

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Архитектурно-строительный институт

(наименование института полностью)

Центр

Центр инженерного оборудования

(наименование)

08.04.01 Строительство

(код и наименование направления подготовки)

Современные системы обеспечения микроклимата зданий и сооружений

(направленность (профиль))

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

на тему

Современные системы обеспечения микроклимата в  
помещениях на примере завода по производству  
пластмасс на ООО «Полипластик» в г. Тольятти

Обучающийся

С.С. Прима

(инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Научный

руководитель

канд. техн. наук, доцент, И.А. Лушкин

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), инициалы Фамилия)

Тольятти 2024

## Содержание

Введение.....	4
1 Исходные данные для проектирования .....	6
1.1 Архитектурно–планировочное описание объекта.....	6
1.2 Характеристика технологических процессов, осуществляемых в здании .....	6
1.3 Технические условия подключения к существующим инженерным коммуникациям .....	7
2 Аналитический обзор.....	8
2.1 Аналитический обзор литературы.....	8
2.2 Нормативные требования, предъявляемые к системам отопления заводов по производству готовых изделий из пластмасс .....	9
2.3 Патентный поиск.....	9
2.3.1 Описание объекта патентного поиска.....	9
2.3.2 Формирование программы исследования .....	13
2.3.3 Анализ сущности изобретений .....	22
2.3.4 Оценка преимуществ и недостатков аналогов.....	22
2.3.5 Определение тенденций развития .....	22
3 Тепловая защита здания .....	24
3.1 Параметры наружного воздуха.....	24
3.2 Расчетные значения внутреннего воздуха.....	25
3.3 Архитектурно–строительная характеристика объекта строительства ..	29
3.4 Ресурсоснабжение .....	32
3.5 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций .....	32
4 Системы обеспечения микроклимата .....	56
4.1 Теплоснабжение .....	56
4.1.1 Выбор принципиальных решений и проектирование .....	56
4.1.2 Гидравлический расчёт системы отопления .....	59
4.2 Вентиляция .....	63
4.2.1 Конструкция и функциональность систем вентиляции .....	63

4.2.2 Описание принятых решений систем вентиляции .....	65
4.2.3 Описание принятых решений систем вентиляции в АБК .....	71
5 Автоматизация.....	88
5.1 Автоматизация вентиляции.....	88
5.2 Автоматизация АВО .....	97
5.3 Автоматизация воздушных завес .....	99
5.4 Перспективы развития систем вентиляции и отопления.....	103
6 Техничко-экономический расчёт.....	110
Заключение .....	112
Список используемой литературы и используемых источников.....	114
Приложение А Тепловые потери.....	118
Приложение Б Гидравлический расчёт.....	122
Приложение В Эпюры потери давления.....	127
Приложение Г Принципиальная схема АБК.....	137
Приложение Д Схема отопления АБК. Завесы .....	138

## Введение

Актуальность работы: Реализация государственной программы Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. N 328 " неизбежно связана со строительством новых заводов, способных выпускать продукцию, соответствующую международным стандартам качества – импортозамещение.

Актуальностью строительства завода «комплектующих и сборочных узлов из пластмасс для отечественного автопрома «Полипластик» на территории «ОЭЗ ППТ «Тольятти» является то, что расположение завода будет находиться в непосредственной близости к одному из основных потребителей (АВТОВАЗ), а наличие автомагистралей позволит без труда поставлять продукцию на другие крупнейшие российские заводы.

На основании вышесказанного можно сделать вывод, что строительство Импортозамещающих Предприятий – один из лучших вариантов удовлетворения потребностей российской экономики и занятости населения.

Важную роль в решении поставленной задачи играют современные системы вентиляции [14], отопления и кондиционирования воздуха [13], которые позволят выпускать качественную продукцию международного уровня [16].

Объект диссертации: допустимые параметры систем обеспечения микроклимата завода комплектующих и сборочных узлов из пластмасс «Полипластик»:

- размеры в осях 71,120×51,600 м;
- этажность здания – 3 этажа;
- общая площадь здания составляет 3718 м<sup>2</sup>;
- строительный объем здания 33462 м<sup>3</sup>.

Предмет диссертации: параметры микроклимата при производстве и хранении комплектующих и сборочных узлов из пластмасс.

Цель: обеспечить требуемые параметры микроклимата с учётом требований к производству и хранению готовой продукции, а именно комплектующих и сборочных узлов из пластмасс.

Задачи:

- изучить литературу по теме исследования;
- провести патентный поиск;
- определить параметры наружного и внутреннего воздуха;
- выбрать рациональное техническое решение для всех инженерных систем, участвующих в обеспечении микроклимата в здании;
- выполнить все необходимые расчёты и спроектировать современные инженерные системы вентиляции и отопления в здании;
- произвести технико–экономическое обоснование принятым проектным решениям.

Задачи формулируются по содержанию диссертации.

Методы диссертации: в процессе работы были применены аналитический метод исследования, анализ нормативно–технической документации касаясь обеспечения микроклимата в здании.

Практическая значимость: в данной работе запроектированы и применены современные системы отопления и вентиляции, подобрано оборудование, полностью соответствующее требованиям к производству и хранению готовой продукции из пластмасс.

Апробация работы: основные положения работы изложены в двух публикациях:

- Текущая ситуация на рынке газового хозяйства в части узлов учёта расхода газа / С.С. Прима // Опытно–конструкторские научные исследования: сетевой сборник статей / под ред. академика РААСН В.В. Петрова. – Тольятти: Издательство ИССТЭ, 2022. – Вып. 3. – 36 с.
- Приборы воздушного отопления / Е.В. Чиркова, С.С. Прима // Сборник студенческих работ «Студенческие дни науки в ТГУ» – Тольятти, 2023.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, библиографического списка из наименований. Работа изложена на 138 страницах машинописного текста, содержит 41 рисунков, 26 таблиц, 47 источников литературы, графическая часть диссертации изложена на 12 листах.

## **1 Исходные данные для проектирования**

### **1.1 Архитектурно–планировочное описание объекта**

«Завод по производству пластмассовых изделий расположен на территории «ОЭЗ ППТ «Тольятти». Размеры в плане 71×51м; площадь застройки 3730 м<sup>2</sup>; строительный объем здания 33028 м<sup>3</sup>.

Фасад здания ориентирован на юг. Высота 9 м. В осях А–И, 4–10 располагается производственный цех, в осях И–У, 4–10 склад готовой продукции и сырья.

Здание трёхэтажное, стены выполнены из сэндвич-панели, безчердачное. В помещениях запроектированы окна из ПВХ профиля.

Тепловой пункт с венткамерой расположен в осях А–Б, 1–2. Вентиляция здания осуществляется за счет вентиляционных установок канальной серии» [11].

### **1.2 Характеристика технологических процессов, осуществляемых в здании**

Пластмассовые гранулы поступают на завод производства готовых пластмассовых изделий в мешках БИГ БЭГ.

«Содержимое мешков подают в термопластавтомат. Он снова разогревает гранулы до двух сотен градусов и под давлением загоняет их в пресс–форму. На заполнение массой и последующее охлаждение уходит 40–50 с, по истечении которых манипулятор выносит готовый элемент» [30].

После завершения формования, оператор направляет поток воздуха чтобы охладить деталь. Извлеченные из блок – формы деталь, отправляют в контейнер.

С помощью вилочного погрузчика контейнера с «готовой продукцией транспортируются на склад готовой продукции, где выдерживают до достижения температуры окружающей среды. Детали подвергают приёмочным испытаниям и отгружают потребителям» [30].

### **1.3 Технические условия подключения к существующим инженерным коммуникациям**

Теплоснабжение производственного цеха и склада готовой продукции выполнено от блочно–модульной котельной тепловой мощностью 2,61МВт (три котла мощностью 870кВт), установленной на территории предприятия.

Энергоноситель котельной – природный газ. Врезка газопровода осуществляется за территорий.

Водоснабжение осуществляется с помощью подключения трубопровода к существующей магистрали.

Электроэнергия подаётся от КТП 10–0,6кВт установленной на территории предприятия.

Технические условия, предусмотренные частью 7 статьи 48 Градостроительного кодекса Российской Федерации и иными нормативными правовыми актами:

- о технические условия на подключение к сетям водоснабжения, канализации и во–доотведения поверхностных стоков от 04.03.2020 №ВК–20/02 выданные АО «ОЭЗ ППТ «Тольятти»;
- о технические условия на технологическое присоединение энергопринимающих устройств от 04.03.2020 №Э–Т–507 выданные АО «ОЭЗ ППТ «Тольятти»;
- о технические условия на подключение к комплексным сетям связи , сигнализации и диспетчеризации инженерных систем от 27.02.2020 №62–НП/309 выданные АО «ОЭЗ ППТ «Тольятти»;
- о технические условия на подключение к сети газоснабжения от 20.03.2020г. №1121 выданные ООО «Газпром газораспределение Самара».

Вывод по разделу 1

В разделе проанализированы исходные данные для проектирования, архитектурно-планировочные решения, характеристики технологического оборудования и Технические условия подключения к существующим инженерным коммуникациям.

## **2 Аналитический обзор**

### **2.1 Аналитический обзор литературы**

Системы инженерного обеспечения (инженерные коммуникации) являются одним из ключевых элементов при строительстве помещений любых производств.

Создание оптимального микроклимата в современных производственных зданиях возможно лишь при оборудовании наиболее оптимальных систем отопления и вентиляции, что имеет важное значение для продления срока службы зданий и установленного в них технологического оборудования, а также для улучшения условий труда обслуживающего персонала, который в значительной мере определяет производительность труда.

«Поэтому расчет, проектирование и эксплуатация систем отопления, должно производиться с учетом сложности происходящих на производстве процессов» [1].

До тех пор, пока люди участвуют в технологическом производстве, по моему мнению, самым важным аспектом являются системы вентиляции и кондиционирования.

К таким системам (как вентиляции и кондиционирования) предъявляется ряд требований, описанных в актуальных на данный момент ГОСТах и СНИПах. При несоблюдении жёстких требований, ситуация может привести к непоправим последствиям.

«В данной работе представлены основные моменты и особенности проектирования систем вентиляции и кондиционирования воздуха на предприятиях по производству готовых изделий из пластмасс согласно актуальной на территории РФ нормативной документации» [30].

Основной задачей при строительстве и проектировании больших заводов является отопление больших помещений.



Как правило большими помещениями являются производственных цех и склад сырья и готовой продукции.

## **2.2 Нормативные требования, предъявляемые к системам отопления заводов по производству готовых изделий из пластмасс**

Расчетные параметры внутреннего воздуха приняты по ГОСТ 30494–2011, по СанПиН 2.2.4.548–96 [30], СНиП 2.09.04–87 [33], СНиП 31–04–2001 [34], по СП 54.13330.2016, по СП 60.13330.2016, по СП118.13330 (для встроенных, пристроенных или встроенно–пристроенных помещений общественного назначения)

«Во всех системах отопления в качестве трубопроводов применяются стальные трубы при Ду больше 50мм – по ГОСТ 10704–91, при Ду меньше 50мм – по ГОСТ 3262–75\*.

При установке агрегата воздушного отопительного (АВО) должен быть обеспечен свободный вход воздуха помещения к вентилятору. Элементы крепления АВО к строительным конструкциям так же не должны препятствовать притоку воздуха из помещения к вентилятору. При подключении АВО к магистрали теплоносителя должны быть исключены любые нагрузки, приводящие к механическим повреждениям и нарушениям герметичности. Подвод трубопроводов следует осуществлять таким образом, чтобы при проведении ремонтных работ была возможность их быстрого отсоединения. На входе воды в теплообменник должен быть установлен грязевой фильтр. После установки отопительных агрегатов, необходимо провести отгиб створок жалюзи» [28].

## **2.3 Патентный поиск**

### **2.3.1 Описание объекта патентного поиска**

«Калориферы – приборы, применяемые для нагревания воздуха в приточных системах вентиляции, системах кондиционирования воздуха, воздушного отопления и в сушильных установках» [1].

«Воздухонагреватель водяной (калорифер), показанный на рисунке 1 и 2, как теплообменный аппарат, является одним из распространенных и важных элементов в системах отопления, установках вентиляции и кондиционирования воздуха и широко применяется для обогрева производственных и складских зданий» [28].



Рисунок 1 – Воздухонагреватель водяной



Рисунок 2 – Пример монтажа воздухонагревателя

«Среди множества систем отопления производственных цехов и торговых залов водяные воздухонагреватели выделяются рядом преимуществ:

- Безопасность эксплуатации. Вентилятор заключен в специальный короб, это гарантирует защиту от ожогов. Водные тепловентиляторы отвечают всем нормам пожаробезопасности.
- Мощность легко регулируется. Расположение устройства в помещении определяет эффективность его работы.
- Тепло расходуется экономно. Нижние слои воздуха в помещении прогреваются в первую очередь.

Универсальность. Производители предлагают модели как для бытовых, так и промышленных целей.

- Долговечность. Гарантийный срок в зависимости от производителя и модели составляет до пяти лет» [9].

Виды воздухонагревателей.

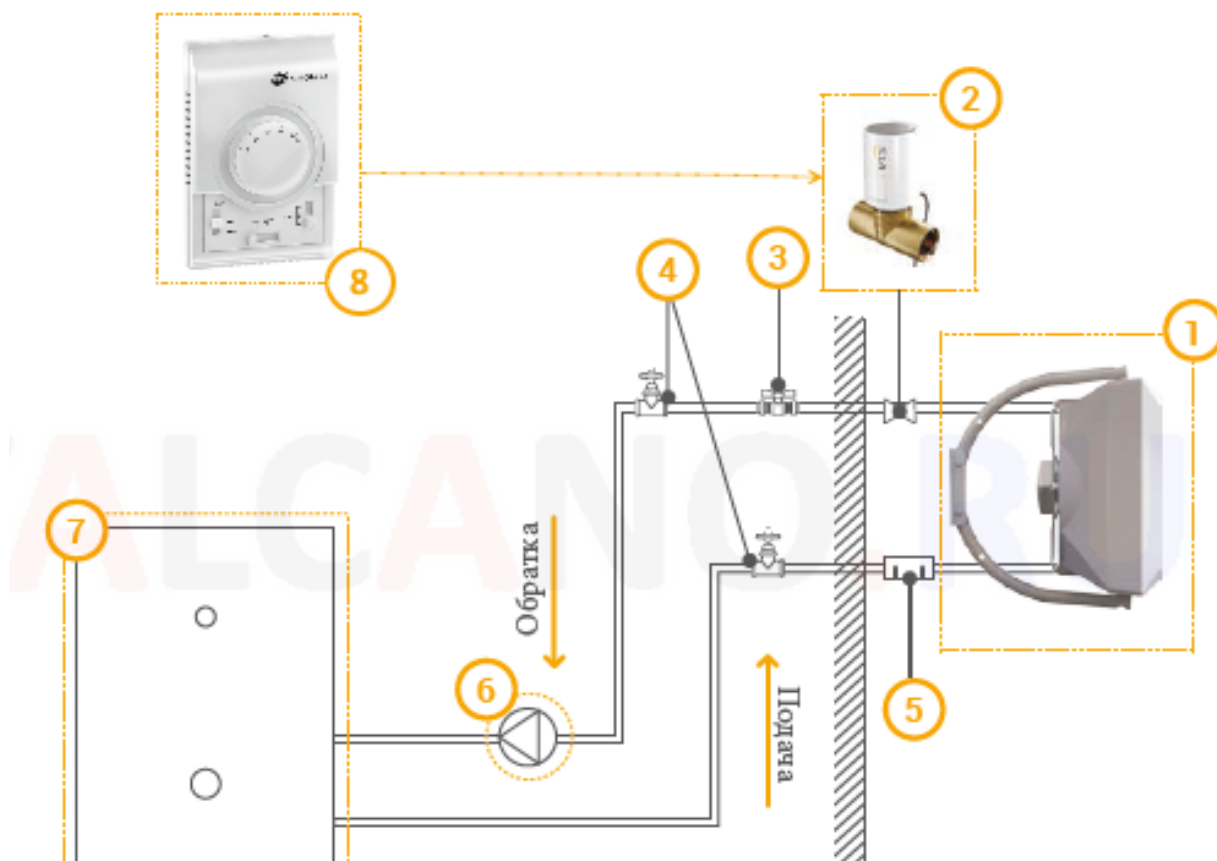
«По виду теплоносителя калориферы могут быть:

- водяные или паровые — воздух обогревается за счет прохождения через нагретый контур пластин или трубок, в которых протекает горячая вода или пар;
- электрические – воздух обогревается за счет прохождения через контур нагретых электрических элементов;
- газовые – воздух обогревается при прохождении вблизи горящих газовых горелок.

Секции воздухонагревателей могут располагаться вертикально или горизонтально; в приточной вентиляционной камере их можно группировать и устанавливать по отношению к воздушному потоку параллельно или последовательно. Воздухонагреватели производятся определенного типа (модели), причем каждая модель имеет несколько типоразмеров — номеров. Воздухонагреватели разных номеров различаются только абсолютными размерами» [9].

Принцип работы. Внутри корпуса воздухонагревателя находится теплообменник и сам вентилятор. Его лопасти образуют воздушный поток,

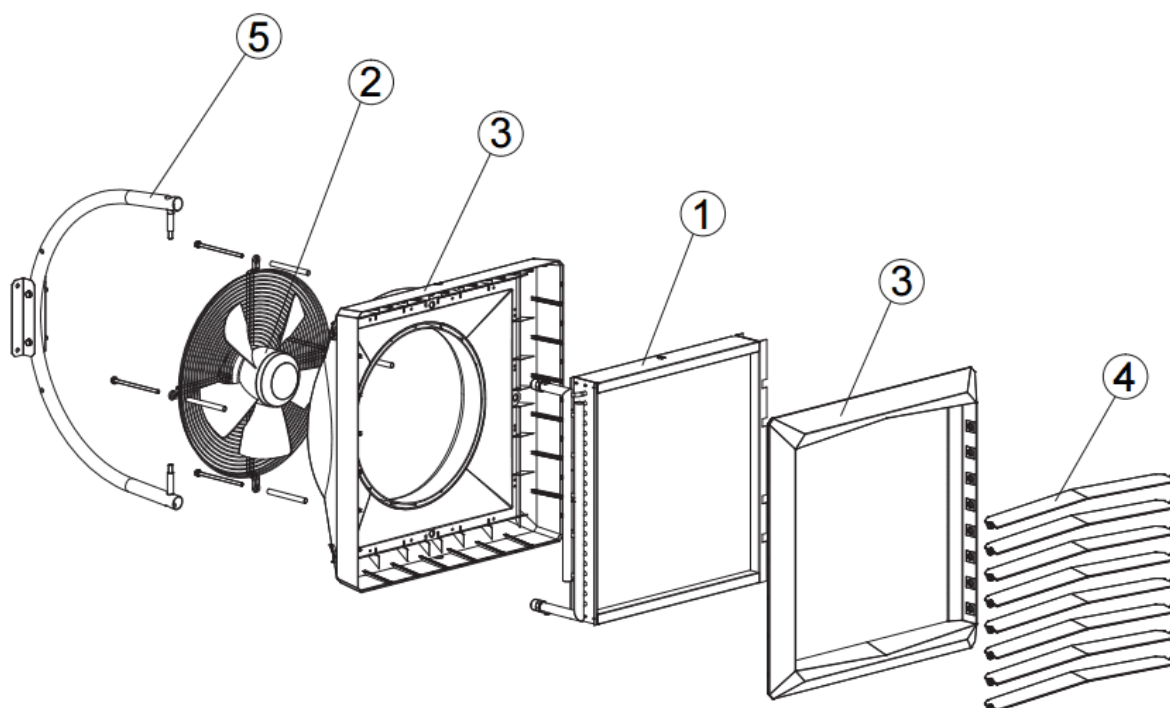
нагревающийся от теплообменника, внутри которого циркулирует горячая вода. Таким образом, температура воздуха постепенно увеличивается (Рисунок 3).



1 – тепловентилятор; 2 – клапан с приводом; 3 – воздухоотводчик; 4 – запорная арматура; 5 – фильтр сетчатый; 6 – циркуляционный насос; 7 – источник тепла ( ИТП ) ; 8 – регулятор температуры.

Рисунок 3 – Схема подключения воздухонагревателя к системе отопления

Таким образом, в качестве предмета патентного исследования выбираем устройство – тепловентилятор водяной (англ. fan heater). Конфигурация тепловентилятора показана на рисунке 4.



1 – теплообменник; 2 – осевой вентилятор; 3 – Корпус (задняя и передняя панель); 4 – направляющие жалюзя; 5 – монтажная консоль.

Рисунок 4 – тепловентилятор

### 2.3.2 Формирование программы исследования

«Целью исследования объекта техники – тепловентилятор водяной – выбор наиболее прогрессивного решения по техническим характеристикам и определение тенденций развития.

Тепловентилятор является устройством, т.к. характеризуется с конструктивными признаками, а именно: формой элементов, их взаимным расположением и взаимосвязью, видами материала корпуса и уплотнителей[9]. Признак способа и вещества отсутствуют.

Странами лидерами по производству воздухонагревателей является Россия (Ballu, Тепломаш), Польша (VTSgroup, SONNIGER, EuroHeat), Италия(Fraccaro, Tecnoclima, Ventilclima, GALLETTI), Германия(KROLL, Remko), Япония (DAIKIN), Словакия (ADRIAN)» [17].

Объект исследования – воздухонагреватель имеет следующие технические особенности:

- агрегат имеет малый вес;

- небольшой корпус;
- распределение воздуха в одном направлении;
- встроенный вентилятор и теплообменник.

«Для определения рубрик МПК «конвектор» определяем ключевое слово «вентилятор». По классификатору на сайте МПК [23] необходимо выяснить раздел, класс, подкласс. Таким образом мы получаем точный полный путь: F – F24 – F24F – F24F13/00 – F24F13/08, где каждая позиция имеет свой слот:

По классификатору МПК определяем: Определение рубрики МПК:

Раздел F – Механика. Освещение. Отопление. Двигатели и насосы. Оружие и боеприпасы. Взрывные работы.

Класс F24 – Нагрев; вентиляция; печи и плиты.

Подкласс F24 – Нагреватели текучей среды, например, водо- или воздухонагреватели, имеющие средства получения тепла вообще

Группа F24D – Системы отопления для жилых и других зданий, например, системы центрального отопления; системы горячего водоснабжения жилых зданий; элементы или узлы таких систем/

Подгруппа F24D 5/00 – Системы центрального отопления горячим воздухом» [28].

### **Определение рубрики УДК [23]:**

Раздел 6 – Прикладные науки. Медицина. Технология.

Подраздел 62 – Инженерное дело. Техника в целом.

Подраздел 628 – Санитарная техника.

Подраздел 628.8 – Микроклимат помещений. Отопление.

Рубрика 628.81 – Отопление помещений в целом.

Раздел 6 – Прикладные науки. Медицина. Технология.

Подраздел 69 – Строительство.

Подраздел 697 – Отопление, вентиляция.

Подраздел 697.3 – Центральное отопление в целом.

Подраздел 697.35 – Отопительные приборы. Радиаторы. Конвекторы.

Рубрика – 697.356 – приборы воздушного отопления.

«В качестве источников информации принимаем справочные и учебные пособия, техническую документацию, статьи журналов, реестр патентов России, США, Великобритании, Франции и Японии.

Исходя из первичного анализа тепловентиляторов, принимаем глубину патентного поиска в 100 лет» [28].

Весь регламент проделанного поиска оформляется в таблице 1.

Таблица 1 – Регламент поиска

«Объект:	Тепловентилятор			
Вид исследования:	Исследование достигнутого уровня объекта техники и определений тенденции развития			
Дата проведения поиска:	с 12.12.2022 по 09.01.2023			
Предмет поиска	Страна поиска	Индексы МПК и УДК	Глубина поиска	Источники информации
Тепловентилятор	Россия (СССР)	F24D5/00 697.356	100	Сайт: <a href="http://www.fips.ru">www.fips.ru</a>
	Польша			Сайт: <a href="http://www.yandex.ru/patents">www.yandex.ru/patents</a>
	Италия			Сайт: <a href="http://www.freepatent.ru/">www.freepatent.ru/</a>
	Германия			Сайт: <a href="http://www.patentdb.ru/">www.patentdb.ru/</a>
	Япония			Журнал «Мир климата»
	Словакия			Сайт производителя <a href="http://www.ballu.ru/">www.ballu.ru/</a>
				Сайт производителя <a href="http://www.teplomash.ru/">www.teplomash.ru/</a>
				Сайт производителя <a href="http://www.vtsgroup.com/">www.vtsgroup.com/</a> » [28].

Таблица 2 – Научно техническая документация, отобранная для анализа

Предмет поиска	Автор(ы), УДК	Наименование	Сущность технического решения
1.Тепловентилятор	Минобороны России	«Калориферы. Приборы отопительные»: КО 06.05.10–03 Минобороны России 2003	Корпус из оцинкованной стали. Максимальная температура теплоносителя 180 С.
2.Тепловентилятор	Минобороны России	«Каталог–перечень оборудования. Кондиционеры»: КПО 06.02.10–06 Минобороны России 2006.	Медно–алюминиевый теплообменник. Возможность работать в мокрых условиях.
3.Тепловентилятор	ООО «МИР КЛИМАТА»	«Мир климата Редакция №51» 2009	Повышенная стойкость к влажной среде (работа в с помещениях автомойки). Корпус из нержавеющей стали.
4.Тепловентилятор	ООО «МИР КЛИМАТА/ХОЛОДА»	Интернет портал «МИР КЛИМАТА/ХОЛОДА» 2020	Съёмная передняя панель, а также съёмный теплообменник и вентилятор – что повысило удобство обслуживания, чистки и ремонта.

Таблица 3 – Патентная документация, отобранная для анализа

«Предмет поиска	Страна выдачи, вид и номер охранного документа, классификационный индекс	Автор, страна, дата приоритета, дата публикации, название	Сущность изобретения, цель его создания или технический документ	Подлежит (не подлежит) исследованию
1.Тепло–вентилятор	СССР пат. №50928 F24H 3/08	Рожанский А.Г. 15.10.1935 01.01.1937 Устройство для нагревания воздуха	Изобретение касается устройства для нагревания воздуха, в котором применены последовательно установленные в кожухе квадратного или иного сечения вентилятор, ребристый многооборотный трубчатый калорифер и жалюзийные решетки для направления потока нагретого воздуха.	подлежит



Продолжение таблицы 3

Предмет поиска	Страна выдачи, вид и номер охранного документа, классификационный индекс	Автор, страна, дата приоритета, дата публикации, название	Сущность изобретения, цель его создания или технический документ	Подлежит (не подлежит) исследованию
2.Тепло–вентилятор	СССР пат. № 355457 F24H 3/02	Грубский Е.В. Лукаш А.Ю. 23.05.1966 16.10.1972 Устройство для воздушного отопления помещения	Известно устройство воздухонагреватель водяной. В описываемом устройстве, с целью повышения эффективности воздух распределения, корпус выполнен с соосно расположенными обечайками, имеющими форму усеченных конусов, между которыми установлены размещенные в шахматном порядке нагревательные элементы.	подлежит
3.Тепло–вентилятор	СССР пат. № 1 513 229 F04D 29/58	Датчиков Э.В. Бекбаева Г.А. 12.10.1987 07.10.1989 Центробежный вентилятор	Изобретение относится к вентилятор строению. Цель изобретения – снижение энергозатрат и повышение эффективности теплообмена.	подлежит
4.Тепло–вентилятор	СССР пат. № 1 204 885 F24H 3/02	Плеханов В.П. Самохвалов В.Т. 11.04.1984 15.01.1986 Тепловентилятор	Цель изобретения – расширение функциональных возможностей тепловентилятора путем использования тепловентилятора в различных автоматических режимах работы.	подлежит
Предмет поиска	Страна выдачи, вид и номер охранного документа, классификационный индекс	Автор, страна, дата приоритета, дата публикации, название	Сущность изобретения, цель его создания или технический документ	Подлежит (не подлежит) исследованию» [28].

Продолжение таблицы 3

Предмет поиска	Страна выдачи, вид и номер охранного документа, классификационный индекс	Автор, страна, дата приоритета, дата публикации, название	Сущность изобретения, цель его создания или технический документ	Подлежит (не подлежит) исследованию
5. Тепло-вентилятор	РФ пат. № 2 631 180 F24H 3/04	Средняков Р.В. Цветов М. Ю. 13.12.2016 13.12.2016 Агрегат воздухонагревательный	Изобретение относится к автономному воздушному отоплению, в частности к воздухонагревательным устройствам смесительного типа, может использоваться для подачи нагретого воздуха в производственные и жилые помещения.	подлежит
6. Тепло-вентилятор	РФ пат. № 2 675 956 F24H 3/02	Средняков Р.В. Цветов М. Ю. 26.09.2017 25.12.2018 Агрегат воздухонагревательный	Изобретение относится к автономному воздушному отоплению, в частности, к воздухонагревательным устройствам для непрямого нагрева приточного воздуха в системах приточной вентиляции и автономного воздушного отопления производственных помещений различного назначения	подлежит
7. Тепло-вентилятор	РФ пат. № 141 423 F24H 3/00	Садреев И.М. Чупраков А.Г. 20.09.2013 20.09.2013 Агрегат воздухонагревательный	Полезная модель относится к теплоэнергетике, в частности к воздушному отоплению с использованием газовых либо жидкотопливных воздухонагревателей для автономного воздушного отопления зданий и сооружений.	подлежит

Продолжение таблицы 3

Предмет поиска	Страна выдачи, вид и номер охранного документа, классификационный индекс	Автор, страна, дата приоритета, дата публикации, название	Сущность изобретения, цель его создания или технический документ	Подлежит (не подлежит) исследованию
7.Тепло–вентилятор	РФ пат. № 2 145 037 F23L 15/04	Крейнин Е.В., Курбанов А.З. 10.04.1998 27.01.2000 Воздухонагреватель	Изобретение предназначено для нагрева воздуха в системах воздушного отопления производственных и бытовых помещений.	подлежит
8.Тепло–вентилятор	РФ пат. № 128 296 F24H 9/02	Шабанов В. И. 19.06.2012 20.05.2013 Корпус тепловентилятора	Полезная модель относится к отоплению, а именно, к воздухонагревателям различных помещений, в частности к корпусам тепловентиляторов	подлежит
9.Тепло–вентилятор	Тепломаш	Технический каталог промышленного теплового оборудования 2022	Водяные тепловентиляторы для промышленного отопления.	подлежит
10.Тепло–вентилятор	Volcano	Технический паспорт водяных тепловентиляторов серии Volcano 2019	Тепловентилятор Вулкан. Продукт, гарантирующий комфорт пребывания в помещениях, в которых трудно поддерживать необходимый тепловой уровень.	подлежит
11Тепло–вентилятор	Ballu Machine Corporation	Технический каталог пром. Оборудования 2019	Основной и дополнительный обогрев моно–объемных помещений большой площади, поддержание и регулирование необходимого уровня температуры.	подлежит

Таблица 4 – Оценка преимуществ и недостатков аналогов

Показатели	База	Аналоги					
		СССР пат. №50928 F24H 3/08	СССР пат. № 355457 F24H 3/02	СССР пат. № 1 513 229 F04D 29/58	СССР пат. № 1 204 885 F24H 3/02	РФ пат. № 2 631 180 F24H 3/04	РФ пат. № 2 675 956 F24H 3/02
Простота и надежность конструкции	0	4	4	4	4	2	0
Безопасность эксплуатации	0	0	0	-2	0	0	0
Габариты агрегата	0	4	4	2	2	-4	-2
Удобство монтажа	0	0	0	0	0	0	0
Удобство эксплуатации	0	2	0	0	2	0	0
Повышение эффективности	0	0	3	2	0	4	4
Теплопередача	0	2	3	-4	2	4	4
Энергосбережение	0	0	0	2	0	0	0
Шумовые показатели	0	-2	-2	-2	-2	-2	-2
Функционал оборудования	0	0	0	0	2	4	4
Эстетика	0	0	0	0	0	0	0
Суммарные бал	0	10	12	6	10	8	8

Продолжение таблицы 4

Показатели	База	Аналоги				
		РФ пат. № 2 145 037 F23L 15/04	РФ пат. № 128 296 F24H 9/02	Тепломаш Каталог 2022	Volcano 2019	Ballu Machine Corporation 2019
Простота и надежность конструкции	0	4	4	4	4	4
Безопасность эксплуатации	0	0	0	2	2	2
Габариты агрегата	0	2	0	4	4	4
Удобство монтажа	0	0	4	2	4	4
Удобство эксплуатации	0	0	4	2	2	2
Повышение эффективности	0	4	-4	0	2	2
Теплопередача	0	2	-4	2	3	4
Энергосбережение	0	0	0	2	0	0
Шумовые показатели	0	-4	0	4	2	2
Функционал оборудования	0	0	-4	4	4	4
Эстетика	0	2	4	0	4	4
Суммарные бал	0	12	4	28	31	32

### **2.3.3 Анализ сущности изобретений**

«Изучаем сущность изобретений, занесённых в таблицу 5 по сведениям, содержащимся в таблице 6, а также путём сравнительного анализа данных патентных описаний, формул изобретений, научных статей, докладов, рефератов и т.д. Запись об этом делаем в графе 5 таблицы 4. Если из рассмотрения сущности изобретения видно, что оно решает принципиально иную задачу, не относящуюся к требуемому запросу (агрегат воздушного отопления), тогда данный документ исключаем из дальнейшего рассмотрения. Если видно, что решает ту же или близкую задачу (аналог), то документ оставляем для детального рассмотрения. Отмечаем это в графе 5 таблицы 6» [28].

### **2.3.4 Оценка преимуществ и недостатков аналогов**

«Оцениваем обеспечение показателей положительного эффекта каждым аналогом в баллах от  $-4$  до  $+4$ . Базовому варианту по каждому показателю выставаем оценку «0». Заносим оценки в таблицу 7. Суммируем баллы по каждому аналогу и заносим их в нижнюю строку таблицы. В таблице №7 (часть 2) видим, что наибольшую сумму баллов имеет тепловентилятор Компании Ballu (Торговая сеть РусКлимат). Это изобретение имеет несложную конструкцию, прост в эксплуатации, имеет лёгкий вес, прост в монтаже и обслуживании, имеет лучшие технические характеристики при прочих равных условиях. В этом изобретении мы наблюдаем наибольший балл по всем характеристикам. Следовательно, данное изобретение является наиболее удачным» [28].

### **2.3.5 Определение тенденций развития**

«За последние двадцать лет рынок тепловентиляторов расширился многократно, что повлекло за собой множество попыток для усовершенствования тепловентиляторов, используемых в системах отопления и вентиляции. Эти исследования обусловлены в первую очередь поиском способа повысить энергоэффективность (больше теплоотдачи при меньших затратах ресурсов) и упрощением конструкции агрегатов (для удобства монтажа и обслуживания)» [28].

Успехи в прогрессе достигаются благодаря конкуренции на рынке тепловентиляторов, что двигает прогресс вперед.

#### Выводы по разделу 2

Подобрано наиболее прогрессивное решение тепловентилятор Компании Vallu (Торговая сеть РусКлимат). Данный воздушно–отопительный агрегат — мощный, безопасный и эффективный. Поставленные задачи достигаются, а именно эффективное решение для отопления помещений разной площади с экономичным потреблением электроэнергии.

Для обслуживания данных агрегатов не требуется специально обученного персонала.

Применение возможно в самых разных условиях, и широко используются:

- в промышленных цехах;
- в помещениях складов и оптовых магазинов;
- на спортивных объектах;
- в торговых центрах и т.д.

### 3 Тепловая защита здания

#### 3.1 Параметры наружного воздуха

«Параметры наружного воздуха определяются по СП 131.13330.20 [35] «Строительная климатология» [1] для района строительства проектируемого объекта, который расположен в Самарской области ОЭЗ ППТ г. Тольятти и приведены в табл. 1.1.

Согласно СП 131.13330.20 средняя температура наружного воздуха за отопительный период (для периода со среднесуточной температурой наружного воздуха не более  $8^{\circ}\text{C}$ )  $t_{от} = -4,7^{\circ}\text{C}$ .

Согласно СП 131.13330.2020 [35] продолжительность отопительного периода (со средней суточной температурой воздуха ниже  $8^{\circ}\text{C}$ )  $z_{от} = 196$ сут.

Расчетные параметры наружного воздуха приняты как для г. Самара по СП 131.13330.2020 Строительная климатология (таблица №10 – климатические параметры для проектирования отопления, вентиляции, кондиционирования) приведены в таблице 5» [35].

Таблица 5 – Параметры наружного воздуха

«Параметр (обеспеченность 0,92)	Период года	
	Теплый	Холодный
Наружная температура воздуха для отопления	+25 °C	-27 °C
Энтальпия	57 кДж/кг	
Ветер	2,3 м/с	3,5 м/с
Давление барометрическое	998 гПа	
Продолжительность отопительного периода	–	196 суток
Средняя температура по отопительному периоду	–	- 4,7 °C
Зона влажности	сухая	
Климатический район	IIВ» [35].	



### 3.2 Расчетные значения внутреннего воздуха

«Наружная среда оказывает влияние на тепловые параметры микроклимата опосредовано через ограждающие конструкции (тепло–влаго передача и воздухо–проницаемость) и внутренние связи между помещениями (перемещение потоков воздуха, теплообмен) Поэтому теплозащита здания и планировочная композиция здания являются пассивными факторами формирования теплового микроклимата» [6].

«Издrevле человек стремился удовлетворить потребность в комфортных условиях среды своего обитания. В значительной мере достижимая степень комфортности обеспечивалась за счет конструкции и теплозащиты здания в сочетании с относительно простыми отопительно–вентиляционными устройствами» [11].

«Одно из актуальных требований современности – повышение энергетической эффективности зданий реализуется прежде всего за счет усиления их теплозащиты. Усиление теплозащиты прямо сказывается на улучшении теплового комфорта помещений в холодной время года. Кроме того, уменьшение тепловой нагрузки на отопление при усилении теплозащиты позволяет понизить температуру теплоносителя. Это также приводит к улучшению теплового комфорта и улучшению качества воздуха в помещении» [37].

«В соответствии с требованиями СП 118.13330.2020 п.7.11 температуру воздуха принимаем:

- для холодного периода года следует принимать в качестве расчетных оптимальные параметры микроклимата,
- для теплого периода года допускается принимать допустимые параметры микроклимата.

В соответствии с требованиями ГОСТ 30494–2011 (В ГОСТ 30494–2011 указаны не только допустимые, но и оптимальные параметры микроклимата (температуры, влажности, скорости движения воздуха) для каждой категории

работ. Причем оптимальные параметры микроклимата и в СанПиН 1.2.3685–21 (для производственных помещений таблица 5.1 и 5.2) и в ГОСТ 30494–2011 одинаковы.

В соответствии с п. 1.3, 1.4 ГОСТ 30494–2011 допустимые величины показателей микроклимата устанавливаются в случаях, когда по технологическим требованиям, техническим и экономическим причинам не обеспечиваются оптимальные нормы» [37].

