/\text{с}$.

Необходимость притока свежего воздуха определяется санитарной нормой ($\text{м}^3/\text{ч}$ на человека). Производительность цеха $220 \text{ кг}/\text{смена}$. Задача рассчитать кондиционирование на круглогодичный период поддержания параметров воздуха и необходимые мощности для отвода тепла и влаги.

Габаритные размеры помещения и места установки оборудования по цеху представлена на Рис.20

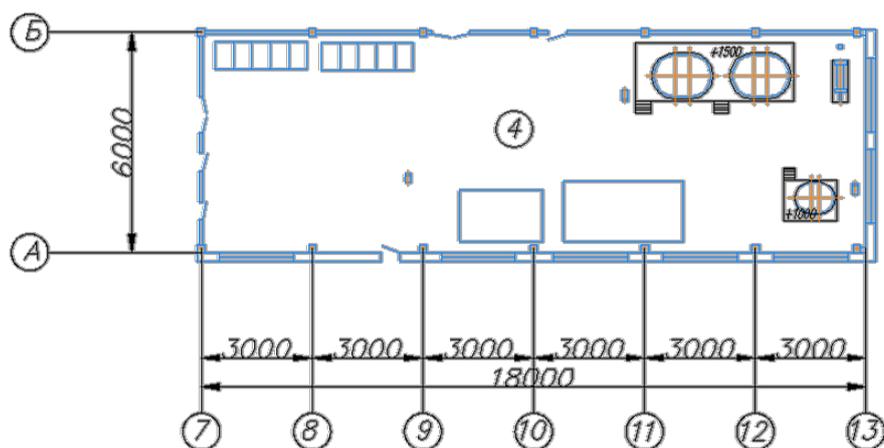


Рисунок 20 – Габаритные размеры и расположение оборудования по помещению производственного цеха

Теплопритоки цеха рассчитывают для всех ограждений камеры: наружных стен, пола и покрытий, а также теплопритоки от оборудования и людей, т.е. весь раздел общих теплопритоков рассчитывается, при помощи специальной программы: *ColdBalance*. Вывод данных второго вида приведен в таблице 3.3; 3.4. В данной таблице приведены конечные расчеты теплопритоков производственного цеха в летний период времени при параметрах Б для города Краснодара ($+31^{\circ}\text{C}$; $\varphi=46\%$) и зимнего периода (-14°C ; $\varphi=74\%$). Но так как вывод итоговых значений в виде простого числа не показывает всей картины. И так как основной объем теплопритоков составляет тепло от оборудования, распишем подробнее методику расчет тепла с поверхности нагреваемых аппаратов во время работы оборудования. Опираясь, на таблицу 3.1 с удельными значениями выделяющейся теплоты с поверхности аппаратов, при температуре в помещении. Таблицу 3.2 с используемым оборудованием в цеху и более подробно рассмотрим данный вид теплопритоков.

Таблица 3.1 – Показатели удельного количества теплоты с поверхности оборудования

Удельное количество тепла, выделившегося от нагретых поверхностей технологического оборудования при различных внутренних температур воздуха в цехах, подсчитанной по формуле Стефана-Больцмана, Вт/м ²			
Температура поверхности оборудования	Температура в помещении $+17^{\circ}\text{C}$		
	Расположение и форма поверхности нагрева		
	Вертикально	Цилиндр	Горизонтально
20	35	45	67
30	150	176	184
40	270	288	308
50	404	434	463

Таблица 3.2 – Наименование и характеристики оборудования и кол-во теплоты в зависимости от вида поверхности и ее температуры

Оборудование	Кол-во оборудования шт	Температура поверхности в момент работы °С	Типоразмер мм	Площадь поверхности м2	Сумма м2	Вид поверхности	Сумма Вт
Сыроизготовитель ЩСЗ-18	2	30	∅ 1200, h=1500	5,65	11,3	ц	1988,8
Сыроизготовитель ОС-300	1	30	∅ 900 h=1200	3,4	3,4	ц	979,2
Нагреватель А1-ОНС-20	1	40	420x1200x500	2,125	2,125	в	573,75
Пресс Я7-ОПЭ	2	20	750x2500x2000	14,9	29,8	в	1043
Формовочный аппарат ФА-3000	1	25	1600x3200x1500	19,72	19,72	г	2474,9
Формовочный аппарат Я5-ОФИ	1	25	1400x2200x1500	13,9	13,9	г	1744,5

Подсчитав сумму тепловыделений из последнего столбца таблицы 3.2, получим значение:

$$\begin{aligned} \sum Q_{об} &= 1988,8 + 979,2 + 576,75 + 1043 + 2474,9 + 1744,5 \\ &= 8807,2 \text{ кВт} \end{aligned}$$

Условно принимаем значение 8800 кВт.

Найдем общий теплоприток за теплый период:

$$\sum Q = 1,1 \cdot Q = 1,1 \cdot 16,4 = 18 \text{ кВт} \quad (3.13)$$

Найдем общий теплоприток за зимний период:

$$\sum Q = 1,1 \cdot Q = 1,1 \cdot 11,8 = 13 \text{ кВт}$$

Теплопритоки в зимний период отличаются только теплопритоками от ограждений. В таблице 3.3;3.4 приведены значения за оба периода.

Таблица 3.3 – Теплопритоки в производственном цеху летний период

№ помещения	Наименование помещения	Шифр ограждения	Ориентация	а, м	b, м	Fв, м ²	F, м ²	Итого								
								Qос, Вт	Qм, Вт	Qпр, Вт	Qл, Вт	Qоб, Вт	Qиос, Вт	Q, кВт		
4	Производственный цех	С_Н С-П	В	18	4,8	10	76,4	Qос, Вт	Qм, Вт	Qпр, Вт	Qл, Вт	Qоб, Вт	Qиос, Вт	Q, кВт		
		С_Н С-П	С	6	4,8	4	24,8	1853	255	1280	1200	8800	1826			
		Крыша					106,8	2074	380				1826			
		Пол					106,8	2124	537				1826			
		Окна	В	2	5		10	2126	714				1826			
		Окна	С	2	2		4	2080	895				1826			
								2025	1071				1826			
								1991	1230				1826			
								1953	1360				1826	16,4		
		S, м ²	тв, °С	фв, %	N, чел.											
106,8	18	60	8													

Таблица 3.4 – Теплопритоки в производственном цеху зимний период

№ помещения	Наименование помещения	Шифр ограждения	Ориентация	а, м	b, м	Fв, м ²	F, м ²	Итого								
								Qос, Вт	Qм, Вт	Qпр, Вт	Qл, Вт	Qоб, Вт	Qиос, Вт	Q, кВт		
4	Производственный цех	С_Н С-П	В	18	4,8	10	76,4	Qос, Вт	Qм, Вт	Qпр, Вт	Qл, Вт	Qоб, Вт	Qиос, Вт	Q, кВт		
		С_Н С-П	С	6	4,8	4	24,8	1853	58	1280	1200	8800	1826			
		Крыша					106,8	2074	160				1826			
		Пол					106,8	2124	298				1826			
		Окна	В	2	5		10	2126	426				1826			
		Окна	С	2	2		4	2080	500				1826			
								2025	736				1826			
								1991	957				1826			
								1953	1095				1826	11,8		
		S, м ²	тв, °С	фв, %	N, чел.											
106,8	18	60	8													

Общие влагопритоки для теплого и холодного периода будут одинаковые и рассчитываются по формуле:

$$\sum W = 1.1(W_{\text{л}} + W_{\text{пр}}) \quad (3.14)$$

где $W_{\text{л}}$ - влагопритоки от людей; $W_{\text{пр}}$ - влагопритоки от продукта.

При определении влагопритока от людей, берем в учет то, что влагоприток от работников составляет 150 г водяного пара в час, согласно нормативам при режиме работы персонала в цеху:

$$W_{\text{л}} = (150 \cdot 8) \cdot 10^{-3} = 1,2 \text{ кг/ч} \quad (3.15)$$

Для определения влагопритоков с открытой поверхности продукта во время прессовки и формировки сыра. При непосредственном контакте продукта с окружающей средой происходит процесс испарения, который надо гасить при помощи СЦК. Количество водяного пара, испаряющегося с поверхности трудно определить расчетным путем, потому что сложно определить точную площадь открытой поверхности и массообмен, от которых в большей степени зависит интенсивность испарения. Поэтому влагоприток рассчитывается в зависимости от нормируемых параметров потерь массы на данном этапе производства сыра. Принимается потери массы $\Delta g = 15\%$. При производительности цеха $G_{\text{пр}} = 220 \text{ кг/смена} = 27,5 \text{ кг/ч}$, находим влагоприток от продукта

$$W_{\text{пр}} = \frac{G_{\text{пр}} \cdot \Delta g}{100} = \frac{27,5 \cdot 15}{100} = 4,125 \text{ кг/ч} \quad (3.16)$$

Общий влагоприток за летний и зимний период:

$$\sum W = 1.1(1,2 + 4,125) = 5,86 \text{ кг/ч}$$

Определим коэффициенты лучей процесса изменения состояния воздуха в производственном цеху – тепловлажностный коэффициент.

Найдем тепловлажностный коэффициент летнего периода:

$$\varepsilon_{\text{т}} = \frac{\sum Q}{\sum W} \cdot 3600 = \frac{18}{5,86} \cdot 3600 = 11058 \text{ кДж/кг}$$

Найдем тепловлажностный коэффициент зимнего периода:

$$\varepsilon_3 = \frac{\sum Q}{\sum W} \cdot 3600 = \frac{13}{5,86} \cdot 3600 = 7986 \text{ кДж/кг}$$

Определим расход воздуха и параметры охлаждающих устройств. Данные параметры находим графоаналитическим методом при помощи i-d диаграммы.

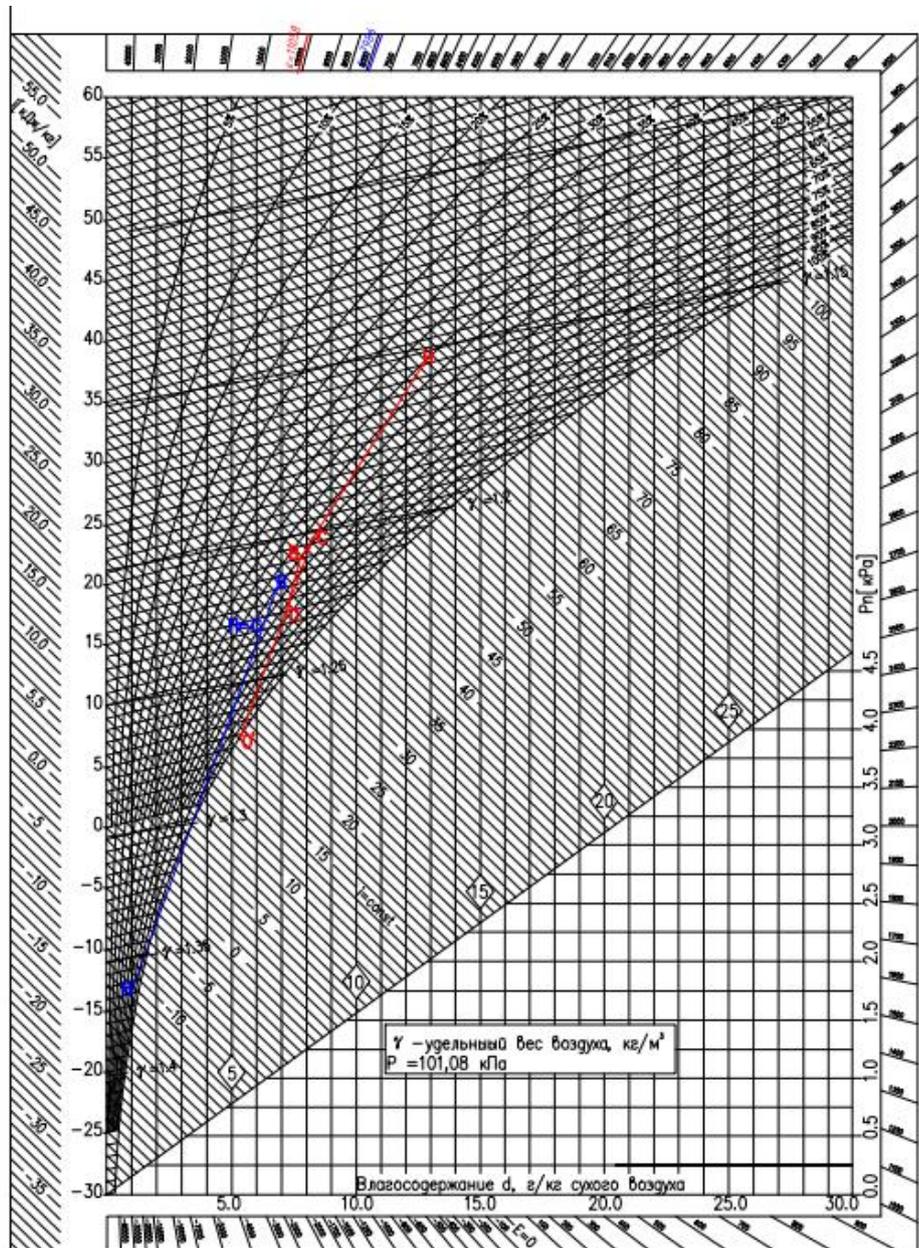


Рисунок 21 – Процессы в производственном цеху на i-d диаграмме

В точке, характеризующей параметры внутреннего воздуха для летнего периода, B ($t_B=18^\circ\text{C}$; $\varphi_B=60\%$; $d_B = 7,7$; $i_B = 37,8$) проведем прямую с тепловлажностным коэффициентом $\varepsilon_T = 11058 \text{ кДж/кг}$. На

получившейся прямой находим отрезок соответствующий рабочей разности температур Δt_p воздуха в летний период года. Показатель Δt_p выбирается из учета параметров работы и системы воздухораспределения. При условии, что в рабочем помещении основное охлаждение и воздухообеспечение через приточные диффузоры происходит при рециркуляции воздуха охлаждающегося в блоке воздухоохладителя, сделаем вывод, что Δt_p следует принять равной $\Delta t_{во}$. В среднем перепад температур в блоках охлаждения порядка 4-6°C, предварительно принимаем $\Delta t_{во} = \Delta t_p = 4^\circ\text{C}$; отсюда $t_{п} = t_{в} - \Delta t_p = 18 - 4 = 14^\circ\text{C}$

Найдя предварительно точку $П$, характеризующую параметры приточного воздуха летнего режима работы, и нанеся ее на прямую тепловлажностного коэффициента графически определяем остальные параметры точки $П$:

$$i_{п} = 32,3; d_{п} = 7,2; \varphi_{п} = 72\%$$

Определим рабочее изменение энтальпии:

$$\Delta i_p = i_{в} - i_{п} = 37,8 - 32,3 = 5,5 \text{ кДж/кг} \quad (3.17)$$

Из полученных данных найдем необходимый объемный расход воздуха:

$$V = \frac{\sum Q \cdot 3600}{\rho \cdot \Delta i_p} = \frac{18 \cdot 3600}{1,248 \cdot 5,5} = 10596 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (3.18)$$

Значение объемного расхода проверим на кратность воздухообмена:

$$n = \frac{V}{V_{пом}} = \frac{10596}{512,64} = 20,7 \text{ объемов/ч}$$

Вычисленное значение кратности воздухообмена входит в рекомендуемые параметры, поэтому принимаем рассчитанный расход воздуха $V = 10600 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Также нужно учитывать, что в цеху постоянно находится рабочий персонал и производственный цех необходимо снабжать притоком свежего воздуха.

Необходимый объемный расход наружного воздуха ($\text{м}^3/\text{ч}$):

$$V_H = V_{\text{сан}}$$

где $V_{\text{сан}}$ – объемный расход воздуха, необходимый для обеспечения персонала в цехе санитарной нормой по кислороду, м³/ч.

