

АННОТАЦИЯ

В данной выпускной квалификационной работе запроектированы системы отопления и вентиляции в служебном корпусе здания ГЭС. Определены расчётные теплотери и теплопоступления. Произведён гидравлический расчет системы отопления, расчёт и подбор отопительных приборов. Определены воздухообмены главных помещений, рассчитаны и подобраны воздухораспределительные устройства. Произведён аэродинамический расчёт системы вентиляции актового зала. Подбрано оборудование для венткамеры и теплового пункта. Произведён анализ системы автоматизации и контроля теплового пункта, рассмотрен вопрос безопасности жизнедеятельности и определена трудоёмкость работ при монтаже системы отопления.

Пояснительная записка состоит из 62 страниц и 20 приложений. Графическая часть состоит из листа общих данных, планов этажей, аксонометрических схем систем отопления и вентиляции, листа по расчету раздела тепловой защиты здания.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	6
1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ	7
1.1 Параметры наружного и внутреннего микроклимата	7
1.2 Параметры внутреннего микроклимата	7
1.3 Архитектурно-планировочное описание объекта	8
1.4 Источник теплоснабжения	10
2 ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ	11
2.1 Описание существующих методик определения коэффициента однородности и приведенного сопротивление теплопередачи	11
2.2 Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций	15
2.3 Проверка внутренних поверхностей на вероятность выпадения конденсата	18
2.4 Определение теплотерь здания	19
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ	23
3.1 Конструирование систем отопления	23
3.2 Гидравлический расчет	24
3.3 Тепловой расчет приборов	25
3.4 Расчет и подбор оборудования	31
4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ	32
4.1 Определение требуемых воздухообменов	32
4.2 Выбор принципиальных решений и конструирование	39
4.3 Аэродинамический расчет	40
4.4 Расчет и подбор оборудования	43
4.5 Расчет и подбор воздушно - тепловой завесы	43
5 КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ	46
6 ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ	50
7 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА	54
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	57
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	58
ПРИЛОЖЕНИЯ	63

ВВЕДЕНИЕ

Жигулевская ГЭС построена в 1956-1957 годах. В настоящее время ограждающие конструкции потерпели ряд технологических изменений различного рода. В связи с изменениями норм по тепловой защите зданий возникает необходимость в дополнительном утеплении здания.

Оборудование котельной имеет большой физический и моральный износ. Электробойлера, установленные в котельной потребляют большую мощность, не соответствующую их производительности, по сравнению с современными системами отопления, что экономически не выгодно для Жигулевской ГЭС. Также отсутствует система управления, позволяющая системе бойлеров автоматически поддерживать постоянство температуры в помещениях в зависимости от температуры наружного воздуха в зимний период года.

Повышение требований к тепловому комфорту в здании, качеству работы инженерного оборудования со снижением эксплуатационных затрат, в том числе экономией тепловой энергии вызывает необходимость в реконструкции систем отопления и вентиляции.

Целью данной бакалаврской работы является реконструкция систем отопления и вентиляции в служебном корпусе здания ГЭС.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

1. Произвести теплотехнический расчет ограждающих конструкций здания;
2. Запроектировать систему отопления;
3. Запроектировать систему вентиляции;
4. Разработать раздел «Контроль и автоматизация»;
5. Разработать раздел «Организация монтажных работ»;
6. Разработать раздел «Безопасность и экологичность технического объекта».

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1.1 Параметры наружного воздуха

Параметры наружного воздуха определяются по СП [1] для заданного города–г.о. Тольятти

Таблица 1-Параметры наружного воздуха

Для холодного периода:	
Температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92, $t_n, ^\circ C$	-30
Количество дней со среднесуточной температурой наружного воздуха $< 8^\circ C$, $Z_{от}, сут$	203
Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, $v_n, м/с$	5,4
Средняя температура периода, в котором температура наружного воздуха < 8 ,	-5,2
Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца,	84
Удельная энтальпия, $I, кДж/кг$	-29,8
Для теплого периода:	
Температура наружного воздуха обеспеченностью 0,95, $t_n, ^\circ C$	24,6
Минимальная из средних скоростей ветра по румбам на июль, $v_n, м/с$	3,2
Удельная энтальпия, $I, кДж/кг$	52,8
Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца, $\varphi_n, \%$	49

Влажностный режим строительства - нормальный;

Зона влажности района строительства - сухая, согласно СП [1, прил.Б];

Условия эксплуатации ограждающих конструкций-А, согласно СП [2, табл.2]

1.2 Параметры внутреннего микроклимата

Параметры внутреннего воздуха приняты минимально допустимые, в соответствии с СП [3] и ГОСТ [4]. За основные помещения приняты кабинеты с параметрами: $t_{xn} = 18^\circ C$, $t_{mn} = 27,6^\circ C$, $\varphi_{xn} = 60\%$, $\varphi_{mn} = 65\%$ подвижность воздуха внутри помещений в холодный период принимается $v=0,2$ м/с, в теплый $v=0,3$ м/с. Влажностный режим помещений - нормальный.

Условия эксплуатации материала ограждающих конструкций здания - А, согласно СП [2, табл.2].

Данные по температурному режиму оставшихся помещений сведены в таблицу 7, раздела 4.

1.3 Архитектурно-планировочное описание объекта

Рассматриваемое кирпичное пятиэтажное здание прямоугольной формы служебного корпуса ГЭС располагается в Самарской области, г. Жигулёвск, Московское шоссе, 2. Здание пристроено к машинному залу с западной стороны. Главный фасад ориентирован на Восток. Размеры в плане 12,94x68,23 м. Площадь застройки составляет 1493 м², объем корпуса составляет 18972 м³. Высота помещений 3,2 м, высота всего корпуса 18,3 м. Отметка чистого пола первого этажа 0.000 м. Наружные стены выполнены из силикатного кирпича толщиной 640мм до отм. 3.360 и 510мм выше отметки 3.360. Внутренние стены толщиной 380 мм. Перегородки из силикатного кирпича толщиной 120 мм, из шлакоалебастровых плит толщиной 100 мм. Стены и перегородки внутри здания обшиты гипсокартонными листами. Конструкция окон – однокамерный стеклопакет из обычного стекла с И – покрытием. Остекление пофасадное. Здание имеет 1 вход с восточной части. На входе в здание располагается холл высотой до перекрытия 2-го этажа.

Основанием служебного корпуса служит монолитное железобетонное покрытие монтажной площадки. Здание служебного корпуса с неполным каркасом из сборных железобетонных колонн, поперечных ригелей и несущих наружных стен. Несущие конструкции междуэтажных перекрытий- сборные ж/б ребристые плиты по металлическим балкам.

В здании запроектированы две лестницы (лестница №1- в осях 8-10 В-Г, лестница №2- в осях 18-19 Б-В).

Крыша совмещённая. Железобетонные плиты покрытия уложены по металлическим балкам. Кровля мягкая двухслойная по цементной стяжке.

На первом этаже находится тепловой пункт в осях В-Г 16-18, а также помещения кладовых, архивов, технических служб, библиотек и санитарных узлов. На втором этаже находятся кабинеты директории, приемная, архив, комната для отдыха и санитарные узлы. На третьем этаже расположены кабинеты специалистов и начальников отделов, архивы, касса, бухгалтерия и гардеробная бухгалтерии. На четвертом этаже запроектированы кабинеты диспетчерского и технологического управления, кладовые, санитарные узлы, главный архив ГЭС и гардеробная. На пятом этаже расположены кабинеты инженеров, руководителей и их групп, архивы и санитарные узлы. Также на 5 этаже в осях Г-Д 8-19 находятся помещения актового зала и вентиляционной высотой 5,4м, встроенные в помещение машинного зала и огорожены перегородками.

По фасаду 1-го этажа запроектирована пристройка вентиляционного канала в осях 11-19, высотой 3,51м (до пола 2 этажа).

Состав наружных ограждающих конструкций представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Состав ограждающих конструкций

№ слоя	Слой	Толщина слоя δ , м	Плотность γ , кг/м ³	Теплопроводность λ , Вт/(м·°С)
1	2	3	4	5
Стены 1 этажа, мокрый фасад				
1	Известково-песчаный раствор	0,01	1600	0,7
2	Кладка из силикатного кирпича на цементно-песчаном растворе	0,64	1800	0,76
3	Утеплитель-плиты из минеральной ваты Rockwool Фасад Баттс	0,1	130	0,04
4	Штукатурка на металлической сетке из белого цемента	0,015	1800	0,76
Стены 2-5 этажей, мокрый фасад				
1	Известково-песчаный раствор	0,01	1600	0,7
2	Кладка из силикатного кирпича на цементно-песчаном растворе	0,51	1800	0,76

продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
3	Утеплитель-плиты из минеральной ваты Rockwool Фасад Баттс	0,1	130	0,04
4	Штукатурка на металлической сетке из белого цемента	0,015	1800	0,76
Бесчердачное покрытие				
1	Железобетонные сборные ребристые плиты.	0,05	2500	1,92
2	Покраска ж/б плит горячим битумом 2 раза	0,004	1400	0,27
3	Пенобетон плитный D500	0,4	500	0,12
4	Асфальтовая стяжка	0,02	2100	1,05
5	2 слоя рубероида	0,02	600	0,17
Перекрытие над подвалом				
1	Железобетонная монолитная плита	0,12	2500	1,92
2	Керамогранитная плитка	0,02		1,0

1.4 Источник теплоснабжения

Холодная водопроводная вода из городской сети поступает в тепловой пункт, где нагревается в теплообменниках за счет теплоносителя в котельном контуре. Теплоснабжение проектируемых систем отопления и вентиляции осуществляется от индивидуального теплового пункта, расположенного между осями В-Г 16-18 на отметке 0.000м служебного корпуса здания ГЭС, обеспечивающего автоматическое регулирование температуры теплоносителя и учет расхода теплоты.

Теплоносителем систем отопления является вода с температурой $T_{11}=95^{\circ}\text{C}$, $T_{21}=70^{\circ}\text{C}$.

2 ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ

Ограждающие конструкции любого задания согласно СП [2] должны отвечать следующим требованиям:

1. Приведенные сопротивления теплопередаче должны быть не меньше требуемого значения сопротивления теплопередаче;
2. Значение удельной теплотехнической характеристики здания должно быть не больше нормируемого значения;
3. На внутренних поверхностях ограждающих конструкций температура должна быть не ниже минимально допустимых значений.

2.1 Описание существующих методик определения коэффициента однородности и приведенного сопротивления теплопередаче

В связи с необходимостью определения мощности систем обеспечения жизнедеятельности (отопления, вентиляции, кондиционирования) возникает вопрос об определении точного значения величины приведенного сопротивления теплопередаче.

На практике фактическое теплотребление здания не соответствует расчётным, что вызывает ухудшение комфортных условий и увеличение потребления тепловой и электрической энергий.

Поэтому точное определение приведенного сопротивления теплопередаче актуально, особенно в свете энергосберегающей политики государства, которая ведется в последние годы.

Значение сопротивления теплопередаче необходимо определять с учетом коэффициента однородности r . Начиная с 2001 года, когда применение утепленного фасада стало практически обязательным, встал вопрос об учете теплотехнических неоднородностей не только несущей части конструкции, но других ее слоев. В СП [5] и других нормативных актах при определении сопротивления теплопередаче наружных ограждающих

конструкций в теплотехническом расчете было введено понятие коэффициента однородности конструкции, характеризующего конструкцию с точки зрения эффективности использования в ней теплоизоляционных материалов. Однако в литературе нет четкого определения понятия приведенного сопротивления теплопередачи. Так, в СП [5] она трактуется как «величина, обратная приведенному коэффициенту теплопередаче ограждающей конструкции», а коэффициент однородности, в свою очередь, определяется как «средневзвешенный коэффициент теплопередачи неоднородной ограждающей конструкции». Его значение предлагается определять на основании расчета неоднородных температурных полей, алгоритм которого не сформулирован и лишь поясняется примерами в приложении М [5]. Только СТО [6] допускает принимать при подборе сечения ограждающей конструкции условное сопротивление теплопередаче, а приведенное сопротивление учитывать лишь при определении количества берегаемой тепловой энергии.

Для инженерных расчетов разрешено принимать значения коэффициента теплотехнической однородности приближенно, используя данные экспериментальных исследований, приведенные для основных вариантов наружных ограждающих конструкций индустриального изготовления в ряде нормативных документах [6,7]. Но предлагается довольно большой интервал значений коэффициента и величины в различных источниках существенно разнятся и, как правило, завышены (Таблица 3).

Это приводит к тому, что в результате расчета получается ограждающая конструкция с недостаточными теплозащитными свойствами.

Для более точного определения этой величины предложены эмпирические формулы СП [5] по результатам расчета температурного поля и средних температур внутренних и наружных поверхностей конструкций. Но этот метод достаточно сложен, требует определенной подготовки и имеет ограниченную область использования. Поэтому так необходимо уточнение

этой величины для наиболее распространенных конструкций наружных ограждений.

Таблица 3 - Приближенные значения коэффициента теплотехнической однородности

Конструкции наружных стен	Коэффициент r	
	По [6]	По [7]
Сплошная кладка из полнотелого или пустотелого керамического, силикатного кирпича или камня	0,85-0,93	0,85-0,90
Сплошная кладка из обыкновенных и крупноформатных пустотных пористых керамических камней с облицовкой из лицевого керамического кирпича, камня	0,80-0,85	0,75-0,85
Облегченная кладка из полнотелого, пустотелого керамического, силикатного кирпича или камня, слоем плитного или монолитного утеплителя	0,40-0,70	0,50-0,65
Однослойные легкобетонные панели	0,90	0,85-0,92
Легкобетонные панели с термовкладышами	0,30-0,75	-
Трехслойные железобетонные панели с эффективным утеплителем и гибкими связями	0,70-0,85	0,65-0,80
Трехслойные железобетонные панели с эффективным утеплителем и железобетонными шпонками	0,60-0,90	0,65-0,85
Трехслойные асбестоцементные панели с эффективным утеплителем	0,60-0,75	0,65-0,75
Вентилируемые фасады	0,40-0,90	0,45-0,80

Цель данного раздела – уточнение коэффициента однородности конструкции наружной стены «мокрый фасад» для уточнения величины приведенного сопротивления теплопередаче. Было определено приведенное сопротивление теплопередаче теплозащитной оболочки здания на основе расчета двухмерных температурных полей. Сущность метода заключается в моделировании стационарного процесса теплопередачи через ограждающие конструкции зданий с использованием компьютерных программы «Elcut». Влияние теплопроводного включения на теплозащитные характеристики несущей стены исследовано путем расчета температурного поля фрагмента конструкции в зоне расположения крепления. Для кирпичной стены с минераловатным утеплителем, закрепленным дюбелями к несущей части стены с последующим оштукатуриванием. Определяется дополнительный тепловой поток ΔQ_1 , как разность между тепловым потоком через узел крепления (Рисунок 2) и тепловым потоком ΔQ через однородный участок

стены равной площади (Рисунок 1). Эта величина позволяет определить влияние данного вида теплопроводного включения на приведенное сопротивление теплопередаче конструкции и рассчитать коэффициент однородности наружной стены [8].

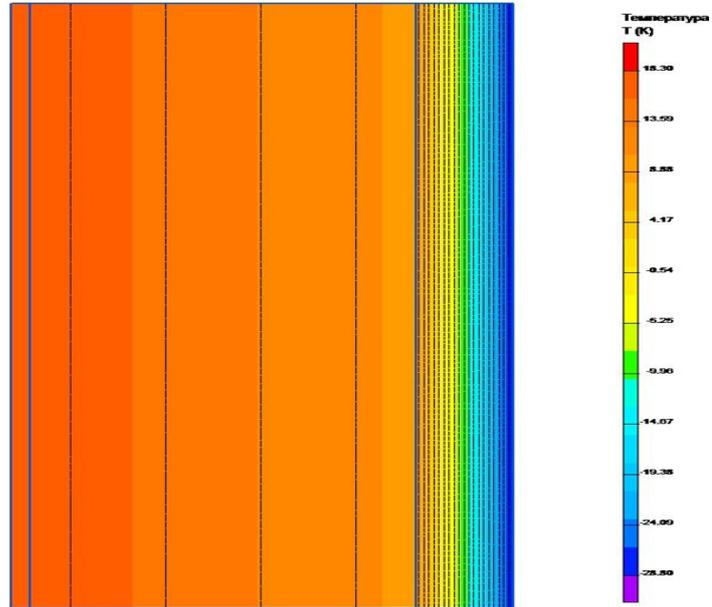


Рисунок 1-Распределение теплового потока для однородной стены

$$\Delta Q = 15,9 \frac{Вт}{м^2}$$

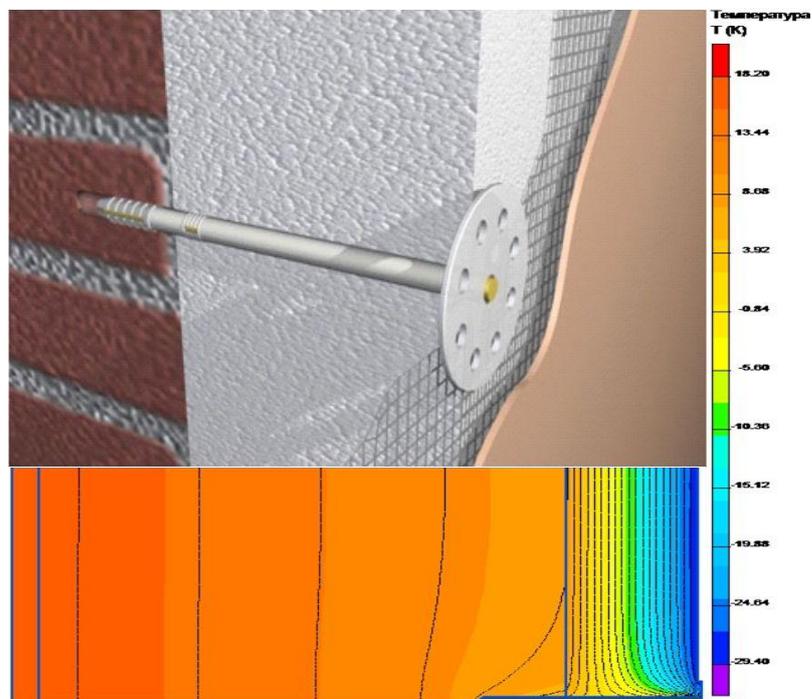


Рисунок 2-Распределение теплового потока для стены с тарельчатым дюбелем

$$\Delta Q_1 = 16,4 \frac{Вт}{м^2}$$

Коэффициент теплотехнической однородности:

$$r = \frac{\Delta Q}{\Delta Q_1} \quad (2.1)$$

$$r = \frac{15,9}{16,4} = 0,97$$

2.2 Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций

Целью данного расчет является определение толщины утеплителя и коэффициента теплопередачи.

Выполняется согласно методике [2].

Теплотехнический расчет ограждающих конструкций выполняется из условия, что приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций будет не меньше нормируемого значения:

$$R_0^{np} \geq R_0^{mp}, \quad (2.2)$$

где R_0^{np} – приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, $\frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Вт}$;

R_0^{mp} – требуемое значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, $\frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Вт}$, определяется интерполяцией по СП [2, табл 3], в зависимости от градусо-суток района строительства.

Градусо - сутки отопительного периода ГСОП определяют формуле:

$$ГСОП = (t_g - t_{om}) \cdot Z_{om}, \quad (2.3)$$

где t_g – расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, $^\circ C$;

t_{om} – средняя температура наружного воздуха, $^\circ C$, отопительного периода;

Z_{om} – продолжительность, сут, отопительного периода.

$$ГСОП = (8 - (-5,2)) \cdot 203 = 4710^\circ C \cdot сут$$

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций

находится формуле:

$$R_0^{np} = \frac{1}{\alpha_g} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_n} \quad (2.4)$$

Для стен учитываем коэффициент неоднородности конструкции:

$$\frac{R_0^{np}}{r} = \frac{1}{\alpha_g} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_n}, \quad (2.5)$$

где r – коэффициент теплотехнической однородности:

$$r = r_1 \cdot r_2, \quad (2.6)$$

где r_1 – коэффициент, учитывающий крепление утеплителя, согласно уточненным данным из п.2.1, равен 0,97;

r_2 – коэффициент, учитывающий наличие оконных откосов, равный 0,9.

Наружные стены 1-го этажа:

$$\delta_3 = \left(\frac{2,613}{0,97 \cdot 0,9} - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,7} + \frac{0,64}{0,76} + \frac{0,015}{0,76} + \frac{1}{23} \right) \right) \cdot 0,04 = 0,078 \text{ м}$$

В связи с конструктивными особенностями изготовления плит из минеральной ваты, согласно [32], принимается $\delta_3=0,1$ м.

Наружные стены стен 2-5 этажей:

$$\delta_3 = \left(\frac{2,613}{0,97 \cdot 0,9} - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,7} + \frac{0,51}{0,76} + \frac{0,015}{0,76} + \frac{1}{23} \right) \right) \cdot 0,04 = 0,085 \text{ м}$$

Принимаем $\delta_3=0,1$ м.

Бесчердачное покрытие:

Для покрытий учитываем коэффициент неоднородности конструкции по формуле 2.6 только с учетом коэффициента для бесчердачных покрытий при внутреннем железобетонном слое r_l , равного 0,95:

$$\delta_3 = \left(\frac{3,484}{0,95} - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,05}{1,92} + \frac{0,004}{0,27} + \frac{0,015}{0,76} + \frac{0,02}{1,05} + \frac{0,02}{0,17} + \frac{1}{23} \right) \right) \cdot 0,12 = 0,399 \text{ м}$$

Принимаем $\delta_3=0,4$ м.

Окна:

Приведенное сопротивление теплопередаче окон подбирается согласно данным производителя [9], был выбран однокамерный стеклопакет в ПВХ переплетах с И - покрытием (с расстоянием между стекол 16 мм)

$$R_0^{np.ок} = 0,55 \frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm}$$

Наружные двери:

Приведенное сопротивление теплопередаче наружных дверей определяется по формуле:

$$R_{н.д.}^{np} = \frac{0,6 \cdot (t_г - t_н)}{\alpha_г \cdot \Delta t}, \quad (2.7)$$

где Δt - нормируемый температурный перепад, $^\circ C$, определяется по [2, табл.5], равный $4,5 \text{ } ^\circ C$;

$$R_{н.д.}^{np} = \frac{0,6 \cdot (14 - (-30))}{8,7 \cdot 4,5} = 0,674 \frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm}$$

Все результаты теплотехнического расчета сведены в таблицу 4.

Таблица 4 - Теплотехнические характеристики наружных ограждающих конструкций

Наименование ограждающей конструкции	Толщина утепляющего слоя, $\delta_{ут.сл.}$, м	Толщина ограждающей конструкции, δ , м	Требуемое сопротивление теплопередаче, $R_0^{mp}, \frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm}$	Приведенное сопротивление теплопередаче, $R_0^{np}, \frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm}$	Коэффициент теплопередачи, $k, \frac{Bm}{M^2 \cdot ^\circ C}$
Наружная стена 1-го этажа	0,1	0,765	2,613	3,535	0,283
Наружная стена 2-5 этажей	0,1	0,635		3,363	0,297
Бесчердачное покрытие	0,4	0,494	3,484	3,669	
Окно	Обычное стекло однокамерный стеклопакет в ПВХ переплетах с с И - покрытием (с расстоянием между стекол 16 мм)		0,435	0,550	1,818
Наружная дверь	Одинарные двери с тамбуром между ними			0,674	1,483

2.3 Проверка внутренних поверхностей на вероятность выпадения конденсата

Проверка внутренних поверхностей на вероятность выпадения конденсата проводится согласно методике [5].

Перепад температур в помещении и на поверхности ограждающей конструкции не должен превышать нормативную величину: для стен $\Delta t_n = 4,5^\circ\text{C}$, для потолка $\Delta t_n = 4^\circ\text{C}$, то есть:

$$\Delta t_g \leq \Delta t_n, \quad (2.8)$$

где Δt_g – расчетный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, $^\circ\text{C}$.

Расчетный температурный перепад Δt_g , $^\circ\text{C}$, находится по формуле:

$$\Delta t_g = \frac{t_g - t_n}{R_0^{np} \cdot \alpha_g} \quad (2.9)$$

Внутренняя поверхность наружной стены 1-го этажа:

$$\Delta t_g^{н.с.} = \frac{18 - 30}{3,535 \cdot 8,7} = 1,56^\circ\text{C} < 4,5^\circ\text{C}$$

Внутренняя поверхность наружной стены 2-5 этажей:

$$\Delta t_g^{н.с.} = \frac{18 - 30}{3,363 \cdot 8,7} = 1,64^\circ\text{C} < 4,5^\circ\text{C}$$

Внутренняя поверхность покрытия:

$$\Delta t_g^{покр} = \frac{18 - 30}{3,669 \cdot 8,7} = 1,5^\circ\text{C} < 4^\circ\text{C}$$

Температура на поверхности остекления находится по формуле (2.10) и должна превышать нормируемую величину, равную 3°C

$$\tau^{остек} = t_g - \frac{t_g - t_n}{R_0^{np} \cdot \alpha_g} \quad (2.10)$$

$$\tau^{остек} = 18 - \frac{18 - 30}{0,55 \cdot 8} = 7,1^\circ\text{C} > 3^\circ\text{C}$$

Температура на поверхности наружного угла должна превышать температуру точки росы:

$$\tau_{\epsilon}^{\text{нар.угол}} > t_{\text{м.р.}},$$

где $\tau_{\epsilon}^{\text{нар.угол}}$ -определяется по формуле;

$$\tau_{\epsilon}^{\text{нар.угол}} = t_{\epsilon} - \frac{(t_{\epsilon} - t_n) \cdot 0,75}{\alpha_0^{\phi} \cdot \alpha_{\epsilon}} \quad (2.11)$$

Внутренняя поверхность наружного угла стен 2-5 этажей:

$$\tau_{\epsilon}^{\text{нар.угол}} = 18 - \frac{(18 - 30) \cdot 0,75}{0,363 \cdot 8,7} = 14,2^{\circ}\text{C} > 9,7^{\circ}\text{C}$$

2.4 Определение теплотерь здания

Теплопотери в здании определяются с целью выявления недостатка теплоты для создания комфортных условий жизнедеятельности человека.

Основные теплопотери через ограждающие конструкции определяются согласно [10], по формуле:

$$Q = k \cdot F \cdot (t_{\epsilon} - t_n) \cdot n \cdot \left(+ \sum \beta \right) \quad (2.12)$$

где $k \cdot F \cdot (t_{\epsilon} - t_n) \cdot n \cdot \left(+ \sum \beta \right)$ -потери тепла через наружные ограждающие конструкции, вычисленные с учетом поправок на ориентацию и на угловые помещения, Вт;

Потери тепла через окна за счет инфильтрации $Q_{\text{инф}}$, Вт, согласно [10] определяются по формуле:

$$Q_{\text{инф}} = 0,28 \cdot c \cdot \sum G_{\text{инф}} \cdot A \cdot (t_{\epsilon} - t_n) \cdot k, \quad (2.13)$$

где c – удельная теплоемкость воздуха, равная $1,005 \text{ кДж} / \text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}$;

$\sum G_{\text{инф}}$ – расход инфильтрирующегося воздуха через окна и двери:

$$G_{\text{инф}}^{\text{ок}} = \frac{1}{R_{\text{инф}}} \cdot \left(\frac{\Delta p_i}{\Delta p_0} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (2.14)$$

$$G_{инф}^{дв} = \frac{1}{R_{инф}} \cdot \left(\frac{\Delta p_i}{\Delta p_0} \right)^{\frac{1}{2}}, \quad (2.15)$$

A – площадь окон/дверей, м²;

k – коэффициент учета влияния встречного теплового потока в конструкциях, принимается равным 0,9 - для однокамерных стеклопакетов, согласно [5];

$R_{инф}$ – фактическое сопротивление воздухопроницанию окна/двери, м²·час/кг.

Принимается, что $R_{инф}^{ок} = R_{инф}^{мп}$

$$R_{инф}^{мп} = \frac{1}{G_u^н} \cdot \left(\frac{\Delta p}{\Delta p_0} \right)^{2/3}, \quad (2.16)$$

где $G_u^н$ – нормируемая воздухопроницаемость ограждающих конструкций.