По объекту приняты следующие классификации помещений:

- помещения 2–й категории: помещения, в которых люди заняты умственным трудом, учебой;
- помещения 3а категории: помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении сидя без уличной одежды;
- помещения 5–й категории: помещения, в которых люди находятся в полураздетом виде (раздевалки, процедурные кабинеты, кабинеты врачей и т.п.);
- помещения 6–й категории: помещения с временным пребыванием людей (вестибюли, гардеробные, коридоры, лестницы, санузлы, курительные, кладовые).

Согласно требованиям ГОСТ 30494–2011(таблица 3, стр.4), расчетная средняя температура внутреннего воздуха в помещениях здания принимается равной:

- для административных помещений с постоянным пребыванием персонала (ПП)  $t_{в} = 23^{\circ}\text{C}$ .
- для административных помещений (3а)  $t_{в} = 20^{\circ}\text{C}$ .
- для лестничных клеток (6)  $t_{в} = 18^{\circ}\text{C}$ .
- для производственных помещений (3в)  $t_{в} = 18^{\circ}\text{C}$ .
- для вент. камеры  $t_{в} = 10^{\circ}\text{C}$ .
- для душевых (ВД)  $t_{в} = 24^{\circ}\text{C}$ .

Принятые параметры внутреннего воздуха приведены в таблице 6,7,8.

Таблица 6 – Параметры внутреннего воздуха в помещениях 1 этаж

Помещение	Наименование помещения	Категория	Температура воздуха, оС	Скорость воздуха., м/с	Относительная влажность воздуха,%
101	Лестничная клетка 1	6	18	НН	НН
102	Медицинский пункт	5	20	0,15	60
103	Начальник ТО	ПП	23	0,15	60
104	Начальник ПЦ	ПП	23	0,15	60
105	Комната переговоров	3а	20	0,2	60
106	Отдел кадров	ПП	23	0,15	60
107	Компрессорная	6	10	НН	НН
108	Лестничная клетка 2	6	18	НН	НН
109	Лифтовый холл	6	18	НН	НН
110	Тамбур	6	18	НН	НН
111	Санузел для МГН	6	18	НН	НН
112	Серверная	6	18	НН	НН
113	Санузел	6	18	НН	НН
114	Кладовая уборочного инвентаря	6	18	НН	НН
115	Душевая	ВД	24	0,2	60
116	Санузел	6	18	НН	НН
117	Преддушевая	5	20	0,15	60
118	Гардероб мужской	6	18	НН	НН
119	Коридор	6	18	НН	НН
120	Кладовая спец. одежды	6	18	НН	НН
121	Стоянка погрузчиков	6	18	НН	НН
122	Электрощитовая	6	10	НН	НН
123	Вент. камера	6	10	НН	НН
124	Тепловой узел	6	10	НН	НН
125	Насосная ППА	6	10	НН	НН
126	Склад запчастей и вспомогательных материалов	6	18	НН	НН
150	Кладовая масел	6	18	НН	НН
151	Помещения кладовщиков	3а	20	0,2	60
152	Склад сырья и готовой продукции	6	18	НН	НН
153	Производственная зона	6	18	НН	НН
154	Коридор	6	18	НН	НН

Таблица 7 – Параметры внутреннего воздуха в помещениях 2 этаж

Помещение	Наименование помещения	Категория	Температура воздуха, оС	Скорость воздуха., м/с	Относительная влажность воздуха, %
201	Лестничная клетка 1	6	18	НН	НН
202	Комната приёма пищи	3а	20	0,2	60
203	Технологический отдел	ПП	23	0,15	60
204	Лестничная клетка 2	6	18	НН	НН
205	Лифтовый хол	6	18	НН	НН
06	Кабинет	3а	20	0,2	60
207	Санузел для МГН	6	18	НН	НН
208	Коридор	6	18	НН	НН
209	Кладовая (инвентарь)	6	18	НН	НН
210	Санузел	6	18	НН	НН
211	Душевая	ВД	25	0,2	60
212	Преддушевая	5	20	0,15	60
213	Санузел	6	18	НН	НН
214	Гардероб мужской	6	18	НН	НН
215	Начальник МЭО, ТЦ	ПП	23	0,15	60

Таблица 8 – Параметры внутреннего воздуха в помещениях 3 этаж

Помещение	Наименование помещения	Категория	Температура воздуха, оС	Скорость воздуха., м/с	Относительная влажность воздуха, %
301	Лестничная клетка 1	6	18	НН	НН
302	Отдел управления качеством	ПП	23	0,15	60
303	Кабинет тех. директора	ПП	23	0,15	60
304	Отдел закупок и логистики	ПП	23	0,15	60
305	Директор	ПП	23	0,15	60
306	Бухгалтерия	ПП	23	0,15	60
307	Главный бухгалтер	ПП	23	0,15	60
308	Лестничная клетка 2	6	18	НН	НН
309	Лифтовый хол	6	18	НН	НН
310	Коридор	6	18	НН	НН
311	Санузел для МГН	6	18	НН	НН
312	Санузел	6	18	НН	НН
313	Приёмная	3а	20	0,2	60

### **3.3 Архитектурно–строительная характеристика объекта строительства**

В проекте рассмотрен объект – завод «комплектующих и сборочных узлов из пластмасс для отечественного автопрома «Полипластик» на территории «ОЭЗ ППТ «Тольятти».

Функциональная организация здания представляет собой взаимосвязь и рациональное взаимозамещение трех основных функциональных зон:

- Производственная зона;
- Складская зона;
- Административная зона.

Фасад здания ориентирован на юг. Архитектура здания представляет собой трёхэтажную постройку со сложной планировкой, общая площадь которого составляет 3669,79 м<sup>2</sup>. Завод имеет административно-бытовой корпус (АБК) площадью 1200м<sup>2</sup> (522+348+348) с тремя этажами в отметках пола (0, 3 и 6м высота этажа 2,7 м в чистоте) и производственная площадь площадью 3068м<sup>2</sup> (1483м<sup>2</sup> склад сырья и готовой продукции + 1585м<sup>2</sup> производственная зона) на отметке пола 0,000м.

Ограждающие конструкции — сэндвич панели, кирпичные стены с системой штукатурного «мокрого» фасада, при этом, участки наружных стен в местах примыкания к перекрытиям (противопожарные пояса) выполнены глухими при расстоянии между верхом окна нижележащего этажа и низом окна вышележащего этажа не менее 1,2 м; класс пожарной опасности данных участков наружных стен (в том числе узловпримыкания) предусмотрен не ниже К0.

Наружные стены АБК и производственного корпуса выполняются из панелей типа “сэндвич” толщиной 100мм . Высота оконных проемов в АБК здания составляет 1,5м.

Цоколь ниже уровня земли толщиной 380мм выполнен из керамического кирпича Кр–р 250\*120\*65 на цементно–песчаном растворе. Стены

покрываются гидроизоляцией и утепляются экструдированным пенополистиролом "Пеноплекс ГЕО" толщиной 150мм.

Цоколь выше уровня земли толщиной 380мм выполнен из – монолитного бетона. Стены покрываются гидроизоляцией и утепляются экструдированным пенополистиролом "Пеноплекс ГЕО" толщиной 100мм.

«Перегородки технических помещений, категорируемых по пожарной опасности, помещений с мокрым и влажным режимом, расположенных ниже отм. 0,000 — из керамического кирпича толщиной 120 мм, отделка плиткой на всю высоту помещения. Перегородки между рабочими помещениями — по системе "Gyproc" тип С–1М–2 Оптима на стоечном профиле ПС–75х40, тип направляющего профиля ПН75х37 с заполнением минеральной ватой 50 мм (звукоизоляция 51 Дб), обшитый с двух сторон двумя слоями ГКЛ, общая толщина перегородки 125 мм, шаг стоек 600 мм, на всю высоту. Перегородка сан.узла у наружной стены – по системе "Gyproc" тип С–1М–2 Аква Оптима на стоечном профиле ПС–75х40, тип направляющего профиля ПН–75х37 с заполнением минеральной ватой 50 мм, обшитый с одной стороны двумя слоями ГКЛВ, общая толщина перегородки 100 мм, шаг стоек 600 мм. Перегородки душевых помещений выше отм. 0,000 – из керамического кирпича толщиной 120 мм, отделка плиткой на всю высоту помещения» [36].

Кровля – плоская с внутренним водостоком, с неэксплуатируемым покрытием.

Кровля состоит:

- 2 слоя рулонной гидроизоляции
- огрунтовочный слой
- армированная ц.п. стяжка – 50 мм;
- уклонообразующий слой из керамзитобетона D600 – 50...250;

Таблица 9 – Плита покрытия АБК

Наименование	Толщина $\delta$ м
Железобетонная плита перекрытия	0,14
Биполь ЭПП	0,008
Минераловатный утеплитель	0,13
Руберойд	0,0048
Керамзитовый гравий	0,05
Армированная ЦПС	0,05
Праймер битумный	0,001
Унифлекс вент	0,004
Техноэласт	0,006

Перекрытия – монолитные железобетонные.

Лестницы – монолитные железобетонные.

Конструкция пластиковых окон: Окна из поливинилхлоридного профиля с 2-х камерными стеклопакетами (с тремя стёклами по 4мм и расстоянием между стёклами по 8мм 4-8-4-8-4 СП23-101-2004 табл.5) по ГОСТ 30674-99.

Таблица 10 – Плита покрытие промышленной части

Наименование	Толщина $\delta$ м
Профлист	0,001
Паробарьер С	0,001
Технориф Н Проф	0,10
Сборная стяжка	0,02
Праймер битумный	0,001
Унифлекс вент	0,004
Техноэласт	0,006

Входные наружные двери и ворота сделаны по ГОСТ 31173-2003 (металлические, утепленные)

### 3.4 Ресурсоснабжение

Источником теплоснабжения является автоматизированной блочно–модульная котельной (АБМК) тепловой мощностью 2,61МВт (три котла «Ecomax NC 870–N» фирмы «Ecoflam» мощностью 870 кВт каждый. Общая мощность котельной 2610 кВт.) установленной на территории проектируемого объекта.

Параметры теплоносителя:

В отопительный период:  $T_1 = 95^{\circ}\text{C}$ ;  $T_2 = 70^{\circ}\text{C}$   $\Delta P = 1,5$  атм.

Поддержание требуемых параметров теплоносителя для систем отопления и теплоснабжения предусмотрено в ИТП [19], расположенном на отм. 0,000.

Теплоснабжение производственного цеха и склада готовой продукции выполнено от блочно–модульной котельной, установленной на территории предприятия.

Энергоноситель котельной – природный газ. Врезка газопровода осуществляется в существующие сети находящиеся за территориями.

Водоснабжение осуществляется с помощью подключения трубопровода в существующие сети находящиеся за территориями

Электроэнергия подаётся от КТП 10–0,6кВт установленной на территории предприятия.

### 3.5 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

«Теплотехнический расчет ограждающих конструкций выполняется по СП 50.13330.2012 [36] Тепловая защита здания. В расчете должно выполняться условие (см. формулу 2.1) [22], о превышении приведенного сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций над значением его по нормам СП:



$$R_0^{норм} \leq R_0^{\phi}, \quad (1)$$

где  $R_0^{норм}$  – требуемое значение сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций,  $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$ ;

$R_0^{\phi}$  – приведенное сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций,  $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$ , которое определяется по градусо–суткам (ГСОП,  $\text{°C} \cdot \text{сут}$ ) места строительства.

Фактическое сопротивление теплопередаче  $R_0^{\phi}$  ограждающих конструкций, определяются по [4] в зависимости от ГСОП,  $\text{°C} \cdot \text{сут}$  [36].

«ГСОП,  $\text{°C} \cdot \text{сут}$ , находим по формуле:

$$ГСОП = (t_{\text{в}} - t_{\text{ом}}) \cdot z_{\text{ом}}, \quad (2)$$

где ГСОП – градусо–сутки отопительного периода,  $\text{°C} \cdot \text{сут}$ ,

$t_{\text{в}}$  – расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания,  $\text{°C}$ , (см. п. 1.2);

$t_{\text{ом}}$  – средняя температура наружного воздуха,  $\text{°C}$ , отопительного периода ( см. п. 1.1);

$z_{\text{ом}}$  – продолжительность, сут, отопительного периода (см. п. 1.1).

Нормируемое значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций,  $R_0^{норм}$ ,  $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$ , определяется интерполяцией по [4], табл. 4» [36].

Для дверей  $R_0^{норм}$ ,  $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$ , должно быть не менее произведения  $0,6R_0^{норм}$  стен зданий, определяемого по формуле 3:

$$R_0^{норм} = \frac{n \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{\Delta t^{\text{н}} \cdot \alpha_{\text{в}}}. \quad (3)$$

Подставив в (2) значение соответствующих величин, получим:

ГСОП для производства:

$$\text{ГСОП}_{\text{цех}} = (18 - (-4,7)) \cdot 196 = 4449,2 \text{ (}^\circ\text{C} \cdot \text{сут)}$$

ГСОП для АБК

$$\text{ГСОП}_{\text{абк}} = (20 - (-4,7)) \cdot 196 = 4841,2 \text{ (}^\circ\text{C} \cdot \text{сут)}$$

Для производства:

$$\text{Для стены: } R_0^{\text{тр.цех}} = 0,0002 \cdot 4449,2 + 1,0 = 1,89 \text{ (м}^2 \cdot \text{}^\circ\text{C)/Вт.}$$

$$\text{Для кровли: } R_0^{\text{тр.цех}} = 0,0002 \cdot 4449,2 + 1,0 = 1,89 \text{ (м}^2 \cdot \text{}^\circ\text{C)/Вт.}$$

Для окон:  $R_0^{\text{тр.цех}} = 0,51 \text{ (м}^2 \cdot \text{}^\circ\text{C)/Вт.}$  (СП23–101–2004 табл.5, между стеклами 8мм)

Для АБК:

$$\text{Для стены: } R_0^{\text{тр}} = 0,0002 \cdot 4841,2 + 1,0 = 1,97 \text{ (м}^2 \cdot \text{}^\circ\text{C)/Вт.}$$

$$\text{Для кровли: } R_0^{\text{тр}} = 0,0002 \cdot 4841,2 + 1,0 = 1,97 \text{ (м}^2 \cdot \text{}^\circ\text{C)/Вт.}$$

Для окон:  $R_0^{\text{тр}} = 0,51 \text{ (м}^2 \cdot \text{}^\circ\text{C)/Вт.}$  (СП23–101–2004 табл.5, между стеклами 8мм)

Наружная стена производства.

Конструкция наружной стены указана в таблице 11 и рисунке 5.

Таблица 11 – Состав наружной стены

Слой	Наименование материала	Толщина слоя $\delta$ , м	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м $\cdot$ °C)	
1	Панелей типа «сендвич» толщиной 80мм (утеплитель – минеральная вата на основе базальтового волокна)	0,08		0,036

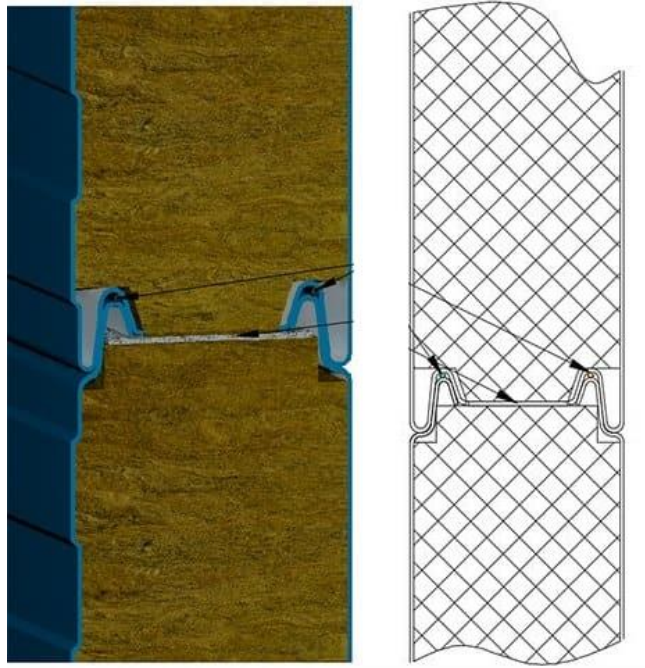


Рисунок 5 – Конструкция стены здания

«Выполняя расчет по [4], получаем:

$$R_0^{\text{усл}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \quad (4)$$

где  $\alpha_{\text{в}}$  – коэффициент теплопередачи внутренней поверхности ограждающей конструкции для условий холодного периода, принимаемый по (табл.4 СП 50.13330  $\alpha_{\text{в}} = 8,7$ );

$\alpha_{\text{н}}$  – коэффициент теплопередачи наружной поверхности ограждающей конструкции для условий холодного периода, приведены в (табл.6 СП 50.13330  $\alpha_{\text{н}} = 23$ )» [36].

$$R_0^{\text{усл}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,08}{0,036} + \frac{1}{23} = 2,38 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт} \quad (5)$$

Если требуется найти толщину сэндвича (при условии, что он не известен), необходимо:

Вычисляем требуемое условное сопротивление теплопередачи  $R_0^{\text{усл.тр.}}$ , м<sup>2</sup> · °C/Вт:

$$R_{\text{тр}}^{\text{усл.тр.}} = \frac{R_0^{\text{тр}}}{r}$$

$$R_0^{\text{усл.тр.}} = \frac{1,89}{0,85} = 2,22 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

где  $r$  – коэффициент теплотехнической однородности приведены в (табл.6 СП 23.101–2004  $r = 0.85$ ).

Вычисляем толщину утепляющего слоя сэндвич панели

$$\delta_{\text{ут}} = \left( R_0^{\text{усл.тр.}} - \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_n}{\lambda_n} - \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \right) \cdot \lambda_{\text{ут}}$$

$$\delta_{\text{ут}} = \left( 2,22 - \frac{1}{8,7} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,036 = 0,07 \text{ м}$$

фактическая толщина утеплителя принимается в соответствии с выпускаемыми типоразмерами:  $\delta_{\text{ут}} = 8\text{мм}$ .

Определяем приведённое сопротивление теплопередачи:

$$R_0^{\text{усл}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,08}{0,036} + \frac{1}{23} = 2,38 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

$$R_0^{\text{пр}} = R_0^{\text{усл}} \cdot r = 2,38 \cdot 0,85 = 2,02 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

проверяем условие:

$$R_0^{\text{пр}} \geq R_0^{\text{тр}} = 2,02 \geq 1,89 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

Определяем коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций  $k$ , Вт/(м<sup>2</sup>·°C) по формуле:

$$k = \frac{1}{R_0^{\text{пр}}} \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)} \quad (6)$$

$$k = \frac{1}{2,5} = 0,49 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$$

Наружная стена АБК.

Конструкция наружной стены указана в таблице 12 и рисунке 6.

Таблица 12 – Состав наружной стены

Слой	Наименование материала	Толщина слоя $\delta$ , м	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м·°С)
1	Панелей типа “сэндвич” толщиной 50мм (утеплитель – минеральная вата на основе базальтового волокна)	0,05	0,036
2	Кирпич керамический	0,38	0,56

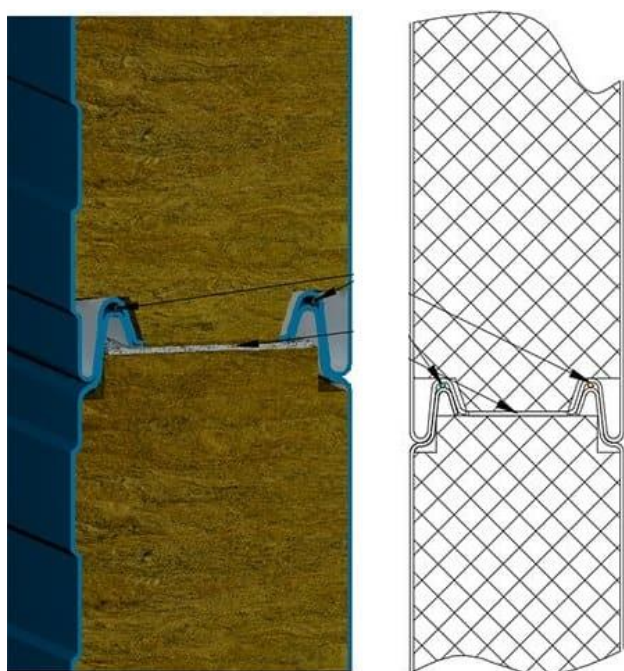


Рисунок 6 – Конструкция стены здания

Выполняя расчет по [4], получаем:

$$R_0^{\text{усл}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \quad (7)$$

где  $\alpha_{\text{в}}$  – коэффициент теплопередачи внутренней поверхности ограждающей конструкции для условий холодного периода, принимаемый по (табл.4 СП 50.13330  $\alpha_{\text{в}} = 8,7$ );

$\alpha_n$  – коэффициент теплопередачи наружной поверхности ограждающей конструкции для условий холодного периода, приведены в (табл.6 СП 50.13330  $\alpha_n = 23$ ).

$$R_0^{усл} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,08}{0,036} + \frac{0,38}{0,56} + \frac{1}{23} = 3,06 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт} \quad (8)$$

Если требуется найти толщину сэндвича (при условии, что он не известен), необходимо:

Вычисляем требуемое условное сопротивление теплопередачи  $R_0^{усл.тр.}$ , м<sup>2</sup> · °C/Вт:

$$R_{тр}^{усл.тр.} = \frac{R_0^{тр}}{r}$$

$$R_0^{усл.тр.} = \frac{1,97}{0,85} = 2,32 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

где  $r$  – коэффициент теплотехнической однородности приведены в (табл.6 СП 23.101–2004  $r = 0.85$ ).

Вычисляем толщину утепляющего слоя сэндвич панели

$$\delta_{ут} = \left( R_0^{усл.тр} - \frac{1}{\alpha_{в}} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_n}{\lambda_n} - \frac{1}{\alpha_n} \right) \cdot \lambda_{ут}$$

$$\delta_{ут} = \left( 2,32 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,38}{0,56} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,036 = 0,05 \text{ м}$$

фактическая толщина утеплителя принимается в соответствии с выпускаемыми типоразмерами:  $\delta_{ут} = 5$  мм.

Определяем приведённое сопротивление теплопередачи:

$$R_0^{усл} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,08}{0,036} + \frac{0,38}{0,56} + \frac{1}{23} = 3,06 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

$$R_0^{пр} = R_0^{усл} \cdot r = 3,06 \cdot 0,85 = 2,60 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

проверяем условие:

$$R_0^{\text{пр}} \geq R_0^{\text{тп}} = 2,60 \geq 1,97(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$$

Определяем коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций  $k$ , Вт/(м<sup>2</sup>·°C) по формуле:

$$k = \frac{1}{R_0^{\text{пр}}} \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C}) \quad (9)$$

$$k = \frac{1}{2,5} = 0,38 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

Наружная стена АБК (Кирпич+сэндвич).

Часть внутренних стен АБК (лестница, лифтовая шахта) толщиной 380мм выполнены из керамического кирпича Кр–р 250\*120\*65 на цементно–песчаном растворе. Стены монтируются вместе с наружной стеной из сэндвич панели (рисунок 7).

Состав стен приведен в таблице 13.

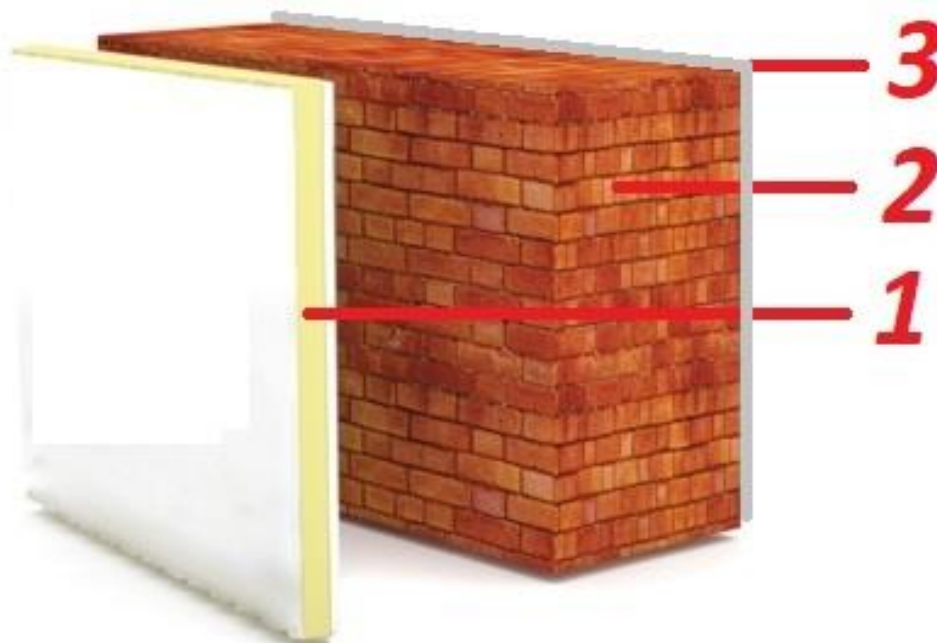


Рисунок 7 – Конструкция внутренней стены АБК

Таблица 13 – Состав наружной стены

Слой	Наименование материала	Толщина слоя $\delta$ , м	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м·°С)
1	Панелей типа “сендвич” толщиной 50мм (утеплитель – минеральная вата на основе базальтового волокна)	0,05	0,036
2	Кирпич керамический	0,38	0,56
3	Штукатурка М150 F75	0,02	0,58

$$R_0^{\text{усл}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,05}{0,36} + \frac{0,38}{0,56} + \frac{0,02}{0,58} + \frac{1}{23} = 2,55 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт}$$

$$k = \frac{1}{2,55} = 0,39 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°С)}$$

Внутренняя стена АБК (Кирпич).

Часть внутренних стен АБК (лестница, лифтовая шахта) толщиной 380мм выполнены из керамического кирпича Кр–р 250\*120\*65 на цементно–песчаном растворе (рисунок 8). Состав стен приведен в таблице 14.

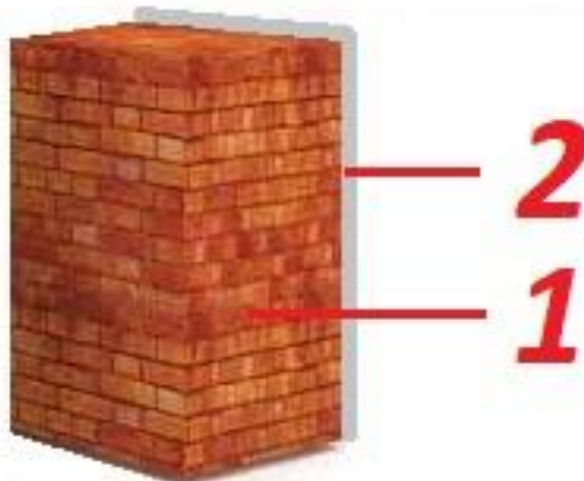


Рисунок 8 – Конструкция внутренней стены АБК



Таблица 14 – Состав наружной стены

Слой	Наименование материала	Толщина слоя $\delta$ , м	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м·°С)
1	Кирпич керамический	0,38	0,56
2	Штукатурка М150 F75	0,02	0,58

$$R_0^{\text{усл}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,38}{0,56} + \frac{0,02}{0,58} + \frac{1}{23} = 2,42 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт}$$

$$k = \frac{1}{2,42} = 0,41 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°С)}$$

Внутренняя стена АБК (Гипсокартон).

Большинство внутренних стен АБК выполнены из гипсолокартона ГКЛ с запылением каркаса мин.плитой (50мм) с акустическими свойствами (рисунок 9). Состав стен приведен в таблице 15.



Рисунок 9 – Конструкция внутренней стены АБК

Таблица 15 – Состав наружной стены

Слой	Наименование материала	Толщина слоя $\delta$ , м	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м·°С)
1	Гисокартон ГКЛ	0,02	0,3
2	Мин.плита 50мм	0,05	0,036

$$R_0^{\text{усл}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,3} + \frac{0,05}{0,036} + \frac{1}{23} = 1,61 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт}$$

$$k = \frac{1}{2,42} = 0,62 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°С)}$$

Окна.

Окна из поливинилхлоридного профиля с 2-х камерными стеклопакетами (с тремя стёклами по 4мм и расстоянием между стёклами по 8мм 4-8-4-8-4 СП23-101-2004 табл.5) по ГОСТ 30674-99.

$$R_0^{\text{усл}} = 0,51 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт}$$

$$k = \frac{1}{0,51} = 1,96 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°С)}$$

Наружная стена цоколя ниже уровня земли.

Несущая часть наружных стен цоколя толщиной 380мм выполнены из керамического кирпича Кр-р 250\*120\*65 на цементно-песчаном растворе. Стены покрываются гидроизоляцией (обмазочная + оклеечная в два слоя) и утепляются экструдированным пенополистиролом «Пеноплекс ГЕО» толщиной 150мм (рисунок 10). Состав стен приведен в таблице 16.

Таблица 16 – Состав наружной стены цоколя ниже земли

№ слоя	Наименование материала	Толщина слоя $\delta$ , м	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м·°С)
1	Кирпич керамический	0,38	0,56
2	Гидроизоляция	0,005	0,17
3	Утеплитель – Пеноплекс	0,15	0,052
4	Штукатурка М150 F75	0,02	0,58

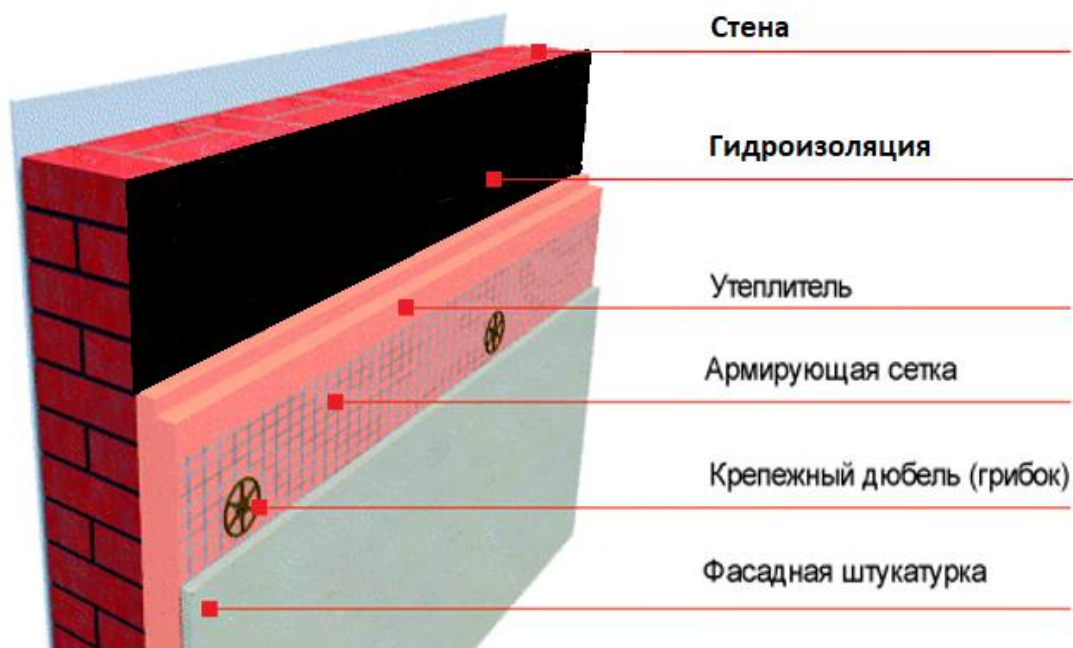


Рисунок 10 – Конструкция стены подвала

$$R_0^{\text{усл}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,38}{0,56} + \frac{0,005}{0,17} + \frac{0,15}{0,052} + \frac{0,02}{0,58} + \frac{1}{23} = 3,79 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

$$k = \frac{1}{3,79} = 0,26 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$$

Наружная стена цоколя выше уровня земли на 0,8 м.

Несущая часть наружных стен цоколя выше уровня земли на 0,8м толщиной 250 мм выполнен из – монолитного бетона. Стены покрываются гидроизоляцией и утепляются экструдированным пенополистиролом "Пеноплекс ГЕО" толщиной 100 мм. Состав стен приведен в таблице 17 и рисунке 11.

Таблица 17 – Состав наружной стены цоколя выше земли

№ слоя	Наименование материала	Толщина слоя $\delta$ , м	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м·°C)
1	Монолитный железобетон	0,25	1,69
2	Гидроизоляция	0,005	0,17
3	Утеплитель – Пеноплекс	0,10	0,041
4	Штукатурка М150 F75	0,02	0,58



Рисунок 11 – Конструкция цоколя выше уровня земли

$$R_0^{\text{усл}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,25}{1,69} + \frac{0,005}{0,17} + \frac{0,10}{0,041} + \frac{0,02}{0,58} + \frac{1}{23} = 2,81 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

$$k = \frac{1}{2,81} = 0,36 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$$

Пол здания (утеплённый).

Состав утеплённых полов на грунте приведен в таблице 18 и отображен на рисунке 12.

Таблица 18 – Состав полов на грунте

№ слоя	Наименование материала	Толщина слоя $\delta$ , м	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м·°C)
1	Грунт	—	—
2	Песок мелкозернистый	0,5	0,35
3	Бетонная подготовка М100	0,1	1,51
4	Гидроизоляция	0,001	0,27
5	Пенополистирол	0,05	0,37
6	Пароизоляция	0,001	0,2
7	Бетон М350	0,3	1,69

Продолжение таблицы 18

№ слоя	Наименование материала	Толщина слоя $\delta$ , м	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м·°С)
8	Грунтовочный слой	0,001	0,2
9	Полимерное покрытие	0,012	0,2

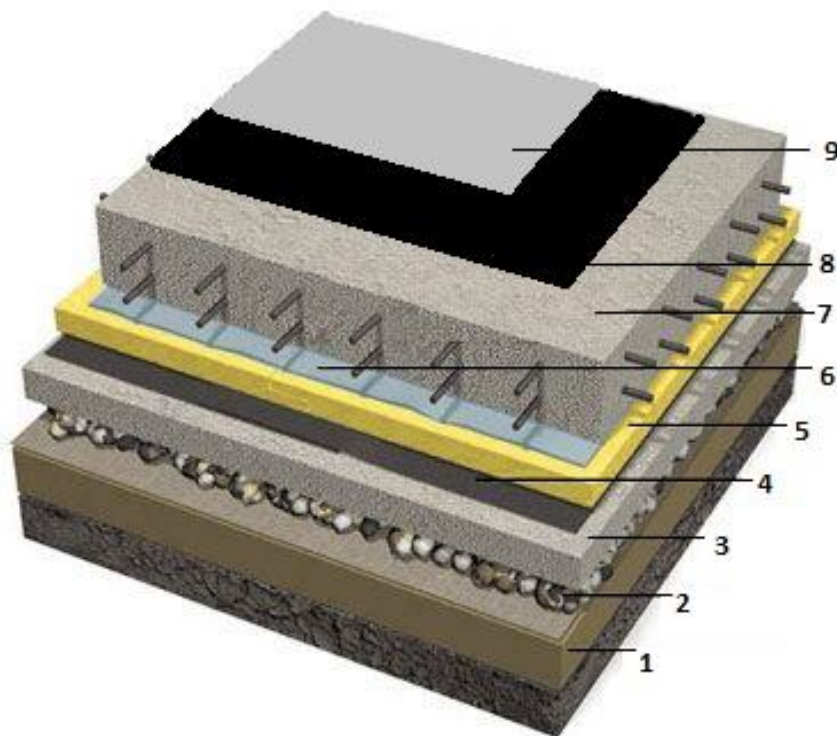


Рисунок 12 – Конструкция утепленного пола по грунту

Для не утепленных полов на грунте, расположенных ниже уровня земли сопротивление теплопередаче принимается по нормативным данным:

*I зона – 2,1 м<sup>2</sup>С / Вт*

*II зона – 4,3 м<sup>2</sup>С / Вт*

*III зона – 8,6 м<sup>2</sup>С / Вт*

*IV зона – 14,2 м<sup>2</sup>С / Вт*

Для утепленных полов (рисунок 13) сопротивление теплопередаче пола на грунте рассчитывается по зонам с учётом формулы, расположенных ниже



уровня земли сопротивление теплопередаче принимается по нормативным данным:

$$\text{в зоне I: } R_I^{\text{усл}} = R_{\text{н.п.}}^I + R_{\text{п.ф.}} \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт} \quad (10)$$

$$\text{в зоне II: } R_{II}^{\text{усл}} = R_{\text{н.п.}}^{II} + R_{\text{п.ф.}} \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт} \quad (11)$$

$$\text{в зоне III: } R_{III}^{\text{усл}} = R_{\text{н.п.}}^{III} + R_{\text{п.ф.}} \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт} \quad (12)$$

$$\text{в зоне IV: } R_{IV}^{\text{усл}} = R_{\text{н.п.}}^{IV} + R_{\text{п.ф.}} \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт} \quad (13)$$

$$R_I^{\text{усл}} = 2,1 + \frac{0,5}{0,35} + \frac{0,1}{1,51} + \frac{0,001}{0,27} + \frac{0,05}{0,37} + \frac{0,01}{0,2} + \frac{0,3}{1,69} + \frac{0,01}{0,2} + \frac{0,012}{0,02} = 4,61 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

$$R_{II}^{\text{усл}} = 4,3 + 2,51 = 6,81 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

$$R_{III}^{\text{усл}} = 8,6 + 2,51 = 11,11 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

$$R_{IV}^{\text{усл}} = 14,2 + 2,51 = 16,71 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

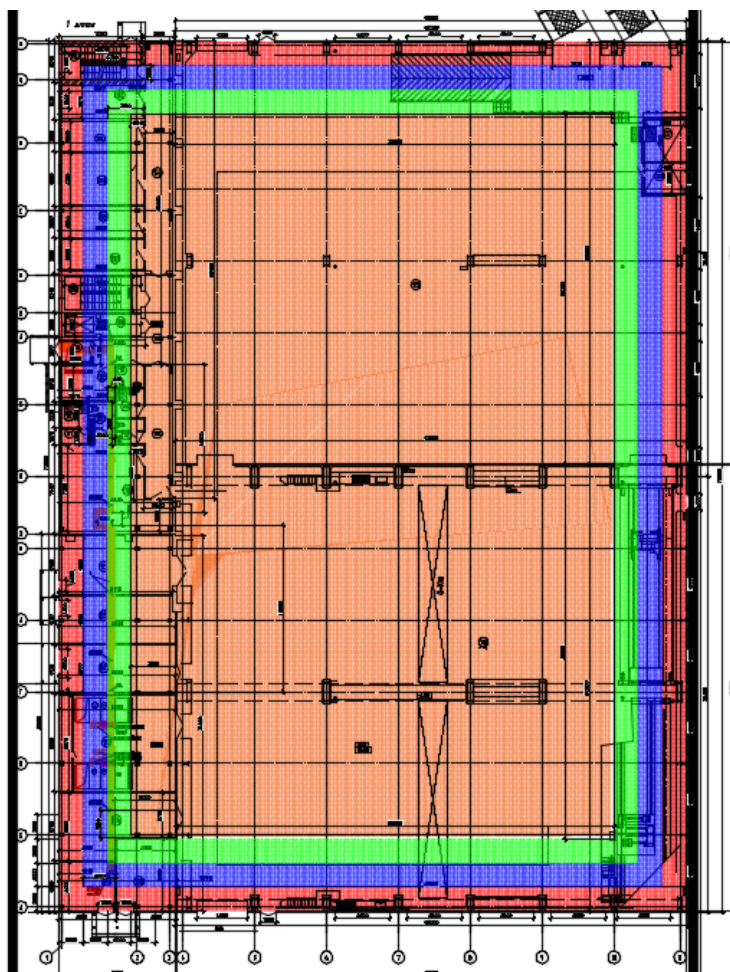


Рисунок 13 – Разбивка на зоны полов, лежащих на грунте

Зная значение сопротивления теплопередачи определяется коэффициент теплопередачи:

$$k_I = \frac{1}{R_I^{усл}} = \frac{1}{4,61} = 0,22 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

$$k_{II} = \frac{1}{R_{II}^{усл}} = \frac{1}{6,81} = 0,15 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

$$k_{III} = \frac{1}{R_{III}^{усл}} = \frac{1}{11,11} = 0,09 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

$$k_{IV} = \frac{1}{R_{IV}^{усл}} = \frac{1}{16,71} = 0,06 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

Наружная дверь.