Для расчета принято, что в цеху постоянно работают 8 человек. Согласно СП 60.13330.2016, санитарная норма на одного человека составляет 60 м³/ч, отсюда:

$$V_{\text{сан}} = 60 \cdot 8 = 480 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Дополнительно необходимо учитывать расход наружного воздуха $V_{\text{н.изб}}$, для создания избыточного подпора в помещении. Расход подпор вычисляем из учета рекомендуемой кратности воздухообмена:

$$V_{\text{н.изб}} = nV_{\text{пом}} \quad (3.19)$$

где $n=0,5...3$ об/ч – кратность воздухообмена в помещении.

Показатели n для такого типа производственных помещений зависят от условий его работы, положения цеха и режимов работы систем вентиляции.

При условии, что осуществляется дисбаланс в сторону приточного воздуха, для недопущения подсоса не очищенного воздуха с коридоров и смежных комнат принимаем $n=2$ об/ч;

$$V_{\text{н.изб}} = 2 \cdot 512,64 = 1025,28 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Так как $V_{\text{н.изб}} > V_{\text{сан}}$, примем больше значение, округлим, учтем запас 5% и зададимся $V_H = 1060$ м³/ч. Чтобы соблюсти условия выполнения температурного режима и подачи свежего воздуха, в пределах одной моноблочной установки типа центральный кондиционер, необходимо выдержать минимальное отношения наружного воздуха к рециркуляционному, в размере 10%. При наших расчетах данное условие выполняется, поэтому техническим решением было принято задаться выбранным расходом приточного наружного воздуха.

В итоге показатель расхода наружного воздуха, для осуществления всех процессов в одной установке, принимаем $V_{\text{нар.в}} = 1060$ м³/ч.

Для построения процесса кондиционирования воздуха в летний период, учитываем параметры наружного воздуха, описанные ранее, и его

рассчитанный объем. Строим процесс смешения $H - B$, при помощи программы для расчета параметров точек процессов на $i-d$ диаграмме – HVAC, определяем точку C – смешивания, наиболее затратную в плане расчета. Задаваясь нашим расходом и параметрами точек H и B рассчитаем процесс смешения. Столбец 3 соответствует параметрам наружного воздуха точка H , а столбец 4 параметрам внутри помещения точка B :

Исходные данные			3	4	5
Позиция					
Температура	t	°C	31,0	18	
Влажность	φ	%	46	60	
Влагосодержание	x	g/kg s.v.			
Энтальпия	h	kJ/kg s.v.			
Процесс	[O,C,A,P,S,X]				s
Расход	V	m ³ /h	1060	9540	
		m ³ /s			
Мощность	P	kW			
Результат			3	4	5
Температура	t	°C	31,0	18,0	19,3
Отн. влажность	φ	%	46%	60%	59%
Абс. влажность	x	g/kg s.v.	13,0	7,7	8,2
Энтальпия	h	kJ/kg s.v.	64,6	37,8	40,4
Плотность	ρ	kg/m ³	1,15	1,20	1,20
Тем.влажн.терм.	tv	°C	107,3	107,3	107,3
Расход	Vs	m ³ /h	1 123	9 591	10 714
Расход*	Vn	m ³ /h	1 060	9 540	10 600
Мощность	P	kW			
Влагоприток	qw	kg/h			

Рисунок 22 – Процесс смешивания наружного и внутреннего воздуха в летний период

Параметры точки C соответствуют столбцу 5 в разделе «Результат». Следующий процесс в установке – линия $C - П$, охлаждение смешанного воздуха совместно с его осушением. Удельная нагрузка на воздухоохладитель на данном этапе обработки воздуха равен:

$$q_{\text{во}} = i_c - i_{\text{п}} = 40,4 - 32,3 = 8,1 \text{ кДж/кг} \quad (3.20)$$

Дальнейшая точка $П$ показывает параметры входящего воздуха в помещение, а процесс $B - П$, характеризующий изменение воздуха в помещении, проходящий по линии тепловлажностного коэффициента летнего периода $\varepsilon_{\text{т}} = 11058 \text{ кДж/кг}$. На этом процессы подготовки воздуха в летний период времени заканчиваются.

Наружный воздух в зимний период также предварительно обрабатывается системами центрального кондиционера до температуры

приточного воздуха $t_{п.х} = 13^{\circ}\text{C}$, которую графически находим при пересечении линии постоянного влагосодержание и прямой соответствующей тепловлажностному коэффициенту зимнего периода $\varepsilon_3 = 7986$ кДж/кг.

Определяем остальные параметры точки P для зимнего периода:

$$i_{п} = 28,8; d_{п} = 6,2; \varphi_{п} = 66\%$$

С другой стороны точка пересечения этой прямой с изотермой $t_{вх}=16^{\circ}\text{C}$, которая показывает состояние смешанного воздуха поступающего в цех в зимний период времени в условиях данной климатической области.

Строим процесс смешения $H - B$, при помощи программы для расчета параметров точек процессов на $i-d$ диаграмме – $HVAC$, определяем точку C – смешивания, наиболее затратную в плане расчета. Задаваясь нашим расходом и параметрами точек H и B рассчитаем процесс смешения. Столбец 3 соответствует параметрам наружного воздуха точка H , а столбец 4 параметрам внутри помещения точка B :

Исходные данные		3	4	5
Позиция				
Температура	t °C	-14,0	16	
Влажность	φ %	74	60	
Влагосодержание	x g/kg s.v.			
Энтальпия	h kJ/kg s.v.			
Процесс	[O,C,A,P,S,X]			s
Расход	V m ³ /h	1060	9540	
	m ³ /s			
Мощность	P kW			
Результат		3	4	5
Температура	t °C	-14,0	16,0	13,0
Отн. влажность	φ %	74%	60%	66%
Абс. влажность	x g/kg s.v.	0,8	6,8	6,2
Энтальпия	h kJ/kg s.v.	-12,1	33,3	28,8
Плотность	ρ kg/m ³	1,36	1,21	1,22
Тем. влажн. терм.	t_v °C	107,3	107,3	107,3
Расход	V_s m ³ /h	938	9 511	10 450
Расход*	V_n m ³ /h	1 060	9 540	10 600
Мощность	P kW			
Влагоприток	q_w kg/h			

Рисунок 23 – Процесс смешивания наружного и внутреннего воздуха в зимний период

Параметры точки C соответствуют столбцу 5 в разделе «Результат». Также данная точка четко попадает в необходимые параметры приточного воздуха P для данного периода года. Отсюда, можно сделать вывод, что

дальнейшие процессы подготовки можно опустить и организовать лишь поддержание параметров смешивания, т.е при повышении температуры наружного воздуха выше -14°C наблюдается смещение точки C , при этом развитии событий предусмотрено, что точка смеси C контролируется расходом приточного воздуха в пределах от $1060 \text{ м}^3/\text{ч}$ до полного прямого свежего воздуха $10600 \text{ м}^3/\text{ч}$, тем самым обеспечивая необходимый расход для поддержания санитарной нормы на каждого работника и выполнения функций подпора.

Найдем крайнюю точку, до которой мы сможем управлять установкой при помощи расхода наружного воздуха, для этого определим Δt начала переходного режима работы:

$$\Delta t = \frac{\sum Q}{0.279 \cdot V \cdot \rho} = \frac{13000}{0.279 \cdot 10596 \cdot 1.248} = 3.5^{\circ}\text{C} \quad (3.21)$$

где - $\sum Q$ суммарный теплоприток зимнего режима, с учетом запаса.

Определим границу начала переходного режима:

$$t_{\text{п}} = t_{\text{в}} - \Delta t = 16 - 3.5 = 12.5^{\circ}\text{C}$$

Начиная от точки $t_{\text{п}} = 12.5^{\circ}\text{C}$, в режим работы вступает охладитель, находящийся после секции смешивания, для необходимости не допустить, что теплопритоки начнут перегревать воздух в помещении выше 16°C .

Начиная от температуры 14°C , соответствующей приточному воздуху в теплый период, установка переключится в летний режим работы и установится постоянный расход наружного воздуха, соответствующий рассчитанным параметрам $V_{\text{н}} = 1060 \text{ м}^3/\text{ч}$, а дальнейшая процедура регулировки процесса работы осуществляется при помощи регулировки параметров охладителя.

С учетом компенсации подпора воздуха в размере двух крат объема помещения и санитарной нормой приточного воздуха, приточная вентиляция будет преобладать над вытяжной на ΔV равное:

$$\Delta V = V_{\text{н}} - V_{\text{сан}} = 1060 - 480 = 580 \text{ м}^3/\text{ч}. \quad (3.22)$$

Следовательно, в теплый период расход вытяжного воздуха будет равен санитарной норме на человека, для обогащения помещения необходимым расходом свежего воздуха.

Для данного технического решения подобрана установка прямоточного типа с рециркуляцией и подмесом наружного воздуха и системой регулировки, соответствующей режиму работы установки описанный выше.

Предварительный подбор системы охлаждения находится из состояния на поверхности воздухоохладителя, принимаем $t_0 = 5^\circ\text{C}$. Беря в расчет перепад температур на поверхности теплообмена, получим, что температура на выходе воздухоохладителя составит 3°C . Также учитывая перепад температуры по хладоносителю $\Delta t_{\text{хл}} = 5^\circ\text{C}$, отсюда получим температуру подаваемого хладоносителя равную -2°C . По этим данным находим температуру кипения t_0 ХА в испарителе и выполняем расчеты компрессорно-конденсаторного блока (ККБ), который будет рассчитан и подобран в главе расчета вспомогательного оборудования. Для данной кондиционированной установки.

В качестве установки для производственного цеха принимается вентиляционная установка. Такой тип установки был выбран, потому что в производственном цеху необходима равномерная циркуляция воздуха с возможностью погашения теплопритоков от оборудования и поддержание комфортного микроклимата для работников. Также важно поддержания должного подпора, для недопущения подсоса грязного воздуха и отсутствия сквозняков. Для данного объекта было решено выбрать моноблочную двухэтажную установку центрального кондиционера системы ПЗ/ВЗ ВЕРОСА-500.

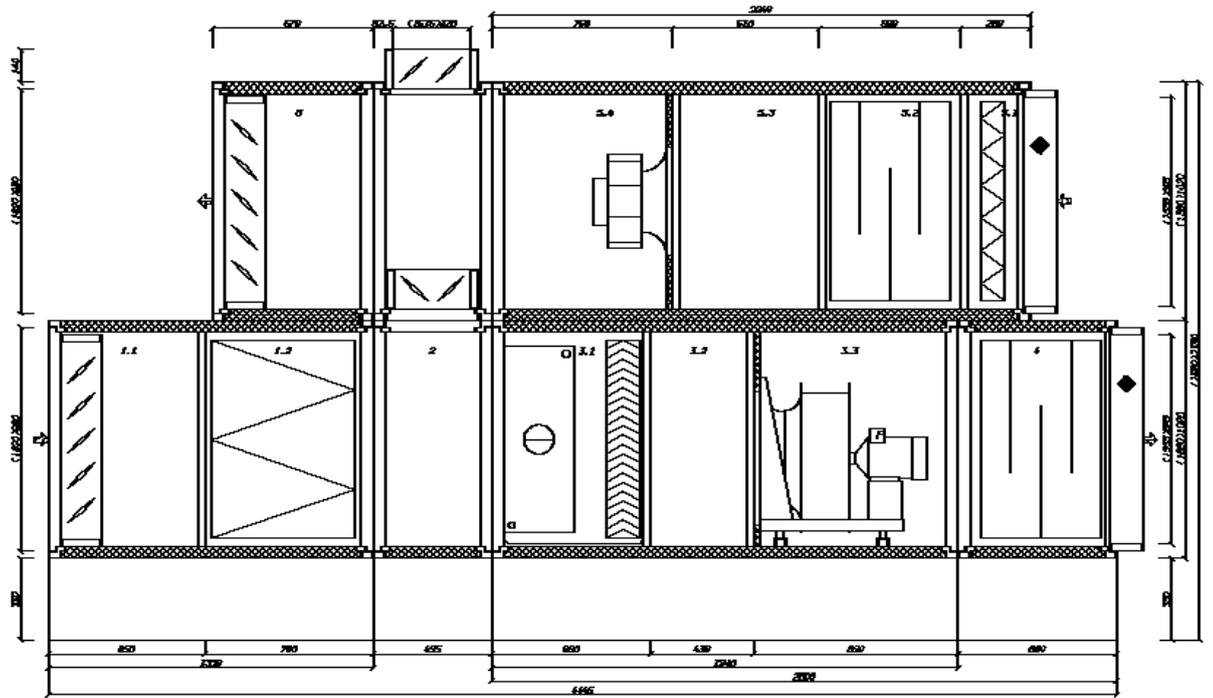


Рисунок 24 – Схема центрального кондиционера для производственного цеха

Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ТОСЖ 03 00.00.00 ПЗ

Лист

75

4 Расчет нагрузок и подбор вспомогательного холодильного оборудования

Помимо основного холодильного и вентиляционного оборудования не малую роль играют вспомогательные холодильные агрегаты. В основном они служат подспорьем для систем, которые лишь иногда при своем цикле работы используют холод. Или используют его периодически в разное время года, а все остальное время обходятся при работе другими элементами своих систем.

В основном данные вспомогательные холодильные элементы включаются в системы холодоснабжения вентиляционных приточных и приточно-вытяжных установок. Это обуславливается тем, что остальные аппараты либо сами по себе в процессе своей работы являются этими самыми установками по предоставлению холода, или имеют внутри себя аппараты по его производству, встроенные в принцип действия агрегата.

В выбранных и рассчитанных системах вентиляционных установок, на разрабатываемом объекте, основными участниками процесса подготовки воздуха являются воздухоохладители, включенные в состав центрального кондиционера. Для осуществления их работы им необходимо включение побочных точек холодоснабжения в виде наружных блоков, в которых обеспечение работы цикла охлаждения, осуществляется за счет теплообмена между воздухом и фреоном, подготовленным в наружном блоке. Вид наружного блока, предварительно выбираем в виде блока систем ККБ. ККБ – это холодильное оборудование, предназначенное для выброса тепла в окружающую среду. Он работает в связке с воздухоохладителем, который предусматривается в составе вентиляционной установки или центрального кондиционера, устанавливаемый непосредственно рядом с центральной установкой.

ККБ включает в себя компрессор, конденсатор, вентилятор охлаждения конденсатора и узел автоматики. Алгоритм работы таков.

В ККБ поступает газообразный хладагент от воздухоохладителя. Он сжимается в компрессоре, при этом значительно нагревается (до 70°C и выше). Затем он попадает в конденсатор, где охлаждается до температуры, порядка на 5-15°C выше температуры наружного воздуха. При данном процессе хладагент конденсируется и превращается в жидкость.

Жидкий хладагент на выходе из ККБ попадает в терморегулирующий вентиль, в котором резко расширяется и охлаждается. Подготовленный хладагент низкой температуры направляется к воздухоохладителю приточной установки. Именно он охлаждает приточный воздух. Процесс охлаждения происходит в воздухоохладителе, который выполняет функцию испарителя. Отдав, холод поступающему из кондиционера воздуху и охладив его, хладагент испаряется, т.е. переходит в газообразное состояние. Затем цикл повторяется.



Рисунок 25 – Принципиальная схема работы ККБ и перечень входящего оборудования

Установки данного типа, в центральном секционном кондиционере подключаются непосредственно к той секции, где требуется подвод холода, обычно это секции воздухоохладителей. Реже такие установки включают в секции рекуперации, где требуется доохладить поток приточного воздуха в процессе пересечения его с вытяжным. В наших подобранных и рассчитанных установках центрального кондиционера секции рекуперации не предусмотрено, поэтому подвод холода будет производиться только в отделы воздухоохладителей, которые являются ключевыми в процессах подготовки воздуха.

Нагрузки на секции охлаждения и процессы в них рассчитываются довольно просто и подбор вспомогательного оборудования для данных секций, производится по характеристикам требуемого подвода холода. Характеристика величины подвода холода/отвода тепла от объекта, называется удельной холодопроизводительностью.

Удельная холодопроизводительность - количество теплоты, отнимаемое от охлаждаемого объекта в единицу времени при помощи холодильной машины [кДж/кг]. Данная характеристика является основной при расчете процесса охлаждения. Такие расчеты были произведены индивидуально для каждой вентиляционной установки в главе 3. Но для подбора установки ККБ ключевым показателем будет необходимая холодопроизводительность.