Определяется по СП [5, табл. 9] и равна 5 кг/(м²·час);

Δp_0 – разность давлений воздуха с наружной и внутренней сторон светопрозрачных ограждений, при которой определяется сопротивление воздухопроницанию, принимается согласно СП [5], $\Delta p_0 = 10 \text{ Па}$;

Δp – разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающей конструкции при определении требуемого сопротивления воздухопроницаемости и определяется по формуле:

$$\Delta p = 0,55 \cdot H \cdot g \cdot (\rho_n - \rho_v) \cdot 0,3 \cdot \rho_n \cdot g^2, \quad (2.17)$$

где H – высота здания от уровня средней планировочной отметки земли поверхности земли до верха карниза (центра вытяжных отверстий/устья вытяжной шахты), м

ρ_n – плотность наружного воздуха, кг/м³

ρ_v – плотность внутреннего воздуха, кг/м³

Плотность воздуха определяется по формуле (2.18):

$$\rho = \frac{353}{t + 273} \quad (2.18)$$

Плотность внутреннего воздуха:

$$\rho_{\text{в}} = \frac{353}{273 + 18} = 1,213 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Плотность наружного воздуха:

$$\rho_{\text{н}} = \frac{353}{273 - 30} = 1,453 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\Delta p = 0,55 \cdot 19,454 \cdot 9,81 \cdot (1,453 - 1,213) + 0,3 \cdot 1,453 \cdot 5,4^2 = 37,86 \text{ Па}$$

$$R_{\text{инф}} = \frac{1}{5} \cdot \left(\frac{37,86}{10} \right)^{2/3} = 0,49 \text{ м}^2 \cdot \text{час} / \text{кг}$$

Расчетная разность давлений между давлениями на наружной и внутренней поверхностями ограждающих конструкций, Па:

$$\Delta p_i = p_n - p_{\text{в}}, \quad (2.19)$$

где $p_{\text{в}}$ – давление внутреннего воздуха помещения, определяется по формуле:

$$p_{\text{в}} = 0,5 \cdot H \cdot (\rho_n - \rho_{\text{в}}) \cdot g + 0,5 \cdot \frac{\rho_n \cdot g^2}{2} \cdot k_{\text{дин}} \cdot (c_n - c_z) \quad (2.20)$$

$$p_{\text{в}} = 0,5 \cdot 19,454 \cdot (1,453 - 1,213) \cdot 9,81 + 0,5 \cdot \frac{1,453 \cdot 5,4^2}{2} \cdot 1,25 \cdot (0,8 + 0,5) = 40,07 \text{ Па}$$

p_n – давление наружного воздуха, зависит от расчетной высоты и определяется по формуле:

$$p_n = (H - h_i) \cdot (\rho_n - \rho_{\text{в}}) \cdot g + \frac{\rho_n \cdot g^2}{2} \cdot k_{\text{дин}} \cdot (c_n - c_z) \quad (2.21)$$

где h_i – расчетная высота от поверхности земли до верхней отметки окон расчетного этажа, м;

$k_{\text{дин}}$ – коэффициент учета изменения скоростного давления ветра в зависимости от высоты здания, определяется по СП [11];

c_n, c_z – аэродинамические коэффициенты для наветренной/подветренной поверхности ограждения зданий, согласно СП [11].

$$p_n = (9,454 - 5,92) \cdot (453 - 1,213) \cdot 9,81 + \frac{1,453 \cdot 5,4^2}{2} \cdot 1,25 \cdot (8 + 0,5) = 66,23 \text{ Па}$$

$$\Delta p_i = 66,23 - 40,07 = 26,16 \text{ Па}$$

$$G_{\text{инф}}^{\text{ок}} = \frac{1}{0,49} \cdot \left(\frac{26,16}{10} \right)^{\frac{2}{3}} = 3,91$$

$$Q_{\text{инф}}^{\text{ок.2этажа}} = 0,28 \cdot 1,005 \cdot 3,91 \cdot 2,9 \cdot (18 + 30) \cdot 0,9 = 138 \text{ Вт}$$

Для помещений с приточно-вытяжной вентиляцией потери тепла на инфильтрацию определяются по формуле:

$$Q_{\text{инф}} = 0,28 \cdot c \cdot L \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}), \quad (2.22)$$

где L – расход воздуха через клапан естественной приточной инфильтрации (КИВ), приведен в разделе 4, таблица 7.

Результаты расчета сведены в таблицу Б.1 Приложения Б.

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

3.1 Конструирование систем отопления

Теплоснабжение проектируемых систем отопления осуществляется от индивидуального теплового пункта, расположенного между осями В-Г 16-18 на отметке 0.000 служебного корпуса, обеспечивающего автоматическое регулирование параметров теплоносителя и учет расхода теплоты.

Теплоносителем систем отопления является вода с температурой $T_{11}=95^{\circ}\text{C}$, $T_{21}=70^{\circ}\text{C}$.

В запроектированном здании существующая система отопления полностью демонтирована. Новая система отопления состоит из двух систем, работающих независимо друг от друга – CO1 и CO2. CO1 обслуживает помещения с южной стороны и с восточной стороны в осях 8-14. CO2 - с северной стороны и с восточной стороны в осях 14-19. Обе системы двухтрубные с вертикальными стояками, горизонтальной поэтажной разводкой и тупиковым движением теплоносителя. Данная схема позволяет регулировать параметры теплоносителя по ветвям на этажах.

Запроектированы отопительные приборы – алюминиевые радиаторы Royal Thermo Optimal 500 фирмы Royal Thermo. Крепление радиатора к стене производится при помощи оригинальных регулируемых настенных кронштейнов ROYAL THERMO. Регулирование теплоотдачи осуществляется радиаторными терморегуляторами BROEN BALLOTERM с термостатической головкой. Для гидравлической увязки и наладки систем отопления устанавливаются балансировочные клапаны BALLOREX DP на обратной подводке в паре с Ballorex Venturi на прямом трубопроводе, согласно [12]. Номограмма подбора настройки клапанов приведена в Приложении Е. На каждом отопительном приборе предусмотрена арматура для удаления воздуха, в нижних точках системы - дренаж для спуска воды. Дренажные вентили с краником для спуска воды также предусмотрены в конце каждой ветки системы отопления.

Магистральные трубопроводы, стояки и подводки систем отопления выполнены из стальных водогазопроводных обыкновенных труб [13], диаметром с 15 по 32мм.

На первом этаже горизонтальные трубопроводы проложены в полу на глубине 100мм. Трубопроводы изолированы теплоизоляцией из вспененного каучука фирмы K-Flex толщиной 5мм. На последующих этажах горизонтальные трубопроводы проложены на высоте 50мм от пола.

Трубопроводы систем отопления проложить с уклоном не менее 0,003 в сторону дренажа.

3.2 Гидравлический расчет

Расчет произведен по методике [14] методом удельных линейных потерь давления на трение.

За расчетное направление принимается самая удаленная ветвь.

Потери давления на трение и местные сопротивления:

$$\Delta p_{\text{уч}} = R \cdot l + Z, \quad (3.1)$$

где R – фактическое значение удельных потерь давления на трение по длине, Па/м, для стальных водогазопроводных труб [15, табл.П.1];

l – длина расчётного участка, м;

Z – потери давления на местные сопротивления, Па.

Располагаемое давление в системе отопления, Па:

$$\Delta p_p = \Delta p_n + 0,4 \cdot \Delta p_e,$$

где Δp_n – циркуляционное давление насоса, Па:

Δp_e – естественное циркуляционное давление, возникающее от охлаждения воды в нагревательных приборах и в трубах, Па:

$$\Delta p_e = \beta_t \cdot g \cdot h \cdot \overbrace{(\rho - \rho_o)} \quad (3.2)$$

где β_t – среднее приращение плотности при понижении температуры на 1°C;

h – вертикальное расстояние между условным центром охлаждения воды в приборах и центром ее нагревания в системе (ось насоса), м.

Все ветви должны быть увязаны между собой:

$$\frac{\Delta p_{осн} - \Delta p_{втор}}{\Delta p_{осн}} \leq 15\% \quad (3.3)$$

Расчетные схемы СО1 и СО2 приведены в Приложениях В и Д соответственно. Гидравлический расчет СО1 и СО2 приведены в приложениях Г и Д соответственно.

3.3 Тепловой расчет приборов

Расчет произведен по справочной литературе [15] и каталогу фирмы Royal Thermo [16].

В качестве отопительных приборов приняты алюминиевые секционные радиаторы Royal Thermo Optimal 500 по каталогу [16]. Теплоотдача отопительных приборов регулируется с помощью автоматических терморегуляторов BROEN VALLOTHERM с термостатической головкой. Нагревательные приборы устанавливать на расстоянии не менее 100мм от пола и 30мм от стены.

Тепловая нагрузка прибора, Вт, определяется по формуле:

$$Q_{np} = Q_{ном} - \beta_{тр} \cdot Q_{тр}, \quad (3.4)$$

где $Q_{ном}$ – теплопотери помещения, Вт;

$\beta_{тр}$ – поправочный коэффициент, учитывающий долю теплоотдачи теплопроводов, при открытой прокладке труб составляет 0,9;

$Q_{тр}$ – суммарная теплоотдача нагретых труб, проложенных в пределах помещения, Вт

Фактический тепловой поток, $q_{ном}$, Вт, отопительного радиатора при измененных нормальных условиях, определяется по формуле:

$$q_{np} = q_{ном} \cdot \left(\frac{\Delta t_{cp}}{70} \right)^{1+n} \cdot \left(\frac{G_{np}}{360} \right)^m \cdot b \cdot p \cdot c, \quad (3.5)$$

где $q_{ном}$ – номинальный тепловой поток, определяемый при заданных условиях, равный 174 Вт, согласно каталогу производителя [16];

n, m, c – эмпирические показатели степени соответственно при относительных температурном напоре и расходе теплоносителя;

b – безразмерный поправочный коэффициент на расчётное атмосферное давление, согласно [16, табл.8];

p – безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается специфика зависимости теплового потока и коэффициента теплопередачи радиатора от числа секций в нём при движении теплоносителя по схеме «сверху-вниз» $p = 1$;

Δt_{cp} – средний температурный перепад между средней температурой теплоносителя в приборе и температурой окружающего воздуха, °С, который определяется по формуле:

$$\Delta t_{cp} = \frac{t_{вх} + t_{вых}}{2} - t_{ном}$$

Расход воды через прибор, G_{np} , кг/ч, определяется по формуле:

$$G_{np} = \frac{0,86 \cdot Q_{np} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{\overbrace{t_{вх} - t_{вых}}} \quad (3.6)$$

Количество секций отопительного прибора определяется по формуле:

$$N = \frac{Q_{np}}{q_{np}} \quad (3.7)$$

Расчет сведен в таблицу 5.

Таблица 5 - Тепловой расчет отопительных приборов

№ пом.	$Q_{пом}, Bm$	$G_{np}, кг/ч$	$t_{вх}, °C$	$t_{вых}, °C$	$\Delta t_{ср}, °C$	$q_в, \frac{Bm}{м}$	$l_в, м$	$q_г, \frac{Bm}{м}$	$l_г, м$	q_{np}, Bm	Q_{mp}, Bm	Q_{np}, Bm	N
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ст1													
102	2401	44,7	95	70	68,5	56	1,30	74	0,35	174,1	99	2312	14
		44,7	95	70	68,5					174,1		2312	14
103	349	13,0	95	70	66,5	55	0,65	71	0,35	162,0	61	294	3
104	225	8,4	95	70	68,5	56	0,65	74	0,35	173,4	62	169	3
106	545	20,3	95	70	68,5	56	0,65	74	0,35	171,4	62	489	3
201	2401	44,7	95	70	68,5	56	1,30	74	6,88	168,9	582	1877	12
		44,7	95	70	68,5					168,9		1877	12
202	1626	30,2	95	70	64,5	52	7,50	69	14,78	147,8	1064	668	5
		30,2	95	70	64,5					147,8		668	5
301	2401	44,7	95	70	68,5	56	1,30	74	6,88	174,1	582	1877	12
		44,7	95	70	68,5					174,1		1877	12
302	1390	25,9	95	70	64,5	52	4,40	69	10,28	147,4	938	546	4
		25,9	95	70	64,5					147,4		546	4
303	500	18,6	95	70	64,5	52	0,65	69	2,51	146,4	207	314	3
305	1028	19,1	95	70	64,5	52	0,95	69	5,57	146,5	434	638	5
		19,1	95	70	64,5					146,5		638	5
402	1310	24,4	95	70	64,5	52	4,40	69	9,89	147,2	911	490	4
		24,4	95	70	64,5					147,2		490	4
403	460	17,1	95	70	64,5	52	0,65	69	0,97	146,2	101	369	3
502	1520	28,3	95	70	64,5	52	1,30	69	9,53	147,6	725	867	7
		28,3	95	70	64,5					147,6		867	7
503	621	23,1	95	70	64,5	52	0,65	69	1,55	147,0	141	494	4
Ст2													
107	3360	125,0	95	70	66,5	66	0,65	85	4,51	164,6	426	2976	19
206	151	5,6	95	70	64,5	52	0,65	69	1,02	137,0	104	57	0
208	436	16,2	95	70	60,5	47	0,65	63	3,67	123,5	262	200	3

продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
209	1096	20,4	95	70	64,5	52	1,30	69	6,54	146,7	519	629	5
		20,4	95	70	64,5					146,7		629	5
214	547	20,4	95	70	60,5	47	0,65	63	1,61	124,1	132	428	4
306	516	19,2	95	70	64,5	52	0,65	69	1,15	146,5	113	414	3
309	2573	19,1	95	70	64,5	52	9,45	69	26,55	146,5	2323	482	4
		19,1	95	70	64,5					146,5		482	4
		19,1	95	70	64,5					146,5		482	4
		19,1	95	70	64,5					146,5		482	4
		19,1	95	70	64,5					146,5		482	4
405	936	17,4	95	70	64,5	52	1,30	69	7	146,2	551	440	4
		17,4	95	70	64,5					146,2		440	4
408	490	18,2	95	70	64,5	52	0,65	69	3,31	146,3	262	254	3
409	627	11,7	95	70	66,5	55	3,40	71	4,31	157,0	493	183	3
		11,7	95	70	66,5					157,0		183	3
412	505	18,8	95	70	64,5	52	0,65	69	3,73	146,4	291	243	3
414	446	16,6	95	70	64,5	52	0,65	69	2,73	146,1	222	246	3
418	950	17,7	95	70	64,5	52	1,30	69	2,8	146,3	261	715	6
506	646	24,0	95	70	64,5	52	0,65	69	1,71	147,2	152	509	4
507	1486	27,6	95	70	64,5	52	1,30	69	11,74	147,6	878	696	5
		27,6	95	70	64,5					147,6		696	5
508	1432	26,6	95	70	64,5	52	1,30	69	11,92	147,5	890	631	5
		26,6	95	70	64,5					147,5		631	5
510	1338	24,9	95	70	64,5	52	1,30	69	12,16	147,3	907	522	4
		24,9	95	70	64,5					147,3		522	4
514	642	23,9	95	70	64,5	52	0,65	69	1,69	147,1	150	507	4
Ст3													
215	1643	20,4	95	70	64,5	52	1,95	69	12,81	146,7	985	756	6
		20,4	95	70	64,5					146,7		756	6
		20,4	95	70	64,5					146,7		756	6

продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
216	1096	20,4	95	70	64,5	52	1,3	69	6,5	146,7	516	632	5
		20,4	95	70	64,5					146,7		632	5
217	1096	20,4	95	70	64,5	52	7,5	69	4,49	146,7	700	466	4
		20,4	95	70	64,5					146,7		466	4
314	515	19,2	95	70	64,5	52	0,65	69	1,11	146,5	110	416	3
315	1029	19,1	95	70	64,5	52	1,30	69	6,5	146,5	516	565	4
		19,1	95	70	64,5					146,5		565	4
317	2059	19,2	95	70	64,5	52	8,80	69	18,98	146,5	1767	469	4
		19,2	95	70	64,5					146,5		469	4
		19,2	95	70	64,5					146,5		469	4
		19,2	95	70	64,5					146,5		469	4
418	950	17,7	95	70	64,5	52	1,30	69	2,8	146,3	261	715	6
419	950	17,7	95	70	64,5	52	1,30	69	6,5	146,3	516	486	4
		17,7	95	70	64,5					146,3		486	4
420	479	17,8	95	70	64,5	52	0,65	69	2,26	146,3	190	308	3
421	1931	18,0	95	70	64,5	52	8,80	69	15,16	146,3	1504	578	5
		18,0	95	70	64,5					146,3		578	5
		18,0	95	70	64,5					146,3		578	5
515	590	22,0	95	70	64,5	52	0,65	69	1,11	146,9	110	491	4
516	1432	26,6	95	70	64,5	52	1,30	69	12,3	147,5	916	607	5
		26,6	95	70	64,5					147,5		607	5
518	582	21,7	95	70	64,5	52	0,65	69	2,83	146,9	229	376	3
520	2081	25,8	95	70	64,5	52	1,95	69	15,25	147,4	1154	1043	8
		25,8	95	70	64,5					147,4		1043	8
		25,8	95	70	64,5					147,4		1043	8
Ст4													
224	2890	13,4	95	70	68,5	56	7,50	74	11,54	157,3	1274	1743	12
		13,4	95	70	68,5					157,3		1743	12

продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
218	548	20,4	95	70	64,5	52	0,65	69	1,55	146,7	141	421	3
323	2890	13,4	95	70	68,5	56	7,50	74	11,54	157,3	1274	1743	12
		13,4	95	70	68,5					157,3		1743	12
318	515	19,2	95	70	64,5	52	0,65	69	1,55	146,5	141	388	3
426	2890	13,4	95	70	68,5	56	7,50	74	11,54	157,3	1274	1743	12
		13,4	95	70	68,5					157,3		1743	12
421	1931	18,0	95	70	64,5	52	8,80	69	15,16	146,3	1504	578	5
527	2890	13,4	95	70	68,5	56	1,30	74	11,54	157,3	927	2056	14
		13,4	95	70	68,5					157,3		2056	14
522	616	22,9	95	70	64,5	52	0,65	69	1,55	147,0	141	489	4
Ст5													
117	410	15,3	95	70	66,5	55	0,65	71	1,99	151,7	177	251	3
118	269	10,0	95	70	66,5	55	0,65	71	1,2	150,5	121	160	4
221	1071	19,9	95	70	64,5	52	4,40	69	7,4	146,6	739	406	3
		19,9	95	70	64,5					146,6		406	3
222	481	17,9	95	70	66,5	55	0,65	71	1,79	152,2	163	334	3
320	508	18,9	95	70	66,5	55	0,65	71	1,51	152,4	143	379	3
321	510	19,0	95	70	64,5	52	3,75	69	2	146,5	333	210	3
322	722	13,4	95	70	66,5	55	1,30	71	5,54	151,3	465	304	3
		13,4	95	70	66,5					151,3		304	3
424	937	17,4	95	70	64,5	52	7,50	69	6	146,2	804	213	3
		17,4	95	70	64,5					146,2		213	3
425	1345	25,0	95	70	64,5	52	1,30	69	14,38	147,3	1060	391	3
		25,0	95	70	64,5					147,3		391	3
524	684	25,4	95	70	64,5	52	0,65	69	2,05	147,3	175	526	4
525	616	22,9	95	70	64,5	52	0,65	69	5,11	147,0	386	268	3
526	1567	29,2	95	70	64,5	52	1,30	69	14,38	147,7	1060	613	5
		29,2	95	70	64,5					147,7		613	5

3.4 Расчёт и подбор оборудования

Давление, которое развивает насос, Па, определяется по формуле:

$$P_n = \Delta P_{c.o.} \cdot 1,15 \quad (3.8)$$

$$P_n = (14587 + 9965,2) \cdot 1,15 = 28235,0 \text{ Па}$$

Подбор насоса осуществляется по расходу $G_{c.o.} = 2208 \text{ кг/ч}$ и по давлению $P_n = 28235,0 \text{ Па}$. По каталогу [17] выбран насос Grundfos LS800-600-683В. Характеристика и габаритные размеры насоса приведены в Приложении З.

По известной нагрузке на систему ГВС $Q_{ГВС} = 280,5 \text{ кВт}$ и на систему отопления $Q_{c.o.} = 59,3 \text{ кВт}$ по каталогу [18] подобран электродкотел ЭПО-240 мощностью 240 кВт. В котловой контур установлено 4 электродкотла. Характеристики приведены в Приложении И.

Расчет и подбор теплообменников на систему отопления произведен с помощью программы фирмы - производителя [19]. По нагрузке на систему отопления и по разности температур двух сред на входе и выходе выбран теплообменник НН№04. Технические характеристики и габаритные размеры приведены в Приложении К. Поверочный расчет приведен на Рисунке 3.

Параметр	Значение	Единица
Тепловая мощность	339,8	кВт
Температура на входе	105	°C
Температура на выходе	65	°C
Прокладка	EPDM	
Материал пластин	AISI316	
Толщина пластины	Авто	мм
Направление потоков	Противоток	
Запас пов-ти на загр.	43,4	%
Массовый расход	7,281	т/ч
К-т т. треб./расч.	12467/7757	ккал / (м2 ч С)
Площадь теплообмена	0,84	м2
LMTD	27,9	°C
Потери давления / в портах	9,19 / 0,43	м.вод.ст.
Скорость в портах / каналах	2,6 / 0,8	м/с
Масса пустого / заполненный	48 / 51	кг

Рисунок 3 - Поверочный расчет теплообменника

4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ

4.1 Определение требуемых воздухообменов

Согласно заданию на проектирование, расчет воздухообмена ведется для основного помещения (актовый зал на 5 этаже) по [20] при помощи I-d диаграммы, в холодный и теплый периоды года.

По заданию на проектирование актовый зал рассчитан на 35 мест.

Величина полного избыточного тепла, $\frac{\text{кДж}}{\text{ч}}$, определяется по формуле:

$$Q_{II} = 3,6 \cdot Q_{я} + (2500 + 1,8 \cdot t_B) \cdot W, \quad (4.1)$$

где $Q_{я}$ – избытки явного тепла (из теплового баланса), Вт;

W – количество влаги, поступающее в помещение от людей, кг/ч.

Для определения процесса на I – d диаграмме необходимо выяснить значение коэффициента луча процесса по формуле:

$$\varepsilon = \frac{Q_{II}}{W} \quad (4.2)$$

Также необходимо определить параметры приточного и удаляемого воздуха в помещении.

Температура приточного воздуха, t_{II} , °С, определяется по формуле:

$$t_{II} = t_B \pm \Delta t_P, \quad (4.3)$$

где Δt_P – рабочая разность температур, задается проектировщиком в пределах 2 - 5 °С.

Температура удаляемого воздуха определяется по формуле:

$$t_V = t_B + \text{grad}t \cdot (H - h_{P3}), \quad (4.4)$$

где $\text{grad}t$ – градиент температуры воздуха, определяется в зависимости от удельных избытков явного тепла q , Вт/м³.

По полученным значениям чертится процесс на I-d диаграмме для снятия параметров воздуха. Эти параметры необходимы для расчета расхода воздуха в помещении.

Расход воздуха, L_{Π} , м³/час, на разбавление избытков полной теплоты:

$$L_{\Pi} = \frac{Q_{\Pi}}{1,2 \cdot (I_{\text{в}} - I_{\Pi})} \quad (4.5)$$

Расход воздуха, $L_{\text{я}}$, м³/час, на разбавление избытков явной теплоты:

$$L_{\text{я}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{я}}}{1,2 \cdot (t_{\text{в}} - t_{\Pi})} \quad (4.6)$$

Расход воздуха, $L_{\text{вл}}$, м³/час, на разбавление влаговыделений:

$$L_{\text{вл}} = \frac{1000 \cdot W}{1,2 \cdot (d_{\text{в}} - d_{\Pi})} \quad (4.7)$$

Воздухообмен по санитарным нормам определяется по формуле:

$$L_{\text{сан}} = n \cdot L_{\text{уд}}, \quad (4.8)$$

где $L_{\text{уд}}$ – нормируемый удельный расход наружного воздуха, м³/ч, на 1-го человека, согласно [20];

n – расчетное кол-во человек в помещении.

По результатам расчета принимается максимально необходимый воздухообмен. По данному расходу будет производиться дальнейший расчет, проектироваться вентиляционная система и подбираться вентиляционное оборудование.

Так как актовый зал находится в помещении машинного зала ГЭС, и отгорожен из помещения машинного зала перегородками, теплопотери в актовом зале отсутствуют. При составлении теплового баланса будут учитываться только теплопоступления от людей и от источников искусственного освещения.

Тепловыделения от источников искусственного освещения

$$Q_{\text{осв}} = E \cdot F \cdot q_{\text{осв}} \cdot \eta_{\text{осв}}, \quad (4.9)$$

где E – освещенность, Лк, принимается по [20];

F – площадь пола помещения, м²;

$q_{\text{осв}}$ – удельные тепловыделения, Вт/ м²·Лк, принимается по [21];

$\eta_{\text{осв}}$ – доля тепла, поступающего в помещение, $\eta_{\text{осв}} = 1$.

$$Q_{осв} = 200 \cdot 112 \cdot 0,079 \cdot 1 = 1769,6 \text{ Вт}$$

Теплопоступления от людей

Поступление тепла от людей, $Q_l, \text{Вт}$, зависит от интенсивности выполняемой работы и параметров окружающего воздуха и определяется по формуле:

$$Q_l = n \cdot q, \quad (4.10)$$

где n – количество человек, одновременно находящихся в помещении;

q – удельное выделение тепла одним человеком, Вт/чел, принимается по [22].

$$\text{Теплый период: } Q_l^m = 35 \cdot 51,52 = 1803,2 \text{ Вт}$$

$$\text{Холодный период: } Q_l^x = 35 \cdot 108,2 = 3787 \text{ Вт}$$

Тепловой баланс

Тепловой баланс расчетного помещения составляется для определения избытков или недостатков тепла, которые должна компенсировать система вентиляции в холодный и теплый периоды года.

Для теплого периода года:

$$Q_{вент} = Q_l^m + Q_{проч}, \quad (4.11)$$

$$\text{где } Q_{проч} = 0,06 \cdot 1803,2 = 108,2 \text{ Вт}$$

$$Q_{вент} = 1803,2 + 108,2 = 1911,4 \text{ Вт}$$

Для холодного периода года:

$$Q_{вент} = Q_l^x + Q_{осв} + Q_{проч}, \quad (4.12)$$

$$\text{где } Q_{проч} = 0,06 \cdot (3787 + 1769,6) = 333,4 \text{ Вт}$$

$$Q_{вент} = 3787 + 1769,6 + 333,4 = 5890 \text{ Вт}$$

Результаты построения процесса на I-d диаграммы сведены в Приложения Л и М для теплого и холодного периодов соответственно.

Расчет воздухообменов актового зала для теплого и холодного периодов сведен в таблицу 6.

Таблица 6 – Расчет воздухообменов актового зала

Расчет для ХП	Расчет для ТП:
1	2
$Q_{я} = 5890 \text{ Вт}$	$Q_{я} = 1911,4 \text{ Вт}$
$W_{н} = 35 \cdot 67 = 2,345 \text{ кг/час}$	$W_{н} = 35 \cdot 133,2 = 4,662 \text{ кг/час}$
$Q_{п} = 3,6 \cdot 5890 + (2500 + 1,8 \cdot 18) \cdot 2,345 =$ $= 27142 \frac{\text{кДж}}{\text{ч}}$	$Q_{п} = 3,6 \cdot 1911,4 + (2500 + 1,8 \cdot 27,6) \cdot 4,662 =$ $= 18768 \frac{\text{кДж}}{\text{ч}}$
$\varepsilon = \frac{27142}{2,345} = 11574 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	$\varepsilon = \frac{18768}{4,662} = 4026 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$
$q = \frac{5890}{112 \cdot 5,4} = 9,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^3}$	$q = \frac{1911,4}{604,8} = 3,2 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^3}$
$t_{в} = 18 + 0,5 \cdot (5,4 - 1,5) = 19,9^{\circ}\text{C}$	$t_{в} = 27,6 + 0,2 \cdot (5,4 - 1,5) = 28,4^{\circ}\text{C}$
$t_{п} = 18 - 2 = 16^{\circ}\text{C}$	$t_{п} = 24,6 + 1 = 25,6^{\circ}\text{C}$
$L_{п} = \frac{27142}{1,2 \cdot (22,8 - 16,8)} = 3770 \frac{\text{м}^3}{\text{час}}$	$L_{п} = \frac{18768}{1,2 \cdot (61,2 - 53,9)} = 2142 \frac{\text{м}^3}{\text{час}}$
$L_{я} = \frac{3,6 \cdot 5890}{1,2 \cdot (19,9 - 16)} = 4531 \frac{\text{м}^3}{\text{час}}$	$L_{я} = \frac{3,6 \cdot 1911,4}{1,2 \cdot (28,4 - 25,6)} = 2048 \frac{\text{м}^3}{\text{час}}$
$L_{в.л} = \frac{1000 \cdot 2,345}{1,2 \cdot (0,8 - 0,1)} = 2792 \frac{\text{м}^3}{\text{час}}$	$L_{в.л} = \frac{1000 \cdot 4,662}{1,2 \cdot (12,8 - 11)} = 2158 \frac{\text{м}^3}{\text{час}}$
$L_{р}^{ХП} = L_{я} = 4531 \frac{\text{м}^3}{\text{час}}$	$L_{р}^{ТП} = L_{п} = 2142 \frac{\text{м}^3}{\text{час}}$
$L_{сн} = 35 \cdot 60 = 2100 \frac{\text{м}^3}{\text{час}}$	

По расчету видно, что количество воздуха в ХП года $L_{р}^{ХП} = 4531 \frac{\text{м}^3}{\text{час}} >$

$L_{р}^{ТП} = 2142 \frac{\text{м}^3}{\text{час}}$, принимаем для приточной системы воздухообмен для ХП, а

для ТП пересчитываем $t_{в}$. С перерасчетом температура внутреннего воздуха составила $t_{в} = 26,9^{\circ}\text{C}$.

