

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ

(институт)

Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение

(кафедра)

270800.62 (08.03.01) Строительство

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Теплогазоснабжение и вентиляция

(наименование профиля, специализации)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: «г.о. Тольятти. Детский сад. Реконструкция отопления и вентиляции»

Студент(ка)

В.Г Кузнецова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Е.В. Одокиенко

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

А.В. Щипанов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Нормоконтроль

И.Ю. Амирджанова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент М.Н. Кучеренко _____

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« _____ » _____ 20 _____ г.

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ
(институт)
Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение
(кафедра)

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой ТГВВиВ
М.Н. Кучеренко
(подпись) (И.О. Фамилия)
« ____ » _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ на выполнение бакалаврской работы

Студент Кузнецова Виктория Геннадьевна

1. Тема г.о. Тольятти. Детский сад. Реконструкция отопления и вентиляции
2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы 1.06.2016
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе Строительные чертежи детского сада
4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов, разделов) Тепловая защита здания. Проектирование системы отопления. Проектирование системы вентиляции. Организация монтажных работ. Автоматизация индивидуального теплового пункта. Безопасность и экологичность технического объекта
5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала Лист общих данных. Планы здания. Аксонометрические схемы системы отопления, вентиляции
6. Консультанты по разделам А.В. Щипанов
7. Дата выдачи задания «18» апреля 2016 г.

Руководитель выпускной
квалификационной работы

Е.В. Одокиенко
(подпись) (И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

В.Г. Кузнецова
(подпись) (И.О. Фамилия)

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ

(институт)

Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение
(кафедра)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой ТГВВиВ

М.Н. Кучеренко

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« ____ » _____ 20__ г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

выполнения бакалаврской работы

Студента Кузнецовой Виктории Геннадьевны

по теме г.о. Тольятти. Детский сад. Реконструкция отопления и вентиляции

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Тепловая защита здания	29.04.2016	29.04.2016	Выполнено	
Проектирование системы отопления	4.05.2016	4.05.2016	Выполнено	
Проектирование системы вентиляции	10.05.2016	10.05.2016	Выполнено	
Организация монтажных работ	14.05.2016	14.05.2016	Выполнено	
Автоматизация индивидуального теплового пункта	19.05.2016	19.05.2016	Выполнено	
Безопасность и экологичность технического объекта	1.06.2016	1.06.2016	Выполнено	

Руководитель выпускной
квалификационной работы

(подпись)

Е.В. Одокиенко

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

В.Г. Кузнецова

(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

В работе были запроектированы системы отопления и вентиляции общественного здания – детского сада города Тольятти. Система отопления включает в себя водяное отопление с местными нагревательными приборами и напольное отопление для основных помещений первого этажа. Вентиляция принята и с механическим, и с естественным побуждением. Также было подобрано соответствующее оборудование. Дополнительно произведен расчет окупаемости утепления фасада различными материалами с последующим выбором наиболее подходящего в двух вариантах: с применением новых требований нормативных документов и без них. На каждый вариант составлен энергетический паспорт с присвоением класса энергоэффективности; составлена локальная смета на утепление фасада. Результатом является сравнительный анализ двух вариантов с выбором наиболее целесообразного. Также в работе рассмотрены вопросы автоматизации индивидуального теплового пункта, организации монтажных работ системы отопления, безопасности и экологичности монтажа системы отопления. Работа включает в себя 7 листов графического материала, 60 страниц пояснительной записки, 20 таблиц.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.....	8
1.1 Параметры наружного воздуха.....	8
1.2 Параметры внутреннего воздуха.....	8
1.3 Архитектурно-планировочное описание объекта	9
1.4 Источники теплоснабжения.....	10
2 ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЯ.....	11
2.1 Литературный обзор	11
2.2 Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций.....	15
2.3 Определение вероятности выпадения конденсата на внутренней поверхности ограждающих конструкций.....	19
2.4 Энергетический паспорт	22
2.5 Определение теплотерь здания	27
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ	33
3.1 Описание системы отопления.....	33
3.2 Тепловой расчет приборов	34
3.3 Гидравлический расчет	35
3.4 Расчет напольного отопления.....	37
4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ.....	39
4.1 Описание системы вентиляции	39
4.2 Аэродинамический расчет систем вентиляции	41
4.3 Подбор оборудования.....	42
5 ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ	43
5.1 Технологическая последовательность выполнения работ.....	43
5.2 Контроль качества.....	45
5.3 Определение состава и объема работ	46
6 АВТОМАТИЗАЦИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО ПУНКТА	47
7 Безопасность и экологичность технического объекта	50
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	55
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	56
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	Ошибка! Закладка не определена.

ВВЕДЕНИЕ

С 2007 года потребность населения в дошкольном образовании сильно возросла. Частично этот рост объясняется выдачей материнского капитала по Федеральному закону №256. В связи с этим возникла острая необходимость увеличить количество мест в детских садах. Ситуацию усугубило принятие новых нормативных документов, предъявляющих более жесткие требования к строящимся и реконструируемым зданиям. В г.о. Тольятти располагается 87 детских садов. Большинство из них не удовлетворяют новым требованиям: поэлементному (сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции должно быть больше требуемого), комплексному (удельная теплозащитная характеристика должна быть меньше нормы) и санитарно-гигиеническому (температура внутренней поверхности ограждающей конструкции должна быть меньше установленного значения). Также большей части зданий более 40 лет, что означает превышение срока эксплуатации трубопроводов и радиаторов системы отопления. То же можно сказать и о деревянных окнах, давно пришедших в негодность. Все эти факторы также позволяют сделать неутешительный вывод об энергоэффективности таких зданий. Так как строительство новых дошкольных образовательных учреждений занимает много времени и средств, а также требует дополнительную площадь под застройку, то решением проблемы стала реконструкция существующих зданий. Например, в Тольятти проводится программа энергосбережения для 49 детских садов, предусматривающая утепление фасада и замену окон. Но подобные мероприятия очень тесно связаны с работой существующих систем здания, поэтому они должны проводиться с учетом этой работы или же должны включать замену старых систем на новые.

Таким образом, целью проектирования является реконструкция систем отопления и вентиляции дошкольного образовательного учреждения г.о. Тольятти с обеспечением минимального энергопотребления. При этом необходимо решить следующие задачи:

- обеспечение тепловой защиты здания с учетом трех требований нормативных документов;
- проектирование системы отопления и подбор соответствующего оборудования;
- проектирование системы вентиляции и подбор соответствующего оборудования;
- организация монтажных работ системы отопления;
- автоматизация индивидуального теплового пункта;
- безопасность и экологичность технического объекта при монтаже системы отопления.

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1.1 Параметры наружного воздуха

Параметры наружного воздуха принимаются по нормативным документам [1].

Холодный период:

Температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92: $t_n = -30^{\circ}\text{C}$.

Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха $\leq 10^{\circ}\text{C}$: $z_{om} = 217$.

Средняя температура воздуха со средней суточной температурой воздуха $\leq 10^{\circ}\text{C}$: $t_{om} = -4,3^{\circ}\text{C}$.

Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца: $\varphi_n = 84\%$.

Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь: $v_n = 5,4 \text{ м/с}$.

Зона влажности: сухая [2].

Климатический подрайон ПВ [1].

1.2 Параметры внутреннего воздуха

Холодный период:

Для расчета нагрузки на отопление температура воздуха принимается равной минимальной из допустимых [3], а также согласуется с СанПиНом [4]:
приемные, игровые младшей, средней, старшей групповых ячеек: $t_g = 21^{\circ}\text{C}$.

спальни всех групповых ячеек: $t_g = 19^{\circ}\text{C}$.

туалетные дошкольных групп: $t_g = 19^{\circ}\text{C}$.

залы для музыкальных и гимнастических занятий: $t_g = 19^\circ\text{C}$.

вестибюль, лестничная клетка, кладовые: $t_g = 16^\circ\text{C}$.

Подвижность воздуха: $v_g = 0,15\text{ м/с}$.

Относительная влажность: $\varphi_g = 60\%$.

1.3 Архитектурно-планировочное описание объекта

Рассматриваемая в проекте часть проектируемого объекта – дошкольное образовательное учреждение, располагается в осях А-Ж и 4-9, находится по адресу ул. Ингельберга 51, г.о. Тольятти. Ориентация главного фасада на север. Длина проектируемой части здания в осях 38,5 м, ширина 33,5 м. Строительный объем составляет 6703 м³. Толщина кирпичной кладки 0,51 м. Толщина перегородок составляет 0,12 м. Здание имеет 7 входов: 1 расположен на восточной части здания, 2 – на северной, 4 – на южной. Один вход имеет пристроенный тамбур. Конструкция окон – двухкамерный стеклопакет из стекла с твердым селективным покрытием. Здание включает в себя три этажа, технический этаж, а также неотапливаемый подвал в осях А-Г и 5-8. То есть часть первого этажа расположена на грунте, а часть – над подвалом. В подвале находятся помещение хранения светильников и индивидуальный тепловой пункт. На первом этаже располагаются спальня, групповая младшей группы, туалетные, помещения для хранения инвентаря, зал музыкальных и физкультурных занятий. На втором этаже находятся спальня, групповая средней группы, туалетные, кабинеты обслуживающего персонала, душевая, учебный класс. На третьем этаже расположены спальня, групповая старшей группы, туалетные, помещения для хранения инвентаря, помещения персонала, учебный класс. Здание включает в себя три лестничных клетки. Ввод теплосети расположен с южной стороны.

Составляющие наружных стен перечислены в таблице 1.

Таблица 1 – Состав наружных стен

Материалы слоев (δ – толщина, м; ρ – плотность, кг/м ³)	Теплопроводность λ , Вт / (м · °С)
1. Листовой гипсокартон (сухая штукатурка) $\delta = 0,01$; $\rho = 800$	0,19
2. Утеплитель Rockwool $\rho = 158$	0,043
3. Кладка из силикатного кирпича на цементно-песчаном растворе $\delta = 0,51$; $\rho = 1800$	0,76

Компоненты чердачного перекрытия перечислены в таблице 2.

Таблица 2 – Состав чердачного перекрытия

Материалы слоев (δ – толщина, м; ρ – плотность, кг/м ³)	Теплопроводность λ , Вт / (м · °С)
1. Железобетонная плита $\delta = 0,16$; $\rho = 2500$	1,92
2. Два слоя рубероида (пергамина) $\delta = 0,004$; $\rho = 600$	0,17
3. Утеплитель Rockwool $\rho = 180$	0,045
4. Цементно-песчаный раствор $\delta = 0,045$; $\rho = 1800$	0,76

Материалы перекрытия над подвалом перечислены в таблице 3.

Таблица 3 – Состав перекрытия над подвалом

Материалы слоев (δ – толщина, м; ρ – плотность, кг/м ³)	Теплопроводность λ , Вт / (м · °С)
1. Железобетонная плита $\delta = 0,16$; $\rho = 2500$	1,92
2. Два слоя рубероида (пергамина) $\delta = 0,005$; $\rho = 600$	0,17
3. Утеплитель Rockwool $\rho = 103$	0,042
4. Древесностружечная плита $\delta = 0,020$; $\rho = 800$	0,19
5. Линолеум на тканевой основе $\delta = 0,005$; $\rho = 1600$	0,29

1.4 Источники теплоснабжения

Источником теплоснабжения является котельная с параметрами теплоносителя 95-70°С.

2 ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЯ

2.1 Литературный обзор

Рассматриваемое в проекте здание было построено в 60-ые годы. В связи с этим наружные стены детского сада не утеплены, поэтому здание не соответствует новым более жестким требованиям стандартов [2]. Более того, в соответствии с новыми требованиями нормативных документов [5] возникла необходимость повысить энергоэффективность зданий на 2016 год на 30%. Одним из способов снижения энергопотребления является утепление фасада.

Для правильного выбора утеплителя в работе рассмотрены три наиболее распространенных материала: минеральная вата Rockwool, пенополистирол, минеральные плиты. Вата на основе базальтового волокна Rockwool имеет хорошие отзывы покупателей, что связано с малым сроком применения. Но на данный момент, это один из лучших утеплителей. Пенополистирол (по данным производителей) является универсальным утеплителем с невероятным сроком эксплуатации (до 120 лет). Но эти данные не подтверждены научной литературой. Однако зафиксированы случаи пагубного взаимодействия утеплителя с другими материалами. Например, использование пенополистирола с гидроизоляционным ковром приводило к образованию трещин в утеплителе за малый срок (2 года). Это произошло из-за летучих, которые выделяет гидроизоляционная мастика при нанесении на железобетонное покрытие [6]. Данные по преимуществам и недостаткам материалов представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Характеристики теплоизоляционных материалов

Материал	Достоинства	Недостатки
Пенополистирол	Жесткость, легкость монтажа	Ограниченная теплостойкость и горючесть, выделение токсинов, плохая паропроницаемость, образование конденсата и плесени
Минеральная вата Rockwool	Негорюч, низкая теплопроводность	Сжимается до 20% при увлажнении до 25%
Минеральные плиты П	Негорюч, жесткость, легкость монтажа	Большая усадка, плохая паропроницаемость, образование конденсата и плесени

Одним из способов снижения энергопотребления на 30% является увеличение требуемого сопротивления теплопередаче, определяемого по существующим нормам [2], на 30%. Однако по экспертной оценке потенциала энергосберегающих мероприятий, утепление наружных стен снижает энергопотребление лишь на 1% [7]. Тогда данное решение стоит рассмотреть с точки зрения окупаемости капиталовложений на дополнительное утепление, ведь иногда срок окупаемости превышает срок эксплуатации утеплителя, что делает такие мероприятия нецелесообразными [8].

Таким образом, для дальнейшего расчета теплотеря необходимо провести технико-экономическое сравнение двух вариантов утепления: с сопротивлением теплопередаче, увеличенным на 30%, и базовым.

Расчет окупаемости утепления фасада проведен по методике [7] и в соответствии с литературой рекомендательного характера [9] для заявленного производителем срока службы материала [10]. Наглядный расчет приведен для ваты Rockwool в таблице 6 по исходным данным в таблице 5.

Таблица 5 – Исходные данные

Параметр	Значение
тариф на тепловую энергию	$C_{\tau} = 0,63 \text{ руб/кВт} \cdot \text{ч}$
цена на утеплитель	$C_{ут} = 1530 \text{ руб/м}^3$
единовременные капиталовложения ориентировочно	$C_p = 2116 \text{ руб/м}^2$

Необходимо обратить внимание на то, что расчет ведется на сопротивление теплопередаче, увеличенное на 30% ($R_0^{mp} = 4,23 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$). Результаты расчета для остальных материалов сведены в таблицу 7.

Таблица 7 – Результаты расчета окупаемости утепления фасада

Параметр	Заявленный срок эксплуатации	При заявленном коэффициенте теплопроводности (λ , Вт/(м·°C))	
		Срок окупаемости (лет)	Чистая прибыль (руб)
Rockwool	50	34	1592
Пенополистирол (ПСБ)	30	32,3	---
Мин.плиты	50	34,4	1564

Нормативный срок окупаемости составляет 8 и 12 лет [11]. С учетом того, что капитальный ремонт наружных стен проходит раз в 50 лет [12], т.е. характеристики утеплителя все это время ухудшаются, то реальное повышение энергоэффективности за счет утепления фасада реконструируемого здания становится сомнительным. Более того, размер чистой прибыли никак не стимулирует заказчика применять утепление для данного объекта. Тем не менее, по требованиям нормативов утепление применять необходимо. В таком случае, целесообразно использовать вату Rockwool. Чтобы определить, какое сопротивление теплопередаче принять в расчете, необходимо составить энергетический паспорт на объект и присвоить класс энергоэффективности. Методика расчета приведена в пункте 2.4. Также следует обратить внимание на исследования д.т.н. Гагарина, которые говорят о том, что существует оптимальное значение сопротивления теплопередаче, дальнейшее увеличение которого можно считать нецелесообразным ($\approx 3,4 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$) (Рисунок 1) [11]. Смета на монтажные работы приведена в Приложении А.

Таблица 8 – Техничко-экономическое сравнение вариантов утепления ватой Rockwool

Обоснование	СП 50.13330.2012	ФЗ №261
Расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию, Вт/(м ³ ·°C)	0,567	0,541
Класс энергоэффективности	C-	C
Стоимость монтажных работ, руб	2974301	4039528
Окупаемость, лет	24	34

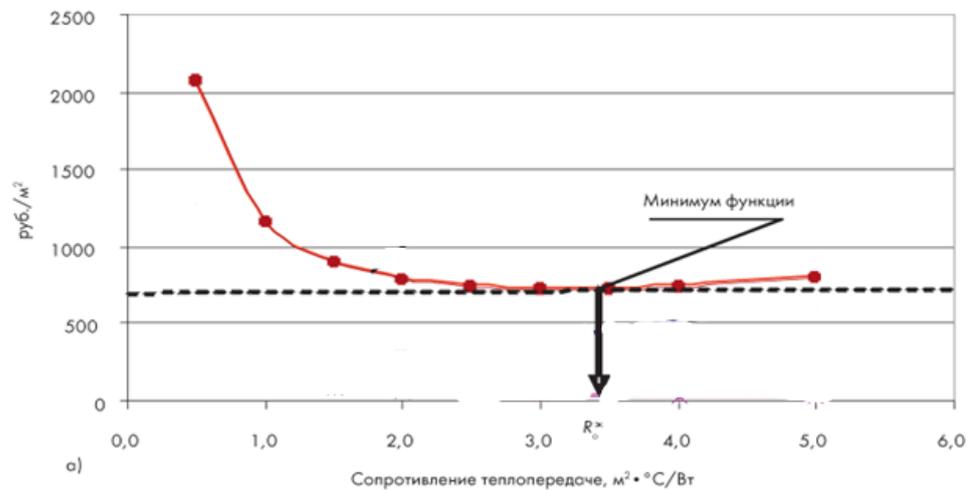


Рисунок 1 – Оптимальное значение сопротивления теплопередаче

Таким образом, наиболее подходящим принят материал фирмы Rockwool. При увеличении требуемого сопротивления теплопередаче на 30% наблюдается различие в сроках окупаемости и в значении удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию. При этом стоимость монтажных работ во втором варианте больше. Следовательно, требуемое сопротивление теплопередаче в данном проекте будет принято по Своду правил [2].

2.2 Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций

Теплотехнический расчет выполняется согласно методике [2].

При этом здание одновременно должно удовлетворять требованиям:

- поэлементному (сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции должно быть больше требуемого);
- комплексному (удельная теплозащитная характеристика здания должна быть не больше нормируемой);
- санитарно-гигиеническому (температура на внутренних поверхностях ограждающих конструкций должна быть не ниже минимально допустимых значений) [2].

Наружные стены

Для обеспечения тепловой защиты здания должно выполняться поэлементное требование – приведенное сопротивление теплопередаче конструкции должно быть не меньше требуемого значения [3].

Нормируемое значение сопротивления теплопередаче находится с использованием величины градусо-суток отопительного периода (ГСОП):

$$ГСОП = (t_{в} - t_{om}) \cdot z_{om}, \quad (1)$$

где $t_{в}$ – расчетная температура внутреннего воздуха здания, °С, принимаемая по минимальным значениям оптимальной температуры соответствующих зданий (в интервале 20-22 °С) [2];

t_{om} – средняя температура воздуха со средней суточной температурой воздуха ≤ 10 °С [1];

z_{om} – продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ≤ 10 °С [1].

$$ГСОП = (20 - (-4,3)) \cdot 217 = 5273.$$

Тогда нормируемое значение сопротивления теплопередаче:

$$R_0^{норм} = R_0^{мп} \cdot m_p, \quad (2)$$

где m_p – коэффициент, учитывающий особенности региона, в данном расчете принимается равным 1.

Требуемое сопротивление теплопередаче наружной стены [2]:

$$R_0^{мп} = 3,25 м^2 \cdot °С / Вт.$$

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций:

$$\frac{R_0}{r} = \frac{1}{\alpha_n} + R_K + \frac{1}{\alpha_e}, \quad (3)$$

где α_e – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт / (м²·°С), принимается по [2];

R_K – термическое сопротивление ограждающей конструкции, (м²·°С)/Вт;

α_n – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, Вт / (м²·°С), принимается по [2];

r – коэффициент однородности конструкции.

Коэффициент однородности:

$$r = r_1 \cdot r_2, \quad (4)$$

где r_1 – коэффициент, учитывающий крепление утеплителя, для кирпичной кладки принимается равным 0,98;

r_2 – коэффициент, учитывающий оконные откосы, равен 0,92.

Тогда коэффициент однородности:

$$r = 0.98 \cdot 0.92 = 0.902.$$

Термическое сопротивление ограждающей конструкции, $(\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$, определяют по формуле:

$$R_K = R_1 + R_2 + \dots + R_n, \quad (5)$$

где R_1, R_2, \dots, R_n – термические сопротивления отдельных слоев ограждающей конструкции, $(\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$.

Сопротивление теплопередаче i -го однородного слоя ограждающей конструкции определяется по формуле:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \quad (6)$$

где δ_i – толщина i -го слоя ограждающей конструкции, м;

λ_i – расчетный коэффициент теплопроводности материала i -го слоя ограждающей конструкции, $\text{Вт} / (\text{м} \cdot \text{°C})$.

Необходимо определить толщину утеплителя и приравнять приведенное сопротивление теплопередаче к требуемому:

$$3,25 = 0,902 \cdot \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,19} + \frac{\delta_2}{0,043} + \frac{0,51}{0,76} + \frac{1}{23} \right),$$

$$\delta_2 = 0,115 \text{ м} = 0,12 \text{ м}.$$

Фактическое сопротивление теплопередаче:

$$R_0 = 3.31 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт} > 3.25 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}.$$

Коэффициент теплопередачи:

$$k = \frac{1}{R_0}. \quad (7)$$

Чердачное перекрытие

Требуемое сопротивление теплопередаче чердачного перекрытия [2]:

$$R_0^{mp} = 4,27 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}.$$

Толщина утеплителя:

$$4,27 = \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,16}{1,92} + \frac{\delta_2}{0,045} + \frac{0,008}{0,17} + \frac{0,045}{0,76} + \frac{1}{12} \right),$$

$$\delta_2 = 0,175 \text{ м} = 0,18 \text{ м}.$$

Фактическое сопротивление теплопередаче:

$$R_0 = 4,39 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт} > 4,27 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}.$$

Перекрытие над подвалом

Требуемое сопротивление теплопередаче перекрытия над подвалом [2] с учетом температурной поправки:

$$R_0^{mp} \cdot \frac{t_g - t_{под}}{t_g - t_n}; \quad (8)$$

$$R_0^{mp} = 1,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}.$$

Толщина утеплителя:

$$1,2 = \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,16}{1,92} + \frac{\delta_2}{0,042} + \frac{0,01}{0,17} + \frac{0,02}{0,19} + \frac{0,005}{0,29} + \frac{1}{12} \right);$$

$$\delta_2 = 0,031 \text{ м} = 0,04 \text{ м}.$$

Фактическое сопротивление теплопередаче:

$$R_0 = 1,42 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт} > 1,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}.$$

Окна

Нормируемое значение сопротивления теплопередаче окон определяется по градусо-суткам отопительного периода [2]: $R_0^{TP} = 0,546 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)} / \text{Вт}.$

По [2] выбран двухкамерный стеклопакет из стекла с твердым селективным покрытием.

Приведенное сопротивление теплопередаче таких окон [2]:

$$R_0 = 0,58 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}.$$

Наружные двери

Нормируемое сопротивление теплопередаче наружных дверей:

$$R_0^{\text{норм}} = 0,6 \cdot \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{н}}}{\Delta t \cdot \alpha_{\text{н}}}, \quad (9)$$

где Δt – нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, °C, определяется по [2].

$$R_0^{\text{норм}} = 0,6 \cdot \frac{16 - (-30)}{4 \cdot 8,7} = 0,793 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C}).$$

Полученные данные сведены в таблицу 9.

Таблица 9 – Теплотехнические характеристики наружных ограждающих конструкций

Наименование ограждающей конструкции	Толщина утепляющего слоя, $\delta_{\text{ут}}$, м	Толщина ограждающей конструкции, δ , м	Приведенное сопротивление теплопередаче, R_0 , $\text{С}^\circ\text{м}^2/\text{Вт}$	Коэффициент теплопередачи, $\text{Вт}/(\text{С}^\circ \cdot \text{м}^2)$
Наружная стена	0,12	0,640	3,31	0,302
Чердачное перекрытие	0,18	0,393	4,39	0,223
Перекрытие над подвалом	0,04	0,235	1,42	0,707
Окно	Двухкамерный стеклопакет из стекла с твердым селективным покрытием		0,540	1,852
Наружная дверь	Тамбур		0,79	1,261

2.3 Определение вероятности выпадения конденсата на внутренней поверхности ограждающих конструкций

Расчетный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен превышать нормируемых величин, установленных в [2]:

$$\Delta t_0 \leq \Delta t_n, \quad (10)$$

где Δt_0 – расчетный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности конструкции, °С;

Δt_n – нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, °С, принимается по [2].

Расчетный температурный перепад, °С, находится по формуле:

$$\Delta t_0 = \frac{t_e - t_n}{\alpha_e \cdot R_0}. \quad (11)$$

Внутренняя поверхность наружной стены

Нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности наружных стен $\Delta t_n = 4^\circ\text{C}$.

Расчетный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности наружных стен:

$$\Delta t_0 = \frac{20 - (-30)}{8,7 \cdot 3,31} = 1,74^\circ\text{C}.$$

Полученный результат удовлетворяет условию (10).

Внутренняя поверхность чердачного перекрытия

Нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности чердачного перекрытия:

$$\Delta t_n = 3^\circ\text{C} [2].$$

Расчетный температурный перепад:

$$\Delta t_0 = \frac{20 - (-30)}{8,7 \cdot 4,39} = 1,31^\circ\text{C}.$$

Полученный результат удовлетворяет условию (10)

Внутренняя поверхность окон

Температура внутренней поверхности остекления окон зданий должна быть не ниже плюс 3°C [2]:

$$\tau_e^{OK} \geq 3^\circ\text{C}, \quad (12)$$

где $\tau_{\epsilon}^{ок}$ – температура внутренней поверхности остекления окон, °С.

Температура внутренней поверхности окон определяется по формуле:

$$\tau_{\epsilon}^{ок} = t_{\epsilon} - \frac{t_{\epsilon} - t_{н}}{\alpha_{\epsilon} \cdot R_0}. \quad (13)$$

$$\tau_{\epsilon}^{ок} = 20 - \frac{20 - (-30)}{8 \cdot 0,54} = 8,4^{\circ}\text{C}.$$

Внутренняя поверхность наружного угла

Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции в зоне теплопроводных включений, в углах и оконных откосах должна быть выше температуры точки росы внутреннего воздуха на 4°С [2]:

$$\tau_{\epsilon}^{гг} \geq t_p + 4^{\circ}\text{C}. \quad (14)$$

Температура внутренней поверхности наружного угла:

$$\tau_{\epsilon}^{гг} = t_{\epsilon} - \frac{(t_{\epsilon} - t_{н}) \cdot 0,75}{(R_0 \cdot \alpha_{\epsilon})^{2/3}}; \quad (15)$$

$$\tau_{\epsilon}^{гг} = 20 - \frac{(20 - (-30)) \cdot 0,75}{(3,31 \cdot 8,7)^{2/3}} = 16,05^{\circ}\text{C}.$$

Температура точки росы внутреннего воздуха:

$$t_p = 20,1 - (5,75 - 0,00206 \cdot e_{\epsilon})^2. \quad (16)$$

Упругость водяного пара внутреннего воздуха:

$$e_{\epsilon} = \frac{\varphi_{\epsilon} \cdot E_{\epsilon}}{100}. \quad (17)$$

Парциальное давление насыщенного водяного пара, Па, при t_{ϵ} :

$$E_{\epsilon} = 1,84 \cdot 10^{11} \cdot e^{\left(\frac{-5330}{273+t_{\epsilon}}\right)}; \quad (18)$$

$$E_{\epsilon} = 1,84 \cdot 10^{11} \cdot e^{\left(\frac{-5330}{273+20}\right)} = 2315 \text{ Па};$$

$$e_{\epsilon} = \frac{60 \cdot 2315}{100} = 1389 \text{ Па};$$

$$t_p = 20,1 - (5,75 - 0,00206 \cdot 1389)^2 = 11,76^{\circ}\text{C};$$

2.4 Энергетический паспорт

Расчет показателей объекта и заполнение энергопаспорта производится в соответствии с нормативными документами [2].