Холодопроизводительность - количество теплоты, отнимаемое от охлаждаемого объекта при помощи холодильной машины [кВт]. В ней учитывается удельная холодопроизводительность и расход воздуха от которого необходимо отвести тепло.

$$Q = \frac{L \cdot \rho \cdot \Delta i}{3600} \quad (4.1)$$

где, L – расход воздуха, от которого необходимо отвести тепло, м³/ч;

ρ - плотность воздуха при температуре в воздухоохладителе, кг/м³;

Δi - удельная разность энтальпий процесса охлаждения, характеризующий удельную холодопроизводительность, кДж/кг.

Произведем расчет наружного блока ККБ для системы центрального кондиционирования в камере созревания. Для этого перенесем значение удельной холодопроизводительности, рассчитанные в главе 2.2 и найдем явную холодопроизводительность для данной установки по формуле 4.1.

$$q_{\text{во}} = 3,5 \text{ кДж/кг}$$

Отсюда нагрузка на систему ККБ равна:

$$Q = \frac{L \cdot \rho \cdot q_{\text{во}}}{3600} = \frac{1600 \cdot 1.24 \cdot 3,5}{3600} = 2 \text{ кВт}$$

Следует учесть тот факт, что на разрабатываемом объекте предусмотрен момент работы двух систем камер созревания, действительная необходимая холодопроизводительность равна 4 кВт.

Как мы видим, что нагрузка на блок слишком мала, поэтому подбор установки делать пока рано и предлагается вариант произвести расчет других нагрузок от систем и посмотреть возможность объединения двух или более секций охлаждения центральных кондиционеров к одному блоку ККБ.

Произведем расчет наружного блока ККБ для системы центрального кондиционирования в рассольном цеху. Для этого перенесем значение удельной холодопроизводительности, рассчитанные в главе 3.1 и найдем явную холодопроизводительность для данной установки по формуле 4.1.

$$q_{\text{во}} = 4,2 \text{ кДж/кг}$$

Отсюда нагрузка на систему ККБ равна:

$$Q = \frac{270 \cdot 1.2 \cdot 4,2}{3600} = 0,4 \text{ кВт}$$

По данным значениям до сих пор не понятно, есть ли смысл в разделении систем охлаждения по отдельным блокам ККБ или объединении в один. Данное решение будет приниматься после расчета нагрузки на секцию охлаждения системы работающей на производственный цех проектируемого завода.

Произведем расчет наружного блока ККБ для системы центрального кондиционирования в производственном цеху. Для этого перенесем значение удельной холодопроизводительности, рассчитанные в главе 3.2 и найдем явную холодопроизводительность для данной установки по формуле 4.1.

$$q_{\text{во}} = 8,1 \text{ кДж/кг}$$

Отсюда нагрузка на систему ККБ равна:

$$Q = \frac{10600 \cdot 1.2 \cdot 8,1}{3600} = 30 \text{ кВт}$$

воздействует на соленоидный клапан, вентиляторы воздухоохлаждателей и электродвигатель компрессора. При повышении температуры воздуха в камере, реле включает соленоидный клапан на трубопроводе подачи холодильного агента в воздухоохлаждатель, включает вентилятор воздухоохлаждателя и компрессор. При достижении заданной температуры реле отключает соленоидный клапан и электродвигатель компрессора.

5.4 Световая сигнализация технологическая, предупредительная, аварийная

1) Объем технологической сигнализации: нормальная работа компрессоров, вентиляторов воздухоохлаждателей, положение клапанов соленоидных клапанов;

2) Объем предупредительной сигнализации: нижний и верхний предельные уровни в центральном маслоотделителе;

3) Объем аварийной сигнализации: остановка после срабатывания приборов защиты компрессоров, вентиляторов.

5.5 Звуковая сигнализация предупредительная и аварийная

Объем аварийной сигнализации: остановка компрессоров от срабатывания приборов защиты.

5.6 Автоматическое отключение всего оборудования компрессорного цеха

Автоматическое отключение всего оборудования компрессорного цеха происходит с помощью аварийного выключения, установленного снаружи, у компрессоров.

5.7 Заявочная ведомость на приборы и средства автоматизации

Таблица 5.1– Заявочная ведомость

№ поз.	Наименования и техническая характеристика	Тип, марка	Ед. изм.	Потребн. по проекту
1	Термометр ртутный, диапазон измерений -30° -360°С	ТЛ-6	шт.	5
2	Реле давления, диапазон до 3,5МПа	DANFOSS KP5A	шт.	4
3а	Датчик температуры, диапазон измерений -50°- 150°С	МВТ-3270	шт.	2
3б	Реле температуры, диапазон настройки 0°- 40°С	КР-75	шт.	2

Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата
-----	------	--------	---------	------

4	Датчик-реле разности давлений, диапазон настройки 0.02 – 0.25 МПа	PKC-1-OM5-01	шт.	3
5a	Датчик температуры, диапазон измерений -50°- 120°С	MBT-3260	шт.	2
5б	Реле температуры, диапазон измерений 55°- 85°С	TP-OM5-06	шт.	2
6	Манометр, предел измерений 0 – 2,5 МПа	TM-110	шт.	5
7	Регулятор давления кипения, диапазон 0-0.55 МПа	KVP 15	шт.	2
8a	Датчик уровня жидкости	AKS-4100U	шт.	2
8б	Регулятора уровня масла	OM3-020	шт.	2
9a	Термометр сопротивлений, предел измерений -200 -600С	ТСП50-70	шт.	1
9б	Уравновешенный, показывающий, самопишущий мост	KCM-4	шт.	1
10	Реле давления сдвоенное, диапазон настройки -0.02 – 0.75 МПа по нижнему блоку и 0.8 – 3.2 МПа по верхнему блоку	KP-15	шт.	4
11	Клапан терморегулирующий	ETS50C	шт.	1
12	Регулятор давления	KVL-15	шт.	1

Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата
-----	------	--------	---------	------

ТОСЖ 03 00.00.00 ПЗ

Лист

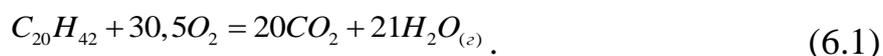
85

6.2 Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях

ЧС обусловлена значительными разрушениями, тяжелыми травмами и угрозой жизни и здоровья персонала, потерями материальных ценностей и угрозе окружающей среде.

Важнейшим и опасным фактором при аварии являются утечки и процессы их взаимодействия со средой и опасными факторами, вызванными ЧС. Для недопущения ухудшения ситуации, проведем оценку теплового эффекта горения выделившегося масла из используемых на производстве холодильных систем.

Известно, что многие используемые на объекте установки работают на фреонах, а также используют большое количество смазочного материала, который может воспламениться. При разгерметизации системы холодильной установки, работающей на фреоне, в окружающую среду, кроме фреона, могут попасть и смазочные материалы входящего в систему оборудования, которое при возможном возгорании увеличивает количество выделяющейся теплоты. С учетом этого, проведем анализ и опишем данные свойств используемого масла, как пожароопасного компонента. В качестве объекта исследования будет использовано масло марки REFOIL-10KC для компрессоров ХМ, работающих на фреонах. При исследовании компрессорного масла методом ядерного магнитного резонанса установлено, что в его состав не включены ароматические, циклические и непредельные углеводороды. Состав масла может быть выражен формулой предельного углеводорода $C_{20}H_{42}$. Этой формуле отвечает эйкозана, входящего в состав фреона R410. Определим теплоту полного сгорания эйкозана, которое отвечает уравнению:



Стандартные теплоты участников приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 - Стандартные теплоты участников

Вещество	ΔH_{298}° , кДж/моль
----------	-------------------------------------

$H_2O_{(г)}$	-241,81
$H_2O_{(ж)}$	-393,51
CO_2	-455,51
$C_{20}H_{42}$	-285,83

$$Q_{Pcгор} = \Delta H_{298cгор}^{\circ} = 20\Delta H_{298CO_2}^{\circ} + 21\Delta H_{298H_2O_{(г)}}^{\circ} - \Delta H_{298C_{20}H_{42}}^{\circ},$$

$$Q_{Pcгор} = \Delta H_{298cгор}^{\circ} = -20 \cdot 393,51 - 21 \cdot 241,81 + 455,76 = -12492 \text{ кДж / моль}.$$

Молярная масса эйкозана $M_{C_{20}H_{42}} = 282,55$ г/моль или 0,28255 кг/моль.

Поэтому удельная теплота сгорания $Q_{уд.сгор}$ составит:

$$Q_{уд.сгор} = \frac{\Delta H_{292cгор}^{\circ}}{M_{C_{20}H_{42}}} = -\frac{12492}{282,55 \cdot 10^{-3}} = -44213 \text{ кДж/кг}. \quad (6.2)$$

Проведем аналогичный расчет теплоты сгораний эйкозана при $\Delta H_{298H_2O_{(ж)}}^{\circ}$

$$Q_{Pcгор} = \Delta H_{298cгор}^{\circ} = -13417 \text{ кДж/моль}. \quad (6.3)$$

Теплота сгорания органических соединений в газообразном состоянии может быть рассчитана по уравнению, которое представляет собой модифицированную формулу

$$\Delta H_{сгор} = -(204,2n + 44,4m + \sum x), \quad \text{кДж/моль} \quad (6.4)$$

где n – число атомов кислорода, необходимое для полного сгорания вещества;

m – число молей образующейся воды;

x – поправка (термическая характеристика), постоянная в пределах гомологического ряда.

Для предельных углеводородов $x=0$. Из уравнения химической реакции горения углеводорода $C_{20}H_{42}$ следует, что $n=61$, а $m=21$. Следовательно

$$\Delta H_{сгор} = -(204,2 \cdot 61 + 44,4 \cdot 21) = -13388,6 \text{ кДж/моль}. \quad (6.5)$$

Удельная теплота сгорания $Q_{уд.сгор}$ равна

$$Q_{уд.сгор} = \frac{\Delta H_{сгор}}{M_{C_{20}H_{42}}} = -\frac{13388,6}{282,55 \cdot 10^{-3}} = -47385 \text{ кДж/кг.} \quad (6.6)$$

Продукт реакции H_2O получается в жидком состоянии, потому что коэффициент 44,4 соответствует молярной теплоте конденсации воды.

Теплота сгорания $C_{20}H_{42}$ при воде в парообразном состоянии составит -12456,2 кДж/моль ($Q_{уд.сгор} = -44085$ кДж/кг).

При сравнении результатов расчетов теплоты сгорания смазочных материалов, при расчете двумя разными методами отображает их совпадение (-13390 кДж/моль и -13420 кДж/моль при $H_2O_{(ж)}$, а для $H_2O_{(г)}$ - 12460 кДж/моль и -12490 кДж/моль).

Наибольшую взрывоопасность несет собой ситуация одномоментной полной разгерметизация систем. При условии разнесения взрывоопасного оборудования по всей территории разрабатываемого объекта и предусмотрено, что большая часть оборудования находится под открытым небом. И если учесть, что разгерметизация блоков испарителей, находящихся внутри помещений, маловероятна, особенно при его запенивании,

а разгерметизация линии нагнетания более прогнозируемая, особенно при сервисном обслуживании, но с учетом ее расположения относительно объекта, можно сделать следующий вывод.

При разгерметизации технологического патрубка компрессора происходит выброс под давлением фреоно-масляного аэрозоля, при этом под действием теплового импульса происходит воспламенение с начальной температурой около 270⁰С паров компрессорного масла, а затем сгорает аэрозоль. В связи с небольшим количеством фреоно-масляной смеси в этом патрубке весь процесс горения оказывается кратковременным. Следовательно, компрессорное масло помимо снижения температурного предела воспламеняемости рабочего тела, также может являться первопричиной воспламенения системы, но находясь, вне опасной зоны, является безопасным для работников, но способным испортить оборудование поблизости.

6.3 Экологическая безопасность в ВКР

В холодильной системе в качестве хладагента в основном используется фреон-R410. Согласно требованиям Монреальского протокола (1987 г.) этот хладагент относится к разряду соединений, не имеющих экологической опасности. Но все же в процессе эксплуатации рекомендуется не допускать утечек, а при их образовании принять меры к устранению.

Выброс фреона в окружающую среду выполняется только в аварийном случае, когда невозможно принять другие меры, В этом случае срабатывают предохранительные клапаны, установленные на оборудовании, работающем при повышенном давлении.

Второй основной причиной загрязнения окружающей среды является загрязнение маслом. Необходимо при проведении ремонта и при эксплуатации холодильной установки производить работы таким образом, чтобы исключить попадание отработанного масла в грунт или в грунтовые воды. Отработанное масло должно идти на регенерацию, а затем на последующее повторное использование в качестве добавок (до 30 %) к новому маслу.

									Лист
Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата	ТОСЖ 03 00.00.00 ПЗ				93

7 Экономические показатели проекта

7.1 Капитальные затраты на систему холодоснабжения

$$K = C_{об.} + C_m + C_{пл.} + C_{смп} \quad (7.1)$$

где, $C_{об.}$ – цена оборудования, руб; C_m – стоимость монтажа, руб; $C_{пл.}$ – стоимость занимаемой площади здания, руб; $C_{смп}$ – строительномонтажные работы, руб.

$$C_{пл.} = S_{р.м.} \times C_{пл.} \quad (7.2)$$

где, $S_{р.м.}$ – площадь рабочего места, м²; $C_{пл.}$ – стоимость 1 м³ площади

Таблица 7.1 - Техничко-экономические показатели оборудования

Тип оборудования	Количество оборудования, шт	Потребляемая мощность, кВт	Цена за единицу, руб	Всего, руб
Основное оборудование				
Чиллер DN-TS430BUSOHF	1	129,44	3525000	3525000
Холодильная машина SM-342S	2	7,2	150800	301600
Центральный кондиционер Airmate-2000-У3 Камера созревания	2	1,1	260000	520000
Центральный кондиционер Канал-Вент 50-25 Рассольный цех	1	0,5	200000	200000
Центральный кондиционер Верса 500 Производственный цех	1	3,7	650000	650000
Вспомогательное оборудование				
Наружный блок ККБ DK-05WC/AF	1	1,87	28800	28800
Наружный блок ККБ DK-TS035BUSOHF	1	9,8	266400	266400
Затраты на оборудование				5491800

Таблица 7.2 - Затраты на строительные-монтажные работы

Наименование объекта	Объем работы, м3	Стоимость	
		1 м3, тыс. руб.	Всего объема, тыс. руб.
Монтаж Чиллера	200	3,58	716
Монтаж ХМ	50	3,58	179
Монтаж вентиляционных установок	500	3,58	1790
Капитальные затраты на объект			8176800

7.2 Себестоимость выработки холода

7.2.1 Выработка холода / тепла

$$Q = \frac{\sum Q_0 \cdot T \cdot n_c}{b} \quad (7.3)$$

где, $\sum Q_0$ – суммарная производительность, кВт; T – количество дней работы кондиционера в год; n_c – количество часов работы кондиционера в сутки; b – Коэффициент, учитывающий расход холода на теплопередачу и эксплуатационные потери (0,5-0,7).

Принимаем по проекту:

Обозначение	Кол-во	Ед.изм
$\sum Q_0$	410,6	кВт
T	350	дней
n_c	22	час
b	0,6	

Получаем:

$$Q_x = 5269366,67 \text{ кВт/год}$$

7.2.2 Затраты на силовую электроэнергию

$$C_{э.сi} = \frac{N_{yi} \times t_i \times D_i \times K_{спр}}{КПД_m} \quad (7.4)$$

где, N_{yi} - установленная мощность, кВт; t_i - число часов работы в сутки; D_i - дней работы в году; $k_{спр}$ - коэффициент спроса (коэффициент использования установленного оборудования по времени и мощности); $КПД_m$ - коэффициент полезного действия потребителей энергии (электродвигателей, приборов).

Принимаем по проекту:

Обозначение	Кол-во	Ед.изм
N_{yi}	153,61	кВт
D_i	350	дней
t_i	22	час
$k_{спр}$	0,6	
$КПД_m$	0.95	

Стоимость 1 кВт эл энергии 5,7 руб/кВт

$C_э = 747029,7$ кВт*час в год

$Ц_э = 747029,7 * 5,7 = 425806,92$ руб.