Согласно СП при расчете приведенного сопротивления теплопередачи двери опираемся на условие:

$$R_0^{усл.стен} \geq 0,6 R_0^{треб.двери} \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

Тогда получаем:

$$0,6 R_0^{треб} = \frac{t_B - t_H}{\Delta t^H \cdot \alpha_B} = \frac{1(18 - (-30))}{7 \cdot 8,7} = 0,79 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

$$R_0^{треб} = 0,79 \cdot 0,6 = 0,47 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

$$1,94 \geq 0,47 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

$$k = \frac{1}{0,47} = 2,11 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

Кровля Цех.

В качестве утеплителя перекрытия 2-го этажа применяется минеральная плита Технориф Н Проф плотностью 135 кг/м<sup>3</sup>.

Состав покрытия приведен в таблице 19 и отображен на рисунке 14.

Таблица 19 – Состав конструкции перекрытия потолка

Слой	Наименование материала	Толщина слоя $\delta$ , м	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м·°С)
1	Профлист	0,001	0,04
2	Паробарьер С	0,001	0,02
3	Утеплитель – Техноруп Н Проф	х	0,044
4	Сборная стяжка	0,02	0,76
5	Праймер битумный	0,001	0,02
6	Унифлекс Вент	0,005	0,02
7	Техноэласт пламя стоп	0,004	0,02

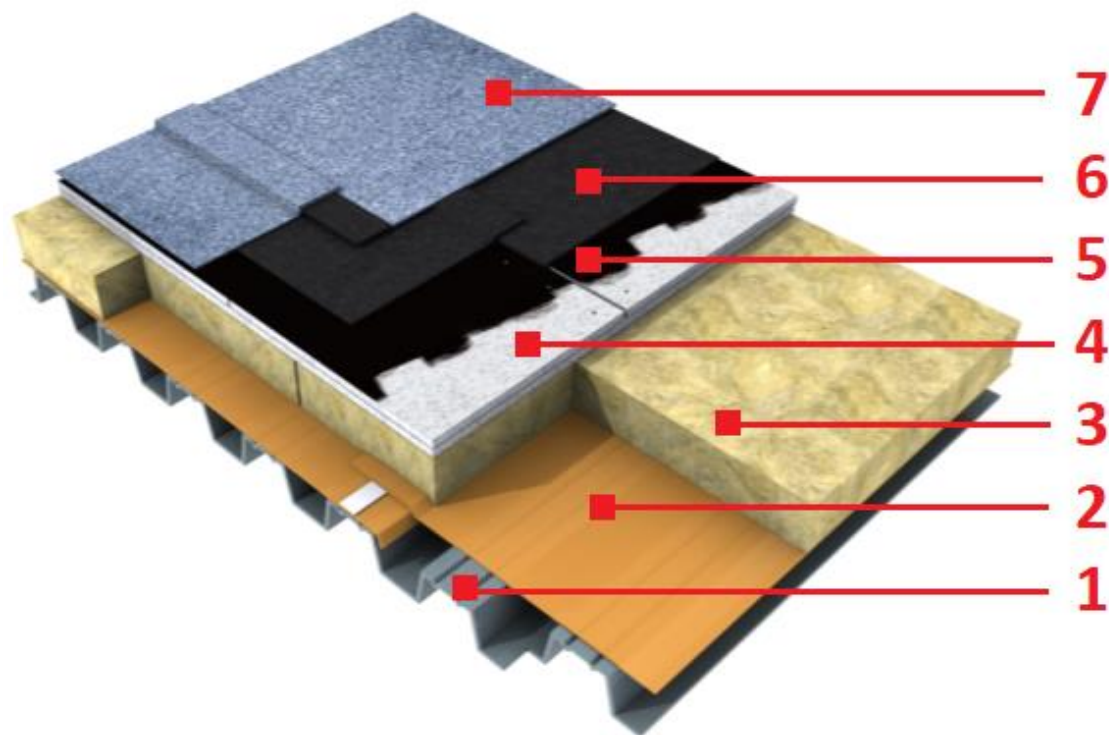


Рисунок 14 – Конструкция кровли Цеха



Если требуется найти толщину утеплителя (при условии, что он не известен), необходимо:

– Вычисляем требуемое условное сопротивление теплопередачи  $R_0^{усл}$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ :

$$R_0^{усл} = \frac{R_0^{тр}}{r}$$
$$R_0^{усл} = \frac{1,97}{0,85} = 2,32 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

где  $r$  – коэффициент теплотехнической однородности приведены в (табл.6 СП 23.101–2004  $r = 0.85$ ).

– Вычисляем толщину утепляющего слоя

$$\delta_{ут} = \left( R_0^{усл} - \frac{1}{\alpha_{в}} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_n}{\lambda_n} - \frac{1}{\alpha_{н}} \right) \cdot \lambda_{ут}$$
$$\delta_{ут} = \left( 2,32 - \frac{0,1}{8,7} - \frac{0,001}{0,04} - \frac{0,001}{0,02} - \frac{0,02}{0,76} - \frac{0,001}{0,02} - \frac{0,005}{0,02} - \frac{0,004}{0,02} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,044 = 0,05 \text{ м}$$

проверяем условие:

$$R_0^{усл} \geq R_0^{тр} = 2,32 \geq 1,89 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}.$$

Если требуется найти толщину сэндвича (при условии, что он не известен), необходимо:

1. вычисляем требуемое условное сопротивление теплопередачи  $R_0^{усл}$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ :

$$R_0^{усл} = \frac{R_0^{тр}}{r}$$
$$R_0^{усл} = \frac{1,89}{0,85} = 2,22 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

где  $r$  – коэффициент теплотехнической однородности приведены в (табл.6 СП 23.101–2004  $r = 0.85$ ).

– Вычисляем толщину утепляющего слоя кровли

$$\delta_{\text{ут}} = \left( R_0^{\text{усл}} - \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_n}{\lambda_n} - \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \right) \cdot \lambda_{\text{ут}}$$

$$\delta_{\text{ут}} = \left( 2,28 - \frac{0,14}{1,69} - \frac{0,008}{0,02} - \frac{0,0048}{0,02} - \frac{0,05}{0,14} - \frac{0,05}{0,76} - \frac{0,001}{0,02} - \frac{0,004}{0,02} - \frac{0,006}{0,02} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,044 = 0,02 \text{ м}$$

фактическая толщина утеплителя принимается в соответствии с выпускаемыми типоразмерами:  $\delta_{\text{ут}} = 2 \text{ мм}$ .

Определяем приведённое сопротивление теплопередачи:

$$R_0^{\text{усл}} = \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,001}{0,04} + \frac{0,001}{0,02} + \frac{0,06}{0,044} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{0,001}{0,02} + \frac{0,005}{0,02} + \frac{0,004}{0,02} + \frac{1}{23} \right) =$$

$$3,22 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

$$R_0^{\text{пп}} = R_0^{\text{усл}} \cdot r = 3,22 \cdot 0,85 = 2,74 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

проверяем условие:

$$R_0^{\text{пп}} \geq R_0^{\text{тп}} = 2,74 \geq 1,89 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

Определяем коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций  $k$ , Вт/(м<sup>2</sup>·°C) по формуле:

$$k = \frac{1}{R_0^{\text{пп}}} \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)} \quad (14)$$

$$k = \frac{1}{2,74} = 0,37 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$$

Кровля АБК.

В качестве утеплителя перекрытия 2-го этажа применяется минеральная плита Технориф Н Проф плотностью 135 кг/м<sup>3</sup> [25].

Состав покрытия приведен в таблице 20 и отображен на рисунке 15.

Таблица 20 – Состав конструкции перекрытия потолка

Слои	Наименование материала	Толщина слоя $\delta$ , м	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м·°С)
1	ЖБ плита перекрытия	0,14	1,69
2	Биполь ЭПП	0,008	0,02
3	Утеплитель – Технориф Н Проф	х	0,044
4	Руберойд	0,0048	0,02
5	Керамзитовый гравий	0,05	0,14
6	Армированная ЦПС	0,05	0,76
7	Праймер битумный	0,001	0,02
8	Унифлекс Вент	0,004	0,02
9	Техноэласт пламя стоп	0,006	0,02

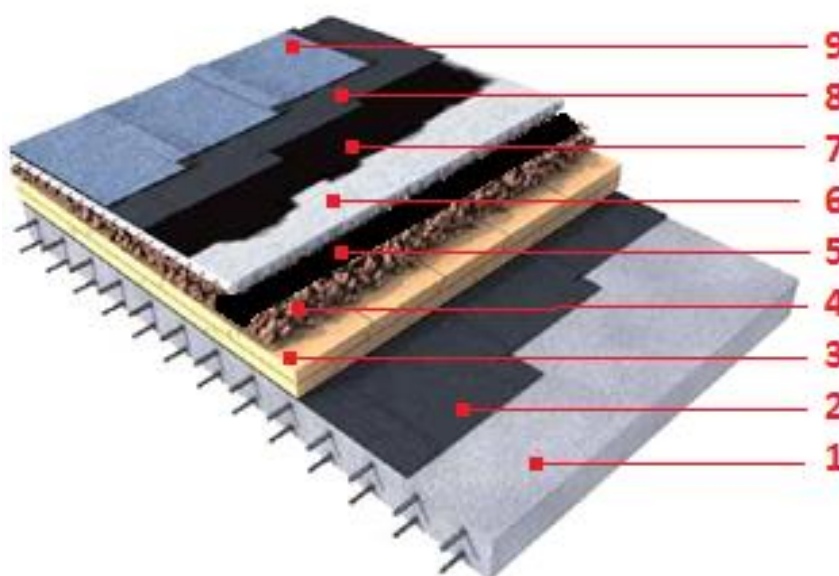


Рисунок 15 – Конструкция кровли АБК

Если требуется найти толщину утеплителя (при условии, что он не известен), необходимо:

- вычисляем требуемое условное сопротивление теплопередачи  $R_0^{усл}$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ :

$$R_0^{усл} = \frac{R_0^{тр}}{r}$$

$$R_0^{усл} = \frac{1,97}{0,85} = 2,32 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

где  $r$  – коэффициент теплотехнической однородности приведены в (табл.6 СП 23.101–2004  $r = 0.85$ ).

- Вычисляем толщину утепляющего слоя

$$\delta_{ут} = \left( R_0^{усл} - \frac{1}{\alpha_B} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_n}{\lambda_n} - \frac{1}{\alpha_H} \right) \cdot \lambda_{ут}$$

$$\delta_{ут} = \left( 2,32 - \frac{0,1}{8,7} - \frac{0,14}{1,69} - \frac{0,008}{0,02} - \frac{0,0048}{0,02} - \frac{0,05}{0,14} - \frac{0,05}{0,76} - \frac{0,001}{0,02} - \frac{0,004}{0,02} - \frac{0,006}{0,02} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,044 = 0,02 \text{ м}$$

проверяем условие:

$$R_0^{усл} \geq R_0^{тр} = 2,22 \geq 1,89 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

Если требуется найти толщину сэндвича (при условии, что он не известен), необходимо:

- вычисляем требуемое условное сопротивление теплопередачи  $R_0^{усл}$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ :

$$R_0^{усл} = \frac{R_0^{тр}}{r}$$

$$R_0^{усл} = \frac{1,97}{0,85} = 2,32 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

где  $r$  – коэффициент теплотехнической однородности приведены в (табл.6 СП 23.101–2004  $r = 0.85$ ).

– Вычисляем толщину утепляющего слоя кровли

$$\delta_{ут} = \left( R_0^{усл} - \frac{1}{\alpha_B} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_n}{\lambda_n} - \frac{1}{\alpha_H} \right) \cdot \lambda_{ут}$$

$$\delta_{ут} = \left( 2,32 - \frac{0,14}{1,69} - \frac{0,008}{0,02} - \frac{0,0048}{0,02} - \frac{0,05}{0,14} - \frac{0,05}{0,76} - \frac{0,001}{0,02} - \frac{0,004}{0,02} - \frac{0,006}{0,02} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,044 = 0,02 \text{ м}$$

фактическая толщина утеплителя принимается в соответствии с выпускаемыми типоразмерами:  $\delta_{ут} = 2$ мм.

Определяем приведённое сопротивление теплопередачи:

$$R_0^{усл} = \left( \frac{0,14}{1,69} + \frac{0,008}{0,02} + \frac{0,03}{0,044} + \frac{0,0048}{0,02} + \frac{0,05}{0,14} + \frac{0,05}{0,76} + \frac{0,001}{0,02} + \frac{0,004}{0,02} + \frac{0,006}{0,02} + \frac{1}{23} \right) = 2,31 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

$$R_0^{пп} = R_0^{усл} \cdot r = 2,31 \cdot 0,85 = 1,96 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

проверяем условие:

$$R_0^{пп} \geq R_0^{тп} = 1,96 \geq 1,89 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

Определяем коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций  $k$ , Вт/(м<sup>2</sup>·°C) по формуле:

$$k = \frac{1}{R_0^{пп}} \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)} \quad (15)$$

$$k = \frac{1}{1,96} = 0,51 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$$

Полученные значения приведены в таблице 21.

Таблица 21 – Сводная таблица теплотехнических характеристик наружных ограждающих конструкций завода по производству пластмасс

Наименование ограждающей конструкции	Толщина слоя утепления, $\delta, м$	Фактическое сопротивление теплопередач. $R_o^{ycl}, (м^2 \cdot ^\circ C) / Вт$	Коэф–т теплопередачи $k, Вт / (м^2 \cdot ^\circ C)$
Наружная стена ЦЕХ	0,08	2,38	0,49
Наружная стена АБК (сэндвич)	0,05	3,06	0,38
Внутренняя стена АБК (кирпич)	0,4	2,42	0,41
Внутренняя стена АБК (сэнд+кирп)	0,45	2,55	0,39
Внутренняя стена АБК (гипсокартн)	0,07	1,61	0,62
Наружная стена цокольного этажа	0,10	2,81	0,041
Наружная стена цокольного этажа 1 зона (в грунте)	0,15	3,79	0,052
Кровля ЦЕХ	0,06	3,22	0,37
Кровля АБК	0,02	2,31	0,51
Пол с раскладкой по зонам	I зона	2,1	0,476
	II зона	4,3	0,233
	III зона	8,6	0,116
	IV зона	14,2	0,07
Окна	Тройное, в пластиковых переплетах	0,55	1,81
Наружные двери	Двойная с тамбуром	0,862	1,16

Начальная расчёт теплотеперь здания приведен в таблице 22.

Полный расчёт теплотеперь здания приведён в приложении А

Вывод по разделу 3

По результатам кропотливого теплотехнического расчета получены значения толщин утепляющих слоев для всех конструкций наружных ограждений завода по производству пластмасс.

Таблица 22 – Сводная таблица расчёта теплопотерь помещений (АБК + ЦЕХ)

№	Наименование помещения	Ограждающие конструкции							Основ. потери Q, Вт	Добавочные теплопотери, β		Коэффициент (1+β)	Теплопотери, Вт		
		Наименование	Ориентация	Размеры		Площадь, Ам <sup>2</sup>	коэф. теплопер. к	Δt = (tв - tн)°С		ориентацию	Прочие		Огражд. + добавочн Q(1+Σβ)	Инфильтр. Qинф	Расчётные Qобщ
				a	h										
101	Лестница	НС	В	7,04	10,6	74,62	0,39	45	1309,7	0,1	-	1,10	1440,6	-	-
		НД	В	1,3		2,86	1,16	45	149,3	0,1	3,08	4,18	623,7	-	-
		НС	С	3,51	10,6	37,21	0,39	45	653,0	0,1	-	1,10	718,3	-	-
		О1	С	1,5	-	2,25	1,81	45	183,3	0,1	-	1,10	201,6	-	-
		О2	С	1,5	-	2,25	1,81	45	183,3	0,1	-	1,10	201,6	-	-
		ПТ	-	6,37	-	18,15	0,51	45	416,6	-	-	1,00	416,6	-	-
		ПЛ1	-	2,85	-	5,70	0,476	45	122,1	-	-	1,00	122,1	-	-
		ПЛ1	-	4,76	-	9,52	0,476	45	203,9	-	-	1,00	203,9	-	-
		ПЛ2	-	4,76	-	5,85	0,233	45	61,4	-	-	1,00	61,4	-	-
		ПЛУ	-	2	-	4,00	0,476	45	85,7	-	-	1,00	85,7	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4075,5	1153

## **4 Системы обеспечения микроклимата**

### **4.1 Теплоснабжение**

#### **4.1.1 Выбор принципиальных решений и проектирование**

Источником теплоснабжения является автоматизированной блочно–модульная котельной (АБМК) тепловой мощностью 2,61МВт (три котла «Ecomax NC 870–N» фирмы «Ecoflam» мощностью 870 кВт каждый [41]. Общая мощность котельной 2610 кВт.) установленной на территории проектируемого объекта.

«Параметры теплоносителя: В отопительный период:  $T_1 = 95^{\circ}\text{C}$ ;  $T_2 = 70^{\circ}\text{C}$   $\Delta P = 1,5$  атм.

Поддержание требуемых параметров теплоносителя для систем отопления и теплоснабжения предусмотрено в ИТП, расположенном на отм. 0,000.

На вводе трубопроводов в ИТП устанавливается запорная арматура, грязевик, сетчатый магнитный фильтр» [29].

«Присоединение систем отопления к тепловой сети предусматривается по зависимой схеме с установкой регулирующего клапана [44]. Присоединение системы теплоснабжения воздухонагревателей приточных установок и воздушно–тепловых завес к тепловой сети предусматривается непосредственно к узлу регулирования» [5].

Для циркуляции системы отопления установлены циркуляционные насосы [46].

Система автоматизации ИТП осуществляет регулирование температуры теплоносителя по каждому контуру в погодозависимом режиме [42]. На каждом независимом участке установлены приборы КИПа [45].

В ИТП предусмотрена установка сборной и распределительной гребенок для систем отопления [39].



«Для увязки гидравлических сопротивлений отдельных систем отопления на обратных штуцерах сборных гребенок в ИТП предусмотрена установка балансировочных клапанов» [40]. «Подпитка и заполнение систем отопления и теплоснабжения осуществляется из обратного трубопровода тепловой сети.

Для удаления воды из оборудования и трубопроводов ИТП предусмотрена установка штуцеров со спускными кранами. Стоки от оборудования и трубопроводов в ИТП удаляются в приямок по уклонам пола. Дренажное оборудование и трубопроводы ИТП в ходе ремонтов и профилактических работ осуществляется в сеть канализации через приямок с установленным в нем дренажным насосом [38]. Помещение ИТП оснащено приточно-вытяжной вентиляцией.

В качестве тепловой изоляции для оборудования, арматуры и трубопроводов ИТП применяется изоляция из каменной ваты Rockwool с покровным слоем из фольгоизола» [43].

«Удаление воздуха из трубопроводов системы теплоснабжения предусматривается в верхних точках автоматическими воздухоотводчиками, слив воды через штуцера с запорными кранами – в нижних точках системы, а также – в узлах регулирования у потребителей» [26].

«Все магистральные трубопроводы систем теплоснабжения изолируются высокоэффективным теплоизолирующим материалом Техно 80 б=20.0 мм с покровным слоем из алюминиевой фольги [27]. Температура на поверхности изоляции не более 40°С. Перед проведением изоляционных работ наружная поверхность труб очищается от грязи, продуктов коррозии, окалины. После очистки производится обдувка труб сжатым воздухом и обезжиривание уайтспиритом» [26]. Затем наносится антикоррозионное покрытие – Термостойкая эмаль "ТЕС-ТЕРМО" серебристо-серая (600°С) – в дваслоя. Неизолированные трубопроводы окрашиваются так же эмалью "ТЕС-ТЕРМО".

Отопление здания осуществляется 2-мя системами отопления:

- СО1 – система отопления АБК;
- СО2 – система отопления производственной зоны, склада сырья и готовой продукции.

#### Отопление АБК.

Система отопления СО1 – двухтрубная горизонтальная с вертикальными стояками с нижней разводкой подающей и обратной магистралей. Магистральные трубопроводы проложены под потолком коридора 1-го, изолируются негорючей тепловой изоляцией толщиной 20 мм [20].

«Отопительные приборы в системе СО1– биметаллические секционные радиаторы «Royal Thermos параллельным подключением, оснащенные терморегуляторами и воздуховыпускными кранами. Регулирование теплоотдачи приборов отопления предусмотрено радиаторными терморегуляторами. Воздух из систем отопления удаляется через воздуховыпускные клапаны, установленные в верхних пробках радиаторов (кран Маевского)» [21].

«Удаление воздуха из трубопроводов обеспечивается автоматическими воздухоотводчиками, устанавливаемыми в верхних точках систем отопления.

Устройства для опорожнения систем отопления предусматриваются на каждом этаже в низших точках системы отопления СО1 и в ИТП.

На эвакуационных путях отопительные приборы устанавливаются на высоте 2.2 м от пола. В лестничной клетке приборы устанавливаются на отм. 0.000 (под площадкой ЛК – не на эвакуационном пути)» [14].

#### Отопление производства и склада

Система отопления СО2 воздушная с помощью воздушно–отопительных агрегатов (АВО) установленных по периметру здания на высоте 4м от уровня пола. Узел обвязки АВО с регулирующей арматурой поставляется в комплекте. Трубопроводы изолируются цилиндрами из минеральной ваты покрытые алюминиевой фольгой.

Во всех системах отопления в качестве трубопроводов применяются стальные трубы при Ду больше 50мм – по ГОСТ 10704–91, при Ду меньше 50мм – по ГОСТ 3262–75\*.

В помещении электрощитовой, кладовщиков и стоянки погрузчиков отопление осуществляется электрорадиаторами с уровнем защиты от поражения током класса 0 и температурой теплоотдающей поверхности не выше 150°С.

Теплоснабжение воздушных тепловых завес.

На входе в АБК в тамбуре установлена воздушно–тепловая завеса с электронагревателем. У ворот для погрузки–выгрузки продукции предусмотрена установка вертикальных воздушно–тепловых завес с водяным нагревателем. Завесы устанавливаются в границах отбойников и не препятствуют передвижению погрузчиков. Узел обвязки воздухонагревателя завес устанавливается рядом с нагревателем. Теплоснабжение водяных нагревателей завес осуществляется от ИТП здания. Трубопроводы – труба стальная по ГОСТ 10704–91. Тепловая изоляция – фольгированные цилиндры из минеральной ваты толщиной 20мм.

#### **4.1.2 Гидравлический расчёт системы отопления**

Целью гидравлического расчета системы отопления являются:

- а) подбор диаметров труб на каждый участок, с тем расчётом, чтобы:
  - 1) скорость потока среды трубопровода не превышала предельно-допустимые, иначе при работе системы будет образовываться шум;
  - 2) расход теплоносителя обеспечивал заданные тепловые нагрузки приборов;
  - 3) определение потерь давления;
  - 4) подбор положения регулирующих и балансировочных клапанов, с индивидуальными настройками.

На основании архитектурно–строительных чертежей, определяем места установки отопительных приборов, стояков и магистралей. Вычерчиваем

аксонометрическую схему системы отопления. Расставляем запорную регулируемую арматуру. Выбираем главное циркуляционное кольцо, разбиваем на участки, составляем расчётную схему (приложение Г)

«Расчётным участком считается отрезок трубопровода с постоянным расходом теплоносителя (т. е. трубопровод между двумя ответвлениями). На расчётной аксонометрической схеме у каждого участка проставляются его номер, тепловая нагрузка и длина» [8].

Последовательность гидравлического расчёта

- Выбираем главное циркуляционное кольцо
- Главное циркуляционное кольцо разбиваем на участки
- Определяем расчётное циркуляционное давление  $\Delta P_p$  Па:

$$\Delta P_p = \Delta P_H + B \Delta P_E$$

- Находим средние удельные потери давления на трение (Па/м)

$$R_{CP} = \frac{0,65 \cdot \Delta P_p}{\Sigma l}$$

- Подсчитываем расход воды на участках (кг/ч):

$$G_{уч} = \frac{3,6 \cdot Q_{уч} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{c \cdot (t_{II} - t_0)}$$

- По  $R_{CP}$  и  $Q_{уч}$  в таблице гидравлического расчёта подбираем допустимые диаметры трубопровода для главного циркуляционного кольца.
- Для каждого участка находится сумма коэффициентов местных сопротивлений  $\Sigma \varepsilon$  и  $\Delta P_{дин}$
- Определяем общие потери давления в расчётном кольце по формуле

$$P_{\text{уч}} = R \cdot l + Z$$

- Сравниваем, не превышают ли потери давления в главном циркуляционном кольце с располагаемым перепадом давления

$$\frac{\Delta P_p - \Delta \Sigma P_{\text{уч}}}{\Delta P_p} \cdot 100\% \leq (5 - 10\%)$$

- «По аналогии проводим расчёт малых циркуляционных колец (через нижний прибор ближнего к тепловому пункту стояка). Потери давления в главном и малом циркуляционных кольцах не должны отличаться более чем на 15% для систем с тупиковым движением воды, 5% – при попутном» [8].
- Увязку параллельных участков осуществляем диаметрами или с помощью балансировочных кранов.

Результаты гидравлического расчёта заносим в таблицу 23.

Таблица 23 – Результаты гидравлического расчёта

Участок	$Q_{\text{уч}}$ , Вт	$G_{\text{уч}}$ , кг/ч	$l$	Ди условный	$w$	$R_{\phi}$	$R_{\phi} \cdot l$	$\Sigma \varepsilon$	$P_{\text{дин}}$	$Z$	$R_{\phi} \cdot l + Z$	Примечание
1–2	63050	2555	4,47	32	0,67	200,00	894	2,5	223,78	559,4	1453,4	
2–3	61517	2493	10,03	32	0,674	200,00	2006	2,5	226,46	566,1	2572,1	
3–4	59186	2399	7,5	32	0,638	180,00	1350	1,5	202,91	304,4	1654,4	
4–5	57354	2324	24,79	32	0,62	170,00	4214,3	2,5	191,62	479,1	4693,4	
5–6	39737	1610	8,85	25	0,757	360,00	3186	1,5	285,66	428,5	3614,5	
6–7	36470	1478	2,45	25	0,69	300,00	735	1,5	237,34	356,0	1091,0	
7–8	36008	1459	14,2	25	0,666	280,00	3976	2	221,11	442,2	4418,2	
8–а	6604	267,6	10,22	20	0,204	40,00	408,8	6,5	20,75	134,8	543,6	
а–9	3168	128,4	4	15	0,176	45,00	29,7	13,5	15,44	208,5	238,2	
9–9'	3168	128,4	1	15	0,176	45,00	29,7	32	15,44	208,5	2238,2	2000
9'–6	3168	128,4	4	15	0,176	45,00	29,7	13,5	15,44	208,5	238,2	
6–8'	6604	267,6	10,22	20	0,204	40,00	408,8	6,5	20,75	134,8	543,6	
8'–7'	36008	1459	14,2	25	0,666	280,00	3976	2	221,11	442,2	4418,2	
7'–6'	36470	1478	2,45	25	0,69	300,00	735	1,5	237,34	356,0	1091,0	
6'–5'	39737	1610	8,85	25	0,757	360,00	3186	1,5	285,66	428,5	3614,5	
5'–4'	57354	2324	24,79	32	0,62	170,00	4214,3	2,5	191,62	479,1	4693,4	
4'–3'	59186	2399	7,5	32	0,638	180,00	1350	1,5	202,91	304,4	1654,4	
3'–2'	61517	2493	10,03	32	0,674	200,00	2006	2,5	226,46	566,1	2572,1	
2'–1'	63050	2555	4,47	32	0,67	200,00	894	2,5	223,78	559,4	1453,4	

## 4.2 Вентиляция

### 4.2.1 Конструкция и функциональность систем вентиляции

Системы вентиляции для производственных зданий играют ключевую роль в обеспечении качества воздуха и создании комфортных условий для работников (Рисунок 16). Эффективная система вентиляции должна учитывать не только аспекты обеспечения свежего воздуха, но и поддержания требуемой влажности и очищения воздуха от загрязнений. Помимо этого, важно обеспечить безопасность и соответствие стандартам по безопасности и санитарным нормам [16].

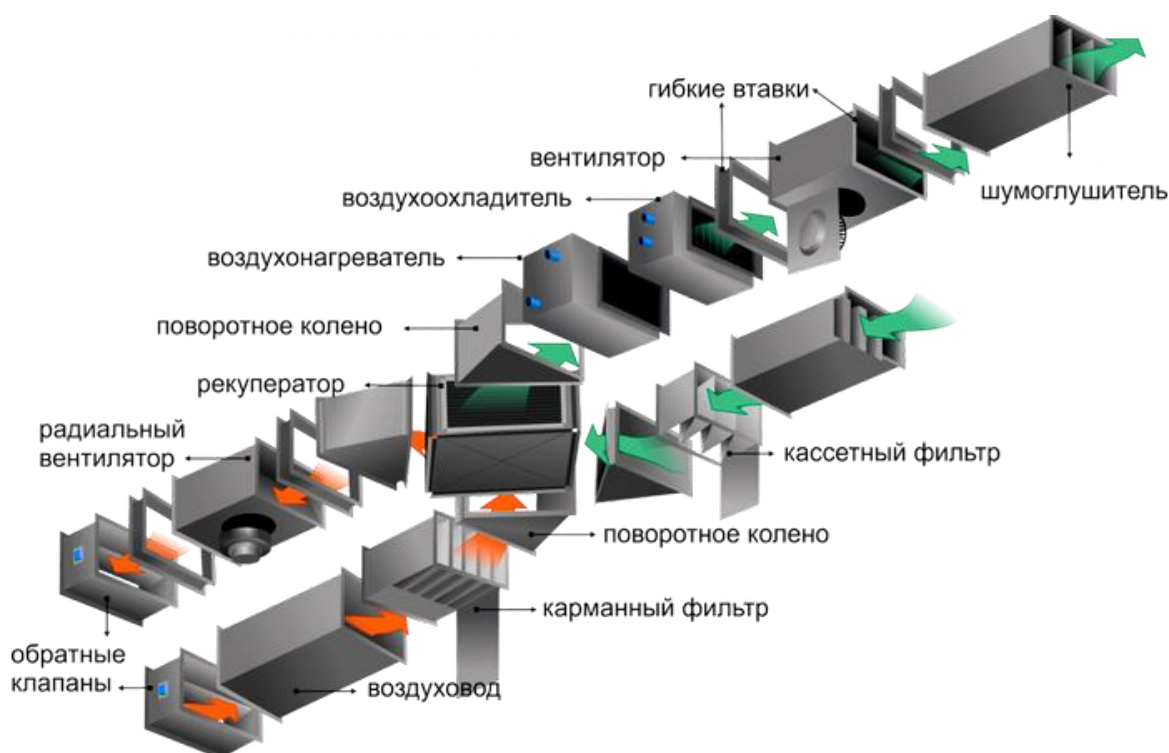


Рисунок 16 – Компоненты вентиляции

Вентиляционные установки: Основной элемент, обеспечивающий поступление и циркуляцию воздуха в помещениях. Они могут быть различных типов, включая приточные, вытяжные, рекуперативные и смешанные системы. Приточные системы поставляют свежий воздух извне, вытяжные удаляют отработанный воздух, а рекуперативные используют

теплообменники для передачи тепла между воздухом, поступающим и удаляющимся (рисунок 17).

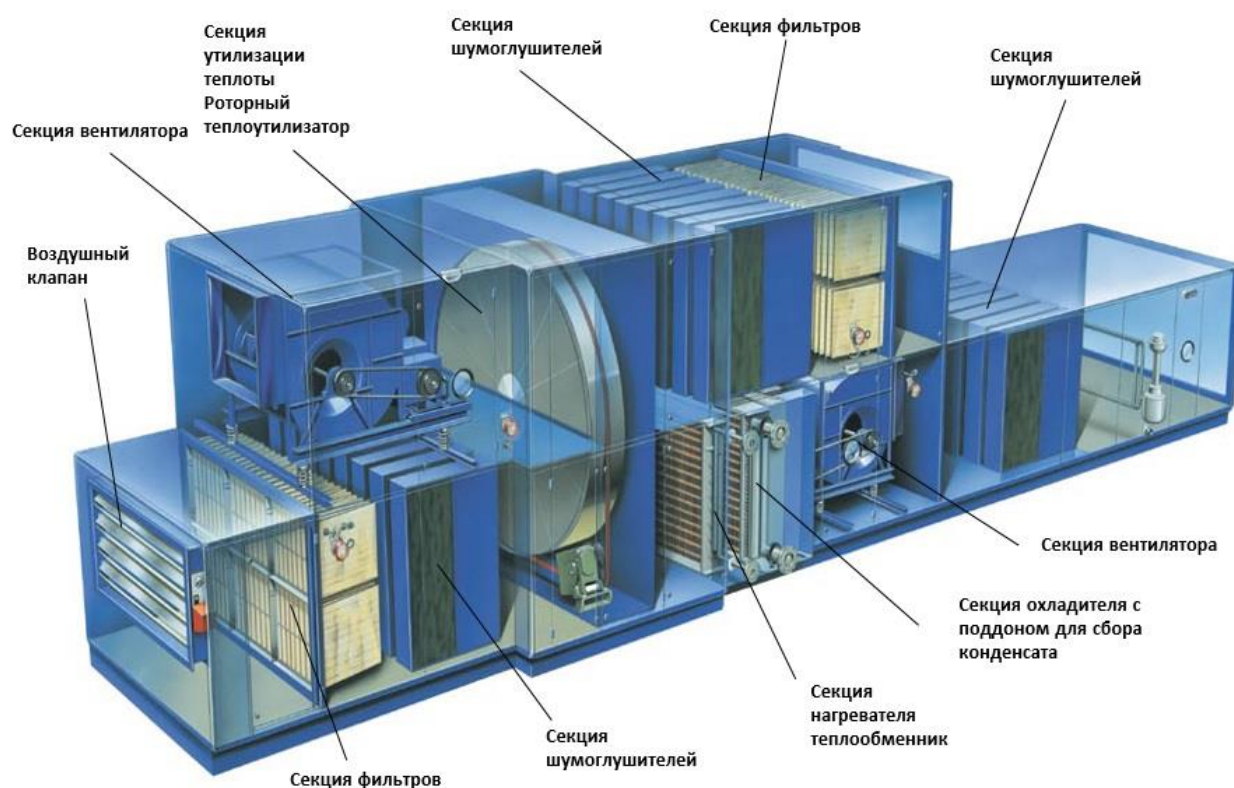


Рисунок 17 – Пример вентиляционной установки.

Фильтрация воздуха: Применение фильтров необходимо для удаления пыли, бактерий, вредных газов и других загрязнителей из воздуха, чтобы обеспечить безопасные и здоровые условия для работников[15]. Фильтры должны регулярно обслуживаться и заменяться в соответствии с инструкциями производителя.

Каналы и воздуховоды: Система вентиляции включает сеть каналов и воздуховодов, через которые циркулирует воздух по зданию [7]. Качество этих каналов влияет на эффективность работы всей системы.

Автоматизация и управление: Современные системы вентиляции обычно оснащены автоматическими устройствами управления, позволяющими контролировать температуру, влажность, скорость вентиляции и другие параметры для оптимальной работы системы.



При проектировании системы вентиляции специалисты учитывают специфику производственного процесса, тип помещений, количество людей, работающих внутри, а также требования по безопасности и санитарным нормам. Каждая система разрабатывается индивидуально с учетом этих параметров для обеспечения оптимальной эффективности.

Важность системы вентиляции состоит в эффективности, т.к. система вентиляции в производственных зданиях не только обеспечивает комфортные условия для работников, но и снижает риск заболеваний, связанных с воздействием вредных веществ, повышает производительность труда и снижает износ оборудования за счет поддержания оптимальных условий эксплуатации.

Система вентиляции в производственных зданиях играет важную роль в обеспечении безопасности, здоровья и комфорта работников, а также в поддержании эффективности производственных процессов. Разработка и поддержание эффективной системы вентиляции требует комплексного подхода и постоянного контроля за работой оборудования.

#### **4.2.2 Описание принятых решений систем вентиляции**

В производственном корпусе (ПСК).

Согласно СП 60.13330.2012, СП 56.13330.2011, СП 57.13330.2011, в здании производственно–складского корпуса предусмотрено устройство приточно–вытяжной вентиляции с механическим и естественным побуждением (система ВЕ1 для электрощитовой, ВЕ3 для помещения стоянки погрузчиков).

Системы вентиляции помещений ПСК предусмотрены с учетом их функционального назначения. Самостоятельные системы приточно–вытяжной вентиляции приняты для помещений:

- компрессорной станции;
- склада сырья и готовой продукции;
- производственной зоны.

Режим работы–круглосуточный.

Воздухообмен в помещении 130 определен по избыточным тепловыделениям от оборудования, принятым по заданию ТХ, согласно приложению И СП 60.13330.2012 [37] Параметры внутреннего воздуха приняты по заданию ТХ, СП 60.13330.2012.

П9,10 включают в себя:

- заслонку наружного воздуха;
- фильтр кассетный EU3; 14
- секцию смешения;
- воздухоохладитель фреоновый;
- воздухонагреватель водяной
- вентилятор;
- гибкие вставки. на кровле производственно–складского корпуса.

Установки П9, П10 оборудуются шумоглушителями, размещаются в венткамере, вытяжные В11, В12 – на кровле одноэтажной части ПСК.

Компрессорно–конденсаторные блоки (ККБ) для воздухоохладителей систем П9,П10 размещаются на кровле одноэтажной части ПСК. Хладоноситель – фреон R410А, фреонопроводы –медные трубки в изоляции.

В11, В12

включают в себя:

- вентилятор;
- гибкие вставки.

В установках П9, П10 предусмотрено использование рециркуляции из помещения 130, т.к. согласно тех. заданию заказчика в помещении 130 (катег. В3) горючие пыли и аэрозоли не выделяются (если бы выделялись горючие вещества и аэрозоли, то рециркуляция из пом.130 не допускалась бы согласно п. 7.4.4е СП60.13330.2012), выделяются вредные вещества 3 и 4 класса опасности, поэтому из этого помещения можно забирать воздух на рециркуляцию (п. 7.4.6 г СП 60.13330.2012).