Сумма площадей этажей здания:

$$A_{om} = 3 \cdot (9,31 \cdot 13,25 + 13,71 \cdot 12,3 + 10,61 \cdot 3,4 + 9,38 \cdot 10,73 + 9,26 \cdot 19,57) = 609,9 \text{ м}^2.$$

Расчетная площадь: $A_p = 128,1 \text{ м}^2$.

Отапливаемый объем:

$$V_{om} = A_{om} \cdot h, \quad (19)$$

где h - расстояние от поверхности пола первого этажа до поверхности потолка последнего этажа.

$$V_{om} = 203,3 \cdot 9,4 + 75,5 = 1986,5 \text{ м}^3.$$

Площадь

стен:

$$A_{cm} = 10,2 \cdot (15,66 + 13,13 + 12,66 + 25,04 + 9,31 + 19,69 + 30,3 + 7,26) - 323,5 - 14,4 = 1019,2 \text{ м}^2.$$

Площадь окон: $A_{ок.1} = 323,5 \text{ м}^2$.

Площадь входных дверей: $A_{дв} = 14,7 \text{ м}^2$.

Площадь чердачного перекрытия: $A_{черд} = 203,3 \text{ м}^2$.

Площадь перекрытия над подвалом: $A_{цок.1} = 100,6 \text{ м}^2$.

Площадь стен в земле и пола по грунту: $A_{цок.3} = 490,5 \text{ м}^2$.

Коэффициент остекленности фасада здания:

$$f = \frac{A_{ок.1}}{A_{ок.1} + A_{cm} + A_{дв}}; \quad (20)$$

$$f = \frac{323,5}{323,5 + 1019,2 + 14,7} = 0,238.$$

Показатель компактности здания:

$$K_{комп} = \frac{A_n^{сум}}{V_{от}}; \quad (21)$$

$$K_{комп} = \frac{2151,8}{1986,5} = 1,08.$$

Общий коэффициент теплопередачи здания:

$$K_{общ} = \beta \cdot \left(\frac{A_{ст}}{R_{0,ст}^{np}} + \frac{A_{ок.1}}{R_{0,ок.1}^{np}} + \frac{A_{дв}}{R_{0,дв}^{np}} + \frac{A_{черд}}{R_{0,черд}^{np}} + n \cdot \frac{A_{цок.1}}{R_{0,цок.1}^{np}} + \frac{A_{цок.31}}{R_{0,цок.31}^{np}} + \frac{A_{цок.32}}{R_{0,цок.32}^{np}} + \frac{A_{цок.33}}{R_{0,цок.33}^{np}} + \frac{A_{цок.34}}{R_{0,цок.34}^{np}} \right) / A_n^{сум}; \quad (22)$$

где β – коэффициент, учитывающий дополнительные теплотери, связанные с ориентацией ограждений по сторонам горизонта, с ограждениями угловых помещений, с поступлением холодного воздуха через входы в здание, принимается равным 1,11.

$$K_{общ} = 1,11 \cdot \left(\frac{1019,2}{3,31} + \frac{323,5}{0,54} + \frac{14,7}{0,79} + \frac{203,3}{4,39} + \frac{20-6}{20-(-30)} \cdot \frac{100,3}{1,42} + \frac{225,7}{3,05} + \frac{168}{5,25} + \frac{84,7}{9,55} + \frac{12,1}{15,15} \right) / 2158,1 = 0,57 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C});$$

Удельная теплозащитная характеристика здания:

$$K_{об} = \frac{1}{V_{от}} \cdot \sum \left(n \cdot \frac{A}{R_0^{np}} \right), \quad (23)$$

где n – коэффициент, учитывающий отличие температуры от расчетной (ГСОП);

$$n = \frac{t'_г - t'_{ом}}{t_г - t_{ом}}. \quad (24)$$

Сведения о каждом фрагменте представлены в таблице 10 .

Таблица 10 – Сведения о фрагментах

Фрагмент	n	A	R_0^{np}	$n \cdot \frac{A}{R_0^{np}}$
Стены	0,959	332,9	3,31	96,4
Окна		118,3	0,54	210,0
Чердачное перекрытие		175,5	1,42	37,5
Стены	0,918	507,0	3,31	140,6
Окна		116,6	0,54	198,3
Чердачное перекрытие		749,0	1,42	17,0
Двери		14,7	0,79	153,3
Стены	0,835	33,7	3,31	8,5
Окна		41,6	0,54	64,3
Чердачное перекрытие		71,7	1,42	13,3
Стены	1,041	67,8	3,31	21,3
Окна		45,4	0,54	87,5
Чердачное перекрытие		71,4	1,42	16,6
Сумма	-	-	-	1064,7

$$K_{об} = \frac{\left(\frac{6 - (-4,3)}{20 - (-4,3)} \cdot \left(\frac{100,6}{1,42} + \frac{225,7}{3,05} + \frac{168}{5,25} + \frac{84,7}{9,55} + \frac{12,1}{15,15} + \frac{1,6}{0,54} \right) + 1064,7 \right)}{1986,5} =$$

$$= 0,576 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}).$$

Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период:

$$n_v = \frac{L_{вент} + G_{инф} / \rho_v}{\beta_v \cdot V_{от}}, \quad (25)$$

где $L_{вент}$ принимается из расчета теплотерь;

$G_{инф}$ – принимается по [2] ($0,1 \cdot 0,85 \cdot 1986,5 = 169$ кг/ч).

β_v – коэффициент снижения объема воздуха в здании, принимается 0,85;

ρ_v – средняя плотность приточного воздуха при $t_{от}$, равна 1,31 кг/м³.

$$n_v = \frac{6537 + 169 / 1,31}{0,85 \cdot 1986,5} = 3,9 \text{ ч}^{-1}.$$

Удельная вентиляционная характеристика здания:

$$K_{вент} = 0,28 \cdot c \cdot n_g \cdot \beta_v \cdot \rho_g \cdot (1 - K_{эф}), \quad (26)$$

где $K_{эф}$ – коэффициент эффективности рекуператора, равен 0,75.

$$K_{вент} = 0,28 \cdot 1,005 \cdot 4,19 \cdot 0,85 \cdot 1,31 \cdot (1 - 0,75) = 0,309 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}).$$

Удельная характеристика бытовых тепловыделений:

$$K_{быт} = \frac{q_{быт} \cdot m}{V_{ом} \cdot (t_g - t_{ом})}; \quad (27)$$

где m – количество человек, принимается равным 70.

$$K_{быт} = \frac{90 \cdot 70}{1986,5 \cdot (20 - (-4,3))} = 0,131 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}).$$

Удельная характеристика теплопоступлений в здание от солнечной радиации:

$$K_{рад} = \frac{11,6 \cdot Q_{рад}^{zod}}{V_{ом} \cdot ГСОП}; \quad (28)$$

где $Q_{рад}^{zod}$ – теплопоступления через окна от солнечной радиации, МДж.

$$Q_{рад}^{zod} = \tau_{лок} \cdot (A_{ок.1} \cdot I_1 + A_{ок.2} \cdot I_2 + A_{ок.3} \cdot I_3 + A_{ок.4} \cdot I_4), \quad (29)$$

где $\tau_{лок}$ – коэффициент затенения светового проема, равен 0,78;

I – средняя за отопительный период величина солнечной радиации на вертикальные поверхности при действительных условиях облачности, соответственно ориентированные по четырем фасадам здания, МДж/м² [1].

$$Q_{рад}^{zod} = 0,78 \cdot (614 \cdot 49,5 + 1598 \cdot 105,9 + 954 \cdot 2 \cdot 168) = 199759 \text{ МДж}.$$

$$K_{рад} = \frac{11,6 \cdot 199759}{1986,5 \cdot 5273} = 0,22 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}).$$

Коэффициент снижения теплопоступлений за счет тепловой инерции ограждающих конструкций:

$$\nu = 0,7 + 0,000025 \cdot (ГСОП - 1000); \quad (30)$$

$$\nu = 0,7 + 0,000025 \cdot (5273 - 1000) = 0,807.$$

Удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию:

$$q_{от}^p = [K_{об} + K_{вент} - (K_{быт} + K_{рад}) \cdot \nu \cdot \zeta] \cdot (1 - \xi) \cdot \beta_h, \quad (31)$$

где ξ – коэффициент, учитывающий снижение теплопотребления, равен 0,1;

ζ – коэффициент эффективности авторегулирования подачи теплоты, равен 0,9 [2].

$$q_{от}^p = [0,576 + 0,309 - (0,131 + 0,22) \cdot 0,807 \cdot 0,9] \cdot (1 - 0,1) = 0,567 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C}).$$

Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период:

$$q = 0,024 \cdot ГСОП \cdot q_{от}^p; \quad (32)$$

$$q = 0,024 \cdot 5273 \cdot 0,567 = 71,8 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/(\text{м}^3 \cdot \text{год}).$$

Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период:

$$Q_{от}^{zod} = 0,024 \cdot ГСОП \cdot V_{зд} \cdot q_{от}^p; \quad (33)$$

$$Q_{от}^{zod} = 0,024 \cdot 5273 \cdot 1986,5 \cdot 0,567 = 142541 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{год}.$$

Общие теплопотери здания за отопительный период:

$$Q_{общ}^{zod} = 0,024 \cdot ГСОП \cdot V_{зд} \cdot (K_{об} + K_{вент}), \quad (34)$$

$$Q_{общ}^{zod} = 0,024 \cdot 5273 \cdot 1986,5 \cdot (0,576 + 0,309) = 222485 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{год}.$$

Результаты расчета приведены в Приложении Б. Зданию присвоен класс энергоэффективности C⁻ (нормальный) [2].

Расчет для сопротивления теплопередаче, увеличенного на 30% [5]

Данные по фрагментам здания сведены в таблицу 11.

Таблица 11 – Фрагменты здания

Фрагмент	n	A	R_0^{np}	$n \cdot \frac{A}{R_0^{np}}$
Стены	0,959	332,9	4,23	75,5
Окна		118,3	0,54	210,0
Чердачное перекрытие		175,5	1,42	37,5
Стены	0,918	507,0	4,23	110,0
Окна		116,6	0,54	198,3
Чердачное перекрытие		749,0	1,42	17,0
Двери		14,7	0,79	153,3
Стены	0,835	33,7	4,23	6,7
Окна		41,6	0,54	64,3
Чердачное перекрытие		71,7	1,42	13,3
Стены	1,041	67,8	4,23	16,7
Окна		45,4	0,54	87,5
Чердачное перекрытие		71,4	1,42	16,6
Сумма	-	-	-	1006,7

Удельная теплозащитная характеристика здания:

$$K_{об} = \frac{\left(\frac{6 - (-4,3)}{20 - (-4,3)} \cdot \left(\frac{100,6}{1,42} + \frac{225,7}{3,05} + \frac{168}{5,25} + \frac{84,7}{9,55} + \frac{12,1}{15,15} + \frac{1,6}{0,54} \right) + 1006,7 \right)}{1986,5} =$$

$$= 0,547 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}).$$

Удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию (присвоен класс С (нормальный)):

$$q_{от}^p = [0,547 + 0,309 - (0,131 + 0,22) \cdot 0,807 \cdot 0,9] \cdot (1 - 0,1) = 0,541 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}).$$

2.5 Определение теплотерь здания

Расчет теплотерь помещения ведется по определенной методике [13].

Основные теплотери

Расчет ведется по формуле:

$$Q = k \cdot F \cdot \Delta t \cdot (1 + \sum \beta), \quad (35)$$

где k – коэффициент теплопередачи, Вт/(м²·°С);

F – площадь, м²;

Δt – разница температур между внутренним и наружным воздухом, °С;

$\sum\beta$ – добавочные теплотери в долях на ориентацию ограждения и на продуваемость [13].

Кроме того, учитываются теплотери через полы на грунте, которые рассчитываются по зонам шириной 2 м. При этом сопротивление теплопередаче полов первой зоны 2.1 Вт/(м²·°С), второй – 4,3 Вт/(м²·°С), третьей – 8,6 Вт/(м²·°С), четвертой – 14.2 Вт/(м²·°С). Для утепленного пола добавляется термическое сопротивление утеплителя.

Теплотери на нагрев инфильтрующегося воздуха

Количество теплоты, затрачиваемое на нагрев инфильтрующегося воздуха:

$$Q = 0.28 \cdot c \cdot G \cdot (t_g - t_n) \cdot \bar{k}, \quad (36)$$

где c – теплоемкость воздуха, кДж/(кг град),

G – расход инфильтрующегося воздуха, кг/ч;

\bar{k} – коэффициент влияния встречного теплового потока в наружных ограждающих конструкциях, (учитывается для окон), принят равным 0,7.

$$G = \frac{1}{R_{инф}} \cdot \left(\frac{\Delta p_i}{\Delta p_0}\right)^{2/3} \cdot A_1 + \frac{1}{R_{инф}} \cdot A_2 \cdot \left(\frac{\Delta p_i}{\Delta p_0}\right)^{1/2}, \quad (37)$$

где $R_{инф}$ – сопротивление воздухопроницанию окна, (м²·ч) / кг;

Δp_0 – разность давлений воздуха с наружной и внутренней сторон светопрозрачных ограждений, при которой определяется сопротивление воздухопроницанию, принимается равной 10 Па;

Δp_i – расчетная разность давлений между наружной и внутренней поверхностями ограждающей конструкции, Па;

A_1, A_2 – площади окон и дверей соответственно, м².

Фактическое сопротивление воздухопроницанию окна:

$$R_{инф} = \frac{1}{G^H} \cdot \left(\frac{\Delta p}{\Delta p_0} \right)^{2/3}, \quad (38)$$

где G^H – нормируемая воздухопроницаемость ограждающей конструкции, принимается равной 6 кг/(м²·ч) для окон и 7 кг/(м²·ч) для входных дверей [2];

Δp – разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций при определении требуемого сопротивления воздухопроницанию, Па [5].

Разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций при определении требуемого сопротивления воздухопроницанию:

$$\Delta p = 0,55 \cdot H \cdot g \cdot (\rho_n - \rho_e) + 0,3 \cdot \rho_n \cdot v^2, \quad (39)$$

где H – высота здания от уровня средней планировочной отметки земли до верха карниза, центра вытяжных отверстий фонаря или устья шахты;

ρ_n, ρ_e – плотность наружного и внутреннего воздуха;

v – расчетная скорость ветра, м / с.

Расчетная разность давлений между наружной и внутренней поверхностями ограждающей конструкции:

$$\Delta p_i = 0,5 \cdot H \cdot (\rho_n - \rho_e) \cdot g - h \cdot (\rho_n - \rho_e) \cdot g + 0,5 \cdot \frac{\rho_n \cdot v^2}{2} \cdot k_{дин} \cdot (c_n - c_z), \quad (40)$$

где h – расчетная высота от уровня земли до верха окна;

$k_{дин}$ – коэффициент учета изменения скоростного давления ветра в зависимости от высоты здания, принимается равным 0,65 [14];

c_n, c_z – аэродинамические коэффициенты (0,8 и -0,6 соответственно).

Теплопотери на нагрев вентиляционного воздуха:

$$Q_{вент} = 0,28 \cdot L \cdot c \cdot \rho \cdot A \cdot (t_e - t_n), \quad (41)$$

где L – расчетный расход вентиляционного воздуха (Таблица 12).

Расчет теплопотерь приведен в Приложении В. Разбивка по зонам приведена в Приложении Г.

Таблица 12 - Воздухообмен

Номер	Наименование помещения	Температура внутреннего воздуха	Объем помещения	Приток		Вытяжка		Номер системы
				кратность	объем	кратность	объем	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
101	Спальня на 18 мест	19	150,9	0	0	1,5	226	П1, ВЕ1
102	Коридор	16	15,2	0	0	0	0	
103	Туалетная	19	46,4	0	0	1,5	70	П2, В1
104	Групповая (младшая группа)	19	214,1	0	0	1,5	321	П3, ВЕ2
105	Буфетная	18	17,8	0	0	1,5	27	ВЕ3
106	Раздевальная	20	21,2	0	0	1,5	32	ВЕ4, В2
107	Вестибюль	16	76,6	0	0	0	0	
108	Коридор	16	42,4	0	0	0	0	
109	Электрощитовая	5	28,4	0	0	1	28	В6
110	Помещение хранения санок	16	14,9	0	0	1	15	П5, ВЕ6
111	Вахтер	19	20,4	0	0	1	20	ВЕ5
112	Помещение хранения колясок	16	73,5	0	0	1	73	П6, ВЕ6
113	Коридор	16	15,3	0	0	0	0	
114	Коридор	16	175,2	0	0	0	0	
115	Инвентарная	16	51,4	0	0	1	51	П7, ВЕ12
116	Зал музыкальных и физкультурных занятий	19	260,1	0	0	1,5	390	П8, ВЕ13
117	КУИ	16	14,7	0	0	6,5	96	ВЕ11
118	Постирочная	18	96,0	0	0	5	480	П9, ВЕ10

Продолжение таблицы 12

1	2	3	4	5	6	7	8	9
119	Кладовая чистого белья	16	14,8	0	0	1	15	BE8
120	Коридор	16	57,4	0	0	0	0	
121	Хоз.кладовая	16	32,7	0	0	2	65	BE9
122	Коридор	16	39,1	0	0	0	0	
123	С/у персонала	19	43,2	0	0	100 м ³ /ч на 1 унитаэ	200	BE7
201	Спальня на 18 мест	19	150,9	0	0	1,5	226	П10, BE15
202	Коридор	16	15,2	0	0	0	0	
203	Туалетная	19	46,4	0	0	1,5	70	П11, B1
204	Групповая (средняя группа)	21	214,1	0	0	1,5	321	П12, BE16
205	Буфетная	18	17,8	0	0	1,5	27	BE17
206	Раздевальная	20	21,2	0	0	1,5	32	B2, BE18
207	Коридор	16	53,9	0	0	0	0	
208	Помещение персонала	19	97,4	0	0	0,5	49	П13, BE19
209	Холл	16	44,6	0	0		0	
210	КУИ	16	31,9	0	0	6,5	208	BE20
211	С/у	19	11,9	0	0	100 м ³ /ч на 1 унитаэ	100	П13, B3
212	Душевая	19	8,6	0	0	1 сетка	75	П13, B4
213	Коридор	16	214,3	0	0		0	
214	Кабинет методиста	18	51,4	0	0	1,5	77	П14, BE23
215	Учебный класс	21	260,1	0	0	1,5	390	П15, BE22
216	Рекреация	16	75,1	0	0		0	
217	Радиоузел	16	34,8	0	0	1,5	52	П16, BE21
218	Туалет девочек	19	32,8	0	0	100 м ³ /ч на 1 унитаэ	200	П17, B5

Продолжение таблицы 12

219	Туалет мальчиков	19	36,3		0	100 м ³ /ч на 1 унитаз	200	П18, В5
220	КУИ	16	14,7	0	0	6,5	96	В5
1	2	3	4	5	6	7	8	9
221	С/у персонала	19	46,1	0	0	100 м ³ /ч на 1 унитаз	200	В5
301	Спальня на 18 мест	19	150,9	0	0	1,5	226	ВЕ24
302	Коридор	16	15,2	0	0		0	
303	Туалетная	19	46,4	0	0	1,5	70	В1
304	Групповая (старшая группа)	21	214,1	0	0	1,5	321	ВЕ25
305	Буфетная	18	17,8	0	0	1,5	27	ВЕ26
306	Раздевальная	20	21,2	0	0	1,5	32	ВЕ27
307	Коридор	16	54,8	0	0		0	
308	Кабинет психолога	18	52,8	0	0	1,5	79	ВЕ28
309	Холл	16	44,6	0	0		0	
310	Кабинет логопеда	18	59,5	0	0	1,5	89	ВЕ29
311	Коридор	16	214,3	0	0		0	
312	Кабинет преподавателя английского языка	18	51,4	0	0	1,5	77	ВЕ31
313	Учебный класс	18	260,1	0	0	1,5	390	ВЕ30
314	Рекреация	16	109,9	0	0		0	
315	Туалет девочек	19	32,8	0	0	100 м ³ /ч на 1 унитаз	200	В5
316	Туалет мальчиков	19	36,3	0	0	100 м ³ /ч на 1 унитаз	200	В5
317	КУИ	16	24,8	0	0	6,5	161	В5
318	С/у персонала	19	46,1	0	0	100 м ³ /ч на 1 унитаз	200	В5

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

3.1 Описание системы отопления

В реконструируемом здании существующая система отопления была полностью демонтирована. Так как здание детского сада имеет всего три этажа, то новая система отопления принята однотрубной с замыкающими участками с вертикальными стояками и горизонтальной поэтажной разводкой и тупиковым движением теплоносителя. Такая схема позволяет отключать отдельные ветви на этажах. Также по сравнению с вертикальной системой в горизонтальной сокращается протяженность теплопроводов, особенно стояков и магистралей. Применение распределительных гребенок позволяет легко увязывать между собой отдельные участки системы. Параметры теплоносителя системы радиаторного отопления 90-70°C. Трубы от индивидуального теплового пункта (ИТП) до распределительной гребенки радиаторного отопления приняты стальные обыкновенные водогазопроводные диаметром 50 мм. Тот же материал труб принят и для магистрали последующей части системы. Диаметр труб от ИТП до гребенки напольного отопления 32 мм. Трубы на каждом этаже приняты полипропиленовые марки PN25 фирмы Pro Aqua. Отопительные приборы – стальные панельные радиаторы фирмы ГЕРЦ, снабжены термостатическим клапаном ГЕРЦ-TS-E с термостатической головкой. Стальные радиаторы защищены деревянным кожухом во избежание ожогов у детей. Горизонтальные трубопроводы проложены в полу. Дополнительно в помещениях первого этажа запроектирована система теплого пола из металлополимерных труб фирмы HERZ диаметром 16,2 мм для частичной компенсации теплопотерь и создания комфортной температуры пола (не более 23°C). Схема прокладки напольного отопления змеевиковая с шагом 250 мм. Параметры теплоносителя напольного отопления 45-35°C. Такие параметры достигаются за счет смешения воды из обратного трубопровода напольного отопления с водой в подающем трубопроводе. Все трубопроводы изолированы теплоизоляцией из вспененного каучука фирмы K-Flex толщиной 7 мм. Дренаж

осуществляется в низших точках системы, воздух из системы удаляется через воздухоборники. Ветви отключаются от системы посредством шаровых кранов. Регулирование и контроль параметров осуществляются в ИТП, располагающемся в специальном помещении подвала на отметке -3.300. Распределительные гребенки на систему отопления радиаторами расположены в пределах подвала на отметке -3.000, гребенка на систему напольного отопления расположена в буфетной на отметке 0.300. Так как в ИТП одновременно приготавливается вода на отопление соседней части здания – школы №15, то подбор оборудования теплового пункта не проводится.

3.2 Тепловой расчет приборов

Особенность расчета однотрубной системы отопления с горизонтальной поэтажной разводкой и замыкающими участками состоит в том, что необходимо предварительно провести тепловой расчет приборов для нахождения длин замыкающих участков. Расчет проведен по методике фирмы ГЕРЦ [16] и справочной литературе [15].

Тепловая нагрузка прибора, Вт:

$$Q_{np} = Q_{ном} - \beta_{тр} \cdot Q_{тр}, \quad (42)$$

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

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

$Q_{тр}$ – суммарная теплоотдача проложенных в пределах помещения нагретых труб, Вт (принимается равной 0, т.к. трубопровод проложен в полу и заизолирован) [16].

По каталогу производителя [16] принимаются размеры отопительного прибора (стального панельного радиатора), и с учетом длины подводок (0,4 м) определяется длина расчетных участков.

Расход воды в ветви:

$$G = \frac{0.86 \cdot Q_{ном} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{t_2 - t_o}, \quad (43)$$

где β_1, β_2 – соответственно коэффициенты учета дополнительного теплового потока от устанавливаемых отопительных приборов за счет округления сверх расчетной величины и учета дополнительных потерь теплоты отопительными приборами, расположенными у наружных ограждений [16].

Номинальный требуемый тепловой поток:

$$Q_{н.м} = \frac{Q_{np}}{\beta_4 \cdot \varphi}, \quad (44)$$

где β_4 – коэффициент, учитывающий способ установки радиатора [16];

$$\varphi = \left(\frac{\Delta t_{cp}}{70}\right)^{1+n} \cdot \left(\frac{G_{np}}{360}\right)^p, \quad (45)$$

где n, p – экспериментальные показатели, принимаются по [16];

$$\Delta t_{cp} = t_{cp} - t_в. \quad (46)$$

Температура на входе в прибор и выходе из прибора соответственно:

$$t_1 = t_{вх.2} = t_2 - \frac{Q_1 \cdot (t_2 - t_o)}{Q_{ветви}}; \quad (47)$$

$$t_{вых} = t_{вх.1} - \frac{0,86 \cdot Q_{ном} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{G_{np}}. \quad (48)$$

Расчет сведен в таблицу в Приложении Д.

3.3 Гидравлический расчет

Гидравлический расчет производится методом удельных линейных потерь давления [15]. За расчетное направление принимается самая удаленная ветвь.

Потери давления на трение и местные сопротивления:

$$\Delta p_{уч} = R \cdot l + z, \quad (49)$$

где R – потеря давления на трение на 1 м, Па/м (для металлопластиковых труб PN25 фирмы Pro Aqua принимается по номограмме [17], а для стальных труб по специальной таблице [15]);

z – потери давления на местные сопротивления, Па.

Потери давления на местных сопротивлениях:

$$z = \xi \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2}, \quad (50)$$

где ξ – коэффициент местного сопротивления, принимается по справочной литературе [16];

ρ – плотность воды, кг/м³;

v – скорость теплоносителя, м/с.

После расчета основной ветви (в проекте располагается на последнем этаже) необходимо рассчитать другие ветви и предварительно найти располагаемое давление:

$$\Delta p_p = \Delta p_{осн.в} - 0,4 \cdot \beta \cdot g \cdot h \cdot (t_2 - t_o), \quad (51)$$

где β – среднее приращение плотности при понижении температуры на 1 градус [14];

h – вертикальное расстояние между условными центрами охлаждения воды в ветвях на горизонтальной ветвью на N и $(N-1)$ этаже, м.

Также все ветви должны быть увязаны между собой:

$$\frac{\Delta p_{осн.в} - \Delta p_v}{\Delta p_{осн.в}} \leq 15\%. \quad (52)$$

По программе фирмы K-Flex была подобрана теплоизоляция из вспененного каучука толщиной 7 мм без покрытия [18].

Гидравлический расчет всех ветвей приведен в Приложении Е. Расчетные схемы приведены в Приложениях Ж, И, К, Л, М. Расчет трубопровода от гребенки (ст.1, 2, 3) до ИТП проводится таким же методом, диаметр труб принят равным 50 мм. Диаметр трубопровода до гребенки системы «теплый пол» принят равным 32 мм.

3.4 Расчет напольного отопления

Принято решение дополнительно к радиаторному отоплению запроектировать систему напольного водяного отопления в трех помещениях на первом этаже (на радиаторы приходится большая часть теплопотерь). Температура на поверхности пола детского сада не должна превышать 23°C.

