



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»

Инженерная школа

Кафедра инженерных систем зданий и сооружений

Галдынская Полина Андреевна

**РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ
ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА НА БАЗЕ
КОГЕНЕРАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ В ЖСК «ОСТРОВ»,
Г. ВЛАДИВОСТОК**

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

по образовательной программе подготовки бакалавров
по направлению подготовки
08.03.01 «Строительство»
«Теплогазоснабжение и вентиляция»

г. Владивосток
2018



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

Инженерная школа

Кафедры инженерных систем зданий и сооружений

ОТЗЫВ РУКОВОДИТЕЛЯ ВКР

на выпускную квалификационную работу студента(ки)

Галдынской Полине Андреевне

(фамилия, имя, отчество)

направление 08.03.01 «Строительство», профиль «Теплогасоснабжение и вентиляция»
группа Б 3431д

Руководитель ВКР

к.т.н., доцент Кобзарь А.В.

(ученая степень, ученое звание, и. о. фамилия)

На тему: «Разработка проекта отопления и вентиляции индивидуального жилого дома на
базе когенерационной установки в ЖСК «Остров»

Дата защиты ВКР «29» июня 2018 г.

Галдынской Полиной Андреевной разработан проект отопления, вентиляции индивидуального жилого дома в ЖСК «Остров».

Дипломантом проведен теплотехнический расчет ограждающих конструкций, определены теплозащитные характеристики ограждений, на основании которых произведен расчет тепловых потерь помещений, определен расход тепловой энергии на горячее водоснабжение.

Галдынской П.А. проведен анализ среднемесячных температур и тепловых нагрузок за отопительный период и весь год, на основании теплотерь и тепловых нагрузок определена мощность когенерационной установки с встроенным пиковым котлом.

На основании проведенных расчетов выполнен тепловой баланс помещений, определена тепловая мощность системы отопления. Запроектирована система встроенного водяного обогрева «теплый пол», в помещении бойлерной используется двухтрубная горизонтальная система радиаторного отопления, помещение тамбура отапливается электрическим теплым полом.

Запроектирована тепловая схема отопительного оборудования топочной, подобрано оборудование. Выполнен расчет буферного бака (аккумулятора теплоты) системы отопления.

По нормативным данным определен воздухообмен помещений, запроектирована вытяжная система естественной вентиляции. Приточная система- проветривание, неорганизованный воздухообмен.

В процессе выполнения ВКР Галдынская П.А. проявила самостоятельность и умение работать с научной и технической литературой, самостоятельно запроектировала систему отопления и вентиляции индивидуального жилого дома, проявив при этом

высокий уровень знаний и умений. Чертежи и графические материалы выполнены в программе AUTOCAD, соответствуют нормам технического черчения.

ВКР студента, технически грамотна, аргументирована и подтверждена расчетами, выполнена в полном объеме.

Оригинальность текста ВКР составляет 91 %.

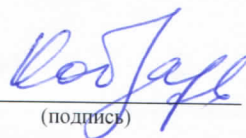
В целом выпускная квалификационная работа выполнена в соответствии с заданием, отвечает современному уровню техники и технологии в области систем отопления и вентиляции, весьма актуальна с точки зрения энергоэффективности и энергосбережения, заслуживает оценки – отлично.

а Галдынская Полина Андреевна заслуживает присвоение квалификации бакалавр по направлению 08.03.01 Строительство

Руководитель ВКР

К.Т.Н., доцент

(уч. степень, уч. звание)



(подпись)

Кобзарь А.В.

(ф. и. о. фамилия)

«25» июня 2018 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Дальневосточный федеральный университет»

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

Кафедра инженерных систем зданий и сооружений

З А Д А Н И Е

на выпускную квалификационную работу

студенту (ке) Галдынской Полине Андреевне

группы Б3431д

(фамилия, имя, отчество)

на тему: «Разработка проекта отопления и вентиляции индивидуального жилого дома на базе когенерационной установки в ЖСК «Остров», г. Владивосток».

Вопросы, подлежащие разработке (исследованию):

Аналитический обзор оборудования, материалов систем отопления и газоиспользующих установок.

Характеристики района застройки объекта проектирования, климатологические параметры и параметры теплоносителя.

Теплотехнический расчет ограждающих конструкций. Расчет тепловых потерь. Составление теплового баланса помещений. Конструирование системы отопления зданий. Гидравлический расчет систем отопления. Расчет воздухообмена в помещении. Составление воздушного баланса жилых помещений здания. Конструирование и аэродинамический расчет вытяжных систем вентиляции. Разработка системы газоснабжения жилого здания.

Научная глава: Обоснование использования когенерационной установки для нужд индивидуального жилого дома. Рассчитать оптимальный режим работы когенерационной установки

Тепловая схема теплоснабжения жилого дома. Подбор оборудования жизнеобеспечения жилого дома. План компоновки оборудования.

Перечень графического материала

Планы здания с системами отопления и вентиляции, аксонометрическая схема систем отопления и вентиляции и , спецификация оборудования. (А1-листов 2).

Газоснабжение жилого здания (планы этажей, аксонометрическая схема газовой сети (А1-лист 1). Тепловая схема теплоснабжения жилого дома. Компоновка оборудования. Спецификация оборудования газовой топочной. Схема ШРП.

Схема сети газоснабжения низкого давления. Профиль газовой сети. (А1-лист 1).

Основные источники информации и прочее, используемые для разработки темы

1) Источник разработки: планировки производственных и жилых зданий, климатологические данные района строительства

2) Технические условия (параметры): параметры теплоносителя 80/60 С

Срок представления работы «15» июня 2018 г.

Дата выдачи задания «07» марта 2018 г.

Руководитель ВКР зав. кафедрой, доцент
(должность, уч. звание)

(подпись)

Кобзарь А.В.
(и.о.ф)

Задание получил _____
(подпись)

Галдынская П.А.
(и.о.ф)

Отчет о проверке на заимствования №1

Автор: Галдынская Полина Андреевна naterinmine@gmail.com / ID: 5510251

Проверяющий: Галдынская Полина Андреевна (naterinmine@gmail.com) / ID: 5510251)

Отчет предоставлен сервисом «Антиплагиат»- <http://www.antiplagiat.ru>

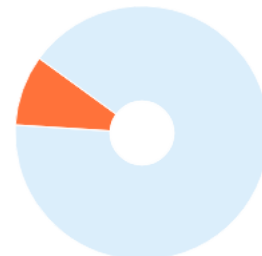
ИНФОРМАЦИЯ О ДОКУМЕНТЕ

№ документа: 11
Начало загрузки: 14.06.2018 17:30:09
Длительность загрузки: 00:00:00
Имя исходного файла: Пояснительная записка ВКР
Размер текста: 97 кБ
Символов в тексте: 57436
Слов в тексте: 6512
Число предложений: 328

ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОТЧЕТЕ

Последний готовый отчет (ред.)
Начало проверки: 14.06.2018 17:30:10
Длительность проверки: 00:00:02
Комментарии: не указано
Модули поиска:

ЗАИМСТВОВАНИЯ 8,61%  ЦИТИРОВАНИЯ 0%  ОРИГИНАЛЬНОСТЬ 91,39% 



Заимствования — доля всех найденных текстовых пересечений, за исключением тех, которые система отнесла к цитированиям, по отношению к общему объему документа.
Цитирования — доля текстовых пересечений, которые не являются авторскими, но система посчитала их использование корректным, по отношению к общему объему документа. Сюда относятся оформленные по ГОСТу цитаты; общепотребительные выражения; фрагменты текста, найденные в источниках из коллекций нормативно-правовой документации.

Текстовое пересечение — фрагмент текста проверяемого документа, совпадающий или почти совпадающий с фрагментом текста источника.

Источник — документ, проиндексированный в системе и содержащийся в модуле поиска, по которому проводится проверка.

Оригинальность — доля фрагментов текста проверяемого документа, не обнаруженных ни в одном источнике, по которым шла проверка, по отношению к общему объему документа.

Заимствования, цитирования и оригинальность являются отдельными показателями и в сумме дают 100%, что соответствует всему тексту проверяемого документа.

Обращаем Ваше внимание, что система находит текстовые пересечения проверяемого документа с проиндексированными в системе текстовыми источниками. При этом система является вспомогательным инструментом, определение корректности и правомерности заимствований или цитирований, а также авторства текстовых фрагментов проверяемого документа остается в компетенции проверяющего.

№	Доля в отчете	Доля в тексте	Источник	Ссылка	Актуален на	Модуль поиска	Блоков в отчете	Блоков в тексте
[01]	1,41%	4,51%	СП 50.13330.2012 Тепловая ...	http://tsuab.ru	06 Дек 2016	Модуль поиска Интернет	16	51
[02]	3,12%	3,4%	СНиП 23-02-2003 Актуализи...	http://meganorm.ru	04 Дек 2016	Модуль поиска Интернет	36	37
[03]	1,26%	1,26%	не указано	http://wucheba.ru	12 Апр 2014	Модуль поиска Интернет	5	5

Еще источников: 10
Еще заимствований: 2,84%

АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе на тему: «Разработка проекта отопления и вентиляции индивидуального жилого дома на базе когенерационной установки в ЖСК «Остров», г. Владивосток.

Автор: Галдынская Полина Андреевна, студентка группы Б3431д, направления 08.03.01 Строительство, профиль Теплогазоснабжение и вентиляция, кафедра ИСЗиС, ИШ ДВФУ.

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, десяти разделов, заключения, списка использованной литературы, приложений и графического материала.

Во введении описываются задачи ВКР, раскрывается актуальность выбранной темы.

В основной части работы приведены расчеты систем жизнеобеспечения жилого дома, изложен аналитический обзор материалов и оборудования систем, выполнен подбор основного оборудования, а также обосновано применение когенерационной установки для нужд индивидуального жилого дома.

В заключении обобщается проделанная работа.

Пояснительная записка содержит 70 страниц машинописного текста, 9 таблиц, 3 рисунка с графиками, 5 приложений и 3 листа формата А1 графического материала.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
1 Аналитический обзор оборудования, материалов систем отопления и газоиспользующих установок.....	6
2 Климатические характеристики района строительства объекта проектирования и параметры теплоносителя	10
3 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций и проверка расчетных значений на соответствие нормативным показателям	11
3.1 Общие сведения	11
3.2 Параметры микроклимата.....	11
3.3 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций.....	12
3.3.1 Теплотехнический расчет наружных стен	14
3.3.2 Теплотехнический расчет внутренних стен.....	20
3.3.3 Теплотехнический расчет пола по грунту	21
3.3.4 Теплотехнический расчет кровли	24
3.3.5 Теплотехнический расчет светопрозрачных конструкций и входных дверей	25
3.4 Определение расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение	26
4 Расчет и конструирование системы отопления жилого дома	29
4.1 Расчет тепловых потерь здания и определение расчетной нагрузки на систему отопления	29
4.2 Описание конструктивного решения системы отопления здания.....	31
4.3 Гидравлический расчет системы отопления.....	34
5 Расчет и конструирование системы вентиляции жилого дома	37

5.1	Расчет воздухообмена в помещениях и составление таблицы воздушного баланса здания.....	37
5.2	Описание конструктивного решения системы вентиляции здания	38
5.3	Аэродинамический расчет системы вентиляции.....	39
6	Расчет и конструирование системы газоснабжения индивидуального жилого дома	42
6.1	Описание конструктивного решения системы внутридомового газоснабжения.....	42
6.2	Гидравлический расчет системы внутридомового газоснабжения.....	42
7	Обоснование использования когенерационной установки для нужд жилого дома. Расчет оптимального режима работы когенерационной установки	45
8	Тепловая схема теплоснабжения жилого дома.....	51
9	Подбор оборудования жизнеобеспечения индивидуального жилого дома	53
9.1	Расчет буферного накопителя системы отопления.	53
9.2	Расчет бака запаса горячей воды для системы ГВС	55
10	Разработка газовой сети низкого давления	58
10.1	Общие сведения о потребителях газа в районе проектирования и определение расчетных расходов газа	58
10.2	Гидравлический расчет сети низкого давления.....	59
	Заключение	60
	Список используемой литературы	61
	Приложения	64

Приложение А	64
Приложение Б.....	65
Приложение В	73
Приложение Г	75
Приложение Д	76

ВВЕДЕНИЕ

Индивидуальное жилое строительство в России является полем для развития различных способов получения энергии. Однако в связи с общим отставанием в развитии в области энергоэффективности и альтернативных источников энергии, данные источники не нашли обширного применения в сфере частного домостроения. Сказывается дороговизна оборудования, недостаток квалифицированных кадров для проектирования подобных систем, неполнота нормативно-правовой базы, а также общая неосведомленность населения в данном вопросе.

Комбинированная выработка тепловой и электроэнергии, как таковая, не является альтернативным источником энергии и в целом не нова для сферы энергоснабжения. Однако, применение подобных технологий конкретно для индивидуальных домов в России остается пока крайне нераспространенным явлением.

За рубежом подобные технические решения систем жизнеобеспечения на базе микро-ТЭЦ для обслуживания нужд частного сектора давно снискали признание, активно используются и даже закреплены на государственном уровне. В России же соответствующей законодательной базы нет, чем существенно осложняется применение когенерационных установок малой мощности для индивидуальных потребителей. Однако, углубленное изучение данной темы и разработка проектных решений на ее основе способны повлиять на развитие ее на территории РФ.

В данной выпускной квалификационной работе необходимо разработать проект отопления, вентиляции и газоснабжения индивидуального жилого дома на базе когенерационной установки, разработать тепловую схему ИТП, а также обосновать возможность применения установки для нужд индивидуального жилого дома. Помимо прочего, необходимо спроектировать квартальную сеть газоснабжения низкого давления.

Исходными данными для выполнения выпускной квалификационной работы служат климатологические данные района застройки, архитектурно-строительный план индивидуального жилого дома, расположенного в ЖСК «Остров»,

а также генплан района ЖСК «Остров».

Выпускная квалификационная работа состоит из расчетно-пояснительной записки с необходимыми расчетами и обоснованием принятых решений, а также графической части.

1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ОБОРУДОВАНИЯ, МАТЕРИАЛОВ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ И ГАЗОИСПОЛЬЗУЮЩИХ УСТАНОВОК

На сегодняшний день в России, как и во всем мире, существует огромный выбор различных технических средств, оборудования и материалов для инженерных систем зданий и сооружений. Повышение требований безопасности, комфортности и автономности систем стимулирует производителей непрерывно совершенствовать свою продукцию и расширять ассортимент, предлагая потребителю новые, современные продукты и проектные решения.

Многие производители инженерного оборудования и материалов нацелены на модернизацию своей продукции в области унификации отдельных групп продуктов в целях ускорения процесса проектирования и монтажа систем, а также упрощения инженерных расчетов по подбору того или иного оборудования.

Одним из ведущих производителей инженерной сантехники для систем отопления, горячего и холодного водоснабжения является фирма Valtec, технические средства и решения которой активно применяются в данной работе. Ниже представлен перечень основных продуктов и технических средств данной фирмы, применяемых в настоящем проекте, с кратким описанием.

1. Трубы полимерные PEX-EVON с антидиффузионным слоем для отопления, горячего и холодного (в том числе питьевого) водоснабжения. Данный тип труб использован в проекте в качестве греющего элемента системы встроенного обогрева «теплый пол», которая является основной системой отопления индивидуального жилого дома, рассматриваемого в проекте.

Данный тип труб состоит из трех слоев: сшитого полиэтилена PEXb и наружного антидиффузионного покрытия из этиленвинилола EVON, препятствующего проникновению кислорода в теплоноситель, связанных между собой эластичной клеевой прослойкой. Монтаж трубопроводов осуществляется с помощью пресс-фитингов Valtec. Срок службы труб 50 лет.

2. Металлополимерные трубы из сшитого полиэтилена PEX-AL-PEX для отопления, горячего и холодного водоснабжения. Из данного типа труб выполнены разводки контуров отопления, выполнена обвязка когенерационной установки и буферного накопителя.

Данный тип труб состоит из пяти слоев: двух слоев сшитого полиэтилена PEXb, расположенной между ними алюминиевой фольги и двух слоев эластичной клеевой прослойки. Данная труба отличается стойкостью к различного рода транспортируемым средам, таких как гликолевые теплоносители и иные вещества, неагрессивные к примененным материалам. К существенным плюсам металлополимерной трубы, по сравнению с полиэтиленовой, можно отнести низкий коэффициент температурного расширения, более высокую прочность и диапазон рабочих температур.

3. Коллекторные блоки VTc.586 из нержавеющей стали, оснащенные автоматическими воздухоотводчиками, дренажными кранами, расходомерами и термостатическими клапанами с возможностью замены их на электротермические сервоприводы. Наличие расходомеров в базовой комплектации значительно упрощает процесс гидравлической балансировки петель теплого пола в пределах коллекторного блока, а термостатические клапаны впоследствии упрощают процесс регулирования мощности системы, делая это автоматически. Замена термостатических клапанов на электротермические сервоприводы, при комбинации их с комнатными термостатами и/или датчиками температуры пола, позволяет еще более точно и плавно производить процесс регулирования мощности теплого пола.

4. Коллекторные модули быстрого монтажа VARIMIX – продуманные конструкторами, компактно собранные и теплоизолированные в заводских условиях арматурные узлы. Их применение позволяет до минимума сократить время проектирования и монтажа системы теплоснабжения коттеджа, таунхауса, небольшого коммерческого объекта и т.д., избежать проектных и монтажных ошибок. Материал трубопроводов модуля – бронза марки OTS 60PB2 (EN 1982-00).

Модули комплектуются встроенными шаровыми кранами (на отводах), теплоизоляцией из пенополистирола, средствами крепежа и полусгонами с накидными гайками для подключения насосных групп и насосно-смесительных узлов.

Помимо продукции фирмы Valtec, в работе применены следующие технические средства:

1. Микро-ТЭЦ Viessmann Vitowin 300-W – когенерационная установка, обеспечивающая комфортное снабжение теплом для отопления и одновременно покрывает базовую потребность в электроэнергии. Этот настенный прибор имеет встроенный двигатель Стирлинга для выработки тепла и электроэнергии, а также газовый конденсационный котел для пиковой нагрузки. Самостоятельно выработанная электроэнергия используется для питания определенных электрических приборов в доме, что экономит затраты на электроэнергию сторонних предприятий.

2. Вертикальный емкостный водонагреватель Viessmann Vitocell 100-V CVA, объемом 300 л – коррозионностойкий стальной водонагреватель с внутренним эмалевым покрытием "Ceraprotect" Нагрев всего объема воды производится с помощью змеевика, достигающего дна водонагревателя. Водонагреватель обеспечивает высокий уровень комфорта при приготовлении горячей воды благодаря быстрому и равномерному нагреву воды с помощью змеевика большого размера. Потери тепла водонагревателем являются незначительными благодаря высокоэффективной круговой теплоизоляции.

3. Буферный накопитель Reflex Storatherm Heat HF 1500/R_C, объемом 1500 л – стальной емкостный буферный накопитель с круговой теплоизоляцией, обеспечивающий накопление и длительное хранение горячего теплоносителя с незначительными тепловыми потерями. Поставляется объемами 300...2000 л.