Приемная воздухозаборная решетка для приточной установки предусмотрена на отм. выше 3 м от уровня земли.

Приточный воздух в помещение 130 раздается вертикальными компактными струями многоконусными сопловыми воздухораспределителями с приводами. Приточные воздуховоды прокладываются в межферменном пространстве.

Вытяжка из помещения 130 осуществляется из верхней зоны решетками с регулируемыми жалюзи. Вытяжные воздуховоды прокладываются в межферменном пространстве, низ выбросного отверстия вытяжной системы находится на высоте не менее 1м от ур. кровли склада сырья и готовой продукции. Список тепlopоступлений от оборудования представлен в таблице 24.

Таблица 24 – тепlopоступления от оборудования

Наименование	Кол-во	Тепlopоступления Суммарные ,кВт
Термопластоавтомат ТПА МА2800	1	5,68
Термопластоавтомат ТПА МА3800	5	79,61
Термопластоавтомат ТПА JU5500	1	19,05
Термопластоавтомат ТПА JU7500	1	25,7
Вакуум загрузчик SAL-5HR-UG	2	1,2
Вакуум загрузчик SAL-800G	6	0,6
Бункер сушилка SHD-50 SL-M	6	5,16
Бункер сушилка SHD-200M	2	5,24
Робот ХТА1500	2	0,3
Холодильная установка	1	19,35
Вибрационная сварочная машина	1	7,25 (159,13)
Тепловая сварочная машина	1	5,37
Станок токарно-винторезный МА6056	1	0,52
Настольно-сверлильный станок ВСЗ 2М112	1	0,02
Станок шлифовальный 3Б624	1	0,21
Станок фрезерный ВМ127М	1	0,58
Кран мостовой электрический г/п 32т	1	10,28
Кран мостовой электрический г/п 10т	1	1,64
Итого		188 000

По расчёту (тепловыделения)

$$L = \frac{3,6 \cdot Q}{c \cdot (t_B - t_H)} = \frac{3,6 \cdot 188\,000}{1,03 \cdot (18 - 27)} = \frac{676800}{1,03 \cdot (18 - 27)} = \frac{676800}{9,063} = 74\,677 \text{ м}^3 = 75000 \text{ м}^3.$$

Для приточных и вытяжных систем, обслуживающих помещения с круглосуточной работой, предусмотрены резервные вентиляторы или электродвигатели, хранящиеся на складе (п.7.2.9 СП 60.13330.2012).

По расчёту на вредность: при переработке полипропилена, вследствие деструкции пластмассы при нагревании, выделяются: этановая кислота (3 кл. опасности), которая не является ни канцерогенами, ни токсинами. Это просто загрязняющее вещества.

На один станок приходится:

$$L = \frac{51 \text{ мг/час}}{(C_{\text{пдк}} - C_{\text{пр}})} = \frac{51}{(5 - 1,5)} = \frac{51}{3,5} = \frac{676800}{9,063} = 14,57 \text{ м}^3/\text{час}$$

Склад сырья и готовой продукции (помещение 129).

Воздухообмен в помещении 129 определен по кратности согласно заданию ТХ, СП57.13330.2011. Параметры внутреннего воздуха приняты по заданию ТХ, СанПиН 2.2.4.548–96 [30] т.2. Приточная вентиустановка (П8) размещается в венткамере.

П8 включает в себя: 13

- заслонку наружного воздуха;
- фильтр кассетный EU3;
- воздухонагреватель водяной
- вентилятор;
- гибкие вставки.

В10 включает в себя:

- вентилятор;
- гибкие вставки.

Установка П8 оборудуется шумоглушителем. Схема воздухораспределения – сверху–вверх. Приемная воздухозаборная решетка для приточной установки предусмотрена на отм. выше 3 м от уровня земли.

Приточный воздух в помещения склада сырья и готовой продукции (пом.152) раздается вертикальными компактными струями многоконусными

сопловыми воздухораспределителями с приводами. Приточные воздуховоды прокладываются в межферменном пространстве.

Вытяжка из помещения 129 осуществляется из верхней зоны решетками с регулируемыми жалюзи [12]. Вытяжные воздуховоды прокладываются в межферменном пространстве. Низ выбросного отверстия вытяжной системы находится на высоте не менее 1м от уровня кровли склада сырья и готовой продукции. Для приточных и вытяжных систем, обслуживающих помещения с круглосуточной работой, предусмотрены резервные вентиляторы или электродвигатели, хранящиеся на складе (п.7.2.9 СП 60.13330.2012).

#### ИТП.

Воздухообмен в ИТП рассчитан на ассимиляцию тепlopоступлений от изолированных трубопроводов и оборудования. Параметры внутреннего воздуха приняты по СП 60.13330.2012, СП 41–101–95. Схема воздухораспределения – «сверху–вверх». Приток – от системы П7, установленной в венткамере, вытяжка – системой В9, установленной под потолком ИТП. Воздух раздается и удаляется решетками с регулируемыми жалюзи. Установка приборов учета и контроля потребляемого тепла предусмотрена в ИТП.

#### Компрессорная.

Воздухообмен в помещении компрессорной станции определен по избыточным тепловыделениям от оборудования согласно СП 60.13330.2012 (приложение И), СанПиН 2.2.4.548–96 [30] т.2, СП 60.13330.2012.

Приточная вентустановка (П6) размещается под потолком помещения компрессорной. Вытяжная установка (В6) размещается под потолком помещения компрессорной. П6 и включает в себя:

- заслонку наружного воздуха;
- фильтр кассетный EU4;
- воздухонагреватель водяной
- вентилятор;
- гибкие вставки.

В6 включает в себя:

- вентилятор;
- гибкие вставки.

Приемная воздухозаборная решетка для приточной установки предусмотрена на отметке выше 3 м от уровня земли.

Схемы воздухораспределения – сверху–вверх. Применяемые устройства для удаления и раздачи воздуха – решетки с регулируемыми жалюзи.

Выбросное отверстие вытяжной системы расположено на высоте выше кровли ПСК на 1 м.

Электрощитовая.

Воздухообмен в электрощитовой рассчитан на ассимиляцию тепlopоступлений от электрооборудования согласно ПУЭ. Параметры внутреннего воздуха приняты по ПУЭ. Схема воздухораспределения – «сверху–вверх». Приток – от системы П7, установленной в венткамере, вытяжка – системой ВЕ1. Воздух раздается и удаляется решетками с регулируемыми жалюзи.

П7 включает в себя:

- заслонку наружного воздуха;
- фильтр кассетный EU4;
- воздухонагреватель водяной
- вентилятор;
- гибкие вставки.

Установка П7 оборудуется шумоглушителем.

В9 включают в себя:

- вентилятор;
- гибкие вставки.

Стоянка погрузчиков.

Помещение без постоянного пребывания людей. На погрузчиках установлены гелевые аккумуляторы. Зарядка их происходит при

использовании специального зарядного устройства в помещении погрузчиков при этом выделения вредных веществ отсутствуют (согласно тех заданию).

Воздухообмен принят по кратности по техзаданию. Параметры внутреннего воздуха приняты по СП 60.13330.2012. Схема воздухораспределения – «сверху–вверх». Приток – от системы П7, установленной в венткамере, вытяжка – системой В7, установленной под потолком стоянки погрузчиков. Воздух раздается и удаляется решетками с регулируемыми жалюзи.

При отсутствии зарядки аккумуляторов предусмотрена естественная вытяжка ВЕЗ.

#### **4.2.3 Описание принятых решений систем вентиляции в АБК**

В здании предусмотрено устройство приточно–вытяжной вентиляции с механическим побуждением. Системы вентиляции административно–бытовых помещений предусмотрены с учетом их функционального назначения. Самостоятельные системы приточно–вытяжной вентиляции приняты для:

- административных помещений;
- комнаты приема пищи;
- медицинского пункта;
- гардеробно –душевых блоков;
- СУ и КУИ;
- серверной.

Административные помещения.

Воздухообмены в помещениях определены по кратности согласно СП 44.13330.2011 (табл. 12), СанПиН .2.2.2.4.1340–03. Параметры внутреннего воздуха приняты по СП 44.13330.2011 (табл. 12), ГОСТ 30494.2011 и СП 60.13330–2012 (прил. А).

Приточная вентустановка (П1) размещается под потолком коридора в зоне подшивного потолка на 3 этаже. Вытяжная вентустановка (В2) – в воздуховоде в зоне подшивного потолка на 3 этаже. Установки П1 и В2 с расходом воздуха менее 3 000м<sup>3</sup>/ч – канальные.

П1 включает в себя:

- заслонку наружного воздуха; 17
- фильтр кассетный EU3;
- воздухонагреватель водяной
- вентилятор;
- гибкие вставки.

В2 включает в себя:

- вентилятор;
- гибкие вставки.

Установки П1 и В2 оборудуются шумоглушителями.

Приемная воздухозаборная решетка для приточной установки предусмотрена на отм. выше 9 м от уровня земли. Схемы воздухораспределения для всех помещений – сверху–вверх. Часть приточного воздуха подается в коридоры и вестибюль для обеспечения воздушного баланса.

Применяемые устройства для удаления и раздачи воздуха – решетки АМН жалюзи с регулируемыми заслонками. Выбросное отверстие вытяжной системы расположено на боковом фасаде здания АБК и находится на высоте выше 9 м от ур. земли. Воздухозаборная решетка вентиляционной системы П1 отнесена от выброса вытяжной установки В1 на нормируемое расстояние.

Так как вентиляция не обеспечит ассимиляцию теплоизбытков в административных помещениях в теплый период года и поддержание допустимой температуры внутреннего воздуха в них, в соответствии с п. 7.1.2 СП 60.13330.2012 предусмотрено дополнительное охлаждение внутреннего воздуха в теплый период года в этих помещениях с помощью сплит–систем.

Внутренние блоки – кассетные и настенные. Наружные блоки устанавливаются на кровле 1 этажа производственно–складского корпуса. Хладоноситель – фреон R410A, фреонопроводы– медные трубки в изоляции.

Для удаления конденсата от внутренних блоков предусмотрено устройство дренажных систем на каждом этаже. Слив конденсата осуществляется с разрывом струи с установкой капельных воронок в поддоны в комнатах уборочного инвентаря или в раковины санузлов на каждом этаже.



Комната приема пищи.

Воздухообмен в помещении определен по санитарной норме на 1 человека согласно СП44.13330.2011 (п. 7.12), СП60.13330–2012 (прил. К). Параметры внутреннего воздуха приняты по ГОСТ 30494.2011 и СП 60.13330–2012 (прил. А).

Приточная вентиустановка (П2) размещается под потолком коридора в зоне подшивного потолка на 2 этаже. Вытяжная вентиустановка (В4) – в воздуховоде в зоне подшивного потолка коридора на 2 этаже. Установки П2 и В4 с расходом воздуха менее 5000м<sup>3</sup>/ч – канальные.

П2 включает в себя:

- заслонку наружного воздуха;
- фильтр кассетный EU3;
- воздухонагреватель водяной
- вентилятор;
- гибкие вставки.

В4 включает в себя:

- вентилятор;
- гибкие вставки.

Установки П2 и В4 оборудуются шумоглушителями. Приемная воздухозаборная решетка для приточной установки предусмотрена на отм. выше 6 м от уровня земли. Схема воздушораспределения – сверху–вверх.

Применяемые устройства для удаления и раздачи воздуха – решетки АМН с регулируемыми жалюзи. Выбросное отверстие вытяжной системы расположено на боковом фасаде здания АБК и находится на высоте выше 6 м от ур. земли. Воздухозаборная решетка вентиляционной системы П2 отнесена от выброса вытяжной установки В4 на нормируемое расстояние.

Так как вентиляция не обеспечит ассимиляцию теплоизбытков в комнате приема пищи в теплый период года и поддержание допустимой температуры внутреннего воздуха в нем, в соответствии с п. 7.1.2 СП 60.13330.2012 предусмотрено дополнительное охлаждение внутреннего воздуха в теплый период года в этом помещении с помощью сплитсистемы.

Для удаления конденсата от внутреннего блока предусмотрено подключение к дренажной системе на 2 этаже. Слив конденсата осуществляется с разрывом струи с установкой капельной воронки в поддон в комнате уборочного инвентаря или в раковины санузлов на 2 этаже.

Медпункт.

Воздухообмен в помещении определен по кратности согласно СП 44.13330.2011 (п. 7.12 и табл.12), СП60.13330–2012 (прил. К), (СП 158.13330.2014 п. 7.2.3.24). Параметры внутреннего воздуха приняты по ГОСТ 30494.2011 и СП 60.13330–2012 (прил. А).

Приточная вентиустановка (П5) размещается под потолком коридора в зоне подшивного потолка на 1 этаже. Вытяжная вентиустановка (В8) – в воздуховоде в зоне подшивного потолка коридора на 1 этаже. Установки П5 и В8 с расходом воздуха менее 3000м<sup>3</sup>/ч – канальные.

П 5 включает в себя:

- заслонку наружного воздуха;
- фильтр кассетный EU3; EU4. На вводе приточного воздуха в помещение медпункта предусмотрена установка фильтра тонкой очистки EU9 (СП 158.13330.2014 п. 7.2.3.32).

- воздухонагреватель водяной

- вентилятор;

- гибкие вставки.

В8 включает в себя:

- вентилятор;

- гибкие вставки.

Установки П5 и В8 оборудуются шумоглушителями. Приемная воздухозаборная решетка для приточной установки предусмотрена на отм. выше 3 м от уровня земли. Схема воздухораспределения – сверху–вверх.

Применяемые устройства для удаления и раздачи воздуха – решетки АМН с регулируемыми жалюзи

Выбросное отверстие вытяжной системы расположено на боковом фасаде здания АБК и находится на высоте выше 3 м от ур. земли.

Воздухозаборная решетка вентиляционной системы П5 отнесена от выброса вытяжной установки В8 на нормируемое расстояние.

Так как вентиляция не обеспечит ассимиляцию теплоизбытков в помещении медпункта в теплый период года и поддержание допустимой температуры внутреннего воздуха в нем, в соответствии с п. 7.1.2 СП 60.13330.2012 предусмотрено с дополнительное охлаждение внутреннего воздуха в теплый период года в этом помещении с плит–системы. Для удаления конденсата от внутреннего блока предусмотрено подключение к дренажной системе на 1 этаже. Слив конденсата осуществляется с разрывом струи с установкой капельной воронки в поддон в комнате уборочного инвентаря или в раковины санузлов на 1 этаже.

Гардеробно–душевые блоки.

Воздухообмен в помещениях гардеробно–душевых блоков определен по кратности и санитарным нормам согласно СП 44.13330.2011 (табл.12). Параметры внутреннего воздуха приняты по СП 44.13330.2011 (табл.12) и СП 60.13330–2012 (прил. А).

Приточная вентустановка (ПЗ – подает воздух в гардеробы) размещается под потолком коридора в зоне подшивного потолка на 2 этаже. Вытяжная вентустановка (ВЗ – вытяжка из душевых) – в воздуховоде в зоне подшивного потолка коридора на 2 этаже. Установки ПЗ и ВЗ с расходом воздуха менее 5000м<sup>3</sup>/ч – канальные. Для возмещения воздуха, удаляемого из душевых, приток предусмотрен в гардеробные. В верхней части стен и перегородок, разделяющих душевые, преддушевые и гардеробные, предусмотрена установку жалюзийных решеток (СП 44.13330.2011 (п.7.4).

П 3 включает в себя:

- заслонку наружного воздуха;
- фильтр кассетный EU3
- воздухонагреватель водяной
- вентилятор;
- гибкие вставки.

ВЗ включает в себя:

- вентилятор;

– гибкие вставки.

Установки ПЗ и ВЗ оборудуются шумоглушителями.

Приемная воздухозаборная решетка для приточной установки предусмотрена на отм. выше 6 м от уровня земли. тСхема воздухораспределения – сверху–вверх. Применяемые устройства для удаления и раздачи воздуха – решетки АМН с регулируемыми жалюзи. Выбросное отверстие вытяжной системы расположено на боковом фасаде здания АБК и находится на высоте выше 6 м от ур. земли. Воздухозаборная решетка вентиляционной системы П5 отнесена от выброса вытяжной установки В8 на нормируемое расстояние.

Санузлы.

Воздухообмен определен по санитарным нормам согласно СП 44.13330.2011 21 (табл.12). Параметры внутреннего воздуха приняты по СП 44.13330.2011 (табл.12) и СП 60.13330–2012 (прил. А).

Из помещений СУ и КУИ предусмотрена вытяжная вентиляция (В1) с механическим побуждением согласно п. 7.8 СП 44.13330.2011(санитарных приборов более 3–х).

В1 включает в себя:

- вентилятор;
- гибкие вставки.

Оборудуется шумоглушителем. Возмещение воздуха, удаляемого из СУ и КУИ, осуществляется из коридоров и гардеробных через подрезы  $h=2$  см в нижней части дверей помещений СУ и КУИ. Вытяжная установка В1 с расходом воздуха менее 5000м<sup>3</sup>/ч расположена в воздуховоде в зоне подшивного потолка коридора на 3 этаже. Выбросное отверстие вытяжной системы расположено на боковом фасаде здания АБК и находится на высоте выше 9 м от ур. земли.

Серверная.

Воздухообмен определен по кратности в соответствии с требованиями ВСН 512–78, СанПиН 2.2.2./2.4.1340–03, СанПиН 2.2.4.548–96. Параметры внутреннего воздуха приняты по СанПиН 2.2.4.548–96 [30] и СП 60.13330–2012 (прил. А). Приточная вентустановка (П4) размещается под потолком

коридора в зоне подшивного потолка на 1 этаже. Вытяжная вентустановка (В5) – под потолком в серверной. Установки П4 и В5 с расходом воздуха менее 5000м<sup>3</sup>/ч – канальные.

П 4 включает в себя:

- заслонку наружного воздуха;
- фильтр кассетный EU3
- воздухонагреватель водяной
- вентилятор;
- гибкие вставки.

В5 включает в себя:

- вентилятор;
- гибкие вставки.

Установки П4 и В5 оборудуются шумоглушителями.

Приемная воздухозаборная решетка для приточной установки предусмотрена на отм. выше 3 м от уровня земли. Схема воздухораспределения – сверху–вверх. Применяемые устройства для удаления и раздачи воздуха – решетки АМН с регулируемыми жалюзи. Выбросное отверстие вытяжной системы расположено над кровлей одноэтажной пристройки к производственному зданию и находится на высоте 1 м от ур. кровли. Воздухозаборная решетка вентиляционной системы П4 отнесена от выброса вытяжной установки В5 на нормируемое расстояние.

Расчет воздухообмена и аэродинамический расчет представлены в таблице 25 и 26.

Вывод по разделу 4

Вычислили диаметры трубопроводов, определили потери давления на участках трубопровода, увязали трубопроводы, подобрали оборудования для вент установки.

Таблица 25 – Таблица воздухообменов

№	Наименование помещения	Размеры помещения			Кратность		Водхоомбен м3/ч		Системы		Примечания
		Площадь м2	Высота м	Объём м3	Приток	Вытяж	Приток	Вытяж	Приток	Вытяж	
101	Лестница	18,17									
102	Медпункт	20,91	3,6	75	1,5	1,5	113	113	П5	В1	1 чел.
103	Нач. ТО	17,44	3,6	63	40м3/ч на 1 чел (1,5кратн)		120	120	П1	В1	3 чел.
104	Нач. ПЦ	17,48	3,6	63	40м3/ч на 1 чел (1,5кратн)		120	120	П1	В1	3 чел.
105	Комнт. перег.	29,89	3,6	108	20м3/ч на 1 чел (1,5кратн)		162	162	П1	В1	7 чел.
106	Отдал Кадров	18,67	3,6	67	20м3/ч на 1 чел (1,5кратн)		101	101	П1	В1	4 чел.
107	Компрессорн.	38,1	3,6	137	8	8	1100	1100	П6	В6	1 чел.
108	Лестн.2	18,17	3,6	65							
109	Лифтовый хол	5,63	3,6	20							
110	Тамбур	5,68	3,6	20							
111	Саунзел для МНГ	3,82	3,6	14		100м3/ч на 1 ун.	100	100	от П1 переток	В2	
112	Серверная	12,41	3,6	75			75	75	П4	В5	
113	Санузел	4,43	3,6	16		50м3/ч на 1 ун.		50	от П1 переток	В2	
114	Кладовая №1	4,96	3,6	18		50м3/ч		50	от П1 переток	В2	
115	Душевая	4,99	3,6	18		75м3/ч		150	от П1 переток	В2	

Продолжение таблицы 25

№	Наименование помещения	Размеры помещения			Кратность		Водхоомбен м3/ч		Системы		Примечания
		Площадь м2	Высота м	Объём м3	Приток	Вытяж	Приток	Вытяж	Приток	Вытяж	
116	Санузел	4,49	3,6	16		50м3/ч на 1 ун.		50	от П1 переток	В2	
117	Преддушевая	2,97	3,6	11	компенс. вытяж. с душевой		150		П3		
118	Гардероб муж	34,23	3,6	123	5	5	615	465	П3	В3	
119	Коридор	106,05	3,6	382	по балансу		411		П1		
120	Кладовая №2	16,89	3,6	61		1		61	от П1 переток	В7	
121	Стоянка погруз	45,02	3,6	162	3	3	486	486	от П9 переток	В7	
122	Электрощит.	37,69	3,6	136	3	3	408	408	П7	ВЕ1	
123	Вент. Камера	76,85	3,6	277							
124	Тепловой узел	19,06	3,6	69	5	5	345	345	П7	В9	
125	Насосная ППА	19,7	3,6	71	2	2	142	142	П7	В9	
126	Склад запчастей	53,92	3,6	194		1		194	от П9 переток	В13	
127	Кладовая масел	12,44	3,0	38		1		38	от П9 переток	В13	
128	Пом. Клад	7,78	3,0	23	40м3/ч на 1 чел (1,5кратн)		40	40	от П9 переток		1 чел.
129	Склад сырья	1497	14,3(6)	(8982)	СП60 п7.5.2 (1крат)		8985	8985	П8	В10	
130	Произ. Зона	1549	14,3(6)	22151	По расчёту (тепловыделения)		75 000	75 000	П9,П10	В11,12	

Продолжение таблицы 25

№	Наименование помещения	Размеры помещения			Кратность		Водооообен м3/ч		Системы		Примечания
		Площадь м2	Высота м	Объём м3	Приток	Вытяж	Приток	Вытяж	Приток	Вытяж	
2 Этаж АБК											
201	Лестница 1	17,96	3,6								
202	Комн. При. Пищ	42,35	3,6	152	80м3/ч на 1 чел		1680	1680	П2	В4	21 чел.
203	Тех. Отдел	42,32	3,6	152	40м3/ч на 1 чел (1,5кратн)		228	228	П1	В2	5 чел.
204	Лестница 2	17,95	3,6	65							
205	Лифт. Холл	5,51	3,6	20	По расчёту						
206	Кабинет	12,41	3,6	45	40м3/ч на 1 чел (1,5кратн)		80	80	П1	В2	2 чел.
207	Санузел МНГ	3,82	3,6	14	100м3/ч на 1 ун.			100		В1	1 ун.
208	Коридор	98,55	3,6	355	по балансу		250		П1		
209	Кладовая	4,96	3,6	18		50м3/ч		50		В1	
210	Санузел	4,43	3,6	16		50м3/ч		50		В1	1 ун.
211	Душевая	4,35	3,6	16		75м3/ч		150		В1	2 д.с.
212	Преддушевая	2,59	3,6	9	компенс. вытяж. с душевой		150	переток из гардероба			
213	Санузел	4,49	3,6	16		50м3/ч		50		В1	1 ун.
214	Гардероб жен	49,79	3,6	179	5	5	845	695	П3	В3	
215	Нач. ТЦ	16,65	3,6	60	40м3/ч на 1 чел (1,5кратн)	80	80	П1	В2	2 чел.	



Продолжение таблицы 25

№	Наименование помещения	Размеры помещения		Кратность		Водооомбен м3/ч		Системы		Примечания
		Площадь м2	Высота м	Объём м3	Приток	Вытяж	Приток	Вытяж	Приток	
3 Этаж АБК										
301	Лестница 1	17,96	3,6							
302	Отдел упр. Кач.	24,63	3,6	89	40м3/ч на 1 чел (1,5кратн)	160	160	П1	В2 из коридор.	4 чел.
303	Каб. Тех. Дира	27,43	3,6	99	40м3/ч на 1 чел (1,5кратн)	280	280	П1	В2 из коридор.	7 чел.
304	Отдел логист.	23,57	3,6	85	40м3/ч на 1 чел (1,5кратн)	120	120	П1	В2 из коридор.	3 чел.
305	Директор	41,02	3,6	148	40м3/ч на 1 чел (1,5кратн)	400	400	П1	В2	10 чел.
306	Бухгалтерия	34,32	3,6	124	40м3/ч на 1 чел (1,5кратн)	200	200	П1	В2 из коридор.	5 чел.
307	Глав. Бух	18,14	3,6	65	40м3/ч на 1 чел (1,5кратн)	100	100	П1	В2 из коридор.	1 чел.
308	Лестница 2	17,95	3,6							
309	Лифт	5,51	3,6	20	По расчёту	720 15876		Пд2 Пд3		
310	Коридор	98,55	3,6	355	По любви	150		П1		
311	Санузел МНГ	3,93	3,6	14			100		В1	1 ун.
312	Санузел	5,16	3,6	19			50		В1	1 ун.
313	Приёмная	18,56	3,6	67	40м3/ч на 1 чел (1,5кратн)	120	120	П1	В2 из коридор.	3 чел

Таблица 26 – Аэродинамический расчёт

№ уч.	Расход (м <sup>3</sup> /ч), L	Длина участка (м), l	Размеры сечений воздуховодов					Скорость расчетная (м/с), V <sub>рас</sub>	Число Рейнольдса Re	Коэффициент сопротивления трению, λ	Потери давления на трение		Динамическое давление (Па), R <sub>дин</sub>	Тип местного сопротивления	Сумма коэффициентов местных сопротивлений Σξ	Потери давления (Па)	
			Тип сечения	A/D (мм)	B (мм)	Площадь сечения заданная F <sub>зад</sub> (м <sup>2</sup> )	Экв. диаметр (мм), D <sub>э</sub>				Удельные потери (Па/м), R	С учетом шероховатости (Па), R <sub>тр</sub>				местные сопротивления Z	суммарно
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Магистраль П9																	
1	2190	1	Круглый	500	0	0.20	500.00	3.10	103596.47	0.02	0.23	0.23	5.79	Воздухораспред.	0.00	0.00	0.23
2	2190	5	Круглый	500	0	0.20	500.00	3.10	103596.47	0.02	0.23	1.15	5.79	Отвод 90° ξ 0.17	0.17	0.98	2.13
3	4380	3	Круглый	500	0	0.20	500.00	6.20	207192.94	0.02	0.93	2.79	23.16	Приток на проход ξ 0.1 Отвод 90° ξ 0.17	0.27	6.25	9.04
4	8760	3	Круглый	630	0	0.31	630.00	7.81	328855.29	0.02	1.17	3.51	36.75	Приток на проход ξ 0.1 Отвод 90° ξ 0.17	0.27	9.92	13.43
5	13140	3	Круглый	800	0	0.50	800.00	7.27	388720.68	0.01	0.40	0.00	31.84	Приток на проход ξ 0.1 Отвод 90° ξ 0.17	0.27	8.60	8.60
6	17520	3	Круглый	900	0	0.64	900.00	7.65	460168.83	0.01	0.39	0.00	35.26	Приток на проход ξ 0.1 Отвод 90° ξ 0.17	0.27	9.52	9.52

Продолжение таблицы 26

7	21900	3	Круглый	1000	0	0.79	1000.00	7.75	517982.34	0.01	0.36	0.00	36.19	Приток на проход ξ 0.1 Отвод 90° ξ 0.17	0.27	9.77	9.77
8	26280	3	Круглый	1000	0	0.79	1000.00	9.30	621578.81	0.01	0.52	0.00	52.11	Приток на проход ξ 0.1 Отвод 90° ξ 0.17	0.27	14.07	14.07
9	30660	3	Круглый	1000	0	0.79	1000.00	10.85	725175.28	0.01	0.71	0.00	70.93	Приток на проход ξ 0.1 Отвод 90° ξ 0.17	0.27	19.15	19.15
10	35000	15	Прямоу г о льный	1100	800	0.88	926.32	11.05	684126.75	0.01	0.79	0.00	73.57	3хОтвод 90° ξ 0.51	0.51	37.52	37.52
	Итого																123.4
Ответвление 101																	
101	2190	5	Круглый	500	0	0.20	500.00	3.10	103596.47	0.02	0.23	1.15	5.79	Отвод 90° ξ 0.17	0.17	0.98	2.13
Невязка: (2,13-2,13)/2,13=0%. Допустимо.																	
Ответвление 102																	
102	2190	5	Круглый	500	0	0.20	500.00	3.10	103596.47	0.02	0.23	1.15	5.79	Отвод 90° ξ 0.17	0.17	0.98	2.13
Невязка: (11,7-2,13)/11,7=81%. Неопустимо. Диафрагма: ξ (11,7-2,13)/5,79=1,6																	
Ответвление 103																	
103	2190	5	Круглый	500	0	0.20	500.00	3.10	103596.47	0.02	0.23	1.15	5.79	Отвод 90° ξ 0.17	0.17	0.98	2.13
Невязка: (11,7-2,13)/11,7=81%. Неопустимо. Диафрагма: ξ (11,7-2,13)/5,79=1,6																	
Ответвление 104																	
104	2190	5	Круглый	500	0	0.20	500.00	3.10	103596.47	0.02	0.23	1.15	5.79	Отвод 90° ξ 0.17	0.17	0.98	2.13
Невязка: (24,6-2,13)/24,6=91%. Неопустимо. Диафрагма: ξ (24,6-2,13)/5,79=3,9																	

Продолжение таблицы 26

№ уч.	Расход (м <sup>3</sup> /ч), L	Длина участка (м), l	Размеры сечений воздуховодов					Скорость расчетная (м/с), V <sub>рас</sub>	Число Рейнольдса Re	Коэффициент сопротивления трению, λ	Потери давления на трение		Динамическое давление (Па), P <sub>дин</sub>	Тип местного сопротивления	Сумма коэффициентов местных сопротивлений Σξ	Потери давления (Па)	
			Тип сечения	A/D (мм)	B (мм)	Площадь сечения заданная F <sub>зад</sub> (м <sup>2</sup> )	Экв. диаметр (мм), D <sub>э</sub>				Удельные потери (Па/м), R	С учетом шероховатости (Па), R <sub>тр</sub>				местные сопротивления Z	суммарно
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Ответвление 105																	
105	2190	5	Круглый	500	0	0.20	500.00	3.10	103596.47	0.02	0.23	1.15	5.79	Отвод 90° ξ 0.17	0.17	0.98	2.13
Невязка: (24,6-2,13)/24,6=91%. Неопустимо. Диафрагма: ξ (24,6-2,13)/5,79=3,9																	
Ответвление 106																	
106	2190	5	Круглый	500	0	0.20	500.00	3.10	103596.47	0.02	0.23	1.15	5.79	Отвод 90° ξ 0.17	0.17	0.98	2.13
Невязка: (33,2-2,13)/33,2=94%. Неопустимо. Диафрагма: ξ (33,2-2,13)/5,79=5,4																	
Ответвление 107																	
107	2190	5	Круглый	500	0	0.20	500.00	3.10	103596.47	0.02	0.23	1.15	5.79	Отвод 90° ξ 0.17	0.17	0.98	2.13
Невязка: (33,2-2,13)/33,2=94%. Неопустимо. Диафрагма: ξ (33,2-2,13)/5,79=5,4																	
Ответвление 108																	
108	2190	5	Круглый	500	0	0.20	500.00	3.10	103596.47	0.02	0.23	1.15	5.79	Отвод 90° ξ 0.17	0.17	0.98	2.13
Невязка: (42,72-2,13)/42,72=95%. Неопустимо. Диафрагма: ξ (42,72-2,13)/5,79=7,0																	
Ответвление 109																	
109	2190	5	Круглый	500	0	0.20	500.00	3.10	103596.47	0.02	0.23	1.15	5.79	Отвод 90° ξ 0.17	0.17	0.98	2.13
Невязка: (42,72-2,13)/42,72=95%. Неопустимо. Диафрагма: ξ (42,72-2,13)/5,79=7,0																	
Ответвление 110																	
110	2190	5	Круглый	500	0	0.20	500.00	3.10	103596.47	0.02	0.23	1.15	5.79	Отвод 90° ξ 0.17	0.17	0.98	2.13
Невязка: (52,49-2,13)/52,49=96%. Неопустимо. Диафрагма: ξ (52,49-2,13)/5,79=8,7																	
Ответвление 111																	
111	2190	5	Круглый	500	0	0.20	500.00	3.10	103596.47	0.02	0.23	1.15	5.79	Отвод 90° ξ 0.17	0.17	0.98	2.13
Невязка: (52,49-2,13)/52,49=96%. Неопустимо. Диафрагма: ξ (52,49-2,13)/5,79=8,7																	
Ответвление 112																	
112	2190	5	Круглый	500	0	0.20	500.00	3.10	103596.47	0.02	0.23	1.15	5.79	Отвод 90° ξ 0.17	0.17	0.98	2.13

Продолжение таблицы 26

Невязка: (66,56-2,13)/ 66,56=97%. Неопустимо. Диафрагма: $\xi$ (66,56-2,13)/5,79=11,1																	
Ответвление 113																	
113	2190	5	Круглый	500	0	0.20	500.00	3.10	103596.47	0.02	0.23	1.15	5.79	Отвод 90° $\xi$ 0.17	0.17	0.98	2.13
Невязка: (66,56-2,13)/ 66,56=97%. Неопустимо. Диафрагма: $\xi$ (66,56-2,13)/5,79=11,1																	
Ответвление 114																	
114	2190	5	Круглый	500	0	0.20	500.00	3.10	103596.47	0.02	0.23	1.15	5.79	Отвод 90° $\xi$ 0.17	0.17	0.98	2.13
Невязка: (85,71-2,13)/ 85,71=98%. Неопустимо. Диафрагма: $\xi$ (85,71-2,13)/5,79=14,4																	
Ответвление 115																	
115	2190	5	Круглый	500	0	0.20	500.00	3.10	103596.47	0.02	0.23	1.15	5.79	Отвод 90° $\xi$ 0.17	0.17	0.98	2.13
Невязка: (85,71-2,13)/ 85,71=98%. Неопустимо. Диафрагма: $\xi$ (85,71-2,13)/5,79=14,4																	
П8																	
Магистраль 1																	
1	999	1	Круглый	315	0	0.08	315.00	3.56	74950.37	0.02	0.49	0.00	7.64		0.00	0.00	0.49
2	999	12	Круглый	315	0	0.08	315.00	3.56	74950.37	0.02	0.49	5.88	7.64	Отвод 90° $\xi$ 0.17 Плавное сужение $\xi$ 0.15	0.32	2.44	8.32
3	1997	12	Прямоугольный	500	200	0.10	285.71	5.55	105981.89	0.02	1.30	15.60	18.56	Плавное сужение $\xi$ 0.15	0.15	2.78	18.38
4	2995	18	Прямоугольный	600	300	0.18	400.00	4.62	123513.72	0.02	0.64	11.52	12.86	Отвод 90° $\xi$ 0.17 Плавное сужение $\xi$ 0.15	0.32	4.12	15.64
5	5990	12	Прямоугольный	600	400	0.24	480.00	6.93	222324.70	0.02	1.21	14.52	28.94	Плавное сужение $\xi$ 0.15	0.15	4.34	18.86
6	8985	30	Прямоугольный	600	500	0.30	545.45	8.32	303313.35	0.02	1.53	45.90	41.71	Отвод 90° $\xi$ 0.17 Плавное сужение $\xi$ 0.15	0.66	27.53	73.43
	Итого																134.6

Продолжение таблицы 26

П8																	
Магистраль 2																	
1	999	1	Круглый	315	0	0.08	315.00	3.56	74950.37	0.02	0.49	0.00	7.64		0.00	0.00	0.49
2	999	12	Круглый	315	0	0.08	315.00	3.56	74950.37	0.02	0.49	5.88	7.64	Отвод 90° ξ 0.17 Плавное сужение ξ 0.15	0.32	2.44	8.32
3	1997	12	Прямоугольный	500	200	0.10	285.71	5.55	105981.89	0.02	1.30	15.60	18.56	Плавное сужение ξ 0.15	0.15	2.78	18.38
4	2995	18	Прямоугольный	600	300	0.18	400.00	4.62	123513.72	0.02	0.64	11.52	12.86	Отвод 90° ξ 0.17 Плавное сужение ξ 0.15	0.32	4.12	15.64
П8																	
Магистраль 3																	
1	999	1	Круглый	315	0	0.08	315.00	3.56	74950.37	0.02	0.49	0.00	7.64		0.00	0.00	0.49
2	999	12	Круглый	315	0	0.08	315.00	3.56	74950.37	0.02	0.49	5.88	7.64	Отвод 90° ξ 0.17 Плавное сужение ξ 0.15	0.32	2.44	8.32
3	1997	12	Прямоугольный	500	200	0.10	285.71	5.55	105981.89	0.02	1.30	15.60	18.56	Плавное сужение ξ 0.15	0.15	2.78	18.38
4	2995	18	Прямоугольный	600	300	0.18	400.00	4.62	123513.72	0.02	0.64	11.52	12.86	Отвод 90° ξ 0.17 Плавное сужение ξ 0.15	0.32	4.12	15.64
Ответвление 201																	
201	999	1	Круглый	315	0	0.08	315.00	3.56	74950.37	0.02	0.49	0.00	7.64		0.00	0.00	0.49
Невязка: $(8,81-0,49)/8,81=94,4\%$ . Неопустимо. Диафрагма: $\xi (8,81-0,49)/0,49=1,1$																	
Ответвление 202																	
202	999	1	Круглый	315	0	0.08	315.00	3.56	74950.37	0.02	0.49	0.00	7.64		0.00	0.00	0.49
Невязка: $(27,19-0,49)/27,19=98,2\%$ . Неопустимо. Диафрагма: $\xi (27,19-0,49)/7,64=3,5$																	
Ответвление 301																	
301	999	1	Круглый	315	0	0.08	315.00	3.56	74950.37	0.02	0.49	0.00	7.64		0.00	0.00	0.49
Невязка: $(8,81-0,49)/8,81=94,4\%$ . Неопустимо. Диафрагма: $\xi (8,81-0,49)/0,49=1,1$																	

Продолжение таблицы 26

Ответвление 302																	
302	999	1	Круглый	315	0	0.08	315.00	3.56	74950.37	0.02	0.49	0.00	7.64		0.00	0.00	0.49
Невязка: $(27,19-0,49)/27,19=98,2\%$ . Неопустимо. Диафрагма: $\xi (27,19-0,49)/7,64=3,5$																	
Ответвление 401																	
401	999	1	Круглый	315	0	0.08	315.00	3.56	74950.37	0.02	0.49	0.00	7.64		0.00	0.00	0.49
Невязка: $(8,81-0,49)/8,81=94,4\%$ . Неопустимо. Диафрагма: $\xi (8,81-0,49)/0,49=1,1$																	
Ответвление 402																	
402	999	1	Круглый	315	0	0.08	315.00	3.56	74950.37	0.02	0.49	0.00	7.64		0.00	0.00	0.49
Невязка: $(27,19-0,49)/27,19=98,2\%$ . Неопустимо. Диафрагма: $\xi (27,19-0,49)/7,64=3,5$																	

## **5 Автоматизация**

Цель автоматизации систем отопления и вентиляции в данном проекте заключается в повышении комфорта людей, обеспечении оптимального температурного режима в помещениях АБК, производства, склада и экономии энергоресурсов. Автоматизация позволяет эффективно контролировать температуру и качество воздуха в помещениях, а также принимает решение по управлению работы систем отопления и вентиляции с учетом текущих погодных условий и потребностей в конкретный момент времени в конкретном помещении. Контроль осуществляется с помощью установленных датчиков и различных приборов.