Расчетные площади пола:

первый контур (101) $F = 3,75 \cdot 5,25 = 19,69 \text{ м}^2$;

второй контур (101) $F = 2,85 \cdot 4,00 = 11,4 \text{ м}^2$;

третий контур (104) $F = 3,75 \cdot 4,30 = 16,1 \text{ м}^2$;

четвертый контур (104) $F = 2,25 \cdot 4,3 + 3,25 \cdot 5,25 = 26,74 \text{ м}^2$;

пятый контур (104) $F = 5,25 \cdot 2,0 = 10,5 \text{ м}^2$;

шестой контур (106) $F = 2,25 \cdot 4,8 = 10,8 \text{ м}^2$.

Принимается шаг труб 0,25 м и температура пола 23°C. По справочной литературе [16] для пола с толстым паркетом или ковром определяется средняя разность температур и удельная теплоотдача. Затем определяется средняя температура теплоносителя, температура воды в подающем и обратном трубопроводе, теплоотдача контура, длина и потери давления не более 20 кПа).

Средняя разность температур, °C:

$$\Delta t_{cp} = \frac{t_2 - t_o}{2} - t_e. \quad (53)$$

Удельная теплоотдача контура, Вт/м²:

$$q = \frac{Q}{F}, \quad (54)$$

где Q – теплопотери помещения, Вт.

Расход теплоносителя, кг/ч:

$$G = 0,86 \cdot \frac{Q}{t_2 - t_o}. \quad (55)$$

Потери давления:

$$\Delta p = 1.3 \cdot R \cdot l; \quad (56)$$

где R – удельная потеря давления на трение, принимается по номограмме [16].

В расчете приняты металлополимерные трубы ГЕРЦ d 16·2 мм.

Расчет сведен в таблицу 13.

Таблица 13 – Расчет напольного отопления

№	Площадь пола	Удельная теплоотдача, Вт/м ²	Средняя разность температур, °С	Теплоотдача, Вт	Параметры теплоносителя	Расход теплоносителя, кг/ч	Длина контура, м	Потери давления, кПа
101	19,7	35	17	595	45-35	51,17	79	2,66
101	11,4	35	17	194	45-35	16,7	46	0,27
104	16,1	35	17	274	45-35	23,6	64	0,57
104	26,7	35	17	454	45-35	39,0	107	2,64
104	10,5	35	17	179	45-35	15,4	42	0,20
106	10,8	35	17	184	45-35	15,8	43	0,21

4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ

4.1 Описание системы вентиляции

В здании проектом предусмотрено устройство приточно-вытяжной вентиляции с естественным и искусственным побуждением воздуха, обеспечивающей требуемые санитарно-гигиенические нормы. Воздухообмен принят в соответствии с нормативными документами [4].

Вентиляционные системы выполнены отдельно по функциональному назначению. Механическая вытяжная вентиляция принята в туалетных, туалетах девочек и мальчиков, санитарных узлах персонала, душевых, электрощитовой и осуществляется посредством стальных каналов круглого сечения и канальных вентиляторов фирмы Ruck. Вытяжная вентиляция остальных помещений принята с естественным побуждением. Вытяжка осуществляется посредством стальных вентканалов прямоугольного сечения и вентшахт с выходом на кровлю. Расстояние от верха вытяжной шахты до уровня кровли принимается не менее 1 м. Приток осуществляется посредством инфильтрации через наружные ограждения и с помощью функции микропроветривания оконных блоков.

Предусмотрено удаление воздуха от шкафов для сушки детской одежды в раздевальных. Объем воздуха, удаляемого от одного шкафа для сушки одежды, – 10 м³/ч. Вытяжка осуществляется с помощью канального вентилятора фирмы Ruck.

Крепления воздуховодов приняты по серии [19]. Аэродинамические испытания должны проводиться в соответствии со Сводом правил [20].

В образовательном учреждении г.о. Тольятти с естественной вентиляцией были измерены параметры микроклимата в холодный период [21]. Результаты измерений отображены на рисунках 2 и 3.

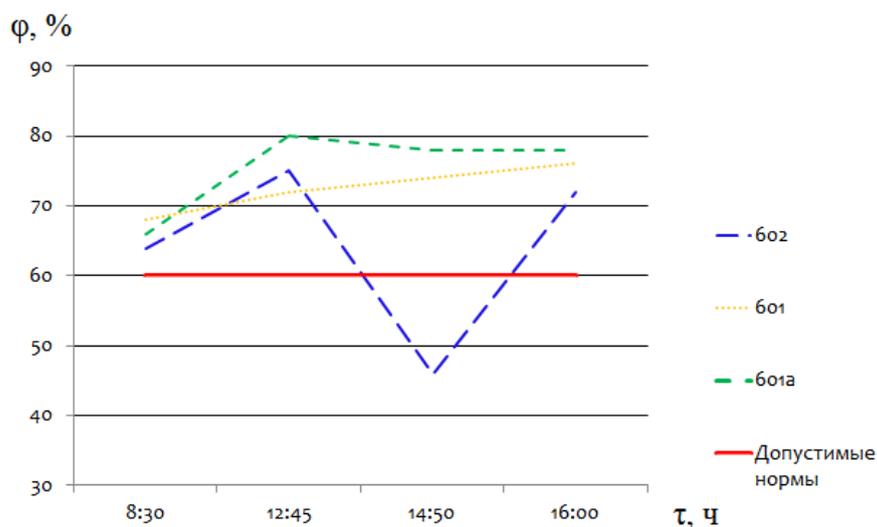


Рисунок 2 – Результаты измерения относительной влажности

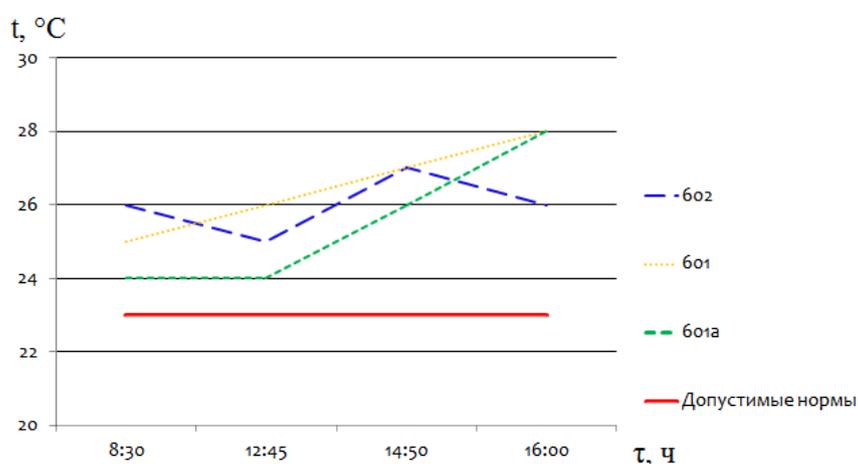


Рисунок 3 – Результаты измерения температуры внутреннего воздуха

В большинстве своем параметры микроклимата превышают допустимые нормы. Причиной являются герметичные пластиковые окна, препятствующие нормальному функционированию естественной вентиляции. Поэтому необходимо применять окна с функцией микропроветривания, как того и требуют нормативы [22]. В связи с новыми требованиями к качеству внутреннего воздуха дополнительно необходимо принять меры по его улучшению. Если в жилых и административных зданиях с естественной вентиляцией до сих пор пренебрегают этими требованиями и ограничиваются сквозным проветриванием, то в детских садах подобная мера может привести к простудным заболеваниям детей в холодный период. Кроме того, сквозное проветривание приводит к большим

потерям тепловой энергии. Кроме окон с функцией микропроветривания, которые кроме плюсов все же имеют недостаток – теплопотери, предусмотрены децентрализованные рекуператоры ТеФо фирмы «Теплообмен» в помещениях с окнами. Рекуператоры применяются периодически по потребности, чтобы шум вентиляторов не мешал деятельности детей. Поэтому в воздушном балансе рекуператоры не учитываются. Существует типоразмерный ряд, включающий четыре базовые модели рекуператоров:

- ТеФо 1 - рассчитан на воздухообмен в диапазоне 35-37м³/ч;
- ТеФо 2 – в диапазоне 39-41м³/ч;
- ТеФо 3 – в диапазоне 90-105м³/ч;
- ТеФо 4 – около 130м³/ч.

Также производитель предусматривает изготовление моделей на другие расходы путем изменения длины рекуператора. Теплая форточка позволяет не только обновлять воздух в помещении, но и утилизировать тепло отработанного воздуха (степень рекуперации 75%). Срок окупаемости данной установки 1-2 года. Срок службы пластиковых элементов – 50 лет, теплопередающего – 100 лет и более [23].

4.2 Аэродинамический расчет систем вентиляции

Аэродинамический расчет систем вентиляции ведется методом удельных потерь давления на трение [24].

Для систем естественной вентиляции рассчитано располагаемое давление [24]:

$$p_p = h \cdot g \cdot (\rho_n - \rho_s), \quad (57)$$

где h – высота столба, м;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

ρ_n, ρ_e – плотность наружного (при температуре 5°C) и внутреннего воздуха, кг/м³.

В конце расчета производится увязка участков (для механической вентиляции невязка может составить 15%, для естественной вентиляции от 5 до 10%):

$$\frac{\Delta p_m - \Delta p_{отв}}{\Delta p_m} \cdot 100\%. \quad (58)$$

Если невязка составляет более 15%, то на ответвлении ставится дроссель-клапан [24], КМС которого:

$$\xi = \frac{\Delta p_m - \Delta p_{отв}}{p_0}. \quad (59)$$

Расчеты приведены в Приложении Н. Расчетные схемы приведены в Приложениях П, Р, С, Т, У, Ф.

4.3 Подбор оборудования

Подбор вентиляторов производится по давлению расходу. Для всех систем приняты канальные вентиляторы фирмы Ruck [25], характеристики которых приведены в Приложениях Х, Ц, Ч, Ш, Щ, Э, Ю:

система В1: $p = 157$ Па, $L = 210$ м³/ч;

система В2: $p = 165$ Па, $L = 540$ м³/ч;

система В3: $p = 52,7$ Па, $L = 100$ м³/ч;

система В4: $p = 35$ Па, $L = 75$ м³/ч;

система В5: $p = 227$ Па, $L = 1457$ м³/ч;

система В6: $p = 1,4$ Па, $L = 28$ м³/ч.

Также в помещениях с окнами предусмотрена установка децентрализованных рекуператоров фирмы «Теплообмен» [23]. Подбор рекуператоров приведен в Приложении Я.

5 ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ

5.1 Технологическая последовательность выполнения работ

Санитарно-технические монтажные работы выполняются посредством поточного метода, то есть метода непрерывного производства работ бригадой монтажников внутренних санитарно-технических систем из 4 человек и сварщиком. В этом методе сочетаются два других: последовательный и параллельный. Суть метода в том, что бригады рабочих постоянного состава вместе с комплектом инструментов и машин, выполняют одни и те же работы, совмещенные по времени.

В данном разделе рассмотрен вопрос организации монтажных работ системы отопления. Монтаж системы отопления производится в соответствии с требованиями нормативных документов и инструкций изготовителей оборудования [20, 26]. До начала монтажных работ должны быть выполнены работы:

- устроен ввод водоснабжения в здание;
- выполнена подготовка основания пола;
- подготовлены опоры для трубопроводов в технических подпольях;
- установлены закладные детали в строительных конструкциях;
- предусмотрены отверстия для прокладки трубопроводов в конструкциях;
- оштукатурены или облицованы стены в местах установки отопительных приборов и трубопроводов.

Монтаж трубопроводов систем отопления осуществляется в определенном порядке. Сначала размечаются места установки креплений, при этом необходимо учесть уклоны. Затем монтируются крепления со сверлением отверстий и заделкой раствором. Следующий шаг – прокладка стальных трубопроводов с учетом вида соединений (сварное, на резьбе, фланцевое, на накидных гайках). При этом резьбовое соединение необходимо уплотнять либо лентой фторопластового уплотнительного

материала при температуре теплоносителя до 70 К, либо льняной прядью с пропиткой свинцовым суриком или белилами на олифе, также можно использовать уплотняющие пасты-герметики. Размеры собранных узлов не должны отличаться от проектных более чем на ± 3 мм (при длине до 1 м) и ± 1 мм на каждый последующий метр. Трубопроводы фиксируются хомутами, фиксаторами и прочими крепежными элементами. Далее осуществляется проверка соответствия фактического положения трубопроводов проектному.

Монтаж отопительных приборов необходимо начать с разметки места установки креплений. Затем устанавливаются собственно крепежные элементы, отопительные приборы с присоединением к трубопроводам.

При монтаже радиаторов нужно учесть минимальные расстояния до поверхности конструкций (60 мм от поверхности пола, 25 от штукатурки стен, 50 мм от низа подоконной доски).

Вентили должны быть установлены так, чтобы теплоноситель поступал под клапан.

При монтаже системы отопления должна быть обеспечена безопасность соблюдением определенных мер. Они включают в себя организацию рабочего места с указанием методов и средств обеспечения вентиляции, пожаротушения, монтажа на высоте, методы доставки и монтажа трубопроводов и оборудования, безопасность выполнения работ в нишах, бородах и ящиках, а также безопасность при обезжиривании и травлении трубопроводов.

Перед монтажом проводится первичный инструктаж по безопасному производству работ с пометками в Журнале регистрации инструктажа на рабочем месте.

Вновь принимаемый на работу человек проходит вводный инструктаж (запись в «Журнал регистрации вводного инструктажа по охране труда»).

Работать с монтажным пистолетом могут лишь люди, обученные правилам эксплуатации его и имеющие спецдостоверение. Они должны быть старше 18 лет и иметь образование не ниже 8 классов и квалификацию

3 разряда и выше, а также проработать на монтаже не менее 2 лет, пройти медосмотр и быть признанными годными к выполнению таких работ. Эти работы проводятся по наряду-допуску.

К работе с электрифицированным инструментом допускаются лишь рабочие, которые прошли спецобучение согласно ГОСТ [27] и первичный инструктаж.

Переносные электроинструменты и механизмы, а также светильники должны иметь напряжение не выше 42 В.

Освещенность рабочего места должна удовлетворять нормам. При работе следует соблюдать требования пожарной безопасности [28, 29].

Испытания должны проводиться в соответствии с требованиями правил Госгортехнадзора России под прямым руководством специалиста монтажной организации.

Осмотр стальных и пластмассовых труб производится только после понижения давления до 0,3 МПа. Дефекты устраняются после понижения давления в трубопроводе до атмосферного.

5.2 Контроль качества

Монтажные работы подвергаются текущему и периодическому контролю. Производственный контроль включает в себя входной (контроль рабочей документации, материалов, изделий, оборудования), операционный (контроль строительных процессов и операций) и приемочный (контроль монтажа внутренних систем).

После монтажных работ до начала отделочных проводятся испытания трубопроводов. Системы водяного отопления испытывают гидростатическим давлением, величина которого равна 1,5 рабочего давления и не менее 0,2 МПа в низшей точке. При этом котлы и расширительные сосуды отсоединяют. Система заполняется водой температурой не менее 5 °С через обратную магистраль. Затем воздухосборники отсоединяют и подключают

ручной (или приводной) гидравлический пресс, создающий необходимое давление.

Падение давления не должно превышать 0,02 МПа в течение 5 минут. Давление контролируется опломбированным манометром с делениями на шкале через 0,01 МПа. Найденные небольшие неисправности (не мешающие гидростатическому испытанию) отмечают мелом, а после исправляют.

Тепловое испытание при положительной температуре наружного воздуха должно производиться при температуре воды в подающем трубопроводе не менее 60 °С. Испытание проводится в течение 7 часов. При этом отопительные приборы должны равномерно прогреваться.

5.3 Определение состава и объема работ

Объем работ определен при помощи ЕНиР [30]. Работа проводится в одну хватку. Результаты расчетов приведены в Приложении АА.

Ведомость трудоемкости работ заполняется при помощи ЕНиР [30]. При этом трудоемкость определяется по формуле:

$$T_p = \frac{H_{ep} \cdot V}{8,2}, \quad (60)$$

где H_{ep} – норма времени на единицу объема работ, чел.-час, по ЕНиР;

V – физический объем работ;

8,2 – продолжительность смены, час.

Также учитываются затраты труда на работы за счет накладных расходов (10%) и на подготовительные работы (4%).

Результаты расчета приведены в Приложении АБ.

6 АВТОМАТИЗАЦИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО ПУНКТА

Целью автоматизации в целом является освобождение человека от участия в различных процессах, т.е. сокращение персонала, оптимизация процессов, повышение безопасности, точный контроль.

В ИТП объекта применены средства автоматизации, позволяющие уменьшить теплотребление (данные фирм Данфосс, Вило) на 15%. Это снижение идет за счет установки оптимального режима работы системы. Также регулировка происходит в двух режимах: погодной компенсации (регулировка температуры воды в подающем трубопроводе в зависимости от значения температуры наружного воздуха). Основные плюсы автоматизированного теплового пункта:

- снижение потребляемой электрической энергии благодаря повышению КПД насосов, автоматического включения насосов при снижении температуры;
- повышенная надежность теплоснабжения благодаря более совершенной системе авторегулирования с учетом температур наружного и внутреннего воздуха, теплоносителя.

Для автоматического регулирования ИТП электроприводы клапанов (3) систем отопления управляются контроллером. Для управления клапанами используются сигналы с датчиков температуры воды в подающем и обратном трубопроводе (4, 5), а также с датчика температуры наружного воздуха (6). При превышении заданных значений контроллер автоматически понижает потребление тепловой энергии, воздействуя на двухходовой клапан на подаче (1).

Контроллер располагается в щите управления. В этом же щите подключается и спаренный насос (2).

Тепловой пункт снабжен средствами автоматики:

- контрольно-измерительные приборы (термометры, манометры); устанавливаемые в соответствии с нормативными документами [31] на вводе

и выходе из ИТП; в точках смешения теплоносителя (термометр); после каждого сопротивления, например, фильтра, насоса, (манометр);

– регулирующая арматура: двухходовой клапан с электрическим приводом; регулятор перепада давления;

– смесительные насосы (спаренные);

– термометры сопротивления на подающем и обратном трубопроводах;

– датчик температуры воздуха (термометр сопротивления на внешней стене, в тени на высоте не менее 1,5м от уровня земли).

– контроллер системы управления.

По показаниям приборов осуществляется:

– настройка при первичном вводе в эксплуатацию системы автоматики и настройки регулирующих клапанов;

– контроль температуры и давления теплоносителя на подающем и обратном трубопроводах тепловой сети, системы отопления;

– состояние фильтров.

Регулирование параметров теплоносителя во время эксплуатации осуществляется автоматически по показаниям датчика температуры воздуха и температуры воды (погодозависимый режим). Управление производится с помощью контроллера. Система восстанавливают свою работу в случае остановки и возобновления электропитания.

Также имеется отдельный щит управления для узла учета. Система включает в себя датчики температуры на подающем и обратном трубопроводе (9, 10) и расходомеры (7, 8), показания которых и поступают на контроллер, располагающийся в щите управления. Места установки средств автоматики указаны на схеме автоматизации (Рисунок 4).

7 Безопасность и экологичность технического объекта

Большинство профессий человека так или иначе связаны с оборудованием, вызывающим всевозможные риски, которые делятся на экологические, техногенные и профессиональные. Эти риски могут нанести вред рабочим, окружающим людям, а также биосфере. Поэтому очень важно идентифицировать и обозначить все возможные риски при определенном виде работ, чтобы избежать предупредить возможные негативные последствия (заболевания и травмы).

В разделе составлен технологический паспорт детского сада и сведен в таблицу 14 [32], также были идентифицированы профессиональные риски в таблицах 15 и 16 [33], разработаны методы и средства уменьшения влияния опасных и вредных производственных факторов в таблице 17 [34, 35, 36]. Также были определены класс и опасные факторы пожара (Таблица 18) и подобраны мероприятия защиты от пожара (Таблицы 19, 20) [37]. Кроме того, было уделено внимание экологическим аспектам с последующим подбором мероприятий по снижению антропогенного воздействия на биосферу [38].

Таблица 14 - Технологический паспорт детского сада

№	Технологический процесс	Технологическая операция	Наименование должности работника, выполняющего процесс	Оборудование	Материал, вещества
1	Монтаж стальных водопроводных труб	Ручная электродуговая сварка металлическим электродом	Электросварщик ручной сварки	Сварочный аппарат	Электроды качественные МР-3

Расход вредностей при сварке:

$$M = G \cdot m \cdot n, \quad (61)$$

где G – расход сварочного материала (принят 0,7 кг);

m – удельное количество вредных веществ [6];

n – количество оборудования.

Таблица 15 – Выделяемые вредные вещества

Марка материала	Количество выделяемых вредных веществ (в скобках удельное, г/кг)			
	Сварочный аэрозоль	Железа оксид	Марганец и его соединения	Фтористый водород
MP-3	8,05 (11,5)	6,839 (9,77)	1,211 (1,73)	0,28 (0,4)

Таблица 16 – Идентификация профессиональных рисков

№	Технологическая операция	Опасный и вредный производственный фактор	Источник фактора
1	Ручная электродуговая сварка металлическим электродом	<ul style="list-style-type: none"> -повышенная температура поверхностей оборудования, материалов -повышенный уровень ультрафиолетовой радиации; -повышенный уровень инфракрасной радиации -токсический фактор по пути проникновения через органы дыхания и слизистые оболочки -статические перегрузки 	<ul style="list-style-type: none"> -сварочный материал -сварочный аппарат -нагретая труба -выделяющиеся вещества -сварочный аппарат

Таблица 17 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

№	Опасный и вредный производственный фактор	Методы и средства защиты	Средства индивидуальной защиты работника
1	-повышенная температура поверхностей оборудования, материалов	Оградительные устройства	Рукавицы, костюм с защитными свойствами
2	-повышенный уровень ультрафиолетовой радиации;	Оградительные устройства	Щиток
3	-повышенный уровень инфракрасной радиации	Оградительные устройства	Щиток
4	-токсический фактор по пути проникновения через органы дыхания и слизистые оболочки	Устройства для вентиляции воздуха	Противогаз, рукавицы, костюм с защитными свойствами
5	-статические перегрузки	-	-

Таблица 18 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

№	Участок	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Место сварки	Сварочный аппарат	Е	Пламя и искры, повышенный тепловой поток	вынос высокого напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

Таблица 19 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Установки пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
Огнетушитель углекислотный	Пожарный автомобиль	Водяные и пенные	Спринклерная установка	Пожарный рукав	Спасательный трап	Комплект универсального инструмента УКИ-12М	Система оповещения

Таблица 20 – Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Наименование технологического процесса, вид объекта	Наименование видов работ	Требования по обеспечению пожарной безопасности
<p>Монтаж стальных водогазопроводных труб</p>	<p>Сварочные работы</p>	<p>При реконструкции общественных зданий электрогазосварочные работы следует производить только после того, как из помещений удалены горючие материалы и находящиеся в них люди.</p> <p>Электрогазосварочные работы в зданиях с теплоизоляцией ограждающих конструкций из горючих и трудногорючих материалов можно вести только в пределах помещений, освобожденных от горючих материалов с нанесенными покровными слоями и наличием противопожарных поясов.</p> <p>Не разрешается совмещать сварочные работы с работами, связанными с применением горючих и трудногорючих веществ и материалов.</p> <p>После окончания сварочных и других огневых работ ответственный за проведение этих работ обязан удалить из строящегося здания в специально отведенные места на стройплощадке баллоны с газами, ацетиленовые агрегаты, отключить электрогазосварочные аппараты</p>

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, цель проектирования, а именно, реконструкция систем отопления и вентиляции дошкольного образовательного учреждения г.о. Тольятти с обеспечением минимального энергопотребления была достигнута.

При этом решен комплекс задач:

- обеспечение тепловой защиты здания с учетом поэлементного, комплексного и санитарно-гигиенического требований нормативных документов, включающее подбор утеплителя и технико-экономический анализ характеристик двух вариантов утепления;
- проектирование системы отопления и подбор соответствующего оборудования;
- проектирование системы вентиляции и подбор соответствующего оборудования;
- дополнительный подбор децентрализованных рекуператоров с целью обеспечения качества внутреннего воздуха и энергосбережения;
- 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 версия СНиП 23-01-99* [Электронный ресурс]. - Введ. 2003-10-01 Режим доступа: http://www.norm-load.ru/SNiP/raznoe/aktualizir_sp/2/131.htm.
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. ГОСТ 30 494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях [Электронный ресурс]. - Введ. 2013-01-01. Режим доступа: <http://www.npmaar.ru/possnips/standpr/gost30494.html>.
4. СанПиН 2.4.1.3049-13. Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы дошкольных образовательных организаций [Электронный ресурс]. - Введ. 2013-07-30. Режим доступа: <http://www.rg.ru/2013/07/19/sanpin-dok.html>.
5. ФЗ №261. Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации [Электронный ресурс]. - Введ. 2009-11-11. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902186281#>.
6. Баталин, Б.С. Эксплуатационные свойства пенополистирола вызывают опасения / Б.С. Баталин // Предотвращение аварий зданий и сооружений. – 2010. – №9. – С. 604-619.
7. СТО 17532043-001-2005. Нормы теплотехнического проектирования ограждающих конструкций и оценки энергоэффективности зданий. [Электронный ресурс]. - Введ. 2006-01-01. Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/Data1/46/46773/>.

8. Кузнецова, В.Г. Оценка окупаемости затрат на утепление фасада / В.Г. Кузнецова // Молодежь и 21 век – 2016. – 2016. – С. 255-258.
9. Практическое пособие по повышению энергетической эффективности многоквартирных домов при капитальном ремонте. В 6-ти томах. Под ред. Г.П. Васильева. Том 4. Приволжский Федеральный округ. Региональное приложение В – М. : 2015. – 247 с.
10. Ярцев, В.П. Эксплуатационные свойства и долговечность теплоизоляционных материалов / В.П. Ярцев, А.А. Мамонтов, С.А. мамонтов // Кровельные и изоляционные материалы. – 2013. – №9.
11. Гагарин, В.Г. Методы экономического анализа повышения уровня теплозащиты ограждающих конструкций зданий / В.Г. Гагарин. // Журн. АВОК. – 2009. – №1.
12. ВСН 58-88(р). Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения. [Электронный ресурс]. - Введ. 1989-07-01. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/871001224>.
13. Теплопотери здания. Справочное пособие.- Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/data1/50/50453/#i1395021>.
14. СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. [Электронный ресурс]. – Введ. 2011-05-20. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200084848>.
15. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. В 2-х ч. Под. ред. И. Г. Старовойтова. Изд. 3-е, перераб. и доп. Ч. I. Отопление, водопровод, канализация - М.: Стройиздат, 1975. - 429 с.
16. Покотилов, В.В. Системы водяного отопления / В.В. Покотилов. – Вена : HERZ Armaturen, 2008. – 157 с.