4. Биметаллический радиатор Royal Thermo Indigo Super – радиатор, уникальная конструкция верхней части которого INDIGO формирует обратно направленный поток горячего воздуха, эффективно отсекающий холод от окон. Применение только полностью стальных коллекторов гарантирует надежную ра-

боту в системах, подверженных гидроударам, и с химически агрессивными теплоносителями (в том числе антифризами). Нанесение экологически чистых нанокрасок AkzoNobel (Нидерланды) и FreiLacke (Германия) в семь этапов гарантирует стойкость к механическим повреждениям и обеспечивает долговечность покрытия радиатора в помещениях с повышенной влажностью.

2 КЛИМАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕКТА ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПАРАМЕТРЫ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

Объектом проектирования является индивидуальный жилой дом, расположенный на о. Русский в г. Владивосток Приморского края.

Климатические характеристики для г. Владивосток, согласно [табл. 3.1, 1], приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Климатические характеристики г. Владивосток

№ п/п	Наименование параметра	Значение	Единицы измерения
1	Температура наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92, $t_{н5}$	-23	°С
2	Максимальная из средних скоростей ветра за январь, v_{max}	7,3	м/с
3	Продолжительность отопительного периода, принимаемая для периода со среднесуточной температурой воздуха не более 8°С, $Z_{от}$	198	сут/год
4	Средняя температура наружного воздуха отопительного периода, принимаемая для периода со среднесуточной температурой воздуха не более 8°С, $t_{от}$	-4,3	°С
5	Температура воздуха теплого периода, обеспеченностью 0,98, $t_{тп}$	25	°С
6	Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца, $\varphi_{тп}$	86	%
7	Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль, v_{min}	4,2	м/с

3 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ И ПРОВЕРКА РАСЧЕТНЫХ ЗНАЧЕНИЙ НА СООТВЕТСТВИЕ НОРМАТИВНЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

3.1 Общие сведения

В данном дипломном проекте рассматривается индивидуальный двухэтажный жилой дом общей площадью 192,06 м², расположенный в жилищно-строительном кооперативе «Остров» на полуострове Саперный в г. Владивосток. Дом отдельностоящий, размещен на собственном участке земли, общей площадью 985 м², ориентация главного фасада – на север.

В жилом доме не предусмотрено наличие подполья и чердака, верхний этаж является мансардным. Индивидуальный тепловой пункт расположен в пристроенном помещении, площадью 15,21 м².

3.2 Параметры микроклимата

Состояние внутренней среды помещения оказывает существенное влияние на самочувствие и здоровье человека. Ввиду того, что объектом проектирования является индивидуальный жилой дом, необходимо обеспечить в помещениях оптимальные параметры микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают ощущение комфорта и нормальное тепловое состояние организма при минимальном напряжении механизмов терморегуляции.

Расчетные параметры внутреннего воздуха, соответствующие оптимальным значениям, определены по [табл. 1, 3] и сведены в таблицу 3.1.

№ п/п	Наименование помещения	Темпера- тура воз- духа, °С		Относи- тельная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		ХП	ТП	ХП	ТП	ХП	ТП
101	Гостиная	20	24	40	45	0,2	0,2
102 (202)	Лестница	20	24	—	—	—	—
103	Санузел	24	28	—	—	0,15	—
104	Холл	20	24	40	—	0,15	—
105	Тамбур	16	24	—	—	—	—
106	Спальня	20	24	40	45	0,2	0,2
107	Кухня-столовая	20	24	—	—	0,15	—
108	Бойлерная	18	24	—	—	—	—
201	Гостиная	20	24	40	—	0,15	0,2
203	Санузел	24	28	—	—	0,15	—
204	Гардеробная	20	24	—	—	—	—
205	Спальня	20	24	40	45	0,2	0,2
206	Спальня	20	24	40	45	0,2	0,2

3.3 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Задачей теплотехнического расчета является определение приведенного сопротивления теплопередаче всех видов ограждающих конструкций помещения и сравнение полученных значений с нормативными показателями (поэлементные требования [п. 5.1, 2]).

Расчет начинается с определения требуемого сопротивления теплопередаче выбранной ограждающей конструкции R_o^{TP} , ($m^2 \cdot ^\circ C$)/Вт, по формуле:

$$R_o^{TP} = a \cdot \text{ГСОП} + b, \quad (3.1)$$

где ГСОП – градусо-сутки отопительного периода, ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}$)/год;

a, b – коэффициенты, значения которых следует принимать по данным [табл. 3, 2], для соответствующих групп зданий.

Градусо-сутки отопительного периода, ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}$)/год, определяются по формуле:

$$\text{ГСОП} = (t_b - t_{от}) \cdot z_{от}, \quad (3.2)$$

где t_b – расчетная температура внутреннего воздуха здания, $^{\circ}\text{C}$, принимаемая для жилых зданий по минимальным значениям оптимальной температуры по [3] (в интервале $20\text{-}22^{\circ}\text{C}$);

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

$z_{от}$ – продолжительность отопительного периода, сут/год.

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции R_o^{pp} , ($\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$)/Вт, определяется по формуле:

$$R_o^{pp} = \frac{1}{\alpha_b} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_n}, \quad (3.3)$$

где α_b – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/($\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$), принимаемый по [табл. 4, 2];

α_n – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, Вт/($\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$), принимаемый по [табл. 6, 2];

δ_i – толщина i -го слоя ограждающей конструкции, м, принимаемая в соответствии с проектными данными;

λ_i – коэффициент теплопроводности i -го слоя ограждающей конструкции, Вт/($\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C}$), принимаемый по каталогам производителей либо по [прил. Т, 2].

Полученное значение приведенного сопротивления теплопередаче R_o^{pp} сравнивается с требуемым значением R_o^{TP} , на основании чего делается вывод о соответствии данной ограждающей конструкции требуемым параметрам.

Так как значение градусо-суток отопительного периода является единым

для всего здания, оно рассчитывается один раз для всех ограждающих конструкций по формуле 3.2 и в дальнейшем используется его числовое значение:

$$ГСОП = (20 + 4,3) \cdot 198 = 4811,4 \text{ (}^\circ\text{C} \cdot \text{сут)} / \text{год}$$

В рассматриваемом индивидуальном жилом доме используются различные виды ограждающих конструкций, поэтому теплотехнические расчеты каждого из них для удобства сведены в отдельные подпункты, представленные ниже.

3.3.1 Теплотехнический расчет наружных стен

Требуемое сопротивление теплопередаче наружной стены R_o^{TP} , $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) / \text{Вт}$, определяемое по формуле 3.1, составляет:

$$R_o^{TP}_{HC} = 0,00035 \cdot 4811,4 + 1,4 = 3,08 \text{ (} \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) / \text{Вт}$$

Характеристики слоев наружной стены с учетом условий эксплуатации материалов – Б [табл. 1, табл. 2, прил. В, 2] приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Характеристики слоев основной части наружной стены

№ п/п	Наименование слоя	Тол- щина слоя δ , м	Коэффициент теп- лопроводности слоя λ , $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$
1	Штукатурная строительная смесь «СилБет» С-14	0,01	0,93
2	Газобетонные блоки «СилБет»	0,3	0,15
3	Теплоизоляция KNAUF Insulation Фасад Термоплита 034 А	0,1	0,041
4	Ветровлагозащитная пленка Tyvek	—	—
5	Воздушный зазор	0,06	По расчету
6	Фиброцементные фасадные панели на подсистеме	0,014	0,41

Так как наружные стены здания оборудованы системой навесного вентили-

лируемого фасада, расчет приведенного сопротивления теплопередаче выполняется в соответствии с методикой, изложенной в [прил. Л, 2].

С учетом этажности здания и района строительства определяется скорость движения воздуха в воздушной прослойке. Так как приточные и вытяжные отверстия воздушной прослойки системы вентилируемого навесного фасада для каждой наружной стены расположены на одной и той же стороне, скорость воздуха в прослойке $V_{\text{пр}}$, м/с, определяется по формуле:

$$V_{\text{пр}} = \sqrt{\frac{0,08 \cdot h \cdot (t_{\text{пр}} - t_{\text{н}})}{\sum_{i=1}^n \zeta_i}}, \quad (3.4)$$

где h – разность высот от входа воздуха в прослойку до его выхода из нее, м;
 $t_{\text{пр}}$ – средняя температура воздуха в прослойке, °С, определяемая по формуле 3.5;

$t_{\text{н}}$ – расчетная температура наружного воздуха, °С;

$\sum_{i=1}^n \zeta_i$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений.

Средняя температура воздуха в прослойке $t_{\text{пр}}$, °С, определяется по формуле:

$$t_{\text{пр}} = t_0 - (t_0 - t_{\text{н}}) \cdot \frac{x_0}{h} \left[1 - \exp\left(-\frac{h}{x_0}\right) \right], \quad (3.5)$$

где t_0 – предельная температура воздуха в прослойке, °С, определяемая по формуле 3.8;

x_0 – условная высота, на которой температура воздуха в прослойке отличается от предельной температуры t_0 в e раз ($e \approx 2,7$) меньше, чем отличалась при входе в прослойку, м, определяемая по формуле 3.6.

Условная высота x_0 , м, рассчитывается по формуле:

$$x_0 = \frac{c_{\text{в}} \cdot V_{\text{пр}} \cdot \delta_{\text{пр}} \cdot \rho_{\text{пр}}}{\frac{1}{R_{\text{в}}} + \frac{1}{R_{\text{н}}}}, \quad (3.6)$$

где $c_{\text{в}} = 1005$ Дж/(кг · °С) – удельная теплоемкость воздуха;

$V_{\text{пр}}$ – скорость воздуха в прослойке, м/с;

$\delta_{\text{пр}}$ – толщина прослойки, м;

$\rho_{\text{пр}}$ – средняя плотность воздуха в прослойке, кг/м³, определяемая по формуле 3.7.

Средняя плотность воздуха в прослойке $\rho_{\text{пр}}$, кг/м³:

$$\rho_{\text{пр}} = \frac{353}{273 + t_{\text{пр}}}, \quad (3.7)$$

Предельная температура воздуха в прослойке $t_{\text{пр}}$, °С, рассчитывается по формуле:

$$t_o = \frac{\frac{t_{\text{в}}}{R_{\text{в}}} + \frac{t_{\text{н}}}{R_{\text{н}}}}{\frac{1}{R_{\text{в}}} + \frac{1}{R_{\text{н}}}}, \quad (3.8)$$

где $R_{\text{в}}$ – термическое сопротивление стены от внутренней поверхности до воздушной прослойки, (м² · °С)/Вт, определяемое по формуле 3.3 без учета наружного коэффициента теплоотдачи;

$R_{\text{н}}$ – термическое сопротивление стены от воздушной прослойки до наружной поверхности, (м² · °С)/Вт, определяемое по формуле 3.9.

Термическое сопротивление стены от воздушной прослойки до наружной поверхности $R_{\text{н}}$, (м² · °С)/Вт:

$$R_{\text{н}} = \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{пр}}} + R_{\text{об}}, \quad (3.9)$$

где $R_{\text{об}}$ – сопротивление теплопередаче облицовочной плитки, (м² · °С)/Вт;

$\alpha_{\text{пр}}$ – коэффициент теплоотдачи поверхностей слоев стены воздуху прослойки, Вт/(м² · °С), определяемый по формуле 3.10.

Так как теплопередача внутри воздушной прослойки происходит за счет излучения поверхностей слоев, ограничивающих прослойку, и конвекции внутри самой прослойки, коэффициент теплоотдачи $\alpha_{\text{пр}}$, Вт/(м² · °С), определяется как

сумма конвективного и лучистого коэффициентов теплоотдачи:

$$\alpha_{\text{пр}} = \alpha_{\text{к}} + 2 \cdot \alpha_{\text{л}}, \quad (3.10)$$

где $\alpha_{\text{к}}$ – конвективный коэффициент теплоотдачи, Вт/(м² · °С), определяемый по формуле 3.11;

$\alpha_{\text{л}}$ – лучистый коэффициент теплоотдачи, Вт/(м² · °С), определяемый по формуле 3.12.

Конвективный коэффициент теплоотдачи $\alpha_{\text{к}}$, Вт/(м² · °С):

$$\alpha_{\text{к}} = 7,34 \cdot V_{\text{пр}}^{0,656} + 3,78 \cdot e^{-1,91 \cdot V_{\text{пр}}}, \quad (3.11)$$

где $V_{\text{пр}}$ – скорость движения воздуха в прослойке, м/с.

Лучистый коэффициент теплоотдачи $\alpha_{\text{л}}$, Вт/(м² · °С):

$$\alpha_{\text{л}} = \frac{m}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_0}}, \quad (3.12)$$

где $C_0 = 5,77$ Вт/(м² · К⁴) – коэффициент излучения абсолютно черного тела; C_1, C_2 – коэффициенты излучения поверхностей, Вт/(м² · К⁴). В случае отсутствия данных по применяемым материалам принимаются равными: 4,4 Вт/(м² · К⁴) для минеральной ваты; 5,3 Вт/(м² · К⁴) для неметаллической облицовки; 0,5 Вт/(м² · К⁴) для облицовки полированным (со стороны прослойки) металлом;

m – температурный коэффициент, определяемый по формуле 3.13.

Температурный коэффициент m :

$$m = 0,04 \cdot \left(\frac{273 + t_{\text{пр}}}{100} \right)^3, \quad (3.13)$$

Температурный коэффициент m в процессе расчетов изменяется слабо, поэтому рекомендуется рассчитать его единожды для температуры $t_{\text{пр}}$, °С:

$$t_{\text{пр}} = t_{\text{н}} + 1 \quad (3.14)$$

Скорость движения воздуха в прослойке $V_{\text{пр}}$, его температура $t_{\text{пр}}$ и терми-

ческое сопротивление наружной части стены R_n определяются методом итераций. Для первой итерации скорость движения воздуха $V_{пр}$ принимается равной 0 м/с. Шаги итераций продолжаются до тех пор, пока разница между значениями скорости воздуха на соседних шагах не станет меньше 5%.

Полученное в результате расчета значение сопротивления теплопередаче наружной части стены R_n складывается с неизменяющимся значением сопротивления теплопередаче внутренней части стены R_v для получения итогового значения приведенного сопротивления теплопередаче наружной стены с системой навесного вентилируемого фасада.

Расчет начинается с определения величин, не изменяющихся в ходе итераций, таких как термическое сопротивление внутренней части стены R_v и температурный коэффициент m .

Рассматриваемое здание имеет каркас из железобетонных колонн 300х300 мм (коэффициент теплопроводности $\lambda = 2,04$ Вт/(м · °С)), которые следует рассматривать как неоднородные включения, а саму ограждающую конструкцию, как ограждение, состоящее из нескольких слоев, расположенных перпендикулярно тепловому потоку, с нарушением однородности в одном или нескольких слоях. Согласно методике, приведенной в [гл. III, 4], такие ограждения разделяются на однородные части плоскостями, параллельными направлению теплового потока. Для каждой из частей определяется термическое сопротивление и площадь. Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции в целом определяется по формуле:

$$R_o^{пр} = \frac{\sum A_i}{\sum \frac{A_i}{R_i}} \quad (3.15)$$

где A_i – площадь i -того однородного фрагмента ограждающей конструкции, м²; R_i – сопротивление теплопередаче i -того однородного фрагмента ограждающей конструкции (м² · °С)/Вт.

В пределах рассматриваемого здания наружные стены условно разделены на два вида однородных фрагментов:

1. С газобетонными блоками в качестве основного слоя;
2. С железобетонными колоннами в качестве основного слоя.

Сопротивление теплопередаче внутренней части наружной стены первого вида, определяемое по формуле 3.3 без учета наружного коэффициента теплоотдачи, составляет:

$$R_{\text{вн},1} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,3}{0,15} + \frac{0,1}{0,041} = 4,56 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

Сопротивление теплопередаче внутренней части наружной стены второго вида составляет

$$R_{\text{вн},2} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,3}{2,04} + \frac{0,1}{0,041} = 2,17 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

Суммарная площадь фрагментов наружной стены первого вида $A_1 = 238,5 \text{ м}^2$; второго вида $A_2 = 35,56 \text{ м}^2$.

Сопротивление теплопередаче части стены от внутренней поверхности до воздушной прослойки $R_{\text{в}}$, $(\text{м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$, определяемое по формуле 3.15, составит:

$$R_{\text{в}} = \frac{238,5 + 35,56}{\frac{238,5}{4,56} + \frac{35,56}{2,17}} = 4,19 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

Температура воздуха в прослойке, принимаемая для расчета температурного коэффициента по формуле 3.14, составляет:

$$t_{\text{пр}} = -23 + 1 = -22^\circ\text{C}$$

Температурный коэффициент определится, согласно формуле 3.13:

$$m = 0,04 \cdot \left(\frac{273 - 22}{100} \right)^3 = 0,63$$

Фасад рассматриваемого здания имеет неодинаковую высоту, а также у западной стены дома имеется одноэтажная пристроенная бойлерная. Однако, при расчете значения приведенного сопротивления теплопередаче системы НФС для различных высот отличаются на 0,01-0,02 $(\text{м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$, что не оказывает существенного влияния при дальнейших расчетах. В связи с этим при расчете сопротивления теплопередаче стены с системой вентилируемого навесного фасада используется осредненное значение высоты фасада $h = 6,83 \text{ м}$.

Так как расчет методом итераций довольно массивен, для удобства полученные в результате расчета значения сведены в таблицу А.1, представленную в приложении А. Полученное значение сопротивления теплопередаче наружной части стены, оснащенной системой навесного вентилируемого фасада $R_n = 0,27 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$, оно и принимается для дальнейших расчетов.

Полученное значение приведенного сопротивления теплопередаче наружной части стены необходимо суммировать с сопротивлением ее внутренней части для получения итогового параметра и сравнения его с нормативным показателем.

Приведенное сопротивление теплопередаче наружной стены индивидуального жилого дома составляет:

$$R_o^{пр} = 4,19 + 0,27 = 4,46 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

Полученное значение больше требуемого $R_o^{тр} = 3,08 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$, следовательно, наружные стены рассматриваемого индивидуального жилого дома удовлетворяют требованиям [п. 5, 2].

3.3.2 Теплотехнический расчет внутренних стен

Между двумя смежными помещениями с разностью внутренних температур воздуха более 4°C происходит теплообмен, который также необходимо учитывать при расчете теплового баланса помещений. Следовательно, для внутренних стен, разделяющих данные помещения, также необходимо произвести теплотехнический расчет.

Характеристики слоев внутренней стены приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Характеристики слоев внутренней стены

№ п/п	Наименование слоя	Толщина слоя δ , м	Коэффициент

			теплопроводности слоя λ , Вт/(м · °С)
1	Штукатурная строительная смесь «СилБет» С-14	0,01	0,93
2	Гипсовые пазогребневые плиты	0,09	0,56
3	Теплоизоляция KNAUF Insulation Фасад Термоплита 034 А	0,05	0,041
4	Штукатурная строительная смесь «СилБет» С-14	0,01	0,93

Приведенное сопротивление теплопередаче внутренних стен, рассчитываемое по формуле 3.3 без учета коэффициентов теплоотдачи:

$$R_o^{\text{пр,вс}} = \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,09}{0,56} + \frac{0,05}{0,041} + \frac{0,01}{0,93} = 1,39 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт}$$

Сопротивление теплопередаче внутренней стены не нуждается в сравнении с нормируемыми показателями.