С помощью использования современных технологий и устройств можно значительно снизить расходы на «отопление и кондиционирование воздуха, а также повысить уровень безопасности и удобства обслуживания систем отопления и вентиляции» [8].

### **5.1 Автоматизация вентиляции**

В настоящее время, на объекте спроектирована VAV–система вентиляции, с местным управлением и дискретными электроприводами (то есть имеется два положения клапанов, открыто или закрыто) [17].

Систему вентиляции, условно можно разделить на две части: вентиляционная установка с датчиком давления и воздухораспределительная сеть с дискретными VAV клапанами.

Обе части системы вентиляции могут функционировать независимо друг от друга: вентиляционная установка с помощью датчика давления поддерживает заданное давление в основном воздуховоде (воздуховод постоянного расхода воздуха), а пользователь с помощью выключателей может по своему усмотрению закрывать и открывать клапаны во всех зонах. Поскольку давление в воздуховоде постоянно, то расход воздуха в каждом помещении будет зависеть только от положения заслонки VAV клапана этого



помещения, и не будет зависеть от расхода воздуха в других помещениях (Рисунок 18).

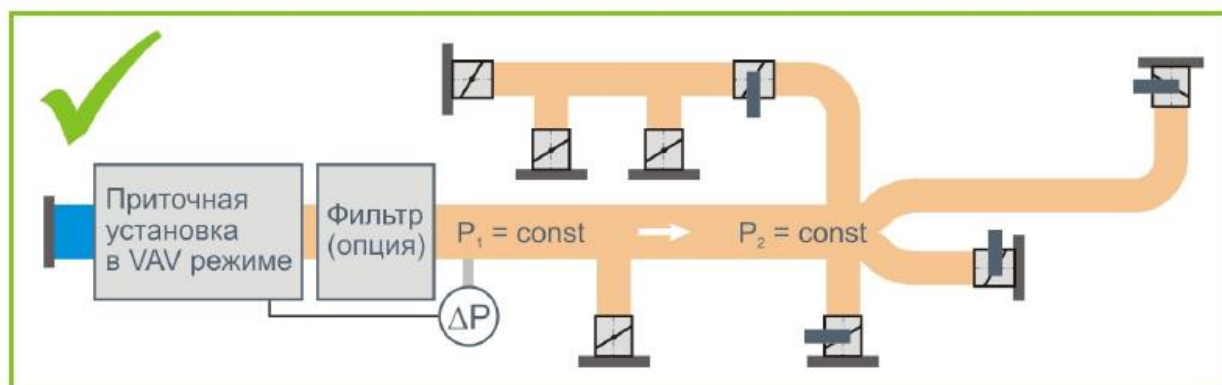


Рисунок 18 – Пример конфигурация вентиляционной системы

«Система работает следующим образом. Предположим, что все воздушные VAV клапаны открыты. Если в процессе работы один из клапанов закрывается, давление в воздухораспределительном воздуховоде начинает расти. Это изменение фиксируется датчиком, и система автоматики приточной установки снижает скорость вращения вентилятора ровно настолько, чтобы давление в воздуховоде вернулось на прежний уровень (переходный процесс занимает не более 20...30 секунд). Таким образом, система автоматики постоянно отслеживает уровень давления в воздуховоде и при его отклонении в ту или иную сторону от заданного значения изменяет скорость вращения вентилятора так, чтобы давление возвращалось к норме. Поскольку давление в воздуховоде, а значит и на входе каждого воздуховода, постоянно, объем поступающего в помещения воздуха определяется только углом поворота заслонки соответствующего клапана» [9].

«Управление приводами клапанов производится тремя способами:

- Автоматически по таймеру (рабочее не рабочее время);
- С помощью выключателей, которые позволяют открывать или закрывать клапан, подавая напряжение или снимая его (все клапаны имеют рабочее напряжение 220В).

- Автоматически от верхнего освещения помещения

Состав систем вентиляции:

- Вентиляционная установка с плавно изменяемой производительностью. В ней используется инверторный вентилятор, который позволяет плавно изменять частоту вращения вентилятора. Приточная установка так же управляет вытяжной установкой с поддержанием заданного баланса приток–вытяжка.
- Фильтр тонкой очистки
- Дифференциальный датчик давления, который располагается возле распределительного воздуховода. Датчик с помощью тонкой трубки измеряет давление внутри камеры и передает эту информацию вентиляционной установке.
- Воздушные VAV клапаны с электроприводами, управляемые от выключателей или регуляторов, которые установлены по принципу один воздуховод – один клапан

Приточная установка Breezart 1000 Lux W (Рисунок 19) состоит из: электрический керамический нагреватель (РТС); водяной охладитель; воздушный клапан с электроприводом; ЕС вентилятор; фильтр тонкой очистки 490–250–48 "EU4–1000 Aqua"; система цифровой автоматики JetLogic с датчиками; цветной сенсорный пульт управления JLV135 с Wi-Fi W (Рисунок 20)» [12].

«Функции автоматики Приточной установки Breezart 1000 Lux W : регулировка мощности калорифера для нагрева воздуха до заданной температуры, защита от перегрева; регулировка скорости вентилятора, 10 ступеней; возможность управления различными увлажнителями воздуха с пульта вентустановки; контроль загрязненности воздушного фильтра (цифровой датчик давления); восемь недельных сценариев, функции «Комфорт» и «Рестарт»; часы реального времени (не сбрасываются при сбое питания); возможность создания VAV–системы (требуется модуль JL208DP); подключение к системе «умный дом» по ModBus RTU или ModBus TCP; управление через веб–интерфейс с компьютера или смартфона / планшета» [10].

Веб–интерфейс W (Рисунок 21) позволяет управлять вентустановкой с помощью браузера Chrome или Safari из любого места, где есть интернет.



Рисунок 19 – Приточная установка Breezart 1000 Lux W.



Рисунок 20 – Цветной сенсорный пульт управления JLV135 с Wi-Fi.

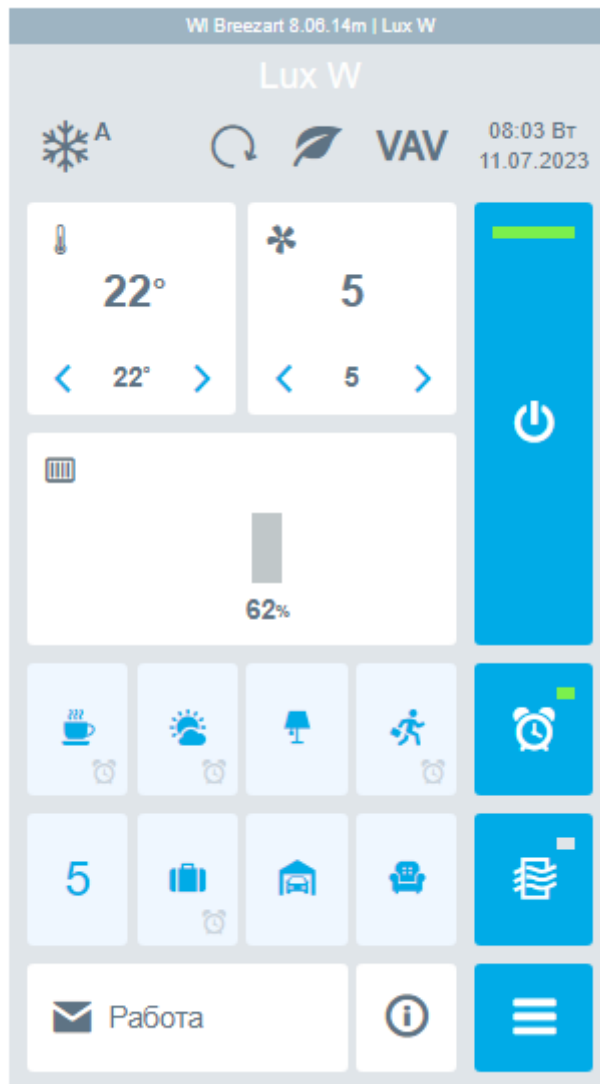


Рисунок 21 – Веб–интерфейс для управления вентустановкой через приложение, из любого места, где есть интернет

Основные возможности веб–интерфейса [31]: управление температурой, скоростью и влажностью (при наличии увлажнителя); просмотр показаний датчиков; просмотр ошибок, в том числе по отдельным узлам с расшифровкой кодов; уведомления по e–mail при неисправности вентустановки; настройка и запуск сценарие [32] ; построение графиков температуры, влажности, мощности калорифера (для электронагревателя) и других параметров; учет потребляемой электроэнергии (для электронагревателя); управление расходом воздуха в VAV зонах (для VAV систем) (рисунки 22, 23, 24, 25) [14].

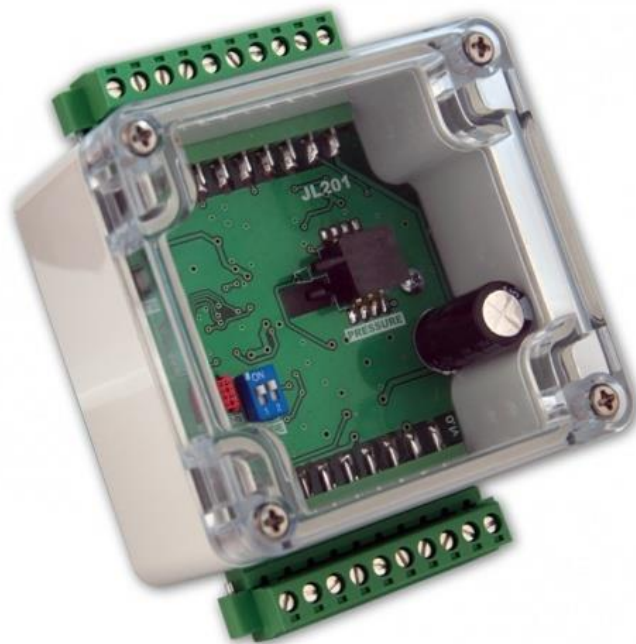


Рисунок 22 – Модуль управления JL201DP со встроенным датчиком давления



Рисунок 23 – Трубка ПВХ для подключения модуля управления JL201DP.



Рисунок 24 – Воздушный клапан с электроприводом.

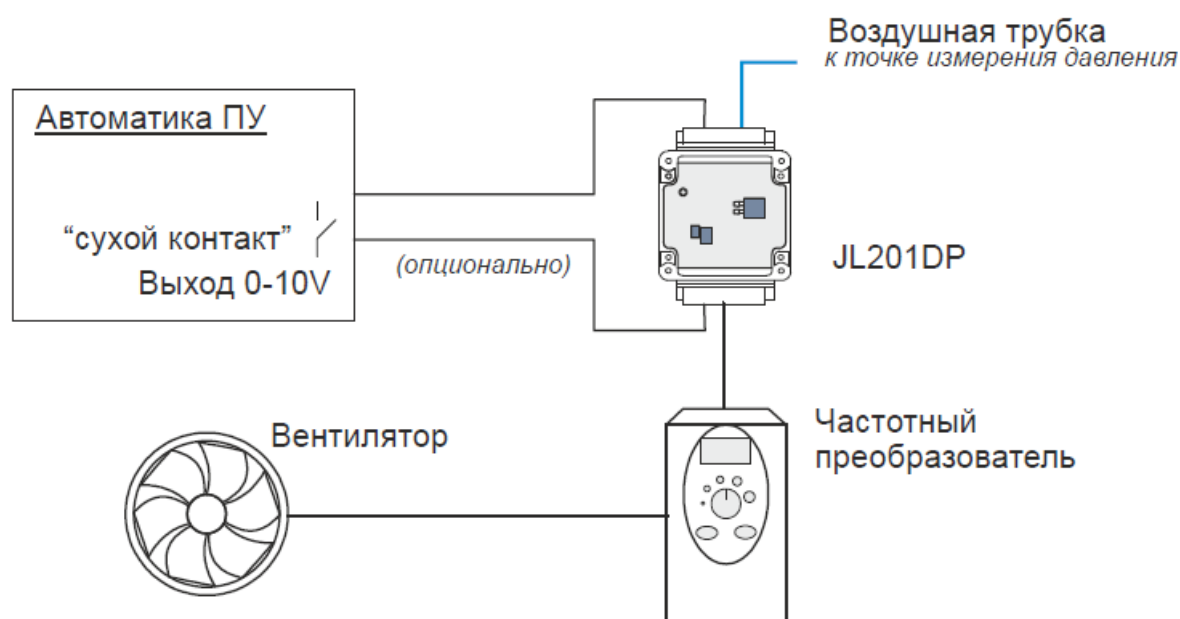


Рисунок 25 – Схема регулирование давления в воздуховоде.

«Автоматика ПУ путём замыкания «сухого контакта» даёт команду модулю JL201DP на включение вентилятора [24]. После чего модуль включает вентилятор и начинает регулировать давление воздуха в воздушном канале. Уставка давления может быть установлена жестко в модуле JL201DP (требуется подключение к компьютеру, оборудованному специальным адаптером), либо может задаваться при помощи сигнала 0–10В автоматикой

ПУ. В большинстве случаев не требуется регулировать давление в воздушном канале в процессе работы, поэтому рекомендуется программировать уставку в модуле JL201DP в процессе пусконаладки системы вентиляции» [15].

Модуль JL201DP может использоваться как обычный датчик давления для измерения для измерения давления в воздушном канале. Он преобразовывает давление в выходной сигнал 0–10В или 2–10В.

Под «сухим контактом» понимается контакт, который электрически не связан с цепями контролируемого прибора.

Таблица 25 – Приточные установки на основании требуемых расходов по вентиляции в различных зонах предприятия

Локация	Расход факт м3	Приточная установка
1 этаж	1 400	Breezart 2000 Lux W
2 этаж	750	Breezart 1000 Lux W
3 этаж	1 000	Breezart 1000 Lux W
Склад	9 000	Breezart 10 000 Aqua W
Склад ветка №1	35 000	Breezart 35000 Aqua F AC
Склад ветка №2	35 000	Breezart 35000 Aqua F AC

Таблица 26 – Затраты на оборудование в приточной системе вентиляции

Локация	Наименование	Кол-во	Цена, руб	Сумма
	Приточная установка Breezart 2000 Lux W	1	550 000	550 000
	Модуль управления JL201DP	1	25 000	25 000
	Ниже указаны воздушные клапаны с площадкой под электропривод			
	Воздушный клапан КВК–Ду100	5	3 000	15 000
	Воздушный клапан КВК–Ду125	1	3 250	3 250
1 этаж	Воздушный клапан КВК–Ду150	1	3 500	3 500
	Электропривод Imu–230–05 USP	7	11 500	80 500
	Для воздушных клапанов			
	Воздуховод цинк. Ду100 мм	40м.п.	550	22 000
	Воздуховод цинк. Ду150 мм	40м.п.	800	32 000
	Общая сумма затрат на 1 этаж			731 250
	Приточная установка			
	Breezart 1000 Lux W	1	320 000	320 000
2 этаж	Модуль управления JL201DP	1	25 000	25 000
	Ниже указаны воздушные клапаны с площадкой под электропривод			
	Воздушный клапан КВК–Ду100	4	3 000	12 000

Продолжение таблицы 26

Локация	Наименование	Кол-во	Цена, руб	Сумма
	Воздушный клапан KBK–Ду150	4	3 500	14 000
	Воздушный клапан KBK–Ду250	3	6 000	18 000
	Электропривод lmu–230–05 USP	11	11 500	126 500
	Для воздушных клапанов			
	Воздуховод цинк. Ду100 мм	20м.п.	550	11 000
	Воздуховод цинк. Ду150 мм	40м.п.	800	32 000
	Воздуховод цинк. Ду300 мм	40м.п.	1 350	54 000
	Общая сумма затрат на 2 этаж			620 500
	Приточная установка Breezart 1000 Lux W	1	320 000	320 000
	Модуль управления JL201DP	1	25 000	25 000
	Ниже указаны воздушные клапаны с площадкой под электропривод			
3 этаж	Воздушный клапан KBK–Ду100	1	3 000	3 000
	Воздушный клапан KBK–Ду125	5	3 250	16 250
	Воздушный клапан KBK–Ду150	1	3 500	3 500
	Воздушный клапан KBK–Ду200	1	4 000	4 000
	Электропривод lmu–230–05 USP	7	11 500	80 500
	Для воздушных клапанов			
	Воздуховод цинк. Ду150 мм	40м.п.	800	32 000
	Воздуховод цинк. Ду200 мм	40м.п.	950	38 000
	Общая сумма затрат на 3 этаж			522 250
	Общая сумма затрат на АБК			1 874 000
	Приточная установка Breezart 35000 Aqua F AC	1	3 500 000	3 500 000
	Модуль управления JL201DP	1	25 000	25 000
	Ниже указаны воздушные клапаны с площадкой под электропривод			
Цех правая Ветка	Воздушный клапан KBK–Ду500	16	15 000	240 000
	Электропривод SC–15AF/24V	16	20 000	320 000
	Для воздушных клапанов			
	Воздуховод цинк. Ду500 мм	50м.п.	5000	250 000
	Общая сумма затрат на Цех Правая Ветка			4 335 000
	Приточная установка Breezart 35000 Aqua F AC	1	3 500 000	3 500 000
	Модуль управления JL201DP	1	25 000	25 000
	Ниже указаны воздушные клапаны с площадкой под электропривод			
Цех левая Ветка	Воздушный клапан KBK–Ду500	16	15 000	240 000
	Электропривод SC–15AF/24V	16	20 000	320 000
	Для воздушных клапанов			
	Воздуховод цинк. Ду500 мм	60м.п.	5000	300 000
	Общая сумма затрат на Цех Левая Ветка			4 385 000
	Breezart 10 000 Aqua W	1	1 250 000	1 250 000
Склад	Модуль управления JL201DP	1	25 000	25 000
	Ниже указаны воздушные клапаны с площадкой под электропривод			

Продолжение таблицы 26



Локация	Наименование	Кол-во	Цена, руб	Сумма
	Воздушный клапан КВК–Ду300	9	6 500	58 500
	Электропривод SC–15AF/24V Для воздушных клапанов	9	20 000	180 000
	Воздуховод цинк. Ду300 мм	40м.п.	1 350	54 000
	Воздуховод цинк. Ду500 мм	100м.п.	5000	500 000
	Общая сумма затрат на Цех Левая Ветка			2 067 500
	Общая сумма затрат на приточную вентиляцию			12 661
				500

## 5.2 Автоматизация АВО

В настоящее время, автоматизация систем воздушного отопления зон производства и склада сырья с помощью АВО выполнено следующим образом:

- пульт ВРС–W, при помощи встроенного датчика температуры, поддерживает необходимую температуру воздуха регулирует тепловую мощность АВО.
- узел регулирования АВО с помощью двухходового клапана Ballu SF 20 [18], который включает и выключает подачу воды (к АВО). Он регулирует тепловую мощность водяных тепловентиляторов путем изменения величины потока теплоносителя через теплообменники. Используется совместно с пультом ВРС–W (Рисунок 26).



Рисунок 26 – Пульт управления (контроллер) ВРС–W

Описание: Контроллер ВРС–W позволяет поддерживать необходимую температуру и мощность нагрева прибора. Оснащен переключателем скорости

вращения вентилятора и механическим регулятором для задания нужной температуры. На передней панели расположен световой индикатор зеленого цвета, который загорается, когда вентилятор находится в рабочем состоянии.

Клапан двухходовой SF 20–2 представлен на рисунке 27.



Рисунок 27 – Клапан двухходовой SF 20–2

Назначение: Регулирование тепловой мощности водяных тепловентиляторов и воздушных завес путем изменения величины протока теплоносителя через теплообменники.

Ниже приведена схема подключения тепловентиляторов (рисунок 28).

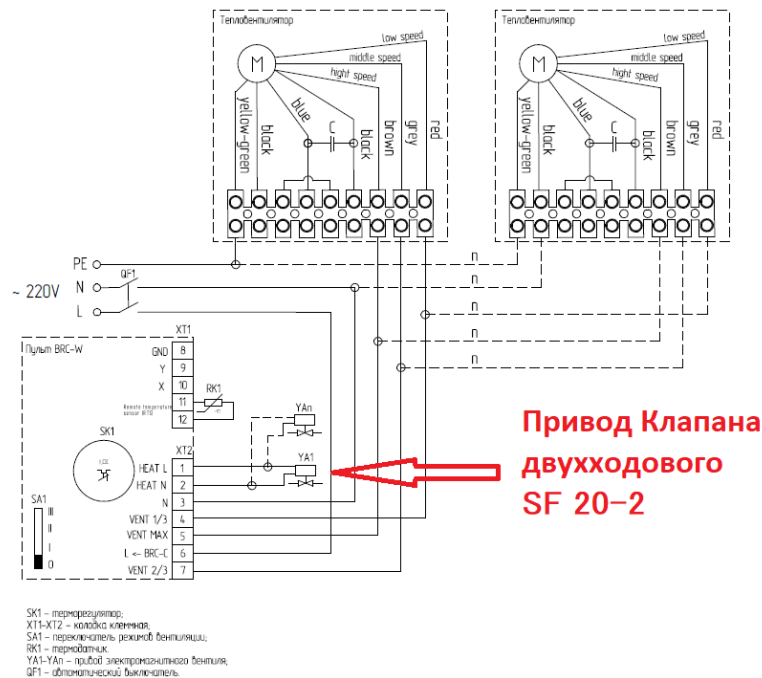


Рисунок 28 – схема группового подключения тепловентиляторов к пульту BRC–W

Рекомендации по монтажу водяных тепловентиляторов представлены на рисунке 29.

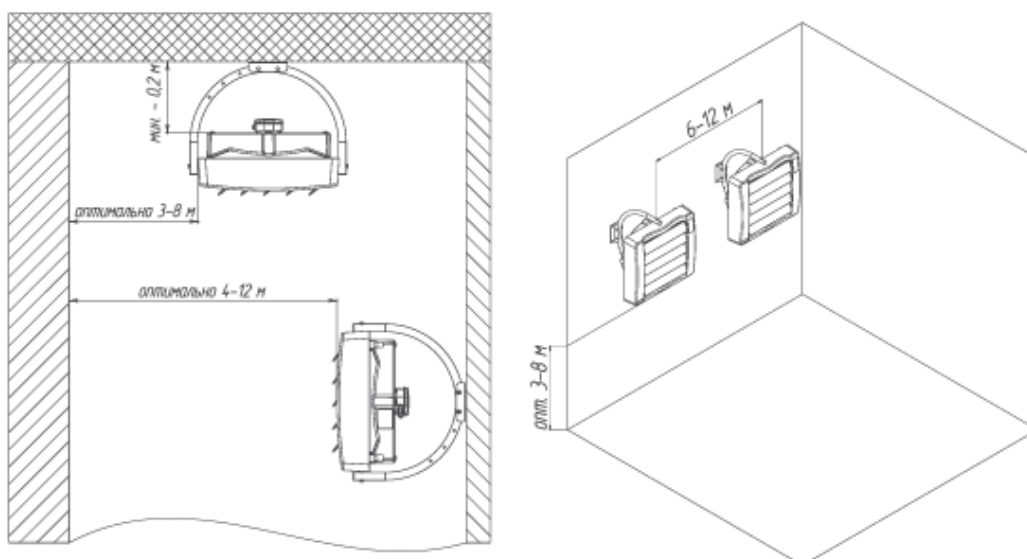


Рисунок 29 – Рекомендации по монтажу водяных тепловентиляторов

### 5.3 Автоматизация воздушных завес

Автоматизация зоны погрузки и разгрузки, где установлены воздушные завесы, выполнена следующим образом:

- концевой выключатель ВП19М Vallu, представленный на рисунке 30, запускает тепловую завесу при открытии ворот (двери) и отключает при закрытии. Прибор позволяет снизить теплопотери и сэкономить электроэнергию.
- энергоэффективный блок управления (контроллер) ВРС–С совместно с контроллером (пультом) Vallu ВРС–W (рисунок 31). Пульт обеспечивает автоматический переход завес из максимального режима вентиляции в минимальный и наоборот в зависимости от температуры воздуха в помещении и положения концевого выключателя Vallu ВП19М. Без ВРС–С контроллера тепловая завеса будет работать только по термометру. А с помощью контроллера, будет работать и по температуре, и по команде открытия двери.



Рисунок 30 – Выключатель концевой ВП19М Ballu.



BRC-W

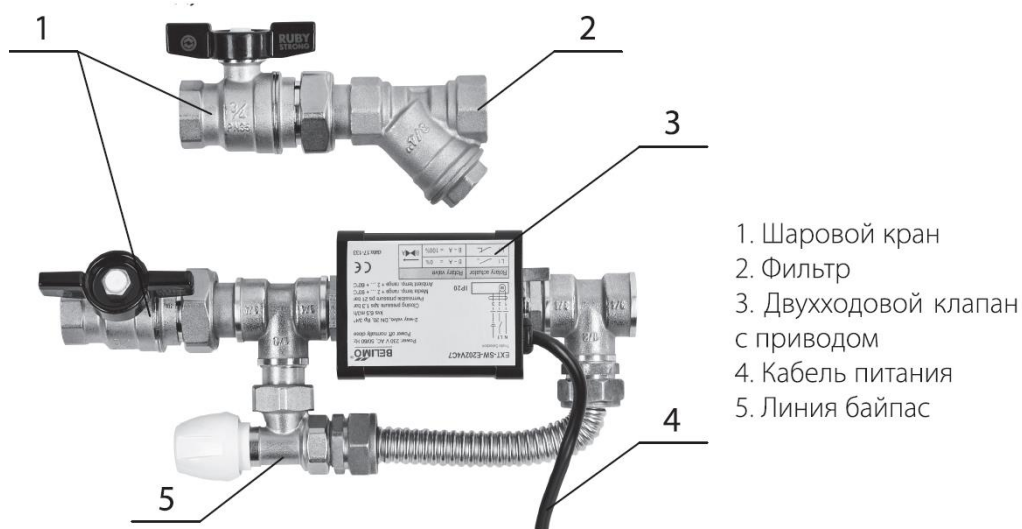


BRC-C

Рисунок 31 – Энергоэффективный блок управления (контроллер) BRC-C совместно с контроллером (пультом) Ballu BRC-W

Состоит из: 1. Четырехпозиционный переключатель скорости вращения вентилятора; 2. Светодиодный индикатор работы вентилятора (зеленого цвета); 3. Поворотный потенциометр для задания температуры воздуха в помещении; 4. Переключатель включения режима защиты от проникновения уличного воздуха; 5. Переключатель выбора времени работы в режиме защиты от проникновения уличного воздуха после закрытия дверного проема; 6. Индикатор включения режима защиты от проникновения уличного воздуха; 7. Поворотный потенциометр задания разницы температуры для включения функции «энергосбережения».

Так же, для корректной работы регулировки расхода теплоносителя, проходящего через воздушные тепловые завесы, используется специальный смесительный узел тепловых завес BALLU MCWU 6.3 (Рисунок 32).



1. Шаровой кран
2. Фильтр
3. Двухходовой клапан с приводом
4. Кабель питания
5. Линия байпас

Рисунок 32 – Специальный смесительный узел тепловых завес BALLU MCWU 6.3

Электропривод двухходового клапана (3) регулирует поток теплоносителя через обратную магистраль, тем самым регулирую её тепловую мощность. При использовании специального узла обеспечивается максимально эффективная работа завес и защита от замерзания.

Ниже приведена схема подключения воздушных завес (Рисунки 33 и 34).

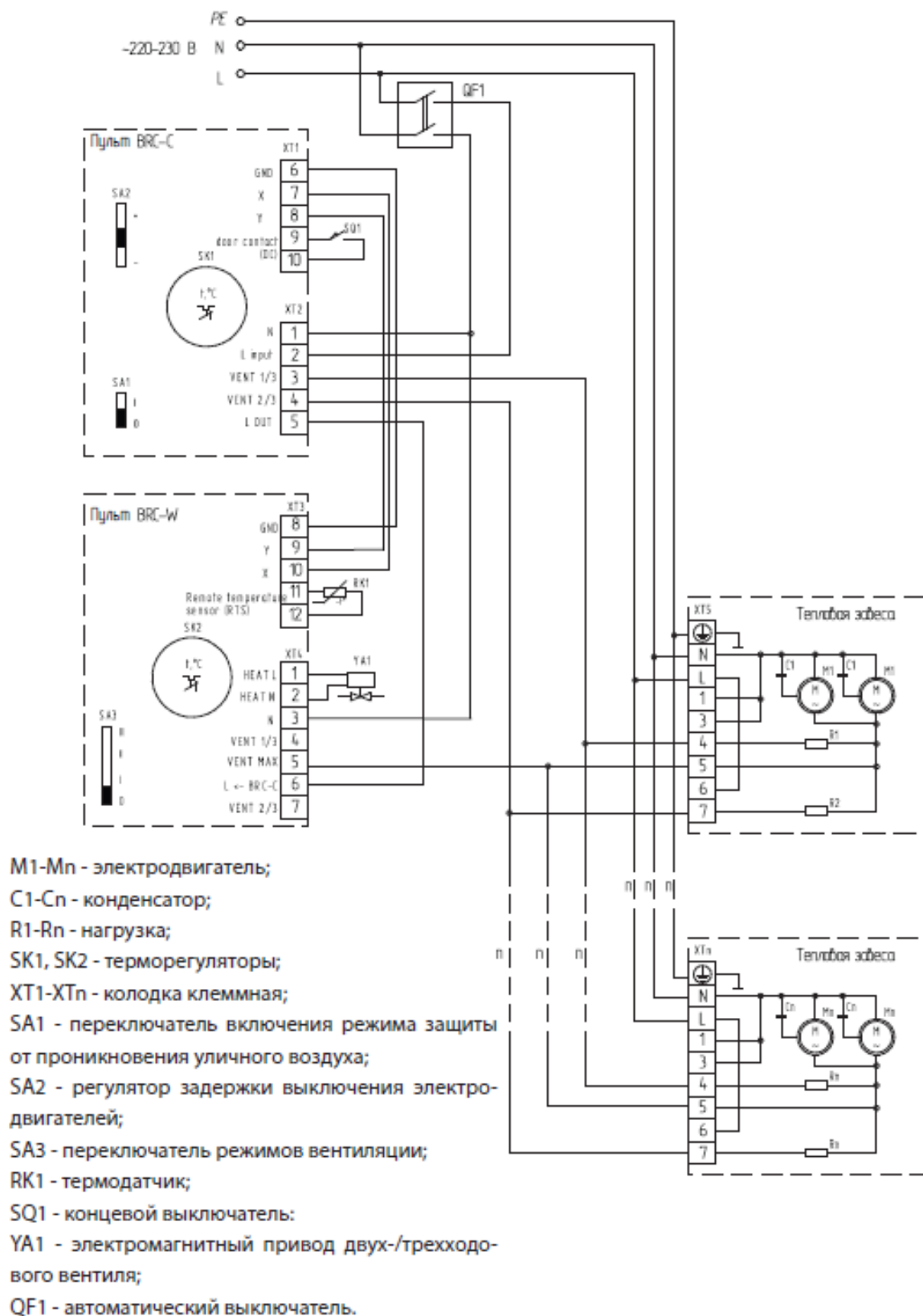


Рисунок 33 – схема группового подключения воздушных завес с учётом вышеуказанного оборудования

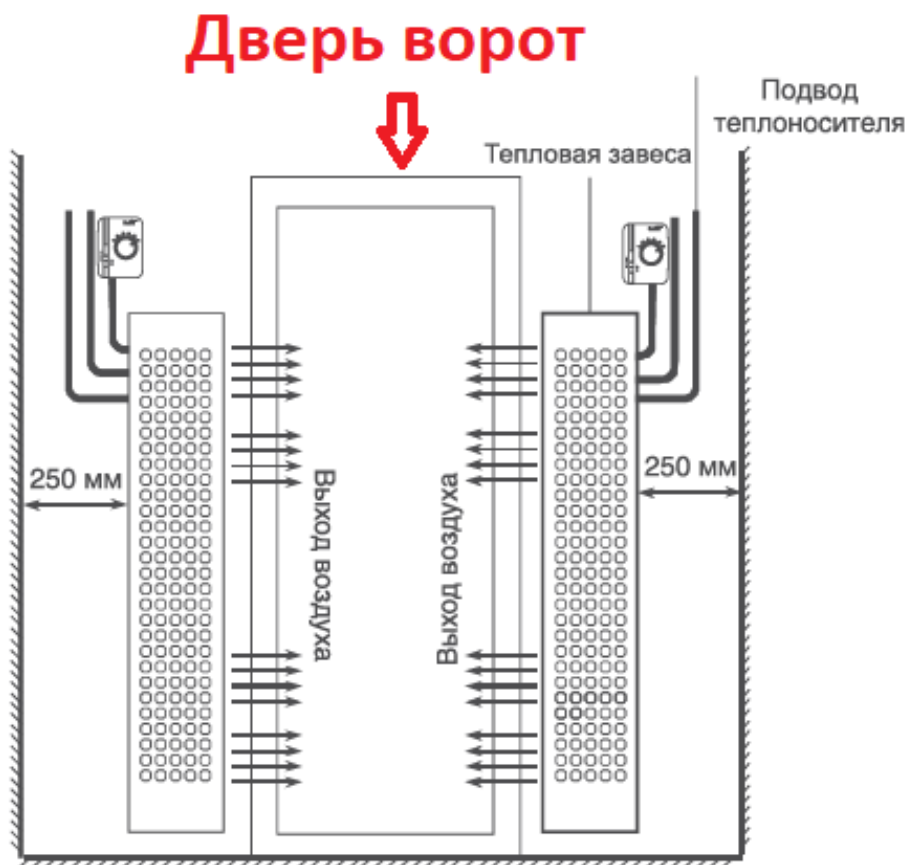


Рисунок 34 – Рекомендации по монтажу воздушных завес ниже.

#### 5.4 Перспективы развития систем вентиляции и отопления

Основанная директива данной темы, является увеличении КПД систем вентиляции и отопления, т.е. экономии ресурсов на поддержание необходимых параметров микроклимата.

В данный момент, система отопления АБК поддерживает необходимую температуру в помещениях с помощью предварительно настроенного клапана терморегулятора Danfoss RTD–N, которые установлены на радиаторах.

В качестве перспективы развития данного направления, я предусматриваю систему отопления, которая будет иметь следующий функционал:

- Управление расписанием работы отопления каждого помещения.
- Возможность легко и быстро вносить изменения в работу системы отопления с помощью приложения в телефоне или компьютере.

- Функция предварительного нагрева, которая позволяет обеспечить нужную температуру в помещении к заданному времени.
- Функция открытого окна. (При резком снижении температуры клапан автоматически перекрывается, чтобы избежать теплопотерь)
- Функция блокировки для защиты от детей (или не умных коллег).
- Функция защиты от замерзания зимой
- Функция защиты от залипания летом (проворачивает клапан)

Для этого, в системе отопления АБК необходимо будет установить:

- Радиаторные термостатические головки Danfoss Ally на уже имеющиеся клапаны терморегулятора Danfoss RTD–N.
- Шлюз системы управления Danfoss Gateway (коммуникационный модуль) в количестве 2–х штук (один из которых установить на два первых этажа АБК, а второй на третий этаж).
- «Репитер» для усиления связи между шлюзом и термостатическими головками.

Описание оборудования: Радиаторный термостат Danfoss Ally™ представлен на рисунке 35, является компактным и простым в управлении устройством регулирования с одной кнопкой [25]. Взаимодействие осуществляется с помощью смартфона через приложение.



Рисунок 35 – Радиаторный термостат Danfoss Ally.



Danfoss Ally™ Gateway (Рисунок 36) – это шлюз, который обеспечивает подключение всех устройств Danfoss Ally™ к интернету и позволяет управлять системой отопления с помощью приложения[24]. Шлюз Danfoss Ally™ Gateway взаимодействует с электронными радиаторными термостатами посредством беспроводной связи. Danfoss Ally™ имеет сертификат Zigbee 3.0. Это означает что устройства могут передавать сигнал между собой. Программное обеспечение Danfoss Ally™ автоматически обновляется через Интернет. В случае перебоя с интернетом, шлюз поддерживает работу устройств. Один шлюз одновременно поддерживает до 32 термоголовок. Радиус действия 30 м.



Рисунок 36 – Шлюз Danfoss Ally™ Gateway

Danfoss Zigbee «Repeater» (Рисенок 37) применяется в больших зданиях. Он усиливает дальность беспроводной связи между устройствами Zigbee.



Рисунок 37 – Danfoss Zigbee «Repeater» Повторитель.

Принцип работы системы отопления АБК в перспективе:

Шлюз Danfoss Gateway подключается по сети zigbee к термоголовкам Danfoss Ally на радиаторах с одной стороны, и по сети интернет с программой управления с другой стороны. Для усиления сигнала шлюза, устанавливается репитер.

С помощью приложения, (или ручной настройки термостата), можно регулировать температуру в каждом помещении, путём настройки конкретной термоголовки, или группы термоголовок одного помещения.