17. Компания Pro Aqua. Технический каталог. Полипропиленовые трубы и фитинги. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.poisk-ir.ru/ovk/instr/proaqua_pp.pdf.
18. Программа расчета K-PROJECT. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.k-flex.ru/tehnicheskaya-podderzhka/programma-rascheta-k-project>.
19. Серия 5.904-1. Детали креплений воздухопроводов. Выпуск 1. Рабочие чертежи. Часть 1. [Электронный ресурс]. – Введ. 1980-05-05. Режим доступа: <http://dwg.ru/dnl/9453>.
20. СП 73.13330.2012. Внутренние санитарно-технические системы зданий. [Электронный ресурс]. – Введ. 2013-01-01. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200091051>.
21. Кузнецова, В.Г. Микроклимат и энергосбережение в общественных зданиях / В.Г. Кузнецова // Новая наука: теоретический и практический взгляд. – Стерлитамак : РИЦ АМИ, 2015. – С.178-179.
22. СП 60.13330.2012. Отопление, вентиляция и кондиционирование. [Электронный ресурс]. – Введ. 2013-01-01. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200095527>.
23. Компания Теплообмен. Прайс-лист и технические характеристики рекуператоров. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.ttai.ru/rekuperatory_tefo/price-list.
24. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч. 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн. 2 / Б.В.Баркалов, Н.Н.Павлов. – М.: Стройиздат, 1992. – 416 с.
25. Компания Ruck. Канальные вентиляторы для круглых воздухопроводов. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.вентиляторъ.рф/files/pdf/katalog-ruck/katalog_kanalnie_krugl_ru.pdf.
26. Типовая технологическая карта на монтаж внутреннего трубопровода систем отопления с запорно-регулирующей арматурой и установкой

- отопительных приборов. – СПб : ООО «Строительные Технологии», 2012.
27. ГОСТ 12.0.004-90. ССБТ. Организация обучения безопасности труда. Общие положения. [Электронный ресурс]. – Введ. 1991-07-01. Режим доступа: <http://base.garant.ru/3922225/>.
28. ППБ 01-03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. [Электронный ресурс]. – Введ. 2003-06-30. Режим доступа: http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/11/11702/.
29. ГОСТ 12.1.004-91*. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. [Электронный ресурс]. – Введ. 1992-07-01. Режим доступа: <http://tehnorma.ru/normativbase/4/4653/index.htm>.
30. ЕНиР. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е9 Монтаж внутренних санитарно-технических систем. Выпуск 1. Отопление, водопровод, канализация и газоснабжение. [Электронный ресурс]. – Введ. 1986-12-05. Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/Data1/2/2569/>.
31. СП 41-101-95. Проектирование тепловых пунктов. [Электронный ресурс]. – Введ. 1996-07-01. Режим доступа: http://snipov.net/c_4632_snip_98189.html.
32. Общероссийский классификатор профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов. [Электронный ресурс]. – Введ. 1996-01-01. Режим доступа: <http://www.webapteka.ru/phdocs/doc11112.html>.
33. 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>.
34. ПОТ Р М 005-97. Правила по охране труда при термической обработке металлов. [Электронный ресурс]. – Введ. 1998-08-01. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200008386>.
35. ГОСТ 12.2.007.8-75. ССБТ. Устройства электросварочные и для плазменной обработки. Требования безопасности. [Электронный

- ресурс]. – Введ. 1978-01-01. Режим доступа:
<http://docs.cntd.ru/document/gost-12-2-007-8-75-ssbt>.
36. 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/gost-12-3-003-86-ssbt>.
37. ФЗ-123 Федеральный закон технический регламент о требованиях пожарной безопасности. [Электронный ресурс]. – Введ. 2008-07-04. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902111644>.
38. ФЗ № 96. Об охране атмосферного воздуха. [Электронный ресурс]. – Введ. 2008-07-04. Режим доступа:
<http://docs.cntd.ru/document/901732276>.

Таблица А.1 – Локальные сметы на монтажные работы по двум вариантам утепления фасада

№	Шифр и номер позиции норматива	Наименование работ и затрат, единица измерения	Кол-во единиц	Стоимость единицы, руб.		Общая стоимость, руб.			Затраты труда, чел.-ч,	
				всего	эксплуатация машин	всего	оплата труда	эксплуатация машин	рабочих машинистов	
									оплата труда	в т.ч. оплата труда
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Утепление фасада (1 вариант)										
1	C104-358 код:104 9131 005	Минераловатные плиты ФАСАД БАТТС размером 1200x500x50(75.100)(теплоизоляц ия штукатурных фасадов), м3	123	<u>2773.39</u>		341127				
2	C101-430 код:101 9168 012	Клей для облицовочных работ(сухая смесь):Кнауф "Perlfix"(клей монтажный для крепления гипсокартонных плит, т	5	<u>4809.99</u>		24050				
3	62-25-6	Огрунтовка фасадов простых сложных с люлек, 100 м2	10,19	<u>656.03</u> 113,45	<u>9.98</u> 0,15	6685	1156	<u>102</u> 2	<u>10.12</u> 0,01	<u>103</u>
4	15-02-015-1	Штукатурка поверхностей известковым раствором простая по камню и бетону стен, 100 м2	10,19	<u>1346.68</u> 774,79	<u>86.24</u> 76,64	13723	7895	<u>879</u> 781	<u>65.66</u> 4,99	<u>669</u> 51

Продолжение таблица А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Прямые затраты по разделу				387188	10409	<u>1226</u>		<u>888</u>
		"Утепление фасада" с учетом						<u>979</u>		<u>64</u>
		коэффициентов								
		МДС 81.35-2004 п.4.7								
		Оплата труда рабочих								
		9051.x1.15=10408.65								
		Эксплуатация машин								
		981.x1.25=1226.25								
		Затраты труда рабочих								
		772.x1.15=887.8								
		Затраты труда машинистов								
		51.x1.25=63.75								
		Итого по разделу "Утепление								
		фасада"								
		Стоимость строительных работ				387188				
		в том числе								
		прямые затраты				387188	10409	<u>1226</u>		<u>888</u>
								<u>979</u>		<u>64</u>
		Итого по разделу "Утепление				387188				
		фасада"								
		Итого по смете								
		строительные работы				387188				
		монтажные работы								
		оборудование								
		Итого по смете				387188				
1 квартал		СМР 6.51				2520594				
2016		Налоги								
		Ндс 18.%				453706,92				
		Итого				2974300,9				
		Всего по смете				2974300,9				

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Утепление фасада (2 в-т)										
1	C104-358 код:104 9131 005	Минераловатные плиты ФАСАД БАТТС размером 1200x500x50(75.100)(теплоизол яц ия штукатурных фасадов), м3	173	<u>2773,39</u>		479796				
2	C101-430 код:101 9168 012	Клей для облицовочных работ(сухая смесь):Кнауф "Perlfix"(клей монтажный для крепления гипсокартонных плит, т	5	<u>4809,99</u>		24050				
3	62-25-6	Огрунтовка фасадов простых сложных с люлек, 100 м2	10,19	<u>656,03</u> 113,45	<u>9,98</u> 0,15	6685	1156	<u>102</u> 2	<u>10,12</u> 0,01	<u>103</u>
4	15-02-015- 1	Штукатурка поверхностей известковым раствором простая по камню и бетону стен, 100 м2	10,19	<u>1346,68</u> 774,79	<u>86,24</u> 76,64	13723	7895	<u>879</u> 781	<u>65,66</u> 4,99	<u>669</u> 51
		Прямые затраты по разделу "Утепление фасада" с учетом коэффициентов МДС 81.35-2004 п.4.7 Оплата труда рабочих 9051.x1.15=10408.65				525857	10409	<u>1226</u> 979		<u>888</u> 64

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Эксплуатация машин 981.х1.25=1226.25 Затраты труда рабочих 772.х1.15=887.8 Затраты труда машинистов 51.х1.25=63.75								
		Итого по разделу "Утепление фасада"								
		Стоимость строительных работ				525857				
		в том числе								
		прямые затраты				525857	10409	<u>1226</u> 979		<u>888</u> 64
		Итого по разделу "Утепление фасада"				525857				
		Итого по смете строительные работы монтажные работы оборудование				525857				
		Итого по смете				525857				
1 квартал		СМР 6.51				3423329				
		Налоги								
		Ндс 18.%				616199,22				
		Итого				4039528,2				
		Всего по смете				4039528,2				

Приложение Б

Энергетический паспорт

Таблица Б.1 – Энергетический паспорт

1 Общая информация

Дата заполнения (число, месяц, год)	27.04.2016
Адрес здания	Г.о.Тольятти, ул. Ингельберга 52
Разработчик проекта	Кузнецова В.Г.
Назначение здания	Общественное здание
Этажность, количество секций	трехэтажное

2 Расчетные условия

Наименование расчетных параметров	Обозначение параметра	Единица измерения	Расчетное значение
1 Расчетная температура наружного воздуха для проектирования теплозащиты	t_n	°C	-30
2 Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	$t_{от}$	°C	-4,3
3 Продолжительность отопительного периода	$z_{от}$	Сут/год	217
4 Градусо-сутки отопительного периода	ГСОП	°C · сут/год	5273
5 Расчетная температура внутреннего воздуха для проектирования теплозащиты	$t_{в}$	°C	20
6 Расчетная температура чердака	$t_{черд.}$	°C	6
7 Расчетная температура теплого подвала	$t_{подп.}$	°C	6

3 Показатели геометрические

Показатель	Обозначение и размерность показателя	Расчетное (проектное) значение показателя	Фактическое значение показателя
8 Сумма площадей этажей здания	$A_{от}, м^2$	609,9	
9 Расчетная площадь (общественных зданий)	$A_p, м^2$	128,1	
10 Отапливаемый объем	$V_{от}, м^3$	1986,5	

Продолжение таблицы Б.1

11 Коэффициент остекленности фасада здания	f	0,238	
12 Показатель компактности здания	$K_{\text{комп}}$	1,08	
13 Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания в т.ч.:	$A_{\text{н}}^{\text{сум}}, \text{м}^2$	2151,8	
стен	$A_{\text{ст}}, \text{м}^2$	1019,2	
окон и балконных дверей	$A_{\text{ок.1}}, \text{м}^2$	323,5	
входных дверей	$A_{\text{дв}}, \text{м}^2$	14,7	
чердачных перекрытий	$A_{\text{черд}}, \text{м}^2$	203,3	
перекрытий над техническими подпольями или над неотапливаемыми подвалами	$A_{\text{цок.1}}, \text{м}^2$	100,6	
стен в земле и пола по грунту	$A_{\text{цок.3}}, \text{м}^2$	490,5	

Показатели теплотехнические

Показатель	Обозначение и размерность показателя	Нормируемое значение	Расчетное (проектное) значение показателя	Фактическое значение показателя
14. Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений	$R_0^{\text{пр}}, \text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$			
стен	$R_{0,\text{ст}}^{\text{пр}}$	3,25	3,31	
окон и балконных дверей	$R_{0,\text{ок.1}}^{\text{пр}}$	0,54	0,54	
входных дверей	$R_{0,\text{дв}}^{\text{пр}}$	0,79	0,79	
чердачных перекрытий	$R_{0,\text{черд}}^{\text{пр}}$	4,27	4,39	
перекрытий над техническими подпольями или над неотапливаемыми подвалами (эквивалентная)	$R_{0,\text{цок.1}}^{\text{пр}}$	1,2	1,42	
стен в земле и пола по грунту (раздельно)			3,05	
1 зона	$R_{0,\text{цок.3}}^{\text{пр}}$		5,25	
2 зона			9,55	
3 зона			15,15	
4 зона				

5 Показатели вспомогательные

Продолжение таблицы Б.1

Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Нормируемое значение показателя	Расчетное проектное значение показателя
15 Общий коэффициент теплопередачи здания	$K_{\text{общ}}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$		0,57
16 Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период при удельной норме воздухообмена	$n_{\text{в}}, \text{ч}^{-1}$	1,5	3,9
17 Удельные бытовые тепловыделения в здании	$q_{\text{быт}}, \text{Вт}/\text{ч}$	90	
18 Тарифная цена тепловой энергии для проектируемого здания	$C_{\text{тепл.}}, \text{руб}/\text{кВт} \cdot \text{ч}$	0,63	

6 Удельные характеристики

19 Удельная теплозащитная характеристика здания	$k_{\text{об}}, \text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$		0,576
20 Удельная вентиляционная характеристика	$k_{\text{вент}}, \text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$		0,309
21 Удельная характеристика бытовых тепловыделений здания	$k_{\text{быт}}, \text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$		0,131
22 Удельная характеристика тепlopоступлений в здание от солнечной радиации	$k_{\text{рад}}, \text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$		0,22

7 Коэффициенты

Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Значение показателя
23 Коэффициент эффективности авторегулирования отопления	ζ	0,9
24 Коэффициент эффективности рекуператора	$k_{\text{эф}}$	0,75
25 Коэффициент, учитывающий снижение использования тепlopоступлений в период превышения их над тепlopотерями	ν	0,807
26 Коэффициент учета дополнительных тепlopотерь системы отопления	β_h	1

Продолжение таблицы Б.1

8 Комплексные показатели расхода тепловой энергии

27 Расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$q_{от}^p$ Вт/(м ³ · °С)	0.567
28 Нормируемая удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$q_{от}^{тр}$ Вт/(м ³ · °С)	0.521
29 Класс энергосбережения		С-
30 Соответствует ли проект здания нормативному требованию по теплозащите		Да

9 Энергетические нагрузки здания

Показатель	Обозначение	Единица измерений	Значение показателя
31 Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	q	кВт · ч/(м ³ · год)	71,8
32 Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$Q_{от}^{год}$	кВт · ч/(год)	142541
33 Общие теплопотери здания за отопительный период	$Q_{общ}^{год}$	кВт · ч/(год)	222485

Таблица В.1 – Расчет теплотерь помещений

№	Наим.	Ограждающие конструкции						Основные теплотери	Добавочные теплотери		теплотери с учетом добавок	Δp_i , Па	G, кг/(м ² ·ч)	Q _{инф} , Вт	Q _{вент} , Вт	ΣQ , Вт
		Наим.	Ориентация	Размер, м	Площадь, м ²	Козф. теплопередачи, Вт/(м ² ·°C)	Δt , °C		на ориентацию	прочие						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
101	Спальня на 18 мест	НС	В	6,79*3,43	23,3	0,302	49	345	0,1	0,05	396	14,64	4,02	431	3773	6057
		НС	Ю	8,69*3,43	20,1	0,302	49	297	0	0,05	312					
		Пл (на грунте)	1 зона	6,28*2 и 8,18*2	28,9	0,328	49	464			464					
			2 зона	4,28*2; 4,18*2; 0,91*0,97	17,8	0,190	49	166			166					
			3 зона	0,91*1,31; 0,73*3,27	3,6	0,105	49	18			18					
		То (3шт.)	Ю	1,8*2,1 и 1,8*1,2	9,7	1,852	49	882	0	0,05	926					
102	Коридор	Пл (на грунте)	2 зона	0,97*3,27	3,2	0,190	46	28			28					37
			3 зона	0,58*3,27	1,9	0,105	46	9			9					

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
103	Туалетная	Нс	С	6,7*3,43	15,4	0,302	49	228	0,1	0	251	14,64	4,02	335	1160	2400		
		То (2шт.)	С	1,8*2,1	7,6	1,852	49	686	0,1	0	755							
		Пл (на грунте)	1 зона	6,7*2,0	13,4	0,328	49	215			215							
			2 зона	1,03*2,0	2,1	0,190	49	19			19							
104	Групповая (младшая группа)	Нс	Ю	11,91*3,43	27,4	0,302	49	406	0	0	406	627	5354	7642				
		То (3шт.)	Ю	1,8*2,1	11,3	1,852	49	1029	0	0	1029						14,64	4,02
		Нд	Ю	2,1*1,0	2,1	1,261	49	130	0	0	130						15,60	5,36
		Пл (на грунте)	1 зона	11,91*2,0	23,8	0,328	49	382			382							
			2 зона	11,91*2,0	23,8	0,190	49	222			222							
			3 зона	2,0*2,0; 4,26*2,0;7,65*1 ,31	22,5	0,105	49	116			116							
			4 зона	4,26*0,28	1,2	0,066	49	4			4							
105	Буфетная	Пл (на грунте)	1 зона	0,12*1,67;0,31* 2,12	0,9	0,328	48	13			13				436	489		
			2 зона	1,67*2,0	3,3	0,190	48	31			31							
			3 зона	1,67*1,03	1,7	0,105	48	9			9							
106	Раздевальная	Пл (на грунте)	1 зона	0,33*0,12	0,04	0,328	50	1			1				538	583		
			2 зона	0,33*2,29; 0,41*5,23	2,9	0,190	50	28			28							

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
			3 зона	5,23*0,29;0,33*0,74	1,8	0,105	50	9			9							
			4 зона	5,23*0,45	2,4	0,066	50	8			8							
107	Вестибюль	Нс	С	5,0*3,43	11,8	0,302	46	164	0,1	0	181			264	0	1666		
		То	С	1,8*1,2	2,2	1,852	46	184	0,1	0	202	14,38	3,97					
		Пл (на грунте)	1 зона	5,0*2,0; 2,0*2,0	14,1	0,328	46	213			213							
			2 зона	5,0*2,0	10,0	0,190	46	88			88							
			3 зона	5,0*0,28	1,4	0,105	46	7			7							
		Нд	С	2,1*1,5	3,2	1,261	46	183	0,1	4,24	975	15,60	5,36					
108	Коридор	Пл (на грунте)	3 зона	5,0*1,72; 0,82*0,23	8,8	0,105	46	42			42				0	59		
			4 зона	2,61*2,0;0,23*0,61	5,4	0,066	46	16			16							
109	Электрощитовая	Пл (на грунте)	2 зона	2,3*1,84	4,2	0,190	35	28			28				356	402		
			3 зона	2,3*2,0	4,6	0,105	35	17			17							
			4 зона	2,3*0,28	0,6	0,066	35	1			1							
110	Помещение хранения санок	Нс	Ю	2,42*3,43	4,5	0,302	46	63	0	0	63			14,38	3,97	155	236	732
		То	Ю	1,8*2,1	3,8	1,852	46	322	0	0	322							
		Пл (на грунте)	1 зона	2,3*2,0	4,6	0,328	46	69			69							
			2 зона	2,3*0,16	0,4	0,190	46	3			3							

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17					
111	Вахтер	Пл (на грунте)	3 зона	2,16*2,54	5,5	0,105	49	28			28				340	373					
			4 зона	2,16*0,61	1,3	0,066	49	4			4										
112	Помещение хранения колясок	Нс	Ю	3,59*3,43	9,5	0,302	46	131	0	0,1	145	14,38	3,97	155	1161	2123					
		Нс	3	3,49*3,43	12,0	0,302	46	166	0,05	0,1	191										
		То	Ю	1,8*2,1	3,8	1,852	46	322	0	0,1	354										
		Пл (на грунте)	1 зона	3,08*2,0;3,1*2,0	12,4	0,328	46	186			186										
			2 зона	3,47*2,0	6,9	0,190	46	61			61										
			3 зона	2,0*1,08;2,39*1,18	5,0	0,105	46	24			24										
			4 зона	1,08*0,19	0,2	0,066	46	1			1										
113	Коридор	Нс	С	3,4*3,43	11,7	0,302	46	162	0,1	0	178					214					
		Пл			5,1	0,707	10	36			36										
114	Коридор	Нс	В	16,8*3,43	38,7	0,302	46	538	0,1	0	592	14,38	3,97	777	0	3075					
		То (5шт.)	В	1,8*2,1	18,9	1,852	46	1610	0,1	0	1771										
		Пл		2,16*3,08	6,7	0,707	10	47			47										
		Пл (на грунте)	1 зона	16,8*2,0	33,6	0,328	46	506			506										
			2 зона	16,8*1,08	18,1	0,190	46	159			159										
115	Инвентарная	Нс	3	2,77*3,43	5,7	0,302	46	79	0,05	0	83	14,38	3,97	155	812	1405					
		То	3	1,8*2,1	3,8	1,852	46	322	0,05	0	338										
		Пл (на грунте)	1 зона	2,77*2,0	5,5	0,328	46	83			83										

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
			2 зона	2,77*0,92;2,77*2,0	8,1	0,190	46	71			71					
			3 зона	2,77*1,26	3,5	0,105	46	17			17					
116	Зал музыкальных и физкультурных занятий	Нс	3	16,8*3,43	34,9	0,302	49	517	0,05	0	543					
		То (6 шт.)	3	1,8*2,1	22,7	1,852	49	2058	0,05	0	2161	14,64	4,02	1005	6571	10199
		Пл (на грунте)	1 зона	14,03*2,0	28,1	0,328	49	450			450					
			2 зона	14,03*2,0;14,03*0,92	41,0	0,190	49	382			382					
			3 зона	14,03*1,26	17,7	0,105	49	91			91					
117	КУИ	Пл		1,82*2,7	4,9	0,707	10	35			35				1515	1550
118	Постирочная	Нс	3	8,47*3,43	17,7	0,302	48	257	0,05	0	270					
		То (3шт.)	3	1,8*2,1	11,3	1,852	48	1008	0,05	0	1058	14,55	4,00	490	7865	9465
		Пл		4,36*8,47	32,0	0,707	12	271			271					
119	Кладовая чистого белья	Пл		2,22*2,22	4,9	0,707	10	35			35				234	269
120	Коридор	Нс	Ю	2,75*3,43	7,3	0,302	46	102	0	0	102					
		Нд	Ю	2,1*1,0	2,1	1,261	46	122	0	0	122	15,29	5,31	144	0	379
		Пл		2,75*8,88	19,1	0,707	10	155			155					
121	Хоз.кладовая	Нс	Ю	3,94*3,43	13,0	0,302	46	181	0	0,1	199					
		Нс	3	3,69*3,43	12,7	0,302	46	176	0,05	0,1	202				1035	1513
		Пл		3,43*3,18	10,9	0,707	10	77			77					
122	Коридор	Пл		4,07*3,2	13,0	0,707	10	92			92				0	92

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17			
123	С/у персонала	Нс	Ю	3,2*3,43	8,8	0,302	49	130	0	0	130	14,64	4,02	96	3334	3793			
		То	Ю	1,8*1,2	2,2	1,852	49	196	0	0	196								
		Пл		4,5*3,2	14,4	0,707	13	132			132								
А	ЛК	Нс	В	3,54*10	25,7	0,302	46	358	0,1	0,05	411	14,38	3,97	266	4125	7645			
		Нс	С	6,94*10	62,9	0,302	46	874	0,1	0,05	1005								
		То (3 шт)	С	1,8*1,2	6,5	1,852	46	552	0,1	0,05	635								
		То (2 шт)	В	1,8*2,1	7,6	1,852	46	644	0,1	0,05	741						-	-	-
		Нд	В	2,1*1,0	2,1	1,261	46	122	0,1	0,05	140						-	-	-
		Пл (на грунте)	1 зона	3,03*2,0; 13,13*2,0	32,3	0,328	46	487			487								
			2 зона	11,13*1,03	11,5	0,190	46	100			100								
		Пт		6,3*3,03	19,1	0,223	46	196			196								
Б	ЛК	Нс	В	4,79*10	47,9	0,302	46	665	0,1	0,05	765	-	-	-	2751	5649			
		Нс	С	7,69*10	69,4	0,302	46	965	0,1	0,05	1109								
		То (2 шт)	С	1,8*1,2	4,3	1,852	46	368	0,1	0,05	423								
		Нд	С	2,1*1,5	3,2	1,261	46	183	0,1	0,05	210								
		Пл (на грунте)	1 зона	3,57*2,0;7,06*2,0	21,3	0,328	46	320			320								
			2 зона	1,57*5,06	7,9	0,190	46	70			70								
		Пт		5,7*4,28	24,4	0,223	46	250			250								
В	ЛК	Нс	Ю	3,4*10	27,6	0,302	46	383	0	0	383	-	-	-	2015	3086			
		Нд	Ю	2,1*1,0	2,1	1,261	46	122	0	0	122								
		То (2 шт)	Ю	1,8*1,2	4,3	1,852	46	368	0	0	368								

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		Пл (на грунте)	1 зона	3,4*2,0	6,8	0,328	46	102			102					
			2 зона	3,4*2,0	6,8	0,190	46	60			60					
			3 зона	3,4*2,0	6,8	0,105	46	33			33					
			4 зона	3,4*0,29	1,0	0,066	46	3			3					
		Пт		7*3,4	23,8	0,223	46	244			244					
201	Спальня на 18 мест	Нс	В	6,79*3,2	21,7	0,302	49	322	0,1	0,05	370					
		Нс	Ю	8,69*3,2	16,5	0,302	49	244	0	0,05	256	6,99	2,45	307	3773	5479
		То (3шт.)	Ю	1,8*2,1	11,3	1,852	49	1029	0	0,05	1081					
203	Туалетная	Нс	С	6,7*3,2	13,9	0,302	49	205	0,1	0	226					
		То (2шт.)	С	1,8*2,1	7,6	1,852	49	686	0,1	0	755	6,99	2,45	205	1160	2140
204	Групповая (средняя группа)	Нс	Ю	11,91*3,2	23,0	0,302	51	354	0	0	354	6,90	2,43	422	5534	7317
		То (4 шт.)	Ю	1,8*2,1	15,1	1,852	51	1428	0	0	1428					
205	Буфетная														436	436
206	Раздевальная														538	538
207	Коридор	Нс	С	2,81*3,2	6,8	0,302	46	95	0,1	0	104					
		То	С	1,8*1,2	2,2	1,852	46	184	0,1	0	202	7,12	2,48	56	0	307
208	Помещение персонала	Нс	Ю	5,89*3,2	11,3	0,302	49	167	0	0,1	184					
		Нс	З	3,49*3,2	11,2	0,302	49	165	0,05	0,1	190	6,99	2,45	205	811	1940
		То (2шт.)	Ю	1,8*2,1	7,6	1,852	49	686	0	0,1	755					

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
209	Холл	Нс	С	5,98*3,2	17,0	0,302	46	236	0,1	0	259	7,12	2,48	56	0	462
		То	С	1,8*1,2	2,2	1,852	46	184	0,1	0	202					
210	КУИ														1515	1515
211	С/у														1667	1667
212	Душевая														1788	1788
213	Коридор	Нс	В	16,2*3,2	32,9	0,302	46	458	0,1	0	503	7,12	2,48	486	0	2275
		То (5 шт.)	В	1,8*2,1	18,9	1,852	46	1610	0,1	0	1771					
214	Кабинет методиста	Нс	3	2,77*3,2	5,1	0,302	48	74	0,05	0	77	7,03	2,46	101	1262	1692
		То	3	1,8*2,1	3,8	1,852	48	336	0,05	0	353					
215	Учебный класс	Нс	3	10,81*3,2	19,5	0,302	51	300	0,05	0	315	6,90	2,43	422	8964	1077 9
		То (4 шт.)	3	1,8*2,1	15,1	1,852	51	1428	0,05	0	1500					
216	Рекреация	Нс	3	2,81*3,2	5,2	0,302	46	72	0,05	0	76	7,12	2,48	97	0	414
		То	3	1,8*2,1	3,8	1,852	46	322	0,05	0	338					
217	Радиоузел	Нс	3	2,9*3,2	5,5	0,302	46	76	0,05	0	80	7,12	2,48	97	825	1244
		То	3	1,8*2,1	3,8	1,852	46	322	0,05	0	338					
218	Туалет девочек	Нс	3	2,73*3,2	5,0	0,302	49	73	0,05	0	77	6,99	2,45	102	3368	3806
		То	3	1,8*2,1	3,8	1,852	49	343	0,05	0	360					
219	Туалет мальчиков	Нс	Ю	4,97*3,2	15,9	0,302	49	235	0	0,1	259	6,99	2,45	102	3334	4088
		Нс	3	3,03*3,2	5,9	0,302	49	88	0,05	0,1	101					
		То	3	1,8*2,1	3,8	1,852	49	343	0,05	0,1	394					
220	КУИ	Нс	Ю	1,72*3,2	5,5	0,302	46	76	0	0	76				1515	1592
221	С/у персонала	Нс	Ю	3,2*3,2	8,1	0,302	49	120	0	0	120	6,99	2,45	58	3334	3649
		То	Ю	1,8*1,2	2,2	1,852	49	196	0	0	196					