3.3.3 Теплотехнический расчет пола по грунту

Теплотехнический расчет пола по грунту производится по следующей методике. Поверхность пола условно делится на зоны, шириной 2 м, параллельно наружным стенам.

Если конструкция пола не предусматривает утепление (коэффициент теплопроводности материалов λ_i больше 1,2 Вт/(м · °С)), теплосопротивление каждой из зон принимается равным осредненному условному сопротивлению теплопередаче $R_{\text{пл}}^{\text{усл}}$, (м² · °С)/Вт, составляющему для:

- I зоны – 2,1 Вт/(м · °С);
- II зоны – 4,3 Вт/(м · °С);

- III зоны – 8,6 Вт/(м · °С);
- IV зоны – 14,2 Вт/(м · °С).

В случае, если пол утеплен (в составе конструкции используются материалы с коэффициентом теплопроводности λ_i меньше 1,2 Вт/(м · °С)), приведенное сопротивление теплопередаче каждой из зон рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{зоны}}^{\text{пр}} = R_{\text{пл}}^{\text{усл}} + \sum \frac{\delta_i'}{\lambda_i'} \quad (3.16)$$

где δ_i' – толщина слоя утепления (слоя с коэффициентом теплопередачи меньше 1,2 Вт/(м · °С)), м;

λ_i' – коэффициент теплопередачи утепленного слоя, Вт/(м · °С).

В помещениях первого этажа используются два типа полов. Характеристики слоев пола первого этажа первого и второго типов в направлении «сверху-вниз» приведены соответственно в таблицах 3.4-3.5.

Таблица 3.4 – Характеристики слоев пола первого типа

№ п/п	Наименование слоя	Толщина слоя δ , м	Коэффициент теплопроводности слоя λ , Вт/(м · °С)
1	Линолеум ПВХ на войлочной подоснове	0,005	0,26
2	Стяжка из цементно-песчаного раствора М200	0,05	0,93
3	Теплоизоляционные плиты ПЕНО-ПЛЭКС ОСНОВА	0,07	0,032
4	Монолитная железобетонная плита	0,20	2,04

Таблица 3.5 – Характеристики слоев пола второго типа

№ п/п	Наименование слоя	Толщина слоя δ , м	Коэффициент теплопроводности слоя λ , Вт/(м · °С)
1	Керамическая плитка на клеящей мастике	0,01	1,00
2	Стяжка из цементно-песчаного раствора М200	0,05	0,93
3	Теплоизоляционные плиты ПЕНОПЛЭКС ОСНОВА	0,07	0,032
4	Монолитная железобетонная плита	0,20	2,04

Для обоих типов полов монолитная железобетонная плита не учитывается при расчете, так как коэффициент теплопередачи данного слоя превышает допустимое значение. Таким образом, для пола первого типа приведенное сопротивление теплопередаче по зонам, определяемое по формуле 3.16, составит:

$$R_{\text{зоны I}}^{\text{пр,1}} = 2,1 + \frac{0,005}{0,26} + \frac{0,05}{0,93} + \frac{0,07}{0,03} = 4,6 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт}$$

$$R_{\text{зоны II}}^{\text{пр,1}} = 4,3 + \frac{0,005}{0,26} + \frac{0,05}{0,93} + \frac{0,07}{0,03} = 6,8 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт}$$

$$R_{\text{зоны III}}^{\text{пр,1}} = 8,6 + \frac{0,005}{0,26} + \frac{0,05}{0,93} + \frac{0,07}{0,03} = 11,1 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт}$$

Приведенное сопротивление теплопередаче для пола второго типа по зонам:

$$R_{\text{зоны I}}^{\text{пр,2}} = 2,1 + \frac{0,01}{1} + \frac{0,05}{0,93} + \frac{0,07}{0,03} = 4,59 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт}$$

$$R_{\text{зоны II}}^{\text{пр,2}} = 4,3 + \frac{0,01}{1} + \frac{0,05}{0,93} + \frac{0,07}{0,03} = 6,79 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

$$R_{\text{зоны III}}^{\text{пр,2}} = 8,6 + \frac{0,01}{1} + \frac{0,05}{0,93} + \frac{0,07}{0,03} = 11,09 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

Требуемое сопротивление теплопередаче пола, определяемое по формуле 3.1, составляет:

$$R_{\text{о пл}}^{\text{тр}} = 0,0005 \cdot 4811,4 + 2,2 = 4,6 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

Полученные значения больше либо равны требуемому $R_{\text{о пл}}^{\text{тр}} = 4,6 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$, следовательно, пол первого этажа рассматриваемого индивидуального жилого дома удовлетворяют требованиям [п. 5, 2].

3.3.4 Теплотехнический расчет кровли

Требуемое сопротивление теплопередаче кровли, определяемое по формуле 3.1, составляет:

$$R_{\text{о пл}}^{\text{тр}} = 0,00045 \cdot 4811,4 + 1,9 = 4,06 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

Характеристики слоев кровли, учитываемых при расчете, в направлении «сверху-вниз» приведены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Характеристики слоев кровли

№ п/п	Наименование слоя	Толщина слоя δ , м	Коэффициент теплопроводности слоя λ , Вт/(м · °C)
1	Теплоизоляция Технониколь Технорурф Экстра	0,15	0,038
2	Гипсокартоновые плиты	0,01	0,56

Приведенное сопротивление теплопередаче кровли, определяемое по формуле 3.3, составляет:

$$R_{o \text{ ПТ}}^{\text{пр}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,038} + \frac{0,01}{0,56} + \frac{1}{12} = 4,12 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

Полученное значение больше требуемого $R_{o \text{ ПТ}}^{\text{ТР}} = 4,06 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$, следовательно, кровля рассматриваемого индивидуального жилого дома удовлетворяет требованиям [п. 5, 2].

3.3.5 *Теплотехнический расчет светопрозрачных конструкций и входных дверей*

Требуемое сопротивление теплопередаче окон определяется путем интерполяции значений, приведенных в [табл. 3, 2].

$$R_{o \text{ ОК}}^{\text{ТР}} = 0,51 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

По проекту в доме установлены трехкамерные ПВХ стеклопакеты с приведенным сопротивлением теплопередаче $R_{o \text{ ОК}}^{\text{пр}} = 0,53 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$.

Проектное значение выше нормируемого, следовательно, окна, установленные в рассматриваемом индивидуальном жилом доме, соответствуют требованиям [п. 5, 2].

Согласно [п. 5.2, 2], требуемое сопротивление теплопередаче входных дверей должно быть не меньше $0,6 \cdot R_{o \text{ НС}}^{\text{ТР}}$ стен здания:

$$R_{o \text{ ДВ}}^{\text{ТР}} = 0,6 \cdot 3,08 = 1,85 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

Ввиду того, что конкретный тип установленных дверей в проекте не указан, допускается принять приведенное сопротивление теплопередаче наружных дверей равным требуемому значению.

3.4 Определение расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение

Определение расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение производится по методике, изложенной в [п. 3, 14]:

1. Максимальный часовой расход горячей воды q_{hr} , м³/ч:

$$q_{hr} = 0,005 \cdot q_{0,hr} \cdot \alpha_{hr}, \quad (3.17)$$

где $q_{0,hr}$ – часовой расход горячей воды санитарно-техническим прибором, принимаемый по данным [прил.3, 14], л/ч;

α_{hr} – коэффициент, определяемый по [табл. 2, прил. 4, 14] и зависящий от общего числа приборов в системе N и вероятности их действия P_{hr} .

2. Вероятность использования санитарно-технических приборов для системы в целом P_{hr} :

$$P_{hr} = \frac{3600 \cdot P \cdot q_0}{q_{0,hr}}, \quad (3.18)$$

где q_0 – секундный расход воды прибором, определяемый по [прил. 3, 14], л/сек;
 P – вероятность действия приборов для последнего расчетного участка сети, определяемая по формуле 3.19.

3. Вероятность действия приборов для последнего расчетного участка:

$$P = \frac{q_{hr,u} \cdot U}{q_0 \cdot N \cdot 3600}, \quad (3.19)$$

где U – число водопотребителей расчетной системы;

N – общее количество водоразборных приборов системы;

$q_{hr,u}$ – норма расхода горячей воды в час наибольшего водопотребления, л/ч, принимаемая по [прил. 3, 14].

4. Средний часовой расход воды в сутки максимального водопотребления q_T , м³/ч:

$$q_T = \frac{q_u \cdot U}{1000 \cdot 24}, \quad (3.20)$$

где q_u – норма расхода воды в сутки наибольшего водопотребления, л/сут, принимаемая по [прил. 3, 14].

5. Тепловой поток на горячее водоснабжение в течение часа максимального водопотребления Q_{hr} , кВт:

$$Q_{hr} = 1,16 \cdot q_{hr} \cdot (60 - t^c) + Q_{ht}, \quad (3.21)$$

где t^c – температура холодной воды, принимаемая равной плюс 5°C;

Q_{ht} – расчетные теплотери трубопроводов, кВт, рассчитываемые по формуле 3.23 по укрупненным показателям.

6. Тепловой поток на горячее водоснабжение в течение среднего часа Q_T , кВт:

$$Q_T = 1,16 \cdot q_T \cdot (60 - t^c) + Q_{ht} \quad (3.22)$$

7. Расчетные теплотери трубопроводов горячего водоснабжения по укрупненным показателям Q_{ht} , кВт:

$$Q_{ht} = 1,16 \cdot \beta \cdot q_T \cdot (60 - t^c) \quad (3.23)$$

β – коэффициент, зависящий от протяженности системы горячего водоснабжения и ее мощности. По укрупненным показателям для изолированных трубопроводов принимается равным 0,15.

Исходные данные для расчета, принимаемые по [прил. 3, 14] и по проектным данным, сведены в таблицу 3.7. Значения нормируемых расходов горячей воды принимаются для жилых домов квартирного типа с ванными 1500-1700 мм, оборудованными душами.

Таблица 3.7 – Исходные данные для расчета системы горячего водоснабжения

Наименование	Обозначение	Ед. изм	Значение
Общее число потребителей горячей воды	U	чел	4
Общее количество водоразборных приборов	N	шт	5
Норма расхода горячей воды в час наибольшего водопотребления	$q_{hr,u}$	л/ч	10

Окончание таблицы 3.7

Норма расхода горячей воды в сутки наибольшего водопотребления	q_u	л/сут	120
Секундный расход воды прибором	q_0	л/с	0,2
Часовой расход воды прибором	$q_{0,hr}$	л/ч	200

Вероятность действия приборов для последнего расчетного участка:

$$P = \frac{10 \cdot 4}{0,2 \cdot 5 \cdot 3600} = 0,011$$

Вероятность использования санитарно-технических приборов для системы в целом:

$$P_{hr} = \frac{3600 \cdot 0,011 \cdot 0,2}{200} = 0,04$$

Средний часовой расход воды за сутки максимального водопотребления:

$$q_T = \frac{120 \cdot 4}{1000 \cdot 24} = 0,02 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Коэффициент $\alpha_{hr} = 0,449$. Максимальный часовой расход горячей воды:

$$q_{hr} = 0,005 \cdot 200 \cdot 0,449 = 0,449 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Расчетные теплотери трубопроводов горячего водоснабжения по укрупненным показателям:

$$Q_{ht} = 1,16 \cdot 0,15 \cdot 0,02 \cdot (60 - 5) = 0,19 \text{ кВт}$$

Тепловой поток на горячее водоснабжение в течение среднего часа:

$$Q_T = 1,16 \cdot 0,02 \cdot (60 - 5) + 0,19 = 1,47 \text{ кВт}$$

Тепловой поток на горячее водоснабжение в течение часа максимального водопотребления:

$$Q_{hr} = 1,16 \cdot 0,449 \cdot (60 - 5) + 0,19 = 28,84 \text{ кВт}$$

4 РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ЖИЛОГО ДОМА

4.1 Расчет тепловых потерь здания и определение расчетной нагрузки на систему отопления

Нагрузка на систему отопления определяется исходя из условия теплового баланса здания, согласно которому система должна компенсировать тепловые потери здания.

Тепловые потери здания складываются из теплотерь отдельных помещений, которые в свою очередь состоят из трансмиссионных потерь через ограждения, потерь на нагревание инфильтрационного воздуха и потерь на нагревание приточного вентиляционного воздуха, за вычетом бытовых теплопоступлений $Q_{\text{пом}}$, Вт:

$$Q_{\text{пом}} = Q_{\text{огр}} + Q_{\text{инф}} + Q_{\text{вент}} - Q_{\text{быт}} \quad (4.1)$$

Трансмиссионные теплотери через ограждения $Q_{\text{огр}}$, Вт определяются по формуле:

$$Q_{\text{огр}} = \frac{1}{R_0^{\text{пр}}} \cdot A \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \cdot n \cdot \left(1 + \sum \beta\right), \quad (4.2)$$

где $R_0^{\text{пр}}$ – приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции, $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$;

A – площадь рассматриваемой ограждающей конструкции, м^2 ;

$t_{\text{в}}$ – температура внутреннего воздуха помещения, $^\circ\text{C}$;

$t_{\text{н5}}$ – температура наиболее холодной пятидневки, $^\circ\text{C}$;

n – коэффициент, учитывающий положение ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху, принимается по [табл. 5.2, 5] ;

$\sum \beta$ – сумма добавочных теплотерь, учитываемых сверх основных теплотерь через ограждения в долях от основных потерь.

Теплопотери на нагрев инфильтрационного воздуха $Q_{\text{инф}}$, Вт определяются по формуле:

$$Q_{\text{огр}} = 0,28 \cdot G_{\text{инф}} \cdot c \cdot A \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \cdot k, \quad (4.3)$$

где $G_{\text{инф}}$ – расход инфильтрующегося наружного воздуха через воздухопроницаемый элемент здания, кг/(ч·м²), определяемый по формулам 4.4-4.5;

$c = 1,005$ кДж/(кг·°С) – удельная теплоемкость воздуха;

k – коэффициент учета влияния встречного теплового потока в воздухопроницаемых конструкциях, принимаемый для двухкамерных стеклопакетов равным 0,7;

A – площадь воздухопроницаемой конструкции, м².

Расход инфильтрующегося наружного воздуха через окна $G_{\text{инф.ок}}$ и двери $G_{\text{инф.дв}}$, кг/(ч·м²) определяются по формулам:

$$G_{\text{инф.ок}} = \frac{1}{R_{\text{инф.ок}}} \cdot \left(\frac{\Delta P}{\Delta P_0} \right)^{\frac{2}{3}}; \quad (4.4)$$

$$G_{\text{инф.дв}} = \frac{1}{R_{\text{инф.дв}}} \cdot \left(\frac{\Delta P}{\Delta P_0} \right)^{\frac{1}{2}}, \quad (4.5)$$

где $R_{\text{инф.ок}}$, $R_{\text{инф.дв}}$ – сопротивление воздухопроницанию окна и двери соответственно, м²·ч/кг, при $\Delta P_0 = 10$ Па; принимается для окон по приложению к сертификату соответствия на воздухопроницаемую конструкцию, для дверей – 0,16 м²·ч/кг;

$\Delta P_0 = 10$ Па – номинальная разность давлений для определения сопротивления воздухопроницанию;

ΔP – расчетная разность давлений по разные стороны воздухопроницаемого элемента здания, Па.

Расчетная разность давлений по разные стороны воздухопроницаемого

элемента здания, Па, определяется по формуле:

$$\Delta P = (H - h) \cdot (\gamma_n - \gamma_v) + \left(\frac{\rho_n v^2}{2} \right) \cdot k_{\text{дин}} \cdot (c_n - c_z) - P_v, \quad (4.6)$$

где H – высота здания от пола нижнего входа в здание до обреза вытяжной шахты или середины воздуховыбросной решетки, м;

h – высота от пола нижнего входа в здание до центра рассматриваемого воздухопроницаемого элемента в здании, м;

γ_n, γ_v – удельный вес наружного и внутреннего воздуха, Н/м³;

$k_{\text{дин}}$ – коэффициент, посредством которого учитывается изменение динамических свойств ветра (ветрового давления) в застройке в зависимости от высоты H и типа местности, для данного здания принимается равным 0,75;

c_n, c_z – аэродинамические коэффициенты на наветренном и заветренном фасадах, принимаемы соответственно 0,8 и минус 0,6;

v – максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, м/с;

P_v – внутреннее давление в расчетном помещении, Па, определяемое по формуле 4.7.

Внутреннее давление в расчетном помещении, оборудованном только вытяжной вентиляцией, P_v , Па:

$$P_v = (H - h) \cdot (\gamma_5 - \gamma_v), \quad (4.7)$$

где γ_5 – удельный вес наружного воздуха при температуре +5°C, Н/м³.

Расчет теплотерь индивидуального жилого дома сведен в таблицу Б1, представленную в приложении Б.

4.2 Описание конструктивного решения системы отопления здания

В качестве основной системы отопления индивидуального жилого дома выбрана система встроенного водяного обогрева «теплый пол», в помещении бойлерной используется двухтрубная горизонтальная система радиаторного отопления, помещение тамбура отапливается электрическим теплым полом.

В качестве греющих элементов системы теплого пола используются трубы из сшитого полиэтилена с антидиффузионным слоем из поливинилэтилена Valtec PEX-EVOH, диаметром 16x2,0 мм. Петли теплого пола подключаются к коллекторным блокам Valtec VTc.586, установленным в пристраиваемых коллекторных шкафах Valtec VTc.541.0 ШРНЗ. Коллекторные блоки оснащены автоматическими воздухоотводчиками с отсекающими кранами и дренажными поворотными кранами. Для гидравлической увязки на обратных трубопроводах коллекторных блоков устанавливаются запорно-регулирующие вентили Valtec VT.052. Выходы петель оснащены электротермическими сервоприводами Valtec VT.TE3040 и расходомерами. Регулирование мощности теплого пола осуществляется с помощью комнатных термостатов Valtec VT.AC602. Циркуляция теплоносителя в контуре теплого пола обеспечивается модульной насосно-смесительной группой с байпасом и четырехходовым смесительным клапаном Valtec VARIMIX VT.VAR 21, установленной в помещении бойлерной и оснащенной циркуляционным насосом Grundfos MAGNA1 25-40. Транзитные трубопроводы теплого пола прокладываются в теплоизоляции Valtec «Супер протект». Магистральные участки трубопровода системы теплого пола выполнены из металлополимерных труб Valtec PEX-Al-PEX, проложены под потолком санузла в изоляции Valtec «Супер протект» и закрыты гипсокартонным коробом с решеткой в нижней части с возможностью снятия решетки и свободного доступа к местам соединений трубопроводов. Теплоносителем системы теплого пола является вода с параметрами 40/30°C.