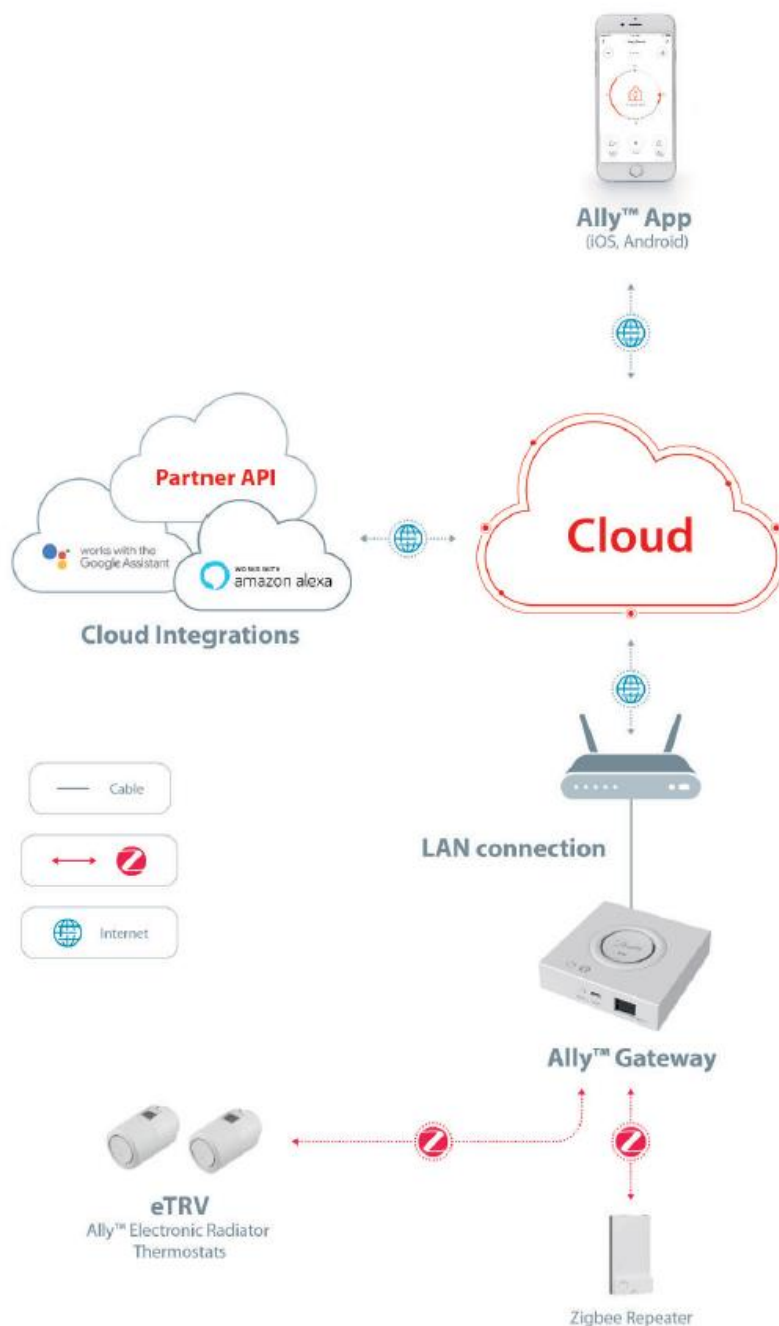


Рисунок 38 – Маршрутная карта Danfoss Ally.

В настоящее время, на объекте спроектирована VAV–система вентиляции, с местным управлением и дискретными электроприводами (то есть имеется два положения клапанов, открыто или закрыто).

В качестве перспективы развития системы вентиляции, я предусматриваю систему вентиляции, которая будет иметь следующий функционал:

- Регулирование расходом воздуха в каждом помещении в зависимости от различных факторов, таких как присутствие человека, температуры в помещении, концентрации CO<sub>2</sub>.
- Централизованное управление воздушными клапанами и удалённое считывание показаний всех датчиков, подключённых к модулю.

Для этого, в системе вентиляции необходимо будет установить:

- Модули JL–201 на воздушных клапанах.
- Датчики движения, температуры, концентрации CO<sub>2</sub>.
- Шину Modbus для обмена данными между приборами.

Описание оборудования:

Модуль JL201 (рисунок 39) предназначен для контроль и регулирование расхода воздуха в одной точке для VAV–систем [□] (системы с переменным расходом воздуха) и CAV–систем (системы с постоянным расходом воздуха) в зависимости от режимов программирования и показания различных датчиков. Используется в составе автоматизированной сети вентиляции. Модуль монтируется на стену непосредственно в месте расположения оборудования. Подключается к центральному контроллеру или панели управления посредством Modbus.

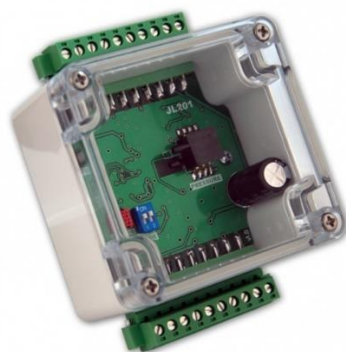


Рисунок 39 – Модуль управления JL201

Многофункциональный датчик для помещений AERASGARD® RFTM – PS – CO2 – W (рисунок 40 и 41) с активным/релейным выходом, автоматической калибровкой, для измерения относительной влажности воздуха (0...100 %), температуры 0...+50 °С), содержания мелкой пыли (0...50 / 100 / 300 / 500 мкг/м<sup>3</sup>) и углекислого газа (0...2000 / 5000 млн–1). Измерительный преобразователь преобразует измеряемую величину в нормированный сигнал 0–10 В или 4...20 мА.



Рисунок 40 – Многофункциональный датчик для помещений



Рисунок 41 – Датчик присутствия, ИК, потолочный, 360 град., АВВ

Принцип работы системы вентиляции в перспективе:

«Для управления приводами клапанов используются модули управления JL201. Модули имеют порт для подключения к шине Modbus для централизованного управления клапаном и удаленного считывания показаний подключенных к модулю датчиков. В модификации JL201DP дополнительно установлен цифровой дифференциальный датчик давления, показания которого могут также передаваться по Modbus. Соединив модули единой шиной Modbus, мы будем иметь возможность централизованного (сценарного) управления всей системой.

Скорость вентилятора в приточной установке регулируется автоматически и поддерживается на минимально необходимом уровне для обеспечения требуемого расхода воздуха в каждом обслуживаемом помещении. Регулировка расхода воздуха в каждом помещении осуществляется по различным сценариям. Такая система обеспечивает минимальный расход энергии за счет подачи воздуха только в те помещения здания, где в настоящий момент требуется вентиляция. При этом объем воздуха, подаваемого в каждое помещение, можно гибко регулировать в зависимости от количества находящихся там людей, относительной влажности воздуха (0...100 %), температуры 0...+50 °С), содержания мелкой пыли (0...50 / 100 / 300 / 500 мкг/м<sup>3</sup>) и углекислого газа (0...2000 / 5000 млн–1)» [2].

Выводы по разделу 5

Систему вентиляции, условно можно разделить на две части: вентиляционная установка с датчиком давления и воздухораспределительная сеть с дискретными VAV клапанами.

Обе части системы вентиляции могут функционировать независимо друг от друга: вентиляционная установка с помощью датчика давления поддерживает заданное давление в основном воздуховоде (воздуховод постоянного расхода воздуха), а пользователь с помощью выключателей может по своему усмотрению закрывать и открывать клапаны во всех зонах.

## 6 Технико-экономический расчёт

Мною была запроектирована система автоматизации (в качестве перспективы развития), с функцией предварительного нагрева, которая позволяет обеспечить нужную температуру в помещениях АБК к заданному времени.

Фактическая часовая тепловая нагрузка здания на отопление составляет, Гкал/ч:

$$q_{\text{ч}} = (Q_{\text{от}} \cdot 0,0008598) = (60 \cdot 0,0008598) = 0,051 \text{ Гкал/час}$$

Фактическая годовая тепловая нагрузка здания на отопление составляет, Гкал/ч:

$$Q_{\text{год}} = (q_{\text{ч}} \cdot 24 \cdot Z_{\text{от}}) = (0,051 \cdot 24 \cdot 196) = 249 \text{ Гкал м}$$

Часовая нагрузка на отопление при понижении температуры внутреннего воздуха до 10 °С, Гкал/ч:

$$q_{\text{ч}}^{\text{д}} = \left( q_{\text{ч}} \cdot \frac{(t_{\text{в}}^{\text{д}} - t_{\text{н}})}{(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})} \right) = \left( 0,051 \cdot \frac{10 - (-27)}{22 - (-27)} \right) = 0,038 \text{ Гкал м}$$

Годовой расход тепловой энергии на отопление здания при организации дежурного отопления и 12-ти часовом рабочем дне организации (по регламенту рабочий день персонала АБК с 8:00 до 17:00, + поправки на тех кто задержался, и того, снижение отопление ), Гкал:

$$\begin{aligned} Q_{\text{д}} &= ((q_{\text{ч}} \cdot 12) + (q_{\text{ч}}^{\text{д}} \cdot 12)) \cdot Z_{\text{раб}} + (q_{\text{ч}}^{\text{д}} \cdot Z_{\text{вых}} \cdot 24) = \\ &= ((0,051 \cdot 12) + (0,038 \cdot 12)) \cdot 142 + (0,038 \cdot 54 \cdot 24) = \\ &= 151,65 + 49,248 = 201 \text{ Гкал м} \end{aligned}$$

Таким образом, экономия энергии от внедрения дежурного отопления, составит:

$$\Delta Q_d = Q_{\text{год}} - Q_d = 249 - 201 = 48 \text{ Гкал}$$

Годовая экономии в процентом эквиваленте, %:

$$\Delta \mathcal{E}_{\%} = \frac{Q_{\text{год}} - Q_d}{Q_{\text{год}}} \cdot 100 = \frac{249 - 48}{249} \cdot 100 = 8\%$$

Годовая экономии в денежном эквиваленте, тыс. руб:

$$\Delta \mathcal{E} = \Delta Q_d \cdot T \cdot 10^{-3} = 48 \cdot 3495,98 \cdot 0,001 = 167,807 \text{ тыс. руб}$$

Капитальные затраты на закупку оборудования и его монтаж определяются на основании данных сметных затрат тех заказчика.

Стоимость оборудования: 450 тыс. руб. (электронный регулятор с термодатчиками): 42 радиатора по 10 тыс.руб. + 2 шлюза по 10 тыс.руб.+ репитер 10 тыс.руб.)

Стоимость монтажа: 150 т.р..

Итого: 600 000 руб.

Капитальные затраты на закуп и монтаж оборудования составят:  
 $K_1 = 600\ 000$  руб.

Таким образом, расчетный срок окупаемости системы автоматизации:

$$T_{\text{расч}} = \frac{K_1}{\Delta \mathcal{E}} = \frac{600}{167} = 3,5 \text{ года.}$$

Вывод по разделу 6

Был выполнен технико-экономический расчёт принятых проектных решений системы автоматизации. Установлено, что срок окупаемости вложений в систему автоматизации отопления АБК составил 3,5 года. Далее среднегодовая экономия составит 167,807 тыс. руб.

## Заключение

В данной выпускной квалификационной работе были подобраны и спроектированы современные системы обеспечения микроклимата в помещениях на примере завода по производству пластмасс на ООО «Полипластик» в г. Тольятти.

В данной дипломной работе был произведён обзор исходных данных. Была изучена характеристика технологических процессов, осуществляемых в здании. Были определены технические условия подключения к существующим инженерным коммуникациям.

Произведён аналитический обзор литературы, изучены нормативные требования, предъявляемые к системам отопления заводов по производству готовых изделий из пластмасс.

Выполнен патентный поиск, в ходе которого был изучен воздухонагреватель водяной (калорифер – АВО), были описаны принципы работы АВО, определены преимущества и недостатки. Сформирована программа исследования, определены рубрики УДК, проработана научно-техническая документация по АВО, изучена патентная документация (начиная с 1935 года по настоящее время). Произведён анализ сущности изобретений, определена оценка преимуществ и недостатков аналогов АВО. Определены тенденции развития, сделаны выводы и рекомендации.

Проработан раздел тепловой защиты здания. Определены параметры наружного воздуха и внутреннего микроклимата. Изучена Архитектурно-строительная характеристика объекта строительства. Выполнен теплотехнический расчет ограждающих конструкций, найдены коэффициенты теплопроводности, результаты были сведены таблицу теплотехнических характеристик наружных ограждающих конструкций и сводную таблицу расчёта теплопотерь помещений.

Выполнен расчёт систем теплоснабжения. Спроектированы и рассчитаны системы водяного отопления. В ходе расчёта изучены параметры



источника теплоснабжения, параметры ИТП общие данные касаются отопления. Были приняты концептуальные решения при выборе системы отопления. Выполнен гидравлический расчёт системы отопления, результаты были сведены в общую таблицу, построены эпюры давления.

Выполнен расчёт системы вентиляции. В ходе данного раздела приведены общие понятия вентиляции, вентиляции приточной и вытяжной. Подчёркнута важность проектирования современных систем. Приведено описание принятых решений систем вентиляции. Выполнено обоснование энергетической эффективности систем отопления и вентиляции. Приведено обоснование оптимальности размещения отопительного оборудования. Описаны системы автоматизации и диспетчеризации.

По принятым проектным решениям произведено технико-экономическое обоснование.

## Список используемой литературы и используемых источников

1. Автоматизация систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздух / Б. Н. Юрманов, – Ленинград Стройиздат, 1976 г. — 216 с.
2. Автоматизация систем теплогазоснабжения и вентиляции / М.К. Хубаев – Ассоциация строительных высших учебных заведений, 2005 – 72 с.
3. Автоматизация систем теплогазоснабжения и вентиляции / О. А. Мухин, В. В. Покотилов, – Минск БГПА, 1992 г. — 119 с.
4. Автоматизация систем централизованного теплоснабжения / Б. Н. Юрманов, – Москва Энергия, 1974 – 272 с.
5. Автоматизированные системы теплоснабжения и отопления/ С. А. Чистович, В. К. Аверьянов, Ю. Я. Темпель, С. И. Быков, – Ленинград Стройиздат, 1987 г. — 248 с.
6. Автоматика и автоматизация систем теплогазоснабжения и вентиляции / А. А. Калмаков, Ю. Я. Кувшинов, С. С. Романова, С. А. Щелкунов – Москва Стройиздат, 1986 – 480 с.
7. Батурин В.В. Основы промышленной вентиляции.–М.: Профиздат, 1965. – 608 с.
8. В.Н. Богословский, Б.Д. Симаков, В.И. Новожилов, В.П. Титов. Отопление и вентиляция. Ч.II: Вентиляция – М.: Госстройиздат, 1976. – 439с.
9. В.П. Болдин, В.Ю. Кузин, В.В. Сухов Калориферные установки Нижний Новгород 2022
10. Внутренние санитарно–технические устройства. В 3 ч. Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн.2 / Б.В. Баркларов, Н.Н. Павлов, С.С. Амирджанов и др.; Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера.– М.: Стройиздат, 1992. – 416 с.
11. ГОСТ 12.1.005–88. Общие санитарно–гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. М.: Госстрой России, ФГУП ЦПП, 2004

12. ГОСТ 30494–2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях [Электронный ресурс]. – Введ. 2013–01–01. – Ссылка на ресурс: <http://docs.cntd.ru/document/gost-30494-2011>;

13. ГОСТ Р 56639–2015 Технологическое проектирование промышленных предприятий. Общие требования. [Электронный ресурс]. – Введ. 2016–12–01 – Ссылка на ресурс: <http://docs.cntd.ru/document/1200124955>;

14. ГОСТ Р ЕН 13779– 2007 Вентиляция в нежилых зданиях Технические требования к системам вентиляции и кондиционирования. [Электронный ресурс]. – Введ. 2008–10–01 – Ссылка на ресурс: <http://docs.cntd.ru/document/1200062568>.

15. ГОСТ Р ЕН 779–2014 Фильтры очистки воздуха общего назначения. Определение технических характеристик. [Электронный ресурс]. – Введ. 2015–12–01 – Ссылка на ресурс: <http://docs.cntd.ru/document/1200115106>;

16. Гранев В.В. Энергоэффективные производственные здания. «АВОК» №6 2002 [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=1885](https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=1885) (дата обращения: 18.09.2023).

17. Журнал Мир Климата №19 «Системы центрального кондиционирования. Куда идет рынок?» Автор: Георгий Литвинчук – Ссылка на ресурс: [https://mir-klimata.info/archive/2003\\_4/sistemi\\_centralnogo\\_1/](https://mir-klimata.info/archive/2003_4/sistemi_centralnogo_1/);

18. Каталог оборудования Ballu [Электронный ресурс] /. — Режим доступа: [https://www.ballu.ru/catalog/promyshlennoe\\_oborudovanie/](https://www.ballu.ru/catalog/promyshlennoe_oborudovanie/);

19. Каталог оборудования GRUNDFOS [Электронный ресурс] /. — Режим доступа: <http://product-selection.grundfos.com/>;

20. Каталог оборудования K-flex [Электронный ресурс] /. — Режим доступа <https://kflex.pro/product/>;

21. Каталог оборудования Royal-Thermo [Электронный ресурс] /. — Режим доступа <https://www.royal-thermo.ru/catalog/>;

22. Малявина, Е. Г. Теплотери здания: справочное пособие / Е. Г. Малявина. — М.:АВОК–ПРЕСС, 2007. – 144 с.

23. Определение рубрики УПД.  
<https://www.triumph.ru/html/serv/udk.html>
24. Основы автоматизации санитарно–технических устройств / В. Я. Меклер, Л. С. Раввин, – Москва Стройиздат, 1974 – 228 с.
25. Основы теплопередачи / Михеев М.А., Михеева И.М. . – М. : Экология, 1973. – 23 с.
26. Отопление и вентиляция трёхэтажного жилого дома. Электронное учебно–методическое пособие / Е.В. Одокиенко – Тольятти: ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет», 2017 – 67 с.
27. Отопление и вентиляция часть II. Под ред. В. Н. Богословского – М.: Стройиздат, 1976. – 441 с.
28. Патентный поиск по международной патентной классификации. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.freepatent.ru/patents/2343354>
29. Покотилев В. В. Пособие по расчету систем отопления. 145с. Издательство: Вена: фирма «HERZ Armaturen», 2006 г. [Электронный ресурс].Режим доступа: [https://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=6189](https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=6189) (дата обращения: 18.11.2020).
30. СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. [Электронный ресурс]. – Введ. 1996–10–01 – Ссылка на ресурс: <http://docs.cntd.ru/document/901704046>;
31. Системы вентиляции и кондиционирования. Рекомендации по проектированию, испытаниям и наладке [Электронный ресурс] – URL: <http://xn--80ac1bdfb.com.ua/category/ventilyaciya/> (дата обращения: 02.02.2020).
32. Системы вентиляции и кондиционирования: Рекомендации по проектированию и наладке / Ю.С. Краснов, А.П. Борисоглебская, А.В. Антипов: Москва 2004. – 373 с.
33. СНиП 2.09.04–87 Административные и бытовые здания (с Изменениями N 1, 2, 3). [Электронный ресурс]. – Введ. 1989–01–01 – Ссылка на ресурс: <http://docs.cntd.ru/document/5200093>;

34. СНиП 31–04–2001 Складские здания. [Электронный ресурс]. – Введ. 2002.–01.–01.– Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200008166>
35. СП 131.1330.2020 –Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23–01–99 [Электронный ресурс]. – Введ. 2013.– 01. – 01. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200095546>
36. СП 50.13330.2012. – Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23–02–2003 [Электронный ресурс]. – Введ. 2013.– 07. –01. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200095525> (дата обращения: 20.09.2018).
37. СП 60.13330.2016. – Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41–01–2003 [Электронный ресурс]. – Введ. 2017.– 06. – 17. URL: <http://docs.cntd.ru/document/456054205>;
38. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно–технические устройства Часть 1 Отопление / под ред. И.Г. Староверова, Ю.И. Шиллера – Москва. : Стройиздат, 1990. – 345 с.
39. ANSI/ASHRAE Standard 55–2013 Thermal environmental conditions for human occupancy. — С. 32–37
40. ASHRAE/ANSI Standard 62.1–2016 Ventilation for acceptable indoor air quality.
41. CR 1752:1998 Ventilation for buildings — design criteria for the indoor environment., 1998. – 73 p.
42. EN 13779:2007 Ventilation for non–residential buildings — Performance requirements for ventilation and room–conditioning systems.
43. EN ISO 7730:2005 Ergonomics of the thermal environment — Analytical determination and interpretation of thermal comfort.
44. K.Tamizi. Energy saving of HVAC Systems by Using Model Predictive Control (MPC). – OmniScriptum Publishing KS, 2018. – 84 p.
45. Olesen B. W. Standards for ventilation and indoor air quality in relation to the EPBD // REHVA Journal. — 2011. № 1. — С. 28–32.
46. Raymond K. Schneider, P.E. / Designing Clean Room HVAC Systems / ASHRAE Journal / 08.2001— С. 5–7.

## Приложение А

### Тепловые потери

Таблица А.1 – Тепловые потери

№ пом	Имя помещен	Ограждающие конструкции							Пот. Q	Доб. Потери		Коэф. 1+β	Теплопотери, Q Вт					
		имя	Ориент	Размеры		А	Коэф к	Δt		Ориент.	Прочие		Огражд.	А	I воздух	Инфилът	Расчѣтн	
				а	h													
101	Лестница 1	НС	В	7,04	10,6	74,62	0,39	45	1309,7	0,1		1,10	1440,6					
		НД	В	1,3		2,86	1,16	45	149,3	0,1	3,08	4,18	623,7					
		НС	С	3,51	10,6	37,21	0,39	45	653,0	0,1		1,10	718,3					
		О1	С	1,5		2,25	1,81	45	183,3	0,1		1,10	201,6					
		О2	С	1,5		2,25	1,81	45	183,3	0,1		1,10	201,6					
		ПТ		6,37		18,15	0,51	45	416,6			1,00	416,6					
		ПЛ1		2,85		5,70	0,476	45	122,1			1,00	122,1					
		ПЛ1		4,76		9,52	0,476	45	203,9			1,00	203,9					
		ПЛ2		4,76		5,85	0,233	45	61,4			1,00	61,4					
		ПЛУ		2		4,00	0,476	45	85,7		1,00	85,7						
												4075,5	18,2	108,9	1152,883		5228,4	
102	Мед. Пункт	НС	С	3,12		10,92	0,38	47	195,0	0,1		1,10	214,5					
		О	С	1,5		2,25	1,81	47	191,4	0,1		1,10	210,5					
		ПЛ1		2,87		5,74	0,476	47	128,4			1,00	128,4					
		ПЛ2		2,87		5,74	0,233	47	62,9			1,00	62,9					
		ПЛ3		2,87		8,90	0,116	47	48,5			1,00	48,5					
												664,9	18,5	55,5	613,7845		1278,6	
103	Нач. ТО	НС	С	2,68		9,38	0,38	50	178,2	0,1		1,10	196,0					
		О	С	1,5		2,25	1,81	50	203,6	0,1		1,10	224,0					
		ПЛ1		2,55		5,10	0,476	50	121,4			1,00	121,4					
		ПЛ2		2,55		5,10	0,233	50	59,4			1,00	59,4					
		ПЛ3		2,55		5,10	0,116	50	29,6			1,00	29,6					
		ПЛ4		2,55		2,58	0,07	50	9,0			1,00	9,0					
												639,4	17,8	53,5	628,8484		1268,3	
104	Нач. ПЦ	НС	С	2,68		9,38	0,38	50	178,2	0,1		1,10	196,0					
		О	С	1,5		2,25	1,81	50	203,6	0,1		1,10	224,0					
		ПЛ1		2,56		5,12	0,476	50	121,9			1,00	121,9					
		ПЛ2		2,56		5,12	0,233	50	59,6			1,00	59,6					
		ПЛ3		2,56		5,12	0,116	50	29,7			1,00	29,7					
		ПЛ4		2,56		2,59	0,07	50	9,0			1,00	9,0					
												640,3	17,9	53,7	631,3144		1271,6	
105	Комната перег.	НС	С	4,5		15,75	0,38	47	281,3	0,1		1,10	309,4					
		О	С	1,5		2,25	1,81	47	191,4	0,1		1,10	210,5					
		ПЛ1		4,38		8,76	0,476	47	196,0			1,00	196,0					
		ПЛ2		4,38		8,76	0,233	47	95,9			1,00	95,9					
		ПЛ3		4,38		8,76	0,116	47	47,8			1,00	47,8					
		ПЛ4		4,38		4,42	0,07	47	14,6			1,00	14,6					
												874,2	30,6	91,8	1015,331		1889,5	
106	Отдал Кадров	НС	С	2,9		10,15	0,38	50	192,9	0,1		1,10	212,1					
		О	С	1,5		2,25	1,81	50	203,6	0,1		1,10	224,0					
		ВС		6,99	3,3	23,07	0,41	5	47,3			1,00	47,3					
		ПЛ1		2,56		5,12	0,476	5	12,2			1,00	12,2					
		ПЛ2		2,56		5,12	0,233	5	6,0			1,00	6,0					
		ПЛ3		2,56		5,12	0,116	5	3,0			1,00	3,0					
		ПЛ4		2,56		2,59	0,07	5	0,9			1,00	0,9					
														505,4	17,8	53,5	62,88484	
107	Компрессорн.	НС	С	4,2		14,70	0,49	37	266,5	0,1		1,10	293,2					
		НД	С	2,5		5,50	1,16	37	236,1	0,1		1,10	259,7					
		ПЛ1		3,97		7,94	0,476	37	139,8			1,00	139,8					
		ПЛ2		3,97		7,94	0,233	37	68,5			1,00	68,5					
		ПЛ3		3,97		7,94	0,116	37	34,1			1,00	34,1					
		ПЛ4		3,97		14,49	0,07	37	37,5			1,00	37,5					
												832,7	38,3	114,9	1000,18		1832,9	
108	Лестн.2	НС	С	3,24	13,19	42,74	0,39	45	750,0	0,1		1,10	825,0					
		О1	С	1,5		2,25	1,81	45	183,3	0,1		1,10	201,6					
		О2	С	1,5		2,25	1,81	45	183,3	0,1		1,10	201,6					
		О3	С	1,5		2,25	1,81	45	183,3	0,1		1,10	201,6					
		ПТ		6,38		18,18	0,51	45	417,3			1,00	417,3					
		ПЛ1		2,85		5,70	0,476	45	122,1			1,00	122,1					
		ПЛ2		2,85		5,70	0,233	45	59,8			1,00	59,8					
		ПЛ3		2,85		5,70	0,116	45	29,8			1,00	29,8					
		ПЛ4		2,85		2,88	0,07	45	9,1			1,00	9,1					
														2067,8	18,2	109,1	1154,693	

## Продолжение Приложения А

### Продолжение таблицы А.1

109	Лифтовый хол	НС	С	2,06		0,00	0,38	45	0,0	0,1	1,10	0,0							
		ПЛ1		1,65		3,30	0,476	45	70,7			1,00	70,7						
		ПЛ2		1,65		3,30	0,233	45	34,6			1,00	34,6						
		ПЛ3		1,65		3,30	0,116	45	17,2			1,00	17,2						
		ПЛ4		1,65		1,67	0,07	45	5,2			1,00	5,2						
												127,8	10,5	31,6	334,2533		462,0		
110	Тамбур	НС	С	2,31		8,09	0,49	45	178,3	0,1	1,10	196,1							
		НД	С	1,3		2,86	1,16	45	149,3	0,1	0,95	2,05	305,3						
		ПЛ1		2,6		4,94	0,476	45	105,8			1,00	105,8						
											607,2	5,0	15,1	159,8713		767,1			
111	Санузел для МНГ							45	0,0		1,00	0,0							
112	Серверная	НС	С	3,07		10,75	0,49	45	236,9	0,1	1,10	260,6							
		О	С	1,5		2,25	1,81	45	183,3	0,1	1,10	201,6							
		ПЛ1		2,9		5,80	0,476	45	124,2			1,00	124,2						
		ПЛ2		2,9		5,80	0,233	45	60,8			1,00	60,8						
		ПЛ3		2,9		1,77	0,116	45	9,2			1,00	9,2						
											656,5	13,3	39,8	421,7301		1078,2			
113	Санузел							45	0,0		1,00	0,0							
114	Кладовая УИ							45	0,0		1,00	0,0							
115	Душевая	НС	С	2,2		7,70	0,49	51	192,4	0,1	1,10	211,7							
		ВС		2,2	3,3	7,26	0,62	6	27,0			1,00	27,0						
		ПЛ1		2,1		4,98	0,476	6	14,2			1,00	14,2						
											252,9	9,0	25,0	35,28		288,2			
116	Санузел							45	0,0		1,00	0,0							
117	Преддушевая	НС	С	1,37		4,80	0,49	51	119,8	0,1	1,10	131,8							
		ПЛ1		1,25		2,96	0,476	51	71,9			1,00	71,9						
											203,7	9,0	25,0	299,88		503,6			
118	Гардероб муж	НС	С	7,45		26,08	0,49	45	575,0	0,1	1,10	632,4							
		О	С	1,5		2,25	1,81	45	183,3	0,1	1,10	201,6							
		ПЛ1		7,2		14,40	0,476	45	308,4			1,00	308,4						
		ПЛ2		10,8		21,60	0,233	45	226,5			1,00	226,5						
		ПЛ3		7,2		14,40	0,116	45	75,2			1,00	75,2						
		ПЛ4		7,2		14,40	0,07	45	45,4			1,00	45,4						
											1489,5	56,8	170,5	1804,165		3293,7			
154(19)	Коридор	НС	В	2,63		9,21	0,38	45	157,4	0,1	1,10	173,1							
		О	В	1,5		2,25	1,81	45	183,3	0,1	1,10	201,6							
		ПЛ4		38,18		88,96	0,07	45	280,2			1,00	280,2						
											655,0	79,1	237,4	2512,726		3167,7			
120	Кладовая СО							45	0,0		1,00	0,0							
121	Стоянка погруз	НС	С	5,13		17,96	0,49	45	395,9	0,1	1,10	435,5							
		НД	С	1		2,20	1,16	45	114,8	0,1	0,77	1,87	214,8						
		ВС		9,47	3,3	31,25	0,62	8	155,0			1,00	155,0						
		ПЛ1		4,88		9,76	0,476	8	37,2			1,00	37,2						
		ПЛ2		4,88		9,76	0,233	8	18,2			1,00	18,2						
		ПЛ3		4,88		9,76	0,116	8	9,1			1,00	9,1						
		ПЛ4		4,88		17,81	0,07	8	10,0			1,00	10,0						
											879,6	46,2	138,6	260,8665		1140,5			
122	Электрощит.	НС	С	4,12		14,42	0,49	37	261,4	0,1	1,10	287,6							
		НД	С	1,3		2,86	1,16	37	122,8	0,1	0,77	1,87	229,5						
		ПЛ1		4		8,00	0,476	37	140,9			1,00	140,9						
		ПЛ2		4		8,00	0,233	37	69,0			1,00	69,0						
		ПЛ3		4		8,00	0,116	37	34,3			1,00	34,3						
		ПЛ4		4		14,60	0,07	37	37,8			1,00	37,8						
											799,1	38,6	115,8	1007,738		1806,9			
123	Вент. Камера	НС	С	8,19		28,67	0,49	37	519,7	0,1	1,10	571,7							
		ПЛ1		8,07		16,14	0,476	37	284,3			1,00	284,3						
		ПЛ2		8,07		16,14	0,233	37	139,1			1,00	139,1						
		ПЛ3		8,07		16,14	0,116	37	69,3			1,00	69,3						
		ПЛ4		8,07		29,46	0,07	37	76,3			1,00	76,3						
											1140,6	77,9	233,6	2033,111		3173,7			
124	Тепловой узел	НС	С	4,23		14,81	0,49	37	268,4	0,1	1,10	295,3							
		НС	З	4,8		16,80	0,38	37	236,2	0,05		1,05	248,0						
		НД	З	1,3		2,86	1,16	37	122,8	0,05	0,77	1,82	223,4						
		ПЛ1		4,23		8,46	0,476	37	149,0			1,00	149,0						
		ПЛ2		2,65		5,30	0,233	37	45,7			1,00	45,7						
		ПЛУ		2		4,00	0,476	37	70,4			1,00	70,4						
											1031,8	18,9	56,7	493,0293		1524,8			
125	Насосная ППА	НС	С	4,99		17,47	0,49	37	316,6	0,1	1,10	348,3							
		НД	З	1,3		2,86	1,16	37	122,8	0,05		1,05	128,9						
		ПЛ1		4,88		9,76	0,476	37	171,9			1,00	171,9						
		ПЛ2		4,88		9,76	0,233	37	84,1			1,00	84,1						
		ПЛ3		4,88		9,76	0,116	37	41,9			1,00	41,9						
											775,1	29,0	87,1	758,0487		1533,2			

## Продолжение Приложения А

### Продолжение таблицы А.1

126	Склад запчастей	НС	С	5,7	19,95	0,49	45	439,9	0,1	1,10	483,9						
		ПЛ1		5,66	11,32	0,476	45	242,5		1,00	242,5						
		ПЛ2		5,66	11,32	0,233	45	118,7		1,00	118,7						
		ПЛ3		2,31	4,62	0,116	45	24,1		1,00	24,1						
		ПЛ4		2,31	8,43	0,07	45	26,6		1,00	26,6						
										895,7	45,2	135,7	1435,794			2331,5	
127	Кладовая масел	НС	Ю	3,63	12,71	0,49	45	280,1		1,00	280,1						
		ПЛ1		3,51	7,02	0,476	45	150,4		1,00	150,4						
		ПЛ2		3,51	7,02	0,233	45	73,6		1,00	73,6						
										504,1	11,9	35,8	378,9284			883,0	
128	Пом. Клад	НС	Ю	2,62	9,17	0,49	47	211,2		1,00	211,2						
		ПЛ1		2,5	5,00	0,476	47	111,9		1,00	111,9						
		ПЛ2		2,5	5,00	0,233	47	54,8		1,00	54,8						
										377,8	8,5	25,5	281,8872			659,7	
129	Склад сырья	НС	Ю	36,4	516,88	0,49	47	11903,7		1,00	11903,7						
		НД	Ю	1,3	2,86	1,16	47	155,9	3,27	4,27	665,7						
		О1	Ю	4,5	8,10	1,81	47	689,1		1,00	689,1						
		О2	Ю	4,5	8,10	1,81	47	689,1		1,00	689,1						
		О3	Ю	4,5	8,10	1,81	47	689,1		1,00	689,1						
		О4	Ю	4,5	8,10	1,81	47	689,1		1,00	689,1						
		НС	В	42,7	606,34	0,49	47	13964,0	0,1	1,10	15360,4						
		НВор	В	3,92	17,64	1,16	47	961,7	0,1	3,27	4,37	4202,0					
		НВор	В	3,92	17,64	1,16	47	961,7	0,1	3,27	4,37	4202,0					
		НВор	В	4,2	18,90	1,16	47	1030,4	0,1	3,27	4,37	4502,1					
		О1	В	4,5	8,10	1,81	47	689,1	0,1	1,10	758,0						
		О2	В	4,5	8,10	1,81	47	689,1	0,1	1,10	758,0						
		О3	В	4,5	8,10	1,81	47	689,1	0,1	1,10	758,0						
		НД	В	1,3	2,86	1,16	47	155,9	0,1	1,10	171,5						
		ПТ		42,5	1547,00	0,37	47	26902,3		1,00	26902,3						
		ПЛ1		35,3	70,60	0,476	47	1579,5		1,00	1579,5						
		ПЛ2		33,3	66,60	0,233	47	729,3		1,00	729,3						
		ПЛ3		31,3	62,60	0,116	47	341,3		1,00	341,3						
		ПЛ4		36,58	1071,79	0,07	47	3526,2		1,00	3526,2						
		ПЛ1		42,58	85,16	0,476	47	1905,2		1,00	1905,2						
		ПЛ2		40,58	81,16	0,233	47	888,8		1,00	888,8						
		ПЛ3		38,58	77,16	0,116	47	420,7		1,00	420,7						
		ПЛУ		2	4,00	0,476	47	89,5		1,00	89,5						
										82420,5	1544,6	4633,7	51222,72		133643,2		
130	Произ. Зона	НС	З	42,7	606,34	0,49	45	13369,8	0,05	1,05	14038,3						
		НВор	З	4,2	10,50	1,16	45	548,1	0,05	3,27	4,32	2367,4					
		НД	З	1,3	2,86	1,16	45	149,3	0,05	3,27	4,32	644,8					
		О1	З	4,5	8,10	1,81	45	659,7	0,05		1,05	692,7					
		О2	З	4,5	8,10	1,81	45	659,7	0,05		1,05	692,7					
		О3	З	4,5	8,10	1,81	45	659,7	0,05		1,05	692,7					
		О4	З	4,5	8,10	1,81	45	659,7	0,05		1,05	692,7					
		О5	З	4,5	8,10	1,81	45	659,7	0,05		1,05	692,7					
		НС	Ю	36,4	516,88	0,49	45	11397,2		1,00	11397,2						
		НД	Ю	1,3	2,86	1,16	45	149,3	3,27	4,27	637,4						
		О1	Ю	4,5	8,10	1,81	45	659,7		1,00	659,7						
		О2	Ю	4,5	8,10	1,81	45	659,7		1,00	659,7						
		О3	Ю	4,5	8,10	1,81	45	659,7		1,00	659,7						
		О4	Ю	4,5	8,10	1,81	45	659,7		1,00	659,7						
		О5	Ю	4,5	8,10	1,81	45	659,7		1,00	659,7						
		ПТ		42,5	1547,00	0,37	45	25757,6		1,00	25757,6						
		НС	С	31,6	338,12	0,49	45	7455,5	0,1	1,10	8201,1						
		НС	З	9,79	104,75	0,49	45	2309,8	0,05	1,05	2425,3						
		ПТ		31,6	309,36	0,37	45	5150,9		1,00	5150,9						
		ПЛ1		42,55	85,10	0,476	45	1822,8		1,00	1822,8						
		ПЛ2		40,55	81,10	0,233	45	850,3		1,00	850,3						
		ПЛ3		38,55	77,10	0,116	45	402,5		1,00	402,5						
		ПЛ4		36,55	1140,36	0,07	45	3592,1		1,00	3592,1						
ПЛ1		37,2	74,40	0,476	45	1593,6		1,00	1593,6								
ПЛ2		35,2	70,40	0,233	45	738,1		1,00	738,1								
ПЛ3		33,2	66,40	0,116	45	346,6		1,00	346,6								
ПЛУ		2	4,00	0,476	45	85,7		1,00	85,7								
										86814,1	1887,5	5662,6	59932,76		146746,9		