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
301	Спальня на 18 мест	Нс	В	6,79*3,4	23,1	0,302	49	342	0,1	0,05	393	-0,67			3773	5675
		Нс	Ю	8,69*3,4	18,2	0,302	49	269	0	0,05	283					
		То (3 шт.)	Ю	1,8*2,1	11,3	1,852	49	1029	0	0,05	1081					
		Пт			50,3	0,223	13	146			146					
302	Коридор	Пт			5,1	0,223	7	8			8				0	8
303	Туалетная	Нс	С	6,7*3,4	15,2	0,302	49	225	0,1	0	248	-0,67			1160	2207
		То (2 шт.)	С	1,8*2,1	7,6	1,852	49	686	0,1	0	755					
		Пт			15,5	0,223	13	45			45					
304	Групповая (старшая группа)	Нс	Ю	11,91*3,4	25,4	0,302	51	391	0	0	391	-1,01			5534	7592
		То (4 шт.)	Ю	1,8*2,1	15,1	1,852	51	1428	0	0	1428					
		Пт			71,4	0,223	15	239			239					
305	Буфетная	Пт			5,9	0,223	12	16			16				436	452
306	Раздевальная	Пт			7,1	0,223	14	22			22				538	560
307	Коридор	Нс	С	2,81*3,4	7,4	0,302	46	103	0,1	0	113	-0,14			0	503
		То	С	1,8*1,2	2,2	1,852	46	184	0,1	0	202					
		Пт		7,55*2,42	18,3	0,223	46	187			187					
308	Кабинет психолога	Нс	Ю	2,4*3,4	4,4	0,302	48	63	0	0	63	-0,49			1298	1744
		То	Ю	1,8*2,1	3,8	1,852	48	336	0	0	336					
		Пт		6,4*2,75	17,6	0,223	12	47			47					
309	Холл	Нс	С	5,98*3,4	18,2	0,302	46	252	0,1	0	278	-0,14			0	513
		То	С	1,8*1,2	2,2	1,852	46	184	0,1	0	202					
		Пт			14,9	0,223	10	33			33					

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
310	Кабинет логопеда	Нс	Ю	3,1*3,4	6,8	0,302	48	98	0	0,1	108	-0,49			1463	2191
		Нс	3	3,49*3,4	11,9	0,302	48	172	0,05	0,1	198					
		То	Ю	1,8*2,1	3,8	1,852	48	336	0	0,1	370					
		Пт		6,4*3,1	19,8	0,223	12	53			53					
311	Коридор	Нс	В	16,2*3,4	36,2	0,302	46	503	0,1	0	553	-0,14			0	2483
		То (5 шт.)	В	1,8*2,1	18,9	1,852	46	1610	0,1	0	1771					
		Пт			71,4	0,223	10	159			159					
312	Кабинет преподавателя английского языка	Нс	3	2,77*3,4	5,6	0,302	48	82	0,05	0	86	-0,49			1262	1747
		То	3	1,8*2,1	3,8	1,852	48	336	0,05	0	353					
		Пт			17,1	0,223	12	46			46					
313	Учебный класс	Нс	3	10,81*3,4	21,6	0,302	48	314	0,05	0	329	-0,49			1683	3469
		То (4 шт.)	3	1,8*2,1	15,1	1,852	48	1344	0,05	0	1411					
		Пт			17,1	0,223	12	46			46					
314	Рекреация	Нс	3	5,71*3,4	11,9	0,302	46	165	0,05	0	173	-0,14			0	931
		То (2 шт.)	3	1,8*2,1	7,6	1,852	46	644	0,05	0	676					
		Пт			36,6	0,223	10	82			82					
315	Туалет девочек	Нс	3	2,73*3,4	5,5	0,302	49	81	0,05	0	85	-0,67			3334	3811
		То	3	1,8*2,1	3,8	1,852	49	343	0,05	0	360					
		Пт			10,9	0,223	13	32			32					

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
316	Туалет мальчиков	Нс	3	3,03*3,4	6,5	0,302	49	97	0,05	0,1	111	-0,67			3334	4139
		Нс	Ю	4,97*3,4	16,3	0,302	49	241	0	0,1	265					
		То	3	1,8*2,1	3,8	1,852	49	343	0,05	0,1	394					
		Пт		2,64*4,58	12,1	0,223	13	35			35					
317	КУИ	Нс	Ю	1,72*3,4	5,8	0,302	46	81	0	0	81				2545	2645
		Пт		1,72*4,8	8,3	0,223	10	18			18					
318	С/у персонала	Нс	Ю	3,2*3,4	8,7	0,302	49	129	0	0	129	-0,67			3345	3715
		То	Ю	1,8*1,2	2,2	1,852	49	196	0	0	196					
		Пт		3,2*4,8	15,4	0,223	13	45			45					

Таблица Д.1 – Тепловой расчет приборов

№ пом.	Q _{пом.} , Вт	G _{пр.} , кг/ч	t _{вх.} , °С	t _{вых.} , °С	Δt _{ср.} , °С	φ	Q _{ном.} , Вт	Марка прибора	Длина, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ветвь А, Б, В									
112	2123	1289,02	90,00	88,50	73,25	1,054	1612	11 К	1,8
110	732	1289,02	88,50	87,98	72,24	1,037	565	11 К	1,32
104	1684	1289,02	87,98	86,79	68,38	0,973	1384	11 К	1,6
104	1684	1289,02	86,79	85,60	67,19	0,954	1412	11 К	1,6
104	1685	1289,02	85,60	84,40	66,00	0,935	1442	11 К	1,6
104	1682	1289,02	84,40	83,21	64,81	0,915	1470	11 К	1,6
101	1768	1289,02	83,21	81,96	63,59	0,895	1580	11 К	1,8
101	1768	1289,02	81,96	80,71	62,34	0,875	1616	21 К	1,4
101	1768	1289,02	80,71	79,46	61,08	0,855	1654	11 К	1,8
ЛК А	4587	1289,02	79,46	76,21	61,84	0,867	4232	22 К	1,8
103	1200	1289,02	76,21	75,36	56,79	0,786	1221	11 К	1,4
103	1200	1289,02	75,36	74,51	55,94	0,773	1242	11 К	1,4
105	1323	1289,02	74,51	73,58	56,05	0,774	1367	11 К	1,8
ЛК Б	3389	1289,02	73,58	71,18	56,38	0,780	3477	22 К	2
107	1666	1289,02	71,18	70,00	54,59	0,751	1774	11 К	1,6
208	2697	1197,29	90,00	87,94	69,97	1,000	2159	21 К	1,6
208	2698	1197,29	87,94	85,89	67,92	0,966	2235	22 К	1,6
204	1830	1197,29	85,89	84,49	64,19	0,905	1617	11 К	1,8
204	1830	1197,29	84,49	83,10	62,80	0,883	1659	11 К	1,8
204	1829	1197,29	83,10	81,71	61,40	0,860	1701	21 К	1,6
204	1828	1197,29	81,71	80,31	60,01	0,838	1746	21 К	1,6
201	1826	1197,29	80,31	78,92	60,62	0,847	1724	21 К	1,6
201	1826	1197,29	78,92	77,53	59,23	0,825	1770	21 К	1,6

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
201	1827	1197,29	77,53	76,14	57,84	0,803	1820	11 К	2
ЛК А	1529	1197,29	76,14	74,97	59,56	0,830	1473	11 К	1,6
203	1070	1197,29	74,97	74,16	55,57	0,767	1116	11 К	1,6
203	1070	1197,29	74,16	73,34	54,75	0,754	1135	11 К	1,6
205	640	1197,29	73,34	72,86	55,10	0,759	674	22 К	0,4
206	641	1197,29	72,86	72,37	56,61	0,783	655	22 К	0,4
ЛК Б	1130	1197,29	72,37	71,51	55,94	0,773	1170	11 К	1,6
209	1977	1197,29	71,51	70,00	54,75	0,754	2098	21 К	1,6
310	2191	1099,12	90,00	88,18	71,09	1,018	1722	21 К	1,6
308	1744	1099,12	88,18	86,73	69,46	0,991	1408	11 К	1,6
304	1898	1099,12	86,73	85,16	64,95	0,917	1655	11 К	1,8
304	1898	1099,12	85,16	83,58	63,37	0,892	1702	21 К	1,6
304	1898	1099,12	83,58	82,01	61,80	0,866	1752	21 К	1,6
304	1898	1099,12	82,01	80,43	60,22	0,841	1805	11 К	2
301	1891	1099,12	80,43	78,86	60,65	0,848	1784	11 К	2
301	1891	1099,12	78,86	77,29	59,08	0,823	1839	11 К	2
301	1893	1099,12	77,29	75,72	57,51	0,798	1899	21 К	1,8
ЛК А	1529	1099,12	75,72	74,45	59,09	0,823	1486	11 К	1,6
303	1103	1099,12	74,45	73,54	55,00	0,758	1165	11 К	1,6
303	1104	1099,12	73,54	72,62	54,08	0,743	1188	11 К	1,6
305	757	1099,12	72,62	71,99	54,31	0,747	811	21 К	0,6
306	758	1099,12	71,99	71,36	55,68	0,769	789	22 К	0,52
ЛК Б	1130	1099,12	71,36	70,43	54,89	0,756	1196	11 К	1,6
309	513	1099,12	70,43	70,00	54,21	0,745	551	11 К	0,92
Ветвь Е, Ж									
216	414	702,92	90,00	89,46	73,73	1,062	530	11 К	1,4

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
217	1244	702,92	89,46	87,85	72,66	1,044	539	11 К	1,4
218	3806	702,92	87,85	82,91	66,38	0,941	598	11 К	1,4
219	1362	702,92	82,91	81,14	63,02	0,886	634	11 К	1,4
219	1363	702,92	81,14	79,37	61,26	0,858	656	11 К	1,4
219	1363	702,92	79,37	77,60	59,49	0,829	678	11 К	1,4
220	1592	702,92	77,60	75,54	60,57	0,847	664	11 К	0,6
221	3649	702,92	75,54	70,80	54,17	0,745	755	11 К	1
ЛК В	617	702,92	70,80	70,00	54,40	0,748	751	11 К	1
314	465	723,35	90,00	89,41	73,71	1,061	545	11 К	1,4
314	466	723,35	89,41	88,83	73,12	1,051	550	11 К	1,4
315	3811	723,35	88,83	84,02	67,42	0,958	604	11 К	1,4
316	1379	723,35	84,02	82,28	64,15	0,905	640	11 К	1,4
316	1380	723,35	82,28	80,54	62,41	0,876	660	11 К	1,4
316	1380	723,35	80,54	78,80	60,67	0,848	682	11 К	1,4
317	2645	723,35	78,80	75,46	61,13	0,856	676	11 К	1,4
318	3715	723,35	75,46	70,78	54,12	0,744	778	11 К	1
ЛК В	617	723,35	70,78	70,00	54,39	0,748	774	11 К	1
Ветвь Г									
118	3155	858,51	90,00	86,65	70,32	1,005	683	11 К	1,4
118	3155	858,51	86,65	83,29	66,97	0,950	723	11 К	1,4
118	3155	858,51	83,29	79,94	63,62	0,896	767	11 К	1,4
120	2198	858,51	79,94	77,61	62,77	0,904	760	11 К	0,72
121	1513	858,51	77,61	76,00	60,80	0,850	808	21 К	0,52
123	3793	858,51	76,00	71,97	54,98	0,758	907	11 К	1
ЛК В	1852	858,51	71,97	70,00	54,98	0,758	907	11 К	1
Ветвь Д									

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
116	2040	669,57	90	87,22	69,61	0,994	539	11 К	1,4
116	2040	669,57	87,22	84,44	66,83	0,948	565	11 К	1,4
116	2040	669,57	84,44	81,66	64,05	0,903	593	11 К	1,4
116	2040	669,57	81,66	78,88	61,27	0,858	624	11 К	1,4
116	2039	669,57	78,88	76,10	58,49	0,813	659	11 К	1,4
115	1405	669,57	76,10	74,19	59,15	0,824	650	11 К	1,4
114	615	669,57	74,19	73,35	57,77	0,802	668	11 К	1,4
114	615	669,57	73,35	72,51	56,93	0,789	679	11 К	1,4
114	615	669,57	72,51	71,68	56,09	0,775	691	11 К	1,6
114	615	669,57	71,68	70,84	55,26	0,762	703	11 К	1,6
114	615	669,57	70,84	70,00	54,42	0,749	716	11 К	1,6
Ветвь 3, И									
215	2695	672,63	90,00	86,34	67,17	0,954	564	11 К	1,4
215	2695	672,63	86,34	82,69	63,52	0,894	602	11 К	1,4
215	2695	672,63	82,69	79,03	59,86	0,835	644	11 К	1,4
215	2694	672,63	79,03	75,38	56,21	0,777	693	11 К	1,6
214	1692	672,63	75,38	73,09	56,23	0,777	692	11 К	1,6
213	455	672,63	73,09	72,47	56,78	0,786	685	11 К	1,6
213	455	672,63	72,47	71,85	56,16	0,776	693	11 К	1,6
213	455	672,63	71,85	71,23	55,54	0,766	702	11К	1,6
213	455	672,63	71,23	70,62	54,93	0,757	711	11 К	1,6
213	455	672,63	70,62	70,00	54,31	0,747	720	11 К	1,6
313	867	351,19	90,00	87,75	70,87	1,014	277	11 К	1,32
313	867	351,19	87,75	85,50	68,62	0,977	287	11 К	1,32
313	867	351,19	85,50	83,24	66,37	0,941	299	11 К	1,32
313	868	351,19	83,24	80,99	64,12	0,904	311	11 К	1,32

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
312	1747	351,19	80,99	76,45	60,72	0,849	331	11 К	1,32
311	496	351,19	76,45	75,16	59,81	0,834	337	11 К	1,32
311	496	351,19	75,16	73,87	58,52	0,814	345	11 К	1,4
311	496	351,19	73,87	72,58	57,23	0,793	354	11 К	1,4
311	496	351,19	72,58	71,30	55,94	0,773	364	11 К	1,4
311	499	351,19	71,30	70,00	54,65	0,752	373	11 К	1,4

Таблица Е.1 – Гидравлический расчет системы отопления

№ уч.	Гуч, кг/ч	луч, м	d, мм	Rф, Па/м	Rф·l, Па	v, м/с	$\sum \xi$	Z, Па	Rф·l+Z, Па	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ветвь А										
1-2	3585,4	21,4	50	60	1284	0,463	4,4	455	1739	отвод-0,5*7, переход-0,5, шар.кран=0,4
2-3	2296,4	3,2	50*8,4	206	659	0,75	0,5	136	795	тр.прох.-0,5
3-4	1099,1	3,8	50*8,4	51	194	0,34	1	56	250	тр.прох.-0,5. отвод-0,5
4-5	1099,1	2	25*4,2	1570	3139	0,52	4,9	647	3787	радиаторный узел-4,9
5-6	1099,1	1,5	50*8,4	51	77	0,34		0	77	
6-7	1099,1	2	25*4,2	1570	3139	0,52	4,9	648	3787	радиаторный узел-4,9
7-8	1099,1	1,4	50*8,4	51	71	0,34	0	0	71	
8-9	1099,1	2,2	25*4,2	1570	3453	0,52	4,9	650	4103	радиаторный узел-4,9
9-10	1099,1	1,3	50*8,4	51	66	0,34	0	0	66	
10-11	1099,1	2	25*4,2	1570	3139	0,52	4,9	651	3790	радиаторный узел-4,9
11-12	1099,1	2,1	50*8,4	51	107	0,34	0	0	107	
12-13	1099,1	2	25*4,2	1570	3139	0,52	4,9	651	3790	радиаторный узел-4,9
13-14	1099,1	1,3	50*8,4	51	66	0,34	0	0	66	
14-15	1099,1	2,4	25*4,2	1570	3767	0,52	4,9	652	4419	радиаторный узел-4,9
15-16	1099,1	2,2	50*8,4	51	112	0,34	0	0	112	
16-17	1099,1	2,4	25*4,2	1570	3767	0,52	4,9	651	4418	радиаторный узел-4,9
17-18	1099,1	1	50*8,4	51	51	0,34	0	0	51	
18-19	1099,1	2,4	25*4,2	1570	3767	0,52	4,9	652	4419	радиаторный узел-4,9
19-20	1099,1	1,3	50*8,4	51	66	0,34	0	0	66	
20-21	1099,1	2,2	25*4,2	1570	3453	0,52	4,9	652	4105	радиаторный узел-4,9
21-22	1099,1	9,7	50*8,4	51	495	0,34	1	56	551	отвод-0,5*2
22-23	1099,1	2	25*4,2	1570	3139	0,52	4,9	652	3791	радиаторный узел-4,9

Продолжение таблицы Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
23-24	1099,1	4,9	50*8,4	51	250	0,34	0	0	250	
24-25	1099,1	2	25*4,2	1570	3139	0,52	4,9	653	3793	радиаторный узел-4,9
25-26	1099,1	2,3	50*8,4	51	117	0,34	0	0	117	
26-27	1099,1	2	25*4,2	1570	3139	0,52	4,9	654	3793	радиаторный узел-4,9
27-28	1099,1	3,9	50*8,4	51	199	0,34	0,5	28	227	отвод-0,5
28-29	1099,1	1	25*4,2	1570	1570	0,52	4,9	654	2223	радиаторный узел-4,9
29-30	1099,1	2,1	50*8,4	51	107	0,34	1,5	85	192	отвод-0,5*3
30-31	1099,1	0,92	25*4,2	1570	1444	0,52	4,9	653	2097	радиаторный узел-4,9
31-32	1099,1	5,4	50*8,4	51	275	0,34	1,5	85	360	отвод-0,5*3
32-33	1099,1	2	25*4,2	1570	3139	0,52	4,9	653	3793	радиаторный узел-4,9
33-34	1099,1	10,1	50*8,4	51	515	0,34	1,5	85	600	отвод-0,5*3
34-35	1099,1	1,32	25*4,2	1570	2072	0,52	4,9	654	2726	радиаторный узел-4,9
35-36	1099,1	3,8	50*8,4	51	194	0,34	1	57	250	отвод-0,5, тр.прох.-0,5
36-37	2296,4	3,2	50*8,4	206	659	0,52	0,5	66	725	тр.прох.-0,5
37-38	3585,4	21,4	50	60	1284	0,463	4,4	461	1745	отвод-0,5*7, переход-0,5, шар.кран-0,4
								∑	67254	
Располагаемое давление для ветви Б 61847 Па										
3-39	1197,29	0,60	50*8,4	57	34	0,36	1,9	119	153	тр.отв.-1,5, шар.кран-0,4
39-40	1197,29	2,00	25*4,2	1648	3296	0,56	4,9	751	4047	радиаторный узел-4,9
40-41	1197,29	1,50	50*8,4	57	85	0,36		0	85	
41-42	1197,29	2,00	25*4,2	1648	3296	0,56	4,9	753	4049	радиаторный узел-4,9
42-43	1197,29	1,40	50*8,4	57	80	0,36		0	80	
43-44	1197,29	2,20	25*4,2	1648	3626	0,56	4,9	754	4380	радиаторный узел-4,9
44-45	1197,29	1,30	50*8,4	57	74	0,36		0	74	
45-46	1197,29	2,20	25*4,2	1648	3626	0,56	4,9	755	4380	радиаторный узел-4,9
46-47	1197,29	2,10	50*8,4	57	119	0,36		0	119	

Продолжение таблицы Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
47-48	1197,29	2,00	25*4,2	1648	3296	0,56	4,9	755	4052	радиаторный узел-4,9
48-49	1197,29	1,30	50*8,4	57	74	0,36		0	74	
49-50	1197,29	2,00	25*4,2	1648	3296	0,56	4,9	756	4052	радиаторный узел-4,9
50-51	1197,29	2,20	50*8,4	57	125	0,36		0	125	
51-52	1197,29	2,00	25*4,2	1648	3296	0,56	4,9	755	4052	радиаторный узел-4,9
52-53	1197,29	1,00	50*8,4	57	57	0,36		0	57	
53-54	1197,29	2,00	25*4,2	1648	3296	0,56	4,9	756	4052	радиаторный узел-4,9
54-55	1197,29	1,30	50*8,4	57	74	0,36		0	74	
55-56	1197,29	2,40	25*4,2	1648	3955	0,56	4,9	757	4712	радиаторный узел-4,9
56-57	1197,29	9,70	50*8,4	57	552	0,36	1	63	615	отвод-0,5*2
57-58	1197,29	2,00	25*4,2	1648	3296	0,56	4,9	756	4052	радиаторный узел-4,9
58-59	1197,29	4,90	50*8,4	57	279	0,36		0	279	
59-60	1197,29	2,00	25*4,2	1648	3296	0,56	4,9	757	4054	радиаторный узел-4,9
60-61	1197,29	2,30	50*8,4	57	131	0,36		0	131	
61-62	1197,29	2,00	25*4,2	1648	3296	0,56	4,9	758	4054	радиаторный узел-4,9
62-63	1197,29	3,28	50*8,4	57	187	0,36	0,5	32	218	отвод-0,5
63-64	1197,29	0,80	25*4,2	1648	1318	0,56	4,9	758	2076	радиаторный узел-4,9
64-65	1197,29	2,10	50*8,4	57	119	0,36	1,5	95	214	отвод-0,5*3
65-66	1197,29	0,80	25*4,2	1648	1318	0,56	4,9	757	2075	радиаторный узел-4,9
66-67	1197,29	4,78	50*8,4	57	272	0,36	1,5	95	367	отвод-0,5*3
67-68	1197,29	2,00	25*4,2	1648	3296	0,56	4,9	757	4054	радиаторный узел-4,9
68-69	1197,29	10,90	50*8,4	57	620	0,36	1,5	95	715	отвод-0,5*3
69-70	1197,29	2,00	25*4,2	1648	3296	0,56	4,9	758	4054	радиаторный узел-4,9
70-36	1197,29	0,60	50*8,4	57	34	0,36	1,9	120	155	тр.отв.-1,5, шар.кран-0,4
								∑	65730	Невязка -6,3%
Располагаемое для ветви В 63448 Па										

Продолжение таблицы Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2-71	1289,02	0,60	63*10,5	30	18	0,29	1,9	77	95	тр.отв.-1,5, шар.кран-0,4
71-72	1289,02	2,20	25*4,2	1893	4165	0,48	4,9	551	4716	радиаторный узел-4,9
72-73	1289,02	1,50	63*10,5	30	46	0,29		0	46	
73-74	1289,02	1,72	25*4,2	1893	3257	0,48	4,9	551	3808	радиаторный узел-4,9
74-75	1289,02	1,40	63*10,5	30	43	0,29		0	43	
75-76	1289,02	2,00	25*4,2	1893	3787	0,48	4,9	552	4339	радиаторный узел-4,9
76-77	1289,02	1,30	63*10,5	30	40	0,29		0	40	
77-78	1289,02	2,00	25*4,2	1893	3787	0,48	4,9	553	4340	радиаторный узел-4,9
78-79	1289,02	2,10	63*10,5	30	64	0,29		0	64	
79-80	1289,02	2,00	25*4,2	1893	3787	0,48	4,9	554	4340	радиаторный узел-4,9
80-81	1289,02	1,30	63*10,5	30	40	0,29		0	40	
81-82	1289,02	2,00	25*4,2	1893	3787	0,48	4,9	554	4340	радиаторный узел-4,9
82-83	1289,02	2,20	63*10,5	30	67	0,29		0	67	
83-84	1289,02	2,20	25*4,2	1893	4165	0,48	4,9	554	4720	радиаторный узел-4,9
84-85	1289,02	1,00	63*10,5	30	30	0,29		0	30	
85-86	1289,02	1,80	25*4,2	1893	3408	0,48	4,9	555	3963	радиаторный узел-4,9
86-87	1289,02	1,30	63*10,5	30	40	0,29		0	40	
87-88	1289,02	2,20	25*4,2	1893	4165	0,48	4,9	555	4720	радиаторный узел-4,9
88-89	1289,02	10,70	63*10,5	30	325	0,29	1	41	366	отвод-0,5*2
89-90	1289,02	2,20	25*4,2	1893	4165	0,72	4,9	1248	5413	радиаторный узел-4,9
90-91	1289,02	3,90	63*10,5	30	119	0,29		0	119	
91-92	1289,02	1,80	25*4,2	1893	3408	0,72	4,9	1251	4659	радиаторный узел-4,9
92-93	1289,02	2,30	63*10,5	30	70	0,29		0	70	
93-94	1289,02	1,80	25*4,2	1893	3408	0,72	4,9	1252	4660	радиаторный узел-4,9
94-95	1289,02	3,90	63*10,5	30	119	0,29	0,5	20	139	отвод-0,5
95-96	1289,02	2,20	25*4,2	1893	4165	0,72	4,9	1252	5417	радиаторный узел-4,9

Продолжение таблицы Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
96-97	1289,02	7,48	63*10,5	30	227	0,29	3,5	144	371	отвод-0,5*7
97-98	1289,02	2,40	25*4,2	1893	4544	0,48	4,9	556	5100	радиаторный узел-4,9
98-99	1289,02	9,18	63*10,5	30	279	0,29	1	41	320	отвод-0,5*2
99-100	1289,02	2,00	25*4,2	1893	3787	0,48	4,9	557	4343	радиаторный узел-4,9
100-37	1289,02	0,60	63*10,5	30	18	0,29	1,9	78	96	тр.отв.-1,5, шар.кран-0,4
								∑	70825	Невязка -11%
Ветвь Е										
1-2	1426,27	10,10	40,00	38	384	0,31	2	93	477	отвод-0,5*3, переход-0,5, шаровый кран-0,4
2-3	723,35	3,50	40*6,7	69	240	0,34	1	56	296	тр.прох.-0,5, отвод-0,5
3-4	723,35	1,80	25*4,2	736	1324	0,58	4,9	804	2128	радиаторный узел-4,9
4-5	723,35	1,20	40*6,7	69	82	0,34		0	82	
5-6	723,35	1,80	25*4,2	736	1324	0,58	4,9	804	2129	радиаторный узел-4,9
6-7	723,35	1,40	40*6,7	69	96	0,34		0	96	
7-8	723,35	1,80	25*4,2	736	1324	0,58	4,9	808	2133	радиаторный узел-4,9
8-9	723,35	1,60	40*6,7	69	110	0,34		0	110	
9-10	723,35	1,80	25*4,2	736	1324	0,58	4,9	809	2133	радиаторный узел-4,9
10-11	723,35	2,10	40*6,7	69	144	0,34	0,5	28	172	отвод-0,5
11-12	723,35	1,80	25*4,2	736	1324	0,58	4,9	810	2134	радиаторный узел-4,9
12-13	723,35	0,80	40*6,7	69	55	0,34		0	55	
13-14	723,35	1,80	25*4,2	736	1324	0,58	4,9	810	2135	радиаторный узел-4,9
14-15	723,35	1,80	40*6,7	69	124	0,34		0	124	
15-16	723,35	1,80	25*4,2	736	1324	0,58	4,9	810	2135	радиаторный узел-4,9
16-17	723,35	1,10	40*6,7	69	76	0,34		0	76	
17-18	723,35	1,40	25*4,2	736	1030	0,58	4,9	813	1843	радиаторный узел-4,9
18-19	723,35	8,60	40*6,7	69	591	0,34	2	113	704	отвод-0,5*4
19-20	723,35	1,40	25*4,2	736	1030	0,58	4,9	813	1843	радиаторный узел-4,9