Воздухообмен для остальных, $\text{м}^3/\text{ч}$, помещений ведется по нормируемой кратности помещений, по формуле:

$$L = k \cdot V, \quad (4.13)$$

где k – нормируемая кратность воздухообмена, ч^{-1} , согласно [3].

Также для офисных помещений расчет велся согласно [23], исходя из нормы воздухообмена - 60 м³/ч на одного сотрудника.

Результаты сведены в таблицу 7.

Таблица 7 - Расчет воздухообменов помещений

№	Наименование помещения	Объём помещения, V, м ³	Температура, t, °С	Приток		Вытяжка	
				k, ч ⁻¹	L, м ³ /ч	k, ч ⁻¹	L, м ³ /ч
1	2	3	4	5	6	7	8
101	Кладовая	22,4	16	-	0	1	22,4
102, 201-501	Лестница №1	603,8	14	-	0	-	0
103	Бюро пропусков	51,8	16	-	0	-	0
104	Проходная	59,5	14	-	0	-	0
105	Вахтер	10,9	16	1	10,9	-	0
106	Тамбур	17,9	14	-	0	-	0
107, 203	Вестибюль	715	16	2+по балансу	1430+ +671= 2101	-	0
108	Отдел кадров	58,6	18	60 м ³ /ч на 1 чел	180		180
109	Архив	33,7	18	-	0	2	67,4
110	Светокопировальная	47,1	18	3	141,3	3	141,3
111	Умывальная	40,8	16	-	0	1	40,8
112	Душевая	51,7	25	-	0	75 м ³ /ч на 1 душ. сетку	75
113	Гардеробная	245,5	14	-	0	1	245,5
115, 224, 323, 426, 527	Лестница №2	520	14			-	0
117	Кладовая	26,9	16	-	0	1	26,9
118	Тех.помещение	182,1	16	-	0	1	182,1
120	Комната отдыха	88	22	2	176	3	264
121	Архив	26,24	18	-	0	2	52,5
124	Библиотека тех. сл.	97,9	18	-	0	2	195,8
125	Туалет	25,9	16	-	0	50 м ³ /ч на 1 унит.	50
128	Кабинет инспектора ПЧ-23	46,08	18	60 м ³ /ч на 1 чел	60		60

продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7	8
129	Мужской туалет	16,1	16	-	0	50 м ³ /ч на 1 унит.	50
130	Женский туалет	14,9	16	-	0		50
202	Кабинет группы договорной работы	132,7	18	60 м ³ /ч на 1 чел	300		300
205	Тамбур	18,4	14	-	0	-	0
206	Архив	39,4	18	-	0	2	78,8
207	Тамбур	20,5	14	-	0	-	0
208	Комната отдыха	56,4	22	2	112,8	3	169,2
209	Кабинет зам. Генерального директора	134,1	18	60 м ³ /ч на 1 чел	60		60
210	Туалет	12,8	16	-	0		50
211	Тамбур	9,9	14	-	0	-	0
212	Мужской туалет	8,8	16	-	0	50 м ³ /ч на 1 унит.	50
213	Женский туалет	17,6	16	-	0		50
214	Комната отдыха	47,7	22	2	95,4	3	143,1
215	Кабинет Ген. директора	193,4	18	60 м ³ /ч на 1 чел	60		60
216	Приемная	142,4	18	3	427,2	2,4	341,8
217	Кабинет главного инженера	143,7	18	60 м ³ /ч на 1 чел	60		60
218	Кабинет Главного эксперта	67,5	18		60		60
221	Комната приема гостей	109,1	18	3	327,3	2,4	261,8
222	Кладовая	29,6	16	-	0	1	29,6
302	Кабинет заместителя главного инженера	89,6	18	60 м ³ /ч на 1 чел	60		60
305	Кабинет тех. службы	164,5	18		180		180
306	Кабинет главного бухгалтера	78,7	18		60		60
309	Бухгалтерия	274,9	18		240		240
310	Гардеробная бухгалтерии	16,6	16	-	0	2	33,2
311	Туалет	10,6	16	-	0		50
312	Архив бухгалтерии	17,4	18	-	0	2	34,8
313	Туалет	9,8	16	-	0		50
314	Кабинет начальника отдела ПСРТ	29,9	18	60 м ³ /ч на 1 чел	60		60
315	Кабинет ОПиСРТ	142,4	18		180		180
317	Кабинет группы подготовки персонала	251,7	18		300		300
318	Кабинет группы корпоративной работы	67,5	18		180		180
320	Кабинет специалиста ОПСРТ	51,0	18		60		60
321	Кабинет	55,5	18		120		120
322	Кладовая	83,7	16	-	0	1	83,7

продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7	8
402	Кабинет начальника АСДТУ	89,6	18	60 м ³ /ч на 1 чел	60		60
403	Кабинет заместителя начальника АСДТУ	41,15	18		60		60
405	Кабинет АСУ-п	152,6	18		300		300
406	Кладовая	40,32	16	-	0	1	40,32
407	Кладовая АСУ-п	26,9	16	-	0	1	26,9
408	Кабинет	21,1	18	60 м ³ /ч на 1 чел	60		60
412	Кабинет рук-ля группы МС	44,8	18		60		60
413	Кладовая АСУ-ТП	16,4	16	-	0	1	16,4
414	Кабинет АТС (автомат. телефонная стан.)	40,4	18	60 м ³ /ч на 1 чел	120		120
415	Мужской туалет	9,9	16	-	0	50 м ³ /ч на 1 унит.	50
416	Женский туалет	10,6	16	-	0		50
417	Тамбур	18,2	14	-	0	-	0
418	Кабинет группы АТС	99,2	18	60 м ³ /ч на 1 чел	200		200
419	Кабинет АСУ-ТП	142,2	18		180		180
420	Комната деж. персон.	71,4	18		120		120
421	Гардеробная для всех видов одежды	288,4	16	-	0	2	576,8
424	Класс технической учебы персонала	109	18	3,5	381,5	2,8	305,2
425	Архив	83,7	18	-	0	2	167,4
502	Кабинет ОиЭС	84,9	18	60 м ³ /ч на 1 чел	180		180
503	Кабинет инженера ОС	45,8	18		60		60
505	Архив	34,9	18	-	0	2	69,8
506	Кабинет начальника ОС	50,2	18	60 м ³ /ч на 1 чел	60	60 м ³ /ч на 1 чел	60
507	Кабинет службы надежности и техники безопасности	159,4	18		300		300
508	Кабинет группы ПТС электротехнического оборудования	141,2	18		300		300
510	Кабинет группы ПТМ систем технологического оборудования	122,7	18		240		240
511	Мужской туалет	9,9	16	-	0	50 м ³ /ч на 1 унит.	50
512	Женский туалет	11,8	16	-	0		50
514	Кабинет начальника ЭТЛ	51,8	18	60 м ³ /ч на 1 чел	60	60 м ³ /ч на 1 чел	60
515	Кабинет инженера группы ТиГМО	44,5	18	60 м ³ /ч на 1 чел	60		60
516	Кабинет группы ПТС ТиГМО	142,9	18	60 м ³ /ч на 1 чел	240		240

продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7	8
517	Архив	18,9	18	-	0	2	37,8
518	Кабинет руководителя группы ТиГМО	43,3	18	60 м ³ /ч на 1 чел	60		60
519	Кладовая	23,1	16	-	0	1	23,1
520	Кабинет группы ПТС ГТСиПЗ	199,4	18	60 м ³ /ч на 1 чел	300		300
522	Кабинет руководителя группы	47,0	18		60		60
524	Кабинет специалиста спец. части	61,8	18		60		60
525	Кабинет инспектора РП «Волгаэнерготех-надзора»	49,9	18		60		60
526	Кабинет группы эксплуатации зданий	83,7	18		240		240
528	Кабинет руководителя группы ПТМ ГЭтО	107,2	18		60		60
				9562,4		10233,4	

4.2 Выбор принципиальных решений и конструирование

В служебном корпусе здания ГЭС проектом предусмотрена реконструкция приточно-вытяжной системы вентиляции с естественным и искусственным побуждением воздуха, обеспечивающей требуемые санитарно-гигиенические нормы.

В расчетном - основном помещении (актовый зал помещение 529) запроектирована механическая приточная вентиляция (П1), представленная двумя рядами воздуховодов. Воздуховоды расположены в подшивном потолке на высоте 5,2 м от пола. Подача воздуха осуществляется через воздухораспределительные решетки ВРКЗ в количестве 6 штук. Воздухообмен в данном помещении организовывается по схеме «сверху - вниз - вверх». Вытяжная механическая система представляет собой воздуховоды с решетками в количестве 4 шт., расположенные под сценой (В1). Вентилятор системы П1 расположен в венткамере на 5 этаже. Вентилятор системы В1 расположен на крыше здания.

Запроектированная система механической приточной вентиляции П2 осуществляет подачу чистого воздуха в отдел кадров, светокопировальную, в

кабинет инспектора ПЧ-23 и комнату отдыха на 1-ом этаже. Воздуховоды стальные круглого сечения, проложены под потолком на отм.+3.000м. Вентилятор данных систем находится в помещении 109 - архив.

Предусмотрен приток и в другие помещения. Приток осуществляется посредством клапанов инфильтрации воздуха (КИВ) с естественным побуждением и системы Blizzard A+ с нагревом до требуемой температуры и механическим побуждением воздуха. Данные системы устанавливаются у внутренних поверхностях наружных стен.

Механическая вытяжная вентиляция принята в туалетах, душевых и служебных помещений и осуществляется посредством стальных каналов прямоугольного сечения и канальных вентиляторов фирмы Ruck. Вытяжная вентиляция остальных помещений принята с естественным побуждением. Расстояние от верха вытяжной шахты до уровня кровли принимается не менее 1 м.

Крепления воздуховодов приняты по серии [24].

4.3 Аэродинамический расчет

Расчет воздухораспределителей

К расчету принят прямоточный регулируемый воздухораспределитель ВРк3 по [25].

Расход воздуха через один воздухораспределитель, м³/ч:

$$L_o = \frac{L}{N} \quad (4.14)$$

$$L_o = \frac{4531}{6} = 755 \text{ м}^3 / \text{час}$$

Скорость воздуха на выходе из воздухораспределителя, м/с:

$$v_o = \frac{L_o}{3600 \cdot F_o} \quad (4.15)$$

$$v_o = \frac{755}{3600 \cdot 0,078} = 2,7 \text{ м/с}$$

Скорость воздуха на основном участке струи при входе в рабочую зону, м/с, определяется по формуле:

$$v_x = \frac{m \cdot v_0 \cdot \sqrt{F_0}}{x} \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_H, \quad (4.16)$$

где x – дальность струи, м:

$$x = H_{\text{ПОМ}} - h_{\text{ПЗ}} \quad (4.17)$$

$$x = 5,2 - 1,5 = 3,7 \text{ м}$$

где k_C – коэффициент стеснения струи, определяется по справочнику [26, табл.17.3]:

$$\bar{x} = \frac{x}{m \cdot \sqrt{F_{\text{П}}}}, \quad \bar{x} = \frac{3,7}{1 \cdot \sqrt{13,6}} = 1,003 \quad (4.18)$$

$$F_{\text{П}} = \frac{F_{\text{ПОДА}}}{N}, \quad F_{\text{П}} = \frac{81,7}{6} = 13,6 \text{ м}^2 \quad (4.19)$$

$$k_C = 1$$

k_B – коэффициент взаимодействия струй, зависит от количества струй и расстояния между ними, определяется по справочнику [26, табл.17.4], исходя из величины: $\frac{x}{l}$ и от количества воздухораспределителей N .

Чтобы определить k_H , необходимо знать соотношение: $\frac{H}{\sqrt{F_0}}$

где H – геометрическая характеристика струи определяется по формуле:

$$H = 5,45 \cdot \frac{m \cdot v_0 \cdot \sqrt[4]{F_0}}{\sqrt{n \cdot \Delta t_0}} \quad (4.20)$$

$$\frac{3,36}{\sqrt{0,078}} = 12,04$$

$$k_H = 0,89$$

$$v_x = \frac{1 \cdot 2,7 \cdot \sqrt{0,078}}{3,7} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,89 = 0,18 \text{ м/с}$$

Значение v_x сравнивается с нормируемым:

$$v_x \leq k \cdot v_g,$$

где k – коэффициент перехода, определяются по СП [20].

$$0,18 \leq 1,4 \cdot 0,3 = 0,42$$

Максимальная разность температур между температурой воздуха на основном участке струи и температурой воздуха в рабочей зоне:

$$\Delta t_x = \frac{n \cdot \Delta t_0 \cdot \sqrt{F_0}}{x} \cdot \frac{k_B}{k_C \cdot k_H}, \Delta t_x = \frac{1 \cdot 2 \cdot \sqrt{0,078}}{3,7} \cdot \frac{1}{1 \cdot 0,89} = 0,16^\circ \text{C} \quad (4.21)$$

$$0,16 < 1,5 \text{ – условие выполняется}$$

Аэродинамический расчет приточно-вытяжной системы механической вентиляции ведется согласно методике, изложенной в справочнике [26].

Расчет ведется для приточных систем П1, П2 и для вытяжной системы В1. Расчетные схемы систем приведены в Приложении Н. Результаты аэродинамического расчета сведены в Приложение О.

Для систем естественной вентиляции располагаемое давление, Pa :

$$P_{расч.} = h \cdot g \cdot (\rho_n - \rho_B), \quad (4.22)$$

где h – высота столба, м;

g – ускорение свободного падения, m/c^2 ;

ρ_n, ρ_B – плотность наружного (при температуре 5°C) и внутреннего воздуха, kg/m^3 .

$$P_{расч.}^{1эм.} = 9,81 \cdot 19,304 \cdot (1,269 - 1,213) = 9,09 \text{ Pa}$$

В конце расчета производится увязка участков. Для механической вентиляции невязка может составить 15%, для естественной - от 5 до 10%.

Схемы и аэродинамический расчет систем естественной вентиляции сведены в таблицу П.1 Приложения П.

4.4 Расчет и подбор оборудования

Подбор воздухозаборной решетки для систем П1 и П2 осуществлялся с помощью каталога фирмы ВентСнаб [27].

Подбор воздухозаборной решетки для системы П1 начинается с определения требуемой площади решетки:

$$F = \frac{L}{3600 \cdot g}, \quad (4.23)$$

где L – количество приточного воздуха, м³/ч;

g – скорость в сечении решетки, м/с, принимается не более 4м/с.

$$F = \frac{4531}{3600 \cdot 4} = 0,31 \text{ м}^2$$

По [27] принята решетка типа ЖМ-3.

Необходимое количество решеток определяется по формуле:

$$n = \frac{F_{\text{реш}}}{f_{\text{жс}}}, \quad (4.24)$$

где $f_{\text{жс}}$ – площадь живого сечения принятой решетки, м².

$$n = \frac{0,31}{0,41} = 0,75 \approx 1 \text{ решетка}$$

Для принятой решетки определяется действительная скорость в сечении по формуле:

$$g_{\text{факт}} = \frac{L}{3600 \cdot n \cdot f_{\text{реш}}}, \quad (4.25)$$

$$g_{\text{факт}} = \frac{4531}{3600 \cdot 1 \cdot 0,41} = 3,1 \text{ м/с}$$

По значению фактической скорости определяется значение величины потери давления по формуле:

$$\Delta P_{\text{реш}} = \frac{\rho \cdot g_{\text{факт}}^2}{2} \cdot \xi, \quad (4.26)$$

где ξ – коэффициент местного сопротивления решетки.

$$\Delta P_{\text{реш}} = \frac{1,2 \cdot 3,1^2}{2} \cdot 2 = 11,5 \text{ Па}$$

Для П1 выбрана решетка ЖМ-3 с потерями давления 11,5 Па. Для П2 выбрана решетка ЖМ-1 с потерями 1,8 Па.

Для системы П1 и П2 с помощью каталога фирмы [28] по мощности подобраны электрические калориферы СФО, представляющие собой каркас

прямоугольного сечения, внутри которого в качестве нагревательных элементов применены трубчатые электронагреватели ТЭНы диаметром 13 мм с накатным алюминиевым оребрением. Технические характеристики приведены в Приложении Р.

Подбор вентиляторов производится по давлению и расходу. Для систем П1, П2 и В1 установлены вентиляторы фирмы ВЕЗА [29]. Характеристики приведены в Приложении С. Для систем вытяжной вентиляции подобраны каналные вентиляторы фирмы Ruck [30].

Подбор клапанов инфильтрации воздуха (КИВ) и системы приточной вентиляции Blizzard А+ фирмы Свежий Воздух [31] осуществляется по расходу подаваемого воздуха. Характеристики и габаритные размеры оборудования приведены в Приложении Т.

4.5 Расчет и подбор воздушно-тепловой завесы

К расчету по изложенной методике в [33] принята воздушно-тепловая завеса смешивающего типа.

Расход воздуха, кг/ч, для завесы определяется по формуле:

$$G_3 = \frac{5100 \cdot k_2 \cdot \mu_{ex} \cdot F_{ex} \cdot (t_{cm} - t_n) \cdot \sqrt{\Delta p \cdot \rho_n}}{(t_3 - t_{cm})}, \quad (4.23)$$

где k_2 – коэффициент, зависящий от числа проходящих людей, места забора воздуха и типа вестибюля, определяется по [33, табл.7.5];

μ_{ex} – коэффициент, зависящий от конструкции входа, определяется по [33, табл. 7.6];

F_{ex} – площадь створки входной двери, м².

t_{cm} – температура воздушной смеси, принимается 12°С;

t_3 – температура воздуха, подаваемого из завесы, принимается 50°С;

Δp – разность воздушного давления с внутренней и наружной стороны входной двери, Па, определяется по формуле:

$$\Delta p = 9,8 \cdot h_{расч} \cdot (\rho_n - \rho_в), \quad (4.24)$$

где $h_{расч}$ – расчетная высота, м, определяется в зависимости от количества этажей по формуле:

$$h_{расч} = 0,5 \cdot (h_{лк} + 2 \cdot h_{ств} - h_{дв}), \quad (4.25)$$

где $h_{лк}$ и $h_{дв}$ – высоты лестничной клетки и створки входной двери, м.

Тепловая мощность воздушно-тепловой завесы определяется по формуле:

$$Q = 0,28 \cdot G_з \cdot (t_з - t_{нач}), \quad (4.26)$$

где $t_{нач}$ – температура воздуха, забираемая для завесы, °C .

$$h_{расч} = 0,5 \cdot (6,56 + 2 \cdot 3,36 - 2,5) = 5,39 \text{ м}$$

$$\Delta p = 9,8 \cdot 5,39 \cdot (1,453 - 1,221) = 12,2 \text{ Па}$$

$$G_з = \frac{5100 \cdot 0,07 \cdot 0,65 \cdot 1,73 \cdot (12 - (-30)) \cdot \sqrt{12,2 \cdot 1,453}}{(50 - 12)} = 1868 \text{ кг/ч}$$

$$Q = 0,28 \cdot 1868 \cdot (50 - 16) = 17783 \text{ Вт}$$

По расходу воздуха и мощности по [34] подобрана электрическая воздушно-тепловая завеса Тепломаш КЭВ-18П3041Е. Характеристики завесы приведены в Приложении У.

5 КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ

Целью автоматизации в целом является использование технических и программных средств, с помощью которых человек освобождается от участия в различных процессах, т.е. сокращение персонала, оптимизация работы оборудования, повышение безопасности и надежности системы, точный контроль параметров.

Основные плюсы автоматизированного теплового пункта:

- улучшение качества отопления зданий;
- высокий уровень теплового комфорта;
- надежность теплоснабжения при уменьшении численности обслуживающего персонала;
- снижение потребляемой электрической энергии благодаря оптимальной работе оборудования, автоматического включения насосов при снижении температуры;

Котельная предназначена для обеспечения теплом систем отопления и горячего водоснабжения служебного корпуса. В данной котельной устанавливаются электроотопительные котлы ЭПО 240 класса «Профессионал» - 4 комплекта (2 - рабочих, 2 - резервных), мощностью 240 кВт каждый, в комплекте с пультом управления. Смонтировано три контура:

1 – котловой – предназначен для передачи тепловой энергии от электрокотлов к теплообменникам;

2 – отопления – предназначен для передачи тепловой энергии от теплообменников к радиаторам системы отопления, установленным в кабинетах служебного корпуса с 1 по 5 этаж;

3 – горячего водоснабжения (ГВС) – предназначен для передачи тепловой энергии от теплообменников к потребителям (снабжение горячей водой сан.узлов и душевых монтажного блока и служебного корпуса).

В каждом контуре установлено по два циркуляционных насоса (основной/резервный). В качестве отопительных приборов в кабинетах приняты алюминиевые радиаторы Royal termo optimal 500.

Регулирование отпуска тепловой энергии выполняется с помощью электронного регулятора температуры ECL Comfort 310 фирмы «Danfoss».

Температура теплоносителя автоматически регулируется относительно температуры наружного воздуха в соответствии с заданной характеристикой, запрограммированной в контроллере. Датчик наружного воздуха установлен с внешней стороны стены служебного корпуса в районе ворот трансформаторной эстакады на уровне второго этажа.

Для регулирования давления в трубопроводах подпитки системы отопления в автоматическом режиме, применяется прессостат (электромеханическое реле давления), управляющий соленоидным клапаном.

Управление насосами системы отопления и насосами ГВС осуществляется со шкафов управления насосами типа Control PUG CS в переменном режиме автоматически. Насосы (основной и резервный) работают по очереди. Переключение происходит в зависимости от программирования реле времени шкафов управления.

Если работающий насос отключается вследствие неисправности, включается другой насос, при этом срабатывает сигнализация на БЦС (блок центральной сигнализации) Сириус в котельной.

В состав системы отопления здания служебного корпуса входит:

автономная электрическая тепловая завеса КЭВ-18П3041Е – 1 шт. (для исключения попадания холодного воздуха в холл здания ГЭС);

- электрокотел ЭПО-240 – 4 шт.
- шкаф управления электрокотлом ЭПО-240 – 4 шт.
- шкаф питания котельной КСК – 1 шт.
- пластинчатый теплообменник контура отопления НН№045 – 2 шт.
- пластинчатый теплообменник контура ГВС – 2 шт.
- насос циркуляционный котлового контура Grundfos – 2 шт.

- шкаф управления циркуляционными насосами котлового контура – 1 шт.
- насос циркуляционный контура Grundfos LS800-600-683B – 2 шт.
- шкаф управления циркуляционными насосами контура отопления – 1 шт.
- насос циркуляционный контура ГВС Grundfos – 2 шт.
- шкаф управления циркуляционными насосами контура ГВС – 1 шт.
- расширительный бак V=140л – 2 шт.
- расширительный бак V=200л – 1 шт.
- грязевик – 1 шт.
- система гидромагнитного преобразования воды ГМС-32 – 1 шт.
- клапан предохранительный – 4 шт.
- трубопроводы системы отопления с запорной и регулирующей арматурой,
- алюминиевые радиаторы Royal Termo Optimal 500.
- трубопроводы системы ГВС с запорной и регулирующей арматурой.
- контрольно-измерительные приборы (термометры, манометры); устанавливаемые на входе и выходе из ИТП; после каждого сопротивления;
- регулирующая арматура: двухходовой клапан с электрическим приводом; регулятор перепада давления;

По показаниям приборов осуществляется:

- настройка при первичном вводе в эксплуатацию системы автоматики и настройки регулирующих клапанов;
- контроль температуры теплоносителя на подающем и обратном трубопроводах тепловой сети;
- снятие показаний давления в контурах (системы отопления и котловом)

Места установки средств автоматики указаны на принципиальной схеме теплового пункта (Рисунок 4).

6 ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ

Монтаж внутренних систем выполняют в соответствии с требованиями СП [34], стандартов и инструкций заводов-изготовителей оборудования. До начала монтажа внутренних систем должны быть выполнены следующие работы:

- проложен ввод водоснабжения в здание;
- выполнена подготовка под полы;
- устроены опоры под трубопроводы, прокладываемые в подпольных каналах;
- установлены закладные детали в строительных конструкциях;
- пробиты и подготовлены отверстия в стенах, перегородках, перекрытиях и покрытиях, необходимые для прокладки трубопроводов;
- оштукатурены или облицованы стены и ниши в местах установки санитарных приборов и прокладки трубопроводов.

Последовательность проведения работ по монтажу систем отопления:

1. Разметка мест установки креплений с учетом проектных уклонов.
2. Установка креплений (кронштейнов или подвесок с хомутами) со сверлением отверстий и заделкой цементным раствором;
3. Прокладка трубопроводов из стальных водогазопроводных труб:
 - трассу прокладки магистрали необходимо выбирать таким образом, чтобы исключались любые механические воздействия на изделия;
 - если возникает необходимость в прокладке труб непосредственно через строительные конструкции, то их необходимо укладывать в специальные металлические футляры или гильзы
 - при прокладке труб в стяжке или бетоне резьбовые соединения не рекомендуется замоноличивать.
4. Крепление трубопроводов.
 - зафиксировать трубы, проложенные вдоль стены можно специальными креплениями с клипсами. Крепления устанавливать: во всех

местах угловых соединений, на прямолинейных участках через 1,5 – 2,0 метра.

При установке радиатора рекомендуется придерживаться следующих параметров, согласно [16]:

- расстояние от пола до нижнего края радиатора от 10 см;
- расстояние от подоконника (ниши) до верхнего края радиатора радиатора от 10 см;
- расстояние от стены до задней стороны радиатора от 3 см.

При установке обязательно соблюдение следующих условий:

- установка запорно-регулирующей арматуры на подающем и обратном трубопроводе
- использование оригинальных комплектующих ROYAL THERMO
- установка на каждом радиаторе воздухоотводчика – отклонение подводящих труб не должно превышать 2 мм

При установке радиаторов длиной более 14 секции необходимо использовать 3 и более кронштейнов. В противном случае возможно провисание радиатора, его деформация и последующий выход из строя. Перед подключением радиатора к системе необходимо убедиться в том, что воздухоотводчик закрыт. Запорно-регулирующие вентили можно открывать только после осуществления полного монтажа.

По окончанию монтажных работ производится испытания трубопроводов отопления. Перед вводом в работу оборудование, трубопроводы, арматура должны быть отремонтированы, промыты и опрессованы, сопротивление изоляции силовых кабелей должно быть в норме, пускатели и коммутационная аппаратура должна находиться в исправном состоянии. Перед вводом в работу электродвигателя необходимо убедиться в наличии воды в системе (по показаниям манометров на каждом контуре).

Для установления циркуляции воды в контурах необходимо включить циркуляционные насосы.

- включить насосы котлового контура
- проверить давление, создаваемое одним из насосов в котловом контуре по манометру (рабочее давление 2,5 атм.);
- включить электронасосы контура отопления
- проверить давление, создаваемое одним из насосов в контуре отопления по манометру (рабочее давление 2,5 атм. - в подающем и 1,5 атм. – в обратном трубопроводе);
- включить электронасосы контура ГВС;
- проверить давление, создаваемое одним из насосов в контуре ГВС по манометру (рабочее давление 6-7 атм.).