## Продолжение Приложения А

### Продолжение таблицы А.1

202	Комн. При. Пищ	НС	С	6,56	23,62	0,38	47	421,8	0,1	1,10	464,0						
		O1	С	1,5	2,25	1,81	47	191,4	0,1	1,10	210,5						
		O2	С	1,5	2,25	1,81	47	191,4	0,1	1,10	210,5						
											885,1	41,8	125,3	1385,194	2270,3		
203	Тех. Отдел	НС	С	6,49	23,36	0,38	50	443,9	0,1	1,10	488,3						
		O1	С	1,5	2,25	1,81	50	203,6	0,1	1,10	224,0						
		O2	С	1,2	1,80	1,81	50	162,9	0,1	1,10	179,2						
		O3	С	1,5	2,25	1,81	50	203,6	0,1	1,10	224,0						
											1115,5	44,5	133,4	1568,422	2683,9		
204	Лест.2						45	0,0		1,00	0,0						
205	Лифт. Хол						45	0,0		1,00	0,0						
206	Кабинет	НС	С	3,2	11,52	0,38	47	205,7	0,1	1,10	226,3						
		O1	С	1,5	2,25	1,81	47	191,4	0,1	1,10	210,5						
											436,9	13,3	39,8	440,4736	877,3		
207	Санузел для МНГ						45	0,0		1,00	0,0						
208	Коридор	НС	В	2,33	8,16	0,38	45	139,5	0,1	1,10	153,4						
		O	В	1,7	2,55	1,81	45	207,7	0,1	1,10	228,5						
											381,9	102,3	306,9	3248,23	3630,1		
209	Клад. УИ						45	0,0		1,00	0,0						
210	Санузел						45	0,0		1,00	0,0						
211	Душевая	НС	С	2,23	8,03	0,38	51	155,6	0,1	1,10	171,1						
											171,1	5,0	25,0	299,88	471,0		
212	Преддушевая	НС	С	1,38	4,97	0,38	51	96,3	0,1	1,10	105,9						
											105,9	3,0	25,0	299,88	405,8		
213	Санузел						45	0,0		1,00	0,0						
214	Гардероб жен	НС	С	7,74	27,86	0,38	45	476,5	0,1	1,10	524,1						
		O1	С	1,5	2,25	1,81	45	183,3	0,1	1,10	201,6						
											725,7	49,0	146,9	1554,578	2280,3		
215	Нач. ТЦ	НС	С	2,91	10,48	0,38	50	199,0	0,1	1,10	218,9						
		O1	С	1,5	2,25	1,81	50	203,6	0,1	1,10	224,0						
											442,9	18,7	56,2	660,9073	1103,8		
301	Лест.1						45	0,0		1,00	0,0						
302	Отдел упр. Кач.	НС	С	4,42	15,07	0,38	50	286,4	0,1	1,10	315,0						
		O1	С	1,5	2,25	1,81	50	203,6	0,1	1,10	224,0						
		ПТ		7	27,16	0,51	50	692,6		1,00	692,6						
											1231,6	27,2	81,5	958,2048	2189,8		
303	Каб. Тех. Дира	НС	С	4,71	16,06	0,38	50	305,2	0,1	1,10	335,7						
		O1	С	1,5	2,25	1,81	50	203,6	0,1	1,10	224,0						
		O2	С	1,5	2,25	1,81	50	203,6	0,1	1,10	224,0						
		ПТ		7	28,14	0,51	50	717,6		1,00	717,6						
											1501,2	28,1	84,4	992,7792	2494,0		
304	Отдел логист.	НС	С	3,3	11,25	0,38	50	213,8	0,1	1,10	235,2						
		O1	С	1,5	2,25	1,81	50	203,6	0,1	1,10	224,0						
		ПТ		7	22,26	0,51	50	567,6		1,00	567,6						
											1026,8	22,3	66,8	785,3328	1812,1		
305	Директор	НС	С	6,08	20,73	0,38	50	393,9	0,1	1,10	433,3						
		O1	С	1,5	2,25	1,81	50	203,6	0,1	1,10	224,0						
		O2	С	1,5	2,25	1,81	50	203,6	0,1	1,10	224,0						
		ПТ		7	40,67	0,51	50	1037,1		1,00	1037,1						
											1918,4	40,7	122,0	1434,838	3353,2		
306	Бухгалтерия	НС	С	6,65	22,68	0,38	50	430,9	0,1	1,10	473,9						
		O1	С	1,5	2,25	1,81	50	203,6	0,1	1,10	224,0						
		O2	С	1,5	2,25	1,81	50	203,6	0,1	1,10	224,0						
		ПТ1		4,58	29,86	0,51	50	761,5		1,00	761,5						
		ПТ2		2,41	4,29	0,51	50	109,4		1,00	109,4						
											1792,8	34,2	102,5	1204,861	2997,6		
307	Глав. Бух	НС	С	2,86	9,75	0,38	50	185,3	0,1	1,10	203,8						
		O1	С	1,5	2,25	1,81	50	203,6	0,1	1,10	224,0						
		ПТ		7	18,62	0,51	50	474,8		1,00	474,8						
											902,6	18,6	55,9	656,9136	1559,5		
310	Коридор	НС	В	2,33	7,95	0,38	45	135,9	0,1	1,10	149,5						
		O	В	1,7	2,55	1,81	45	207,7	0,1	1,10	228,5						
		ПТ1		40,92	95,34	0,51	45	2188,1		1,00	2188,1						
		ПТ2		7,12	14,95	0,51	45	343,1		1,00	343,1						
											2909,2	95,3	286,0	3027,35	5936,6		
311	Санузел для МНГ						45	0,0		1,00	0,0						
312	Санузел						45	0,0		1,00	0,0						
313	Приёмная	НС	С	2,88	9,82	0,38	47	175,4	0,1	1,10	192,9						
		O1	С	1,5	2,25	1,81	47	191,4	0,1	1,10	210,5						
		ПТ		2,72	7,83	0,51	47	187,8		1,00	187,8						
											591,3	19,0	57,1	631,4273	1222,7		

Приложение Б  
Гидравлический расчёт

Таблица Б.1 – Гидравлический расчёт

№ уч	Q <sub>уч</sub>	G <sub>уч</sub>	Л <sub>уч</sub>	фмм	w	R <sub>ф</sub>	R <sub>ф</sub> L	Σξ	R <sub>дин</sub>	Z	R <sub>ф</sub> L + Z	Примечание
<b>ГЦК (Главное циркуляционное кольцо)</b>												
1-2	63050	2555	4,47	32	0,67	200,00	894	2,5	223,78	559,4	1453	
2-3	61517	2493	10,03	32	0,674	200,00	2006	2,5	226,46	566,1	2572	
3-4	59186	2399	7,5	32	0,638	180,00	1350	1,5	202,91	304,4	1654	
4-5	57354	2324	24,79	32	0,62	170,00	4214,3	2,5	191,62	479,1	4693	
5-6	39737	1610	8,85	32	0,43	85,00	752,25	1,5	92,17	138,3	891	
6-7	36470	1478	2,45	32	0,4	75,00	183,75	1,5	79,76	119,6	303	
7-8	36008	1459	14,2	32	0,4	75,00	1065	2	79,76	159,5	1225	
8-a	6604	267,6	10,22	20	0,204	40,00	408,8	6,5	20,75	134,8	544	
a-9	3168	128,4	4	15	0,176	45,00	180	13,5	15,44	208,5	388	
9-9'	3168	128,4	1	15	0,176	45,00	45	16	15,44	247,1	2292	2000
9'-6	3168	128,4	4	15	0,176	45,00	180	13,5	15,44	208,5	388	
6-8'	6604	267,6	10,22	20	0,204	40,00	408,8	6,5	20,75	134,8	544	
8'-7'	36008	1459	14,2	32	0,4	75,00	1065	2	79,76	159,5	1225	
7'-6'	36470	1478	2,45	32	0,4	75,00	183,75	1,5	79,76	119,6	303	
6'-5'	39737	1610	8,85	32	0,43	85,00	752,25	1,5	92,17	138,3	891	
5'-4'	57354	2324	24,79	32	0,62	170,00	4214,3	2,5	191,62	479,1	4693	
4'-3'	59186	2399	7,5	32	0,638	180,00	1350	1,5	202,91	304,4	1654	
3'-2'	61517	2493	10,03	32	0,67	200,00	2006	2,5	223,78	559,4	2565	
2'-1'	63050	2555	4,47	32	0,674	200,00	894	2,5	226,46	566,1	1460	
											29740	
<b>Кольцо от 8 (8-23) 1-Этаж</b>												
8-10	5282	214,1	8,7	15	0,29	120,00	1044	2,5	41,92	104,8	1148,8	
10-11	5282	214,1	0,4	15	0,29	120,00	48	2,5	41,92	104,8	152,8	
11-12	5282	214,1	3	15	0,29	120,00	360	1,5	41,92	62,9	422,9	
12-13	5282	214,1	2,01	15	0,29	120,00	241,2	2,5	41,92	104,8	346,0	
13-14	4054	164,3	2,03	15	0,2	70,00	142,1	1,5	19,94	29,9	172,0	
14-15	2807	113,8	2,13	15	0,15	36,00	76,68	1,5	11,22	16,8	93,5	
15-16	1560	63,22	2,57	15	0,08	12,00	30,84	2	3,19	6,4	37	
16-17	1560	63,22	1	15	0,08	12,00	12	6,5	3,19	20,7	2033	2000
17-18	1560	63,22	2,57	15	0,08	12,00	30,84	13,5	3,19	43,1	73,9	
18-19	2807	113,8	2,13	15	0,15	36,00	76,68	13,5	11,22	151,4	228,1	
19-20	4054	164,3	2,03	15	0,2	70,00	142,1	6,5	19,94	129,6	271,7	
20-21	5282	214,1	2,01	15	0,29	120,00	241,2	2	41,92	83,8	325,0	
21-22	5282	214,1	3	15	0,29	120,00	360	1,5	41,92	62,9	422,9	
22-23	5282	214,1	0,4	15	0,29	120,00	48	1,5	41,92	62,9	110,9	
23-8'	5282	214,1	8,7	15	0,29	120,00	1044	2,5	41,92	104,8	1148,8	

## Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

№ уч	Qуч	Gуч	Луч	фмм	w	Rф	Rф L	Σξ	Rдин	Z	Rф L + Z	Примечание
<b>Кольцо от 8 (12-21) 3 этаж</b>												
12-24	3353	135,9	2,04	15	0,18	50,00	102	2,5	16,15	40,4	142,4	
24-25	1677	67,94	0,9	15	0,09	14,00	12,6	2,5	4,04	10,1	22,7	
25-26	1677	67,94	1	15	0,09	14,00	14	1,5	4,04	6,1	2020	2000
26-27	1677	67,94	0,9	15	0,09	14,00	12,6	2,5	4,04	10,1	22,7	
27-21	3353	135,9	2,04	15	0,18	50,00	102	1,5	16,15	24,2	126,2	
<b>Кольцо от 8 (11-22) 2 этаж</b>												
11-28	3787	153,5	0,87	15	0,2	60,00	52,2	2,5	19,94	49,9	102,1	
28-29	2892	117,2	1,91	15	0,16	40,00	76,4	2,5	12,76	31,9	108,3	
29-30	1998	80,96	2,24	15	0,1	19,00	42,56	1,5	4,99	7,5	50,0	
30-31	1103	44,7	2,57	15	0,06	4,50	11,565	2,5	1,79	4,5	16,1	
31-32	1103	44,7	1	15	0,06	4,50	4,5	1,5	1,79	2,7	2007	2000
32-33	1103	44,7	2,57	15	0,06	4,50	11,565	1,5	1,79	2,7	16,1	
33-34	1998	80,96	2,24	15	0,1	19,00	42,56	2	4,99	10,0	50,0	
34-35	2892	117,2	1,91	15	0,16	40,00	76,4	6,5	12,76	83,0	108,3	
35-22	3787	153,5	0,87	15	0,2	60,00	52,2	13,5	19,94	269,2	102,1	
<b>Кольцо от 8 (11-22) 2 этаж пр</b>												
11-36	2270	91,99	1,3	15	0,1	22,00	28,6	2,5	4,99	12,5	41,1	
36-37	1513	61,33	2,16	15	0,08	11,00	23,76	2,5	3,19	8,0	31,7	
37-38	757	30,66	0,93	15	0,04	2,60	2,418	1,5	0,80	1,2	3,6	
38-39	757	30,66	1	15	0,04	2,60	2,6	2,5	0,80	2,0	2005	2000
39-40	757	30,66	0,93	15	0,04	2,60	2,418	1,5	0,80	1,2	3,6	
40-41	1513	61,33	2,16	15	0,08	11,00	23,76	1,5	3,19	4,8	28,5	
41-22	2270	91,99	1,3	15	0,1	22,00	28,6	2	4,99	10,0	38,6	
<b>Кольцо от 8 (42-51) 1 этаж лев</b>												
10-42	6948	281,6	2,5	20	0,21	45,00	112,5	2,5	21,98	55,0	167,5	
42-43	6948	281,6	1,92	20	0,21	45,00	86,4	2,5	21,98	55,0	141,4	
43-44	5058	205	4,3	15	0,28	110,00	473	2,5	39,08	97,7	570,7	
44-45	3790	153,6	2,45	15	0,2	60,00	147	1,5	19,94	29,9	176,9	
45-46	3222	130,6	6,95	15	0,17	45,00	312,75	2,5	14,41	36,0	348,8	
46-47	3222	130,6	1	15	0,17	45,00	45	1,5	14,41	21,6	2067	2000
47-48	3222	130,6	6,95	15	0,17	45,00	312,75	1,5	14,41	21,6	334,4	
48-49	3790	153,6	2,45	15	0,2	60,00	147	1,5	19,94	29,9	176,9	
49-50	5058	205	4,3	15	0,28	110,00	473	1,5	39,08	58,6	531,6	
50-51	6948	281,6	1,92	20	0,21	45,00	86,4	1,5	21,98	33,0	119,4	
51-23	6948	281,6	2,5	20	0,21	45,00	112,5	1,5	21,98	33,0	145,5	

## Продолжение Приложения Б

### Продолжение таблицы Б.1

№ уч	Qуч	Gуч	Луч	фмм	w	Rф	Rф L	Σξ	Rдин	Z	Rф L + Z	Примечание
<b>Кольцо от 8 (42-51) 1 этаж пр</b>												
42-52	7764	314,6	1,72	20	0,24	60,00	103,2	2,5	28,71	71,8	175,0	
52-53	6496	263,3	2,63	20	0,21	45,00	118,35	2,5	21,98	55,0	173,3	
53-54	5228	211,9	6,77	15	0,28	110,00	744,7	1,5	39,08	58,6	803,3	
54-55	5228	211,9	1	15	0,28	110,00	110	2,5	39,08	97,7	207,7	2000
55-56	5228	211,9	6,77	15	0,28	110,00	744,7	1,5	39,08	58,6	803,3	
56-57	6496	263,3	2,63	20	0,21	45,00	118,35	1,5	21,98	33,0	151,3	
57-51	7764	314,6	1,72	20	0,24	60,00	103,2	1,5	28,71	43,1	146,3	
<b>Кольцо от 5 (5-5") общее</b>												
5-58	5502	223	8,7	20	0,16	28,00	243,6	2,5	12,76	31,9	275,5	
58-59	5502	223	0,4	20	0,16	28,00	11,2	2,5	12,76	31,9	43,1	
59-60	5502	223	3	20	0,16	28,00	84	1,5	12,76	19,1	103,1	
60-61	5502	223	0,74	20	0,16	28,00	20,72	2,5	12,76	31,9	52,6	
61-62	3690	149,5	4,48	15	0,2	60,00	268,8	2,5	19,94	49,9	318,7	
62-63	1500	60,79	8,33	15	0,08	10,00	83,3	1,5	3,19	4,8	88,1	
63-64	1500	60,79	1	15	0,08	10,00	10	1,5	3,19	4,8	2015	2000
64-65	1500	60,79	8,33	15	0,08	10,00	83,3	1,5	3,19	4,8	88,1	
65-66	3690	149,5	4,48	15	0,2	60,00	268,8	1,5	19,94	29,9	298,7	
66-67	5502	223	0,74	20	0,16	28,00	20,72	1,5	12,76	19,1	39,9	
67-68	5502	223	3	20	0,16	28,00	84	1,5	12,76	19,1	103,1	
68-69	5502	223	0,4	20	0,16	28,00	11,2	1,5	12,76	19,1	30,3	
69-5"	5502	223	8,7	20	0,16	28,00	243,6	1,5	12,76	19,1	262,7	
<b>Кольцо от 5 (60-67) пр</b>												
60-70	2998	121,5	3,3	15	0,16	40,00	132	2,5	12,76	31,9	163,9	
70-71	1499	60,75	1,86	15	0,08	10,00	18,6	2,5	3,19	8,0	26,6	
71-72	1499	60,75	1	15	0,08	10,00	10	1,5	3,19	4,8	2015	2000
72-73	1499	60,75	1,86	15	0,08	10,00	18,6	2,5	3,19	8,0	26,6	
73-67	2998	121,5	3,3	15	0,16	40,00	132	2,5	12,76	31,9	163,9	
<b>Кольцо от 5 (59-68) лев</b>												
59-74	3280	132,9	2,93	15	0,17	45,00	131,85	2,5	14,41	36,0	167,9	
74-75	2140	86,73	2,29	15	0,1	22,00	50,38	2,5	4,99	12,5	62,8	
75-76	1000	40,53	8,33	15	0,05	3,60	29,988	1,5	1,25	1,9	31,9	
76-77	1000	40,53	1	15	0,05	3,60	3,6	2,5	1,25	3,1	2007	2000
77-78	1000	40,53	8,33	15	0,05	3,60	29,988	2,5	1,25	3,1	33,1	
78-79	2140	86,73	2,29	15	0,1	22,00	50,38	1,5	4,99	7,5	57,9	
79-68	3280	132,9	2,93	15	0,17	45,00	131,85	2,5	14,41	36,0	167,9	

## Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

№ уч	Qуч	Gуч	Луч	фмм	w	Rф	Rф L	Σξ	Rдин	Z	Rф L + Z	Примечание
<b>Кольцо от 5 (59-68) пр</b>												
59-80	1753	71,04	1,33	15	0,09	15,00	19,95	2,5	4,04	10,1	30,0	
80-81	1348	54,63	1,89	15	0,07	8,00	15,12	2,5	2,44	6,1	21,2	
81-82	877	35,54	1,66	15	0,05	3,00	4,98	1,5	1,25	1,9	6,8	
82-83	877	35,54	1	15	0,05	3,00	3	2,5	1,25	3,1	2006,1	2000
83-84	877	35,54	1,66	15	0,05	3,00	4,98	2,5	1,25	3,1	8,1	
84-85	1348	54,63	1,89	15	0,07	8,00	15,12	1,5	2,44	3,7	18,8	
85-68	1753	71,04	1,33	15	0,09	15,00	19,95	2,5	4,04	10,1	30,0	
<b>Кольцо от 5 (58-69) лев</b>												
58-86	3293	133,5	2,5	15	0,17	45,00	112,5	2,5	14,41	36,0	148,5	
86-87	3293	133,5	2,54	15	0,17	45,00	114,3	2,5	14,41	36,0	150,3	
87-88	1647	66,73	2,54	15	0,08	13,00	33,02	1,5	3,19	4,8	37,8	
88-89	1647	66,73	1	15	0,08	13,00	13	2,5	3,19	8,0	2021,0	2000
89-90	1647	66,73	2,54	15	0,08	13,00	33,02	2,5	3,19	8,0	41,0	
90-91	3293	133,5	2,54	15	0,17	45,00	114,3	1,5	14,41	21,6	135,9	
91-69	3293	133,5	2,5	15	0,17	45,00	112,5	2,5	14,41	36,0	148,5	
<b>Кольцо от 5 (86-91) пр</b>												
86-92	791	32,06	1,6	15	0,04	2,80	4,48	2,5	0,80	2,0	6,5	
92-93	288	11,67	1,71	15	0,015	0,10	0,171	2,5	0,11	0,3	0,5	
93-94	288	11,67	1	15	0,015	0,10	0,1	1,5	0,11	0,2	2000,3	2000
94-95	288	11,67	1,71	15	0,015	0,10	0,171	2,5	0,11	0,3	0,5	
95-91	791	32,06	1,6	15	0,04	2,80	4,48	2,5	0,80	2,0	6,5	
<b>Кольцо от а б</b>												
а-96	3436	139,2	0,4	15	0,19	55,00	22	2,5	18,00	45,0	67,0	
96-97	1936	78,46	3	15	0,1	17,00	51	2,5	4,99	12,5	63,5	
97-98	1936	78,46	1	15	0,1	17,00	17	1,5	4,99	7,5	24,5	2000
98-99	1936	78,46	3	15	0,1	17,00	51	2,5	4,99	12,5	63,5	
99-6	3436	139,2	0,4	15	0,19	55,00	22	2,5	18,00	45,0	67,0	
<b>Кольцо от 7</b>												
7-100	462	18,72	2,92	15	0,02	1,60	4,672	2,5	0,20	0,5	5,2	
100-101	462	18,72	1	15	0,02	1,60	1,6	2,5	0,20	0,5	2,1	
101-7"	462	18,72	2,92	15	0,02	1,60	4,672	1,5	0,20	0,3	5,0	

## Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Кольцо от 6												
6-102	3267	132,4	5	15	0,17	45,00	225	2,5	14,41	36,0	261,0	
102-103	2500	101,3	4,11	15	0,13	30,00	123,3	2,5	8,42	21,1	144,4	
103-104	1500	60,79	3	15	0,08	10,00	30	1,5	3,19	4,8	34,8	
104-105	1500	60,79	1	15	0,08	10,00	10	2,5	3,19	8,0	2018,0	2000
105-106	1500	60,79	3	15	0,08	10,00	30	2,5	3,19	8,0	38,0	
106-107	2500	101,3	4,11	15	0,13	30,00	123,3	1,5	8,42	12,6	135,9	
107-6	3267	132,4	5	15	0,17	45,00	225	2,5	14,41	36,0	261,0	

Кольцо от 4												
4-108	1832	74,24	3,16	15	0,1	16,00	50,56	2,5	4,99	12,5	63,0	
108-109	1832	74,24	1	15	0,1	16,00	16	2,5	4,99	12,5	2028,5	2000
109-4"	1832	74,24	3,16	15	0,1	16,00	50,56	1,5	4,99	7,5	58,0	

Кольцо от 3												
3-110	2331	94,47	4,81	15	0,12	25,00	120,25	2,5	7,18	17,9	138,2	
110-111	2331	94,47	1	15	0,12	25,00	25	2,5	7,18	17,9	2042,9	2000
111-112	2331	94,47	4,81	15	0,12	25,00	120,25	1,5	7,18	10,8	131,0	

Кольцо от 2												
2-112	1533	62,13	7	15	0,08	10,00	70	2,5	3,19	8,0	78,0	
112-113	1533	62,13	1	15	0,08	10,00	10	2,5	3,19	8,0	2018,0	2000
113-2"	1533	62,13	7	15	0,08	10,00	70	1,5	3,19	4,8	74,8	

№ уч	Qуч	Gуч	Lуч	фмм	w	Rф	Rф L	Σξ	Pдин	Z	Rф L + Z	Примечание
------	-----	-----	-----	-----	---	----	------	----	------	---	----------	------------

Кольцо от 5 (58-69) лев												
58-86	3293	133,5	2,5	15	0,17	45,00	112,5	2,5	14,41	36,0	148,5	
86-87	3293	133,5	2,54	15	0,17	45,00	114,3	2,5	14,41	36,0	150,3	
87-88	1647	66,73	2,54	15	0,08	13,00	33,02	1,5	3,19	4,8	37,8	
88-89	1647	66,73	1	15	0,08	13,00	13	2,5	3,19	8,0	21,0	
89-90	1647	66,73	2,54	15	0,08	13,00	33,02	2,5	3,19	8,0	41,0	
90-91	3293	133,5	2,54	15	0,17	45,00	114,3	1,5	14,41	21,6	135,9	
91-69	3293	133,5	2,5	15	0,17	45,00	112,5	2,5	14,41	36,0	148,5	

## Приложение В

### Эпюры потери давления

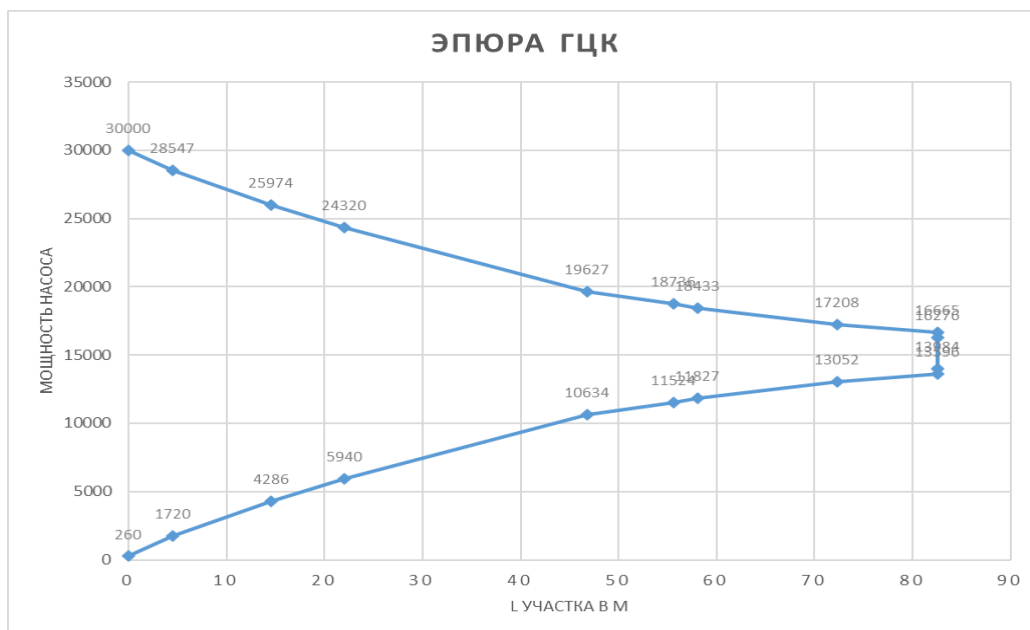


Рисунок В.1 – Эпюра потери давления в ветке ГЦК

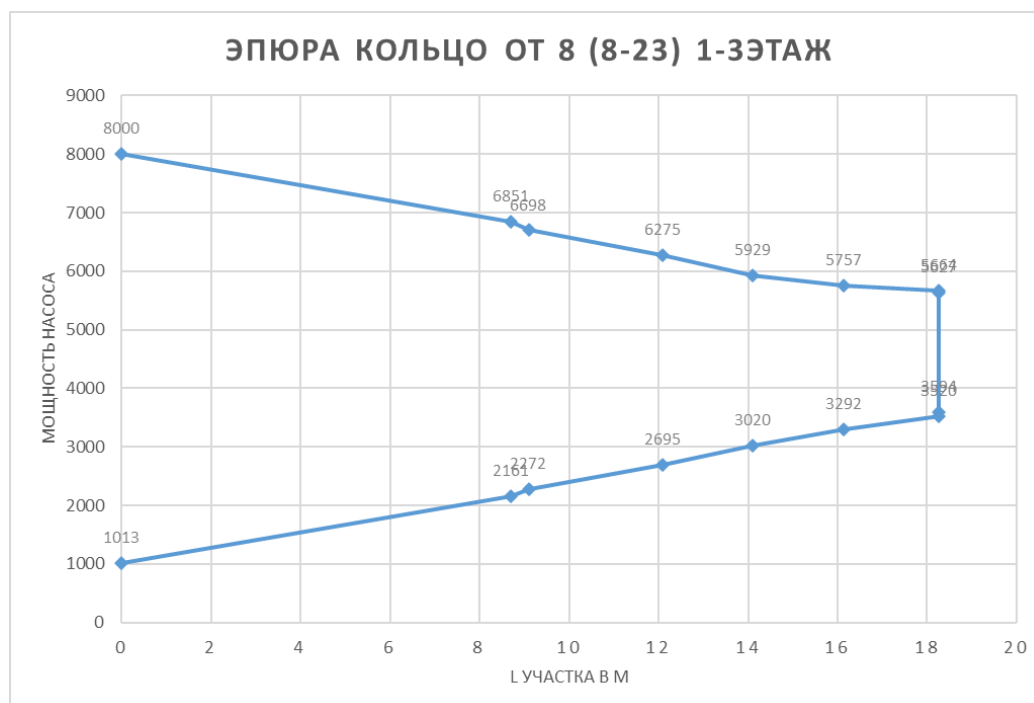


Рисунок В.2 – Эпюра потери давления в ветке 3 этажа от точки 8

## Продолжение приложения В

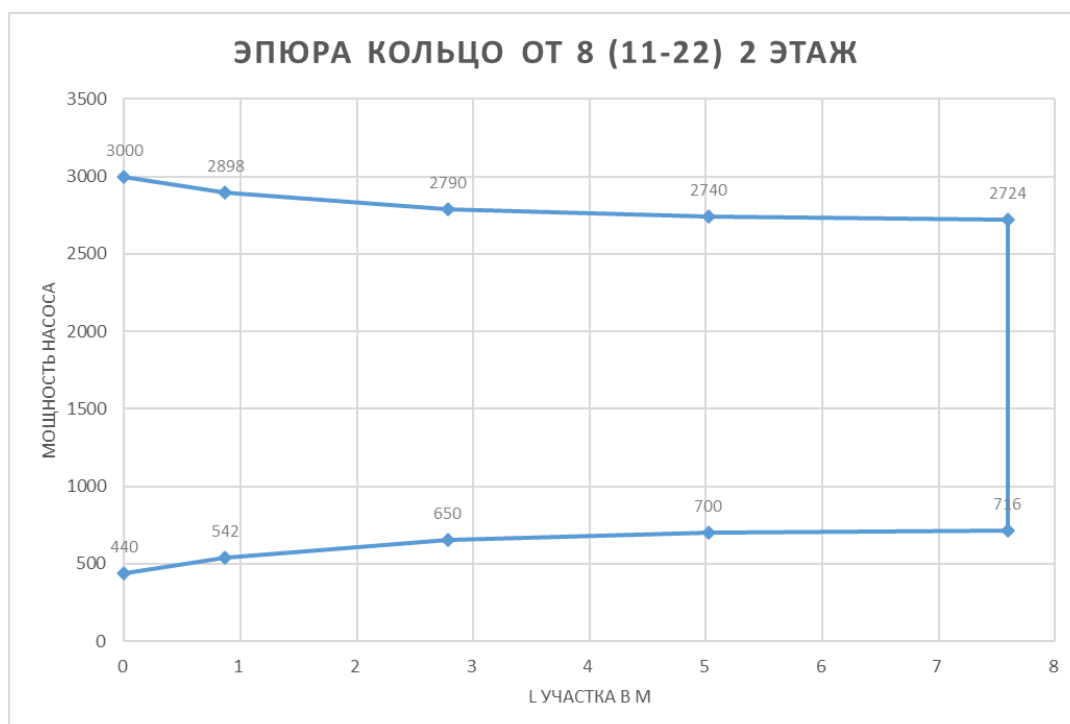
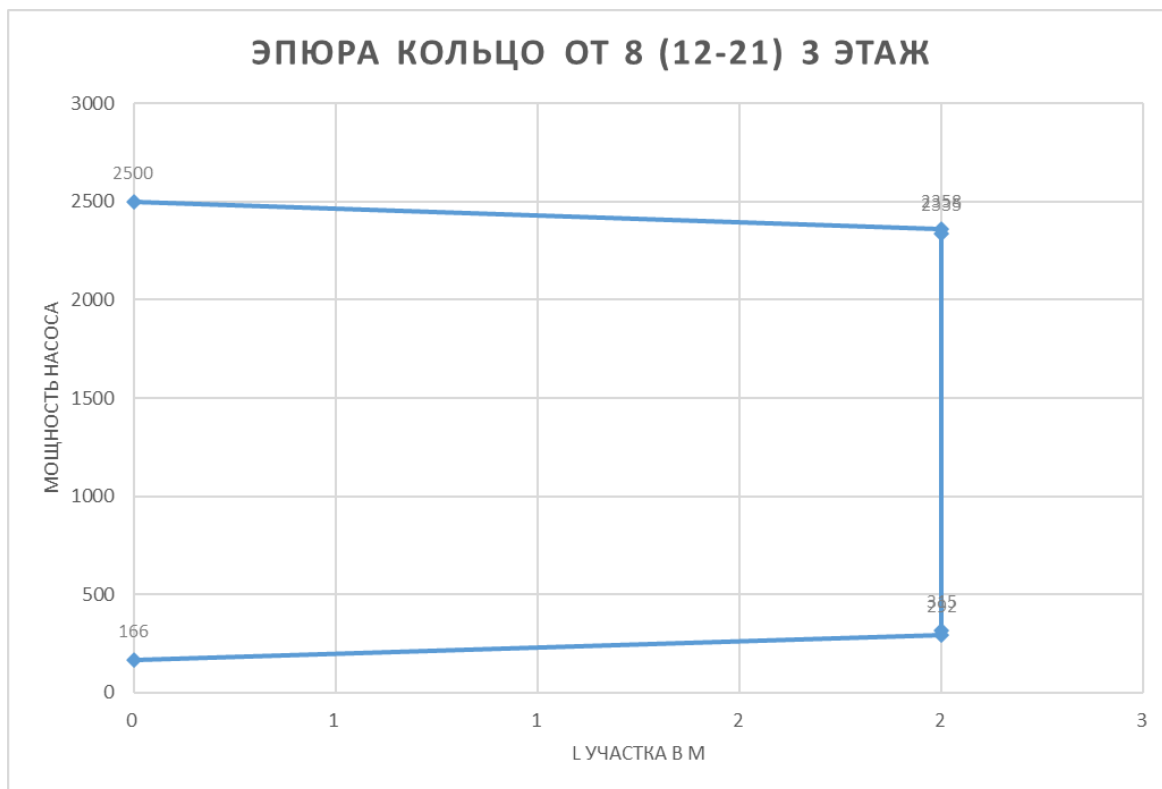