Контур отопления бойлерной представляет собой двухтрубную горизонтальную систему радиаторного отопления. В качестве отопительных приборов используются биметаллические секционные радиаторы Royal Thermo Indigo Super. Подключение радиаторов осуществляется с помощью термостатического узла с нижним подключением Valtec VT.225K. Радиаторы оснащены автоматическими воздухоотводчиками и жидкостными термоголовками Valtec VT.5000, с помощью которых осуществляется регулирование тепловой мощности радиаторов.

ров. Циркуляция теплоносителя в контуре радиаторного отопления обеспечивается модульной насосной группой с байпасом Valtec VARIMIX VT.VAR 11, установленной в помещении бойлерной и оснащенной циркуляционным насосом Grundfos MAGNA1 25-40. Трубопроводы контура радиаторного отопления выполнены из металлополимерных труб Valtec PEX-Al-PEX и прокладываются без изоляции открыто для уменьшения количества секций отопительных приборов за счет увеличения теплоотдачи неизолированного трубопровода. Теплоносителем контура радиаторного отопления является вода с параметрами 80/60°C.

Также к модулированной коллекторной группе системы отопления подключен контур бойлера системы ГВС. Циркуляция теплоносителя в контуре бойлера ГВС обеспечивается модульной насосной группой с байпасом Valtec VARIMIX VT.VAR 11, установленной в помещении бойлерной и оснащенной циркуляционным насосом Grundfos MAGNA1 25-40. Подводки от коллектора к бойлеру выполнены из металлополимерной трубы Valtec PEX-Al-PEX диаметра 16x2,0 мм, подключение выполнено через переходы. Теплоносителем контура бойлера ГВС является вода с параметрами 80/60°C

Каждая насосная и насосно-смесительная группа оснащена ручными воздухоотводчиками, обратными клапанами на обратном трубопроводе, шаровыми кранами на подающем и обратном трубопроводах, регулируемые перепускными клапанами на байпасах, поворотными дренажными кранами и термометрами. Насосно-смесительная группа Valtec VARIMIX VT.VAR 21 дополнительно оснащается сервоприводом для четырехходового клапана со встроенным контроллером Valtec VT.ACC10.0, оснащенный погружным датчиком температуры, для автоматического поддержания заданной температуры теплоносителя в контуре теплого пола. Все насосные и насосно-смесительные группы присоединяются к коллекторным модулям Valtec VARIMIX VT.VAR 30 и образуют единую блочно-модульную коллекторную систему, которая дополнительно оборудуется гидравлическим распределителем Valtec VARIMIX VT.VAR 00, который позволяет гидравлически сбалансировать контур теплогенератора с остальными

контурами системы отопления, обеспечив независимую работу как каждого контура в отдельности, так и всей системы в целом. Теплогенератором системы отопления в данном проекте служит буферный накопитель теплоты Reflex объемом 1,5 м³, расчет которого представлен в главе «Подбор оборудования жизнеобеспечения индивидуального жилого дома».

4.3 Гидравлический расчет системы отопления

Гидравлический расчет петель системы теплого пола выполнен с помощью программного комплекса Valtec PRG. Результаты расчета сведены в таблицу Б2, представленную в приложении Б.

Гидравлический расчет системы отопления производится методом удельных линейных потерь давления.

При расчете этим способом расчетные потери давления на участке $\Delta P_{\text{уч}}$, Па, находят по формуле:

$$\Delta P_{\text{уч}} = R_{\text{уд}} \cdot l + P_{\text{д}} \cdot \sum \zeta, \quad (4.8)$$

где l – длина рассчитываемого участка системы, м;

$\sum \zeta$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений, принимаемых по справочникам, либо по технической документации элементов системы;

$R_{\text{уд}}$ – удельные линейные потери давления, приходящиеся на 1 м трубы, Па/м, определяемые для металлополимерных труб по [6] в зависимости от расчетного расхода теплоносителя на участке и диаметра трубы;

$P_{\text{д}}$ – динамическое давление, Па, определяемое по формуле 4.9.

Динамическое давление на участке системы, Па:

$$P_{\text{д}} = \frac{\rho \cdot v_{\text{д}}^2}{2}, \quad (4.9)$$

где $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ – плотность воды;

$v_{\text{д}}$ – действительная скорость движения теплоносителя, м/с, определяемая по формуле 4.12.

Расход теплоносителя на участке $G_{\text{уч}}$, кг/ч, определяется по формуле:

$$G_{\text{уч}} = \frac{0,86 \cdot Q_{\text{уч}}}{\Delta T}, \quad (4.10)$$

где $Q_{\text{уч}}$ – расчетная тепловая нагрузка на участок, Вт;

ΔT – перепад температур теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах, °С (при параметрах теплоносителя 80/60°С составляет 20°С).

Необходимый диаметр трубопровода $d_{\text{н}}$, мм, определяется по формуле:

$$d_{\text{н}} = \sqrt{\frac{4 \cdot G_{\text{уч}} \cdot 10^6}{\pi \cdot v_{\text{ср}} \cdot \rho \cdot 3600}}, \quad (4.11)$$

где $v_{\text{ср}}$ – средняя скорость движения теплоносителя, м/с, принимается равной 0,5 м/с.

Фактическая скорость движения теплоносителя на участке $v_{\text{д}}$, м/с:

$$v_{\text{д}} = \frac{4 \cdot G_{\text{уч}} \cdot 10^6}{\pi \cdot d^2 \cdot \rho \cdot 3600}, \quad (4.12)$$

где d – действительный диаметр участка, мм, принимаемый в соответствии со значением необходимого диаметра $d_{\text{н}}$.

В точках разделения потоков система должна быть гидравлически увязана, т.е. должно выполняться условие:

$$\Delta P_{\text{уч}_i} = \Delta P_{\text{уч}_j} \quad (4.13)$$

Допустимая невязка в расчетных потерях давления на параллельно соединенных участках при тупиковом движении теплоносителя составляет 10%.

Расчет контура теплого пола начинается с циркуляционного кольца через самый удаленный от коллекторного блока бойлерной и самый нагруженный участок системы – коллекторный блок теплого пола второго этажа, учитывая, что максимальные потери давления приходятся на петлю теплого пола №7.

Расчет контура радиаторного отопления производится по тому же принципу, что и расчет контура теплого пола. Сначала определяются потери давления наиболее длинного циркуляционного кольца, после чего рассчитывается второе кольцо, потери которых в точке разделения потоков должны отличаться не более

чем на 10 %.

Расчет контура емкостного водонагревателя ГВС производится тем же методом с учетом потерь давления в нагревательном контуре водонагревателя, которые принимаются по техническому паспорту оборудования.

Так как контуры системы отопления подключены к коллекторному блоку бойлерной через индивидуальные насосные группы, гидравлическая увязка контуров на самом коллекторном блоке не производится.

Гидравлический расчет системы отопления индивидуального жилого дома сведен в таблицу Б3, представленную в приложении Б.

5 РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ ЖИЛОГО ДОМА

5.1 Расчет воздухообмена в помещениях и составление таблицы воздушного баланса здания

Согласно данным, приведенным в [табл. К1, 10], для жилых зданий кратность воздухообмена по вытяжке $k_{\text{возд}}$ составляет:

- для жилых комнат не менее $k_{\text{возд}} = 0,35 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 м^3 объема помещения;
- для кухонь, оборудованных четырехкомфорочными газовыми плитами $k_{\text{возд}} = (90) \text{ м}^3/\text{ч}$ на плиту;
- для совмещенных санузлов не менее $k_{\text{возд}} = (50) \text{ м}^3/\text{ч}$;

Для газовых топочных, согласно [п. 13.4, 11], не менее $k_{\text{возд}} = 3 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 м^3 объема помещения.

В остальных помещениях воздухообмен не нормируется и, следовательно, не предусматривается система вентиляции.

Руководствуясь вышеприведёнными данными, составляется таблица воздушного баланса здания с указанием расчетных объемов помещений, кратностей воздухообмена и расходов воздуха.

Полученные данные сведены в таблицу 5.1.

Таблица 5.1 – Воздушный баланс здания

№пом	Наименование помещения	Объем помещения, м^3	Кратность		Воздухообмен, $\text{м}^3/\text{ч}$		
			Приток	Вытяжка	Приток	Вытяжка	МО
101	Гостиная	70,74	—	1	—	22,53	—
102 (202)	Лестница	27,04	—	—	—	—	—

Окончание таблицы 5.1

103	Санузел	35,29	—	—	—	50,00	
104	Холл	29,42	—	—	—	—	—
105	Гамбур	11,24	—	—	—	—	—
106	Спальня	43,46	—	1	—	13,84	—
107	Кухня	67,98	—	—	—	—	90
108	Бойлерная	50,57	3	3	151,72	151,72	—
201	Гостиная	62,62	—	1	—	20,43	—
203	Санузел	21,85	—	—	—	50,00	—
204	Гардеробная	33,96	—	—	—	—	—
205	Холл	26,08	—	—	—	—	—
206	Спальня	65,66	—	1	—	22,41	—
207	Спальня	58,22	—	1	—	19,87	—

5.2 Описание конструктивного решения системы вентиляции здания

Расчетный воздухообмен в помещениях рассматриваемого жилого дома обеспечивается системой механической вытяжной вентиляции, оборудованной канальным вентилятором *Vauberg Tubo 100 333130* (производительность $Q_{max} = 102 \text{ м}^3/\text{ч}$, давление $P_{max} = 45 \text{ Па}$) и неорганизованным притоком за счет проветривания и инфильтрации. Удаление воздуха и продуктов сгорания газа от газовой плиты обеспечивается местным вытяжным зонтом. В помещении бойлерной воздухообмен обеспечивается естественной вытяжной вентиляцией с организованным естественным притоком воздуха за счет устройства воздухозаборной щели под окном над отопительными приборами. Воздухообмен в санузлах обеспечивается системой механической вытяжной вентиляции, оборудованной двумя настенными вентиляторами *VENTS 100 Quiet-Style* (производительность $Q_{max} = 100 \text{ м}^3/\text{ч}$, давление $P_{max} = 35 \text{ Па}$) без организации компенсирующего притока воздуха. Вентиляторы, установленные в санузлах, оборудованы обратными клапанами для предотвращения опрокидывания тяги в период отключения вентиляторов.

5.3 Аэродинамический расчет системы вентиляции

Аэродинамический расчёт системы вентиляции выполняется по методике, изложенной в [12]:

1. Потери давления на участке воздуховода, $\Delta P_{\text{уч}}$, Па:

$$\Delta P_{\text{уч}} = \Delta P_l + Z, \quad (5.1)$$

где ΔP_l – потери давления по длине воздуховода, Па, определяемые по формуле 5.2;

Z – потери давления в местных сопротивлениях, Па, определяемые по формуле 5.3.

2. Потери давления по длине воздуховода ΔP_l , Па:

$$\Delta P_l = R \cdot l, \quad (5.2)$$

где R – удельные потери давления по длине воздуховода, Па/м, принимаемые для круглых воздуховодов по [табл. VII.11, 12] в зависимости от диаметра и расхода воздуха на участке;

l – длина участка, м.

3. Потери давления в местных сопротивлениях Z , Па:

$$Z = \frac{\rho \cdot v^2}{2} \cdot \sum \zeta, \quad (5.3)$$

где ρ – плотность воздуха, кг/м³;

$\sum \zeta$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений, принимаемых по [табл. VII.13, 12];

v – фактическая скорость движения воздуха в воздуховоде, м/с, определяемая по формуле 5.4.

4. Фактическая скорость движения воздуха в воздуховоде v , м/с:

$$v = \frac{L_{\text{уч}}}{3600 \cdot F_{\text{д}}}, \quad (5.4)$$

где $L_{\text{уч}}$ – расчетный расход воздуха на участке воздуховода, м³/ч;

$F_{\text{д}}$ – фактическая площадь живого сечения воздуховода, м².

В точках разделения потока воздуха система должна быть аэродинамически увязана. Невязка потерь давления двух параллельных участков сети не должна превышать 10%.

Аэродинамический расчет систем механической вентиляции сведены в таблицы В1-В2, представленные в приложении В.

Аэродинамический расчет воздухопроводов естественной вентиляции выполняется по той же методике, но для надежности системы итоговые потери давления системы должны быть несколько меньше располагаемого гравитационного давления:

$$\Delta P_{ев} = 0,9 \cdot P_{гр}, \quad (5.5)$$

где $P_{гр}$ – располагаемое гравитационное давление, Па, определяемое по формуле 5.6.

Располагаемое гравитационное давление $P_{гр}$, Па:

$$P_{гр} = 9,81 \cdot h \cdot (\rho_n - \rho_v), \quad (5.5)$$

где h - высота от оси решетки до плоскости выпускного отверстия шахты, м;

ρ_n – плотность наружного воздуха при температуре плюс 5°C, кг/м³;

ρ_v – плотность внутреннего воздуха, кг/м³.

Аэродинамический расчет системы естественной вентиляции помещения бойлерной сведен в таблицу В2, приведенную в приложении В.

В помещении бойлерной предусмотрена воздухозаборная щель для организации притока свежего воздуха. Размеры щелевой решетки можно определить по расчётному расходу приточного воздуха и скорости притока. Принимая скорость притока $v = 0,5$ м/с, определяется площадь живого сечения решетки, выразив ее из формулы 5.4:

$$F_{ж.с.} = \frac{L_{уч}}{3600 \cdot v} = \frac{151,7}{3600 \cdot 0,5} = 0,084 \text{ м}^2$$

По каталогу [13] была выбрана наружная решетка АРН 600x150h.

Для обеспечения удаления воздуха от газовой плиты принята к установке

купольная вытяжка GEFEST ВВ 2 К17 для присоединения к воздуховоду и отвода воздуха наружу. Вытяжка имеет 2 режима работы: на максимальной скорости и на средней скорости. При максимальной скорости производительность вытяжки $Q_{max} = 180 \text{ м}^3/\text{ч}$, при средней – $Q_{cp} = 90 \text{ м}^3/\text{ч}$. Вытяжка подключается к гофрированному воздуховоду диаметром 120 мм и выводится через стену на улицу.

6 РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА

6.1 Описание конструктивного решения системы внутридомового газоснабжения

Индивидуальный жилой дом оснащен четырехкомфорочной газовой плитой Gorenje GN5112WF мощностью 10,8 кВт и когенерационной установкой Viessmann Vitowin 300-W с интегрированным пиковым котлом общей максимальной мощностью 26 кВт.

Внутренние газопроводы выполнены из стальной бесшовной трубы. Транзитный участок газопровода от ввода в здание до подключения газовой плиты проходит по южному фасаду здания.

В качестве топлива используется природный газ со стандартной плотностью $\rho_{\text{г}} = 0,73 \text{ кг/м}^3$ и низшей теплотворной способностью $Q_{\text{н}}^{\text{р}} = 36 \text{ МДж/м}^3$.

Помещения кухни и топочной оборудованы датчиками-сигнализаторами загазованности, сблокированными с термозапорными клапанами для предотвращения подачи газа в случае его утечки и включения светозвуковой сигнализации.

6.2 Гидравлический расчет системы внутридомового газоснабжения

Гидравлический расчет внутридомовой сети газоснабжения производится по методике, изложенной в [п. 6.2, 7].

Согласно данной методике, расчетная сеть разбивается на участки. Расчет начинается с подводки к наиболее нагруженному прибору - когенерационной установке. После рассчитывается вторая ветка сети. Невязка потерь давления в точке разделения потоков не должна превышать 10%.

Расчётный перепад давления от врезки внутридомового газопровода в районную сеть низкого давления до наиболее удаленного прибора не должен превышать 600 Па, с учетом потерь в газоиспользующих приборах. Потери давления для плиты принимаются равными 60 Па, для когенерационной установки 100 Па.

Методика расчета внутридомовой системы газоснабжения состоит в следующем:

1. Для каждого типа газоиспользующего прибора определяется номинальный расход газа $V_{\text{ном}}$, м³/ч:

$$V_{\text{ном}} = 3,6 \cdot \frac{N_i}{Q_{\text{H}}^{\text{p}}}, \quad (6.1)$$

где N_i – тепловая мощность i -го газоиспользующего прибора, Вт;

Q_{H}^{p} – низшая теплотворная способность газового топлива, кДж/м³.

2. Для каждого участка определяются расчетные расходы газа V_{p} , м³/ч:

$$V_{\text{p}} = \sum K_0 \cdot V_{\text{ном}} \cdot n_i, \quad (6.2)$$

где n_i – число однотипных приборов на участке;

K_0 – коэффициент одновременности действия приборов. Для газовых плит определяется согласно [табл. Д3, 7] в зависимости от количества установленных приборов на расчётном участке; для когенерационных установок и газовых котлов принимается равным 0,85 независимо от числа приборов.

3. Задаются диаметры трубопроводов. По [табл. Д2, 7] определяется сумма коэффициентов местных сопротивлений $\sum \zeta$ для каждого участка. По номограммам принимаются удельные потери на трение $R_{\text{уд}}$, Па/м, и эквивалентные длины участков $L_{\text{э}}$, м [рис. В1, Д1, 7].

4. Определяются расчетные длины участков L_{p} , м, по формуле:

$$L_{\text{p}} = L_{\text{д}} + L_{\text{э}} \cdot \sum \zeta, \quad (6.3)$$

где $L_{\text{д}}$ – действительная длина участка трубопровода, м.

5. Вычисляются расчетные потери давления на участке ΔP , Па, по формуле:

$$\Delta P = L_d \cdot R_{уд} \quad (6.4)$$

6. Определяется дополнительное избыточное давление на участках ΔP_d , Па, обусловленное перепадом высот и разницей плотностей воздуха и транспортируемой среды (газа):

$$\Delta P_d = \pm \Delta h \cdot (1,29 - \rho_r) \cdot 9,81, \quad (6.5)$$

где Δh – разница высот между начальной и конечной точкой рассматриваемого участка, м;

ρ_r – плотность газа, кг/м³;

9,81 м/с² – ускорение свободного падения.

7. Рассчитываются суммарные потери давления на участке $\Delta P_{уч}$, Па:

$$\Delta P_{уч} = \Delta P + \Delta P_d \quad (6.5)$$

Значение дополнительных потерь давления ΔP_d принимается при движении вверх – со знаком минус, при движении вниз – со знаком плюс. Это обусловлено тем, что газ обладает меньшей плотностью, по сравнению с воздухом, за счет чего стремится вверх, уменьшая тем самым потери давления на восходящих участках и увеличивая их на нисходящих.

Гидравлический расчет внутридомовой сети газоснабжения сведен в таблицу Г1, представленную в приложении Г.

7 ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОГЕНЕРАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ НУЖД ЖИЛОГО ДОМА. РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМА РАБОТЫ КОГЕНЕРАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ

Комбинированная выработка тепловой и электроэнергии представляет собой эффективную технологию с довольно большим потенциалом, так как она позволяет рационально использовать тепло, образующееся при выработке электроэнергии.

В сравнении с обычной раздельной выработкой тепла и электроэнергии, работающие на газе системы комбинированной выработки снижают расход топлива примерно на треть, а выбросы CO₂ – более чем на 50%.

Электроэнергия, вырабатываемая когенерационной установкой, может использоваться на нужды жилого дома, снижая тем самым потребление электроэнергии из электросетей.