Производится испытание до начала отделочных работ. Через обратную магистраль систему заполняют, подключив ее к водопроводу. Как только система заполнится закрывают все воздухоотборники и включают ручной или приводной гидравлический пресс, которым создают требуемое давление. Падение давления во время испытания не должно превышать 0,02 МПа в течение 5 мин. Обнаруженные мелкие неисправности отмечают мелом, после чего исправляют.

Тепловое испытание систем отопления при положительной температуре наружного воздуха должно производиться при температуре воды в подающих магистралях систем не менее 60 °С. При этом все отопительные приборы должны прогреваться равномерно.

В отопительный сезон система отопления должна регулярно проверяться персоналом организации выполняющий работы по ТО вспомогательного оборудования. В его обязанности входит - ежедневно осматривать систему отопления, проверять работу отопительных приборов и трубопроводов, производить выпуск воздуха из системы отопления, исправлять мелкие дефекты, не требующие отключения оборудования;

Определение состава и объема работ

Подсчет объемов строительных и монтажных работ производится по чертежам, при этом учитываются единицы измерения принятые в [36-39].

Трудоемкость определяется:

$$T_{P} = \frac{H_{BP} \cdot V}{8,2}, \quad (6.1)$$

где H_{BP} – норма времени на единицу объема работ, чел.-час, определенная по [36];

V – физический объем работ;

8,2 – продолжительность смены, час.

Таблица 8 - Ведомость объемов работ

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
1	2	3	4	5
1	Разметка мест прокладки трубопроводов	100 м	5,56	
2	Сверление и пробивка отверстий в стенах и перегородок	100 отв.	0,26	
3	Комплектование и подноска материалов и изделий	1 т	1,9	
4	Прокладка стальных трубопроводов:	1 м		
	32		73,2	
	25		107,9	
	20		112,2	
	15		86,3	
5	Установка радиаторов	1 шт.	106	2 крепежа на 1, 3 крепежа - при количестве секций 14 и более
6	Установка воздухоотводчиков	1 шт.	106	
7	Установка регуляторов давления	1 шт.	38	
8	Установка кранов	1 шт.	101	
9	Монтаж насосов	1 шт.	2	
11	Изоляция трубопроводов	1 м ²	43,5	
12	Сварка трубопроводов	1 шт.		на 1 стык
	вертикальная неповоротная		494	
	горизонтальная неповоротная		214	
13	Испытание трубопроводов	100м	5,56	

Необходимо также предусмотреть затраты труда на основе накладных расходов и затраты на подготовительные работы в размере 4% и 10% соответственно.

Результаты данного расчета сведены в таблицу Ф.1 Приложения Ф.

7 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Целью выполнения данного раздела проекта - разработка технических и организационных решений, направленных на уменьшение отрицательного воздействия на окружающую среду и работников при монтаже системы отопления.

В период реконструкции объекта выбросы загрязняющих веществ в атмосферу происходят при проведении:

- сварочных работ;
- нанесении лакокрасочных материалов на поверхность окрашиваемых изделий.

Для снижения возможного негативного воздействия на прилегающую территорию в период эксплуатации предусмотрено:

- сбор отходов в металлических контейнерах, установленных на специальной огороженной площадке с твердым покрытием, откуда отходы по мере накопления передаются на переработку предприятиям соответствующего профиля и размещение (захоронение) на специализированных объектах.

В Таблице 9 приведена характеристика производственно-технологического процесса - монтаж системы отопления, согласно [40] перечислены технологические операции, должности работников, используемое производственно-техническое оборудование, применяемые расходные вещества и материалы, комплектующие и производимые изделия.

Таблица 9 - Технологический паспорт технического объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция	Наименование должности работника, выполняющего процесс	Оборудование, приспособление	Материалы, вещества
1	2	3	4	5	6
1	Монтаж системы	Прокладка трубопроводов,	Монтажник санитарно-	Кронштейн, ножницы для	Радиаторы, трубопроводы,

продолжение таблицы 9

1	2	3	4	5	6
	отопле- ния	соединение трубопроводов, установка и крепление радиаторов и трубопроводов	технических систем и оборудования	резки труб, шлифовальная машина, паяльник для пластиковых труб, уровень	муфтовая арматура, крепления, фасонные и соединительные части к трубопроводам.

Таблица 10 – Идентификация профессиональных рисков.

№ п/п	Технологи- ческий процесс	Опасный и вредный производственный фактор	Источник опасного и вредного производственного фактора
1	Монтаж системы отопления	Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте; производство работ вблизи объектов, находящихся под высоким напряжением; повышенная яркость света; недостаточная освещенность рабочей зоны; острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок инструментов и оборудования	Перфоратор, угловая шлиф.машина, сварочный аппарат, повышенная температура поверхности трубопровода при резке и сварке, вспышка света от сварочного аппарата, выполнения работ инструментом, сверление стен перфоратором

Таблица 11 – Методы и технические средства устранения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Опасный и вредный производственный фактор	Методы и технические средства защиты, частичного снижения или полного устранения опасного и вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	2	3	4
2	Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	Использование переносных малогабаритных воздухоприёмников, обеспечение спецодеждой и средствами индивидуальной защиты	Респиратор; костюм из смешанных тканей для защиты от общих производственных

1	2	3	4
3	Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов	Спецодежда и средства индивидуальной защиты	загрязнений и механических воздействий; рукавицы комбинированные; перчатки с полимерным покрытием; ботинки кожаные с жестким подноском
4	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования		
5	Повышенный уровень шума на рабочем месте	Разработка шумобезопасной техники, применение средств и методов коллективной защиты, применение средств индивидуальной защиты	Противошумные наушники; защитные очки; каска строительная
6	Повышенная яркость света	Спецодежда и средства индивидуальной защиты	
9	Недостаточная освещенность рабочей зоны	Дополнительное освещение	

Согласно [41] проведена идентификация возникающих профессиональных рисков по осуществляемому производственно-технологическому процессу, выполняемым технологическим операциям, видам производимых основных и вспомогательных работ (Таблица 10)

В Таблице 11 разработаны организационно-технические мероприятия, включающие используемые в выпускной квалификационной работе технические устройства снижения профессиональных рисков. Согласно [42] подобраны конкретные, технически обоснованные средства индивидуальной защиты для работников, осуществляющих производственно-технологический процесс.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, цель проектирования, а именно, реконструкция систем отопления и вентиляции служебного корпуса здания ГЭС с обеспечением минимального энергопотребления была достигнута. При этом решен ряд задач:

- обеспечение тепловой защиты здания. Определение точного значения приведенного сопротивления теплопередаче с учетом коэффициента однородности конструкции наружной стены, подбор утеплителя;
- проектирование систем отопления и подбор соответствующего оборудования;
- проектирование систем вентиляции и подбор соответствующего оборудования;
- организация монтажных работ системы отопления;
- автоматизация индивидуального теплового пункта;
- безопасность и экологичность технического объекта при монтаже системы отопления.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 131.13330.2012. Свод правил. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* [Электронный ресурс]. – Введ. 2013.- 01. - 01. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200095546>
2. СП 50.13330.2012. Свод правил. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 [Электронный ресурс]. - Введ. 2013.- 07.- 01.- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200095525>
3. СП 44.13330.2011. Свод правил. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.09.04-87 [Электронный ресурс]. - Введ. 2011.- 05.- 20.- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200084087>
4. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях [Электронный ресурс]. - Введ. 2013.- 01.- 01.- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200095053>
5. СП 23-101-2004. Свод правил. Проектирование тепловой защиты зданий. [Электронный ресурс]. - Введ. 2004.- 06.- 01.- Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/data1/43/43635/>
6. СТО 17532043-001-2005. Нормы теплотехнического проектирования ограждающих конструкций и оценки энергоэффективности зданий. [Электронный ресурс]. - Введ. 2006- 01- 01. Режим доступа: <http://teplant.ru/upload/tmpFiles/standarts/snip/7.pdf>
7. СТО 00044807-001-2006. Теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий. [Электронный ресурс]. - Введ. 2006- 03- 01. Режим доступа: <http://promaliance.ru/pdf/docs/СТО.pdf>
8. Алёшина, М.А. К определению коэффициента теплотехнической однородности наружных стен / М.А. Алёшина // Междисциплинарные исследования: современное состояние и перспективы развития : сборник

- статей IV Международной студенческой научно - практической конференции. – Екатеринбург: Издательство «ИМПРУВ», 2016. – 80 с.
9. Компания Mirokon. Технический каталог стеклопакетов. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.mirokon.by/r-table.html>
 10. Тепловой режим зданий : учеб. пособие для вузов / А. И. Еремкин, Т. И. Королева. - Москва : Изд-во АСВ, 2003. - 367, [1] с. : ил. - Библиогр.: с. 361-363.
 11. СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* [Электронный ресурс]. – Введ. 2011.- 05- 20. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200084848>
 12. Компания BROEN. Балансировочные клапаны BALLOREX. Технические характеристики. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.broen.ru/media/Katalog_Ballotherm%202010.pdf
 13. ГОСТ 3262-75. Трубы стальные водогазопроводные. Технические условия : Изд. (июнь 2001 г.) с изм. № 1, 2, 3, 4, 5, 6. - Взамен ГОСТ 3262-62. - Изд. офиц. ; введ. 01.01.77. - Москва : Изд-во стандартов, 2001. - 7 с. - (Межгосударственный стандарт. Группа В62). - 355-91.
 14. Сканави А. Н. Отопление : учеб. для вузов / А. Н. Сканави, Л. В. Махов. - Москва : Изд-во АСВ, 2002. - 576 с.
 15. Справочник проектировщика : Внутренние санитарно-технические устройства. В 2 ч. Ч. 1. Отопление, водопровод, канализация / под ред. И. Г. Старовойта. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - Москва : Стройиздат, 1976. - 429 с.
 16. Компания Royal Thermo. Технический каталог по радиаторам Royal Thermo. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.sanartver.ru/upload/iblock/3aa/tekhnicheskij-katalog-radiator-royal-thermo-_chernyy_-a4_-2015_web.pdf
 17. Компания Grundfos. Найти продукт и решение. Подбор насосного оборудования. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://ru.grundfos.com/>

18. Компания ЭВАН. Технический каталог по радиаторам электрическим котлам. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.evan.ru/product/116/>
19. Компания Тепло Профи. Расчетная программа подбора теплообменников пластинчатого типа. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.teploprofi.com/programmy-dlya-rascheta-terploobmennikov/>
20. СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 [Электронный ресурс]. - Введ. 2012.- 01.- 01.- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200095527>
21. СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-1995. [Электронный ресурс]. - Введ. 2011.- 05.- 20.- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200084092>
22. Пособие 2.91 к СНиП 2.04.05-91. Расчет поступления теплоты солнечной радиации в помещения. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.vashdom.ru/snip/p2_91-20405-91/
23. СанПиН 2.2.4.3359-16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах. [Электронный ресурс]. – Введ. 2016.- 06. - 21. - Режим доступа: <http://base.garant.ru/71462000/>
24. Серия 5.904-1. Детали креплений воздухопроводов. Выпуск 1. Рабочие чертежи. Часть 1. [Электронный ресурс]. – Введ. 1980.- 05.- 05. Режим доступа: <https://dwg.ru/dnl/9453>
25. Серия 5.904-46. Воздухораспределители прямоточные регулируемые типа ВР. Выпуск 0. Указания по выбору и расчету. [Электронный ресурс]. – Введ. 1988.- 08.- 01. Режим доступа: <http://meganorm.ru/Index2/1/4293843/4293843299.htm>
26. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч. 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха :

- (внутренние санитарно-технические устройства) / под общ. ред. И. Г. Староверова ; [авт.-сост. В. Н. Талиев и др.]. - Москва : Стройиздат, 1969. - 536 с.
27. Компания ВентСнаб. Каталог воздухозаборных решеток типа ЖМ. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://vensnab.ru/e_mag/view_good/2776
 28. Компания ЗАО Т.С.Т.. Каталог электрокалориферов СФО. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://zaotst.ru/elektronagrevateli.html>
 29. Компания ВЕЗА. Каталог общепромышленных вентиляторов. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.veza.ru/catalog/ventilyatory-obshche-promyshlennogo-naznacheniya/>
 30. Компания Ruck Ventilatoren. Канальные вентиляторы. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://ruck.nt-rt.ru/>
 31. Компания Свежий Воздух. Каталог приточной вентиляции. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://air-fresh.biz/category/oborudovanie/>
 32. Компания ROCKWOOL. Прайс-лист и характеристики теплоизоляции фасадов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.rockwool.ru/products/facades/plaster_facades/
 33. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч. 1.. Вентиляция и кондиционирование воздуха : (внутренние санитарно-технические устройства) / под общ. ред. И. Г. Староверова ; [авт.-сост. В. Н. Талиев и др.]. - Москва : Стройиздат, 1969. - 536 с. : ил.
 34. Компания Теплоторг. Каталог тепловых завес. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://teplomash.com.ru/teplomash-kev-18p3041e/>
 35. СП 73.13330.2012. Внутренние санитарно-технические системы зданий. Актуализированная редакция СНиП 3.05.01-85 [Электронный ресурс]. –

- Введ. 2013.- 01. - 01. - Режим доступа:
<http://docs.cntd.ru/document/1200091051>
36. ЕНиР Сборник Е9. - Сооружение систем теплоснабжения, водоснабжения, газоснабжения и канализации. Выпуск 1. Санитарно-техническое оборудование здания и сооружений [Электронный ресурс].
- Введ. 1986.-12.-05.- Режим доступа:
<http://docs.cntd.ru/document/1200000670>
37. ГЭСН 16-05-001. - Установка вентилей, задвижек, затворов. Клапанов обратных, кранов проходных на трубопроводах из стальных труб [Электронный ресурс]. Введ. 1970.- 01 - 01. - Режим доступа:
<http://docs.cntd.ru/document/1200006025>
38. ЕНиР Е11. - Изоляционные работы [Электронный ресурс]. Введ. 1986.- 05. - 12. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200007563>
39. ЕНиР Е34. - Монтаж компрессоров, насосов и вентиляторов [Электронный ресурс]. Введ. 1986.- 05. - 12. - Режим доступа:
<http://docs.cntd.ru/document/1200000613>
40. Общероссийский классификатор профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов. [Электронный ресурс]. - Введ. 1996-01-01. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901700219>
41. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. [Электронный ресурс]. - Введ. 1976-01-01. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/5200224>
42. ГОСТ 12.3.003-86. Межгосударственный стандарт. ССБТ. Работы электросварочные. Требования безопасности. [Электронный ресурс]. - Введ. 1988-01-01. Режим доступа:
<http://docs.cntd.ru/document/1200006408>

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Экспликация помещений

Таблица А.1 - Экспликация помещений

Номер помещения	Наименование	Площадь, м ²	Номер помещения	Наименование	Площадь, м ²
1	2	3	4	5	6
1 этаж					
101	Кладовая	7,00	116	Шахта грузового лифта	15,23
102	Лестница №1	33,90	117	Кладовая	8,40
103	Бюро пропусков	16,20	118	Техническое помещение	56,90
104	Проходная	18,60	119	Котельная	58,10
105	Вахтёр	3,40	120	Комната отдыха	27,50
106	Тамбур	5,60	121	Архив	8,20
107	Тамбур/вестибюль	109,0	122	Тамбур	8,20
108	Отдел кадров	18,30	123	Тамбур	3,90
109	Архив	10,53	124	Библиотека тех. Службы	30,60
110	Светокопировальная тех. службы	14,73	125	Туалет	8,10
111	Умывальная	12,76	126	Тамбур	6,36
112	Душевая	16,15	127	Коридор	19,50
113	Гардеробная	76,73	128	Инспектор ПЧ-23	14,40
114	Вентиляционная	45,36	129	Мужской туалет	5,03
115	Лестница №2	29,2	130	Женский туалет	4,66
2 этаж					
201	Лестница №1	42,15	213	Женский туалет	5,51
202	Кабинет группы договорной работы	41,46	214	Комната отдыха	14,90
203	Второй свет вестибюля	94,65	215	Кабинет Генерального директора	60,45
204	Коридор	13,53	216	Приемная	44,50
205	Тамбур	5,74	217	Кабинет Главного инженера	44,90
206	Архив	12,30	218	Кабинет Главного эксперта	21,10
207	Тамбур	6,42	219	Коридор	102,90

продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
208	Комната отдыха	17,63	220	Холл	22,45
209	Кабинет зам. Генерального директора	41,90	221	Комната приема гостей	34,10
210	Туалет	4,00	222	Кладовая	9,25
211	Тамбур	3,10	223	Шахта грузового лифта	15,60
212	Мужской туалет	2,74	224	Лестница №2	29,20
3 этаж					
301	Лестница №1	42,15	312	Архив бухгалтерии	5,45
302	Кабинет заместителя главного инженера по тех. части	28,00	313	Туалет	3,07
303	Комната приёма пищи	12,86	314	Кабинет начальника отдела ПСРТ	9,35
304	Коридор	116,90	315	Кабинет отдела подготовки и сопровождения ремонтв ОПСРТ	44,50
305	Кабинет тех. службы	51,40	316	Комната приема пищи	10,15
306	Кабинет главного бухгалтера	24,60	317	Кабинет группы подг. персонала	78,65
307	Комната приема пищи	12,40	318	Кабинет группы корпоративной работы	21,10
308	Касса	5,24	319	Холл	22,45
309	Бухгалтерия	85,90	320	Кабинет специалиста ОПСРТ	15,95
310	Гардеробная бухгалтерии	5,18	321	Кабинет	17,35
311	Туалет	3,32	322	Кладовая	26,15
			323	Лестница №2	29,20
4 этаж					
401	Лестница №1	42,15	414	АТС	12,63
402	Кабинет начальника АСДТУ	28,00	415	Мужской туалет	3,10
403	Кабинет заместителя начальника АСДТУ	12,86	416	Женский туалет	3,30
404	Коридор	117,00	417	Тамбур	5,70
405	АСУ-п (Автоматизир. сист. управления проц.)	47,70	418	Кабинет группы АТС	31,00

продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
406	Кладовая МС	12,60	419	АСУ ТП (Автоматизированная система управления технологическим процессом)	44,43
407	Кладовая АСУ-п	8,40	420	Комната дежурного персонала	22,30
408	Кабинет	6,60	421	Гардеробная для всех видов одежды	90,12
409	Монтёрская	36,40	422	Комната приема пищи	7,67
410	Бытовое помещение	6,80	423	Холл	14,08
411	Тамбур	11,50	424	Класс технической учебы персонала	34,08
412	Кабинет руководителя группы МС	14,00	425	Архив ГЭС	26,16
413	Кладовая АСУ-ТП	5,14	426	Лестница №2	29,20
5 этаж					
501	Лестница №1	42,15	516	Кабинет группы ПТС турбинного и гидромеханического оборудования	44,66
502	Кабинет оперативной и эксплуатационной службы	26,52	517	Архив	5,92
503	Кабинет инженера ОС	14,32	518	Кабинет руководителя группы ТиГМО	13,53
504	Коридор	117,00	519	Кладовая	7,23
505	Архив ГЭТО	10,90	520	Кабинет группы ПТС ГТСиПЗ	62,30
506	Каб. начальника ОС	15,70	521	Бытовка	6,41
507	Кабинет службы надежности и техники безопасности	49,80	522	Кабинет руководителя группы	14,70
508	Кабинет группы ПТС электротех. оборудования	44,13	523	Холл	20,80

продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
509	Бытовка	6,17	524	Кабинет специалиста спец. части	19,30
510	Кабинет группы ПТС систем технол. оборудования	38,34	525	Кабинет инспектора РП «Волгаэнерготехнадзора»	15,60
511	Мужской туалет	3,11	526	Кабинет группы эксплуатации зданий	26,16
512	Женский туалет	3,70	527	Лестница №2	29,20
513	Бытовка	6,16	528	Кабинет руководителя группы ПТМ ГЭТО	33,50
514	Кабинет начальника ЭТЛ	16,20	529	Актный зал	112,00
515	Кабинет инженера группы ТиГМО	13,90	530	Светокопировальная	50,00
			531	Вентиляционная	380,60

Приложение Б

Расчет теплопотерь

Таблица Б.1-Теплопотери через ограждающие конструкции

№ помещения	Наименование помещения	Ограждающие конструкции							Основные теплопотери через ограждения, Q, Вт	Добавочные теплопотери β		Коэффициент (1+β)	Теплопотери, Вт		
		Наим.	Ориентация	Размеры, м		Площадь, F, м ²	Коэф. теплопередачи, k, $\frac{Вт}{м^2 \cdot °C}$	Δt, °C		На ориентацию	Прочие		С учетом добавочных, Q·(1+β), Вт	На инфильтрацию Q _{инф} , Вт	Расчетные, Q, Вт
				a	h										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
103	Бюро пропусков, t _в =16°C	Нс	Ю	2,79	3,36	7,5	0,283	46	93			1	93		349
		О	Ю	1,65	1,16	1,9	1,818	46	153			1	153	103	
104	Проходная, t _в =14°C	Нс1	Ю	3,17	3,36	10,6	0,283	44	132			1	132		225
		Нс2	В	2,02	3,36	6,8	0,283	44	84	0,1		1,1	93		
106	Тамбур, t _в =14°C	Нс1	Ю	1,70	3,36	5,7	0,283	44	71		0,05	1,05	75		545
		Нс2	В	4,55	3,36	13,4	0,283	44	166	0,1	0,05	1,15	191		
		О	В	1,65	1,16	1,9	1,818	44	153	0,1	0,05	1,15	176	103	
107, 203	Тамбур/ вестибюль, t _в =16	Нс1	В	9,00	7,11	50,0	0,283	46	623	0,1	0,05	1,15	716		3360
		Нс2	Ю	2,46	7,11	17,5	0,283	46	218		0,05	1,05	229		
		Нс3	С	2,46	7,11	17,5	0,283	46	218	0,1	0,05	1,15	250		
		О1	В	1,65	3,02	5,0	1,818	46	399	0,1	0,05	1,15	458	252	
		О2	В	1,65	3,02	5,0	1,818	46	399	0,1	0,05	1,15	458	252	
		Нд	В	1,65	2,42	4,0	1,483	46	261	0,1	0,05	1,15	300	178	
		Пт		9,00	2,46	22,1	0,273	46	266			1	266		

продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
117	Кладовая, $t_b=16^{\circ}\text{C}$	Нс1	В	2,57	3,36	8,6	0,283	46	107	0,1	0,05	1,15	123		410
		Нс2	С	5,95	3,36	20,0	0,283	46	249	0,1	0,05	1,15	286		
118	Техническое помещение, $t_b=16^{\circ}\text{C}$	Нс	С	5,59	3,36	18,8	0,283	46	244	0,1		1,1	269		269
2 этаж															
202	Группа договорной работы, $t_b=18^{\circ}\text{C}$	Нс1	Ю	5,95	3,75	19,4	0,297	48	277		0,05	1,05	291		1626
		Нс2	В	8,92	3,75	30,5	0,297	48	436	0,1	0,05	1,15	501		
		О1	Ю	1,65	1,76	2,9	1,818	48	253		0,05	1,05	266	138	
		О2	В	1,65	1,76	2,9	1,818	48	253	0,1	0,05	1,15	291	138	
206	Архив спецчасти, $t_b=18^{\circ}\text{C}$	Нс	В	2,56	3,75	9,6	0,297	48	137	0,1		1,1	151		151
208	Комната отдыха, $t_b=22^{\circ}\text{C}$	Нс	В	3,44	3,75	10,0	0,297	52	143	0,1		1,1	157		436
		О	В	1,65	1,76	2,9	1,818	52	253	0,1		1,1	279	138	
209	Кабинет зам.Генераль- ного директора, $t_b=18^{\circ}\text{C}$	Нс	В	6,00	3,75	16,7	0,297	48	238	0,1		1,1	262	ф-ла 2.22	1096
		О	В	1,65	1,76	5,8	1,818	48	507	0,1		1,1	558		
214	Комната отдыха, $t_b=22^{\circ}\text{C}$	Нс	В	3,00	3,75	8,3	0,297	52	119	0,1		1,1	131		547
		О	В	1,65	1,76	2,9	1,818	52	253	0,1		1,1	279	138	
215	Кабинет Генерального директора, $t_b=18^{\circ}\text{C}$	Нс	В	9	3,75	25,0	0,297	48	357	0,1		1,1	393	ф-ла 2.22	1643
		О	В	1,65	1,76	8,7	1,818	48	760	0,1		1,1	836		
216	Приёмная, $t_b=18^{\circ}\text{C}$	Нс	В	6	3,75	16,7	0,297	48	238	0,1		1,1	262		1096
		О	В	1,65	1,76	5,8	1,818	48	507	0,1		1,1	558	276	

продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
217	Кабинет гл. инженера, $t_b=18^\circ\text{C}$	Нс	В	6	3,75	16,7	0,297	48	238	0,1		1,1	262	ф-ла 2.22	1096
		О	В	1,65	1,76	5,8	1,818	48	507	0,1		1,1	558		
218	Кабинет главного эксперта, $t_b=18^\circ\text{C}$	Нс	В	3	3,75	8,3	0,297	48	119	0,1		1,1	131	ф-ла 2.22	548
		О	В	1,65	1,76	2,9	1,818	48	253	0,1		1,1	279		
223	Шахта грузового лифта, $t_b=14^\circ\text{C}$	Нс	В	3,294	3,75	12,4	0,297	44	162	0,1		1,1	178		178
222	Кладовая, $t_b=16^\circ\text{C}$	Нс1	В	2,57	3,75	9,6	0,297	46	126	0,1	0,05	1,15	145		481
		Нс2	С	5,95	3,75	22,3	0,297	46	292	0,1	0,05	1,15	336		
221	Комната приема гостей, $t_b=18^\circ\text{C}$	Нс	С	5,59	3,75	15,2	0,297	48	216	0,1		1,1	238	276	1071
		О	С	1,65	1,76	5,8	1,818	48	507	0,1		1,1	558		
3 этаж															
302	Кабинет зам.главного инженера по тех.части, $t_b=18^\circ\text{C}$	Нс1	Ю	5,95	3,75	19,4	0,297	48	277		0,05	1,05	291	210	1390
		Нс2	В	6,16	3,75	20,2	0,297	48	288	0,1	0,05	1,15	332		
		О1	Ю	1,65	1,76	2,9	1,818	48	253		0,05	1,05	266		
		О2	В	1,65	1,76	2,9	1,818	48	253	0,1	0,05	1,15	291		
303	Комната приема пищи, $t_b=18^\circ\text{C}$	Нс	В	2,75	3,75	7,4	0,297	48	106	0,1		1,1	116	105	500
		О	В	1,65	1,76	2,9	1,818	48	253	0,1		1,1	279		
305	Кабинет технической службы, $t_b=18^\circ\text{C}$	Нс	В	5,98	3,75	16,6	0,297	48	237	0,1		1,1	261	210	1028
		О	В	1,65	1,76	5,8	1,818	48	507	0,1		1,1	558		
306	Кабинет главного бухгалтера, $t_b=18^\circ\text{C}$	Нс	В	3,02	3,75	8,4	0,297	48	120	0,1		1,1	132	ф-ла 2.22	516
		О	В	1,65	1,76	2,9	1,818	48	253	0,1		1,1	279		

продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
309	Бухгалтерия, t _в =18°C	Нс	В	15,00	3,75	41,7	0,297	48	596	0,1		1,1	655		2573
		О	В	1,65	1,76	14,5	1,818	48	1267	0,1		1,1	1394	524	
314	Кабинет нач.отдела ПСРТ, t _в =18°C	Нс	В	3,00	3,75	8,3	0,297	48	119	0,1		1,1	131	ф-ла 2.220	515
		О	В	1,65	1,76	2,9	1,818	48	253	0,1		1,1	279		
315	Кабинет отдела подготовки и сопровождения ремонтв, t _в =18°C	Нс	В	6,00	3,75	16,7	0,297	48	238	0,1		1,1	262		1029
		О	В	1,65	1,76	5,8	1,818	48	507	0,1		1,1	558	210	
317	Группа подготовки персонала, t _в =18°C	Нс	В	12,00	3,75	33,4	0,297	48	476	0,1		1,1	524		2059
		О	В	1,65	1,76	11,6	1,818	48	1014	0,1		1,1	1115	420	
318	Кабинет группы корпоративной работы, t _в =18°C	Нс	В	3,00	3,75	8,3	0,297	48	119	0,1		1,1	131		515
		О	В	1,65	1,76	2,9	1,818	48	253	0,1		1,1	279	105	
322	Кладовая, t _в =16°C	Нс1	В	5,86	3,75	19,1	0,297	46	250	0,1	0,05	1,15	287		722
		Нс2	С	5,95	3,75	22,3	0,297	46	292	0,1	0,05	1,15	336		
		О	В	1,65	1,76	2,9	1,818	46	232	0,1	0,05	1,15	267	99	
321	Кабинет, t _в =18°C	Нс	С	2,91	3,75	8,0	0,297	48	115	0,1		1,1	126		510
		О	С	1,65	1,76	2,9	1,818	48	253	0,1		1,1	279	105	
320	Кабинет специалиста ОПСРТ, t _в =18°C	Нс	С	2,88	3,75	7,9	0,297	48	113	0,1		1,1	124		508
		О	С	1,65	1,76	2,9	1,818	48	253	0,1		1,1	279	ф-ла 2.22	

продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
4 этаж															
402	Кабинет начальника АСДТУ, $t_b=18^\circ\text{C}$	Нс1	Ю	5,95	3,75	19,4	0,297	48	277		0,05	1,05	291	ф-ла 2.22	1310
		Нс2	В	6,15	3,75	20,2	0,297	48	288	0,1	0,05	1,15	331		
		О1	Ю	1,65	1,76	2,9	1,818	48	253		0,05	1,05	266		
		О2	В	1,65	1,76	2,9	1,818	48	253	0,1	0,05	1,15	291		
403	Кабинет заместителя начальника АСДТУ, $t_b=18^\circ\text{C}$	Нс	В	2,76	3,75	7,4	0,297	48	106	0,1		1,1	116	60	460
		О	В	1,65	1,76	2,9	1,818	48	253	0,1		1,1	279		
405	АСУ-П, $t_b=18^\circ\text{C}$	Нс	В	5,75	3,75	15,8	0,297	48	225	0,1		1,1	247	131	936
		О	В	1,65	1,76	5,8	1,818	48	507	0,1		1,1	558		
408	Кабинет, $t_b=18$	Нс	В	3,25	3,75	9,3	0,297	48	132	0,1		1,1	146	ф-ла 2.22	490
		О	В	1,65	1,76	2,9	1,818	48	253	0,1		1,1	279		
409	Монтерская, $t_b=16^\circ\text{C}$	Нс	В	6	3,75	19,6	0,297	46	268	0,1		1,1	295	65	627
		О	В	1,65	1,76	2,9	1,818	46	243	0,1		1,1	267		
412	Кабинет руководителя группы МС, $t_b=18^\circ\text{C}$	Нс	В	3,5	3,75	10,2	0,297	48	146	0,1		1,1	160	ф-ла 2.22	505
		О	В	1,65	1,76	2,9	1,818	48	253	0,1		1,1	279		
414	Кабинет АТС, $t_b=18^\circ\text{C}$	Нс	В	2,5	3,75	6,5	0,297	48	92	0,1		1,1	102	65	446
		О	В	1,65	1,76	2,9	1,818	48	253	0,1		1,1	279		
418	Кабинет группы АТС, $t_b=18^\circ\text{C}$	Нс	В	6,00	3,75	16,7	0,297	48	238	0,1		1,1	262	131	950
		О	В	1,65	1,76	5,8	1,818	48	507	0,1		1,1	558		
419	Кабинет АСУ ТП, $t_b=18^\circ\text{C}$	Нс	В	6,00	3,75	16,7	0,297	48	238	0,1		1,1	262	131	950
		О	В	1,65	1,76	5,8	1,818	48	507	0,1		1,1	558		

продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
420	Комната дежурного персонала, $t_b=18^{\circ}\text{C}$	Нс	В	3,06	3,75	8,6	0,297	48	122	0,1		1,1	135		479
		О	В	1,65	1,76	2,9	1,818	48	253	0,1		1,1	279	65	
421	Гардеробная для всех видов одежды, $t_b=18^{\circ}\text{C}$	Нс	В	11,94	3,75	33,2	0,297	48	483	0,1		1,1	531		1931
		О	В	1,65	1,76	11,6	1,818	48	1035	0,1		1,1	1138	262	
425	Архив ГЭС, $t_b=18^{\circ}\text{C}$	Нс1	В	5,86	3,75	19,1	0,297	48	272	0,1	0,05	1,15	313		1345
		Нс2	С	5,95	3,75	19,4	0,297	48	277	0,1	0,05	1,15	319		
		О1	В	1,65	1,76	2,9	1,818	48	253	0,1	0,05	1,15	291	65	
		О2	С	1,65	1,76	2,9	1,818	48	253	0,1	0,05	1,15	291	65	
424	Класс технической учебы персонала, $t_b=18^{\circ}\text{C}$	Нс	С	5,78	3,75	15,9	0,297	48	226	0,1		1,1	249		937
		О	С	1,65	1,76	5,8	1,818	48	507	0,1		1,1	558	131	
5 этаж															
502	Кабинет оперативной и эксплуатационной службы, $t_b=18^{\circ}\text{C}$	Нс1	Ю	5,95	3,69	19,1	0,297	48	272		0,05	1,05	286		1520
		Нс2	В	5,87	3,69	18,8	0,297	48	268	0,1	0,05	1,15	308		
		О1	Ю	1,65	1,76	2,9	1,818	48	253		0,05	1,05	266		
		О2	В	1,65	1,76	2,9	1,818	48	253	0,1	0,05	1,15	291		
		Пт		5,32	5,30	28,1	0,273	48	368			1	368		
503	Кабинет инженера ОС, $t_b=18^{\circ}\text{C}$	Нс	В	3,05	3,69	8,3	0,297	48	119	0,1		1,1	111	ф-ла 2.22	621
		О	В	1,65	1,76	2,9	1,818	48	253	0,1		1,1	259		
		Пт		5,32	3,05	16,2	0,273	48	212			1	192		

продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
506	Кабинет начальника ОС, $t_b=18^{\circ}\text{C}$	Нс	В	3,24	3,69	9,0	0,297	48	129	0,1		1,1	122	ф-ла 2.22	646
		О	В	1,65	1,76	2,9	1,818	48	253	0,1		1,1	259		
		Пт		5,32	3,24	17,2	0,273	48	225			1	205		
507	Кабинет службы надежности и техники безопасности, $t_b=18^{\circ}\text{C}$	Нс	В	5,77	3,69	15,5	0,297	48	221	0,1		1,1	243		1486
		О	В	1,65	1,76	5,8	1,818	48	507	0,1		1,1	558		
		Пт		5,77	9,09	52,4	0,273	48	685			1	685		
508	Кабинет группы ПТС электротех.обор., $t_b=18^{\circ}\text{C}$	Нс	В	6,00	3,69	16,4	0,297	48	233	0,1		1,1	257		1432
		О	В	1,65	1,76	5,8	1,818	48	507	0,1		1,1	558		
		Пт		6,00	7,86	47,2	0,273	48	617			1	617		
510	Кабинет группы ПТС систем тех.управления, $t_b=18^{\circ}\text{C}$	Нс	В	6,00	3,69	16,4	0,297	48	233	0,1		1,1	257		1338
		О	В	1,65	1,76	5,8	1,818	48	507	0,1		1,1	558		
		Пт		6,00	7,86	40,0	0,273	48	524			1	524		
514	Кабинет начальника ЭТЛ, $t_b=18^{\circ}\text{C}$	Нс	В	3,20	3,69	8,9	0,297	48	127	0,1		1,1	120	ф-ла 2.22	642
		О	В	1,65	1,76	2,9	1,818	48	253	0,1		1,1	259		
		Пт		3,20	5,32	17,0	0,273	48	223			1	213		
515	Кабинет инженера группы ТиГМО, $t_b=18^{\circ}\text{C}$	Нс	В	2,80	3,69	7,4	0,297	48	106	0,1		1,1	107	ф-ла 2.22	590
		О	В	1,65	1,76	2,9	1,818	48	253	0,1		1,1	259		
		Пт		2,80	5,32	14,9	0,273	48	195			1	175		
516	Кабинет группы ПТС ТиГМО, $t_b=18^{\circ}\text{C}$	Нс	В	6,00	3,69	16,4	0,297	48	233	0,1		1,1	257		1432
		О	В	1,65	1,76	5,8	1,818	48	507	0,1		1,1	558		
		Пт		6,00	7,86	47,2	0,273	48	617			1	617		

продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
518	Кабинет руководителя группы ТиГМО, $t_b=18^{\circ}\text{C}$	Нс	В	2,73	3,69	7,2	0,297	48	103	0,1		1,1	113	ф-ла 2.22	582
		О	В	1,65	1,76	2,9	1,818	48	253	0,1		1,1	259		
		Пт		2,73	5,32	14,5	0,273	48	190			1	170		
520	Кабинет группы ПТС ГТСиПЗ, $t_b=18^{\circ}\text{C}$	Нс	В	9,27	3,69	25,5	0,297	48	364	0,1		1,1	401		2081
		О	В	1,65	1,76	8,7	1,818	48	760	0,1		1,1	836		
		Пт		9,27	7,86	64,5	0,273	48	844			1	844		
522	Кабинет руководителя группы ГТСиПЗ, $t_b=18^{\circ}\text{C}$	Нс	В	3,00	3,69	8,2	0,297	48	117	0,1		1,1	118	ф-ла 2.22	616
		О	В	1,65	1,76	2,9	1,818	48	253	0,1		1,1	259		
		Пт		3,00	5,32	15,9	0,273	48	209			1	209		
526	Кабинет группы эксплуатации зданий и территорий, $t_b=18^{\circ}\text{C}$	Нс1	В	5,87	3,69	18,8	0,297	48	268	0,1	0,05	1,15	308		1567
		Нс2	С	5,95	3,69	19,1	0,297	48	272	0,1	0,05	1,15	313		
		О1	В	1,65	1,76	2,9	1,818	48	253	0,1	0,05	1,15	291		
		О2	С	1,65	1,76	2,9	1,818	48	253	0,1	0,05	1,15	291		
		Пт		5,23	5,32	27,8	0,273	48	364			1	364		
525	Кабинет инспектора "Волгаэнерготех надзора", $t_b=18^{\circ}\text{C}$	Нс	С	2,63	3,69	6,8	0,297	48	97	0,1		1,1	107	ф-ла 2.22	616
		О	С	1,65	1,76	2,9	1,818	48	253	0,1		1,1	259		
		Пт		6,96	2,63	17,6	0,273	48	230			1	210		
524	Кабинет специалиста спецчасти, $t_b=18^{\circ}\text{C}$	Нс	С	2,96	3,69	8,0	0,297	48	114	0,1		1,1	126	ф-ла 2.22	684
		О	С	1,65	1,76	2,9	1,818	48	253	0,1		1,1	259		
		Пт		6,96	2,96	21,4	0,273	48	280			1	250		

продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
102, 201 - 501	Лестница №1, $t_b=14^{\circ}\text{C}$	НС	Ю	5,59	18,30	93,8	0,297	44	1227			1	1227		2401
		О	Ю	1,21	1,76	2,1	1,818	44	170			1	170	94	
		О	Ю	1,21	1,76	2,1	0,273	44	26			1	26	73	
		О	Ю	1,21	1,76	2,1	0,297	44	28			1	28	48	
		О	Ю	1,21	1,76	2,1	1,818	44	170			1	170	10	
		ПТ		5,59	8,28	46,3	0,273	44	555			1	555		
115, 224, 323, 426, 527	Лестница №2, $t_b=14^{\circ}\text{C}$	НС	В	6,05	14,94	81,7	0,297	44	1069	0,1		1,1	1176		2890
		О	В	1,65	1,76	2,9	1,818	44	232	0,1		1,1	256	128	
		О	В	1,65	1,76	2,9	1,818	44	232	0,1		1,1	256	99	
		О	В	1,65	1,76	2,9	1,818	44	232	0,1		1,1	256	65	
		О	В	1,65	1,76	2,9	1,818	44	232	0,1		1,1	256	14	
		ПТ		6,05	5,32	32,2	0,273	44	386			1	386		

Приложение В

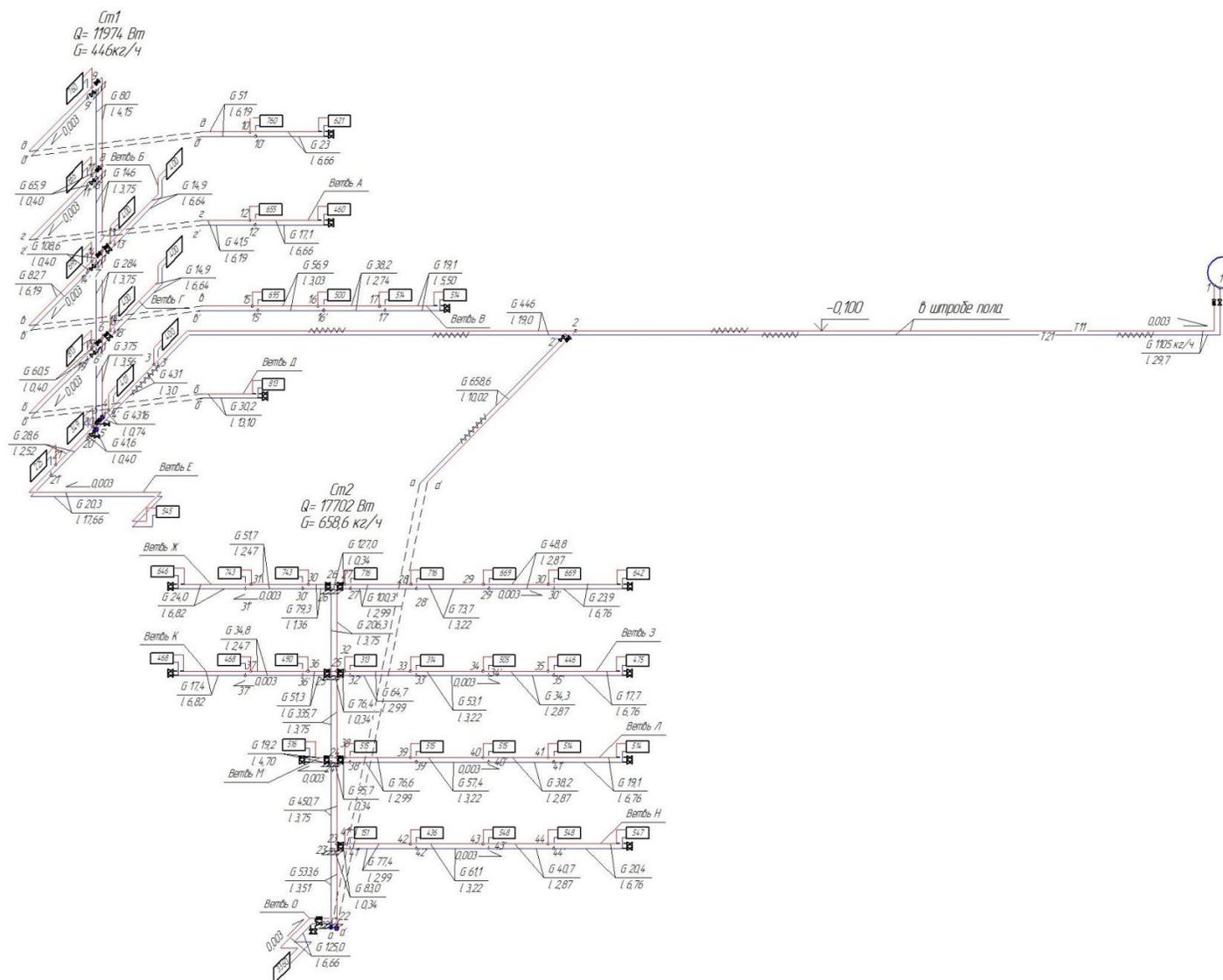


Рисунок В.1 - Расчетная схема СО1

Приложение Г

Гидравлический расчет СО1

Таблица Г.1-Гидравлический расчет основного циркуляционного кольца СО1

№	G _{уч} , кг/ч	I _{уч} , М	R _{ср} , Па/м	d,м м	R _ф , Па/м	R _ф ·l, Па	v, м/с	Σξ	z	R _ф ·l+z, Па	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Основное циркуляционное кольцо Ст1 ΔP _р =16357,6 Па											
1-2	1105	29,70	62,0	32	47,3	1404,81	0,310	11,4	535,8	1940,6	отвод=1; вентиль=10,4
2-3	446	19,00		25	34,3	651,70	0,218	2	47,4	699,1	тройник на проход=1; отвод=1
3-4	431	3,00		20	115,0	345,00	0,348	1	59,9	404,9	тройник на проход=1
4-5	416	0,74		15	500,0	370,00	0,604	1	176,0	546,0	тройник на проход=1
5-6	375	3,56		15	425,0	1513,00	0,545	2,5	365,0	1878,0	тройник на поворот=1,5;отвод=1
6-7	284	3,75		15	240,0	900,00	0,415	2	168,4	1068,4	крестовина на проход=2
7-8	146	3,75		15	70,0	262,50	0,217	2	47,4	309,9	крестовина на проход=2
8-9	80	4,15		15	23,0	95,45	0,116	2,5	17,6	113,1	тройник на проход=1; отвод=1,5
9-10	51	6,19		15	8,0	49,52	0,074	2,5	6,9	56,4	тройник на проход=1; отвод=1,5
10-10'	23	6,66		15	2,3	15,32	0,033	130,8	78,5	93,8	тройник на проход=1; 4отвода=6; клапан с термостат.головкой=100; радиатор=2,4; вентиль баланс.=19,9; тройник на слияние=1,5
10'-9'	51	6,19		15	8,0	49,52	0,074	2,5	6,9	56,4	тройник на проход=1; отвод=1,5
9'-8'	80	4,15		15	23,0	95,45	0,116	3	21,1	116,6	отвод=1,5; тройник на слияние=1,5
8'-7'	146	3,75		15	70,0	262,50	0,217	3	71,1	333,6	крестовина на слияние=3
7'-6'	284	3,75		15	240,0	900,00	0,415	3	252,6	1152,6	крестовина на слияние=3
6'-5'	374	3,56		15	425,0	1513,00	0,545	4	584,0	2097,0	крестовина на слияние=3: отвод=1
5'-4'	416	0,74	15	500,0	370,00	0,604	1,5	264,0	634,0	тройник на слияние=1,5	
4'-3'	431	3,00	20	115,0	345,00	0,348	1,5	89,9	434,9	тройник на слияние=1,5	
3'-2'	446	19,00	25	34,3	651,70	0,218	2,5	59,3	711,0	тройник на слияние=1,5; отвод=1	

продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2'-1'	1104	29,70		32	47,3	1404,81	0,310	11,4	535,8	1940,6	отвод=1; вентиль=10,4
										14587	
											$\frac{16357,6 - 14587}{16357,6} \cdot 100\% = 10,8\%$
Ветвь А $\Delta P_p=637,1$ Па											
8-11	65,9	0,40		15	16,0	6,40	0,098	8,6	42,1	48,5	тройник на ответвление=1; клапан=7,6
11-12	41,5	6,19		15	4,5	27,86	0,060	2	3,5	31,4	тройник на проход=1; отвод=1,5
12-12'	17,1	6,66		15	1,7	11,32	0,025	130,8	39,2	50,6	тройник на проход=1; 4отвода=6; клапан с термостат.головкой=100; радиатор=2,4; вентиль баланс.=19,9; тройник на слияние=1,5
12'-11'	41,5	6,19		15	4,5	27,86	0,060	3	5,3	33,1	тройник на слияние=1,5; отвод=1,5
11'-8'	65,9	0,40		15	16,0	6,40	0,098	9,1	44,5	50,9	клапан=7,6; тройник на слияние=1,5
214,4										$100 \cdot (637,1 - 214,4) / 637,1 = 66,3\%$	
Увязка балансировочными клапанами BALLOREX настройка "9,9"											
Ветвь Б $\Delta P_p=1481,5$ Па											
7-13	29,8	0,84		15	3,0	2,52	0,044	10,6	10,5	13,0	крестовина на ответвление=3; клапан=7,6
13-13'	14,9	6,64		15	1,5	9,96	0,022	130,8	24,9	34,8	тройник на проход=1; 4отвода=6; клапан с термостат.головкой=100; радиатор=2,4; вентиль баланс.=19,9; тройник на слияние=1,5
13'-7'	29,8	0,84		15	3,0	2,52	0,044	10,6	10,5	13,0	крестовина на слияние=3; клапан=7,6
60,8										$100 \cdot (1481,5 - 60,8) / 1481,5 = 95,8\%$	
Увязка балансировочными клапанами BALLOREX настройка "4,0"											
Ветвь В $\Delta P_p=1481,5$ Па											
7-14	108,6	0,40		15	40,0	16,00	0,160	10,6	132,5	148,5	крестовина на ответвление=3; клапан=7,6

продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
14-15	82,7	6,19		15	24,0	148,56	0,122	2,5	18,8	167,3	тройник на проход=1; отвод=1,5
15-16	56,9	3,03		15	12,0	36,36	0,083	1	3,4	39,8	тройник на проход=1;
16-17	38,2	2,74		15	3,8	10,41	0,056	1	1,6	12,0	тройник на проход=1;
17-17'	19,1	5,50		15	1,9	10,45	0,028	130,8	48,4	58,8	тройник на проход=1; 4отвода=6; клапан с термостат.головкой=100; радиатор=2,4; вентиль баланс.=19,9; тройник на слияние=1,5
17'-16'	38,2	2,74		15	3,8	10,41	0,056	1,5	2,3	12,8	тройник на слияние=1,5;
16'-15'	56,9	3,03		15	12,0	36,36	0,083	1,5	5,1	41,5	тройник на слияние=1,5;
15'-14'	82,7	6,19		15	24,0	148,56	0,122	3	22,5	171,1	тройник на слияние=1,5; отвод=1,5
14'-7'	108,6	0,40		15	40,0	16,00	0,160	3	37,5	53,5	крестовина на слияние=3; клапан=7,6
337,6										100·(1481,5-337,6)/1481,5=77,2%	
Увязка балансировочными клапанами BALLOREX настройка "9,9"											
Ветвь Г $\Delta P_p=3903,4$ Па											
6-18	29,8	0,84		15	3,0	2,52	0,044	10,6	10,5	13,0	крестовина на ответвление=3; клапан=7,6
18-18'	14,9	6,64		15	1,5	9,96	0,022	130,8	32,7	42,7	тройник на проход=1; 4отвода=6; клапан с термостат.головкой=100; радиатор=2,4; вентиль баланс.=19,9; тройник на слияние=1,5
18'-6'	29,8	0,84		15	3,0	2,52	0,044	10,6	10,5	13,0	крестовина на слияние=3; клапан=7,6
68,7										100·(3903,4-68,7)/3903,4=98,2%	
Увязка балансировочными клапанами BALLOREX настройка "3,0"											
Ветвь Д $\Delta P_p=3903,4$ Па											
6-19	60,5	0,40		15	13,0	5,20	0,088	10,6	42,0	47,2	крестовина на ответвление=3; клапан=7,6

продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
19-19'	30,2	13,10		15	3,0	39,30	0,044	133,8	132,5	171,8	тройник на проход=1; ботвода=9; клапан с термостат.головкой=100; радиатор=2,4; вентиль баланс.=19,9; тройник на слияние=1,5
19'-6'	60,5	0,40		15	13,0	5,20	0,088	10,6	42,0	47,2	крестовина на слияние=3; клапан=7,6
266,1											100·(3903,4-266,1)/3903,4=93,2%
Увязка балансировочными клапанами BALLOREX настройка "4,0"											
Ветвь Е $\Delta P_p=8079,3$ Па											
5-20	41,6	0,40		15	4,5	1,80	0,060	8,6	15,1	16,9	тройник на ответвление=1; клапан=7,6
20-21	28,6	2,52		15	2,8	7,06	0,041	1	0,8	7,8	тройник на проход=1;
21-21'	20,3	17,66		15	2,0	35,32	0,030	139,8	61,5	96,8	тройник на проход=1; 10отвода=15; клапан с термостат.головкой=100; радиатор=2,4; вентиль баланс.=19,9; тройник на слияние=1,5
21'-20'	28,6	2,52		15	2,8	7,06	0,041	1,5	1,2	8,2	тройник на слияние=1,5;
20'-5'	41,6	0,40		15	4,5	1,80	0,060	9,1	16,0	17,8	клапан=7,6; тройник на слияние=1,5
147,6											100·(8079,3-147,6)/8079,3=98,2%
Увязка балансировочными клапанами BALLOREX настройка "2,0"											
Ст2 $\Delta P_p=14586,7$ Па											
2-22	658,6	10,02		25	72,0	721,44	0,320	10,1	505,0	1226,4	тройник на ответвление=1,5; клапан=7,6; отвод=1
22-23	533,6	3,51		20	170,0	596,70	0,426	1	88,3	685,0	тройник на проход=1;
23-24	450,7	3,75		15	600,0	2250,00	0,660	1	213,0	2463,0	тройник на проход=1;
24-25	335,7	3,75		15	340,0	1275,00	0,495	2	240,0	1515,0	крестовина на проход=2;
25-26	206,3	3,75		15	130,0	487,50	0,300	2	88,0	575,5	крестовина на проход=2;
26-27	127,0	0,34		15	55,0	18,70	0,190	10,6	186,6	205,3	тройник на разделение=3; клапан=7,6
27-28	100,3	2,99		15	34,0	101,66	0,145	1	10,3	112,0	тройник на проход=1;

продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
28-29	73,7	3,22		15	19,0	61,18	0,107	1	5,9	67,1	тройник на проход=1;
29-30	48,8	2,87		15	7,0	20,09	0,071	1	2,4	22,5	тройник на проход=1;
30-30'	23,9	6,76		15	2,4	16,22	0,035	130,8	78,5	94,7	тройник на проход=1; 4отвода=6; клапан с термостат.головкой=100; радиатор=2,4; вентиль баланс.=19,9; тройник на сливание=1,5
30'-29'	48,8	2,87		15	7,0	20,09	0,071	1,5	3,6	23,7	тройник на сливание=1,5;
29'-28'	73,7	3,22		15	19,0	61,18	0,107	1,5	8,9	70,0	тройник на сливание=1,5;
28'-27'	100,3	2,99		15	34,0	101,66	0,145	1,5	15,5	117,1	тройник на сливание=1,5;
27'-26'	127,0	0,34		15	55,0	18,70	0,190	9,1	160,2	178,9	тройник на сливание=1,5; клапан=7,6
26'-25'	206,3	3,75		15	130,0	487,50	0,300	2	88,0	575,5	крестовина на сливание=2;
25'-24'	335,7	3,75		15	340,0	1275,00	0,495	2	240,0	1515,0	крестовина на сливание=2;
24'-23'	450,7	3,75		15	600,0	2250,00	0,660	1,5	319,5	2569,5	тройник на сливание=1,5;
23'-22'	533,6	3,51		20	170,0	596,70	0,426	1,5	132,5	729,2	тройник на сливание=1,5;
22'-2'	658,6	10,02		25	72,0	721,44	0,320	10,1	505,0	1226,4	отвод=1; клапан=7,6; тройник на сливание=1,5
										13971, 7	100·(14586,7-13971,7)/14586,7=4,2%
Ветвь Ж $\Delta P_p=891,2$ Па											
26-30	79,3	1,36		15	22,0	29,92	0,116	8,6	55,9	85,8	тройник на разделение=3; клапан=7,6
30-31	51,7	2,47		15	8,5	21,00	0,076	1	2,8	23,8	тройник на проход=1;
31-31'	24,0	6,82		15	2,4	16,37	0,035	130,8	78,5	94,8	тройник на проход=1; 4отвода=6; клапан с термостат.головкой=100; радиатор=2,4; вентиль баланс.=19,9; тройник на сливание=1,5
31'-30'	51,7	2,47		15	8,5	21,00	0,076	1,5	4,2	25,2	тройник на сливание=1,5;
30'-26'	79,3	1,36		15	22,0	29,92	0,116	9,1	59,2	89,1	клапан=7,6; тройник на сливание=1,5
318,8										100·(891,2-318,8)/891,2=90%	
Увязка балансировочными клапанами BALLOREX настройка "9,9"											

продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ветвь З $\Delta P_p=2277,6$ Па											
25-32	76,4	0,34		15	20,5	6,97	0,112	10,6	65,3	72,3	крестовина на ответвление=3; клапан=7,6
32-33	64,7	2,99		15	15,0	44,85	0,094	1	4,4	49,3	тройник на проход=1;
33-34	53,1	3,22		15	9,0	28,98	0,077	1	3,0	31,9	тройник на проход=1;
34-35	34,3	2,87		15	3,5	10,05	0,051	1	1,2	11,3	тройник на проход=1;
35-35'	17,7	6,76		15	1,8	12,17	0,026	130,8	45,8	57,9	тройник на проход=1; 4отвода=6; клапан с термостат.головкой=100; радиатор=2,4; вентиль баланс.=19,9; тройник на слияние=1,5
35'-34'	34,3	2,87		15	3,5	10,05	0,051	1,5	1,8	11,9	тройник на слияние=1,5;
34'-33'	53,1	3,22		15	9,0	28,98	0,077	1,5	4,4	33,4	тройник на слияние=1,5;
33'-32'	64,7	2,99		15	15,0	44,85	0,094	1,5	6,6	51,5	тройник на слияние=1,5;
32'-25'	76,4	0,34		15	20,5	6,97	0,112	10,6	65,3	72,3	клапан=7,6; крестовина на слияние=3
391,7										$100 \cdot (2277,6 - 391,7) / 2277,6 = 82,8\%$	
Увязка балансировочными клапанами BALLOREX настройка "9,9"											
Ветвь К $\Delta P_p=2277,6$ Па											
25-36	53,1	1,36		15	9,0	12,24	0,077	10,6	31,3	43,5	крестовина на ответвление=3; клапан=7,6
36-37	34,8	2,47		15	3,5	8,65	0,051	1	1,3	9,9	тройник на проход=1;
37-37'	17,4	6,82		15	1,7	11,59	0,025	130,8	39,2	50,8	тройник на проход=1; 4отвода=6; клапан с термостат.головкой=100; радиатор=2,4; вентиль баланс.=19,9; тройник на слияние=1,5
37'-36'	34,8	2,47		15	3,5	8,65	0,051	1,5	1,9	10,5	тройник на слияние=1,5;
36'-25'	53,1	1,36		15	9,0	12,24	0,077	9,1	26,8	39,1	клапан=7,6; крестовина на слияние=3
153,8										$100 \cdot (2277,6 - 153,8) / 2277,6 = 93,2\%$	
Увязка балансировочными клапанами BALLOREX настройка "4,0"											
Ветвь Л $\Delta P_p=5543,1$ Па											
24-38	95,7	0,34		15	31,0	10,54	0,140	10,6	101,5	112,1	крестовина на ответвление=3; клапан=7,6
38-39	76,6	2,99		15	20,3	60,70	0,111	1	6,1	66,8	тройник на проход=1;

продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
39-40	57,4	3,22		15	12,4	39,93	0,084	1	3,4	43,4	тройник на проход=1;
40-41	38,2	2,87		15	3,8	10,91	0,056	1	1,5	12,4	тройник на проход=1;
41-41'	19,1	6,76		15	1,9	12,84	0,028	130,8	49,7	62,5	тройник на проход=1; 4отвода=6; клапан с термостат.головкой=100; радиатор=2,4; вентиль баланс.=19,9; тройник на слияние=1,5
41'-39'	38,2	2,87		15	20,3	58,26	0,056	1,5	2,3	60,6	тройник на слияние=1,5;
39'-38'	57,4	3,22		15	12,4	39,93	0,084	1,5	5,1	45,1	тройник на слияние=1,5;
38'-37'	76,6	2,99		15	3,8	11,36	0,111	1,5	9,2	20,5	тройник на слияние=1,5;
37'-24'	95,7	0,34		15	31,0	10,54	0,140	10,6	101,5	112,1	клапан=7,6; крестовина на слияние=3
535,5										100·(5543,5-535,5)/5543,1=90,3%	
Увязка балансировочными клапанами BALLOREX настройка "4,0"											
Ветвь М $\Delta P_p=5543,5$ Па											
24-24'	19,2	4,70		15	1,9	8,93	0,028	149,5	56,8	65,7	крестовина на ответвление=3; клапан=7,6; 4отвода=6; клапан с термостат.головкой=100; радиатор=2,4; вентиль баланс.=19,9; клапан=7,6; крестовина на слияние=3
65,7										100·(5543,1-65,7)/5543,1=98,8%	
Увязка балансировочными клапанами BALLOREX настройка "2,0"											
Ветвь Н $\Delta P_p=10811,0$ Па											
23-41	83,0	0,34		15	24,0	8,16	0,122	9,1	65,9	74,0	тройник на ответвление=1,5; клапан=7,6;
41-42	77,4	2,99		15	21,0	62,79	0,114	1	6,4	69,2	тройник на проход=1;
42-43	61,1	3,22		15	13,5	43,47	0,090	1	4,0	47,4	тройник на проход=1;
43-44	40,7	2,87		15	4,2	12,05	0,058	1	1,7	13,7	тройник на проход=1;
44-44'	20,4	6,76		15	2,0	13,52	0,039	130,8	102,0	115,5	тройник на проход=1; 4отвода=6; клапан с термостат.головкой=100; радиатор=2,4; вентиль баланс.=19,9; тройник на слияние=1,5
44'-43'	40,7	2,87		15	4,2	12,05	0,058	1,5	2,5	14,5	тройник на слияние=1,5;
43'-42'	61,1	3,22		15	13,5	43,47	0,090	1,5	5,9	49,4	тройник на слияние=1,5;

продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
42'-41'	77,4	2,99		15	21,0	62,79	0,114	1,5	9,5	72,3	тройник на сливание=1,5;
41'-23'	83,0	0,34		15	24,0	8,16	0,122	9,1	65,9	74,0	клапан=7,6; тройник на сливание=1,5
										530,2	100·(10811,0-530,2)/10811,0=95,1%
Увязка балансировочными клапанами BALLOREX настройка "3,0"											
Ветвь М $\Delta P_p=12436,1$ Па											
22-22'	125,0	6,66		20	11,0	73,26	0,100	152,5	745,7	819,0	тройник на ответвление=1,5; клапан=7,6; 8отвода=12; клапан с термостат.головкой=100; радиатор=2,4; вентиль баланс.=19,9; клапан=7,6; тройник на сливание=1,5
										819,0	100·(12436,1-819,0)/12436,1=93,4%
Увязка балансировочными клапанами BALLOREX настройка "3,0"											

Приложение Д

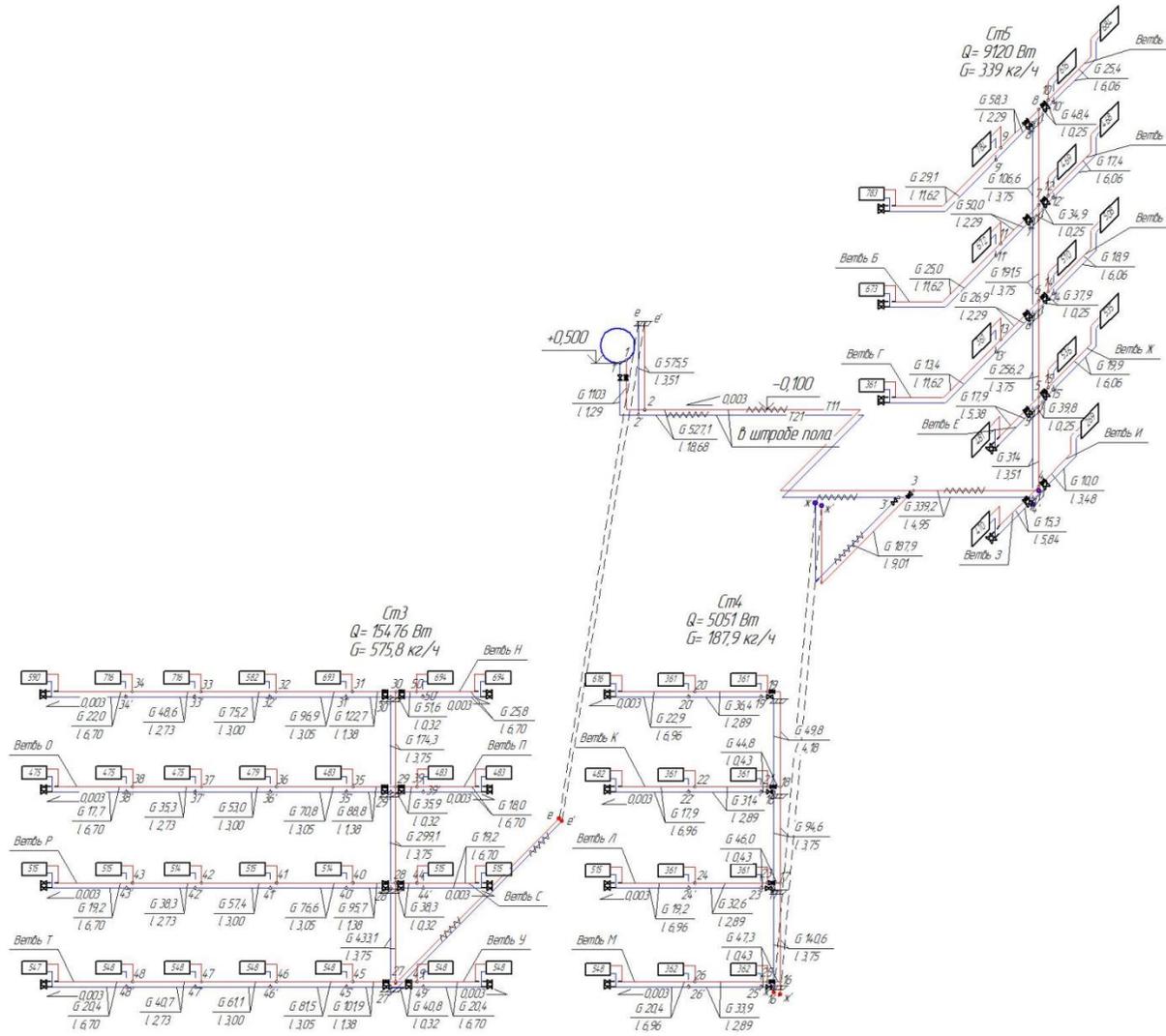


Рисунок Д.1 - Расчетная схема СО2

Приложение Е

Гидравлический расчет СО2

Таблица Е.1-Гидравлический расчет основного циркуляционного кольца СО2

№	G _{уч} , кг/ч	l _{уч} , м	R _{ср} , Па/м	d,мм	R _ф , Па/м	R _ф ·l, Па	v, м/с	Σξ	z	R _ф ·l+z, Па	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Основное циркуляционное кольцо Ст5 ΔP _p =10479,6 Па											
1-2	1103,0	1,29	64,1	32	45,0	58,05	0,310	11,4	535,8	593,9	отвод=1; вентиль=10,4
2-3	527,1	18,68		25	46,0	859,28	0,255	4	127,2	986,5	тройник на проход=1; 2отвода=3
3-4	339,2	4,95		20	72,0	356,40	0,270	2,5	89,0	445,4	тройник на проход=1; отвод=1,5
4-5	314,0	3,51		15	296,0	1038,96	0,460	1	103,0	1142,0	тройник на проход=1
5-6	256,2	3,75		15	200,0	750,00	0,376	2	138,2	888,2	крестовина на проход=2
6-7	191,5	3,75		15	117,0	438,75	0,280	2	76,6	515,4	крестовина на проход=2
7-8	106,6	3,75		15	37,0	138,75	0,155	2	23,4	162,2	крестовина на проход=2
8-9	58,3	2,29		15	12,5	28,63	0,085	10,6	37,4	66,0	тройник на разделение=3; клапан=7,6
9-9'	29,1	11,62		15	3,0	34,86	0,044	133,8	132,5	167,3	тройник на проход=1; ботвода=9; клапан с термостат.головкой=100; радиатор=2,4; вентиль баланс.=19,9; тройник на слияние=1,5
9'-8'	58,3	2,29		15	12,5	28,63	0,085	9,1	32,1	60,7	клапан=7,6; тройник на слияние=1,5
8'-7'	106,6	3,75		15	37,0	138,75	0,155	3	35,1	173,9	крестовина на слияние=3
7'-6'	191,5	3,75		15	117,0	438,75	0,280	3	114,9	553,7	крестовина на слияние=3
6'-5'	256,2	3,75		15	200,0	750,00	0,376	3	207,3	957,3	крестовина на слияние=3
5'-4'	314,0	3,51		15	296,0	1038,96	0,460	1,5	154,5	1193,5	тройник на слияние=1,5
4'-3'	339,2	4,95		20	72,0	356,40	0,270	3	106,8	463,2	отвод=1,5; тройник на слияние=1,5
3'-2'	527,1	18,68	25	46,0	859,28	0,255	4,5	143,1	1002,4	тройник на слияние=1,5; 2отвода=3	
2'-1'	1103,0	1,29	32	45,0	58,05	0,310	11,4	535,8	593,9	отвод=1; вентиль=10,4	
										9965,2	100·(10479,6-9965,2)/10479,6=4,9%

продолжение таблицы Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ветвь А $\Delta P_p=294,1$ Па											
8-10	48,4	0,25		15	7,0	1,75	0,070	9,1	21,7	23,5	тройник на ответвление=1,5; клапан=7,6;
10-10'	25,4	6,06		15	2,5	15,15	0,036	130,8	88,9	104,1	тройник на проход=1; 4отвода=6; клапан с термостат.головкой=100; радиатор=2,4; вентиль баланс.=19,9; тройник на сливание=1,5
10'-8'	48,4	0,25		15	7,0	1,75	0,070	9,1	21,7	23,5	клапан=7,6; тройник на сливание=1,5
151,1										$100 \cdot (294,1 - 151,1) / 294,1 = 48,6\%$	
Увязка балансировочными клапанами BALLOREX настройка "5,0"											
Ветвь Б $\Delta P_p=865,6$ Па											
7-11	50,0	2,29		15	8,0	18,32	0,074	10,6	29,2	47,5	крестовина на ответвление=3; клапан=7,6
11-11'	25,0	11,62		15	2,5	29,05	0,036	133,8	91,0	120,0	тройник на проход=1; ботвода=9; клапан с термостат.головкой=100; радиатор=2,4; вентиль баланс.=19,9; тройник на сливание=1,5
11'-7'	50,0	2,29		15	8,0	18,32	0,074	10,6	29,2	47,5	клапан=7,6; крестовина на сливание=3
215,0										$100 \cdot (865,6 - 215,2) / 865,6 = 75,2\%$	
Увязка балансировочными клапанами BALLOREX настройка "7,0"											
Ветвь В $\Delta P_p=865,6$ Па											
7-12	34,9	0,25		15	3,5	0,88	0,051	10,6	14,0	14,9	крестовина на ответвление=3; клапан=7,6
12-12'	17,4	6,06		15	1,8	10,61	0,025	130,8	39,2	49,8	тройник на проход=1; 4отвода=6; клапан с термостат.головкой=100; радиатор=2,4; вентиль баланс.=19,9; тройник на сливание=1,5
12'-7'	34,9	0,25		15	3,5	0,88	0,051	10,6	14,0	14,9	клапан=7,6; крестовина на сливание=3
79,6										$100 \cdot (865,6 - 79,6) / 865,6 = 90,8\%$	
Увязка балансировочными клапанами BALLOREX настройка "4,0"											
Ветвь Г $\Delta P_p=2170,0$ Па											

продолжение таблицы Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6-13	26,9	2,29		15	2,7	6,18	0,040	10,6	8,3	14,5	крестовина на ответвление=3; клапан=7,6
13-13'	13,4	11,62		15	1,3	15,11	0,019	133,8	25,4	40,5	тройник на проход=1; ботвода=9; клапан с термостат.головкой=100; радиатор=2,4; вентиль баланс.=19,9; тройник на сливание=1,5
13'-6'	26,9	2,29		15	2,7	6,18	0,040	10,6	8,3	14,5	клапан=7,6; крестовина на сливание=3
69,4										100·(2170,0-69,4)/2170,0=96,0%	
Увязка балансировочными клапанами BALLOREX настройка "3,0"											
Ветвь Д $\Delta P_p=2170,0$ Па											
6-14	37,9	0,25		15	3,8	0,95	0,056	10,6	25,3	26,3	крестовина на ответвление=3; клапан=7,6
14-14'	18,9	6,06		15	1,9	11,51	0,028	130,8	88,9	100,5	тройник на проход=1; 4отвода=6; клапан с термостат.головкой=100; радиатор=2,4; вентиль баланс.=19,9; тройник на сливание=1,5
14'-6'	37,9	0,25		15	3,8	0,95	0,056	10,6	25,3	26,3	клапан=7,6; крестовина на сливание=3
153,0										100·(2170,0-153,0)/2170,0=92,9%	
Увязка балансировочными клапанами BALLOREX настройка "3,0"											
Ветвь Е $\Delta P_p=4250,9$ Па											
5-5'	17,9	5,38		15	1,8	9,68	0,026	149,5	50,8	60,5	крестовина на ответвление=3; клапан=7,6; 4отвода=6; клапан с термостат.головкой=100; радиатор=2,4; вентиль баланс.=19,9; клапан=7,6; крестовина на сливание=3
60,5										100·(4250,9-60,5)/4250,9=98,6%	
Увязка балансировочными клапанами BALLOREX настройка "2,0"											
Ветвь Ж $\Delta P_p=4250,9$ Па											
5-15	39,8	0,25		15	4,2	1,05	0,057	10,6	16,7	17,8	крестовина на ответвление=3; клапан=7,6;

продолжение таблицы Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15-15'	19,9	6,06		15	2,0	12,12	0,029	130,8	52,3	64,4	тройник на проход=1; 4отвода=6; клапан с термостат.головкой=100; радиатор=2,4; вентиль баланс.=19,9; тройник на слияние=1,5
15'-5'	39,8	0,25		15	4,2	1,05	0,057	10,6	16,7	17,8	клапан=7,6; крестовина на слияние=3
100,0										100·(4250,9-100)/4250,9=97,6%	
Увязка балансировочными клапанами BALLOREX настройка "3,0"											
Ветвь З ΔP _p =6797,3 Па											
4-4'	15,3	5,84		15	1,5	8,76	0,022	149,5	35,9	44,6	крестовина на ответвление=3; клапан=7,6; 4отвода=6; клапан с термостат.головкой=100; радиатор=2,4; вентиль баланс.=19,9; клапан=7,6; крестовина на слияние=3
44,6										100·(6797,3-44,6)/6797,3=99,3%	
Увязка балансировочными клапанами BALLOREX настройка "2,0"											
Ветвь И ΔP _p =6797,3 Па											
4-4'	10,0	3,48		15	1,0	3,48	0,015	152,5	16,8	20,3	тройник на ответвление=1,5; клапан=7,6; 8отвода=12; клапан с термостат.головкой=100; радиатор=2,4; вентиль баланс.=19,9; клапан=7,6; тройник на слияние=1,5
20,3										100·(6797,3-20,3)/6797,3=99,7%	
Увязка балансировочными клапанами BALLOREX настройка "1,0"											
Ст4 ΔP _p =6788,6 Па											
3-16	187,9	9,01		15	110,0	991,10	0,275	12,1	447,7	1438,8	тройник на ответвление=1,5; клапан=7,6; 2отвода=3
16-17	140,6	3,75		15	63,0	236,25	0,205	1	20,5	256,8	тройник на проход=1
17-18	94,6	3,75		15	21,0	78,75	0,139	1	9,6	88,3	тройник на проход=1
18-19	49,8	4,18		15	7,2	30,10	0,071	9,6	22,9	53,0	тройник на проход=1; отвод=1; клапан=7,6;
19-20	36,4	2,89		15	3,7	10,69	0,055	2	3,0	13,7	тройник на проход=1

продолжение таблицы Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
20-20'	22,9	6,96		15	2,3	16,01	0,034	130,8	78,5	94,5	тройник на проход=1; 4отвода=6; клапан с термостат.головкой=100; радиатор=2,4; вентиль баланс.=19,9; тройник на сливание=1,5
20'-19'	36,4	2,89		15	3,7	10,69	0,055	9,1	13,5	24,2	клапан=7,6; тройник на сливание=1,5
19'-18'	49,8	4,18		15	7,2	30,10	0,071	10,1	24,1	54,2	клапан=7,6; отвод=1; тройник на сливание=1,5
18'-17'	94,6	3,75		15	21,0	78,75	0,139	1,5	14,4	93,1	тройник на сливание=1,5
17'-16'	140,6	3,75		15	63,0	236,25	0,205	1,5	30,8	267,0	тройник на сливание=1,5
16'-3'	187,9	9,01		15	110,0	991,10	0,275	12,1	447,7	1438,8	тройник на сливание=1,5; клапан=7,6; 2отвода=3
3822,4										100·(6788,6-3822,4)/6788,6=43,7%	
Увязка балансировочными клапанами BALLOREX настройка "9,9"											
Ветвь К $\Delta P_p=475,0$ Па											
18-21	44,8	0,43		15	5,5	2,37	0,065	9,1	18,7	21,1	тройник на ответвление=1,5; клапан=7,6;
21-22	31,4	2,89		15	3,2	9,25	0,046	1	1,1	10,3	тройник на проход=1
22-22'	17,9	6,96		15	1,8	12,53	0,026	130,8	44,5	57,0	тройник на проход=1; 4отвода=6; клапан с термостат.головкой=100; радиатор=2,4; вентиль баланс.=19,9; тройник на сливание=1,5
22'-21'	31,4	2,89		15	3,2	9,25	0,046	1,5	1,7	10,9	тройник на сливание=1,5
21'-18'	44,8	0,43		15	5,5	2,37	0,065	9,1	18,7	21,1	клапан=7,6; тройник на сливание=1,5
120,5										100·(475,0-120,5)/475,0=74,6%	
Увязка балансировочными клапанами BALLOREX настройка "4,0"											
Ветвь Л $\Delta P_p=891,9$ Па											
17-23	46,0	0,43		15	6,0	2,58	0,067	9,1	20,3	22,9	тройник на ответвление=1,5; клапан=7,6;
23-24	32,6	2,89		15	3,3	9,54	0,048	1	1,1	10,7	тройник на проход=1

продолжение таблицы Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
24-24'	19,2	6,96		15	1,9	13,22	0,028	130,8	52,3	65,5	тройник на проход=1; 4отвода=6; клапан с термостат.головкой=100; радиатор=2,4; вентиль баланс.=19,9; тройник на сливание=1,5
24'-23'	32,6	2,89		15	3,3	9,54	0,048	1,5	1,7	11,2	тройник на сливание=1,5
23'-17'	46,0	0,43		15	6,0	2,58	0,067	9,1	20,3	22,9	клапан=7,6; тройник на сливание=1,5
133,2										100·(891,9-133,21)/891,9=85,1%	
Увязка балансировочными клапанами BALLOREX настройка "5,0"											
Ветвь М $\Delta P_p=1651,1$ Па											
16-25	47,3	0,43		15	6,5	2,80	0,069	9,1	21,4	24,2	тройник на ответвление=1,5; клапан=7,6;
25-26	33,9	2,89		15	3,4	9,83	0,050	1	1,2	11,0	тройник на проход=1
26-26'	20,4	6,96		15	2,0	13,92	0,030	130,8	57,6	71,5	тройник на проход=1; 4отвода=6; клапан с термостат.головкой=100; радиатор=2,4; вентиль баланс.=19,9; тройник на сливание=1,5
26'-25'	33,9	2,89		15	3,4	9,83	0,050	1,5	1,8	11,7	тройник на сливание=1,5
25'-16'	47,3	0,43		15	6,5	2,80	0,069	9,1	21,4	24,2	клапан=7,6; тройник на сливание=1,5
142,5										100·(1651,1-142,5)/1651,1=91,4%	
Увязка балансировочными клапанами BALLOREX настройка "4,0"											
Ст3 $\Delta P_p=8777,5$ Па											
2-27	575,8	3,51		25	57,0	200,07	0,280	12,1	463,4	663,5	тройник на ответвление=1,5; клапан=7,6; 2отвода=3
27-28	433,1	3,75		20	115,0	431,25	0,350	2	119,8	551,1	крестовина на проход=2;
28-29	299,1	3,75		15	270,0	1012,50	0,440	2	189,2	1201,7	крестовина на проход=2;
29-30	174,3	3,75		15	95,0	356,25	0,255	2	63,6	419,9	крестовина на проход=2;
30-31	122,7	1,38		15	49,3	68,03	0,180	10,6	167,5	235,5	тройник на разделение=3; клапан=7,6
31-32	96,9	3,05		15	31,2	95,16	0,141	1	9,7	104,8	тройник на проход=1
32-33	75,2	3,00		15	19,4	58,20	0,110	1	5,9	64,1	тройник на проход=1
33-34	48,6	2,73		15	7,0	19,11	0,071	1	2,5	21,6	тройник на проход=1

продолжение таблицы Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
34-34'	22,0	6,70		15	2,2	14,74	0,032	130,8	62,8	77,5	тройник на проход=1; 4отвода=6; клапан с термостат.головкой=100; радиатор=2,4; вентиль баланс.=19,9; тройник на сливание=1,5
34'-33'	48,6	2,73		15	7,0	19,11	0,071	1,5	3,7	22,8	тройник на сливание=1,5
33'-32'	75,2	3,00		15	19,4	58,20	0,110	1,5	8,9	67,1	тройник на сливание=1,5
32'-31'	96,9	3,05		15	31,2	95,16	0,141	3	29,0	124,1	тройник на сливание=1,5
31'-30'	122,7	1,38		15	49,3	68,03	0,180	9,1	143,8	211,8	тройник на сливание=1,5; клапан=7,6
30'-29'	174,3	3,75		15	95,0	356,25	0,255	3	95,4	451,7	крестовина на сливание=3
29'-28'	299,1	3,75		15	270,0	1012,50	0,440	3	283,8	1296,3	крестовина на сливание=3
28'-27'	433,1	3,75		20	115,0	431,25	0,350	3	179,7	611,0	крестовина на сливание=3
27'-2'	575,8	3,51		25	57,0	200,07	0,280	12,1	463,4	663,5	клапан=7,6; тройник на сливание=1,5; 2отвода=3
6787,9										$100 \cdot (8777,5 - 6787,9) / 8777,5 = 22,7\%$	
Увязка балансировочными клапанами BALLOREX настройка "6,0"											
Ветвь Н $\Delta P_p = 929,4$ Па											
30-50	51,6	0,32		15	8,3	2,64	0,075	10,6	29,2	31,8	тройник на разделение=3; клапан=7,6
50-50'	25,8	6,70		15	2,6	17,42	0,038	130,8	96,8	114,2	тройник на проход=1; 4отвода=6; клапан с термостат.головкой=100; радиатор=2,4; вентиль баланс.=19,9; тройник на сливание=1,5
50'-30'	51,6	0,32		15	8,3	2,64	0,075	9,1	25,0	27,7	тройник на сливание=1,5; клапан=7,6
173,7										$100 \cdot (929,4 - 173,7) / 929,4 = 81,3\%$	
Увязка балансировочными клапанами BALLOREX настройка "6,0"											
Ветвь О $\Delta P_p = 2036,3$ Па											
29-35	88,8	1,38		15	27,0	37,26	0,130	10,6	87,6	124,8	крестовина на ответвление=3; клапан=7,6
35-36	70,8	3,05		15	17,5	53,38	0,102	1	5,1	58,5	тройник на проход=1
36-37	53,0	3,00		15	9,0	27,00	0,077	1	3,0	30,0	тройник на проход=1
37-38	35,3	2,73		15	3,6	9,83	0,052	1	1,3	11,1	тройник на проход=1