7.2.3 Расходы на эксплуатацию оборудования.

Таблица 7.3 - Расход и затраты на фреон и смазочное масло

Статьи затрат	Установленная мощность, кВт	Норма расхода, кг/кВт.ч	Потребное количество, кг	Цена за 1кг	Общая стоимость, руб.
Фреон для ремонта и пополнения системы, кг	153,61	0,2	30,7	480	14746,56
Масло компрессорное, кг	62,8	0,1	6,28	950	5966

где, $Z_{o.v.}$ – затраты на весь объём помещения, руб; $V_{п.}$ – объём помещения, m^3

$$C_{1m^3} = \frac{Z_{o.v.}}{Q} \quad (7.6)$$

где, $Z_{o.v.}$ – затраты на весь объём помещения, руб; Q – годовая выработка холода, кВт.

Таблица 7.6 - Смета затрат на процессы охлаждения воздуха

Статья расхода	На весь объём помещения, руб	руб на $1m^3$	руб на 1 кВт холода
1. З/П	2562336	82,65	0,48627
2. Расходы на эксплуатацию и ремонт оборудования	1189512,56	383,71	0,2257
3. Расходы на электроэнергию	425806,92	137,357	0,0808
Итого	4177655,57	603,72	0,7928

7.3 Оценка эффективности разработанного проекта

Оценка экономической эффективности проекта основывается на расчете показателей сравнительной экономической эффективности капитальных вложений

Эффективность нового строительства определяется по коэффициенту экономической эффективности

$$E = П / К \quad (7.7)$$

где, П – прибыль; К – капитальные затраты.

Расчет годовой суммы прибыли по оптовой торговле. Расчет приведен в таблице 7.7

Таблица 7.7 – Расчет прибыли

Наименование услуги	Единица измерения	Реализация, т/год	Цена закупки производственных ресурсов, руб/т	Стоимость производства и хранения, руб/т	Цена продажи и готовой продукции, руб/т	Сумма товарооборота, руб/год
Сыр	т	53	25000	200000	700000	25175000
Итого:						25175000

Текущие затраты на проект рассчитываются по формуле:

$$Z_{\text{тек}} = Z_{\text{о.в.}} + C_a + C_{\text{рем}} + Z_{\text{н}}, \quad (7.8)$$

где, C_a – амортизационные отчисления от стоимости оборудования и устройств системы, руб./год; $C_{\text{рем}}$ – затраты на межремонтное обслуживание и текущий ремонт оборудования и устройств системы, руб./год; $Z_{\text{н}}$ – накладные расходы, руб./год.

$$Z_{\text{н}} = 3\% * Z_{\text{о.в.}} = 0,03 * 4177655,57 = 125329,67 \text{ руб}$$

Расходы по содержанию, эксплуатации и ремонта оборудования:

- межремонтное обслуживание составляет 4% от стоимости оборудования цо, тыс. руб.

- текущий ремонт составляет 7% от стоимости оборудования.

$$C_{\text{рем}} = (0,04 + 0,07) * 5491800 = 604098 \text{ руб}$$

Амортизация оборудования составляет от 8 до 12 % от стоимости оборудования и рассчитывается по формуле

$$C_a = 0,12 * 5491800 = 659016 \text{ руб}$$

Текущие затраты в итоге будут равны:

$$Z_{\text{тек}} = 4177655,57 + 125329,67 + 604098 + 659016 = 5566099,24 \text{ руб.}$$

Расчет коэффициента эффективности и уравнение рентабельности проекта

$$\Pi = O_{\text{от}} - Z_{\text{тек}} \quad (7.9)$$

$$\Pi = 25175000 - 5566099,24 = 19608900,76 \text{ руб.}$$

От получившегося числа прибыли предприятия за вычетом текущих (первичных) трат, в год организация может выделять на взнос по плате за оборудование и работу холодильной и вентиляционной техники 10% от этой суммы, что составляет:

$$\Pi_{\text{д}} = \Pi * 0,1 = 19608900,76 * 0,1 = 1960890,076$$

Коэффициент абсолютной эффективности

$$E = \Pi_{\text{д}} / K = 1960890,076 / 8176800 = 0,24$$

Срок окупаемости:

$$T = 1 / E, \quad (7.10)$$

$$T = 1 / 0,24 = 4,17 \text{ года.}$$

Данное техническое решение по использованию холодильного и вентиляционного оборудования и его установка на объекте рентабельна.

									Лист
									100
Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата	ТОСЖ 03 00.00.00 ПЗ				

Список использованных источников

1. Явнель Б.К. Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха – М.: Агропромиздат, 1989. – 224 с.
2. Курылев Е.С. и др. Холодильные установки - Л.: Политехника, 2000. 562с.
3. Холодильные компрессоры. Справочник под редакцией Быкова А.В. – М.: Легкая и Пищевая промышленность, 1981. – 280 с.
4. Ужанский В.С. Автоматизация холодильных машин и установок. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 304 с.
5. Зайцев И.Л. Экономика промышленного предприятия: Учебник 3 изд. перер. и доп. – М. ИНФРА- М, 2001 – 358 с. – (Серия «Высшее образование»).
6. Бережной А.В. Тенденции развития сыроделия / А.В. Бережной // Сыроделие и маслоделие. -2001 -№ 2. 17-18.
7. Бийяр Ф. Новое в развитии глобальной холодильной цепи / Ф. Бийяр // Холодильная техника. 2000-№ 1.-С. 13-16.
8. Бобылин В.В. Новые виды кислотно-сычужных сыров / В.В. Бобылин, Л.И. Вожаева // Федеральный и региональный аспекты государственной политики в области здорового питания: Тез. Международ. симпозиума. -Кемерово, 2002.-С. 197-199.
10. Большаков С.А. Холодильная техника и технология продуктов питания / С.А. Большаков. М.: Академия, 2003. - 224 с.
11. Буянова И.В. Сыр как объект замораживания / И.В. Буянова, О.Н. Буянов, Л.А. Остроумов // Сб. науч. трудов КемТИПП. - Кемерово. -2005,- С. 7.
12. Буянова И.В. Замораживание и хранение крупных сыров: особенности поведения молочной кислоты / И.В. Буянова // Сыроделие и маслоделие. -2004- № 1. С. 21-23.
13. Габриелян Н.Н. Влияние режимов хранения на качество сыров / Н.Н. Габриелян , 2007.С 16.

Приложение А

Листы подбора оборудования для охлаждения воды



ЛИСТ ПОДБОРА ОБОРУДОВАНИЯ



Чиллер с воздушным конденсатором

Входные данные:		
Модель		DN-TS430BUSOHF
Хладагент		R410A
Температура воздуха	С°	35
Температура входящей воды	С°	10
Температура выходящей воды	С°	5
Тип хладоносителя		Пропиленгликоль
Концентрация	%	30
Расчётные данные:		
Холодопроизводительность	кВт	363,75
Расход жидкости	м³/ч	66,9
Потери давления по жидкости	кПа	35,9
Потребляемая мощность компрессоров	кВт	120,39
Потребляемый ток компрессоров	А	208,9
Потребляемая мощность вентиляторов	кВт	9,05
Потребляемый ток вентиляторов	А	31,2
Общая потребляемая мощность	кВт	129,44
Общий потребляемый ток	А	240,1
EER	kW/kW	2,81
ESEER	kW/kW	n/a
Тип регулирования		Ступенчатый
Количество ступеней регулирования		4
Количество контуров		2
Заправка хладагентом (один контур)	кг	0
Уровень звуковой мощности	db(A)	n/a
Уровень звукового давления (10m)	db(A)	n/a
Компрессор:		
Тип		Спиральный
Тип регулирования		Вкл./Выкл.
Количество компрессоров	n°	4
Макс. потреб. мощность компрессора	кВт	44,23
Макс. потреб. ток компрессора	А	89
Пусковой ток компрессора	А	413
Источник питания	V/Ph/Hz	400/3/50
Конденсатор:		
Тип		Микроканальный конденсатор
Количество		8
Площадь поверхности (для одного блока)	м²	82
Внутренний объем (для одного блока)	л	5,6
Испаритель:		
Тип		Пластинчатый теплообменник
Количество		1
Внутренний объем (одна сторона)	л	43,6
Вентиляторы:		
Тип		Осевой
Количество	n°	8
Макс. потреб. мощность вентилятора	кВт	1,94
Макс. потреб. ток вентилятора	А	3,9
Макс. скорость вентилятора	rpm	880
Источник питания	V/Ph/Hz	400/3/50
Электрические данные:		
Максимальная потребляемая мощность	кВт	192,45
Максимальный потребляемый ток	А	387,2
Пусковой ток	А	530,18
Источник питания	V/Ph/Hz	400/3+N+PE/50

Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

ТОСЖ 03 00.00.00 ПЗ

Лист

103

Приложение Б

Листы подбора оборудования для камеры хранения



SM-342S (SM-342SF)	
Габаритные размеры внешнего блока, мм	813(971)*417*700
Габаритные размеры внутреннего блока, мм	833(905)*504*503
Хладагент	R410a
Температурный режим, °C	-5...+10
Напряжение в сети, в/ф/Гц	380/3/50
Максимальное энергопотребления, кВт	3,6
Холодопроизводительность Вт, при +5°C, не менее	3966
Компрессор	GMCC-Toshiba, ротационный DC-инверторный компрессор последнего поколения
Номинальный ток	1,1-7,0 А
Напряжение	380 В
Хладагент	R 410a
Диаметр труб жидкость, дюйм	3/8"
Диаметр труб газ, дюйм	3/4"
Конденсатор	
Шаг ребер, мм	3,2
Поверхность, м ²	19,5
Количество вентиляторов, шт.	1
Частота вращения вентилятора; об/мин	102
Диаметр крыльчатки, мм	315
Производительность, м ³ /час	2440
Воздухоохладитель	
Шаг ребер, мм	3,6
Поверхность, м ²	17,8
Количество вентиляторов, шт.	1
Мощность вентилятора, Вт/скорость вращения; об/мин	102
Диаметр крыльчатки, мм	315
Производительность, м ³ /час	2440
Тип оттайки	электрическая
Дальность струи воздуха, м	9,5
Электрокабель	
Внешний силовой электрокабель	4*1.5+1*1.5
Силовой соединительный кабель	4*1.5+1*1.5
Соединение датчиков	3*0.75
Логистическая информация	
Вес нетто, кг	102
Вес брутто, кг	177
Размеры в упаковке, мм	1060*1060*950

Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ТОСЖ 03 00.00.00 ПЗ

Лист

104

Приложение В

Листы подбора оборудования для системы холодоснабжения вентиляционных систем



Технические характеристики

Модель		DK-05WC/AF	
Электропитание	\	220-240 В~, 1 Ф, 50 Гц	
Диапазон температур окружающего воздуха	°C	+17~+46	
Охлаждение	Производительность	кВт	5,3 / 1,95
Максимальная потребляемая мощность		кВт	2,57
Максимальный ток		А	13,2
Уровень звукового давления			55
Компрессор	Тип / Количество	\	Ротационный / 1
	Модель	\	PA225M2CS-4KU2
	Марка	\	GMCC
	Производительность	Вт	5500
	Потребляемая мощность	Вт	1835
	Конденсатор	\	50 мкФ/450 В
	Номинальный ток (RLA)	А	8,5
	Объем масла	мл.	750 (ПОЕ VG74)
Хладагент	Тип / Вес	гр.	R410A / 860
	Тип / Количество	\	Осевой вентилятор / 1
Вентилятор	Модель двигателя	\	УКТ-25-6-51
	Диаметр вентилятора	мм	Ф429
	Тип привода	\	Прямой
	Конденсатор	\	3 мкФ/450 В
	Потребляемая мощность	Вт	67
	Частота вращения		780
	Тип	\	Медная трубка с алюминиевыми пластинами
Теплообменник	Диаметр трубки	мм	Ф7
	Кол-во рядов	\	1,46
	Кол-во оребрений на дюйм	мм	1,5
	Длина × Высота	мм	700×504
	Количество контуров	\	2
Трубы для хладагента	Жидкостная/Газовая трубы	мм	Ф6,35/Ф12,7
	Макс. длина трубопровода	м	20
	Макс. перепад высот	м	10
Электропривод	Силовой кабель	\	2×4,0 мм ² +1×2,5 мм ² (+ земля)
	Сигнальный кабель	\	1×1,0 мм ²
Габаритные размеры без упаковки(Ш×В×Г)		мм	795×555×330
Габаритные размеры в упаковке(Ш×В×Г)		мм	915×630×420
Вес нетто/брутто		кг	35,5/38,5

Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата
-----	------	--------	---------	------

ТОСЖ 03 00.00.00 ПЗ

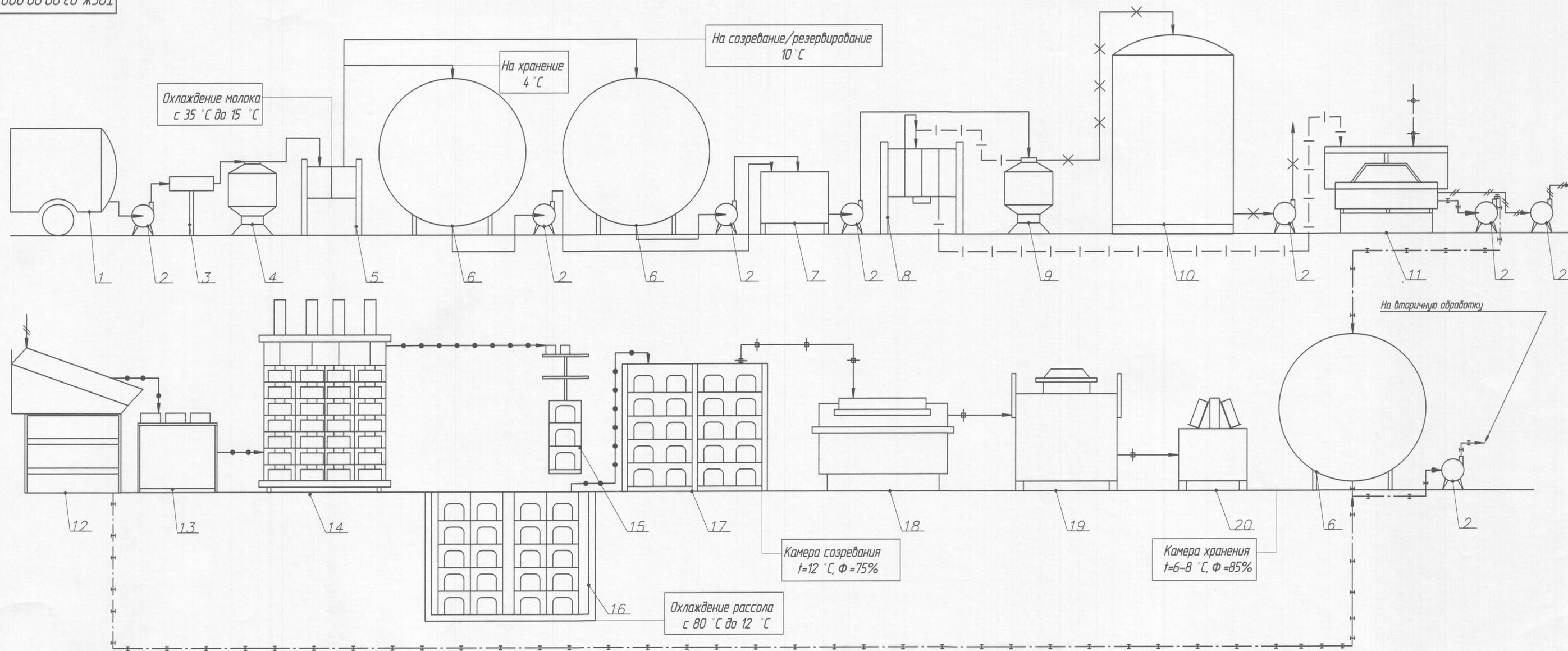
Лист

105

Компрессорно-конденсаторный блок

Входные данные:		
Модель		DK-TC035BUSOHF
Хладагент		R410A
Температура испарения	С°	7
Температура воздуха	С°	35
Расчётные данные:		
Холодопроизводительность	кВт	32,92
Потребляемая мощность компрессоров	кВт	9,59
Потребляемый ток компрессоров	А	20
Потребляемая мощность вентиляторов	кВт	0,21
Потребляемый ток вентиляторов	А	3,7
Общая потребляемая мощность	кВт	9,8
Общий потребляемый ток	А	23,7
EER	кВт/кВт	3,36
Тип регулирования		Ступенчатый
Количество ступеней регулирования		2
Количество контуров		1
Уровень звуковой мощности	дБ(А)	н/а
Уровень звукового давления (1м)	дБ(А)	66,6
Компрессор:		
Тип		Спиральный
Тип регулирования		Вкл./Выкл.
Количество компрессоров	шт	2
Макс. потреб. мощность компрессора	кВт	6,5
Макс. потреб. ток компрессора	А	19
Пусковой ток компрессора	А	87
Источник питания	V/Ph/Hz	400/3/50
Конденсатор:		
Тип		Микроканальный конденсатор
Количество		1
Площадь поверхности (для одного блока)	м²	52,35
Внутренний объём (для одного блока)	л	2,85
Вентиляторы:		
Тип		Осевой
Количество	шт	2
Макс. потреб. мощность вентилятора	кВт	0,42
Макс. потреб. ток вентилятора	А	1,85
Макс. скорость вентилятора	rpm	1320
Источник питания	V/Ph/Hz	230/1/50
Электрические данные:		
Максимальная потребляемая мощность	кВт	13,84
Максимальный потребляемый ток	А	41,7
Пусковой ток	А	109,7
Источник питания	V/Ph/Hz	400/3+N+PE/50

Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата



Условные обозначения

- Молоко заготавливаемое
- × Сливки
- Закваска
- Свежий сыр
- /—/ Сырное зерно с сывороткой
- |—|— Нормализованное молоко
- Сыворотка
- Сыр

№	Наименование	Марка	Габариты	Кол-во
1.	Автомолцистерна			1
2.	Насос			8
3.	Счетчик			1
4.	Сепаратор молокоочиститель			1
5.	Охладитель			1
6.	Резервуар			3
7.	Уравнительный бак			1
8.	ППОУ			1
9.	Сепаратор нормализатор			1
10.	Резервуар			1
11.	Сыродельная ванна			1
12.	Отделитель сыворотки			1
13.	Формовочный стол			1
14.	Пресс			1
15.	Контейнер			1
16.	Солильный бассейн			1
17.	Стеллажи для созревания сыра			1
18.	Машина для мойки сыров			1
19.	Машина для обсушки сыров			1
20.	Парафинер			1

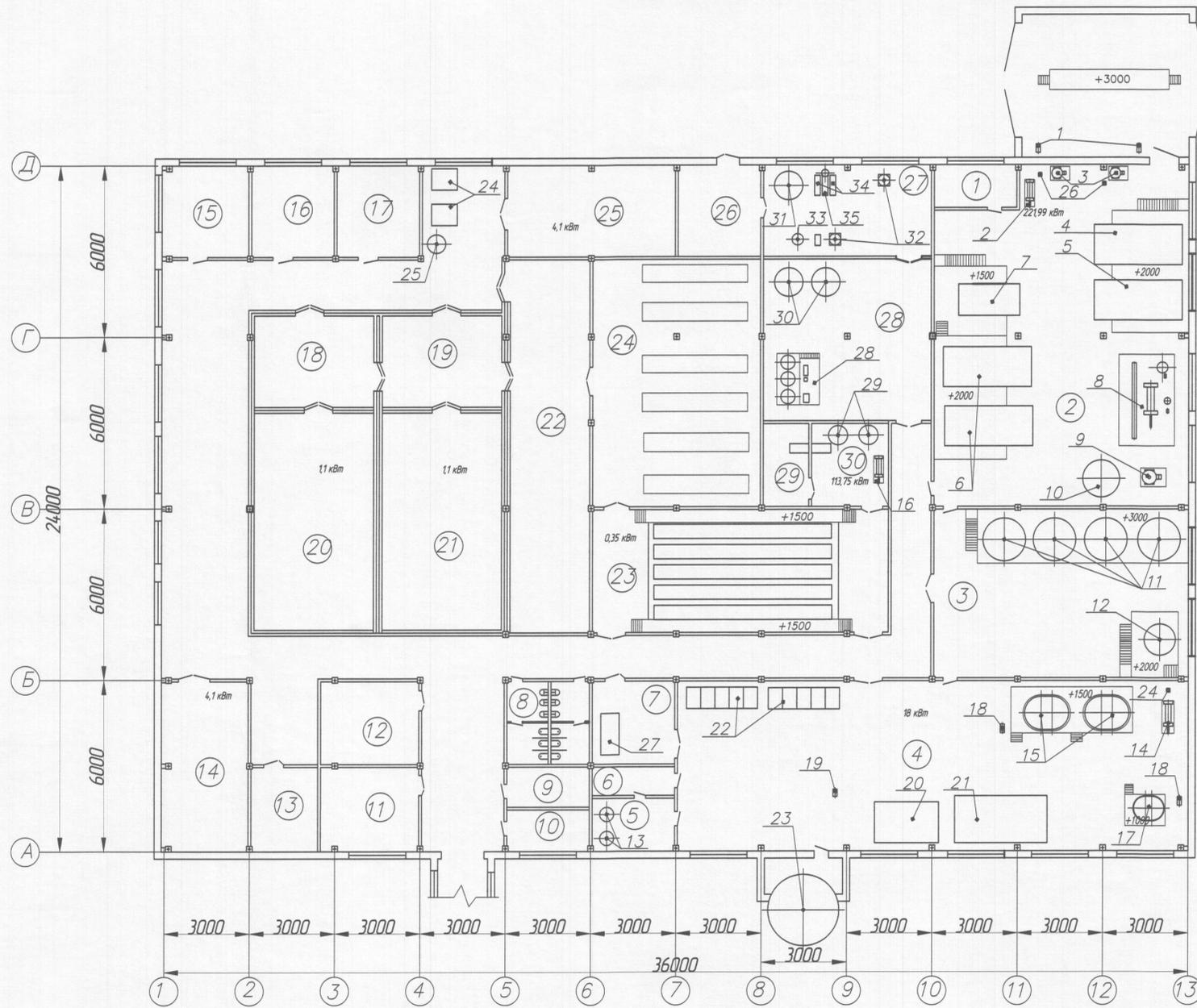
ТСЖ 03.00.00.000 Т2

«Проект холодильной установки цеха производства сыра»

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Технологическая СХЕМА	Стация	Лист	Листов
Разработ	Бабалов М.А.					ДП	1	8
Продуман								
Руковод	Шаргород М.В.							

Н. контр. Беззубатов В.С. 20.05.21.
Зав.кар. Гуксман А.В. 20.05.21.

КубГУТ КТОИСК
зр.16-М-СЖ1



Спецификация технологического оборудования

Поз	Оборудование	Тип, марка	Тех пок	Кол-во
1	Насос	Г2-ОПБ	10 м ³ /ч	2
2	Теплообменник для молока	П13-35	10 м ³ /ч	1
3	Сепаратор-молокоочиститель	ОХО-10	10 м ³ /ч	2
4	Резервуар-охладитель	ТОМ-2А	10 м ³	1
5	Резервуар-термос	В2-ОМ2-Г-10	10 м ³	1
6	Резервуар-созревател	В2-ОМ2-Г-10	10 м ³	2
7	Резервуар для молока(запас)	В2-ОМ2-Г-5	5 м ³	1
8	ППОУ	А1-ОКП-2	2 м ³ /ч	1
9	Сепаратор-нормализатор	Р3-ОЦТ-2	2 м ³ /ч	1
10	Резервуар	Я1-ОСВ-1	1 м ³	1
11	Резервуар для сливок	Я1-ОСВ-2	2 м ³	4
12	Резервуар для сливок (запас)	Я1-ОСВ-1	1 м ³	1
13	Заквасочник	Л5-ОЗ-1,2	1,2 м ³	2
14	Подогреватель	А1-ОНС-20	2 м ³ /ч	1
15	Сыроизготовитель	ЩС3-18	1,8 м ³	2
16	Теплообменник для рассола	П28-21	1,8 м ³ /ч	1
17	Сыроизготовитель (запас)	ОС-300	0,3 м ³	1
18	Насос	Г2-ОПБ-2	2 м ³ /ч	2
19	Насос	ОНЦ1-С3	3 м ³ /ч	1
20	Формовочный аппарат	Я5-ОФИ	0,5 м ³	1
21	Формовочный аппарат	ФА-3000	3 м ³	1
22	Пресс тоннельный	Я7-ОПЭ	-	2
23	Резервуар отвода сыворотки	В2-ОХР-15	15 м ³	1
24	Машина для мойки	МСК-198	150гол/ч	2
25	Парафинер	Я7-ОПК	400гол/ч	1
26	Счетчик	ИР-43	10 м ³ /ч	2
27	Машина для мойки форм	UNW 2000	500шт/ч	1
28	Установка моечная	В2-ОЦ1-А	10 м ³ /ч	1
29	Ванна для рассола	В1-ВД2-П	0,9 м ³	2
30	Емкость	В2-ОМВ-1,3	1,3 м ³	3
31	Сборник	В2-ОМ2-Г-10	10 м ³	1
32	Мерник	-	-	2
33	Установка для наведения	-	-	1
34	Насос-дозатор	НД 2,5	2,5 м ³	2
35	Бачок для воды	-	-	1

Ведомость типов стен и перегородок

Тип перегородки	Схема	Состав перегородки
Пол		1. Наливной пол -30мм 2. Гидроизоляция проницающая -1 слой 3. Стяжка армированная -100мм 4. Пленка ПВХ 200мм. -1 слой 5. Экструдированный пенополистирол Пеноплекс -100мм 6. Монолитная ЖБ плита -150мм 7. Уплотненный грунт
Стена		1. Оцинкованная сталь -0,003мм 2. Экструдированный пенополистирол Пеноплекс -250мм 3. Оцинкованная сталь -0,003мм
Кровля		1. Кровляем-Е -145мм 2. Минераловатный утеплитель ИЗОВЛ КВ-200 -40мм 3. Минераловатный утеплитель ТЕХНОРУФ Н 30 -160мм 4. Пароизоляционный слой ПАРОВАРЬЕР-С -0,8мм 5. Профнастил Н14-750-0,7 -0,7мм 6. Металлические конструкции -50мм

Экспликация производственных помещений

Поз	Помещение	Площадь, м ²	Объем, м ³	Поз	Помещение	Площадь, м ²	Объем, м ³
1	Приемный пункт	4,6	22	16	Хим. лаборатория	9,75	46,8
2	Аппаратный цех	102	489,6	17	Зав. лабораторией	9,75	46,8
3	Цех созревания сливок	52,5	252	18	Тамбур камеры 20	13,4	24,1
4	Производственный цех	106,8	512,64	19	Тамбур камеры 21	13,4	24,1
5	Заквасочная	5,36	25,7	20	Камера созревания	36	172,8
6	Моечная	2,9	13,9	21	Камера созревания	36	172,8
7	Моечная форм	8,4	40,3	22	Камера брожения	34,6	166,1
8	Туалет	8,4	40,3	23	Рассольный цех	44,7	214,6
9	КУИ	4,1	19,7	24	Отделение сушки	51	244,8
10	Комната слесарей	4,1	19,7	25	Склад камеры 21	18,1	86,9
11	Комната наладчиков	10,2	49	26	Хранение моющих средств	9,3	44,6
12	Комната технологов	10,2	49	27	Наведение растворов	18,9	90,7
13	Щитовая	6,9	33,1	28	Центральная моечная	33,3	159,8
14	Склад камеры 20	18,1	86,9	29	Склад соли	4,6	22,1
15	Бак лаборатории	9,75	46,8	30	Наведение соли	7,8	37,44

М 1:20

Б-Б

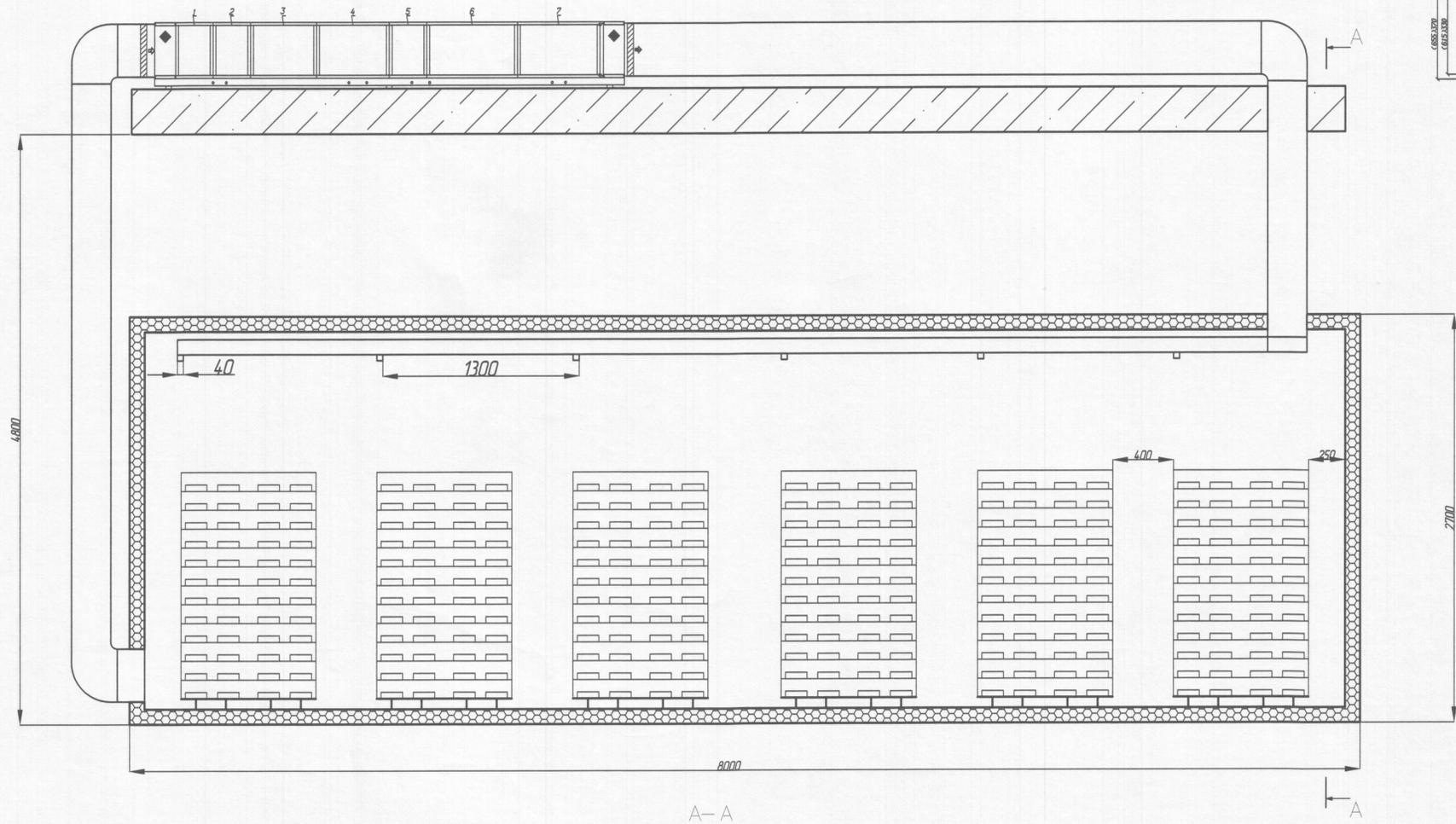
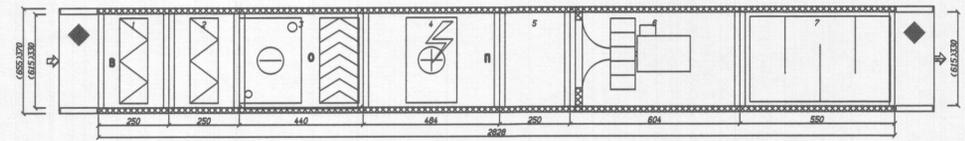
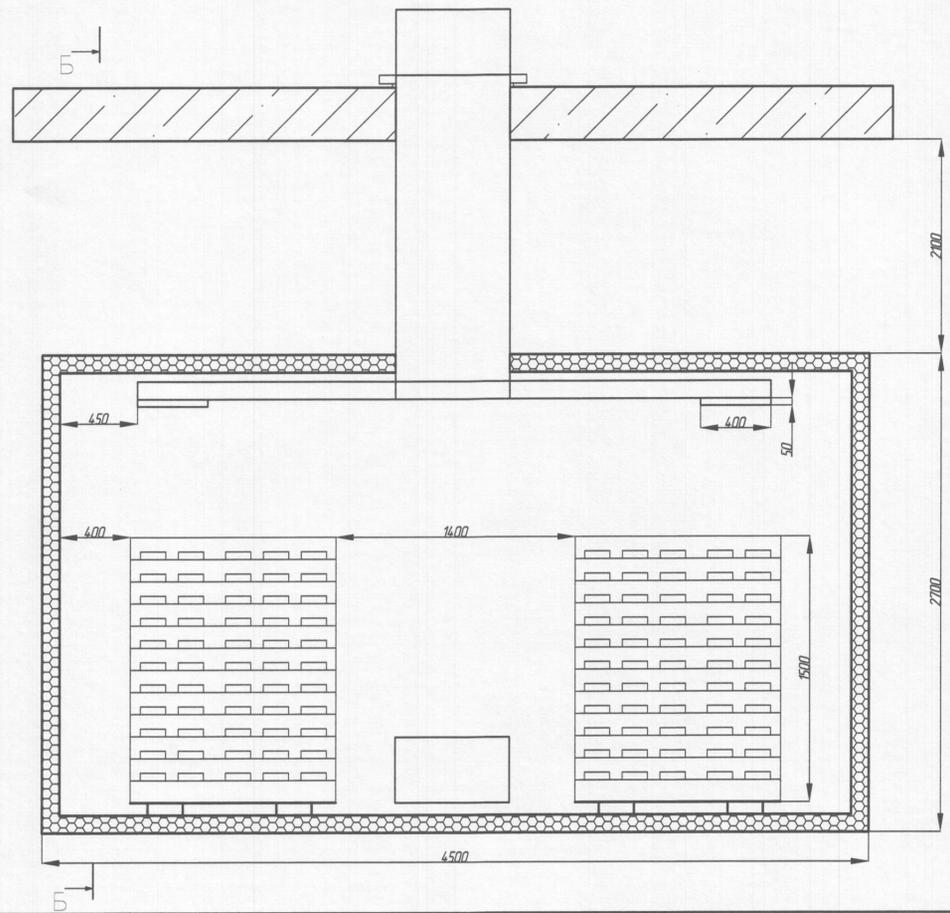
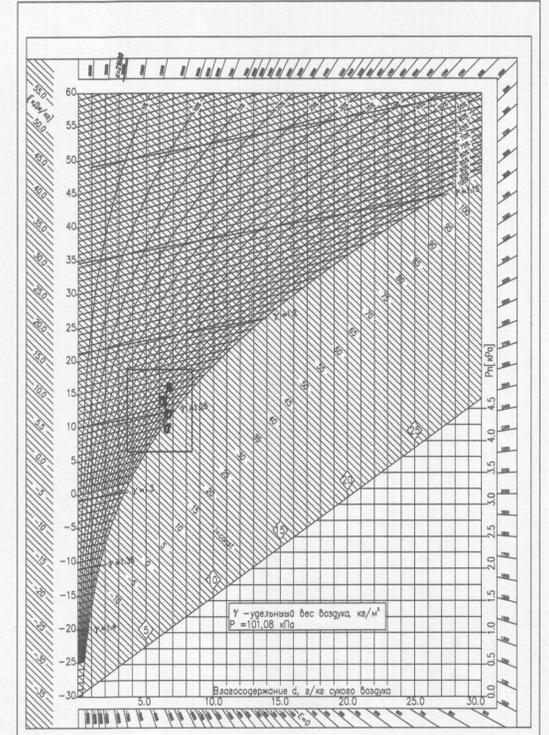