К сожалению, теплотребность современных небольших индивидуальных жилых домов не так велика, как потребность в электроэнергии, поэтому для нужд индивидуального домовладения использование когенерационных установок малой мощности возможно только параллельно с электросетью, так как выработка электроэнергии таких установок в несколько раз меньше, чем выработка теплоты.

Безусловно, при наличии на территории домовладения объектов с высоким теплотреблением, или же при оборудовании теплового пункта, рассчитанного на группу рядом стоящих домов, появляется возможность использования более мощных установок с целью покрытия потребности потребителей в электроэнергии и тем самым обеспечения полностью автономного энергопотребления. Но в данном случае для рассматриваемого индивидуального жилого дома, который не является объектом повышенных тепловых нагрузок, применение таких установок не целесообразно, так как встанет необходимость утилизировать тем или иным образом излишки вырабатываемой тепловой энергии, что в свою очередь

повлечет за собой перерасход топлива и дополнительные материальные затраты. Поэтому, использованная в данной работе когенерационная установка подобрана с целью обеспечить в первую очередь потребность объекта в тепловой энергии, а вырабатываемое при этом электричество распределено на собственные нужды бойлерной (электроснабжение насосов и сервопривода четырехходового клапана), а также внутреннее и наружное освещение дома.

Для определения оптимального режима работы установки в течение года необходимо составить график расчетных тепловых нагрузок на систему отопления и ГВС в зависимости от среднемесячной температуры воздуха.

Построение графиков выполнено для двух значений среднемесячных температур: нормативного, в соответствии с [1], и фактической среднемесячной температуры воздуха за месяцы с июля 2016 по июль 2017 года, приведенной в архивах метеорологических служб [15]. На рисунке 7.1 представлен сравнительный график фактических среднемесячных температур и их нормативных значений.

Исходя из графика температур можно сделать вывод, что фактические значения температур некоторых месяцев значительно отличаются от нормативных значений. Следовательно, значения нагрузок также будут отличаться.

Построив график тепловых нагрузок, можно наглядно показать режимы работы когенерационной установки с интегрированным пиковым котлом.

Мощность системы отопления в данном случае рассчитывается не на минимальную, а на среднемесячную температуру. Затраты теплоты на нагрев воды в баке-водонагревателе системы ГВС не зависят от наружной температуры, а потому постоянны в течение всего года и принимаются равными 5 кВт.

Мощность когенерационной установки при работе только на выработку теплоты и электроэнергии двигателем составляет 6 кВт. Минимальная мощность встроенного пикового котла составляет 6 кВт, максимальная мощность – 20 кВт, что, совместно с тепловой мощностью самой установки дает общую максимальную мощность 26 кВт.

На рисунке 7.2 представлен график тепловых нагрузок при фактических

значениях температуры наружного воздуха и режимов работы когенерационной установки при данных нагрузках. На рисунке 7.3 – при фактических значениях температуры наружного воздуха.

Проанализировав полученные графики можно сделать вывод, что когенерационная установка без подключения дополнительной мощности пикового котла обеспечивает месяцы теплого периода. В переходный и холодный периоды при повышении расчетной нагрузки возникает необходимость ввода в действие встроенного в когенерационную установку пикового котла.

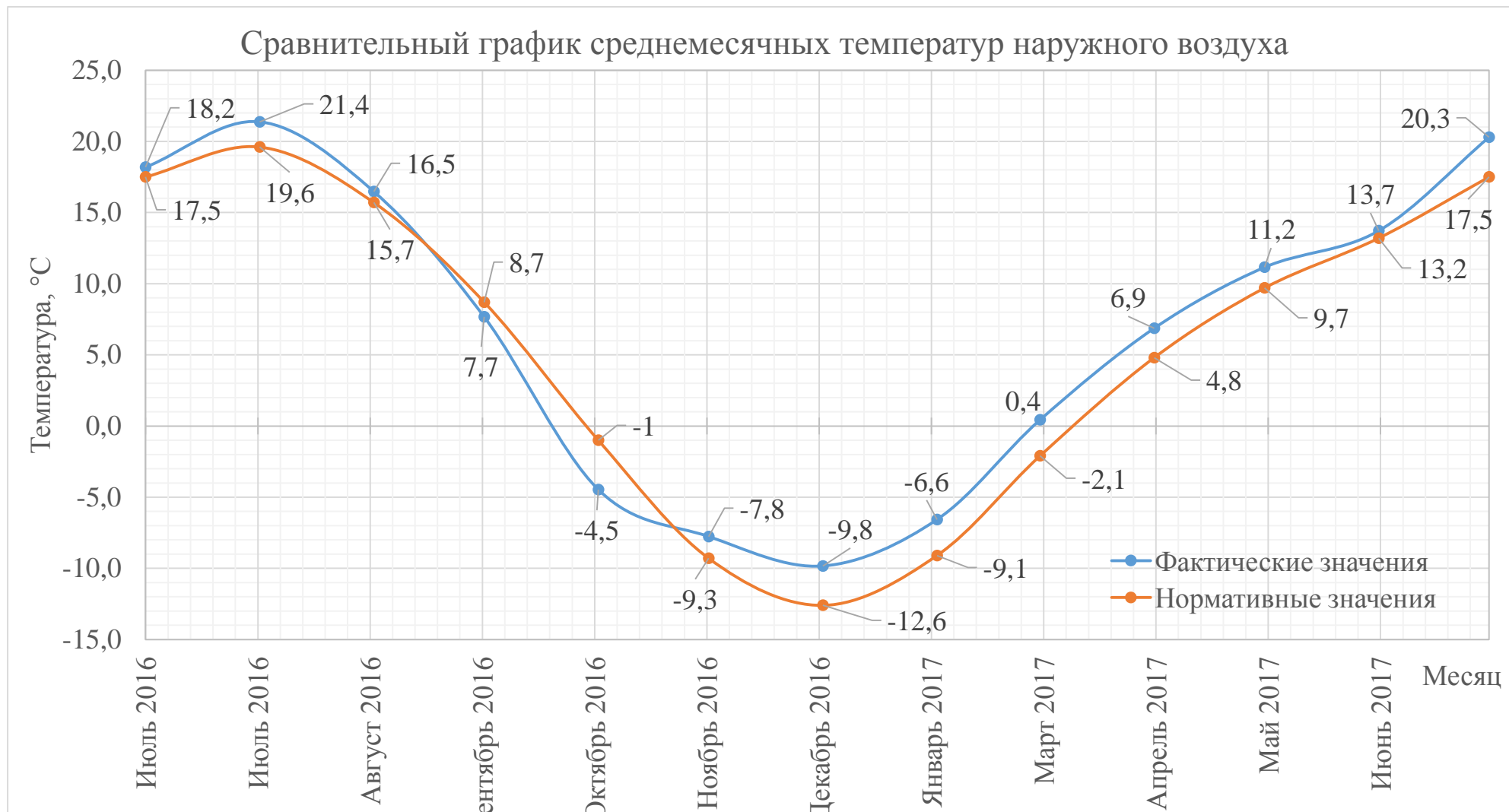


Рисунок 7.1 – Сравнительный график среднемесячных температур наружного воздуха

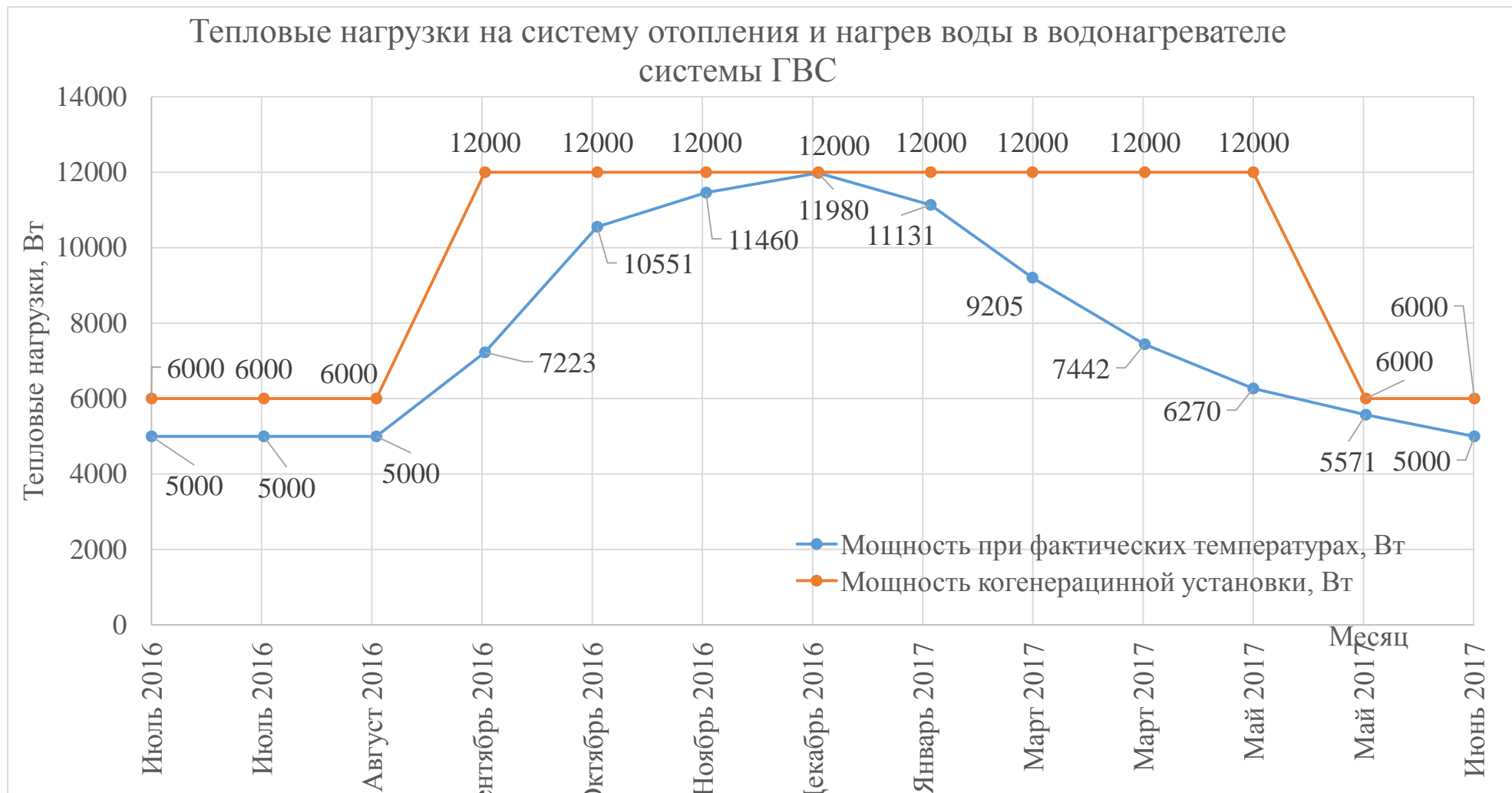


Рисунок 7.2 – Тепловые нагрузки на систему отопления и нагрев воды в водонагревателе системы ГВС при фактических температурах наружного воздуха

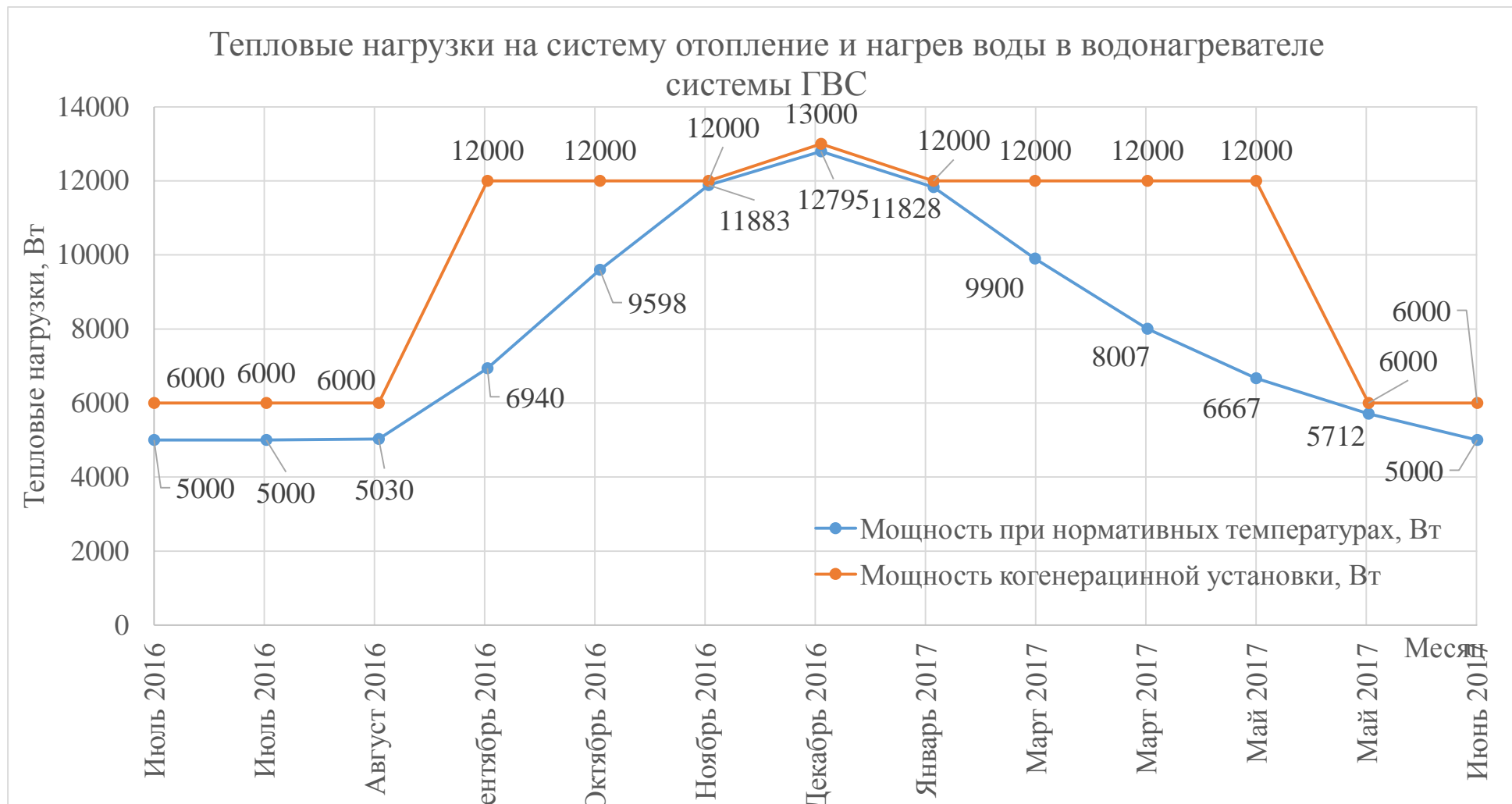


Рисунок 7.3 – Тепловые нагрузки на систему отопления и нагрев воды в водонагревателе системы ГВС при нормативных температурах наружного воздуха

8 ТЕПЛОВАЯ СХЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛОГО ДОМА

Тепловая схема индивидуального теплового пункта жилого дома разработана на базе когенерационной установки Viessmann VITOWIN 300-W тепловой мощностью 6кВт, оборудованной интегрированным конденсационным котлом Viessmann VITODENC 200-W тепловой мощностью 6...20 кВт. Когенерационная установка обеспечивает параметры теплоносителя 80/60 °С.

На случай прекращения подачи газа тепловой пункт дополнительно оборудуется резервным электрическим котлом мощностью 16 кВт.

Индивидуальный тепловой пункт оборудован буферным накопителем теплоты для системы отопления здания вытесняющего типа Reflex PFHF-1500 емкостью 1500 л. Параметры теплоносителя в буферном накопителе 80/60 °С. Отбор теплоносителя в системы отопления осуществляется из верхней зоны бака, где находится вода с максимальной необходимой температурой. Возврат теплоносителя в накопитель со стороны коллектора отопления производится через патрубок в нижней зоне. Отбор теплоносителя в контур теплогенератора производится через патрубок в нижней зоне, после чего нагретый теплоноситель возвращается в накопитель через патрубок в верхней зоне.

К буферному накопителю через систему трубопроводов подключен сборный коллекторный модуль Valtec VARIMIX VT.VAR 30, служащий основным распределяющим коллектором системы отопления. Гидравлическая балансировка контура буферного накопителя и коллектора осуществляется с помощью гидравлического распределителя Valtec VT.VAR 00, входящего в состав сборного коллекторного модуля. Максимальный расход теплоносителя через распределитель 4500 кг/ч.

К коллекторному модулю подключены насосные и насосно-смесительные группы, являющиеся подключениями контуров системы отопления. Низкотемпературная система теплого пола подключена к коллекторному модулю через насосно-смесительную группу Valtec VT.VAR 21, оснащенную байпасом и че-

тырехходовым клапаном, осуществляющим приведение теплоносителя к необходимым параметрам 40/30°C. Четырехходовой клапан дополнительно оснащается сервоприводом со встроенным контроллером для более точного автоматического поддержания параметров теплоносителя в низкотемпературном контуре. Циркуляцию теплоносителя в системе теплого пола обеспечивает насос Grundfos MAGNA1 25-40.

Следующая по ходу теплоносителя насосная группа с байпасом, подключенная к коллекторному модулю, Valtec VT.VAR 11 обеспечивает циркуляцию теплоносителя в контуре радиаторного отопления помещения бойлерной с помощью насоса Grundfos MAGNA1 25-40. Параметры теплоносителя в контуре радиаторного отопления 80/60°C

Третья насосная группа с байпасом, подключенная к модульному коллектору, VT.VAR 11 обеспечивает циркуляцию в контуре бака запаса горячей воды системы ГВС. Параметры теплоносителя в контуре 80/60°C. Бак запаса горячей воды Viessmann VITOCCELL 100-W CVA емкостью 300 л подключается к контуру системы отопления для обеспечения средней расчетной тепловой нагрузки на систему ГВС и поддержания в баке температуры горячей воды на уровне 60°C.

Для сброса воздуха система каждый контур системы оборудован автоматическими воздухоотводчиками в верхних точках. Для сброса теплоносителя на каждом контуре предусмотрен дренажный патрубок с шаровым краном. Для предотвращения аварийных ситуаций, когенерационная установка и котел оборудуются мембранными расширительными баками. Мембранный расширительный бак подключается к подающему патрубку установки и котла через группу безопасности, оснащенную манометром, автоматическим воздухоотводчиком и предохранительно-сбросным клапаном. Буферный накопитель и бак запаса горячей воды также оснащены мембранными расширительными баками.

9 ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА

9.1 Расчет буферного накопителя системы отопления.

Порядок расчета буферной емкости выполнен на основании методики, приведенной в [16].

1. Необходимо задаться расчетной нагрузкой, которую будет обслуживать рассчитываемая буферная емкость. Для рассматриваемой системы нагрузка будет складываться из нагрузки на отопление и нагрузки на нагрев воды в баке-водонагревателе системы ГВС. Таким образом:

$$Q_p^{\text{буф}} = 10,68 + 5 = 15,68 \text{ кВт}$$

2. Мощность теплогенератора $Q_{\text{ген}} = 26 \text{ кВт}$.