Продолжение таблицы Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
20-21	723,35	3,50	40*6,7	69	240	0,34	1	57	297	тр.прох.-0,5, отвод-0,5
21-22	1426,27	22,30	40,00	38	847	0,31	4	188	1035	отвод- 0,5*7, переход-0,5, шар.кран-0,5
		31,00							22137	
Располагаемое давление для Ветви Ж 20464 Па										
2-23	702,92	0,30	40*6,7	67	20	0,33	1,9	100	120	тр.отв.-1,5, шар.кран-0,4
23-24	702,92	1,80	25*4,2	716	1289	0,55	4,9	723	2012	радиаторный узел-4,9
24-25	702,92	1,20	40*6,7	67	80	0,33		0	80	
25-26	702,92	1,80	25*4,2	716	1289	0,55	4,9	723	2012	радиаторный узел -4,9
26-27	702,92	1,40	40*6,7	67	93	0,33		0	93	
27-28	702,92	1,80	25*4,2	716	1289	0,55	4,9	727	2016	радиаторный узел -4,9
28-29	702,92	1,60	40*6,7	67	107	0,33		0	107	
29-30	702,92	1,80	25*4,2	716	1289	0,55	4,9	728	2017	радиаторный узел -4,9
30-31	702,92	2,60	40*6,7	67	173	0,33	0,5	26	200	отвод-0,5
31-32	702,92	1,80	25*4,2	716	1289	0,55	4,9	729	2018	радиаторный узел -4,9
32-33	702,92	0,80	40*6,7	67	53	0,33		0	53	
33-34	702,92	1,80	25*4,2	716	1289	0,55	4,9	729	2018	радиаторный узел -4,9
34-35	702,92	1,80	40*6,7	67	120	0,33		0	120	
35-36	702,92	1,00	25*4,2	716	716	0,55	4,9	729	1445	радиаторный узел-4,9
36-37	702,92	1,10	40*6,7	67	73	0,33		0	73	
37-38	702,92	1,40	25*4,2	716	1003	0,55	4,9	731	1734	радиаторный узел -4,9
38-39	702,92	8,60	40*6,7	67	574	0,33	2	106	680	отвод-0,5*4
39-40	702,92	1,40	25*4,2	716	1003	0,55	4,9	731	1734	радиаторный узел -4,9
40-21	702,92	0,30	40*6,7	67	20	0,33	1,9	101	121	тр.отв.-1,5,шар.кран-0,4
								∑	18654	Невязка 8,8%
Ветвь 3										
1-2	1023,82	11,60	50	6	64	0,131	3,9	32	96	отвод-0,5*6, переход-0,5, шар.кран-0,4

Продолжение таблицы Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2-3	351,19	3,70	20*3,4	432	1597	0,5	1	121	1718	тр.пр.-0,5, отвод-0,5
3-4	351,19	1,72	20*3,4	432	742	0,5	4,9	599	1341	радиаторный узел-4,9
4-5	351,19	1,40	20*3,4	432	604	0,5		0	604	
5-6	351,19	1,72	20*3,4	432	742	0,5	4,9	599	1342	радиаторный узел-4,9
6-7	351,19	1,40	20*3,4	432	604	0,5		0	604	
7-8	351,19	1,72	20*3,4	432	742	0,5	4,9	601	1343	радиаторный узел-4,9
8-9	351,19	1,70	20*3,4	432	734	0,5		0	734	
9-10	351,19	1,72	20*3,4	432	742	0,5	4,9	601	1344	радиаторный узел-4,9
10-11	351,19	1,30	20*3,4	432	561	0,5		0	561	
11-12	351,19	1,72	20*3,4	432	742	0,5	4,9	602	1345	радиаторный узел-4,9
12-13	351,19	12,70	20*3,4	432	5482	0,5	2	244	5725	отвод-0,5*4
13-14	351,19	1,72	20*3,4	432	742	0,5	4,9	603	1345	радиаторный узел-4,9
14-15	351,19	1,50	20*3,4	432	647	0,5		0	647	
15-16	351,19	1,80	20*3,4	432	777	0,5	4,9	603	1380	радиаторный узел-4,9
16-17	351,19	1,40	20*3,4	432	604	0,5		0	604	
17-18	351,19	1,80	20*3,4	432	777	0,5	4,9	603	1380	радиаторный узел-4,9
18-19	351,19	1,60	20*3,4	432	691	0,5		0	691	
19-20	351,19	1,80	20*3,4	432	777	0,5	4,9	604	1381	радиаторный узел-4,9
20-21	351,19	1,50	20*3,4	432	647	0,5		0	647	
21-22	351,19	1,80	20*3,4	432	777	0,5	4,9	604	1381	радиаторный узел-4,9
22-23	351,19	3,70	20*3,4	432	1597	0,5		0	1597	
23-24	1023,82	21,20	50	6	117	0,131	4,9	41	158	отвод-0,5*8, переход-0,5, шар.кран-0,4
								∑	27968	
Располагаемое давление для Ветви И 27554 Па										
2-25	672,63	0,50	40*6,7	64	32	0,33	1,9	100	132	тр.отв.-1,5, шар.кран-0,4
25-26	672,63	1,80	25*4,2	706	1271	0,55	4,9	726	1998	радиаторный узел-4,9

Продолжение таблицы Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
26-27	672,63	1,40	40*6,7	64	89	0,33		0	89	
27-28	672,63	1,80	25*4,2	706	1271	0,55	4,9	728	1999	радиаторный узел-4,9
28-29	672,63	1,40	40*6,7	64	89	0,33		0	89	
29-30	672,63	1,80	25*4,2	706	1271	0,55	4,9	729	2000	радиаторный узел-4,9
30-31	672,63	1,70	40*6,7	64	108	0,33		0	108	
31-32	672,63	2,00	25*4,2	706	1413	0,55	4,9	731	2143	радиаторный узел-4,9
32-33	672,63	1,30	40*6,7	64	83	0,33		0	83	
33-34	672,63	2,00	25*4,2	706	1413	0,55	4,9	731	2143	радиаторный узел-4,9
34-35	672,63	11,40	40*6,7	64	727	0,33	2	106	833	отвод-0,5*4
35-36	672,63	2,00	25*4,2	706	1413	0,55	4,9	730	2143	радиаторный узел-4,9
36-37	672,63	1,50	40*6,7	64	96	0,33		0	96	
37-38	672,63	2,00	25*4,2	706	1413	0,55	4,9	731	2143	радиаторный узел-4,9
38-39	672,63	1,40	40*6,7	64	89	0,33		0	89	
39-40	672,63	2,00	25*4,2	706	1413	0,55	4,9	731	2143	радиаторный узел-4,9
40-41	672,63	1,60	40*6,7	64	102	0,33		0	102	
41-42	672,63	2,00	25*4,2	706	1413	0,55	4,9	731	2144	радиаторный узел-4,9
42-43	672,63	1,50	40*6,7	64	96	0,33		0	96	
43-44	672,63	2,00	25*4,2	706	1413	0,55	4,9	731	2144	радиаторный узел-4,9
44-23	672,63	0,50	40*6,7	64	32	0,33	1,9	101	133	тр.отв.-1,5, шар.кран-0,4
								∑	22851	Невязка 17%
Ветвь Г										
1-2	858,51	9,80	40	15	147	0,19	3,9	68	215	отвод-0,5*6, переход-0,5, шар.кран-0,4
2-3	858,51	1,80	25*4,2	971	1748	0,67	4,9	1075	2824	радиаторный узел-4,9
3-4	858,51	1,20	40*6,7	91	109	0,41		0	109	
4-5	858,51	1,80	25*4,2	971	1748	0,67	4,9	1078	2826	радиаторный узел-4,9
5-6	858,51	1,40	40*6,7	91	128	0,41		0	128	

Продолжение таблицы Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6-7	858,51	1,80	25*4,2	971	1748	0,67	4,9	1080	2828	радиаторный узел-4,9
7-8	858,51	3,80	40*6,7	91	347	0,41	0,5	41	388	отвод-0,5
8-9	858,51	1,12	25*4,2	971	1088	0,67	4,9	1080	2168	радиаторный узел-4,9
9-10	858,51	3,80	40*6,7	91	347	0,41		0	347	
10-11	858,51	0,92	25*4,2	971	893	0,67	4,9	1081	1975	радиаторный узел-4,9
11-12	858,51	1,10	40*6,7	91	100	0,41		0	100	
12-13	858,51	1,40	25*4,2	971	1360	0,67	4,9	1085	2444	радиаторный узел-4,9
13-14	858,51	8,20	40*6,7	91	748	0,41	2	164	912	отвод-0,5*4
14-15	858,51	1,40	25*4,2	971	1360	0,67	4,9	1085	2444	радиаторный узел-4,9
15-16	858,51	12,80	40	15	192	0,19	2,9	51	243	отвод-0,5*4, переход-0,5, шар.кран-0,4
								Σ	19951	
Ветвь Д										
1-2	669,57	10,90	40	9	98	0,14	3,9	37	135	отвод-0,5*6, переход-0,5, шар.кран-0,4
2-3	669,57	1,80	25*4,2	687	1236	0,54	4,9	699	1935	радиаторный узел-4,9
3-4	669,57	1,40	40*6,7	62	87	0,33		0	87	
4-5	669,57	1,80	25*4,2	687	1236	0,54	4,9	700	1936	радиаторный узел-4,9
5-6	669,57	1,40	40*6,7	62	87	0,33		0	87	
6-7	669,57	1,80	25*4,2	687	1236	0,54	4,9	701	1937	радиаторный узел-4,9
7-8	669,57	1,70	40*6,7	62	105	0,33		0	105	
8-9	669,57	1,80	25*4,2	687	1236	0,54	4,9	702	1939	радиаторный узел-4,9
9-10	669,57	1,30	40*6,7	62	80	0,33		0	80	
10-11	669,57	1,80	25*4,2	687	1236	0,54	4,9	704	1940	радиаторный узел-4,9
11-12	669,57	1,60	40*6,7	62	99	0,33		0	99	
12-13	669,57	1,80	25*4,2	687	1236	0,54	4,9	703	1939	радиаторный узел-4,9
13-14	669,57	10,20	40*6,7	62	630	0,33	1	53	684	отвод-0,5*2
14-15	669,57	1,80	25*4,2	687	1236	0,54	4,9	704	1940	радиаторный узел-4,9

Продолжение таблицы Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
15-16	669,57	1,50	40*6,7	62	93	0,33		0	93	
16-17	669,57	1,80	25*4,2	687	1236	0,54	4,9	704	1940	радиаторный узел-4,9
17-18	669,57	1,40	40*6,7	62	87	0,33		0	87	
18-19	669,57	2,00	25*4,2	687	1373	0,54	4,9	704	2078	радиаторный узел-4,9
19-20	669,57	1,60	40*6,7	62	99	0,33		0	99	
20-21	669,57	2,00	25*4,2	687	1373	0,54	4,9	705	2078	радиаторный узел-4,9
21-22	669,57	1,50	40*6,7	62	93	0,33		0	93	
22-23	669,57	2,00	25*4,2	687	1373	0,54	4,9	705	2078	радиаторный узел-4,9
23-24	669,57	12,40	40	9	112	0,14	3,4	33	144	отвод-0,5*5, переход-0,5, шар.кран-0,4
								∑	23530	

Приложение Ж

Расчетная схема ветвей А, Б, В

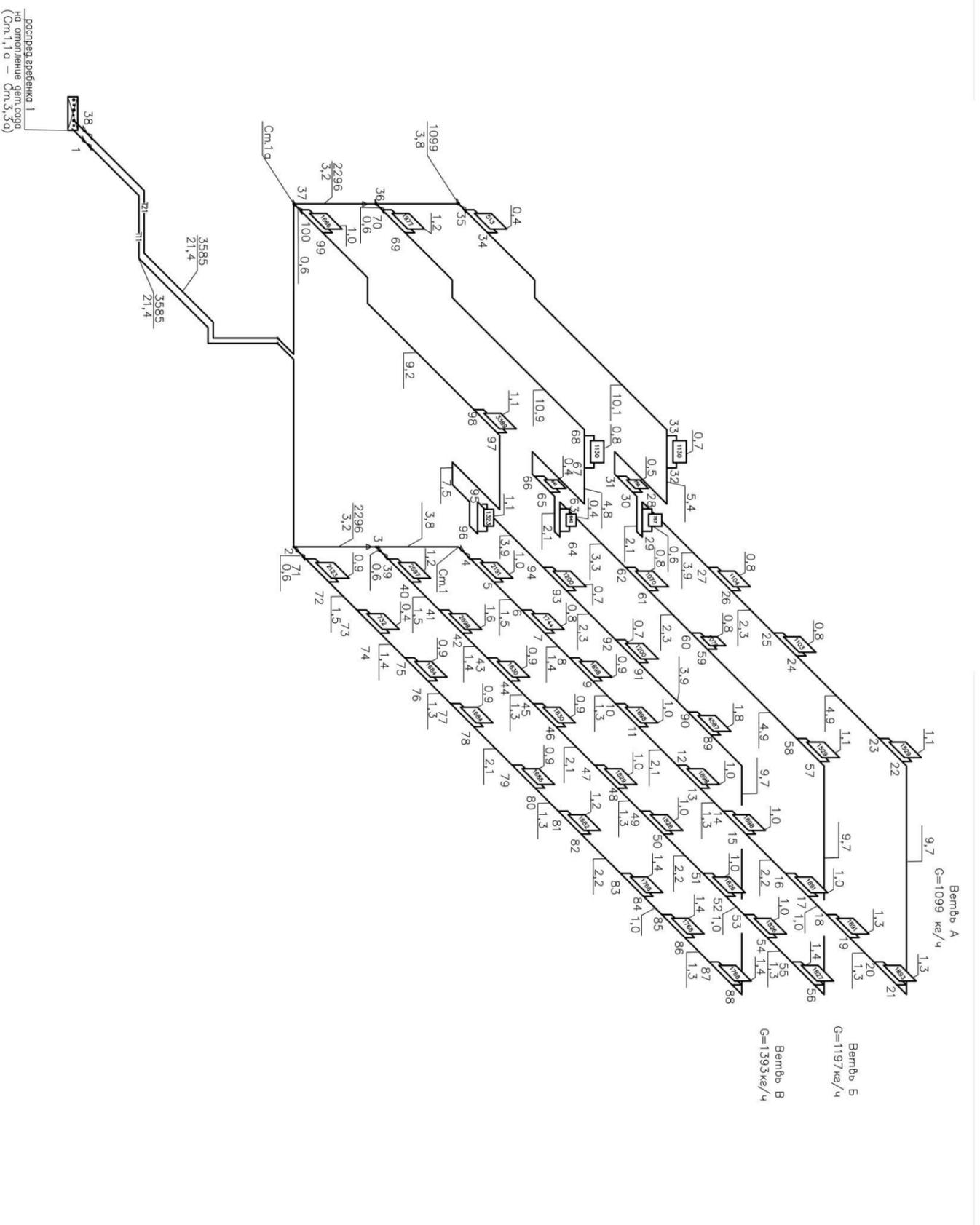


Рисунок Ж.1 – Расчетная схема ветвей А, Б, В

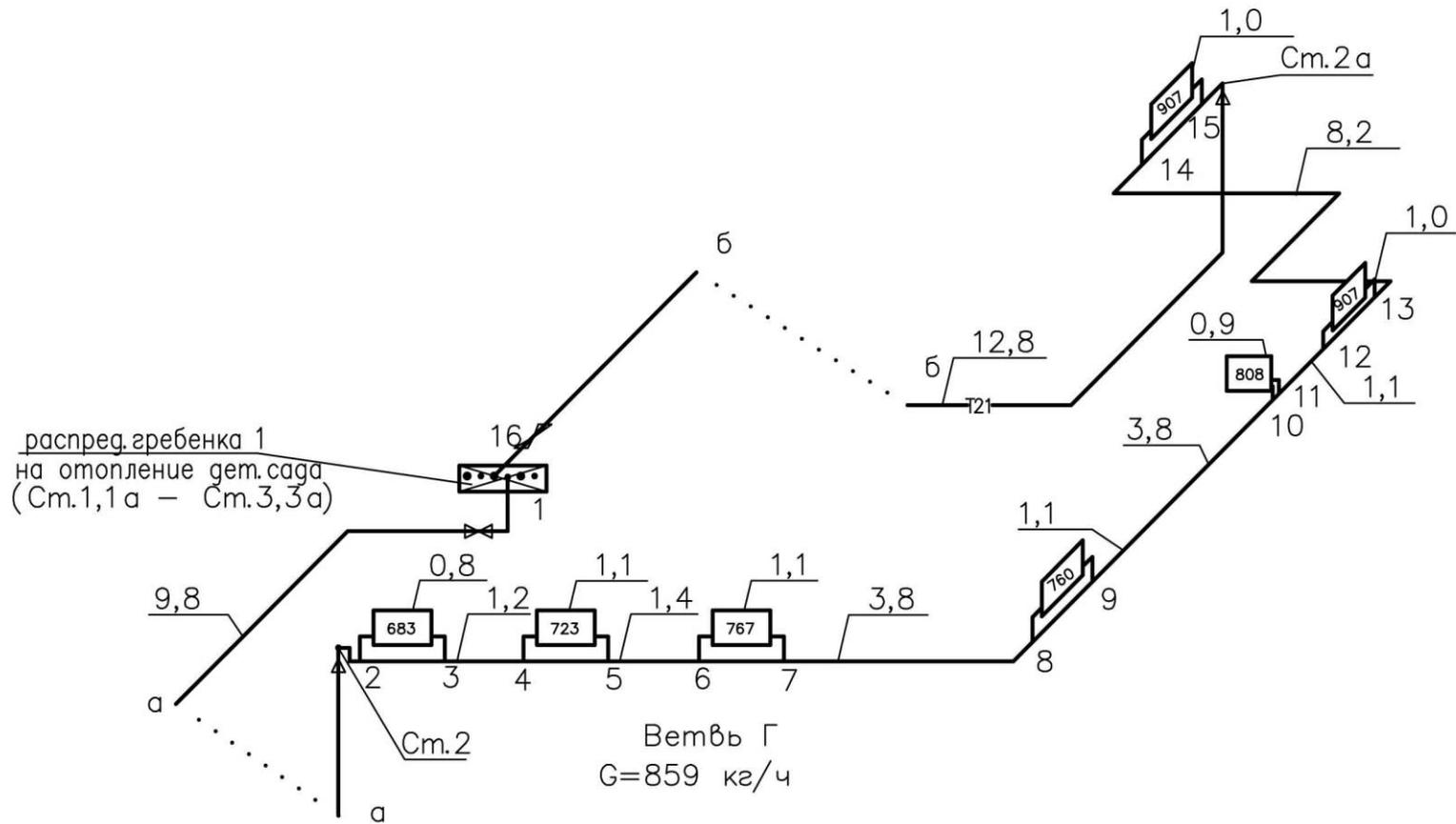
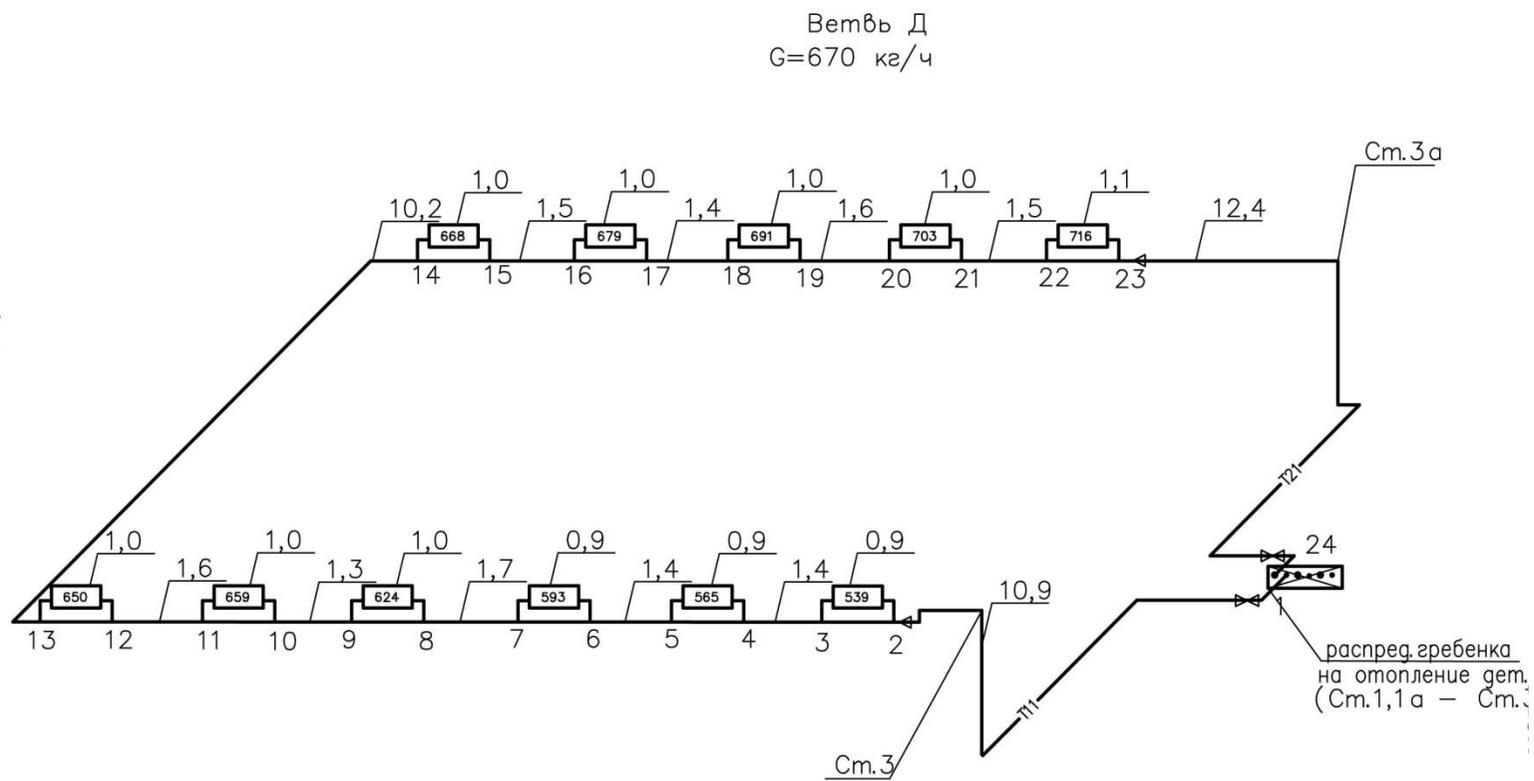


Рисунок И.1 – Расчетная схема ветви Г



Расчетная схема ветви Д

Приложение К

Рисунок К.1 – Расчетная схема ветви Д

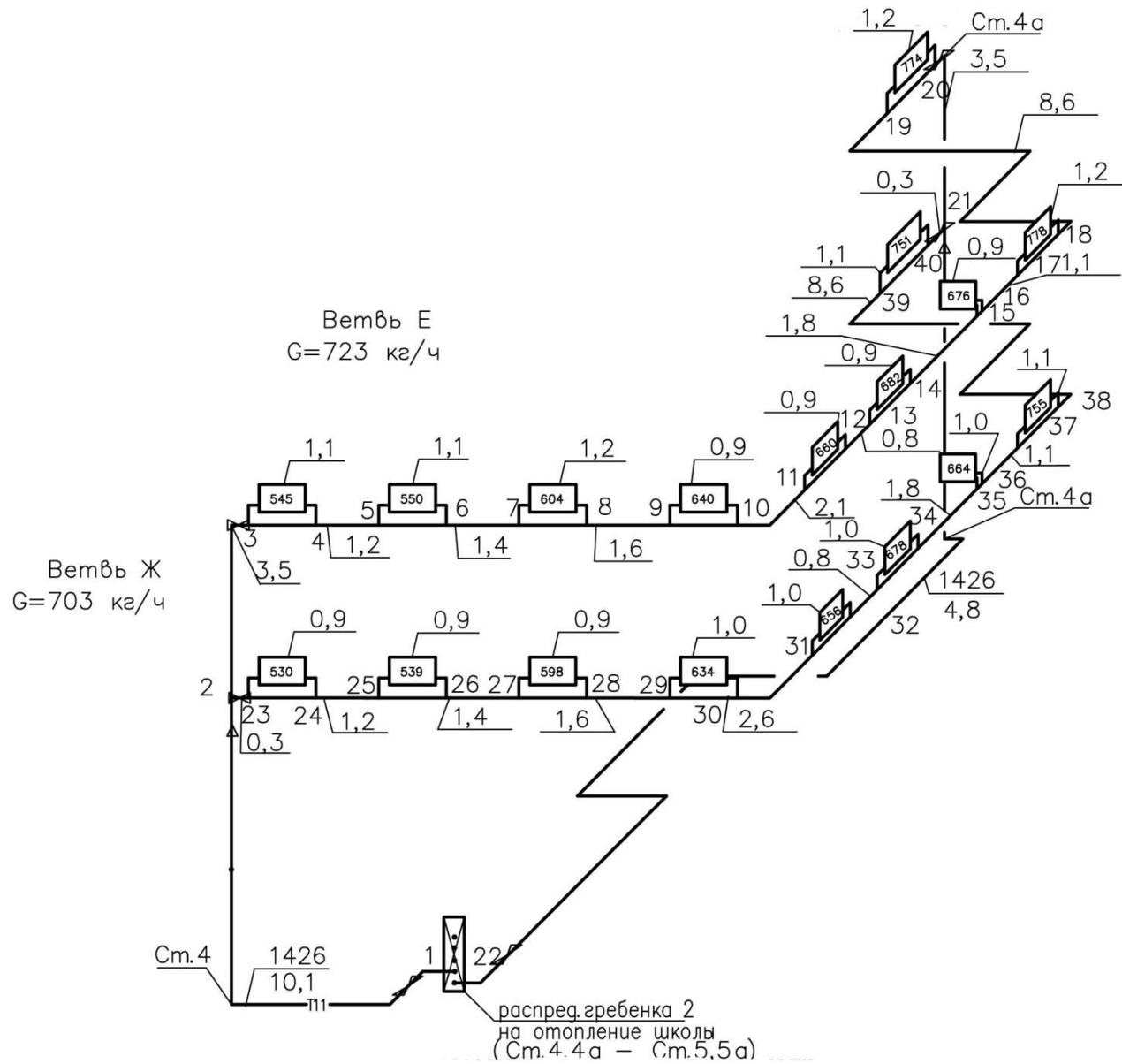


Рисунок Л.1 – Расчетная схема ветвей Е, Ж

Таблица Н.1 Аэродинамический расчет систем вентиляции

№	l, м	L, м ³ /ч	V, м/с	D, мм	V _д , м/с	R, Па/м	R*1, Па	R _д , Па	∑ξ	Z, Па	Δp, Па	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
B1 (Туалетные)												
1	3,4	70	4	80	3,870	2,93	9,96	8,99	3,55	31,9	41,87	Отвод-0,35, решетка-2, тр.(пр)-1,2
2	3,2	140	7,5	80	7,741	10,02	32,06	35,95	0,4774	17,2	49,23	Тройник (пр) - 0,4774
3	3	210	12	100	7,431	7,14	21,42	33,13	1,3	43,1	64,49	Шахта с зонтом - 1,3
Подбирается вентилятор на давление											155,59	
4	0,2	70	4	80	3,870	2,93	0,59	8,99	2,25	20,2	20,81	Тройник (от) -0,25 , решетка-2
Увязка 1 и 4 (за счет решеток)					(41,87-20,81)/41,87·100%=50,3%							
5	0,2	70	4	80	3,870	2,93	0,59	8,99	2,3472	21,1	21,68	Тройник (от) -0,3472 , решетка-2
Увязка 2 и 5 (за счет решеток)					(49,23-21,68)/49,23·100%=56%							
B2 (раздевальные)												
1	0,5	10	0,6	80	0,553	0,0981	0,05	0,18	3,1	0,6	0,62	Отвод-0,35, решетка-2, тр.(пр)-0,75
2	0,3	20	1	80	1,106	0,33	0,10	0,73	0,41	0,3	0,40	тр.(пр.)-0,41
3	0,3	30	1,6	80	1,659	0,632	0,19	1,65	0,35	0,6	0,77	тр.(пр.)-0,35
4	0,3	40	2	80	2,212	1,1322	0,34	2,93	0	0,0	0,34	тр.(пр.)-
5	0,3	50	2,5	80	2,765	1,64	0,49	4,59	0	0,0	0,49	тр.(пр.)-
6	0,3	60	2	100	2,123	0,818	0,25	2,70	0	0,0	0,25	тр.(пр.)-
7	0,3	70	2	100	2,477	1,04	0,31	3,68	0	0,0	0,31	тр.(пр.)-
8	0,3	80	2,5	100	2,831	1,3067	0,39	4,81	0	0,0	0,39	тр.(пр.)-
9	0,3	90	3	100	3,185	1,5867	0,48	6,09	0	0,0	0,48	тр.(пр.)-