продолжение таблицы Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
38-38'	17,7	6,70		15	1,8	12,06	0,026	130,8	44,5	56,5	тройник на проход=1; 4отвода=6; клапан с термостат.головкой=100; радиатор=2,4; вентиль баланс.=19,9; тройник на сливание=1,5
38'-37'	35,3	2,73		15	3,6	9,83	0,052	1,5	2,0	11,8	тройник на сливание=1,5
37'-36'	53,0	3,00		15	9,0	27,00	0,077	1,5	4,5	31,5	тройник на сливание=1,5
36'-35'	70,8	3,05		15	17,5	53,38	0,102	1,5	7,7	61,0	тройник на сливание=1,5
35'-29'	88,8	1,38		15	27,0	37,26	0,130	10,6	87,6	124,8	клапан=7,6; крестовина на сливание=3
510,2											$100 \cdot (2036,3 - 510,2) / 2036,3 = 74,9\%$
Увязка балансировочными клапанами BALLOREX настройка "9,9"											
Ветвь П $\Delta P_p = 2036,3$ Па											
29-39	35,9	0,32		15	3,6	1,15	0,052	10,6	14,0	15,1	крестовина на ответвление=3; клапан=7,6
39-39'	18,0	6,70		15	1,8	12,06	0,026	130,8	44,5	56,5	тройник на проход=1; 4отвода=6; клапан с термостат.головкой=100; радиатор=2,4; вентиль баланс.=19,9; тройник на сливание=1,5
39'-29'	35,9	0,32		15	3,6	1,15	0,052	10,6	14,0	15,1	клапан=7,6; крестовина на сливание=3
86,8											$100 \cdot (2036,3 - 86,8) / 2036,3 = 95,7\%$
Увязка балансировочными клапанами BALLOREX настройка "3,0"											
Ветвь Р $\Delta P_p = 4769,7$ Па											
28-40	95,7	1,38		15	31,0	42,78	0,140	10,6	101,5	144,3	крестовина на ответвление=3; клапан=7,6
40-41	76,6	3,05		15	21,0	64,05	0,115	1	6,5	70,5	тройник на проход=1
41-42	57,4	3,00		15	12,5	37,50	0,085	1	3,5	41,0	тройник на проход=1
42-43	38,3	2,73		15	3,8	10,37	0,056	1	1,4	11,8	тройник на проход=1
43-43'	19,2	6,70		15	1,9	12,73	0,028	130,8	49,7	62,4	тройник на проход=1; 4отвода=6; клапан с термостат.головкой=100; радиатор=2,4; вентиль баланс.=19,9; тройник на сливание=1,5

продолжение таблицы Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
43'-42'	38,3	2,73		15	3,8	10,37	0,056	1,5	2,1	12,5	тройник на слияние=1,5
42'-41'	57,4	3,00		15	12,5	37,50	0,085	1,5	5,3	42,8	тройник на слияние=1,5
41'-40'	76,6	3,05		15	21,0	64,05	0,115	1,5	9,7	73,7	тройник на слияние=1,5
40'-28'	95,7	1,38		15	31,0	42,78	0,140	10,6	101,5	144,3	клапан=7,6; крестовина на слияние=3
603,5											$100 \cdot (4769,7 - 603,5) / 4769,7 = 87,3\%$
Увязка балансировочными клапанами BALLOREX настройка "4,0"											
Ветвь С $\Delta P_p = 4769,7$ Па											
28-44	38,3	0,32		15	3,9	1,25	0,056	10,6	15,2	16,4	крестовина на ответвление=3; клапан=7,6
44-44'	19,2	6,70		15	1,9	12,73	0,028	130,8	49,7	62,4	тройник на проход=1; 4отвода=6; клапан с термостат.головкой=100; радиатор=2,4; вентиль баланс.=19,9; тройник на слияние=1,5
44'-28'	38,3	0,32		15	3,9	1,25	0,056	10,6	15,2	16,4	клапан=7,6; крестовина на слияние=3
95,2											$100 \cdot (4769,7 - 95,2) / 4769,7 = 98,0\%$
Увязка балансировочными клапанами BALLOREX настройка "3,0"											
Ветвь Т $\Delta P_p = 6167,2$ Па											
27-45	101,9	1,38		15	34,6	47,75	0,148	10,6	121,9	169,6	крестовина на ответвление=3; клапан=7,6
45-46	81,5	3,05		15	21,0	64,05	0,118	1	7,0	71,1	тройник на проход=1
46-47	61,1	3,00		15	13,9	41,70	0,090	1	4,0	45,7	тройник на проход=1
47-48	40,7	2,73		15	4,5	12,29	0,060	1	1,8	14,0	тройник на проход=1
48-48'	20,4	6,70		15	2,1	14,07	0,030	130,8	57,6	71,6	тройник на проход=1; 4отвода=6; клапан с термостат.головкой=100; радиатор=2,4; вентиль баланс.=19,9; тройник на слияние=1,5
48'-47'	40,7	2,73		15	4,5	12,29	0,060	1,5	2,6	14,9	тройник на слияние=1,5
47'-46'	61,1	3,00		15	13,9	41,70	0,090	1,5	5,9	47,6	тройник на слияние=1,5
46'-45'	81,5	3,05		15	21,0	64,05	0,118	1,5	10,6	74,6	тройник на слияние=1,5
45'-27'	101,9	1,38		15	34,6	47,75	0,148	10,6	121,9	169,6	клапан=7,6; крестовина на слияние=3
678,9											$100 \cdot (6167,2 - 678,9) / 6167,2 = 88,99\%$

продолжение таблицы Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Увязка балансировочными клапанами BALLOREX настройка "4,0"											
Ветвь У $\Delta P_p=6167,2$ Па											
27-49	40,8	0,32		15	4,5	1,43	0,060	10,6	18,7	20,1	крестовина на ответвление=3; клапан=7,6
49-49'	20,4	6,70		15	2,1	14,07	0,029	130,8	57,6	71,6	тройник на проход=1; 4отвода=6; клапан с термостат.головкой=100; радиатор=2,4; вентиль баланс.=19,9; тройник на слияние=1,5
49'-27'	40,8	0,32		15	4,5	1,43	0,060	10,6	18,7	20,1	клапан=7,6; крестовина на слияние=3
										111,8	$100 \cdot (6167,2 - 111,8) / 6167,2 = 98,2\%$
Увязка балансировочными клапанами BALLOREX настройка "2,0"											

Приложение Ж

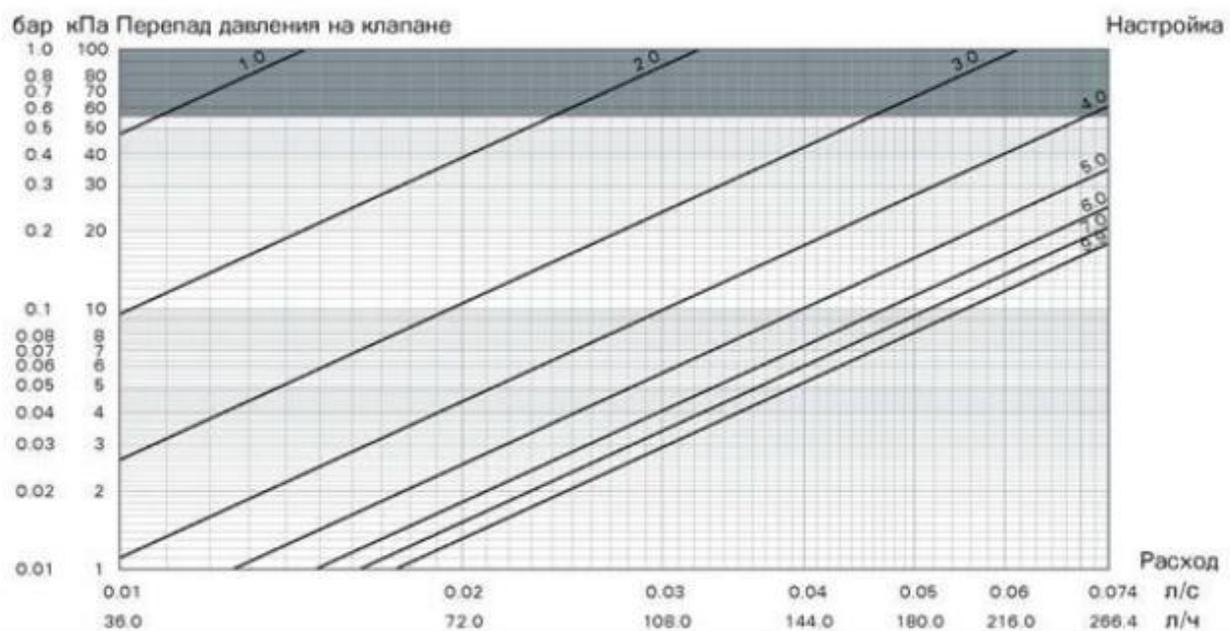


Рисунок Ж.1 - Диаграмма подбора настройки балансировочных клапанов Ballorex Venturi

Приложение 3

Характеристика циркуляционного насоса

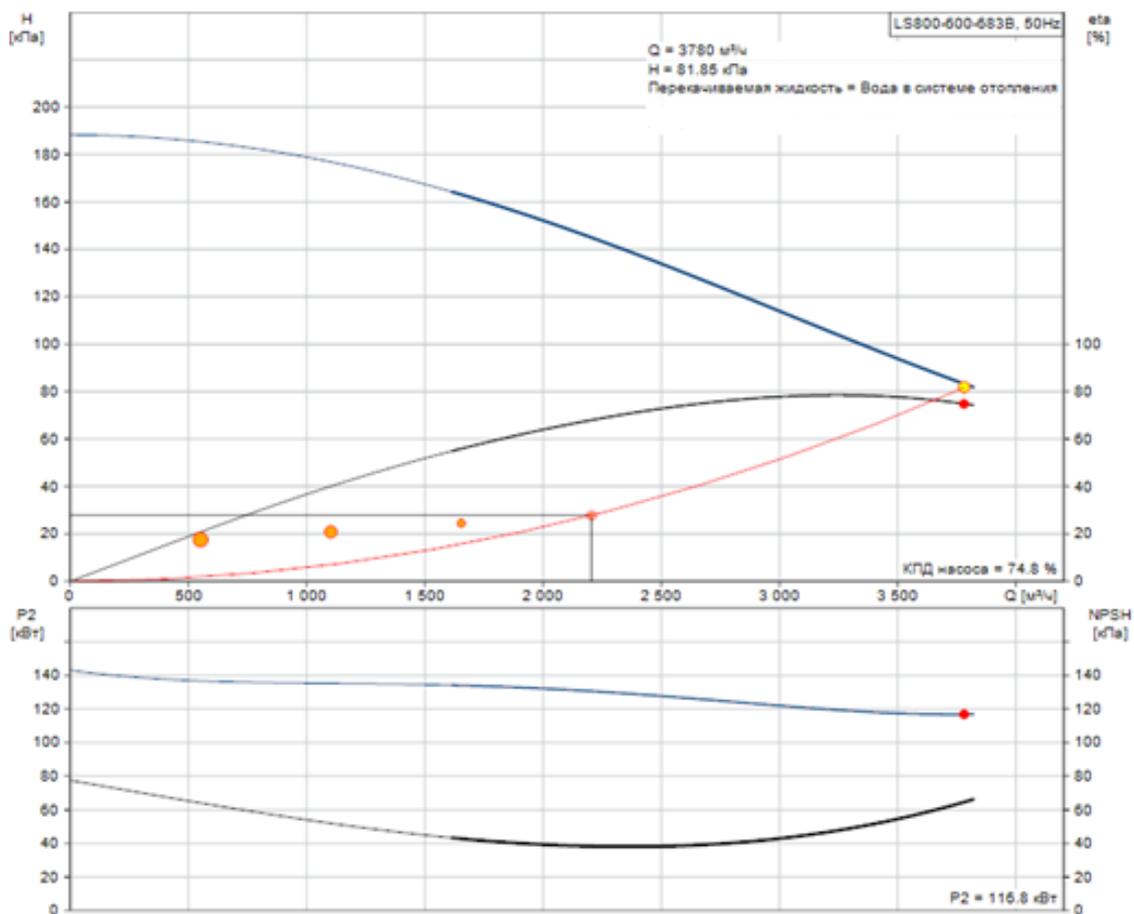


Рисунок 3.1 - Характеристика насоса GRUNDFOS LS800-600-683B

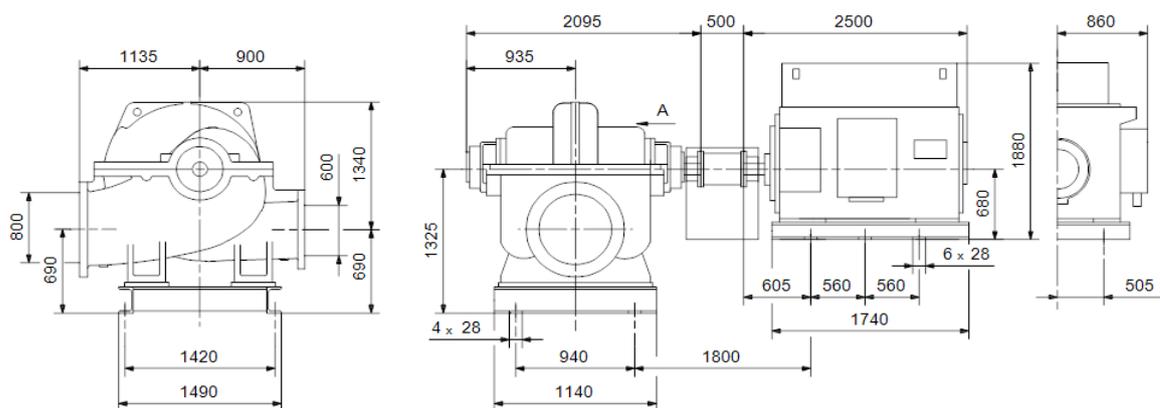


Рисунок 3.2 - Габаритные размеры насоса GRUNDFOS LS800-600-683B

Приложение И

Характеристики электроотопительного котла ЭПО-240

Таблица И.1 - Характеристики электроотопительного котла ЭПО-240

Артикул	Мощность, кВт	Ступени мощности, кВт	Напряжение, В	Отапливаемая площадь, кв. м. (при высоте потолка 3,2 м)	Габариты / Вес			
					Котел		Пульт	
					Высота ширина глубина, мм	Вес, кг	Высота ширина глубина, мм	Вес, кг
11205	240	60 / 60 / 60 / 60	380	2400	775x610x1120	130	900x615x325	50

Приложение К

Характеристики теплообменника НН№04

Таблица К.1 - Характеристики теплообменника НН№04

Тип теплообменника	№ рамы	Размеры в миллиметрах			Стяжные шпильки		Кол-во пластин, шт.	Макс. масса, кг.
		L	L1	L2	размер	кол-во, шт.		
НН№04 общепромышленное/специальное исполнение	1	323	303	250	M16	6	5-34	50

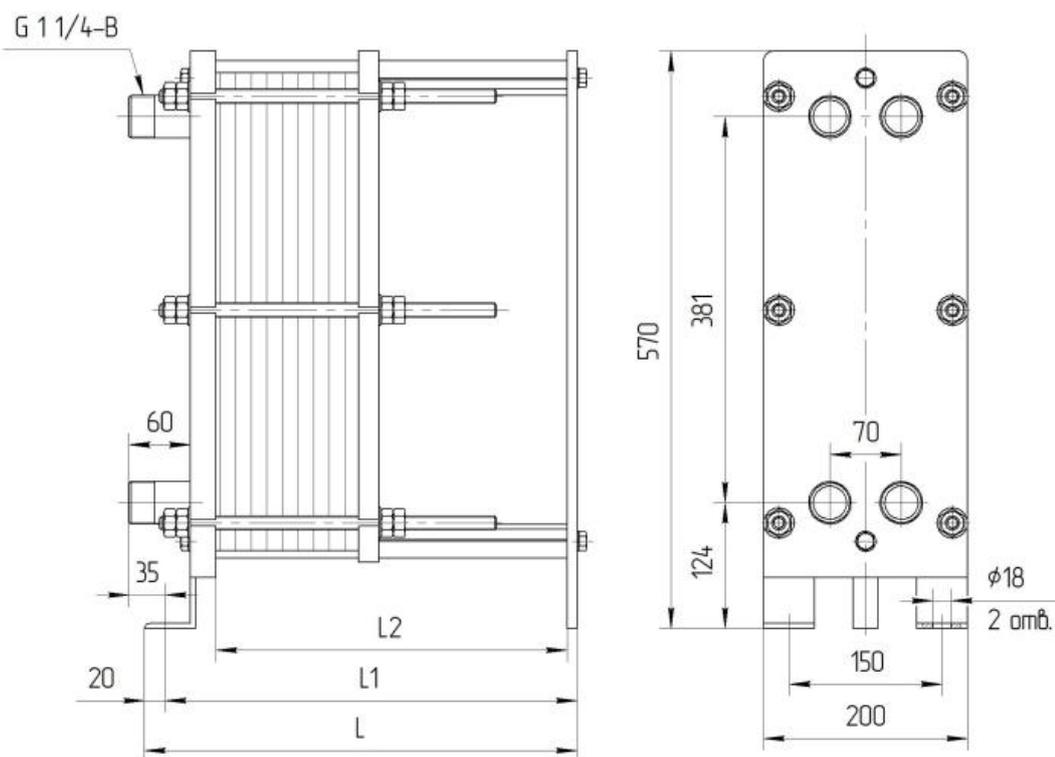


Рисунок К.1 - Габаритные размеры теплообменника НН№04

Приложение Л

Построение процесса на I-d диаграмме в ТП

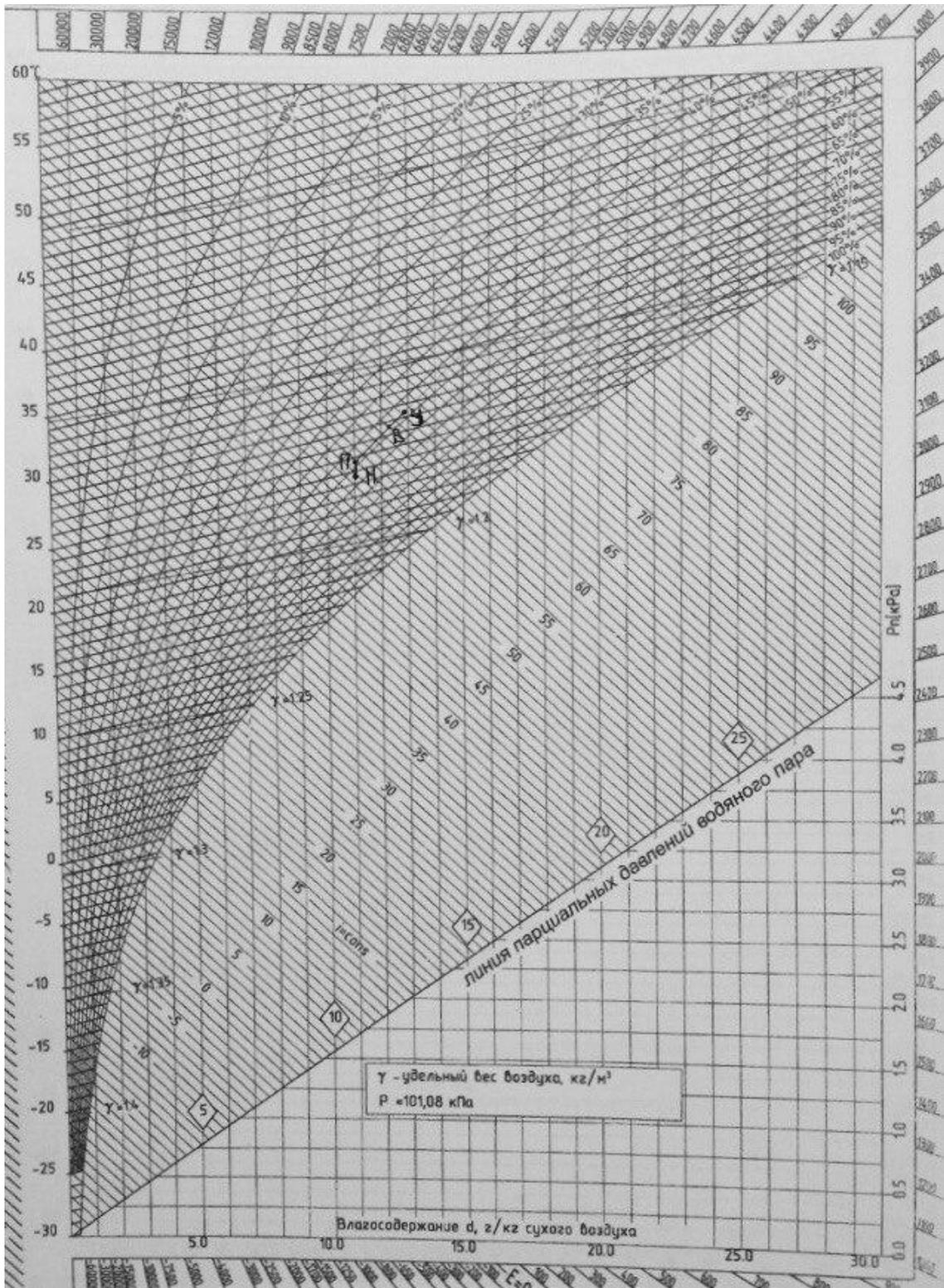


Рисунок Л.1 - Процесс изменения параметров воздуха в теплый период года

Приложение М

Построение процесса на I-d диаграмме в ТП

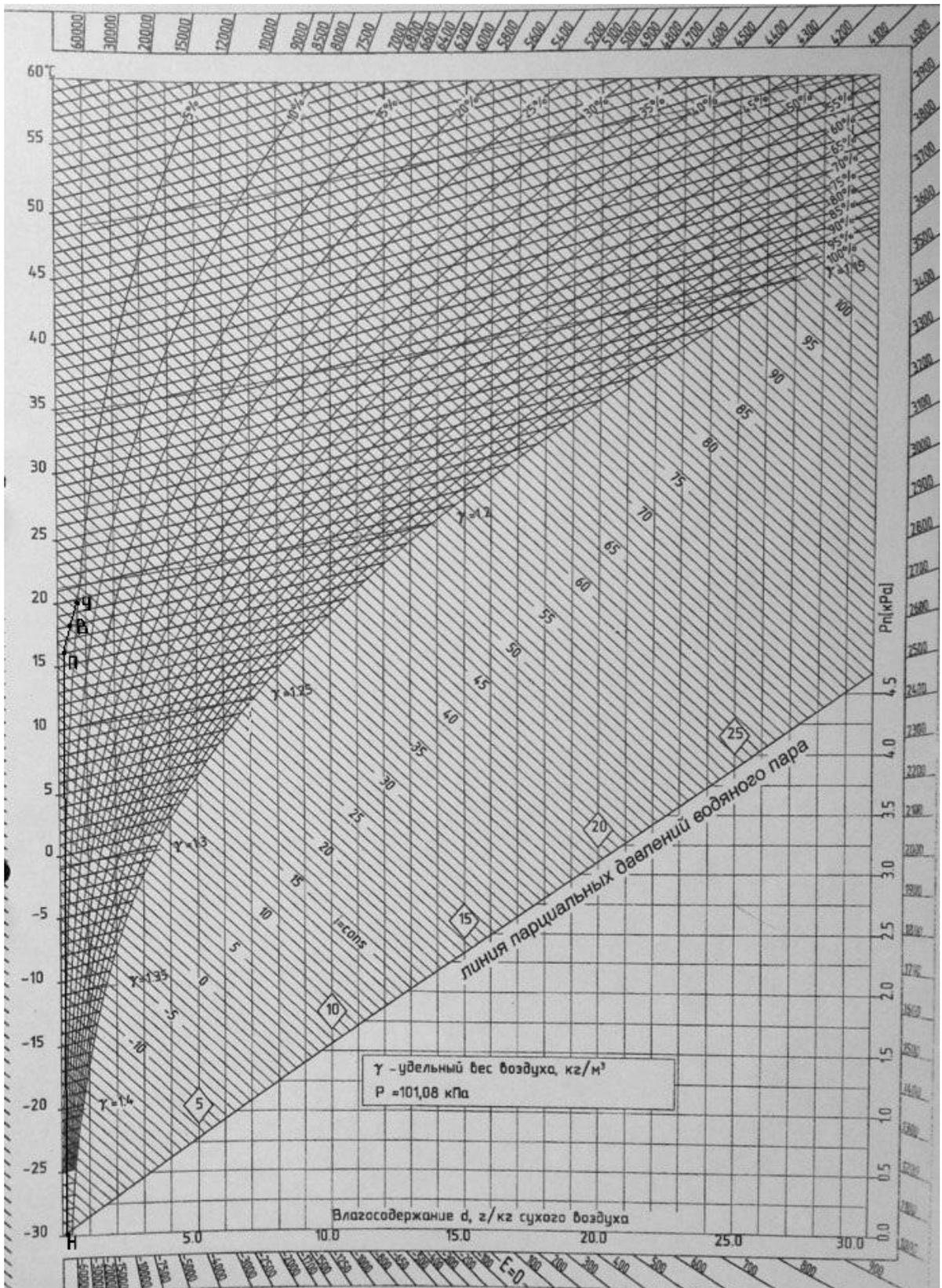


Рисунок М.1 - Процесс изменения параметров воздуха в холодный период года

Приложение Н

Расчетные схемы систем П1, П2, В1

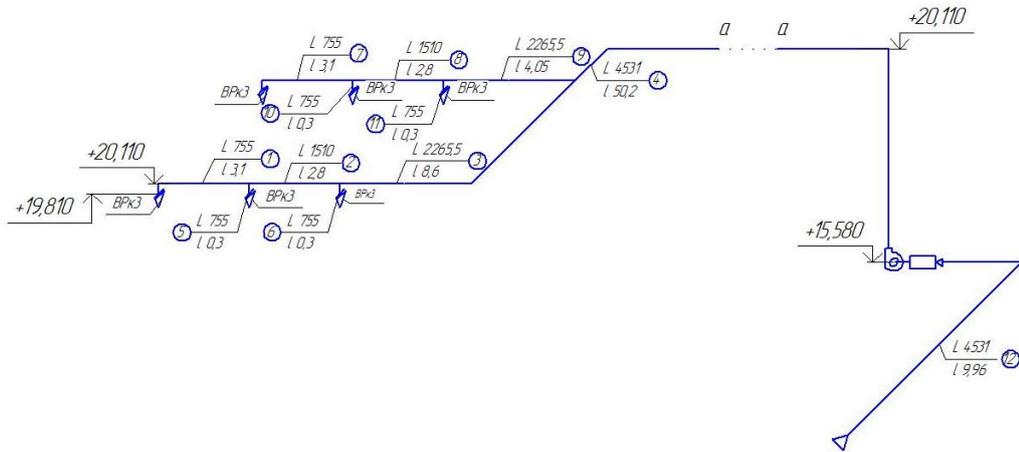


Рисунок Н.1 – Расчетная схема П1

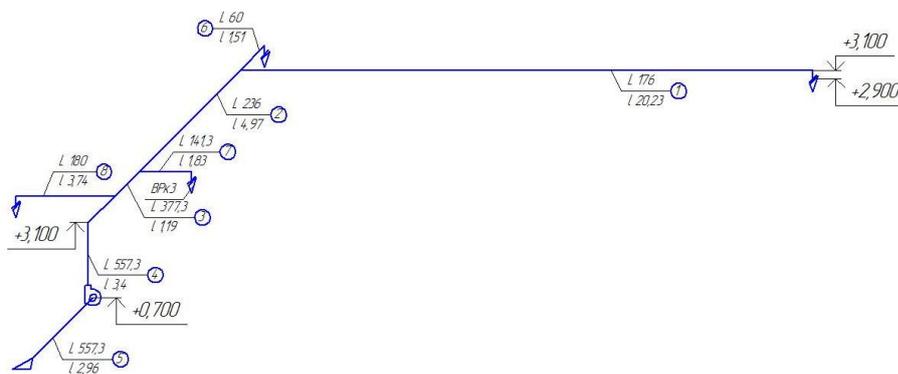


Рисунок Н.2 – Расчетная схема П2

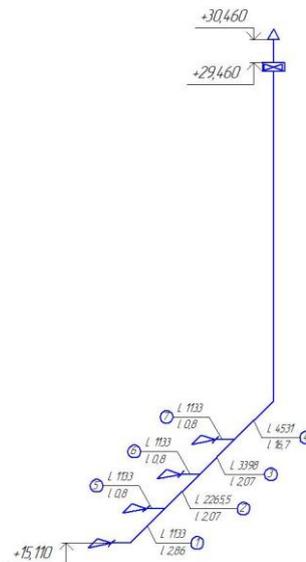


Рисунок Н.3 – Расчетная схема В1

Приложение О

Аэродинамический расчет систем П1, П2, В1

Таблица О.1 - Аэродинамический расчет

№ уч- ка	L, $\frac{м^3}{ч}$	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R·l, Па	$\sum \xi$	P _д , Па	Z, Па	R·l+Z, Па	$\sum(R·l+Z),$ Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	V, м/с								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
П1													
Магистраль													
ВР	755			0,078	2,70			1,50	4,37	6,56	6,56		
1	755	3,1	250	0,049	4,27	0,857	2,657	0,70	10,96	7,67	10,33	16,9	Отв.90°=0,35+тр. на проходе=0,35
2	1510	2,8	315	0,078	5,38	1,013	2,837	0,20	17,40	3,48	6,32	23,2	тр.на проходе=0,2
3	2266	8,6	315	0,078	8,08	2,116	18,18	0,75	39,16	29,37	47,55	70,8	Отв.90°=0,35+тр. на проходе=0,4
4	4531	50,2	400	0,126	10,02	2,376	119,25	1,05	60,25	63,26	182,51	253,3	3 отв.90°=1,05
Ответвления													
ВР	755			0,078	2,70			1,50	4,37	6,56	6,56		
5	755	0,3	250	0,049	4,27	0,857	0,257	0,55	10,96	6,03	6,29	12,8	тр. на ответвление=0,55
												<i>Невязка:</i> $\frac{16,9 - 12,8}{16,9} \cdot 100 = 23,9\% \rightarrow \text{диафрагма} = 224$	
ВР	755			0,078	2,7			1,50	4,37	6,56	6,56		
6	755	0,3	250	0,049	4,27	0,857	0,257	1,10	10,96	12,06	12,32	18,9	тр. на ответвление=1,1
												<i>Невязка:</i> $\frac{23,2 - 18,9}{23,2} \cdot 100 = 18,7\% \rightarrow \text{диафрагма} = 224$	
ВР	755			0,078	2,70			1,50	4,37	6,56	6,56		