3. Определяется время работы теплогенератора при расчетной нагрузке

$\tau_{\text{ген}}$, ч:

$$\tau_{\text{ген}} = 24 \cdot \frac{Q_p^{\text{буф}}}{Q_{\text{ген}}} = 24 \cdot \frac{15,68}{26} = 14,5 \text{ ч}$$

4. Определяется теплопоглощение помещения $P_{\text{пом}}$, кВт/°С. Анализ проектов домов усадебного типа с периодической топкой показал, что удельные значения суммарного теплопоглощения жилых зданий усадебного типа составляют 0,33...0,47 кВт/°С на 1 кВт мощности системы отопления. Приняв значения $P_{\text{пом,уд}} = 0,4 \text{ кВт/°С}$, теплопоглощение помещений здания определится как:

$$P_{\text{пом}} = 10,68 \cdot 0,4 = 4,27 \text{ кВт/°С}$$

5. В формулу амплитуды колебаний температуры внутреннего воздуха A_T , °С, подставляются известные значения (A_T принимается 2,5°С) и решается

уравнение относительно коэффициента ослабления колебаний β :

$$A_T = 0,64 \cdot \frac{\beta \cdot Q_{\text{ген}}}{P_{\text{пом}}} \cdot \sin \frac{\pi \cdot \tau_{\text{ген}}}{24}$$
$$3 = 0,64 \cdot \frac{\beta \cdot 26}{4,27} \cdot \sin \frac{180 \cdot 14,5}{24}$$
$$\beta = \frac{3 \cdot 4,27}{26 \cdot 0,64 \cdot \sin 108,75} = 0,93$$

6. Колебания теплоступлений от системы отопления в расчетном режиме:

$$A_Q = A_T \cdot P_{\text{пом}} = 2,5 \cdot 4,27 = 10,68 \text{ кВт}$$

7. Максимальные теплоступления в здание определяются как сумма расчетной нагрузки и амплитуды колебаний теплоступлений:

$$Q_{\text{max}} = A_Q + Q_p = 10,68 + 10,68 = 21,36 \text{ кВт}$$

8. При параметрах теплоносителя 40/30 °С (теплый пол) и внутренней температуре воздуха 20 °С, температурный напор системы отопления:

$$\Delta t = \left(\frac{t_{\text{подачи}} + t_{\text{обратки}}}{2} \right) - t_{\text{вн}} = \left(\frac{40 + 30}{2} \right) - 20 = 15^\circ\text{C}$$

9. Теплоотдача системы отопления:

$$kF = \frac{Q_{\text{max}}}{\Delta t} = \frac{21,36}{15} = 1,42 \frac{\text{кВт}}{^\circ\text{C}}$$

10. Подставив в формулу определения коэффициента ослабления колебаний известные значения (задаемся числом топок $n = 1$), решается уравнение относительно необходимой общей емкости системы отопления V , м³:

$$\beta = 1/\sqrt{1 + (2 \cdot \pi \cdot \rho \cdot c \cdot n \cdot V/kF \cdot Z)^2}$$

где $\rho \cdot c = 4,187 \text{ Дж}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C})$ – объемная теплоемкость воды;

$Z = 86400 \text{ с}$ – продолжительность суток.

$$0,93 = 1/\sqrt{1 + (2 \cdot 3,14 \cdot 4,187 \cdot 1 \cdot V/1,42 \cdot 86400)^2}$$

$$0,93 = 1/\sqrt{1 + (0,00021 \cdot V)^2}$$

$$V = 1,95 \text{ м}^3$$

11. Емкость системы отопления, исходя из условия 22 дм³ на 1 кВт, составит $V_{\text{co}} = 0,55 \text{ м}^3$.

12. Объем буферной емкости составляет:

$$V_{\text{буф}} = V - V_{\text{co}} = 1,95 - 0,55 = 1,4 \text{ м}^3$$

К установке принимается буферный накопитель Reflex PFHF-1500 емкостью 1500 л.

9.2 Расчет бака запаса горячей воды для системы ГВС

Расчет бака запаса горячей воды производится в соответствии с методикой, приведенной в [п. 13,14]:

1. Регулирующий объем бака, м³:

$$W = \frac{\varphi \cdot T \cdot Q_{\text{T}}}{1,16 \cdot (60 - t^c)}, \quad (10.1)$$

где φ – относительная величина регулирующей емкости, определяемая по формуле 10.2.

2. Относительная величина регулирующей емкости φ :

$$\varphi = 1 - K_{hr}^{sp,ht} + (K_{hr}^{ht} - 1) \cdot \left(\frac{K_{hr}^{sp,ht}}{K_{hr}^{ht}} \right)^{\frac{K_{hr}^{ht}}{K_{hr}^{ht}-1}}, \quad (10.2)$$

где K_{hr}^{ht} – коэффициент часовой неравномерности теплотребления системой горячего водоснабжения в сутки максимального потребления воды, определяемый по формуле 10.3;

$K_{hr}^{sp,ht}$ – коэффициент часовой неравномерности подачи теплоты для нужд горячего водоснабжения в сутки максимального потребления воды, определяемый по формуле 10.4.

3. Коэффициент часовой неравномерности теплотребления системой горячего водоснабжения K_{hr}^{ht} :

$$K_{hr}^{ht} = \frac{Q_{hr}}{Q_T} \quad (10.3)$$

4. Коэффициент часовой неравномерности подачи теплоты для нужд горячего водоснабжения $K_{hr}^{sp,ht}$:

$$K_{hr}^{sp,ht} = \frac{Q^{sp}}{Q_T}, \quad (10.4)$$

где Q^{sp} – мощность теплогенератора для бака запаса, кВт.

Расчетная мощность теплогенератора принимается равной 5 кВт.

Коэффициент часовой неравномерности подачи теплоты для нужд горячего водоснабжения $K_{hr}^{sp,ht}$:

$$K_{hr}^{sp,ht} = \frac{5}{1,47} = 3,4$$

Коэффициент часовой неравномерности теплотребления системой горячего водоснабжения K_{hr}^{ht} :

$$K_{hr}^{ht} = \frac{28,84}{1,47} = 19,62$$

Относительная величина регулирующей емкости φ :

$$\varphi = 1 - 3,4 + (19,62 - 1) \cdot \left(\frac{3,4}{19,62} \right)^{\frac{19,62}{19,62-1}} = 0,54$$

Регулирующий объем бака W :

$$W = \frac{0,58 \cdot 24 \cdot 1,47}{1,16 \cdot (60 - 5)} = 0,299 \text{ м}^3$$

К установке принят бак запаса горячей воды Viessmann VITOCCELL 100-W
CVA емкостью 300 л.

10 РАЗРАБОТКА ГАЗОВОЙ СЕТИ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

10.1 Общие сведения о потребителях газа в районе проектирования и определение расчетных расходов газа

Объектом проектирования является улица жилого кооператива, по обеим сторонам которой расположены индивидуальные жилые дома.

Принято, что все дома имеют единую конструкцию ограждений, а, следовательно, обладают практически одинаковыми теплотерями ввиду незначительного различия объемов зданий. Все дома также оснащены одинаковым оборудованием и, следовательно, номинальные расходы для каждого дома приняты равными:

- для газовых четырехкомфорочных плит $V_{\text{ном}} = 1,1 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- для когенерационных установок $V_{\text{ном}} = 2,65 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Расчетные расходы на участках определяются по формуле 6.2 с учетом коэффициента одновременности K_0 :

- для газовых четырехкомфорочных плит – в зависимости от количества присоединенного оборудования на участке;
- для когенерационных установок $K_0 = 0,85$, независимо от количества.

Определение расчетных расходов газа потребителями выполнено совместно с гидравлическим расчётом и сведено в единую таблицу

Для газоснабжения данного микрорайона используется тупиковая сеть низкого давления, состоящая из двух параллельных веток и врезками трубопроводов индивидуальных домов. Трубопроводы выполнены из полиэтиленовых труб ПЭ 80 SDR 11, проложенных под землей на глубине 1,40 м от верха трубы. Данная глубина заложения позволяет не предусматривать футляры при прохождении трубопровода под подъездами к домам, а также через дорогу местного

назначения (дорога относится к категории V [8]). На врезках внутридомовых сетей в квартальную сеть установлены задвижки в коверах.

Для снижения и поддержания давления газа в сети низкого давления в начале сети установлен ГРПШ.

10.2 Гидравлический расчет сети низкого давления

Гидравлический расчет сети низкого давления производится по методике, изложенной в п. 6.2.

Коэффициенты одновременности, применяемые для определения расчетного расхода газа четырехкомфорочной газовой плитой, принимаются в соответствии с [табл. Д3, 7].

В точке разделения потоков сеть должна быть гидравлически увязана. Допустимая невязка расчетных потерь давления не должна превышать 10%.

Гидравлический расчет сети низкого давления сведен в таблицу Д1, представленную в приложении Д.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были спроектированы системы отопления, вентиляции и газоснабжения индивидуального жилого дома в ЖСК «Остров», г. Владивосток.

Для ИТП на базе когенерационной установки была разработана тепловая схема, рассчитаны нагрузки на отопление и ГВС, осуществлен подбор основного оборудования.

Для системы вентиляции были рассчитаны фактические воздухообмены и подобрано основное оборудование.

Для системы газоснабжения жилого дома и квартала были определены расчетные расходы газа, подобраны диаметры и материал трубопроводов. Для квартальной сети выполнен профиль газовой сети.

Целесообразность применения когенерационной установки отражены в разделе «Обоснование использования когенерационной установки для нужд жилого дома. Расчет оптимального режима работы когенерационной установки».

Задачи, поставленные перед выполнением выпускной квалификационной работы выполнены в полном объеме. В дальнейшем проект может быть использован для более глубокого изучения вопроса целесообразности применения когенерационных установок для нужд индивидуального домостроения и разработки новых проектов для выпускных квалификационных работ бакалавров и магистров профиля «Теплогазоснабжение и вентиляция».

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. – Введ. 2013-01-01. – М.: Минрегион России, 2012. – 109 с.
2. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. – Введ. 2013-07-01. – М.: Минрегион России, 2012 – 96 с.
3. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. – Введ. 2013-01-01. – М.: Стандартинформ, 2013. – 12 с.
4. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий/ К.Ф. Фокин. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1973. – 287 с.
5. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч 1. Отопление: справочник проектировщика/ В.Н. Богословский, Б.А. Крупнов, А.Н. Сканава [и др.]; Под ред. И.Г. Старовойтова и Ю.И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1990. – 344 с.
6. Vesta. Технический каталог-справочник. [Электронный ресурс]: 4-я ред. – М.: Веста Трейдинг, 2011. – 432 с.
7. Газоснабжение района города: учебное пособие. [Электронный ресурс]/ сост. А.В. Кобзарь, А.А. Еськин. Н.С. Ткач; Инженерная школа ДВФУ. – Владивосток: Дальневосточный федеральный университет, 2013. – 65 с. – 1CD-ROM.
8. СП 34.13330.2012. Автомобильные дороги. – Введ. 2013-07-01. – М.; Госстрой России, 2012. – 107 с.
9. СП 42-101-2003. Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб. Введ. 2003-07-08. – М.: ЗАО «Полимергаз», 2006. – 182 с.
10. СП 60.13330.2012. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – Введ. 2013-01-01. – М.: Минрегион России, 2012. – 75 с.
11. СП 41-104-2000. Проектирование автономных источников теплоснабжения. Введ. 2000-08-16. – М.: Госстрой России. 2000. – 17 с.
12. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Книга II. Вентиляция и кондиционирование/ Р.В. Щекин [и др.]. – 4-е изд., перераб. и доп. – Киев: Будивельник, 1976. – 352 с.

13. Воздухораспределители компании «Арктос». Указания по расчету и практическому применению. [Электронный ресурс]: 5-е изд, 2008. – Режим доступа: https://vd76.ru/doc/tech-info/TechCat_Sept.pdf.
14. СНиП 2.04.01-85*. Внутренний водопровод и канализация зданий. – Введ. 1986-07-01. – М.: ФГУП ЦПП, 2006. – 60 с.
15. Архив погоды в г. Владивосток [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pogodaiklimat.ru/weather.php?id=31960>. – Погода и климат. Архив погоды в г. Владивосток.
16. Шефтель, А.З. Совершенствование систем отопления периодического действия/ А.З. Шефтель, Е.С. Виглин, Ю.Б. Мальков // Водоснабжение и санитарная техника. – 1985. – №10. – С. 20-22.
17. ГОСТ Р 50838-95. Трубы из полиэтилена для газопроводов. Технические условия. – Введ. 1996-04-01. – М.: Стандартинформ, 2006. – 28 с.
18. Подбор насосного оборудования Grundfos [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://product-selection.grundfos.com/front-page.html>. – Grundfos Product Center. Подбор оборудования.
19. Каталог инженерной сантехники Valtec [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://valtec.ru/catalog/>. – Valtec. Инженерная сантехника. Каталог.
20. СП 62.13330.2011*. Газораспределительные системы. – Введ. 2013-01-01. – М.: Госстрой, 2012. – 70 с.
21. СП 55.13330.2016. Дома жилые многоквартирные. – Введ. 2016-10-20. – М.: Минстрой России, 2016. – 41 с.
22. Vitowin 300-W. Микро-ТЭЦ для модернизации на базе технологии Стирлинга [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://www.viessmann.ru/ru/zilye-zdania/kombinirovannaa-vyrobotka-teplovoj-i-elektroenergii/mikro-kwk-sterling/vitotwin-300w.html>. – Viessmann. Vitowin 300-W.
23. Vitocell 100-V. Вертикальный емкостный водонагреватель [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://www.viessmann.ru/ru/zilye-zdania/emkostnyj-vodonagrevatel/emkostnye-vodonagrevateli/vitocell-100v.html>. – Viessmann. Vitoocell 100-V.

24. Reflex Storatherm Heat HF 1500/R_C. Буферный накопитель с изоляцией [Электронный ресурс]: – Режим доступа: http://russland.reflex.de/special-pages/podrobnee/?tx_esreflexproducts_pi2%5Bartikelnr%5D=7842400&cHash=2dbee6d3b479171981621778ac4f3f6d. – Reflex. Буферные накопители.

25. Биметаллические радиаторы Royal Thermo Indigo Super [Электронный ресурс]: – Режим доступа: http://www.royal-thermo.ru/catalog/radiatory_otopleniya/bimetallicheskie_radiatory/indigo_super/. – Промышленная группа Royal Thermo Campo Di Calore. Indigo Super.

26. ГОСТ 21.602-2003. Правила выполнения рабочей документации отопления, вентиляции и кондиционирования. – Введ. 2003-06-01. – М.: Госстрой России, 2004 – 38 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Таблица А.1 – Расчет приведенного сопротивления теплопередаче наружной части стены первой группы методом итераций

№ итерации	Температура воздуха в прослойке $t_{пр}$	Скорость движения воздуха в прослойке $V_{пр}$	Лучистый коэффициент теплоотдачи $\alpha_{л}$	Конвективный коэффициент теплоотдачи $\alpha_{к}$	Коэффициент теплоотдачи внутри прослойки $\alpha_{пр}$	Сопротивление теплопередаче наружной части стены $R_{н}$	Предельная температура воздуха в прослойке t_0	Плотность воздуха в прослойке $\rho_{пр}$	Условная высота x_0	Невязка
	°С	м/с	Вт/(м ² ·°С)	Вт/(м ² ·°С)	Вт/(м ² ·°С)	(м ² ·°С)/Вт	°С	кг/м ³	м	%
1	-22,0	0,00	0,03	3,78	3,81	0,38	-19,4	1,39	0,00	–
2	-19,4	1,47	0,03	9,69	9,72	0,22	-20,9	1,40	26,03	100,0%
3	-22,7	0,40	0,03	5,77	5,80	0,29	-20,2	1,40	9,05	73,1%
4	-22,2	0,71	0,03	6,84	6,87	0,26	-20,5	1,40	14,80	44,1%
5	-22,5	0,55	0,03	6,29	6,33	0,28	-20,3	1,40	12,07	21,9%
6	-22,4	0,62	0,03	6,51	6,54	0,27	-20,4	1,40	13,21	10,2%
7	-22,4	0,59	0,03	6,41	6,45	0,27	-20,4	1,40	12,70	4,6%

Приложение Б

Таблица Б.1 – Расчет тепловых потерь здания

№ помещения	Наименование помещения	Температура внутреннего воздуха, t_e	Ограждающая конструкция			Ориентация и дополнительные условия	Площадь ограждающей конструкции, A	$t_e - t_n$	Приведенное сопротивление теплопередаче, $R_{пр}$	Коэффициент n	$l + \Sigma \beta$	Трансмиссионные теплопотери, $Q_{огр}$	Внутреннее давление, P_e	Расчетная разность давлений, ΔP	Сопротивление воздухопроницанию, $R_{инф}$	Расход инфильтрующегося воздуха, $G_{инф}$	Инфильтрационные теплопотери, $Q_{инф}$	Бытовые теплопотери, $Q_{быт}$	Теплопотери помещения, $Q_{пом}$
–	–	°С	–	–	–	м ²	°С	м ² °С/Вт	–	–	Вт	Па	Па	м ² ·ч/кг	кг/(м ² ·ч)	Вт	Вт	Вт	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
101	Гостиная	20	НС1	Ю		15,76	43	4,46	1	1	151,95							233,4	864,23
			ДВ1	Ю	ДВ	2,61		1,85	1	3,77	228,55	26,45	24,21	0,16	9,73	215,00			
			ОК1.1	Ю		0,48		0,53	1	1	38,94	26,45	21,54	17,00	0,021	0,09			
			ОК1.2	Ю		3,40		0,53	1	1	275,85	26,45	23,00	17,00	0,02	0,64			
			ПлI	–		12,90		4,60	1	1	120,59								
			ПлII	–		10,44		6,80	1	1	66,02								
102 (202)	Лестница	20	НС1	З		3,74	43	4,46	1	1,05	37,86							93,1	218,22
			ОК1	З		1,08		0,53	1	1,05	92	26,45	17,19	17,00	0,02	0,17			
			ПлI	–		4,40		3,83	1	1	49,4								
			ПлII	–		4,81		6,03	1	1	34,3								
			ПлIII	–		0,10		10,33	1	1	0,42								
			Пт	–		9,31		4,12	1	1	97,17								