Продолжение таблицы Н.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
10	0,3	100	3,5	100	3,539	1,88	0,56	7,51	0	0,0	0,56	тр.(пр.)-
11	0,3	110	3,5	100	3,892	2,38	0,71	9,09	0	0,0	0,71	тр.(пр.)-
12	0,3	120	4	100	4,246	2,74	0,82	10,82	0	0,0	0,82	тр.(пр.)-
13	0,3	130	4,5	100	4,600	3,1167	0,94	12,70	0	0,0	0,94	тр.(пр.)-
14	0,3	140	4,5	100	4,954	3,51	1,05	14,73	0	0,0	1,05	тр.(пр.)-
15	0,3	150	5	100	5,308	3,9367	1,18	16,90	0	0,0	1,18	тр.(пр.)-
16	0,3	160	5,5	100	5,662	4,3767	1,31	19,23	0	0,0	1,31	тр.(пр.)-
17	0,3	170	6	100	6,016	4,83	1,45	21,71	0	0,0	1,45	тр.(пр.)-
18	5,8	180	6	100	6,369	5,3167	30,84	24,34	1,3	31,6	62,48	тр.(пр.)-0,6, отвод-0,35*2
19	3,2	360	6	140	6,499	3,66	11,71	25,35	0,50	12,7	24,38	тр.(пр.)-0,5
20	3	540	9	160	7,464	7,6727	23,02	33,43	1,30	43,5	66,47	шахта с зонтом-1,3
Подбирается вентилятор на давление											165,41	
38	2,6	180	6	100	6,369	5,3167	13,82	24,34	0,665	16,2	30,01	тр.(отв.)-0,315, отвод-0,35
											42,08	
Увязка 21-38 и 1-18						44%, ставится диафрагма d=86 мм						
56	2,6	180	6	100	6,369	5,3167	13,82	24,34	0,413	10,1	23,88	тр.(отв.)-0,063, отвод-0,35
Увязка 39-56 и 1-19							64%, ставится диафрагма d=78 мм					
В3 С/у персонала												
1	13,8	100		100	3,539	1,38	19,04	7,51	4,35	32,7	51,7	отвод-0,35*3, решетка - 2, шахта с зонтом -1,3
Подбирается вентилятор на давление 51,7 Па												
В4 Душевая персонала												
1	13,7	75		100	2,654	1,1733	16,07	4,23	4,35	18,4	34,5	отвод-0,35*3, решетка - 2, шахта с зонтом -1,3

Продолжение таблицы Н.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Подбирается вентилятор на давление 34,5 Па												
B5 C/y												
1	1,1	100	5,5	80	5,529	5,49	6,04	18,34	2,57	47,1	53,2	тр.(пр.)-0,57, решетка-2
2	0,9	200	7	110	5,849	6,33	4,09	20,53	0,46	9,4	13,5	тр.(пр.)-0,46
3	0,8	296	6,5	125	6,703	4,4652	3,57	26,96	0,88	23,7	27,3	отвод-0,35, тр.(отв.)-0,53
4	1,9	496	6,5	160	6,856	3,4225	6,50	28,20	0,56	15,8	22,3	тр.(отв.)-0,56
5	3,9	696	7,5	180	7,601	3,6468	14,22	34,67	0,99	34,3	48,5	отвод-0,35, тр.(пр.)-0,64
6	3	1457	8	250	8,249	2,8781	8,63	40,83	1,3	53,1	61,7	Шахта с зонтом-1,3
Подбирается вентилятор на давление											226,6	
7	0,2	100	5,5	80	5,529	5,49	1,10	18,34	3,18	58,3	59,4	тр.(отв.)-1,18, решетка-2
Увязка 1 и 7						-11,7%						
8	0,2	96	5	80	5,308	5,15	1,03	16,90	3,332	56,3	57,4	тр.(отв.)-1,332, решетка-2
Увязка 2 и 8						14,0%						
9	1,2	100	5,5	80	5,529	5,49	6,59	18,34	2,58	47,3	53,9	тр.(пр.)-0,58, решетка-2
10	1,9	200	5,5	110	5,849	6,33	12,03	20,53	0,79	16,2	28,2	тр.(пр.)-0,79
Увязка 10 и 3						12,6%						
11	0,2	100	5,5	80	5,529	5,49	1,10	18,34	3,2	58,7	59,8	тр.(отв.)-1,2, решетка-2
Увязка 11 и 9						-10,9%						
12	3,6	200	5,5	110	5,849	6,33	22,79	20,53	4,04	82,9	105,7	тр.(пр.)-1,34, решетка-2, отвод-0,35*2
Увязка 12 и 4						9,1%						
13	0,8	100	5,5	80	5,529	5,49	4,39	18,34	2,58	47,3	51,7	тр.(пр.)-0,58, решетка-2
14	1,3	200	5,5	110	5,849	6,33	8,23	20,53	0,87	17,9	26,1	отвод-0,35, тр.(отв.)-0,52
15	0,9	300	6,5	125	6,794	4,558	4,10	27,70	0,3	8,3	12,4	тр.(пр.)-0,3
16	2	400	7	140	7,222	4,414	8,83	31,29	0,399	12,5	21,3	тр.(пр.)-0,399
17	0,9	561	7,5	160	7,754	4,3377	3,90	36,08	0,378	13,6	17,5	тр.-0,378

Продолжение таблицы Н.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
18	1,6	761	8	180	8,311	4,2955	6,87	41,45	0,454	18,8	25,7	тр.(отв.)-0,454
Увязка 18 и 5						6,1%						
19	0,2	100	5,5	80	5,529	5,49	1,10	18,34	3,2	58,7	59,8	тр.(отв.)-1,2, решетка-2
Увязка 19 и 13 посредством регулируемой решетки							-15,6%					
20	0,4	100	5,5	80	5,529	5,49	2,20	18,34	3,065	56,2	58,4	тр.(пр.)-1,065, решетка-2
Увязка 20 и 14 посредством решетки						24,9%						
21	0,2	100	5,5	80	5,529	5,49	1,10	18,34	3,086	56,6	57,7	тр.(отв.)-1,086, решетка-2
Увязка 21 и 15 посредством решетки						36,0 %						
22	0,2	161	5,5	100	5,697	4,422	0,88	19,47	3,2717	63,7	64,6	тр.(отв.)-1,2717, решетка-2
Увязка 22 и 16 диафрагмой d=75 мм						42,1%						
23	2,5	200	5,5	110	5,849	6,33	15,83	20,53	3,4914	71,7	87,5	тр.-1,1414, отвод-0,35, решетка-2
Увязка 23 и 17 диафрагмой d=77 мм						32,2%						
В6 Электрощитовая												
1	9,5	28	0,8	100	0,206	0,1357	1,2891	0,03	3,65	0,1	1,4	
Подбирается вентилятор на давление 1,4 Па												
						BE1	$\Delta p_p = 5,67 \text{ Па}$					
1	9,5	226	0,8	250	1,280	0,1048	0,9956	0,98	4,5	4,4	5,4	колесо с остр.кр.-1,14, решетка-2, шахта с зонтом-1,3
				250-250			Невязка 4,5%					
						BE2	$\Delta p_p = 5,67 \text{ Па}$					

Продолжение таблицы Н.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	9,5	321	1	315	1,145	0,0641	0,6089	0,79	5,58	4,4	5,1	колено с остр.кр.-1,14, решетка-2, шахта с зонтом-1,3, дроссель-клапан-5,5 (2 створки, угол 20°)
							Невязка 9,9 %					
						BE3	Δрр = 5,29 Па					
1	9,5	27	1	110	0,790	0,126	1,197	0,37	9,94	3,7	4,9	колено с остр.кр.-1,14, решетка-2, шахта с зонтом-1,3, дроссель-клапан-5,5 (2 створки, угол 40°)
				100*150			Невязка 7,0%					
						BE4	Δрр = 6,12 Па					
1	9,6	32	1	110	0,936	0,1674	1,6070 4	0,53	7,94	4,2	5,8	колено с остр.кр.-1,14, решетка-2, шахта с зонтом-1,3, дроссель-клапан-3,5 (5 створок, угол 40°)
				100*150			Невязка 5,6%					
						BE5	Δрр = 5,85%					
1	9,8	20	0,5	110	0,585	0,0755	0,7399	0,21	23,44	4,8	5,6	колено с остр.кр.-1,14, решетка-2, шахта с зонтом-1,3, дроссель-клапан-19 (3 створки, угол 60°)
				100*150			Невязка 5,2%					
						BE6	Δрр = 4,65 Па					

Продолжение таблицы Н.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	9,8	88	0,9	180	0,961	0,0968	0,9486 4	0,55	6,21	3,4	4,4	колено с остр.кр.-1,11 решетка-2, шахта с зонтом- 1,3, дроссель-клапан-1,8 (5 створок, угол 30°)
				150*250			Невязка 5,5%					
						BE7	Δp _p = 5,67 Па					
1	9,5	200	0,9	280	0,903	0,0482	0,4579	0,49	9,98	4,9	5,3	колено с остр.кр.-1,18, решетка-2, шахта с зонтом- 1,3, дроссель-клапан-5,5 (2 створки, 40°)
				250*300			Невязка 5,9%					
						BE8	Δp _p = 4,5 Па					
1	9,5	15	0,4	110	0,439	0,049	0,4655	0,12	32,44	3,7	4,2	колено с остр.кр.-1,14, решетка-2, шахта с зонтом- 1,3, дроссель-клапан-28 (5 створок, угол 70°)
				100*150			Невязка 6,5%					
						BE9	Δp _p = 4,5 Па					
1	9,5	65	0,7	180	0,710	0,054	0,513	0,30	12,41	3,8	4,3	колено с остр.кр.-1,11 решетка-2, шахта с зонтом- 1,3, дроссель-клапан-8 (4 створки, угол 50°)
				150*250			Невязка 5,3%					
						BE10	Δp _p = 5,29 Па					

Продолжение таблицы Н.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	9,5	480	1	400	1,062	0,0415	0,3942 5	0,68	6,5	4,4	4,8	колено с остр.кр.-1,2, решетка-2, шахта с зонтом- 1,3, дроссель-клапан-2 (3 створки, угол 40°)
				400*400			Невязка 9,4%					
						BE11	Δp _p = 4,5 Па					
1	9,5	96	0,8	200	0,849	0,068	0,646	0,43	7,88	3,4	4,1	колено с остр.кр.-1,08, решетка-2, шахта с зонтом- 1,3, дроссель-клапан-3,5 (5 створок, угол 40°)
				150*300			Невязка 10,0%					
						BE12	Δp _p = 4,5 Па					
1	9,6	51	0,7	160	0,705	0,0641	0,6153	0,30	12,44	3,7	4,3	колено с остр.кр.-1,14, решетка-2, шахта с зонтом- 1,3, дроссель-клапан-8 (1 створка, 40°)
				150*150			Невязка 5,0%					
						BE13	Δp _p = 5,73 Па					
1	9,6	390	0,8	400	0,863	0,0286	0,2745 6	0,45	11,5	5,1	5,4	колено с остр.кр.-1,2, решетка-2, шахта с зонтом- 1,3, дроссель-клапан-7 (5 створок, угол 50°)
				400*400			Невязка 5,7%					
						BE14	Δp _p = 11,69 Па					

Продолжение таблицы Н.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	12,8	46	1,3	110	1,345	0,3044	3,8963 2	1,09	6,4	6,9	10,8	колено с остр.кр.-1,3, шахта с зонтом-1,3, дроссель-клапан-1,8 (5 створок, угол 30°)
							Невязка 7,2%					
						BE15	$\Delta p_p = 3,76 \text{ Па}$					
1	6,3	226	0,8	315	0,806	0,0342	0,2154 6	0,39	8,43	3,3	3,5	колено с остр.кр.-1,13, решетка-2, шахта с зонтом-1,3, дроссель-клапан-4 (4 створки, угол 40°)
				250*400			Невязка 7,0%					
						BE16	$\Delta p_p = 4,34 \text{ Па}$					
1	6,4	321	0,9	355	0,901	0,0361	0,2310 4	0,49	7,88	3,8	4,1	колено с остр.кр.-1,08, решетка-2, шахта с зонтом-1,3, дроссель-клапан-3,5 (5 створок, 40°)
				250*500			Невязка 6,1%					
						BE17	$\Delta p_p = 3,51 \text{ Па}$					
1	6,3	27	0,7	110	0,790	0,126	0,7938	0,37	6,44	2,4	3,2	колено с остр.кр.-1,14, решетка-2, шахта с зонтом-1,3, дроссель-клапан-2 (4 створки, 30°)
				100*150			Невязка 8,6%					
						BE18	$\Delta p_p = 4,02 \text{ Па}$					

Продолжение таблицы Н.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	6,3	32	0,9	110	0,936	0,1674	1,0546 2	0,53	5,24	2,8	3,8	колено с остр.кр.-1,14, решетка-2, шахта с зонтом- 1,3, дроссель-клапан-0,8 (4 створки, 20°)
				100*150			Невязка 5,2%					
						BE19	Δp _p = 3,88 Па					
1	6,5	49	0,8	140	0,885	0,1107	0,7195 5	0,47	6,3	3,0	3,7	колено с остр.кр.-1,2, решетка-2, шахта с зонтом- 1,3, дроссель-клапан-1,8 (5 створок, 30°)
				150*150			Невязка 5,3%					
						BE20	Δp _p = 2,99 Па					
1	6,3	96	0,8	200	0,849	0,068	0,4284	0,43	5,48	2,4	2,8	колено с остр.кр.-1,08, решетка-2, шахта с зонтом- 1,3, дроссель-клапан-1,1 (2 створки, 20°)
				150*300			Невязка 6,3%					
						BE21	Δp _p = 3,08 Па					
1	6,5	52	0,7	160	0,719	0,0658	0,4277	0,31	8	2,5	2,9	колено с остр.кр.-1,2, решетка-2, шахта с зонтом- 1,3, дроссель-клапан-3,5 (5 створок, 40°)
				150*150			Невязка 5,7%					
						BE22	Δp _p = 4,27 Па					

Продолжение таблицы Н.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	6,3	390	0,8	400	0,863	0,0286	0,1801	0,45	8,5	3,8	4,0	колено с остр.кр.-1,2, решетка-2, шахта с зонтом- 1,3, дроссель-клапан-4 (4 створки, 40°)
				400*400			Невязка 6,9%					
						BE23	Δp _p = 3,62 Па					
1	6,5	77	0,8	180	0,841	0,0744	0,4836	0,42	6,91	2,9	3,4	колено с остр.кр.-1,11 решетка-2, шахта с зонтом- 1,3, дроссель-клапан-2,5 (2 створки, 30°)
				150*250			Невязка 5,6%					
						BE24	Δp _p = 1,97 Па					
1	3,3	226	0,8	315	0,806	0,0342	0,1128	0,39	4,43	1,7	1,8	колено с остр.кр.-1,13, решетка-2, шахта с зонтом- 1,3
				250*400			Невязка 6,7%					
						BE25	Δp _p = 2,41 Па					
1	3,55	321	0,9	355	0,901	0,0361	0,1281	0,49	4,38	2,1	2,3	колено с остр.кр.-1,08, решетка-2, шахта с зонтом- 1,3
				250*500			Невязка 6,0%					
						BE26	Δp _p = 1,73 Па					
1	3,1	27	0,7	125	0,611	0,065	0,2015	0,22	6,24	1,4	1,6	колено с остр.кр.-1,14, решетка-2, шахта с зонтом- 1,3, дроссель-клапан-1,8

Продолжение таблицы Н.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
				100*150			Невязка 7,2%						
						BE27	Δрр = 1,98 Па						
1	3,1	32	0,9	125	0,725	0,0943	0,2923 3	0,32	4,74	1,5	1,8	колено с остр.кр.-1,14, решетка-2, шахта с зонтом- 1,3, дроссель-клапан-0,3 (1 створка, 10°)	
				100*150			Невязка 9,7%						
						BE28	Δрр = 1,73 Па						
1	3,1	79	0,8	200	0,699	0,0462	0,1432 2	0,29	5,08	1,5	1,6	колено с остр.кр.-1,08 решетка-2, шахта с зонтом- 1,3, дроссель-клапан-0,7 (5 створок, 20°)	
				150*300			Невязка 5,4%						
						BE29	Δрр = 1,95 Па						
1	3,5	89	0,9	200	0,787	0,0585	0,2047 5	0,37	4,38	1,6	1,8	колено с остр.кр.-1,08, решетка-2, шахта с зонтом- 1,3	
				150*300			Невязка 5,8%						
						BE30	Δрр = 1,73 Па						
1	3,1	390	0,8	450	0,682	0,0164	0,0508	0,28	5,57	1,6	1,6	колено с остр.кр.-1,17, решетка-2, шахта с зонтом- 1,3, дроссель-клапан-1,1 (2 створки, 20°)	
				400*500			Невязка 7,1%						
						BE31	Δрр = 1,73 Па						

Продолжение таблицы Н.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	3,1	77	0,8	200	0,681	0,0439	0,1360 9	0,28	5,18	1,4	1,6	колено с остр.кр.-1,08 решетка-2, шахта с зонтом- 1,3, дроссель-клапан-0,8 (4 створки, 20°)
				150*300			Невязка 8,5%					

Приложение II

Расчетная схемы В1, В3, В4, В6

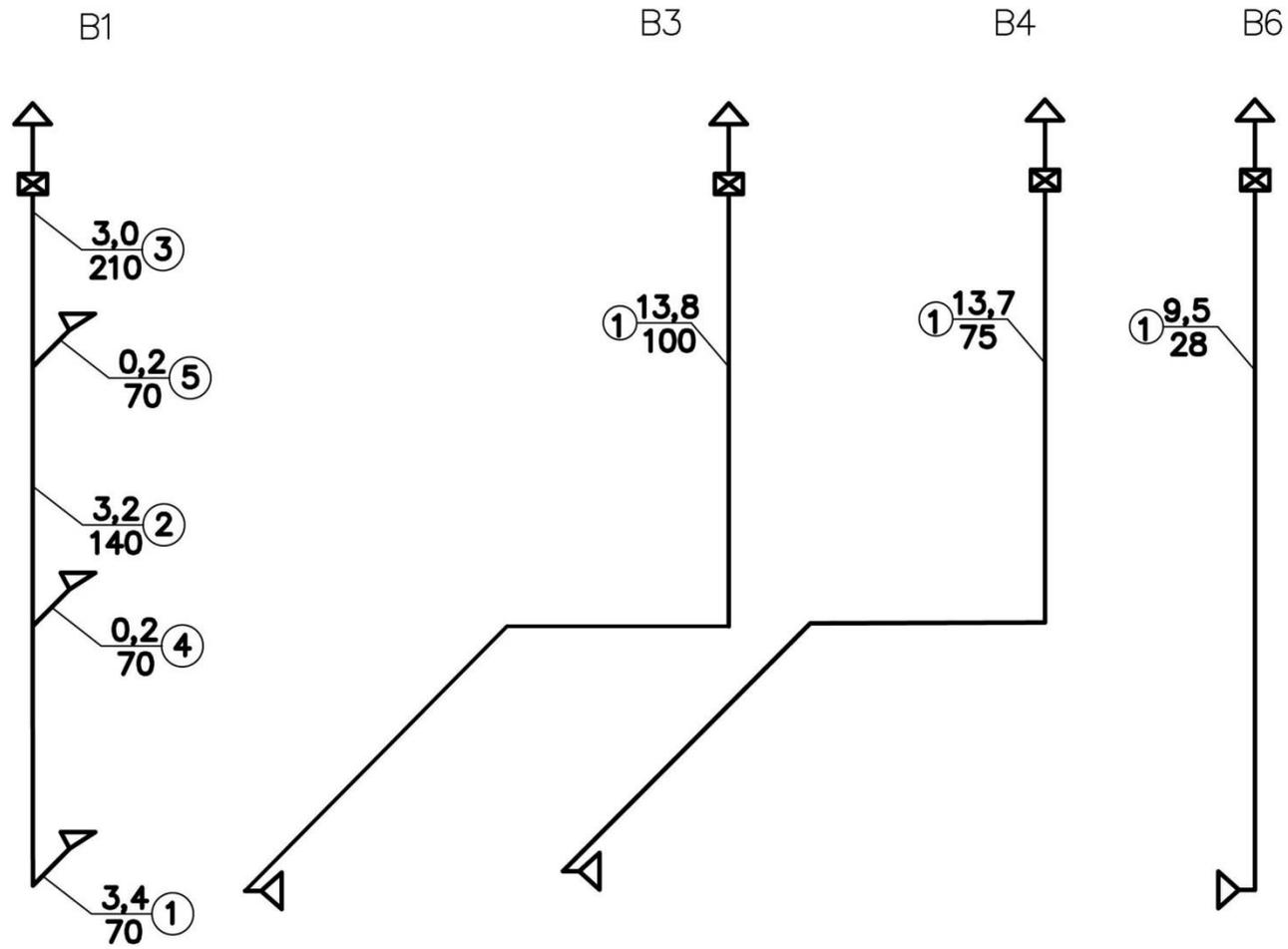


Рисунок П.1 – Расчетные схемы В1, В3, В4, В6

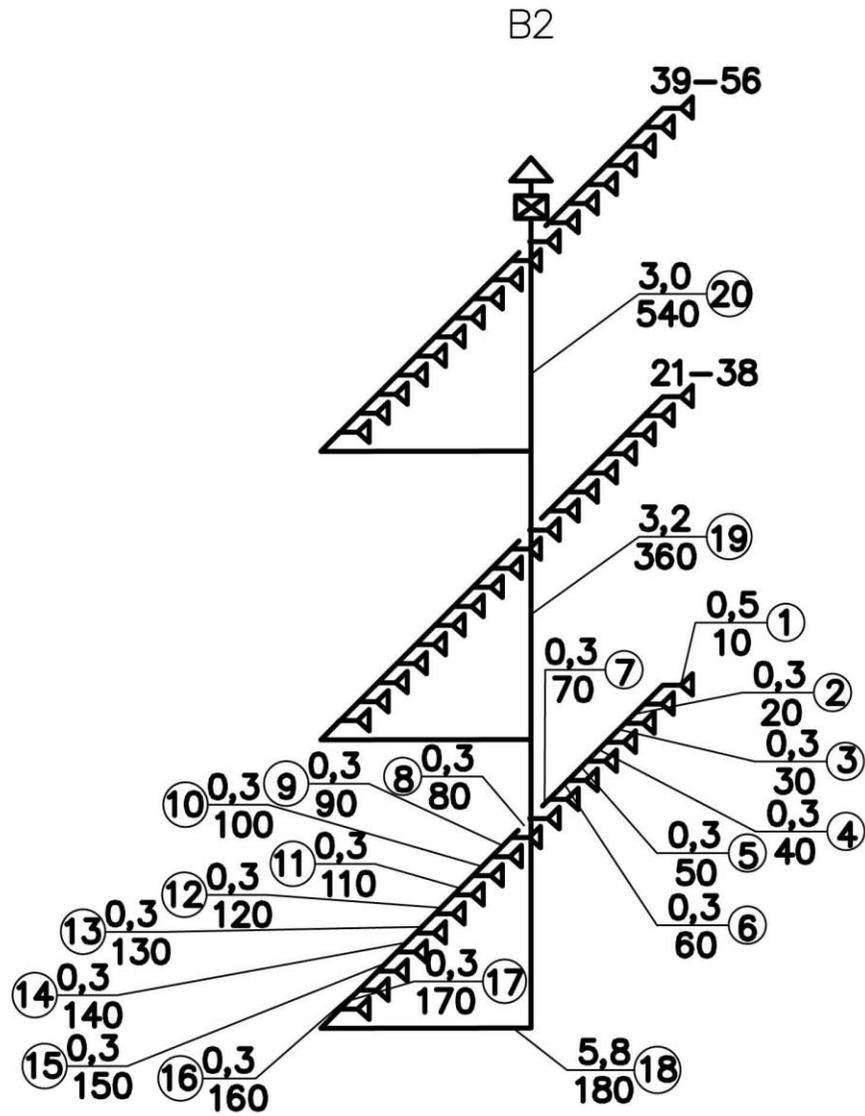


Рисунок Р.1 – Расчетная схема В2

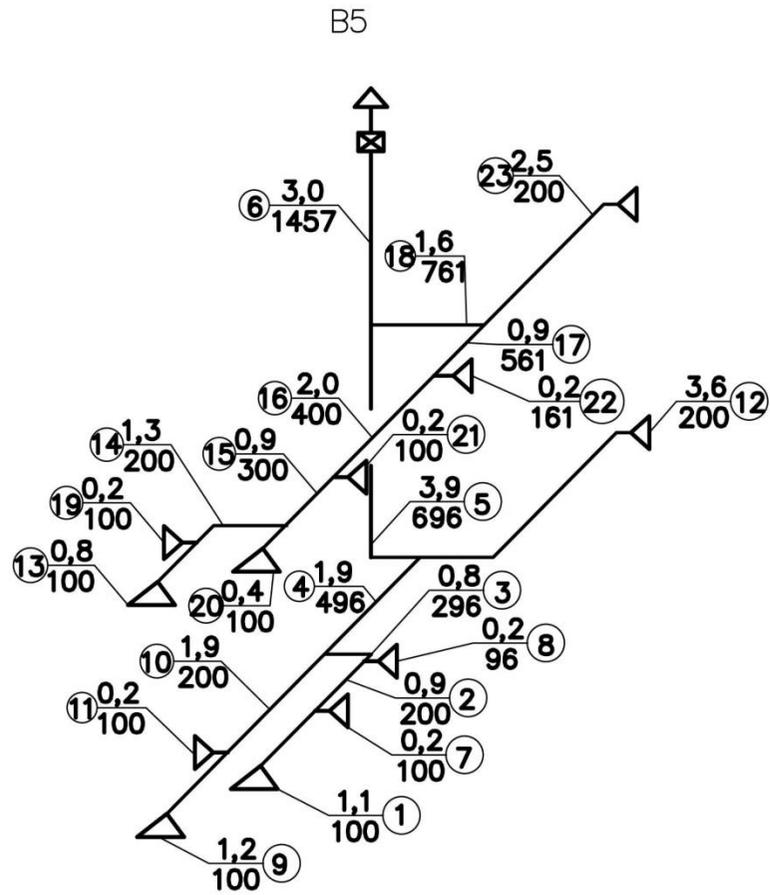
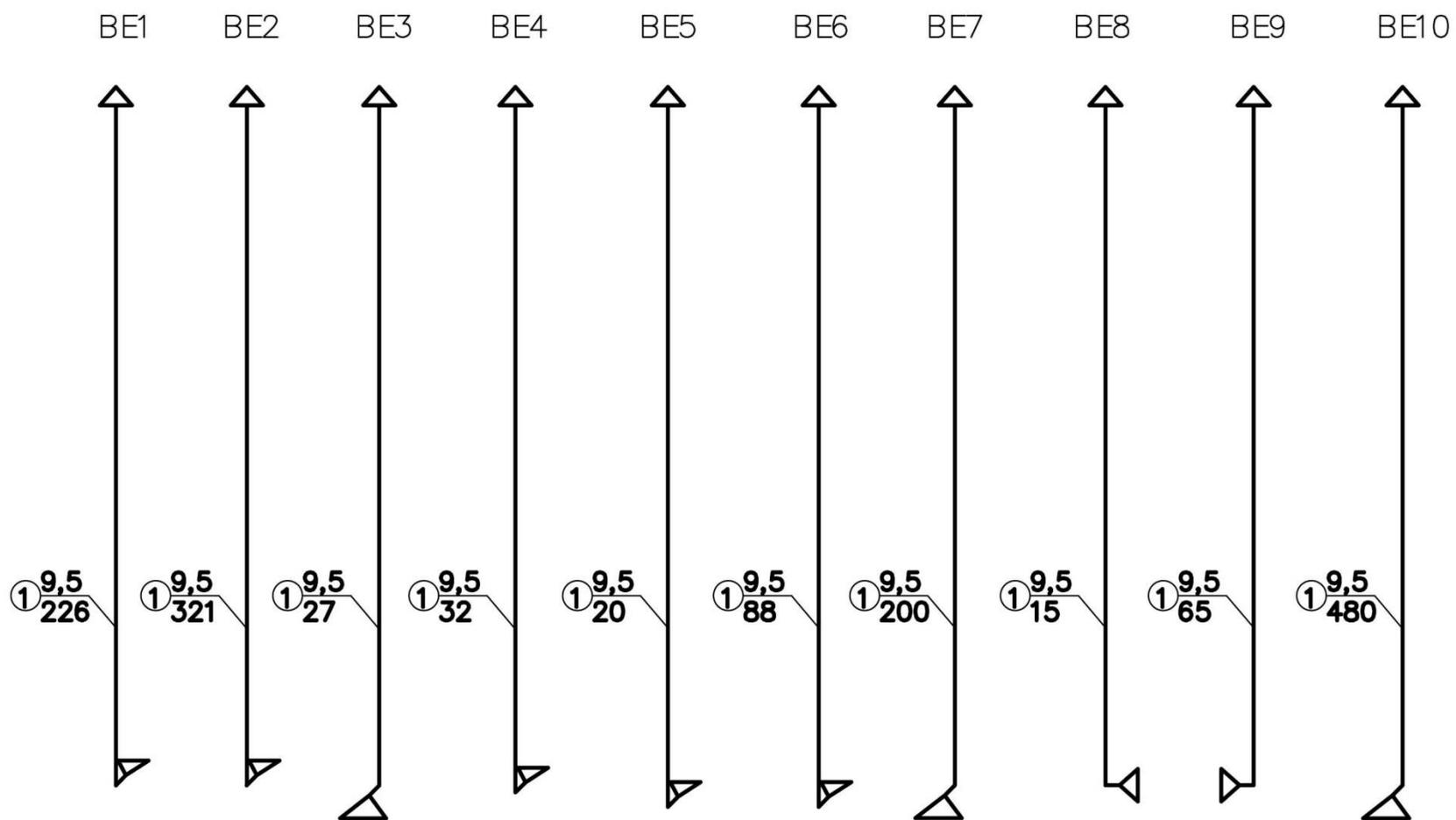