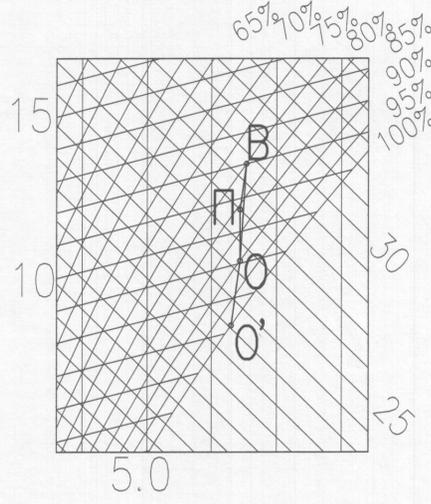
Схема подготовки охлажденного воздуха для камеры созревания сыра (установка П1; П1.1)



1-d диаграмма влажного воздуха процессов в камере созревания пом.(20,21)



Фрагмент 1-d диаграммы влажного воздуха процессов в камере созревания пом.(20,21)



Спецификация основного оборудования систем П1 и П1.1

Поз	Обозначение	Наименование	Кол	Масса ед. кг	Примечание
		Блок воздушный	2		
1.	ФВК-#-570-25-48-54	Фильтр панельный	2		
2.	ФВК-#-570-25-48-15	Фильтр панельный	2		
3.	ВВКЗЛ-03-03-04-20-04-442-1	Воздухоохладитель фреоновый	2		
4.	Апп113-2000-00-0001	Воздухогреватель электрический	2		
5.		Камера проекционная	2		
6.	ВВК725-025-00055-02-1-0-30	Вентилятор ВК	2		
7.	ПВ700-0615-0330-010-20-2-1	Шумоглушитель	2		

ТОСЖ 03.00.00.000 ВО

«Проект холодильной установки цеха производства сыра»

Камера созревания сыра

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Страна	Лист	Листов
					ДП	3	8

КубТУ КТОиСЖ гр.16-М-СЖ1

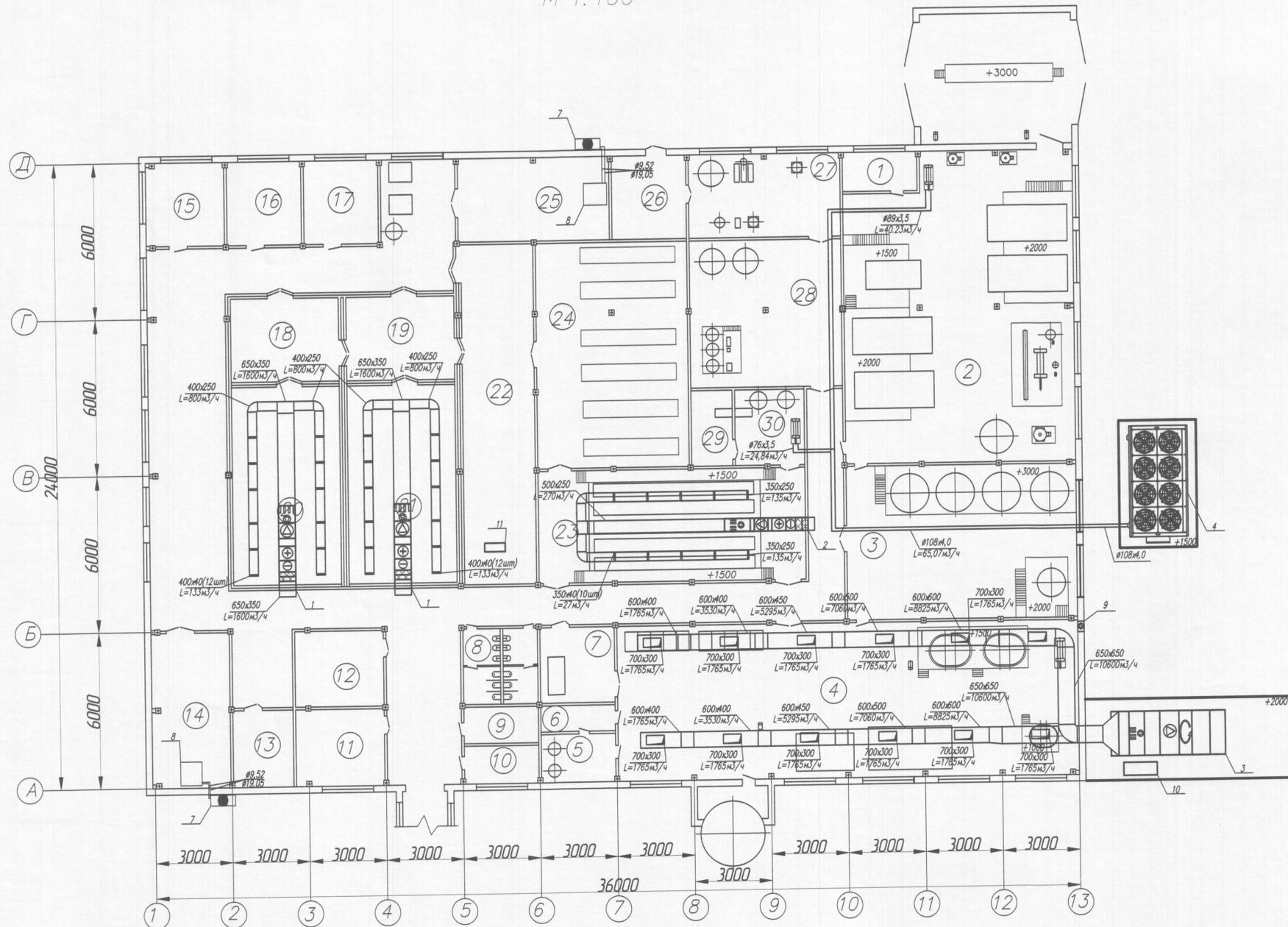
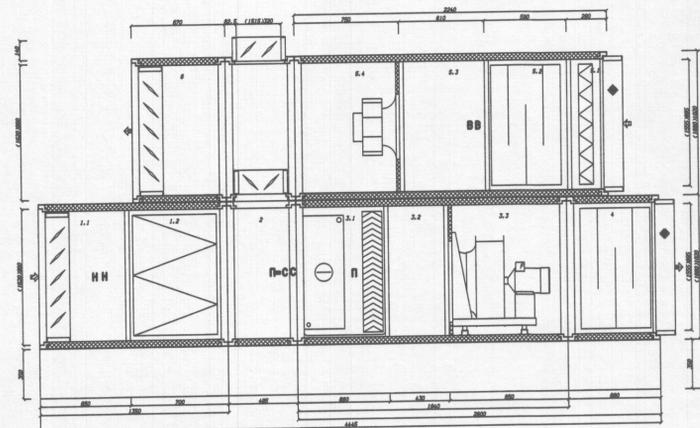
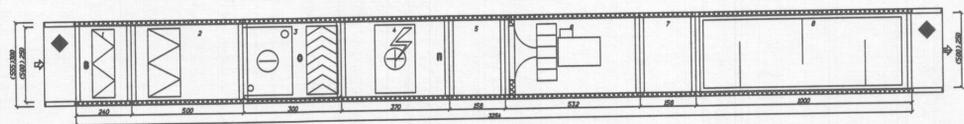
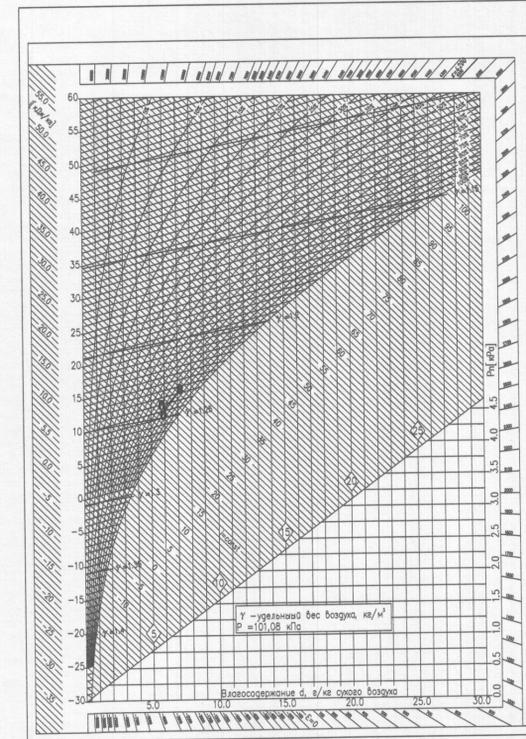


Схема подготовки охлажденного воздуха для производственного цеха (установка ПЗ/ВЗ)

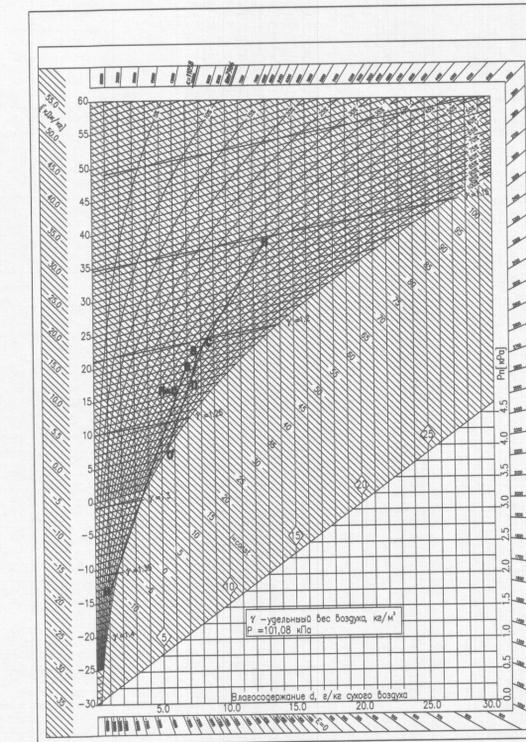
Схема подготовки охлажденного воздуха для рассольного цеха (установка П2)



t-d диаграмма влажного воздуха процессов в рассольном цехе (23)

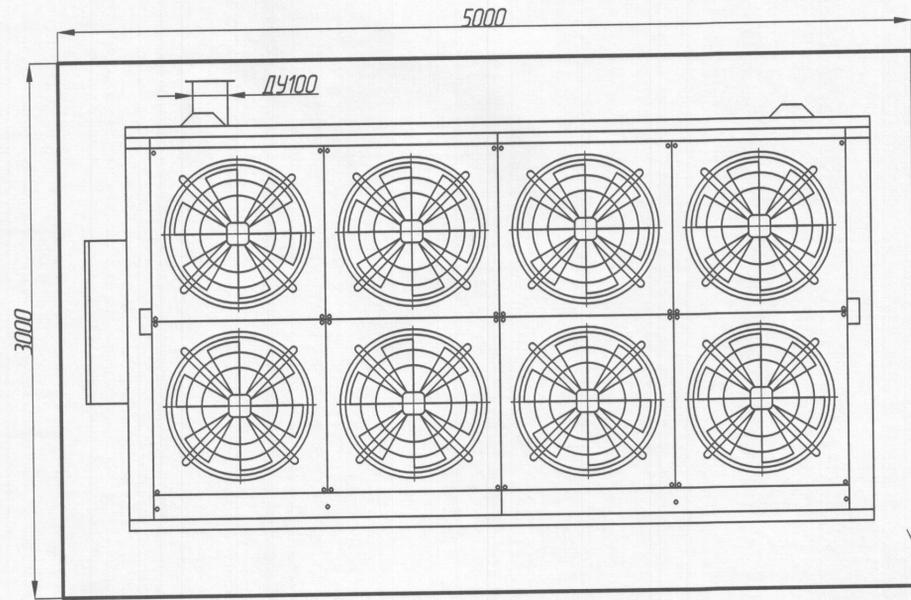


t-d диаграмма влажного воздуха процессов в производственном цехе (4)