Продолжение таблицы Б.1

103	С/У	24	НС1	3	У	12,26	47	4,46	1	1,1	142,12						156,5	579,85
			НС2	С	У	10,77		4,46	1	1,15	130,53							
			ОК2	С	У	2,27		0,53	1	1,15	231,5	3,90	46,33	17,00	0,04	0,74		
			ВС1	–	У	4,05	8	1,39	1	1,05	24,48							
			ВС2	–	У	2,65		1,39	1	1,05	16,01							
			ПлI	–	У	13,38	47	3,83	1	1,05	172,4							
			ПлIII	–	У	2,27		6,03	1	1,05	18,57							
104	Холл	20	ПлI	–	–	1,81	43	4,60	1	1	16,92						99,4	-35,72
			ПлIII	–	–	6,23		6,80	1	1	39,4							
			ПлIII	–	–	1,90		11,10	1	1	7,36							
105	Тамбур	16	ВС1	–		4,05	-8	1,39	1	1	-23,31						40,3	485,57
			ВС2	–		2,65		1,39	1	1	-15,25							
			НС1	С	–	8,12	39	4,46	1	1,1	78,1							
			ДВ1	С	ДВ	2,61		1,85	1	3,87	212,81	25,91	23,86	0,16	9,65	193,55		
			ОК1	С	–	0,48		0,53	1	1,1	38,85	25,91	21,40	17,00	0,021	0,08		
			ПлI	–	–	4,03		3,83	1	1	41,04							
106	Спальня	20	НС1	3	У	4,66	43	4,46	1	1,1	49,42						209,8	1008,80
			НС2	С	У	11,44		4,46	1	1,15	126,85							
			ОК2	С	У	3,40		0,43	1	1,15	391	26,45	23,00	17,00	0,02	0,64		
			НС3	В	У	11,97		4,46	1	1,15	132,72							
			ОК3	В	У	3,40		0,53	1	1,15	317,23	26,45	23,00	17,00	0,02	0,64		
			ПлI	–	У	19,15		4,60	1	1,05	187,96							
			ПлIII	–	У	1,83		6,80	1	1,05	12,15							

Окончание таблицы Б.1

204	Гардероб	20	НС1	С	–	11,70	43	4,46	1	1,1	124,08						112,1	162,12	
			Пт	–	–	12,31		4,12	1	1	128,48								
			Пл(х)	–	–	2,76		5,48	1	1	21,66								
			Пл	–	–	11,21													
205	Холл	20	Пт	–	–	7,40	43	4,12	1	1	77,23						82	-4,77	
			Пл	–	–	8,20													
206	Спальня	20	НС1	С	У	10,68	43	4,46	1	1,15	118,42						228,4	906,48	
			ОК1	С	У	3,40		0,53	1	1,15	317,23	26,45	17,19	17,00	0,02	0,52			
			НС2	В	У	11,98		4,46	1	1,15	132,83								
			ОК2	В	У	3,40		0,53	1	1,15	317,23	26,45	17,19	17,00	0,02	0,52			
			Пт	–	У	22,19		4,12	1	1,05	243,17								
			Пл(х)	–	У	0,60		5,48	1	1,05	4,95								
			Пл	–	–	22,84													
207	Спальня	20	НС1	В	У	10,38	43	4,46	1	1,15	115,09						202,7	1131,14	
			ОК1	В	У	3,40		0,53	1	1,15	317,23	26,45	17,19	0,29	5,00	143,99			
			НС2	Ю	У	10,68		4,46	1	1,05	108,12								
			ОК2	Ю	У	3,40		0,53	1	1,05	289,64	26,45	17,19	0,29	5,00	143,99			
			Пт	–	У	19,69		4,12	1	1,05	215,78								
			Пл	–		20,27													
																		Итого	3357,75

Таблица Б.2 – Гидравлический расчет системы теплого пола в программном комплексе Valtec

VALTEC	Данные о петлях							
Номер колл.	Ø колл., мм	Номер петли	Длина петли брутто, м	Тепл. нагрузка, Вт	Расход, кг/с	Скорость, м/с	Потери давления, Па	% откр. вентиля
1	25	1	52,3	1293,35	0,031	0,275	7360,06	100,0
1	25	2	28,8	712,21	0,017	0,152	1487,49	20,2
1	25	3	32,5	627,14	0,015	0,134	1382,76	18,8
1	25	4	51,9	1127,29	0,027	0,24	5840,89	79,4
1	25	5	40,8	1008,96	0,024	0,215	3721,11	50,6
1	25	6	34,2	845,74	0,02	0,18	2383,00	32,4
ИТОГО		6	240,5	5614,68	0,134	0,275	7473,17	
2	25	7	47,3	1087,51	0,026	0,232	4939,49	100,0
2	25	8	31,4	721,94	0,017	0,154	1658,80	33,6
2	25	9	25,2	434,10	0,01	0,092	571,81	11,6
2	25	10	41,1	944,96	0,023	0,201	3366,70	68,2
2	25	11	38,5	885,18	0,021	0,188	2833,14	57,4
2	25	12	42,3	972,55	0,023	0,207	3611,71	73,1
2	25	13	43,4	997,84	0,024	0,212	3911,03	79,2
ИТОГО		7	269,2	6044,08	0,145	0,296	5070,56	
ВСЕГО		13	509,7	11658,76	0,28			

Продолжение таблицы Б.3

Контур радиаторного отопления														
0-4	6,61	3114,98	133,91	0,037	9,7	12	16x2,0	0,329	159,9	1056,14	54,14	7,40	2456,80	Отвод x4+коллекторный блок
4- Пр№1-4'	1,86	1557,49	66,96	0,019	6,9	12	16x2,0	0,165	47,53	88,41	13,54	29,23	484,06	Отвод x4+радиатор БМ+КШ x2+тр.пов.+тр.пов
4'-0'	7,32	3114,98	133,91	0,037	9,7	12	16x2,0	0,329	159,9	1170,47	54,14	15,35	3001,58	Тр.проход+отвод x4+коллекторный блок
													5942,44	
0-4	6,61	3114,98	133,91	0,037	9,7	12	16x2,0	0,329	159,9	1056,14	54,14	7,40	2456,80	Отвод x4+ коллекторный блок
4-5	1,04	1557,49	66,96	0,019	6,9	12	16x2,0	0,165	47,53	49,43	13,54	3,21	92,88	Тр.проход + отвод x1
5- Пр№2-5'	1,86	1557,49	66,96	0,019	6,9	12	16x2,0	0,165	47,53	88,41	13,54	29,23	484,06	Отвод x4+радиатор БМ + КШ x2
5'-4'	1,04	1557,49	66,96	0,019	6,9	12	16x2,0	0,165	47,53	49,43	13,54	1,85	74,47	Отвод x1
4'-0'	7,32	3114,98	133,91	0,037	9,7	12	16x2,0	0,329	159,9	1170,47	54,14	15,35	3001,58	Тр.проход+отвод x4+ коллекторный блок
													6109,80	
													3%	
Контур емкостного водонагревателя системы ГВС														
Колл.- Бак	4,05	5000,00	214,95	0,060	12,3	32	40x3,5	0,074	159,9	647,60	2,76	9,55	973,94	Отвод x3+коллекторный блок
Бак		5000,00	214,95	0,060	12,3	32	40x3,5	0,074					2600,00	По паспорту бака
Бак-Колл	3,62	5000,00	214,95	0,060	12,3	32	40x3,5	0,074	161,9	586,08	2,76	15,35	928,42	Отвод x3+коллекторный блок
													4502,36	
Контур когенерационной установки														
Буфер- КУ	4,05	26000,00	1117,75	0,310	28,1	32	40x3,5	0,386	159,9	647,60	74,60	17,60	1960,47	Отвод x3+коллекторный блок+КШx2+вход в бак
КУ		26000,00	1117,75	0,310	28,1	32	40x3,5	0,386					2000,00	

Окончание таблицы Б.3

КУ-Бу-фер	3,62	26000,00	1117,75	0,310	28,1	32	40x3,5	0,386	161,9	586,08	74,60	16,57	1822,12	Отвод х3+коллекторный блок+КШх2+вход в бак
													5782,59	

Таблица Б.4 – Тепловой расчет отопительных приборов

Прибор	$t_в$	$Q_{ном}$	$q_в$	$q_г$	$\frac{t_г - t_в}{t_в}$	$l_в$	$l_г$	$Q_{мп}$	$Q_{пр}$	$t_{вх}$	$t_{вых}$	Δt	$\Delta t_{ср}$	$G_{пр}$	$Q_{н.у.}$	ϕ_k	$N_{нач}$	β_4	β_3	N_n	N
	°C	Вт	Вт/м	Вт/м	°C	м	м	Вт	Вт	°C	°C	°C	°C	кг/ч	Вт	–	шт	–	–	шт	шт
№1	16	3115,0	44,56	57,95	64	6,84	11,43	967,16	1122,3	80,0	60,0	20,0	54,00	66,96	175	0,71	6,41	1	1,07	10	10
№2	16								1122,3	80,0	60,0	20,0	54,00	66,96	175	0,71	6,41	1	1,07	10	10

Приложение В

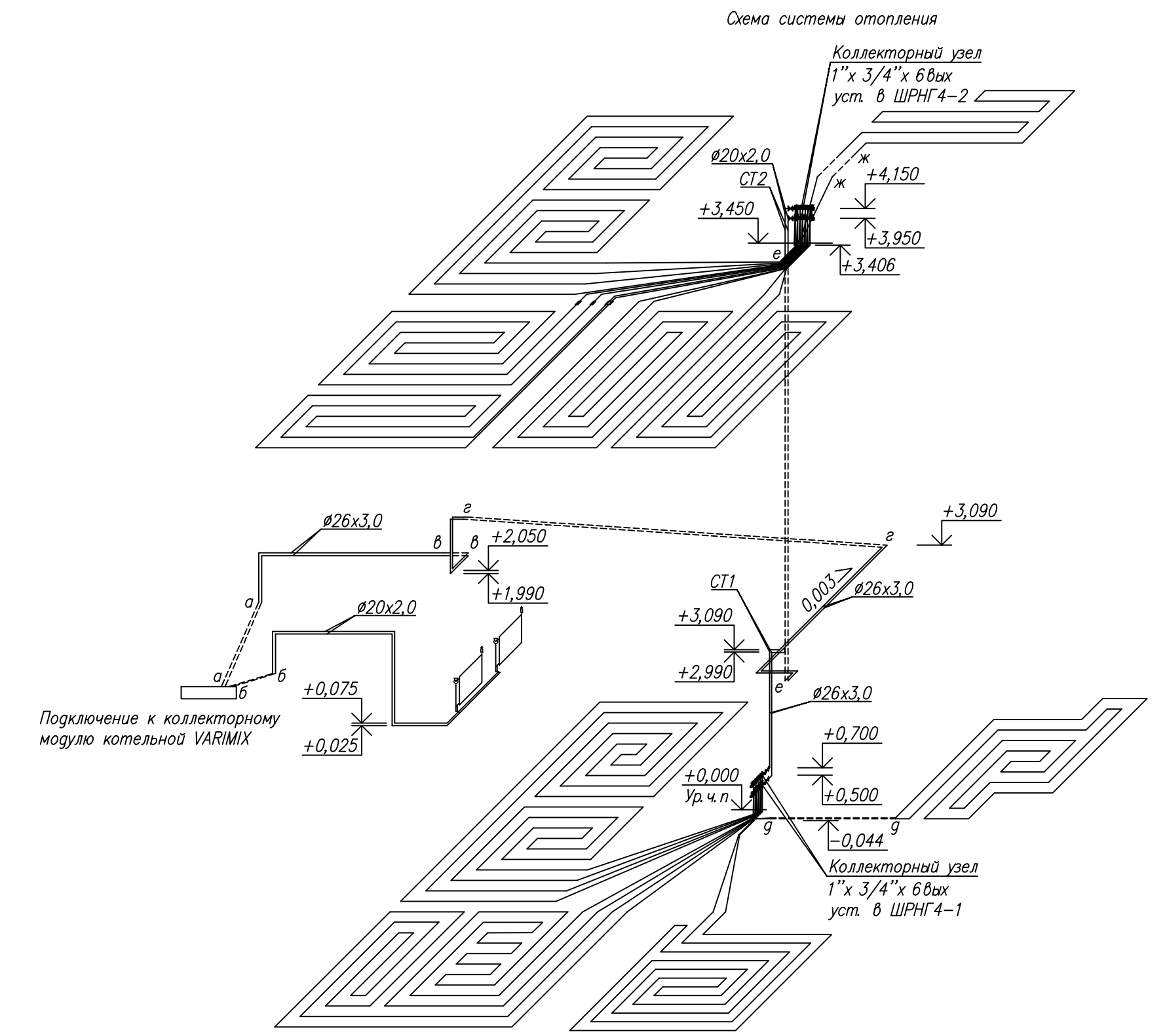
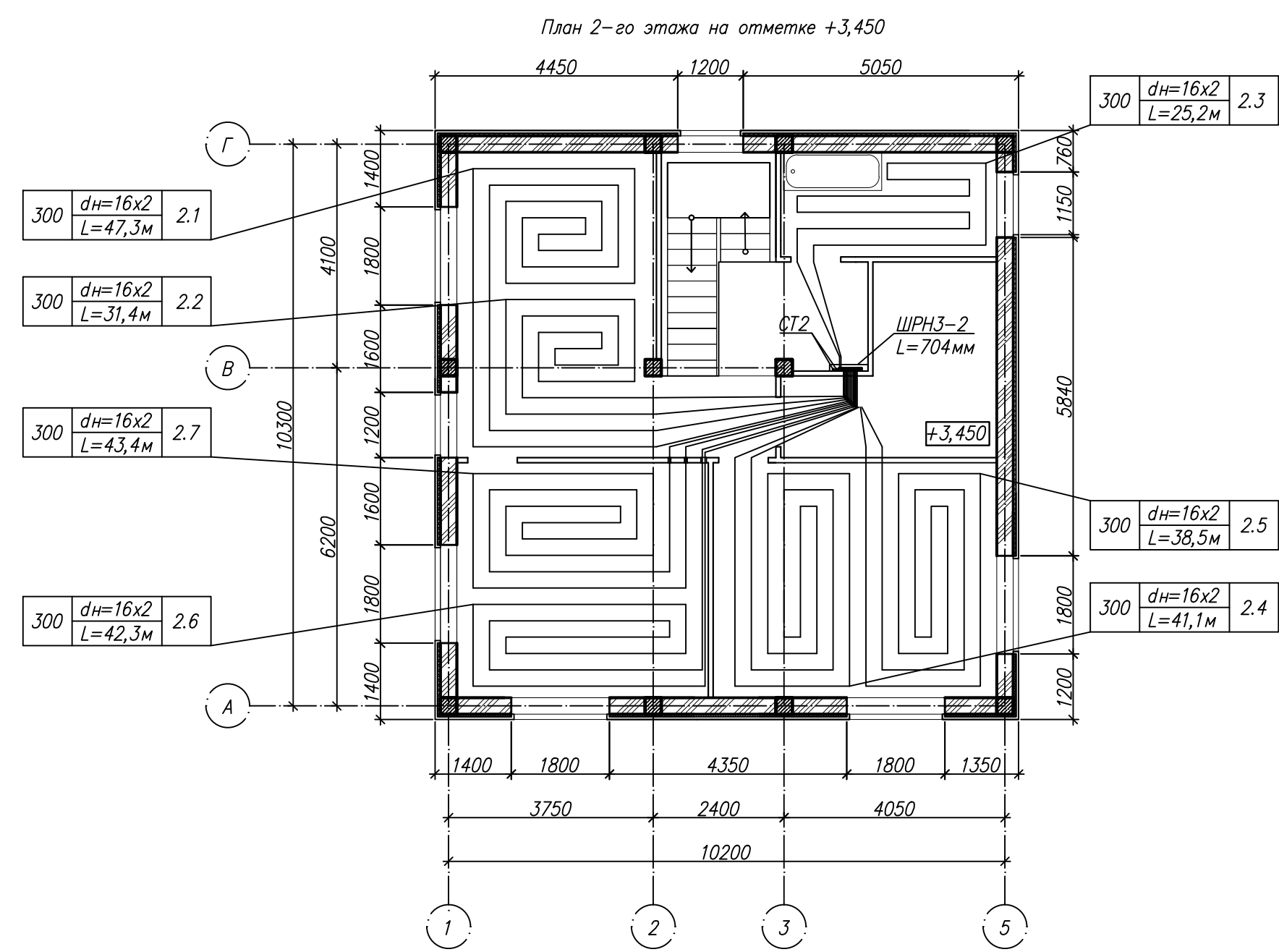
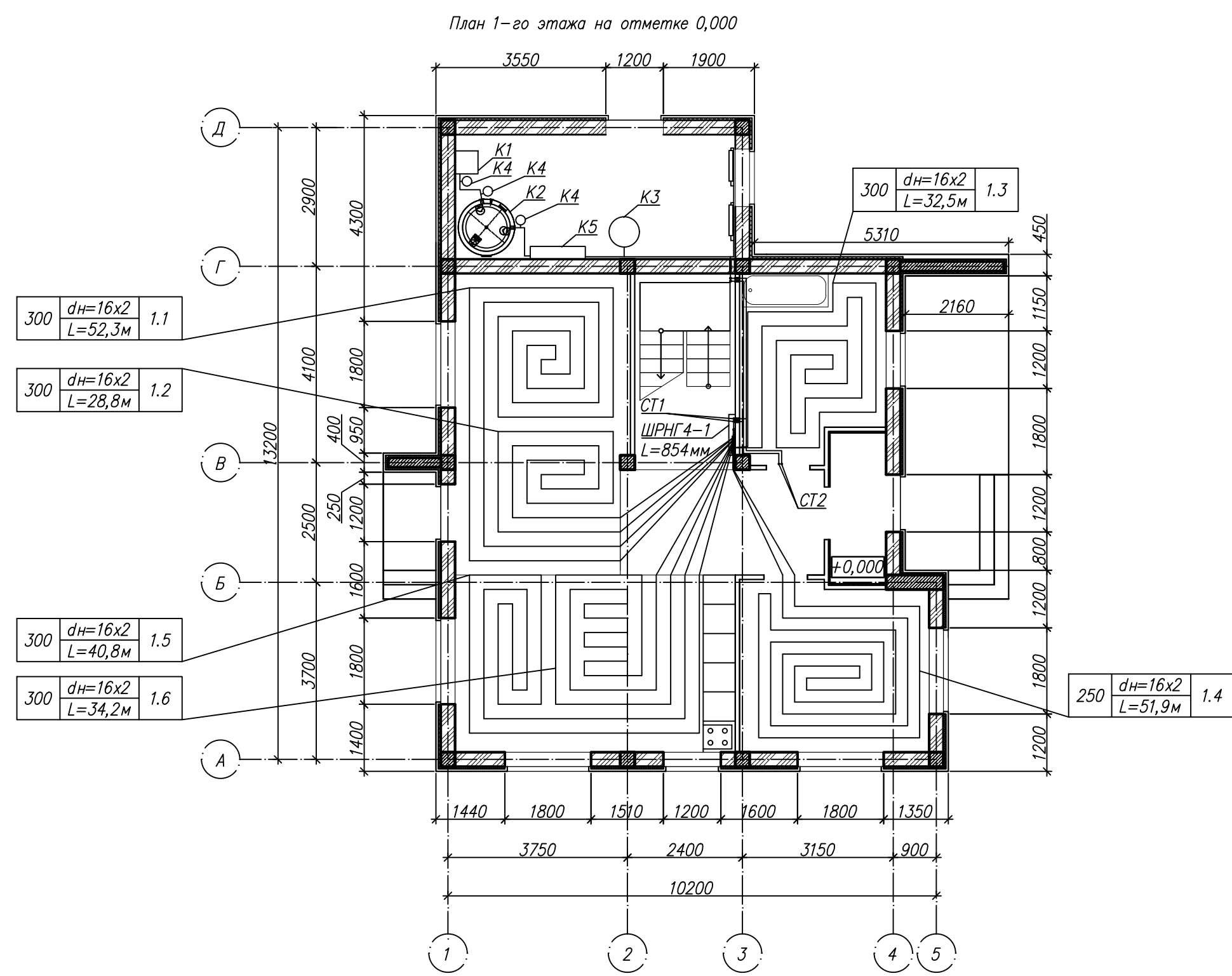
Таблица В.1 – Аэродинамический расчет системы В1