Рисунок С.1 – Расчетная схема В5



Расчетные схемы BE1-BE10

Приложение Т

Рисунок Т.1 – Расчетные схемы BE1-BE10

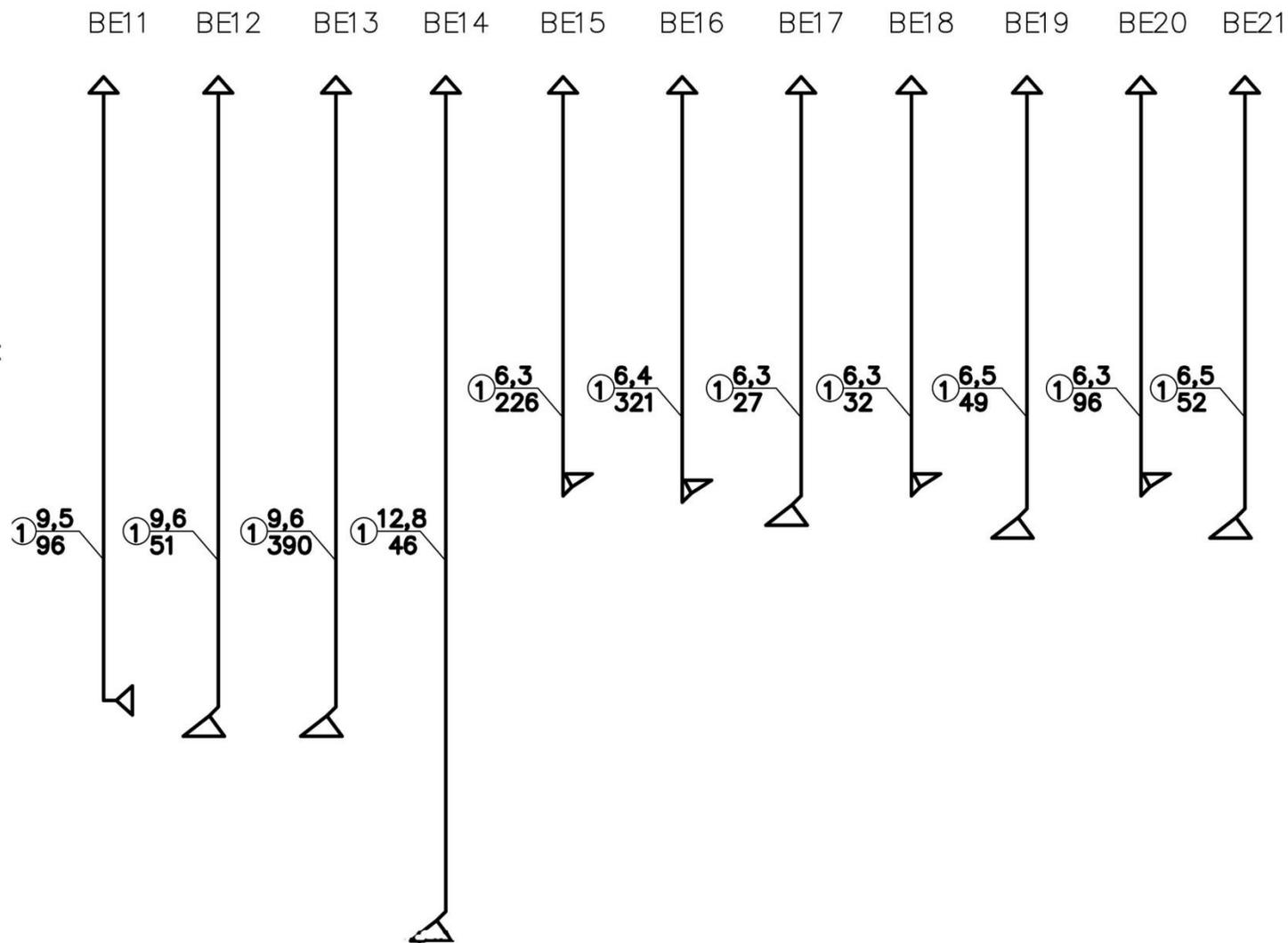


Рисунок У.1 – Расчетные схемы BE11-BE21

Расчетные схемы BE11-BE21

Приложение У

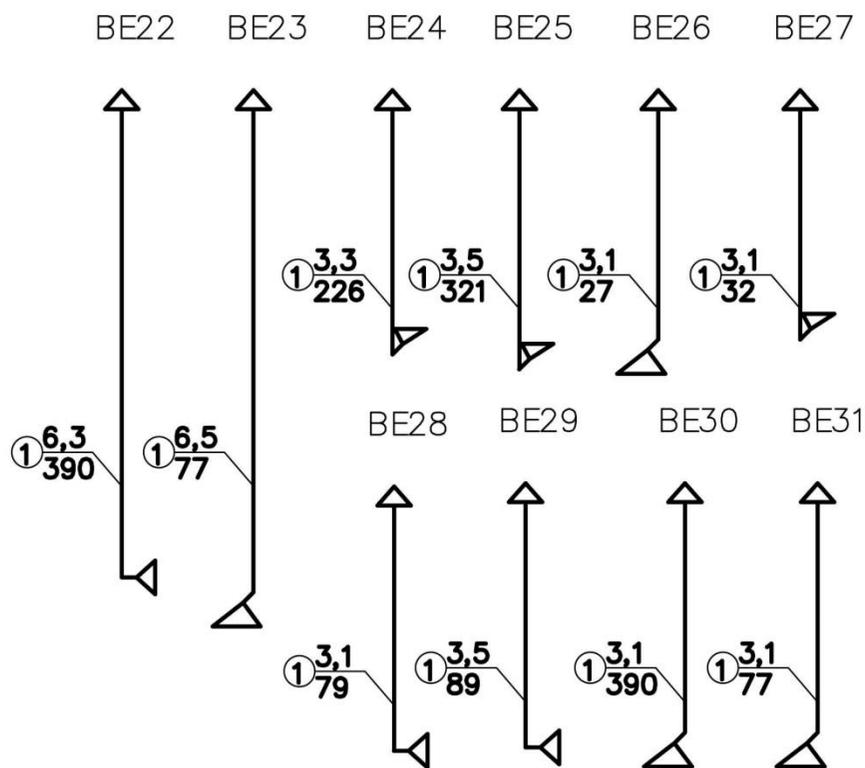
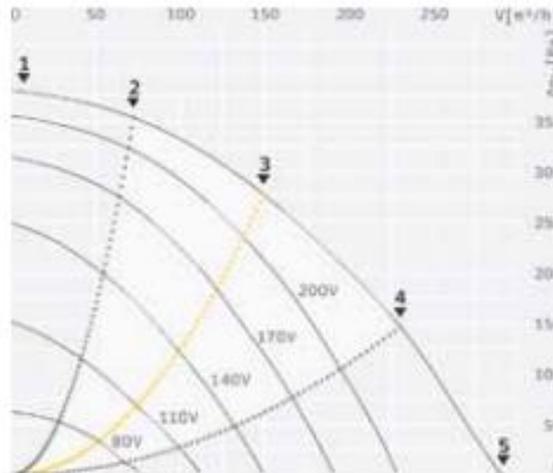


Рисунок Ф.1– Расчетные схемы BE22-BE31

Приложение X

Характеристики вентилятора системы В1

A MINI 100 ID 105462



Рабочие характеристики

		1	2	3	4	5
I	А	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5
P ₁	Вт	70	73	83	95	104
n	об/мин	2594	2546	2380	2093	1879
L _{WAS}	дБ(А)	62	62	61	60	61
L _{WAE}	дБ(А)	65	65	65	64	65
L _{WA2}	дБ(А)	48	48	48	47	46

Звуковая мощность [Рабочая точка 3]

дБ(А)	Σ	125	250	500	1k	2k	4k	8k
L _{WAS}	61	56	49	50	54	54	53	48
L _{WAE}	65	55	53	54	59	59	56	52
L _{WA2}	48	39	41	41	41	39	36	30

Рисунок X.1 – Характеристики вентилятора системы В1

Приложение Ц

Характеристики вентилятора системы В2

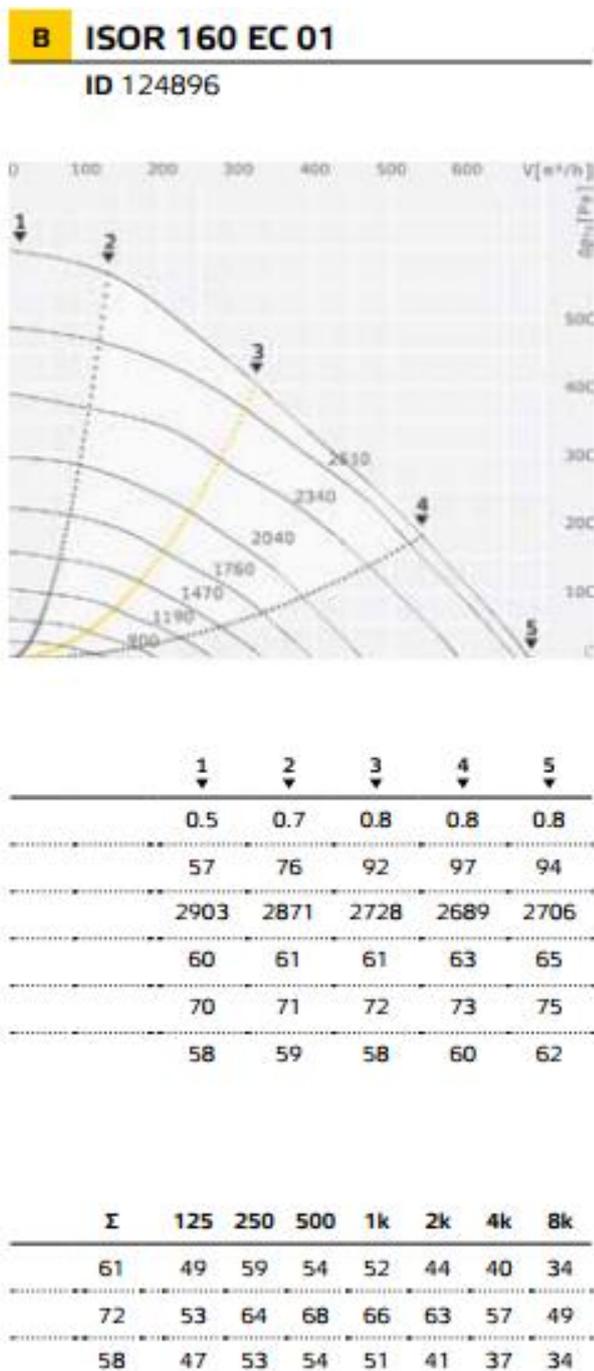
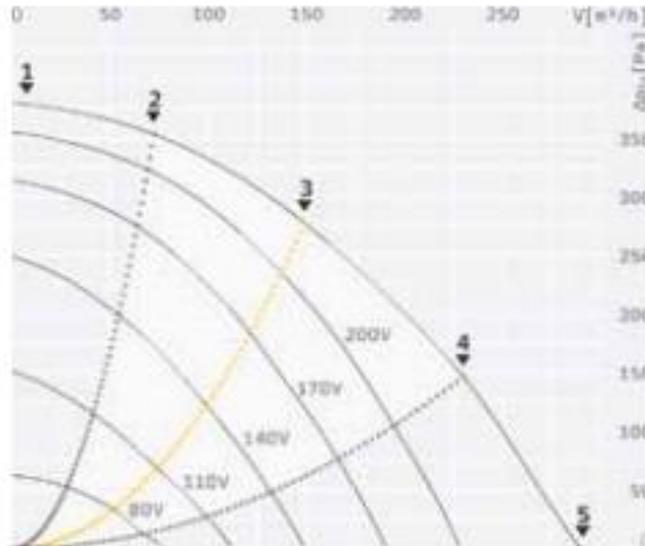


Рисунок Ц.1 – Характеристики вентилятора системы В2

Приложение Ш

Характеристики вентилятора системы ВЗ

A MINI 100 ID 105462



Рабочие характеристики

		1	2	3	4	5
I	A	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5
P_1	Вт	70	73	83	95	104
n	об/мин	2594	2546	2380	2093	1879
L_{WA5}	дБ(A)	62	62	61	60	61
L_{WA6}	дБ(A)	65	65	65	64	65
L_{WA2}	дБ(A)	48	48	48	47	46

Звуковая мощность [Рабочая точка 3]

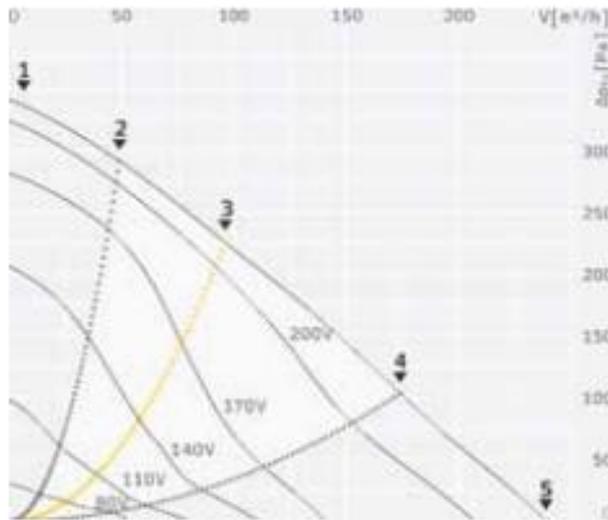
дБ(A)	Σ	125	250	500	1k	2k	4k	8k
L_{WA5}	61	56	49	50	54	54	53	48
L_{WA6}	65	55	53	54	59	59	56	52
L_{WA2}	48	39	41	41	41	39	36	30

Рисунок Ш.1 – Характеристики вентилятора системы ВЗ

Приложение Ц

Характеристики вентилятора системы В4

A RK 100
ID 104495



Рабочие характеристики

		1	2	3	4	5
I	A	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
P ₁	Вт	43	43	47	53	55
n	об/мин	2673	2628	2481	2185	2127
L _{WAS}	дБ(A)	62	62	62	62	63
L _{WAG}	дБ(A)	60	60	60	61	64
L _{WA2}	дБ(A)	53	52	52	51	52

Звуковая мощность [Рабочая точка 3]

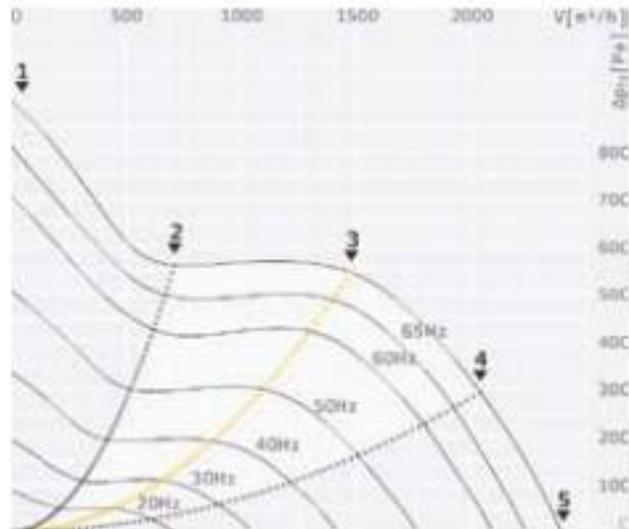
дБ(A)	Σ	125	250	500	1k	2k	4k	8k
L _{WAS}	62	43	56	52	57	54	50	42
L _{WAG}	60	48	58	49	51	53	49	41
L _{WA2}	52	38	36	43	49	46	40	36

Рисунок Ц.1 – Характеристики вентилятора системы В4

Приложение Э

Характеристики вентилятора системы В5

A EL 250 D2 01
ID 118980



Рабочие характеристики

		1	2	3	4	5
I	A	1.3	1.1	1.3	1.4	1.3
P_1	Вт	391	297	419	442	392
n	об/мин	3884	3981	3864	3861	3918
L_{WA1}	дБ(A)	85	83	79	81	84
L_{WA2}	дБ(A)	89	86	82	82	86
L_{WA3}	дБ(A)	70	68	65	65	67

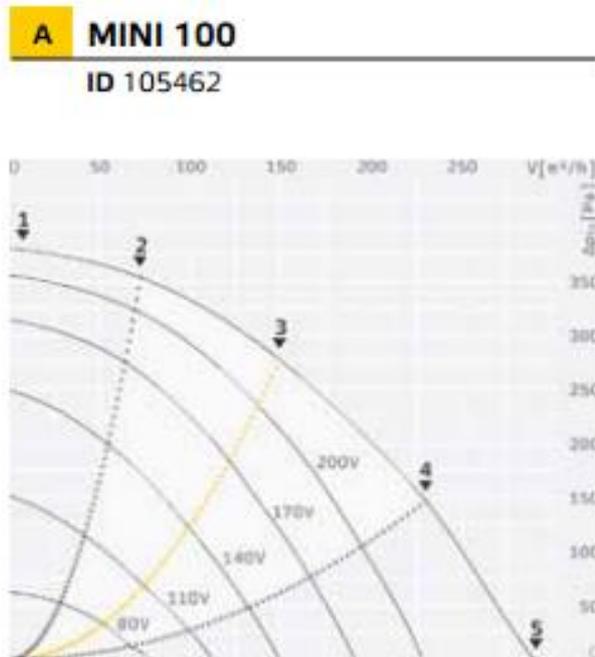
Звуковая мощность [Рабочая точка 3]

дБ(A)	Σ	125	250	500	1k	2k	4k	8k
L_{WA1}	79	48	58	70	73	73	73	66
L_{WA2}	82	51	61	73	78	77	73	65
L_{WA3}	65	37	45	48	56	58	63	47

Рисунок Э.1 – Характеристики вентилятора системы В5

Приложение Ю

Характеристики вентилятора системы В6



Рабочие характеристики

		1	2	3	4	5
I	A	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5
P ₁	Вт	70	73	83	95	104
n	об/мин	2594	2546	2380	2093	1879
L _{WAS}	дБ(A)	62	62	61	60	61
L _{WAE}	дБ(A)	65	65	65	64	65
L _{WAJ}	дБ(A)	48	48	48	47	46

Звуковая мощность [Рабочая точка 3]

дБ(A)	Σ	125	250	500	1k	2k	4k	8k
L _{WAS}	61	56	49	50	54	54	53	48
L _{WAE}	65	55	53	54	59	59	56	52
L _{WAJ}	48	39	41	41	41	39	36	30

Рисунок Ю.1 – Характеристики вентилятора системы В6

Таблица Я.1 – Подбор децентрализованных рекуператоров

Номер	Наименование помещения	Расход, м ³ ч	Номер системы	ТеФо (кол-во)
1	2	3	4	5
101	Спальня на 18 мест	226	П1	ТеФо 3 (3)
103	Туалетная	70	П2	ТеФо 1 (2)
104	Групповая (младшая группа)	321	П3	ТеФо 3 (3)
110	Помещение хранения санок	15	П5	ТеФо 1 (1)
112	Помещение хранения колясок	73	П6	ТеФо 3 (1)
115	Инвентарная	51	П7	ТеФо 2 (1)
116	Зал музыкальных и физкультурных занятий	390	П8	ТеФо 2 (5)
118	Постирочная	480	П9	ТеФо 4 (3)
201	Спальня на 18 мест	226	П10	ТеФо 3 (3)
203	Туалетная	70	П11	ТеФо 1 (2)
204	Групповая (средняя группа)	321	П12	ТеФо 3 (3)
208	Помещение персонала	49	П13	ТеФо 3 (3)
211	С/у	100	П13	
212	Душевая	75	П13	
214	Кабинет методиста	77	П14	ТеФо 3 (1)
215	Учебный класс	390	П15	ТеФо 3 (4)
217	Радиоузел	52	П16	ТеФо 2 (1)
218	Туалет девочек	200	П17	ТеФо 4 (1)
219	Туалет мальчиков	200	П18, В5	ТеФо 4 (1)
221	С/у персонала	200	П19, В5	ТеФо 4 (1)
301	Спальня на 18 мест	226	П20, ВЕ24	ТеФо 3 (3)
303	Туалетная	70	П21, В1	ТеФо 3 (3)
304	Групповая (старшая группа)	321	П22, ВЕ25	ТеФо 3 (3)
308	Кабинет психолога	79	П23, ВЕ28	ТеФо 3 (1)
310	Кабинет логопеда	89	П24, ВЕ29	ТеФо 3 (1)
312	Кабинет преподавателя английского языка	77	П25, ВЕ31	ТеФо 3 (1)
313	Учебный класс	390	П26, ВЕ30	ТеФо 3 (4)

Таблица АА.1 – Ведомость объемов монтажных работ

№ п/п	Наименование	Единица измерения	Количество	Примечание
1	2	3	4	5
	Монтаж отопления:			
1	Разметка мест прокладки трубопроводов	100 м	6,54	
2	Сверление и пробивка отверстий в стенах и перекрытиях диаметром до 25 мм	100 отв.	0,41	
3	Комплектование и подноска материалов и изделий	т	2,06	
4	Прокладка стальных трубопроводов магистрали			
	Ø 40	м	111	
	Ø 50	м	42,8	
5	Прокладка полипропиленовых трубопроводов диаметром до 50 мм	м	500	
6	Крепление кронштейнов	шт	410	
7	Установка радиаторов	шт	103	
8	Ручная дуговая сварка трубопроводов			
	- вертикальная неповоротная	стык	76	
	- горизонтальная неповоротная	стык	12	
9	Установка вентилей диаметром до 50 мм	шт	10	
10	Установка воздухоотводчиков	шт	103	
11	Изоляция трубопроводов конструкциями из цилиндров и полуцилиндров на синтетическом связующем	м ²	70,5	$3,14 \cdot (151 \cdot 0,05 + 75 \cdot 0,063 + 23 \cdot 4 \cdot 0,04 + 40 \cdot 0,02) = 70,5$
12	Окрашивание трубопроводов кистью	м ²	20,7	$3,14 \cdot 0,05 \cdot 42,8 + 3,14 \cdot 0,04 \cdot 11 \cdot 1,1$

Продолжение таблицы АА

1	2	3	4	5
13	Испытание трубопроводов и нагревательных приборов Первое рабочее испытание отдельных частей системы Рабочая проверка системы в целом Проверка на прогрев отопительных приборов с регулировкой Окончательная проверка системы при сдаче	100 м 1 шт.	6,54 6,54 103 6,54	

Таблица АБ.1 – Ведомость трудоемкости

№ п/п	Наименование работ	Ед.изм.	Обоснование (ЕНиР, ГЭСН)	Норма времени, чел.-час.	Трудоемкость		Всего, чел.-дни.	Состав бригады
					Захватка I			
					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	6,54	0,96	0,96	бразр-1
2	Сверление и пробивка отверстий в стенах и перекрытиях электрической сверлильной машиной	100 отв.	Е9-1-46	11,5	0,41	0,58	0,58	3разр-1, 4 разр.-1
3	Комплектование и поднос материалов и изделий	т	Е 9-1-41	3	2,06	0,75	0,75	4разр-1 , 3разр-1
4	Прокладка стальных труб магистрали Ø 40 Ø 50	м	Е 9-1-2	0,2 0,25	111 42,8	2,71 1,30	2,71 1,30	4разр-2 , бразр-1
5	Прокладка полипропиленовых трубопроводов диаметром до 50 мм	м	Е 9-1-4	0,18	500	10,8	10,8	бразр-1, 4разр-1
6	Крепление кронштейнов	шт	Е 9-1-45	0,09	410	4,5	4,5	4 разр.-1
7	Установка радиаторов	шт	Е 9-1-12	0,57	103	7,16	7,16	4разр-1, 6 разр-1
8	Ручная дуговая сварка трубопроводов (электрод МР-3)							

Ведомость трудоемкости

Приложение АБ

Продолжение таблицы АБ.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	- вертикальная неповоротная	стык	Е 22-2-1	76	0,15	1,39	1,39	3разр-1
	- горизонтальная неповоротная	стык	Е 22-2-1	12	0,18	0,26	0,26	3разр-1
9	Установка вентилей диаметром до 50 мм	шт	ГЭСН 16-05-001	1,47	10	1,79	1,79	4разр-1
10	Установка воздухоотводчиков	шт	Е 9-1-19	0,66	103	8,29	8,29	6 разр.-1
11	Окрашивание трубопроводов кистью	м ²	Е 27-39	8,2	20,7	20,7	20,7	3разр-1
12	Изоляция трубопроводов конструкциями из цилиндров и полуцилиндров на синтетическом связующем	м ²	Е11-3	0,29	70,5	2,49	2,49	4 разр. -1, 3 разр. -1
13	Испытание трубопроводов и нагревательных приборов Первое рабочее испытание отдельных частей системы Рабочая проверка системы в целом Проверка на прогрев отопительных приборов с регулировкой Окончательная проверка системы при сдаче	100 м шт	Е 9-1-8	5,3 2,8 0,11 2,3	6,54 6,54 103 6,54	4,22 2,23 1,38 1,83	4,22 2,23 1,38 1,83	4разр-2, 3разр-1; 6разр-1
	Итого:						73,34	
	Подготовительные работы – 4%:						2,93	
	Работы за счет накладных расходов – 10 %:						7,33	
	Всего:						83,61	