Рисунок В3.3 – Эюра потери давления в ветке 2 этажа от точки 8



## Продолжение приложения В

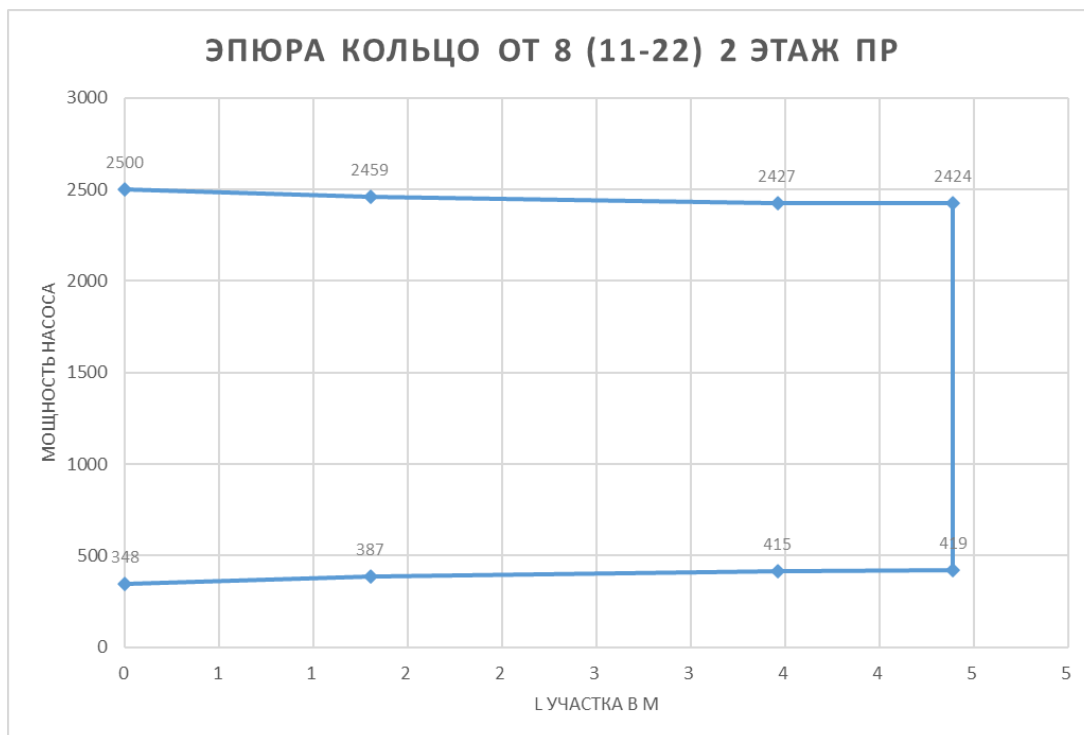


Рисунок В.4 – Эпюра потери давления в ветке 2 этажа от точки 8 пр

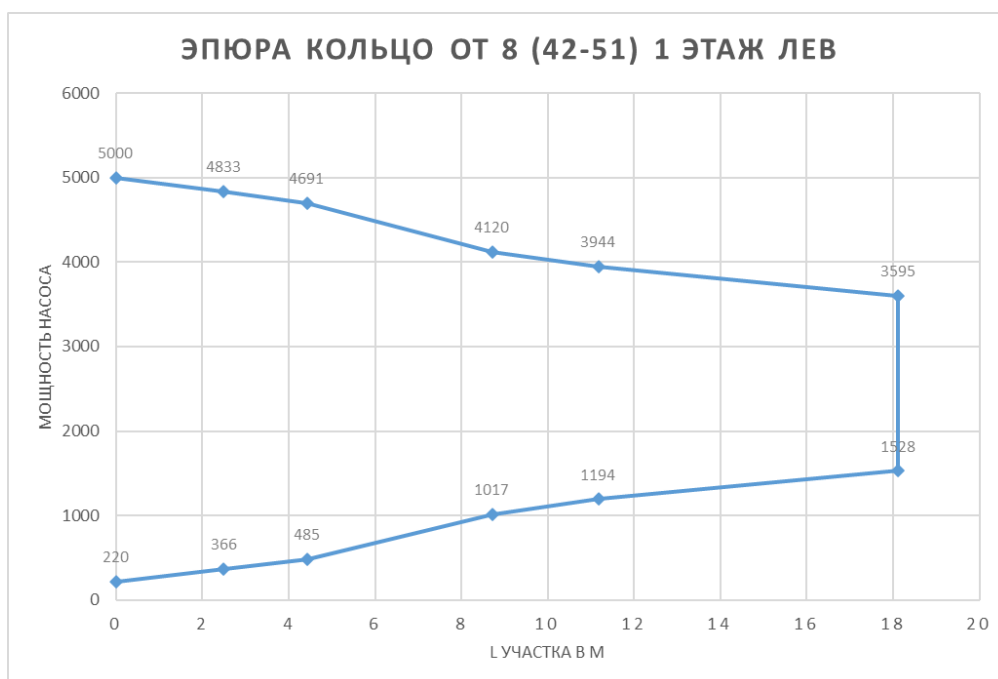


Рисунок 3.5 – Эпюра потери давления в ветке 1 этажа от точки 8

Продолжение приложения В

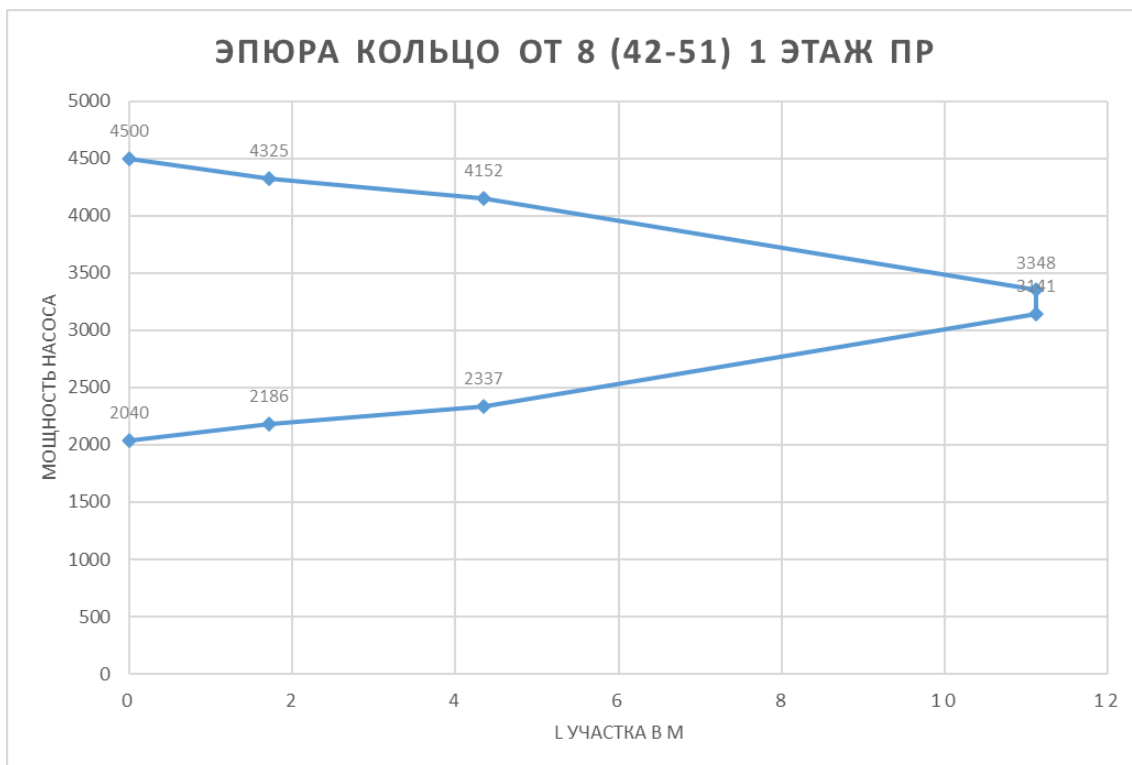


Рисунок В.6 – Эпюра потери давления в ветке 1 этажа от точки 8 пр

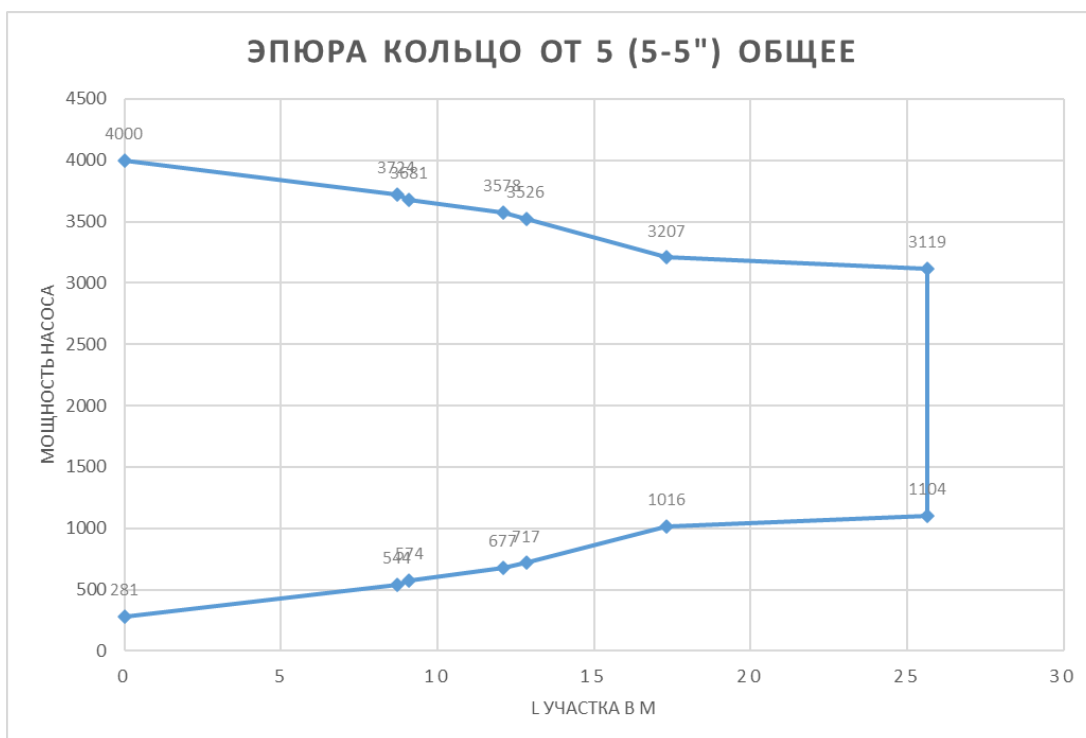


Рисунок В.7 – Эпюра потери давления от точки 5 общая

## Продолжение приложения В

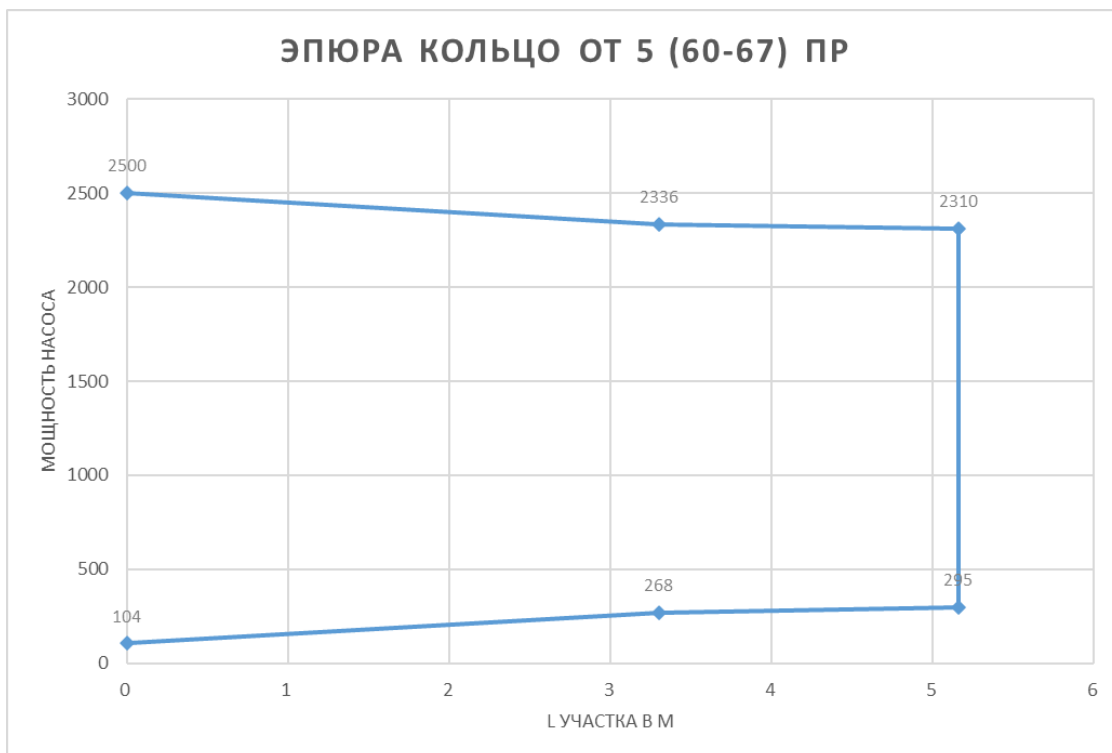


Рисунок В.8 – Эпюра потери давления от точки 5 правая

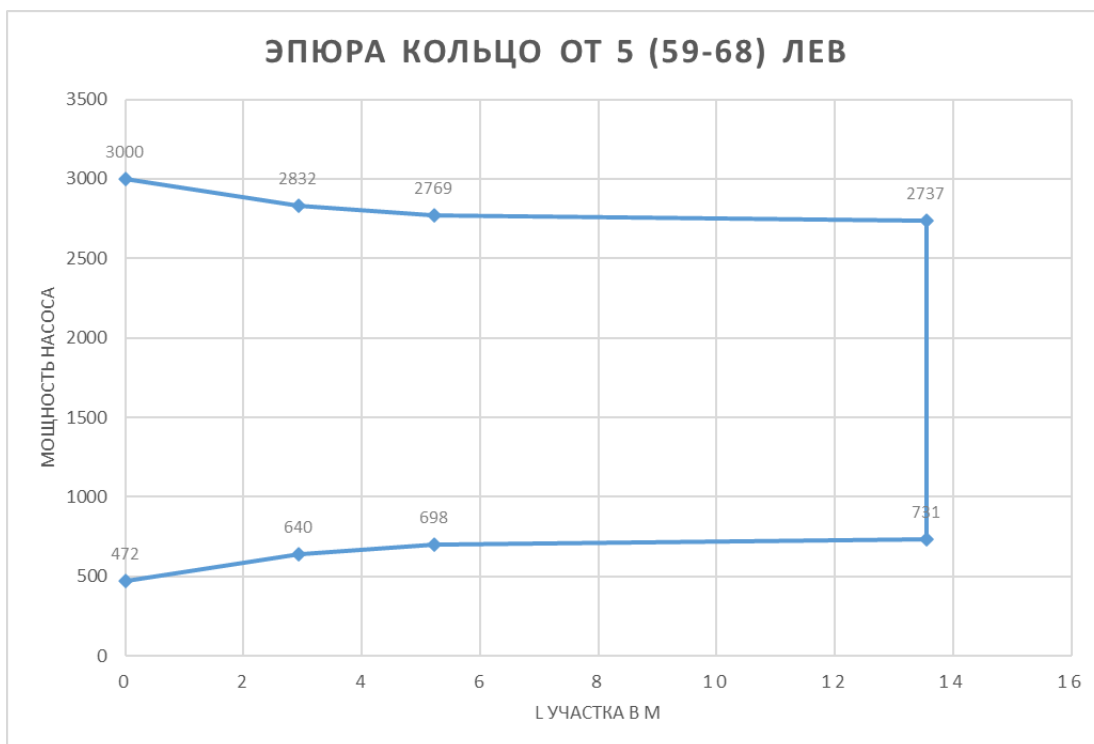


Рисунок В.9 – Эпюра потери давления от точки 5 левая

## Продолжение приложения В

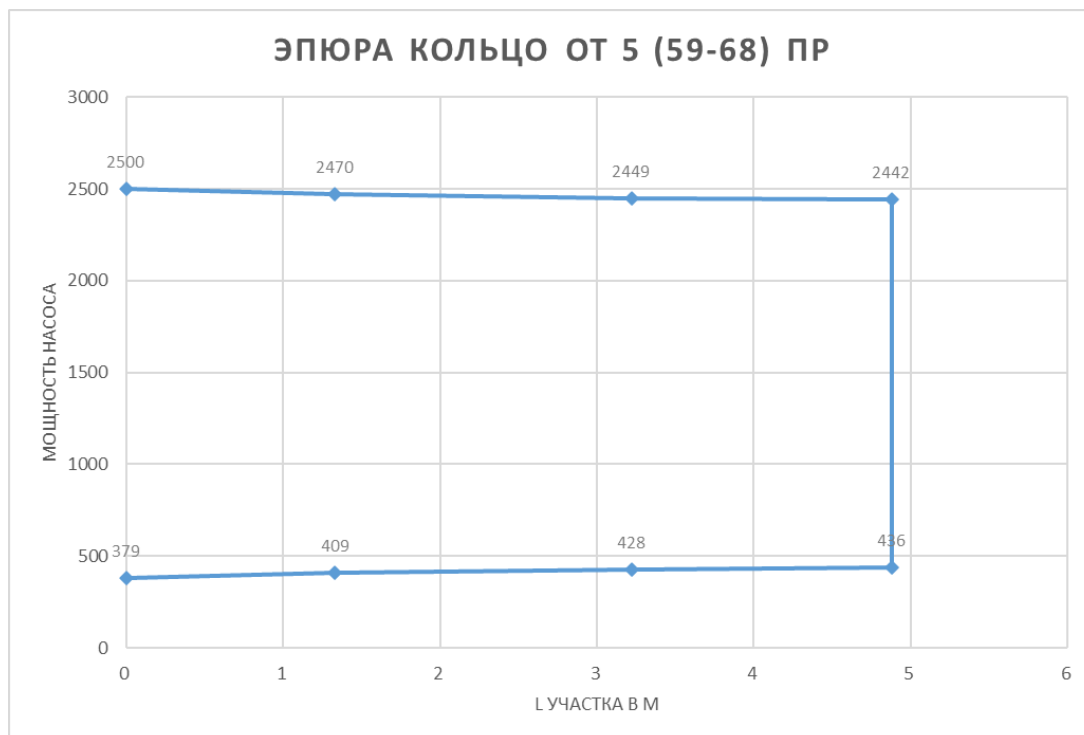


Рисунок В.10 – Эпюра потери давления от точки 5 правая

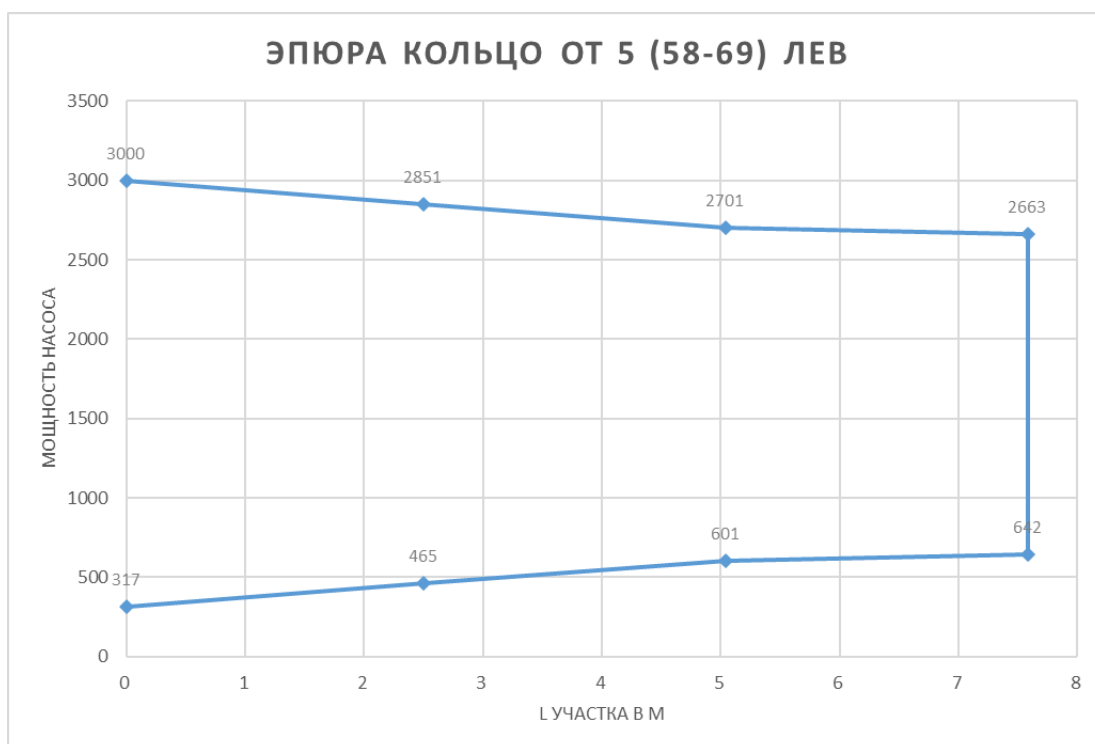


Рисунок В.11 – Эпюра потери давления от точки 5 левая

## Продолжение приложения В

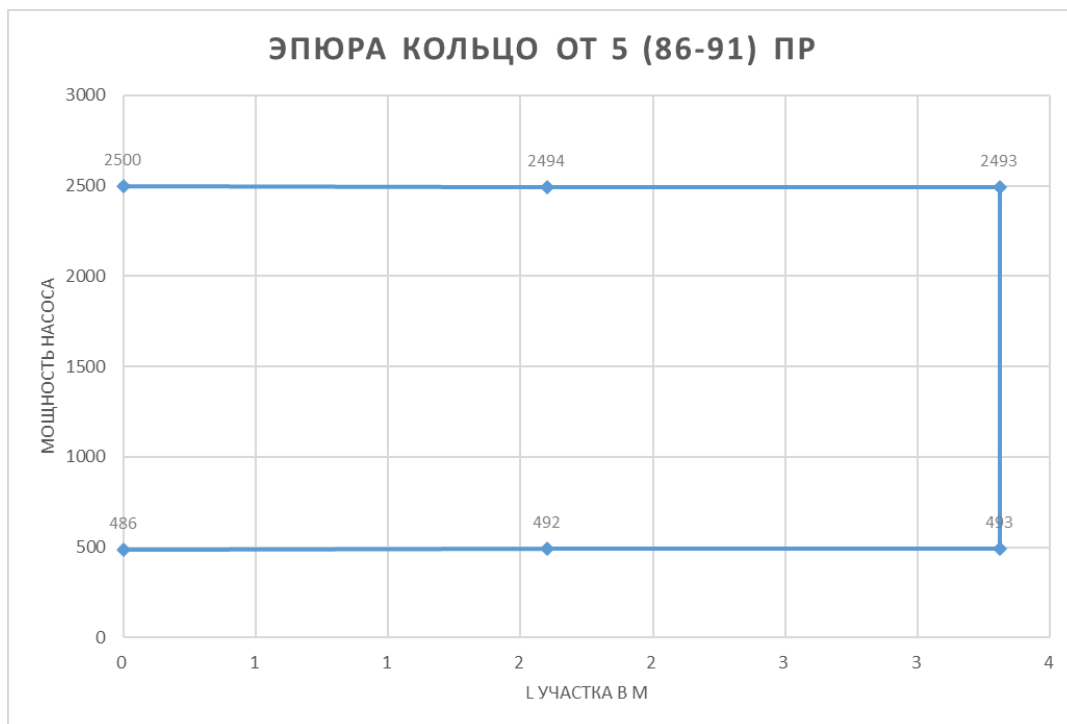


Рисунок В.12 – Эпюра потери давления от точки 5 правая

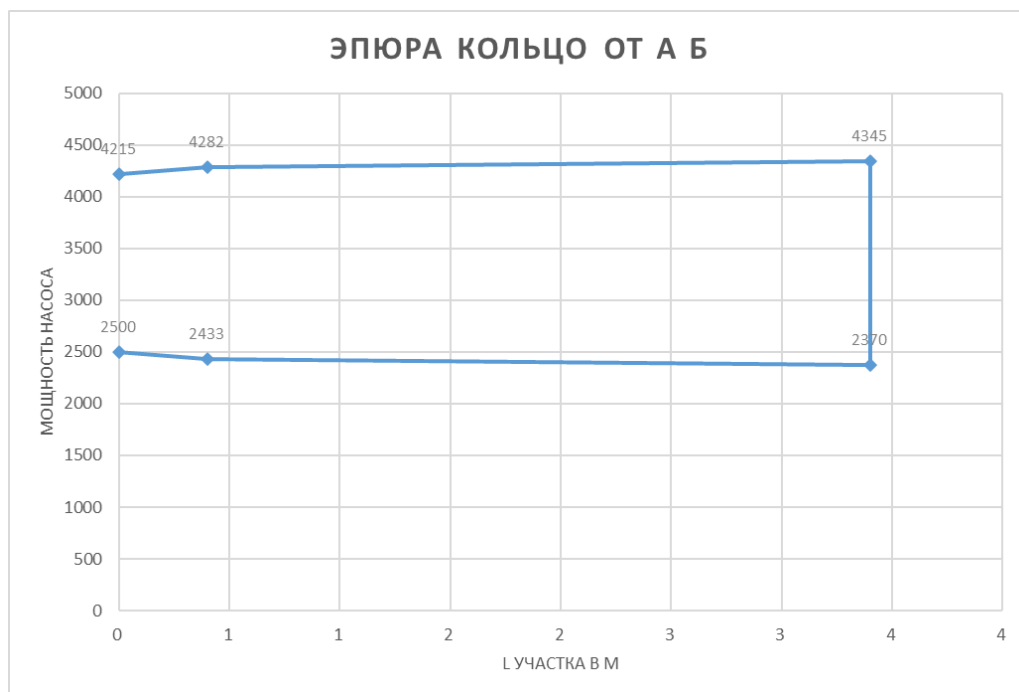


Рисунок В.13 – Эпюра потери давления от точки А и Б

## Продолжение приложения В

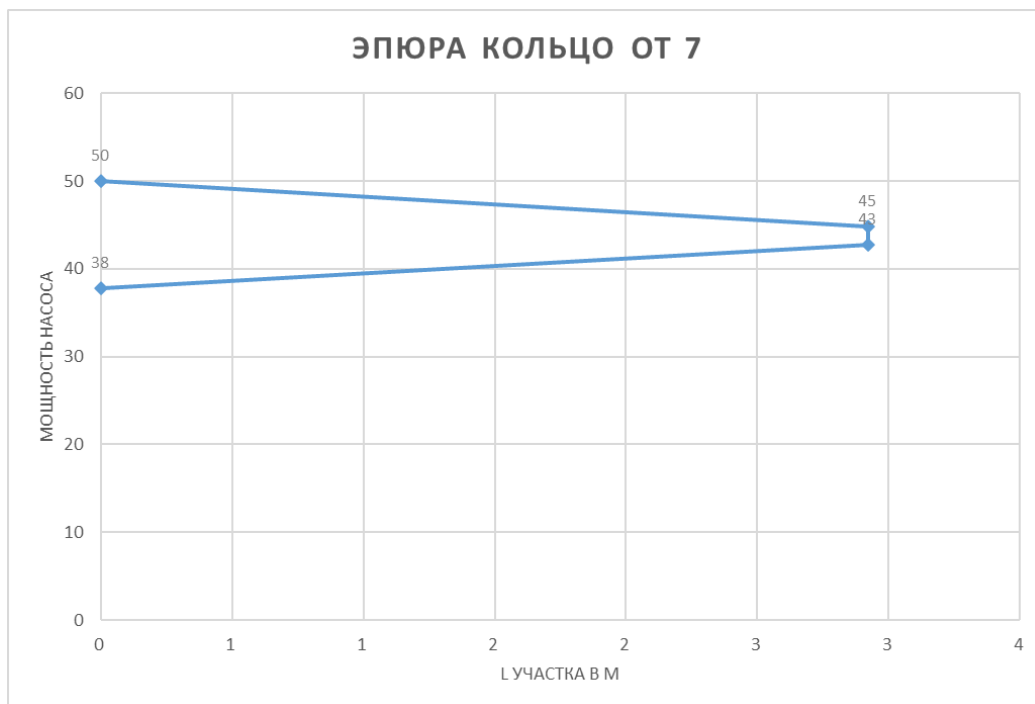


Рисунок В.14 – Эпюра потери давления от точки 7

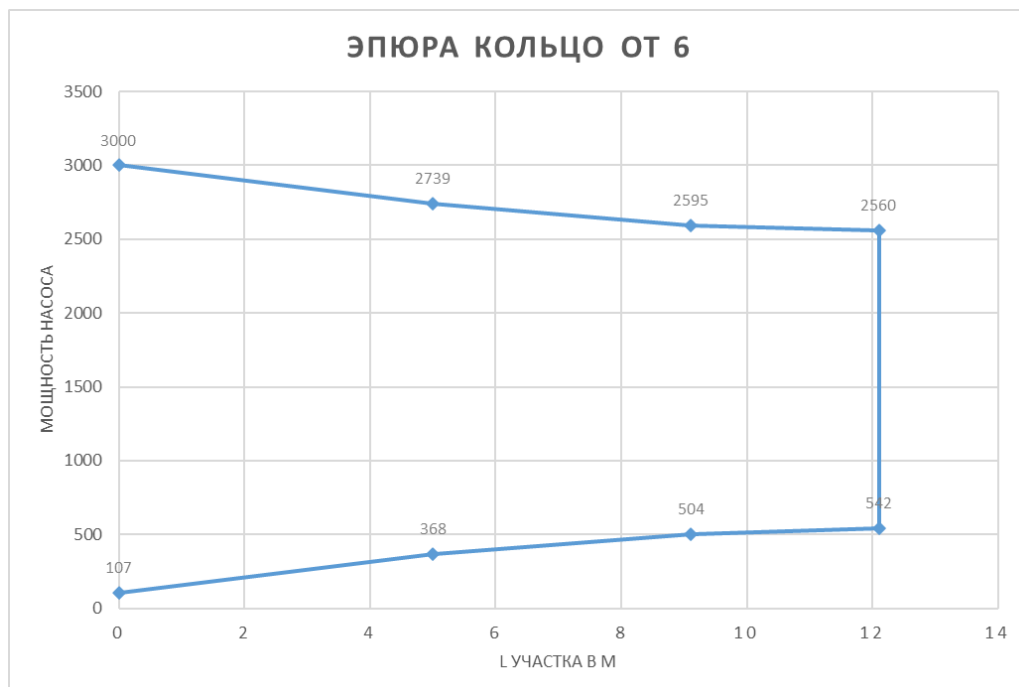


Рисунок В.15 – Эпюра потери давления от точки 6

## Продолжение приложения В

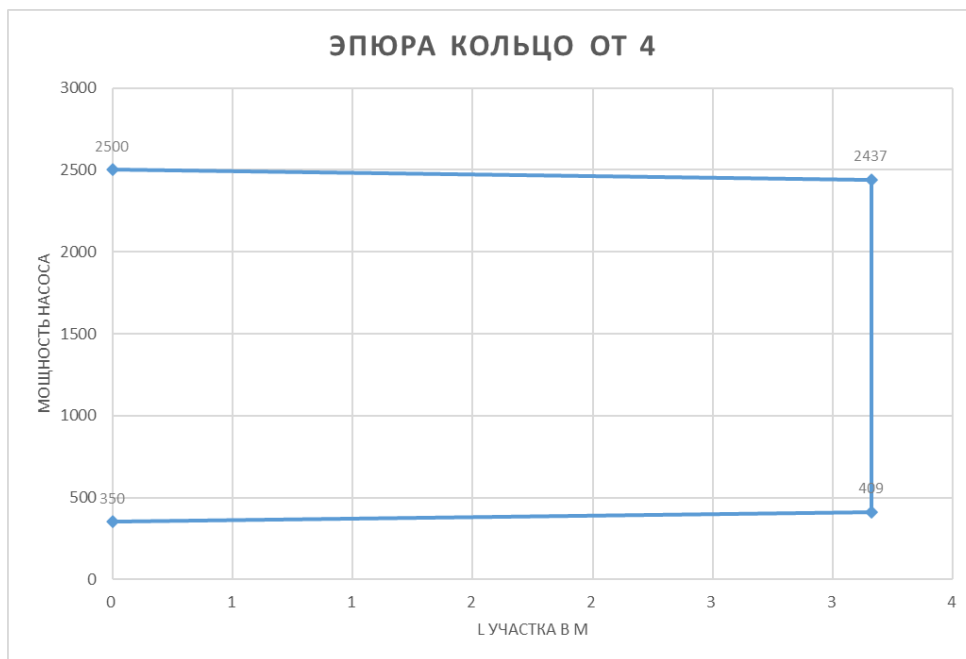


Рисунок В.16 – Эпюра потери давления от точки 4

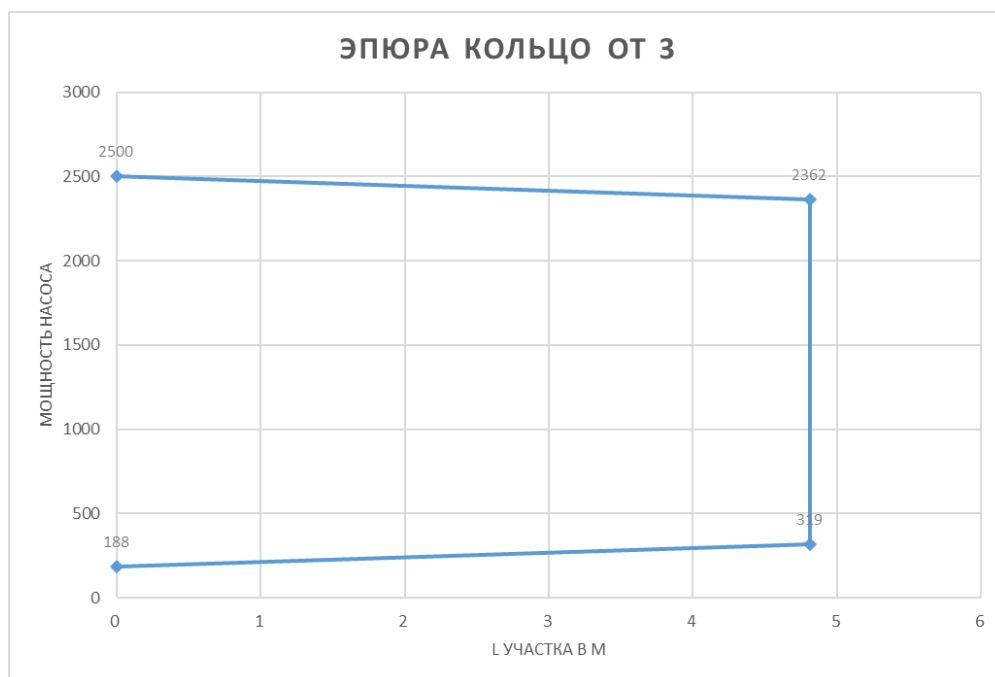


Рисунок В.17 – Эпюра потери давления от точки 3

## Продолжение приложения В

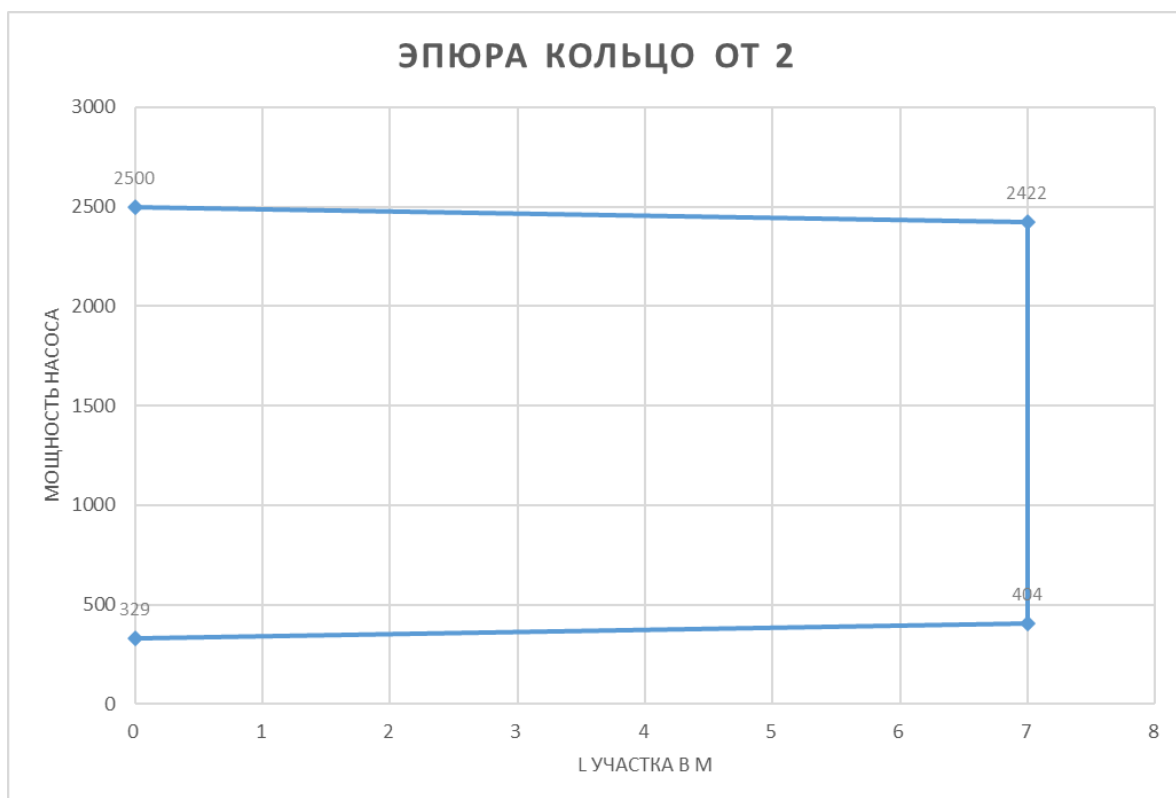
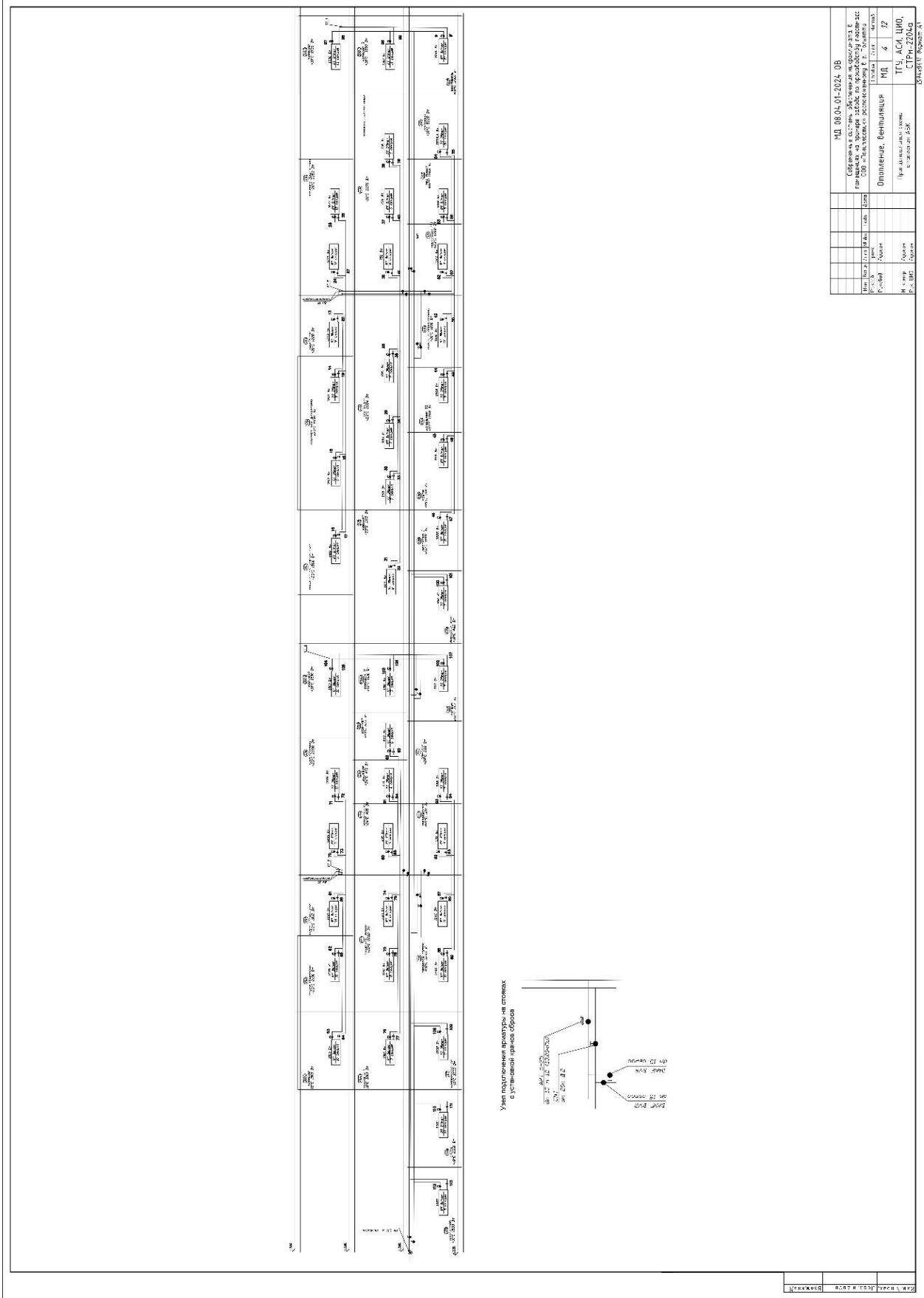


Рисунок В.18 – Эпюра потери давления от точки 2

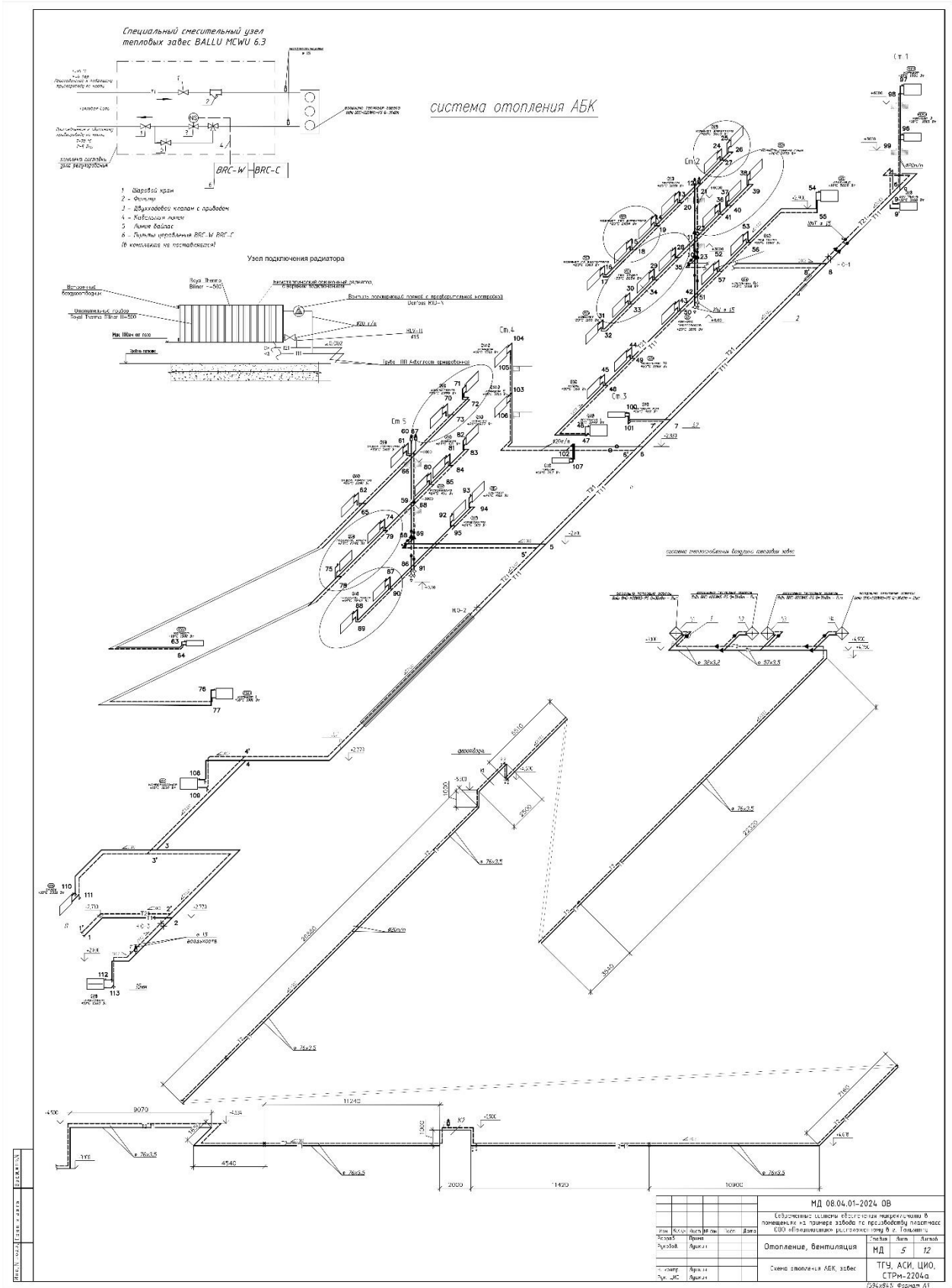


# Приложение Г

## Принципиальная схема АБК



# Приложение Д Схема отопления АБК. Завесы



ИД 08.04.01-2024.0В			
Безопасность системы эксплуатации теплового пункта в помещениях на территории ЗАО «БСК» (С/К) (С/К)			
Имя	Имя	Имя	Имя
Отопление, вентиляция	ИД	5	12
Схема отопления АБК, завес			ТГУ, АСИ, ЦИО, СТРА-2204а
15.04.2024. Форма А1			