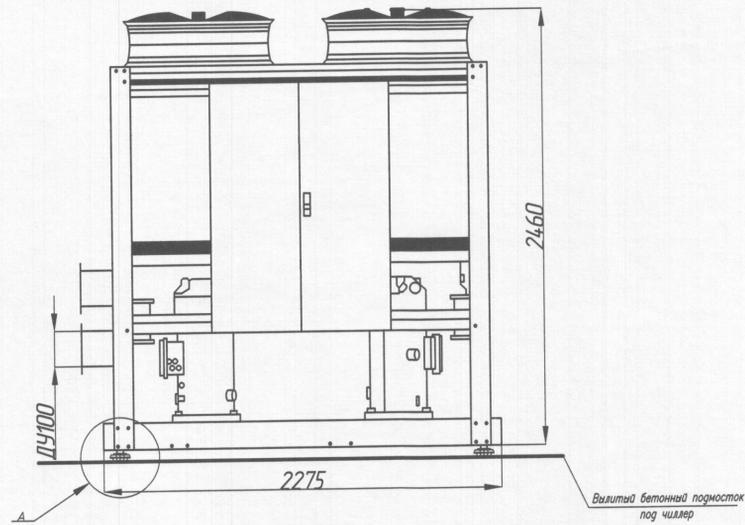
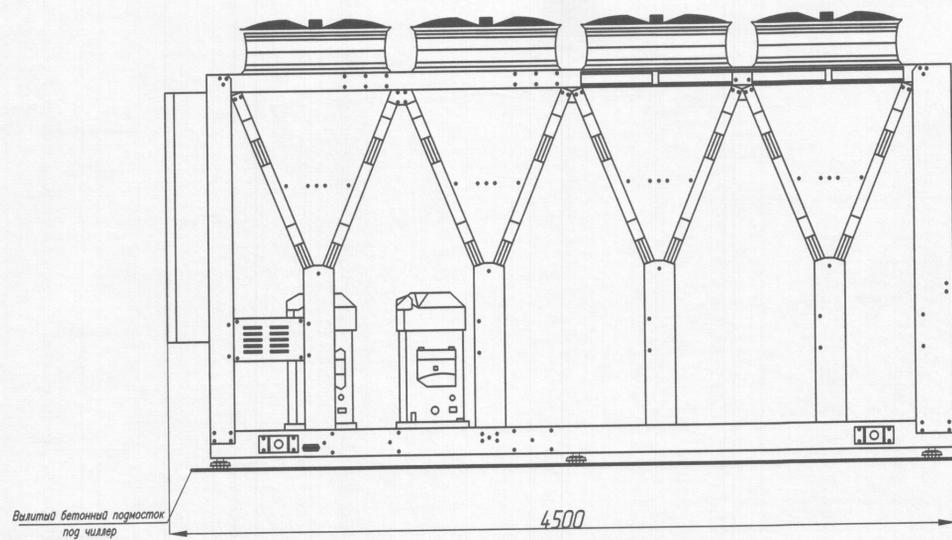


ТОСЖ 03.00.00.000 ВО				«Проект холодильной установки цеха производства сыра»		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Студия	Лист
Разраб.	Байдалов МА				ДП	4
Проверил	Шангаров МВ					8
Руковод.						
Н. контр.	Беззаботов В.С.	20.08.21			КудьГТУ КТОиСЖ	
Зад. карт.	Гукосян А.В.				гр.16-М-СЖ1	

M 1:20

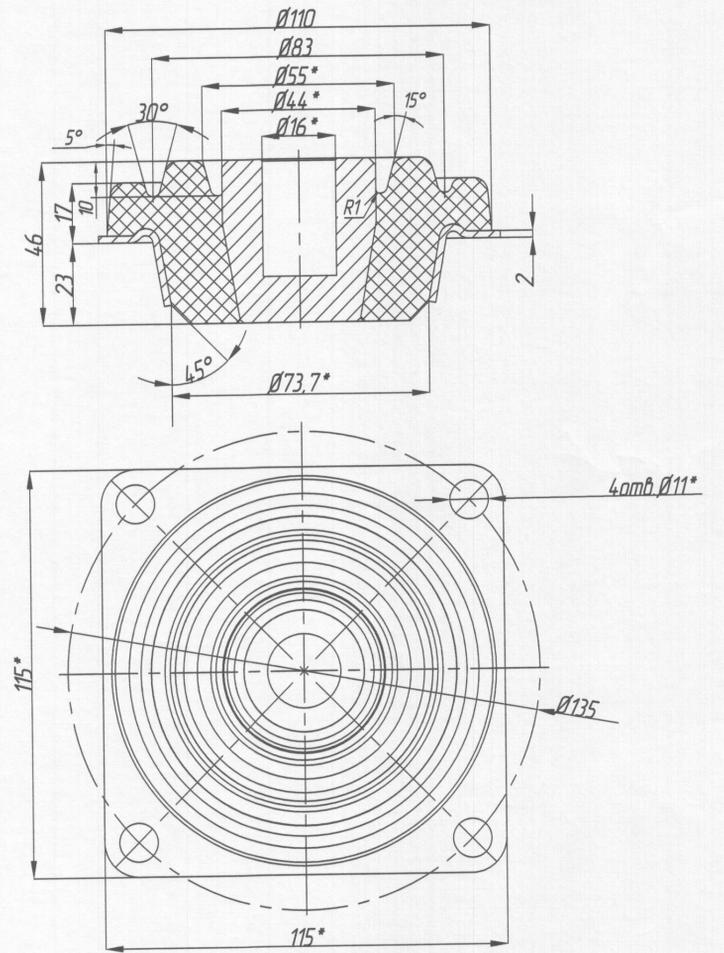


Вылитый бетонный подмосток под чиллер



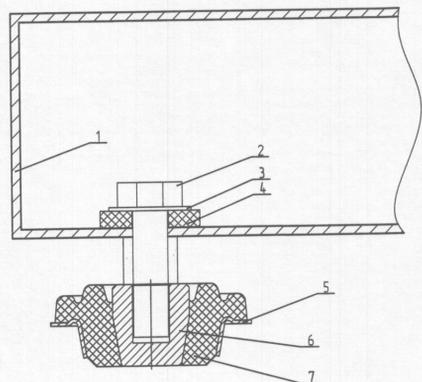
Вид разрез виброопоры для монтажа чиллера

M1:1



1* Размеры для справок.
2. Грузоподъемность 1 опоры - 500кг
3. Условия эксплуатации:
- температура от -25 до 50°C,
- среда Наружный воздух.

А
Схема монтажа чиллера
M 2:1



Спецификация составляющих крепления
для монтажа чиллера

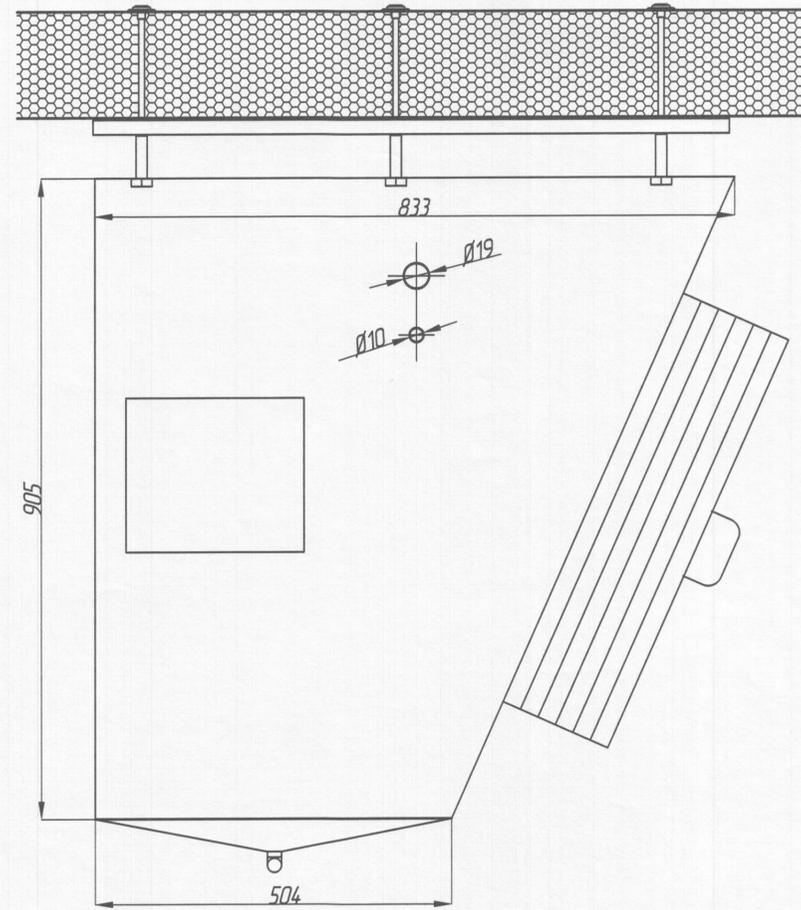
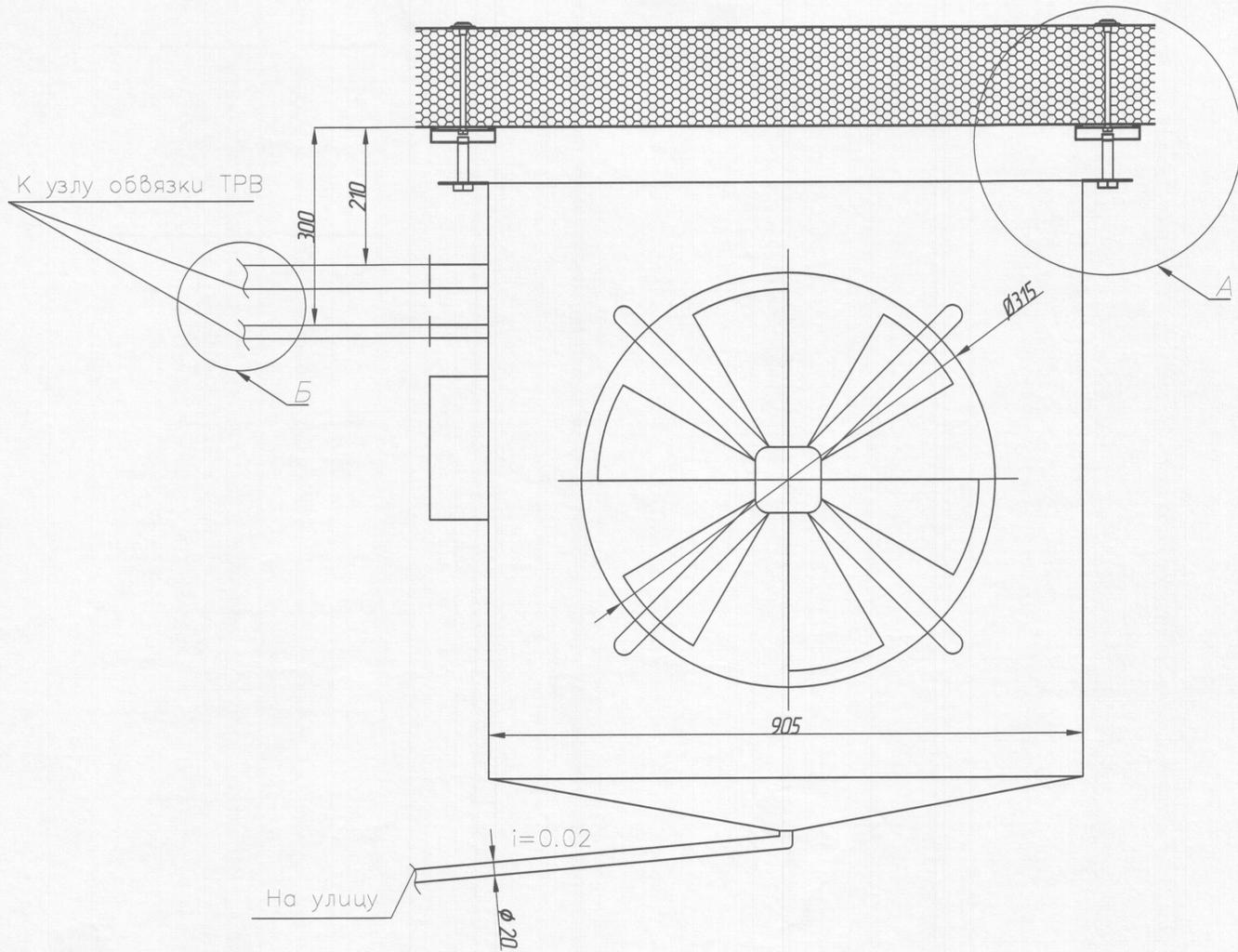
Поз	Наименование	Кол	Масса ед. кг	Примечание
1.	Чиллер DH-754.308U.SOHF	1	2680	
2.	Болт М16x100 ГОСТ 7798-70	6		
3.	Шайба 16 ГОСТ 6958-78	6		
4.	Шпатель	6		
5.	Фланец	6	0,3	
6.	Втулка	6	0,25	
7.	Конденсатор	6	0,2	

Техническая характеристика Чиллера

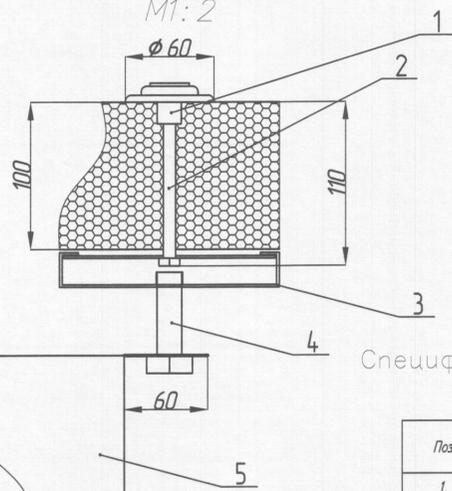
1. Расход хладагента, м ³ /ч	66,9
2. Холодопроизводительность, кВт	363,75
3. Количество компрессоров, шт	4
4. Холодильный агент	R410a
5. Температурный режим, °C	5-10
6. Максимальная потребляемая мощность, кВт	192,45
7. Присоединительные размеры труб, мм	100
8. Масса, кг	2680

ТОСЖ 03.00.00.000 МЧ			
«Проект холодильной установки цеха производства сыра»			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.
Разработ	Байдалов М.А.		
Проверил			
Руковод	Шамаров М.В.		
Н. контр.	Беззаботов В.С.		
Зав. каф.	Гукосын А.В.		
Холодильная установка на t ₀ = -5°C		Станд.	Лист
		ДП	5
			8
		КудьГТУ КТОиСЖ зр.16-М-СЖ1	

M 1:5



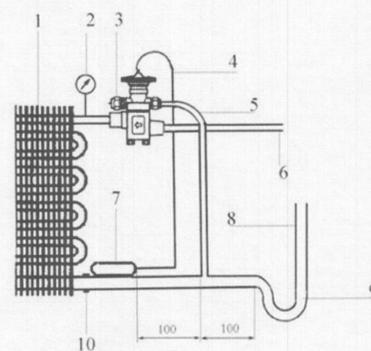
А
Схема монтажа испарителя
M1:2



Спецификация составляющих крепления
для монтажа испарителя

Поз	Наименование	Кол	Масса ед. кг	Приме- чание
1.	Гайка М6 ПВХ с шайбой	6		
2.	Болт М6х20 ГОСТ 7798-70	6		
3.	Кронштейн с пластиной	2		
4.	Болт М3х60 ГОСТ 7798-70	6		
5.	Воздухоохладитель SM-3х25	1		