продолжение таблицы О.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
7	755	3,1	250	0,049	4,27	0,857	2,657	0,70	10,96	7,67	10,33	16,9	Отв.90°=0,35+ тр. на проходе=0,35
8	1510	2,8	315	0,078	5,38	1,013	2,837	0,20	17,40	3,48	6,32	23,2	тр.на проходе=0,2
9	2266	4,1	315	0,078	8,08	2,116	8,570	0,90	39,18	35,26	43,83	67,0	тр. на ответвление=0,9
													<i>Невязка:</i> $\frac{70,8 - 67,0}{70,8} \cdot 100 = 5,2\%$
BP	755			0,078	2,70			1,50	4,37	6,56	6,56		
10	755	0,3	250	0,049	4,27	0,857	0,257	0,70	10,96	7,67	7,931	14,5	тр. на ответвление=0,7
													<i>Невязка:</i> $\frac{16,9 - 14,5}{16,9} \cdot 100 = 14,2\%$
BP	755			0,078	2,70			1,50	4,37	6,56	6,56		
11	755	0,3	250	0,049	4,27	0,857	0,257	1,10	10,96	12,06	12,32	18,9	тр. на ответвление=1,1
													<i>Невязка:</i> $\frac{23,2 - 18,9}{23,2} \cdot 100 = 18,7\% \rightarrow \text{диафрагма} = 224$
12	4531	9,96	400	0,13	10,02	2,376	23,66				256,5	509,7	калорифер, фильтр=200Па, утепленный клапан=20Па, решетка ЖМ-3=12,8 Па
B1													
Магистраль													
1	1133	2,86	315	0,078	4,04	0,334	0,955	2,50	9,79	24,48	25,43	25,4	Вытяжка=1,4+отв.90°=0,35+тр. на проходе=0,75
2	2266	2,07	355	0,099	6,36	0,667	1,381	0,35	24,28	8,50	9,88	35,3	тр. на проходе=0,35
3	3398	2,07	400	0,126	7,52	1,400	2,898	0,50	33,89	16,95	19,84	55,2	тр. на проходе=0,5
4	4531	16,7	400	0,126	10,02	2,376	39,679	0,35	60,25	21,09	60,77	115,9	отв.90°=0,35
Ответвления													
5	1133	0,80	315	0,078	4,04	0,334	0,267	1,50	9,80	14,69	14,96	15,0	Вытяжка=1,4+тр. На отв.=0,1

продолжение таблицы О.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>Невязка</i> : $\frac{25,4 - 15,0}{25,4} \cdot 100 = 41,2\% \rightarrow \text{диафрагма} = 262$													
6	1133	0,80	315	0,078	4,04	0,334	0,267	0,30	9,80	2,94	3,21	3,2	Вытяжка=1,4+тр. на ответвление=-1,1
<i>Невязка</i> : $\frac{35,3 - 3,2}{35,3} \cdot 100 = 90,9\% \rightarrow \text{диафрагма} = 226$													
7	1133	0,80	315	0,078	4,04	0,334	0,267	1,75	9,80	17,14	17,41	17,4	Вытяжка=1,4+тр. на отв.=0,35
<i>Невязка</i> : $\frac{55,2 - 17,4}{55,2} \cdot 100 = 68,6\% \rightarrow \text{диафрагма} = 222$													
Участок после вентилятора													
5	4531	1,00	400	0,126	10,02	2,376	2,376	1,30	60,25	78,32	80,70		Шахта вытяжная с зонтом=1,3
П2													
1	176	20,2	125	0,012	3,99	6,800	137,56	1,65	9,53	15,73	153,29	153,29	РВ=1,3; отвод=0,35; тр. на отв-
2	236	5,0	125	0,012	5,34	3,050	15,16	0,5	17,14	8,57	23,73	177,02	тр. на проходе=0,5
3	377,3	1,2	140	0,015	6,81	3,760	4,47	0,25	27,84	6,96	11,43	188,45	тр. на проходе=0,25
4	557,3	3,4	140	0,015	10,06	4,520	15,37	0,35	60,74	21,26	36,63	225,08	отвод=0,35
5	557,3	3,0	140	0,015	10,06	4,520	13,38		60,74	246,2	259,56	484,64	калорифер, фильтр=200Па, утепленный клапан=20Па, решетка ЖМ-3=12,8 Па
Ответвления													
6	60	1,5	125	0,012	1,36	0,286	0,432	2,20	1,11	2,44	2,87	2,9	РВ=1,3; тр. на отв.=0,55; отвод=0,35
<i>Невязка</i> : $\frac{153,3 - 2,9}{153,3} \cdot 100 = 98,4\% \rightarrow \text{диафрагма} = 114$													
7	141,3	2,1	125	0,012	3,20	1,260	2,684	2,31	6,14	14,19	16,88	16,9	РВ=1,3; тр. на ответвление=0,66, отвод=0,35

продолжение таблицы О.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
												$\text{Невязка: } \frac{177,02 - 16,9}{177,02} \cdot 100 = 90\% \rightarrow \text{диафрагма} = 70$	
8	180	3,7	125	0,012	4,08	7,100	26,554	2,31	9,97	23,03	49,59	49,6	РВ=1,3; тр. на ответвление=0,66, отвод=0,35
												$\text{Невязка: } \frac{188,45 - 46,9}{188,45} \cdot 100 = 75\% \rightarrow \text{диафрагма} = 71$	

Приложение II

Аэродинамический расчет вытяжных систем вентиляции

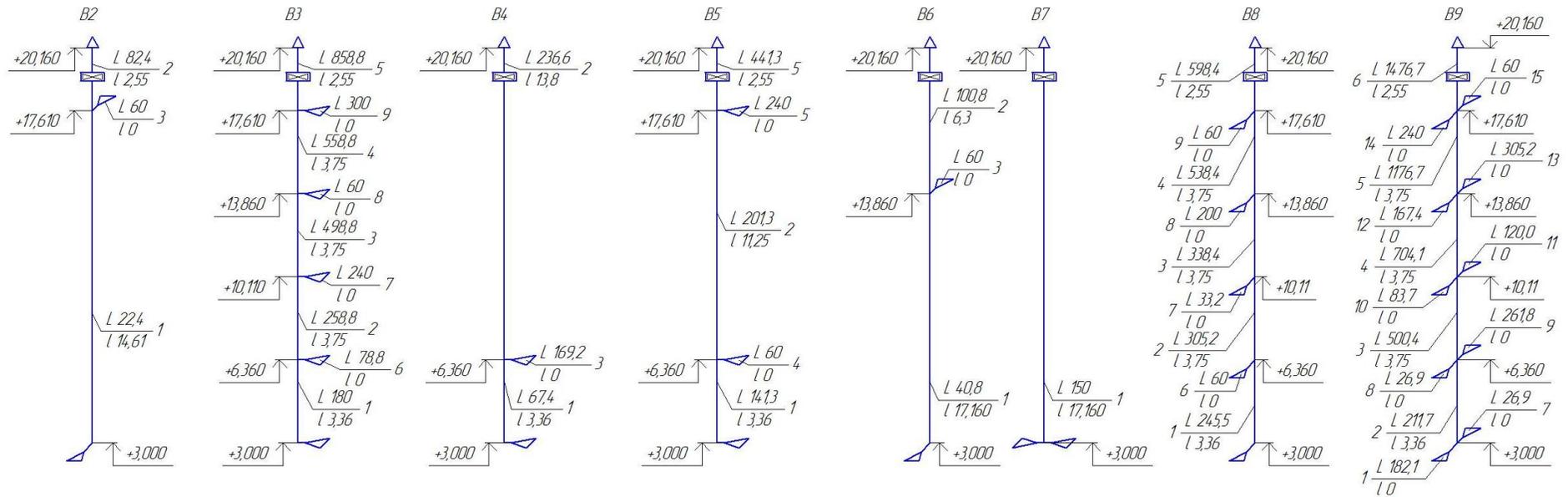


Рисунок П.1 – Расчетные схемы систем B2-B9

Аэродинамический расчет вытяжных систем вентиляции

Таблица П.1 - Аэродинамический расчет вытяжных систем вентиляции

№ уч- ка	L, $\frac{м^3}{ч}$	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R·l, Па	$\sum \xi$	P _д , Па	Z, Па	R·l+Z, Па	$\sum(R·l+Z),$ Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	V, м/с								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
В2(ВЕ1)													
Магистраль													
ВРВ	22,4											8,00	
1	22,4	14,61	100	0,008	0,79	0,020	0,292	0,42	0,38	0,16	0,45	8,5	Отв.90°=0,2+тр. на проходе=0,22
2	82,4	2,55	120	0,011	2,02	0,050	0,128	0,20	2,46	0,49	0,62	9,1	Зонт=0,2
Невязка (9,6-9,1)/9,6=5%													
Ответвления													
ВРВ	60											8,00	
3	60	0,00	100	0,008	2,12	0,020	0,000	0,20	2,70	0,54	0,54	8,5	Тр.отв=0,2
Невязка участков 1 и 3 0%													
В3													
ВРВ	180											15,00	
1	180	3,36	200	0,031	1,59	0,250	0,840	0,42	1,52	0,64	1,48	16,5	Отв.90°=0,2+тр. на проходе=0,22
2	259	3,36	200	0,031	2,29	0,540	1,814	0,20	3,15	0,63	2,44	18,9	тр.на проходе=0,2
3	499	3,36	200	0,031	4,41	1,200	4,032	0,20	11,69	2,34	6,37	25,3	тр.на проходе=0,2
4	559	3,36	200	0,031	4,95	1,320	4,435	0,20	14,67	2,93	7,37	32,7	тр.на проходе=0,2
5	859	2,55	200	0,031	7,60	1,320	3,366	0,20	34,65	6,93	10,30	43,0	Зонт=0,2
Ответвления													
ВРВ	80											15,00	

продолжение таблицы П.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
6	80	0,00	100	0,008	2,83	0,000	0,000	0,25	4,81	1,20	1,20	16,2	Тр.отв=0,25
Невязка участков 1 и 6 (16,5-16,2)/16,5=2%													
ВРВ	240											17,00	
7	240	0,00	200	0,031	2,12	0,000	0,000	0,25	2,70	0,68	0,68	17,7	Тр.отв=0,25
Невязка участков 2 и 7 (18,9-17,7)/18,9=6%													
ВРВ	60											19,00	
8	60	0,00	100	0,008	2,12	0,000	0,000	1,20	2,70	3,25	3,25	22,2	Тр.отв=1,2
Невязка участков 3 и 8 (25,3-22,2)/25,3=12%													
ВРВ	300											25,00	
9	300	0,00	180	0,025	3,28	0,000	0,000	1,20	6,44	7,73	7,73	32,7	Тр.отв=1,2
Невязка участков 4 и 9 =0%													
В4													
ВРВ	67,4											20,00	
1	67,4	3,36	100	0,008	2,38	1,040	3,494	0,42	3,41	1,43	4,93	24,9	Отв.90°=0,2+тр. на проходе=0,22
2	236,6	13,80	120	0,011	5,81	4,930	68,034	0,20	20,28	4,06	72,09	97,0	зонт=0,2
Ответвления													
ВРВ	169,2											15,00	
3	169	0,00	200	0,031	1,50	0,000	0,000	0,25	1,34	0,34	0,34	15,3	Тр.отв=0,25
Невязка участков 1 и 6 (16,5-16,2)/16,5=2%													
В5													
ВРВ	141,3											30,00	
1	141	3,36	120	0,011	3,46	1,090	3,662	0,40	7,20	2,88	6,54	36,5	Отв.90°=0,2+тр. на проходе=0,2
2	201	11,25	120	0,011	4,94	2,850	32,063	0,20	14,64	2,93	34,99	71,5	тр.на проходе=0,2
3	441	2,55	180	0,025	4,82	1,690	4,310	0,20	13,92	2,78	7,09	78,6	зонт=0,2
Ответвления													

продолжение таблицы П.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ВРВ	60											25,00	
4	60	0,00	100	0,008	2,12	0,000	0,000	2,25	2,70	6,09	6,09	31,1	Тр.отв=2,25
Невязка участков 1 и 4 (36,5-31,1)/36,5=14%													
ВРВ	240											25,00	
5	240	0,00	120	0,011	5,90	0,000	0,000	2,00	20,87	41,74	41,74	66,7	Тр.отв=2,25
Невязка участков 1 и 5 (71,5-66,7)/71,5=7%													
В6													
ВРВ	40,8											15,00	
1	40,8	3,36	100	0,008	1,44	0,380	1,277	0,40	1,25	0,50	1,78	16,8	Отв.90°=0,2+гр. на проходе=0,2
2	90,8	7,50	100	0,008	3,21	1,380	10,350	0,20	6,19	1,24	11,59	28,4	гр.на проходе=0,2
3	107,2	6,30	100	0,008	3,79	1,480	9,324	0,20	8,63	1,73	11,05	39,4	зонт=0,2
Ответвления													
ВРВ	50											16,00	
4	50	0,00	100	0,008	1,77	0,000	0,000	0,25	1,88	0,47	0,47	16,5	Тр.отв=0,25
Невязка участков 1 и 4 (16,8-16,5)/16,8=2%													
ВРВ	16,4											27,00	
5	16,4	0,00	80	0,005	0,91	0,000	0,000	2,25	0,49	1,11	1,11	28,1	Тр.отв=2,25
Невязка участков 2 и 5 (28,4-28,1)/28,4=1%													
В7													
ВРВ	75											15,00	
1	150	17,16	120	0,011	3,69	1,290	22,136	0,40	8,15	3,26	25,40	40,4	Отв.90°=0,2+гр. на проходе=0,2
В8													
ВРВ	245,5											25,00	
1	246	3,36	140	0,015	4,44	1,920	6,451	0,40	11,83	4,73	11,19	36,2	Отв.90°=0,2+гр. на проходе=0,2

продолжение таблицы П.1

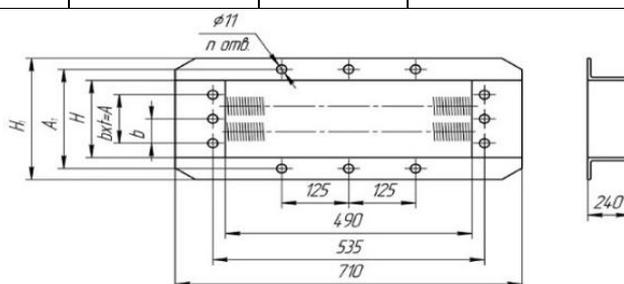
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2	305,2	3,75	160	0,020	4,22	1,620	6,075	0,20	10,68	2,14	8,21	44,4	тр.на проходе=0,2
3	338	3,75	160	0,020	4,67	1,710	6,413	0,20	13,10	2,62	9,03	53,4	тр.на проходе=0,2
4	538,4	3,75	180	0,025	5,88	2,250	8,438	0,20	20,75	4,15	12,59	66,0	тр.на проходе=0,2
5	598,4	3,75	180	0,025	6,54	2,730	10,238	0,20	25,63	5,13	15,36	81,4	зонт=0,2
Ответвления													
ВРВ	60											27,00	
6	60	0,00	80	0,005	3,32	0,000	0,000	1,25	6,60	8,25	8,25	35,3	Тр.отв=1,25
Невязка участков 1 и 6 (36,2-35,3)/36,2=2%													
ВРВ	33,2											27,00	
7	33,2	0,00	80	0,005	1,84	0,000	0,000	2,25	2,02	4,55	4,55	31,5	Тр.отв=2,25
Невязка участков 2 и 7 (44,4-31,5)/44,4=15%													
ВРВ	200											43,00	
8	200	0,00	120	0,011	4,91	0,000	0,000	0,43	14,49	6,23	6,23	49,2	Тр.отв=0,43
Невязка участков 3 и 8 (53,4-49,2)/53,4=7%													
ВРВ	60											43,00	
9	60	0,00	80	0,005	3,32	0,000	0,000	2,58	6,60	17,04	17,04	60,0	Тр.отв=2,58
Невязка участков 4 и 9 (66-60)/66=10%													

Приложение Р

Характеристики электрических калориферов

Таблица Р.1 - Характеристики электрических калориферов

Приточная вентиляция	Наименование	Установленная мощность, кВт	Производительность по воздуху, м ³ /ч	Перепад температур выходящего и входящего воздуха °С	Температура выходящего воздуха °С	Температура на поверхности нагревателей °С
П1	СФО-100	90	5000	75	100	190
П2	СФО-16	15	600	30	11	



Тип электрокалорифера	A	A ₁	b	t	n	H	H ₁
СФО - 16	100	185	100	1	20	140	220
СФО - 100	500	630	125	4	32	685	665

Рисунок Р.1 – Габаритные и присоединительные размеры калориферов

Приложение С

Характеристики вентиляторов П1, П2, В1

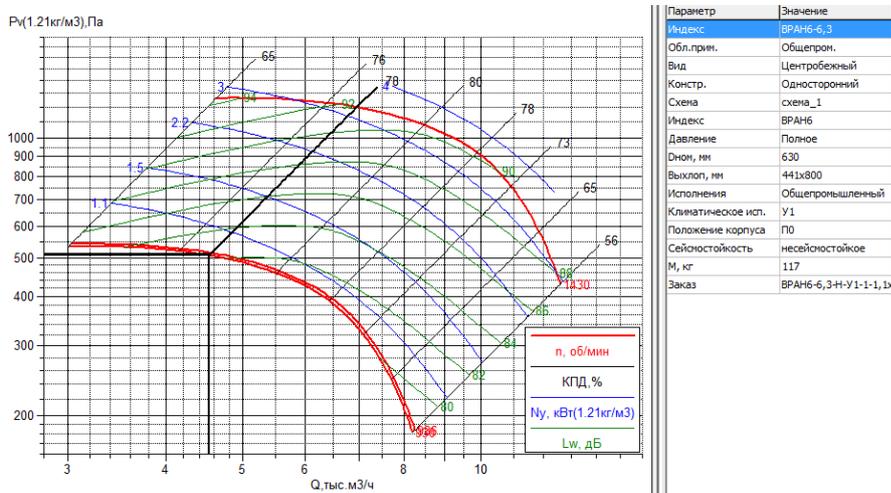


Рисунок С.1 – Характеристики вентилятора системы П1

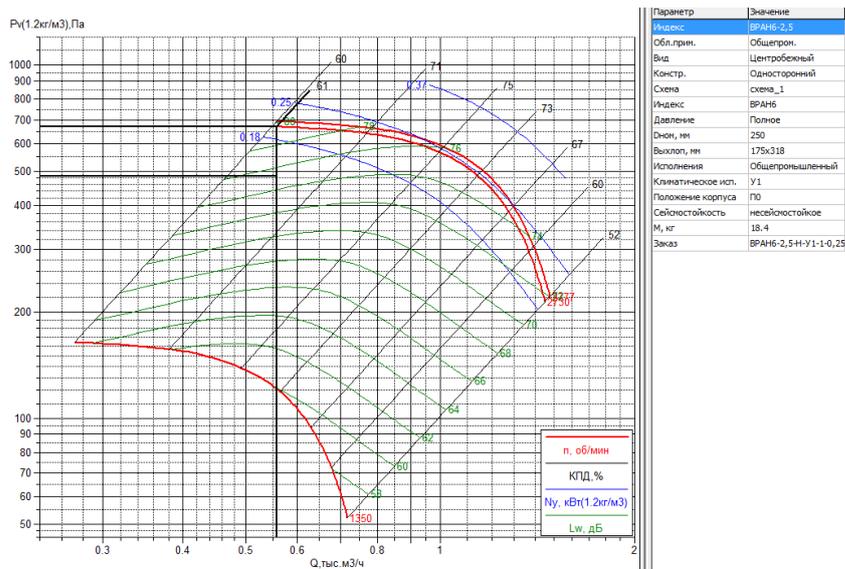


Рисунок С.2 – Характеристики вентилятора системы П2

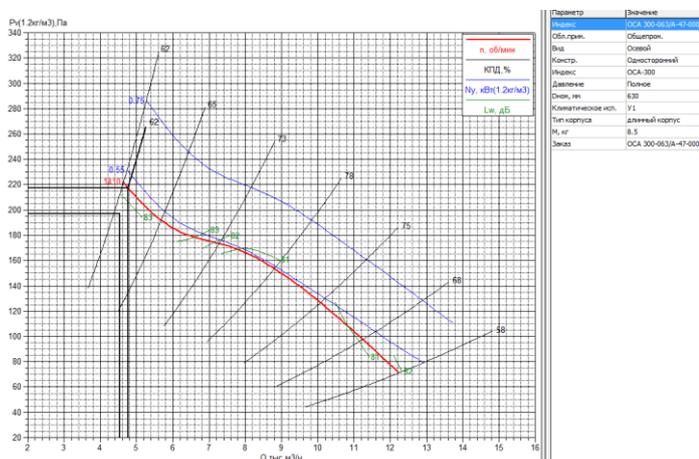


Рисунок С.3 – Характеристики вентилятора системы В1

Приложение Г

Характеристики приточных установок

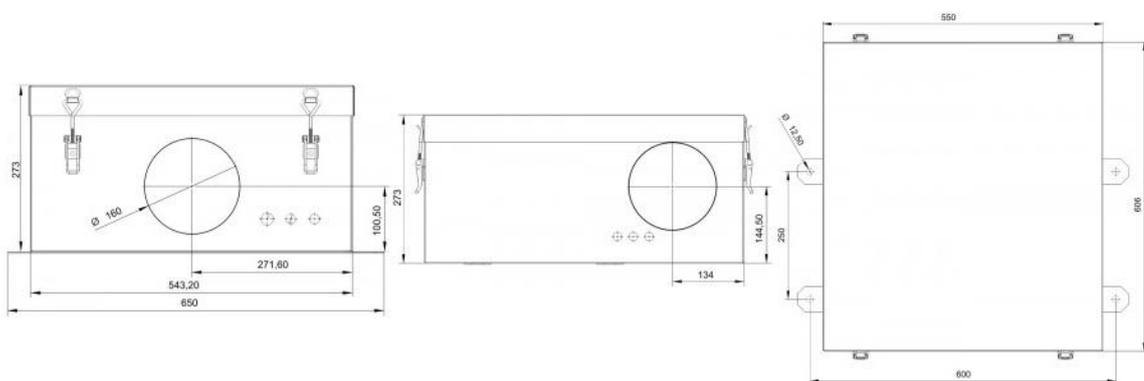


Рисунок С.1 – Размеры и элементы крепления установки ВентБокс - 1000, L=975 м³/ч



Рисунок С.2 – Аэродинамические характеристики КИБ Квардо, L=60 м³/ч

Таблица С.1- Характеристики установки Blizzard A+

Характеристика	Значение
Wi-Fi управление:	Вкл\вкл через умную розетку
Вид:	Проветриватель
Датчик качества воздуха:	Нет
Датчик уровня CO2:	Нет
Диаметр воздухопроводов, мм:	100-125
Класс фильтров:	G3-F7
Наличие клапана:	Да
Производительность, м3:	0-225
Размеры, ШxВxГ, мм:	310x445x134
Вес, кг:	5.5
Диаметр монтажного отверстия, мм:	140

Приложение У

Характеристики электрической тепловой завесы Тепломаш КЭВ-18П3041Е

Таблица У.1- Характеристики тепловой завесы КЭВ-18П3041Е

Тип оборудования	Электрическая тепловая завеса Тепломаш КЭВ-18П3041Е
Источник тепла	Электричество
Ступени мощности, кВт	9\18
Уровень шума, дБ(А)	56
Максимальная мощность, кВт	18
Тип установки	Горизонтально\Вертикально
Потребляемая эл. мощность, Вт	200
Максимальная высота установки, м	3,5
Габариты, мм	2015x325x265
Длина завесы, м	2
Вес, кг	28
Класс защиты	IP21
Расход воздуха, м ³ /ч	2500
Напряжение электропитания, В	380
Максимальный ток, А	28
Скорость воздуха на выходе из сопла, м/с	9.2
Максимальный подогрев воздуха, С	22
Гарантия	2 года

Приложение Ф

Таблица Ф.1 - Расчет трудоемкости

№ п/п	Наим.работ	Ед.изм	Обоснование	Норма времени, чел. час	Трудо-емкость		Всего чел. дней	Состав бригады
					Захватка			
					Объем работ	Чел. дни		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Разметка мест прокладки трубопроводов	100 м	Е 9-1-1	1,2	4,76	0,7	0,7	6 разр.-1
2	Сверление и пробивка отверстий в стенах и перегородок	100 отв.	Е 9-1-46	3,36	0,26	0,11	0,11	3 разр.-1
3	Комплектование и подноска материалов и изделий	1 т	Е 9-1-41	3	1,9	0,7	0,7	4 разр.-1 2 разр.-1
4	Прокладка стальных трубопроводов D до 15 D до 32	1 м	Е 9-1-2	0,16 0,18	306,4 169,1	5,98 3,71	9,69	4 разр.-1 3 разр.-1
5	Установка радиаторов	шт.	Е 9-1-12	0,04 0,44 0,24	106	0,2 2,25 1,23	3,68	4 разр.-1 3 разр.-1
6	Установка воздухоотводчиков	шт.	ГЭСН 18-06-003-10	1,66	106	1,62	1,62	5 разр.-1
7	Установка регуляторов давления	шт.	Е 9-1-38	2,8	38	1,02	1,02	5 разр.-1 4 разр.-1 3 разр.-1
8	Установка кранов	шт.	ГЭСН 16-05-001-01	1,47	101	8,07	8,07	5 разр.-1 3 разр.-1
9	Монтаж насосов	шт.	Е 34-23	2,4	2	0,59	0,59	4 разр.-1 2 разр.-1

продолжение таблицы Ф.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	Монтаж распределительной гребенки	шт.	Е 9-1-33	1,7	1	0,21	0,21	5 разр.-1 4 разр.-1 3 разр.-1
11	Изоляция трубопроводов	м ²	Е 11-3	0,29	43,5	1,54	1,54	4 разр.-1 3 разр.-1
12	Сварка трубопроводов	стык	Е 22-2-1				10,02	Электро сварщик 6 разр.-1
	Вертикальная неповоротная			0,11	494	6,63		
	Горизонтальная неповоротная			0,13	214	3,39		
13	Испытание трубопроводов	100 м 1 шт.	Е 9-1-8				6,61	6 разр.-1 5 разр.-1 4 разр.-1 3 разр.-1
	Первое рабочее испытание отдельных частей системы			5,3	4,76	3,08		
	Рабочая проверка системы в целом			2,8	4,76	1,63		
	Проверка на прогрев отопительных приборов с регулировкой			0,11	106	0,56		
	Окончательная проверка системы при сдаче			2,3	4,76	1,34		
	Итого						44,6	
	Накладными расходами 10%						4,46	
	Подготовительными работами 4%						1,78	
	Всего						50,8	