Б
Узел обвязки TRB



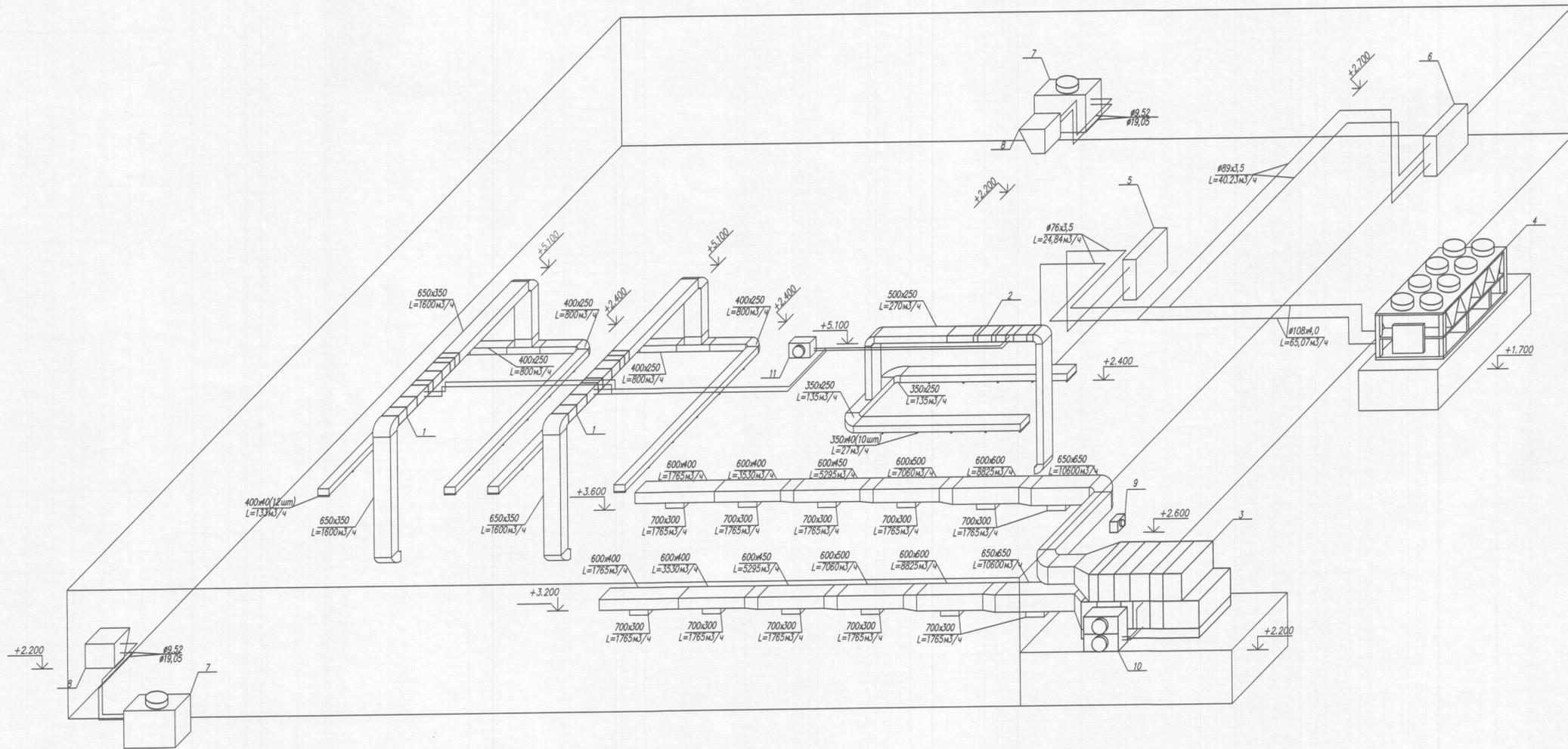
Спецификация составляющих узла обвязки TRB

Поз	Наименование	Код	Масса ед. кг	Приме- чание
1.	Испаритель	2		
2.	Манометр	2		
3.	Регулирующий вент	2		
4.	Капиллярная трубка	2		
5.	Уравновешивающая трубка	2		
6.	Жидкостная трасса	2		
7.	Термодатчик	2		
8.	Газовая трасса	2		
9.	Маслоотъемная петля	2		
10.	Место стояки	2		

Техническая характеристика

- Производительность вентилятора, м³/4 2440
- Мощность вентилятора, аб/мин 102
- Температура кипения, °С -1
- Холодильный агент R4-10a
- Площадь поверхности теплообмена, м² 17,8
- Шаг ребер, мм 3,6
- Присоединительные размеры труб, дюйм 3/4-3/8

Точ 03.00.00.000 МЧ			
«Проект холодильной установки цеха производства сыра»			
Изм	Лист	№ докум	Лист
Разработ	Бабалов М.А.		
Проверил			
Руковод	Шенаров М.В.		
Н. контр	Беззаботов В.С.	06.21	
Заб.кар	Гукосын А.В.		
Воздухоохладитель			Стр. 6
Кудбгту КТЮиСЖ			Лист 8
зр. 16-М-СЖ1			



Спецификация основного оборудования сырного завода
См. лист 4

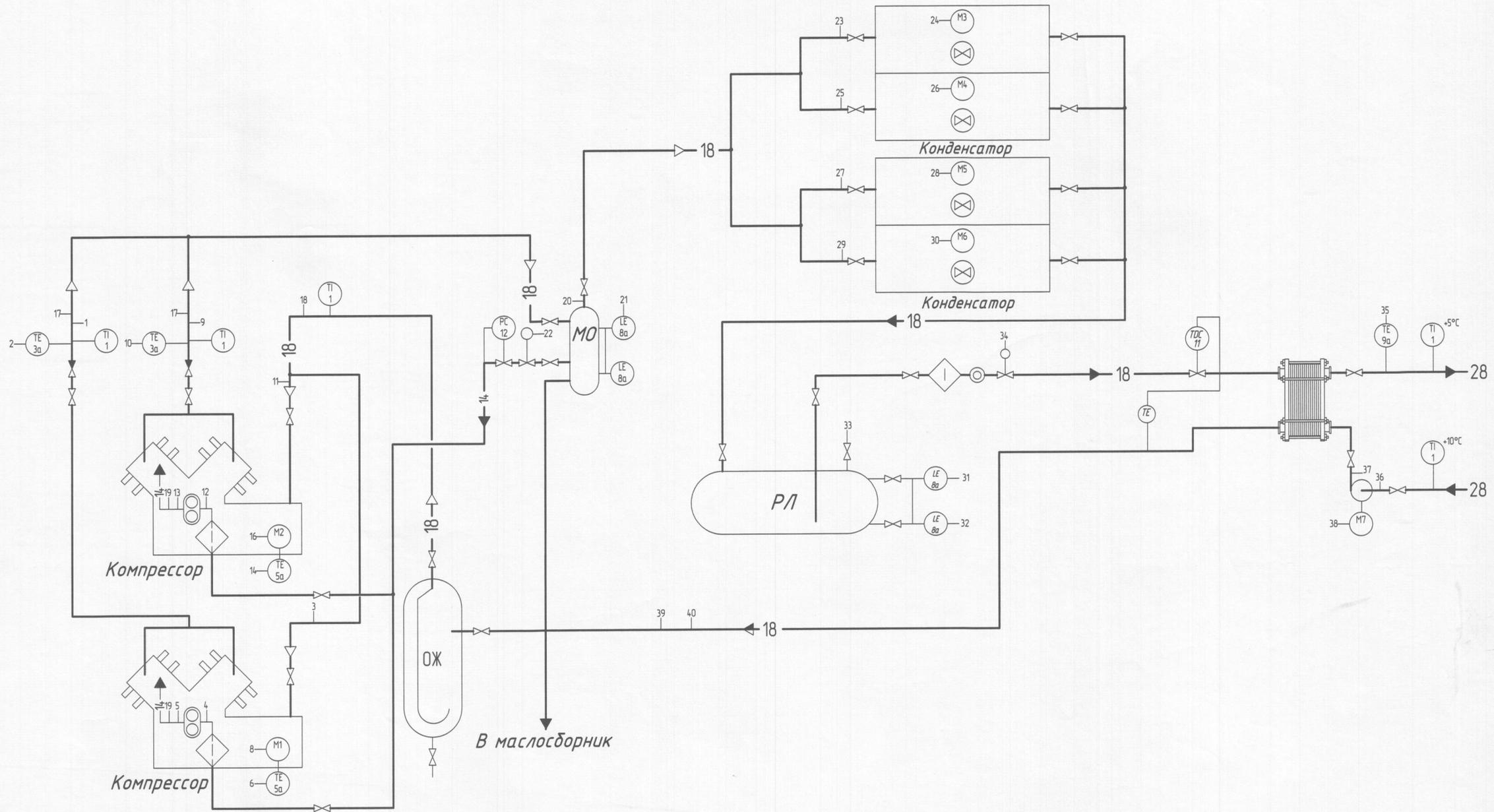
Поз	Обозначение	Наименование	Код	Масса ед.кг	Примечание
1.	Агиле-200-93	Центральный конденсор	2		п/л1
2.	Канал-Вент-50-25	Центральный конденсор	1		п/2
3.	Верста 500	Центральный конденсор	1		п/л1
4.	DK-T54308/50HF	Чилер	1	260	
5.	ПЭ-25	Теплообменник для рассола	1		Подъем с 4
6.	ПЭ-43	Теплообменник для молока	1		Подъем с 4
7.	ЭН-3х25F	Наружный блок ХМ	2		
8.	ЭН-3х25	Внутренний блок ХМ	2		
9.	УФ-4С-250	Вытяжной вентилятор осевой	1		
10.	DK-T C 0358/50HF	Наружный блок КИС	1		Подъем с п/л1
11.	DK-05WC/AF	Наружный блок КИС	1		Подъем с п/л1

ТОСЖ 03.00.00.000 ТЗ

«Проект холодильной установки цеха производства сыра»

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Страниц	Лист	Листов
Разработ	Байдалов М.А.				ДП	7	8
Проектировщик	Шенаров М.В.						
Н. контр. Зав. хар.	Беззубатов В.С. Гукасов А.В.						

КубГТУ КТОиСЖ
зр.16-М-СЖ1



Приборы по месту	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40														
Приборы по месту	PSA 2 H	TSA 3H	PSA 2 L	PDSA 4 L	TSA 5H	NS KM1	PSA 2 H	TSA 3H	PSA 2 L	PDSA 4 L	TSA 5H	NS KM2	PI 6	PI 6	PI 6	PI 6	LCA 8B L	PSA 10 H	NS KM3	PSA 10 L	NS KM4	PSA 10 L	NS KM5	PSA 10 L	NS KM6	PI 6	PDSA 4 H	NS KM7	PCA 7 L	PCA 7 L	PI 6	PDSA 4 H	NS KM7	TRC 9B L	HS SB7	PDSA 4 H	NS KM7	PCA 7 L	PCA 7 L	PI 6														
Шкафы и пункты	HL.1	HL.2	HL.3	HL.4	HL.5	HS SA1	HS SB1	HL.8	HL.9	HL.10	HL.11	HL.12	HS SA2	HS SB2	HL.15	HL.16	HL.17	HL.18	HL.19	HL.20	HL.21	HL.22	HL.23	HL.24	HL.25	HL.26	HL.27	HL.28	HL.29	HL.30	HL.31	HL.32	HL.33	HL.34	HL.35	HL.36	HL.37	HL.38	HL.39	HL.40														
КСШ																																																						
ТСС																																																						
ПСС																																																						
АСС																																																						
ПЗС																																																						
АЗС																																																						

ТОСЖ 03.00.00.000 Т2			
«Проект холодильной установки цеха производства сыра»			
Имя	Лист	№ Вокруг	Подп.
Разработ	Баданов М.А.		
Проверил			
Руковод	Шанаров М.В.		
Н. контр.	Беззаботов Д.С.		
Зад.кар.	Гукасов А.В.		
Холодильная установка на $t_0 = -5^{\circ}\text{C}$		Стр.	Лист
		ДП	8
		КузГТУ ТОСЖ	
		зр.16-М-СЖ1	

СПРАВКА

Кубанский государственный
технологический университет

о результатах проверки текстового документа
на наличие заимствований

ПРОВЕРКА ВЫПОЛНЕНА В СИСТЕМЕ АНТИПЛАГИАТ.ВУЗ

Автор работы: Бадалов М А
Самоцитирование
рассчитано для: Бадалов М А
Название работы: Бадалов 16-М-СЖ1
Тип работы: Выпускная квалификационная работа
Подразделение: ТОСЖ

РЕЗУЛЬТАТЫ

ЗАИМСТВОВАНИЯ	22.2%
ОРИГИНАЛЬНОСТЬ	71.98%
ЦИТИРОВАНИЯ	5.81%
САМОЦИТИРОВАНИЯ	0%



ДАТА ПОСЛЕДНЕЙ ПРОВЕРКИ: 21.06.2021

Модули поиска: ИПС Адилет; Библиография; Сводная коллекция ЭБС; Интернет Плюс; Сводная коллекция РГБ; Цитирование; Переводные заимствования (RuEn); Переводные заимствования по eLIBRARY.RU (EnRu); Переводные заимствования по Интернету (EnRu); Переводные заимствования издательства Wiley (RuEn); eLIBRARY.RU; СПС ГАРАНТ; Модуль поиска "КубГТУ"; Медицина; Диссертации НББ; Перефразирования по eLIBRARY.RU; Перефразирования по Интернету; Патенты СССР, РФ, СНГ; Шаблонные фразы; Кольцо вузов; Издательство Wiley; Переводные заимствования

Работу проверил: Шамаров Максим Владимирович

ФИО проверяющего

Дата подписи:

21.06.21



Подпись проверяющего



Чтобы убедиться
в подлинности справки, используйте QR-код,
который содержит ссылку на отчет.

Ответ на вопрос, является ли обнаруженное заимствование
корректным, система оставляет на усмотрение проверяющего.
Предоставленная информация не подлежит использованию
в коммерческих целях.

РЕЦЕНЗИЯ

на выпускную квалификационную работу студента

Бадалова М.А

выполненную на тему

«Проект холодильной установки цеха производства сыра»,

16.05.01 – Специальные системы жизнеобеспечения

Выпускная квалификационная работа содержит 8 листов графической части формата А1, пояснительную записку на 106 листах формата А4.

В ВКР произведена разработка системы холодоснабжения сырного завода с включением холодильного и вентиляционного оборудования.

Расчитано и подобрано оборудования соответствующее параметрам разрабатываемого объекта. Выявлены оптимальные параметры его работы согласно всем нормам проектирования. Разработан принцип работы установок способных выполнять поставленные на них задачи и функции. Выполнен раздел по автоматизации, безопасности и экологичности проекта. Оценена экономическая эффективность принятых решений.

Работа выполнена на хорошем техническом уровне, с применением современных методов проектирования.

По работе существенных недостатков и замечаний не выявлено.

Выполненная работа оценивается на **«ОТЛИЧНО»**, а Бадалов М.А заслуживает присвоения ему квалификации специалист по направлению 16.05.01 – Специальные системы жизнеобеспечения

Рецензент, Главный
Инженер проекта

Намасова Е.В.



ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»

ОТЗЫВ

на выпускную квалификационную работу студента

Бадалова М.А.

выполненную на тему

«Проект холодильной установки цеха производства сыра»

Заключение о степени соответствия, выполненной ВКР заданию на дипломный проект: **ВКР соответствует заданию**

Краткая характеристика выполнения каждого раздела ВКР: **В ВКР выполнен расчет и подбор основного и вспомогательного оборудования холодильной системы, грамотно скомпонован охлаждающий контур. Разработан раздел автоматизации и эксплуатации системы. Применены современные типы оборудования. Выполнен раздел «Безопасности и экологичности», а также проведен расчет экономической эффективности проекта.**

Степень самостоятельности выполнения отдельных разделов работы: **В целом все разделы в ВКР выполнены студентом самостоятельно.**

Оценка качества и обоснованности предлагаемых решений: **Принятые схемные и технические решения соответствуют современному развитию техники.**

Наличие и оценка научно-исследовательской составляющей в ВКР: **при выполнении ВКР НИР не проводилась.**

Наличие и оценка использования современных программных продуктов в ВКР: **при выполнении ВКР широко использовались программы для расчета теплопритоков, построения циклов холодильных машин, текстовых редакторов.**

Оценка качества выполнения иллюстративной части ВКР: **Иллюстративная часть ВКР выполнена на хорошем техническом уровне с соблюдением требований ГОСТ и применением современных графических систем.**

Общая оценка ВКР: **ВКР представляет собой самостоятельное исследование и соответствует требованиям ФГОС ВО по специальности 16.05.01 – Специальные системы жизнеобеспечения, и заслуживает оценки «ОТЛИЧНО»**

Руководитель ВКР, доцент



Шамаров М.В.