В1														
№	Длина	Расход L, м ³ /ч	Заданная скорость V', м/с	Предварит. площ. F', м ²	Норм. знач. площ. F, м ²	d	Действ. скорость, V, м/с	R _д	R	ΔP1	Сумма местных сопр. V ³	Z	ΣΔP	Сопроотивление
4–3	1	13,84	2	0,0019	0,0079	0,1	0,49	0,14	0,0050	0,005	2,3	0,3	0,52	Решетка+отвод х 2
3–2	4,36	36,25	2	0,005	0,0079	0,1	1,28	0,99	0,0320	0,140	6,2	6,1	6,24	Тройник проход+переход
2–1	1,05	56,12	2	0,0078	0,0123	0,125	1,27	0,97	0,0220	0,023	0,1	0,1	0,12	Тройник проход
													6,88	
6–5	3,76	22,53	2	0,0031	0,0079	0,1	0,8	0,39	0,0150	0,056	1,3	0,5	2,07	Диффузор+отвод
5–1	1,67	42,96	2	0,006	0,0079	0,1	1,52	1,39	0,0430	0,072	3,6	5,0	5,08	Тройник проход+переход
													7,15	
													4%	
1–0	0,8	99,08	2	0,0138	0,0123	0,125	2,24	3,02	0,0650	0,052	1,3	3,8	3,83	Тройник на всасывание
												Итого	10,98	

Приложение Д

Таблица Д.1 – Гидравлический расчет сети низкого давления

№уч	Лд	Лпр	К _о	V _{ном}	Расходы, м ³ /ч			ΔРгидр, Па	Руд, Па/м	D _{нх} S, мм	Руч, Па	ΔРуч	
					V _{пут}	V _{тр}	V _р						
7–6	39,7	19,85	1,000	3,36	3,36	0,00	1,85	11,47	0,26	32	11,35	22,82	2400
6–5	28,6	14,30	0,650	2,98	2,98	3,36	5,00	-10,29	0,53	40	16,67	6,38	2422,82
5–4	36,0	18,00	0,450	2,76	2,76	6,34	7,85	-12,5	0,6	40	23,76	11,26	2429,21
4–3	29,2	14,60	0,350	2,65	2,65	9,09	10,54	-11,12	0,62	40	19,91	8,79	2440,47
3–2	33,6	16,80	0,290	2,58	2,58	11,74	13,15	-9,6	0,6	50	22,18	12,58	2449,26
2–1	30,3	15,15	0,280	2,57	2,57	14,31	15,73	-10,98	0,97	50	32,33	21,35	2461,84
1–0	8,0	4,00	0,280	2,57	2,57	16,88	18,29	-5,19	0,62	65	5,46	0,27	2483,19
												83,45	2483,45
17–16	29,7	14,85	1,000	3,36	3,36	0,00	1,85	10,19	0,09	40	2,94	13,13	2400
16–15	28,9	14,45	0,650	2,98	2,98	3,36	5,00	21,51	0,11	50	3,50	25,01	2413,13
15–14	33,4	16,70	0,450	2,76	2,76	6,34	7,85	11,96	0,2	50	7,35	19,31	2438,14
14–13	24,2	12,10	0,350	2,65	2,65	9,09	10,54	-10,68	0,45	50	11,98	1,30	2457,45
13–12	9,7	4,85	0,290	2,58	2,58	11,74	13,15	-3,09	0,54	50	5,76	2,67	2458,74
12–11	25,2	12,60	0,280	2,57	2,57	14,31	15,73	-9,41	0,35	65	9,70	0,29	2461,42
11–10	29,1	14,55	0,280	2,57	2,57	16,88	18,29	-10,98	0,41	65	13,12	2,14	2461,71
10–9	29,4	14,70	0,265	2,55	2,55	19,45	20,85	-9,95	0,48	65	15,52	5,57	2463,85
9–8	34,7	17,35	0,258	2,54	2,54	22,00	23,40	-11,96	0,51	65	19,47	7,51	2469,43
8–0	25,0	12,50	0,254	2,54	2,54	24,55	25,94	-10,24	0,67	65	18,43	8,19	2476,93
												85,12	2485,12
												1,95%	0,07%
ГРПС-1–0	18,9	0,00	0,230	2,51	0,00	46,53	46,53	-10,29	0,87	80	17,80	7,51	2492,63
												92,63	2492,63



План 1-го этажа на отметке 0,000

План разводки внутридомового газопровода

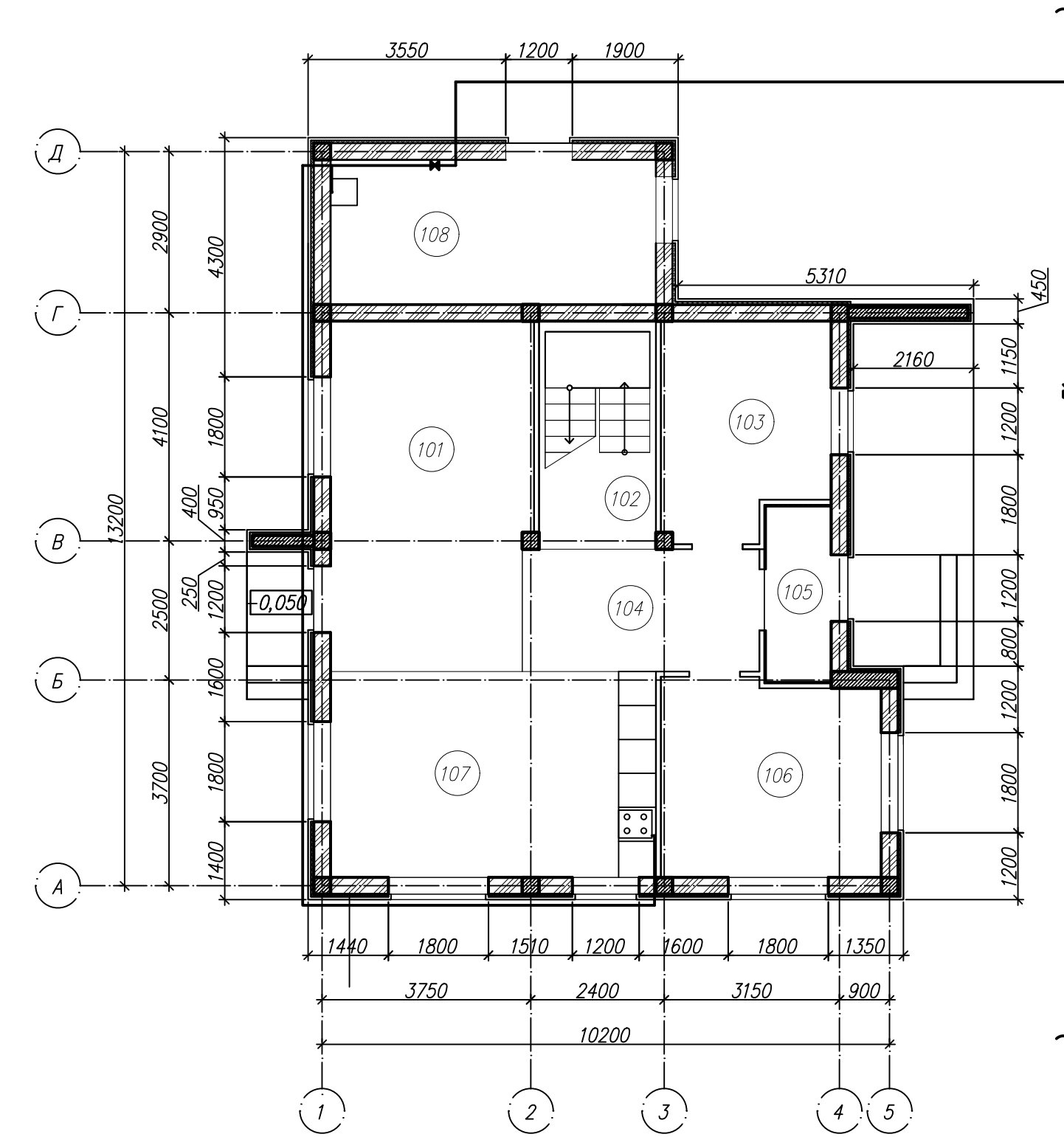
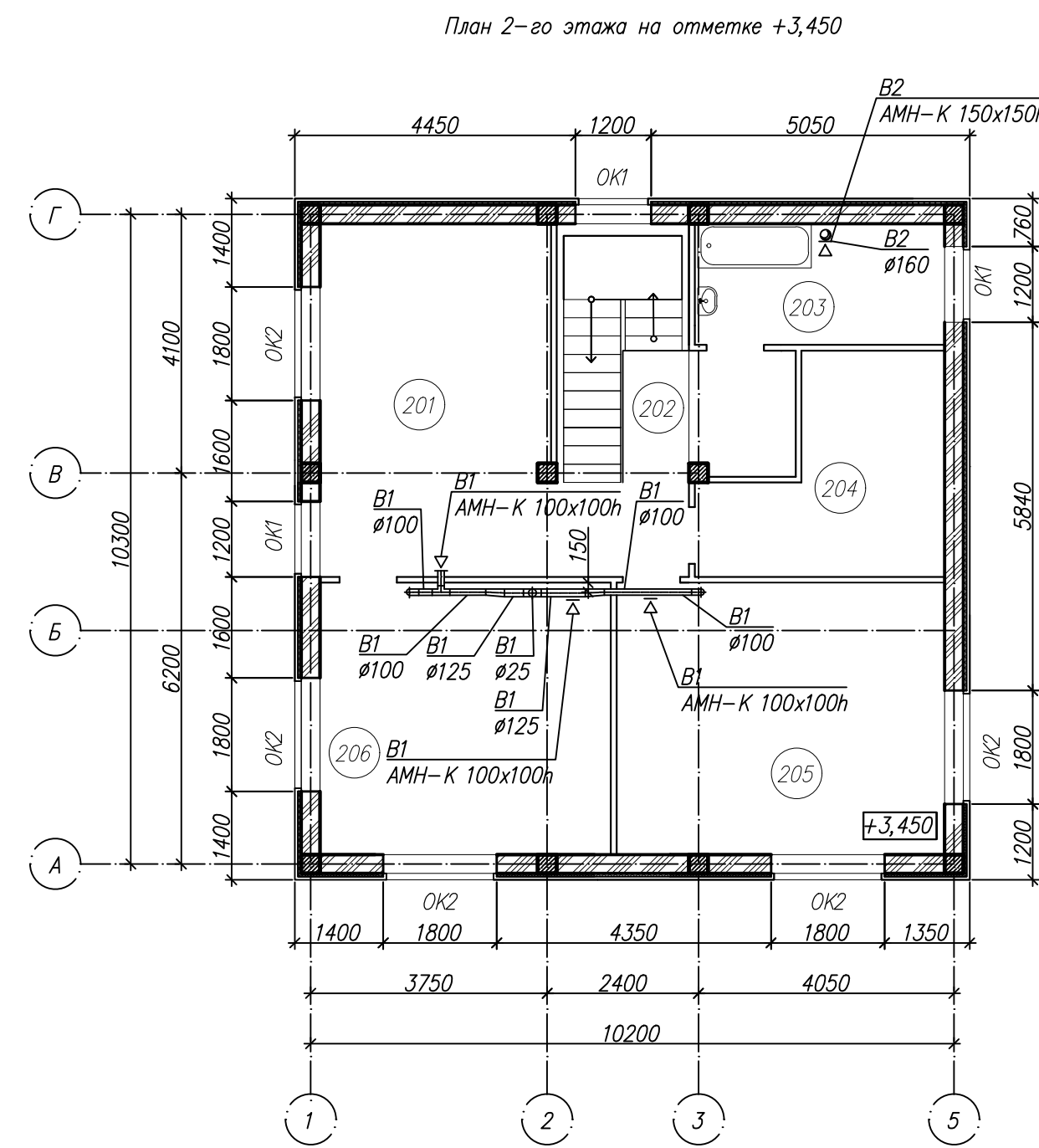
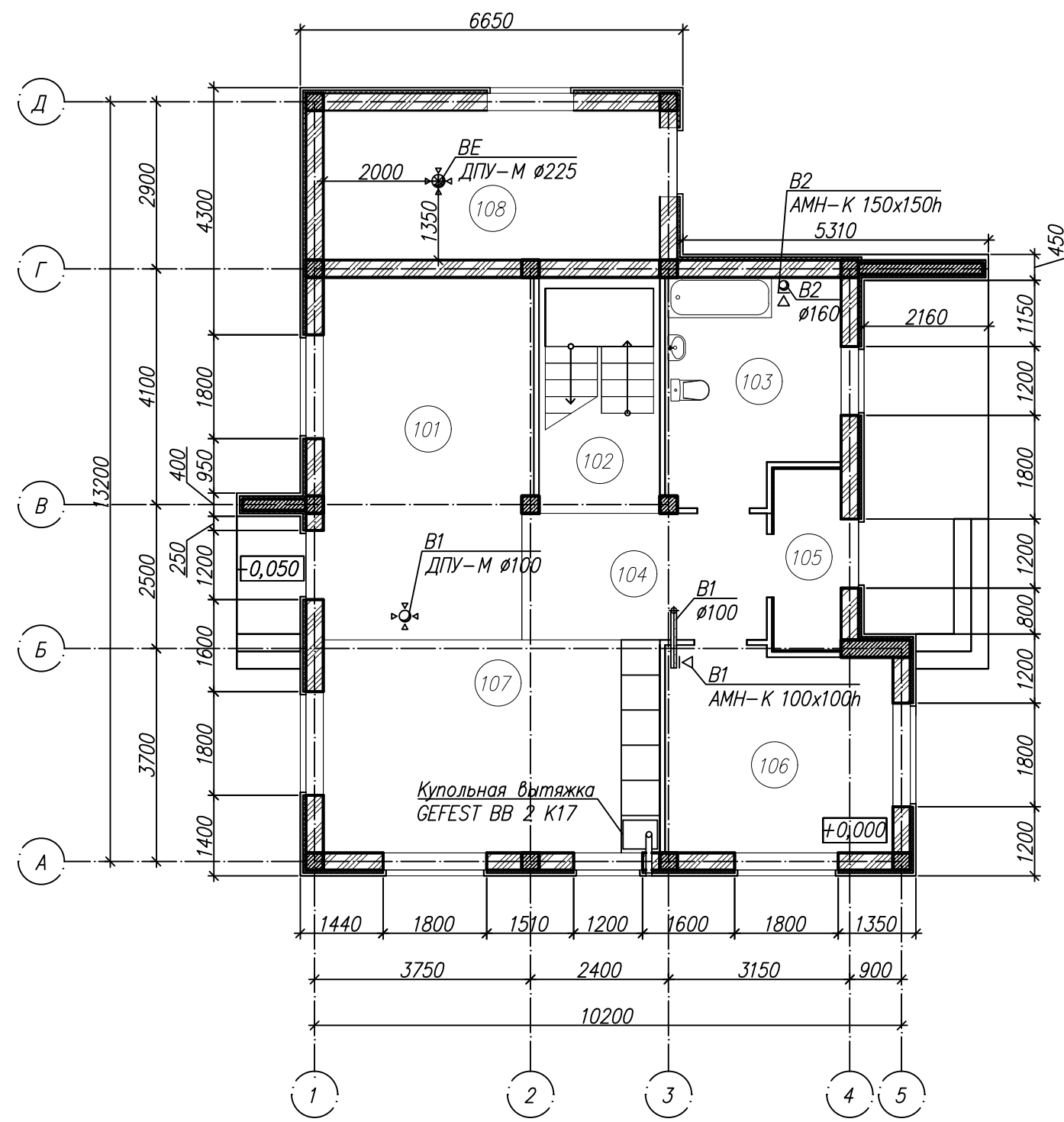
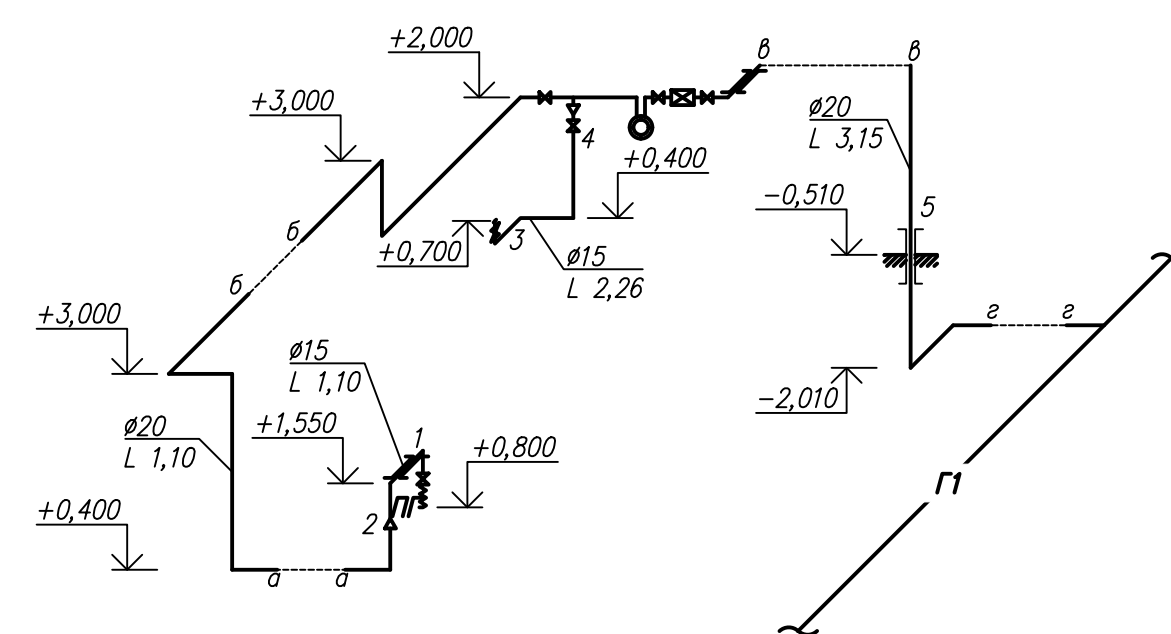
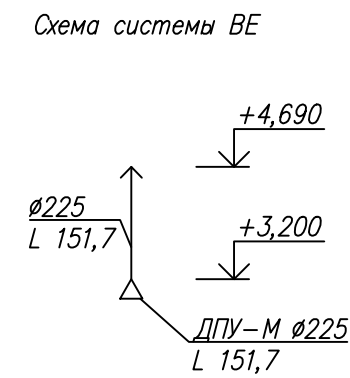
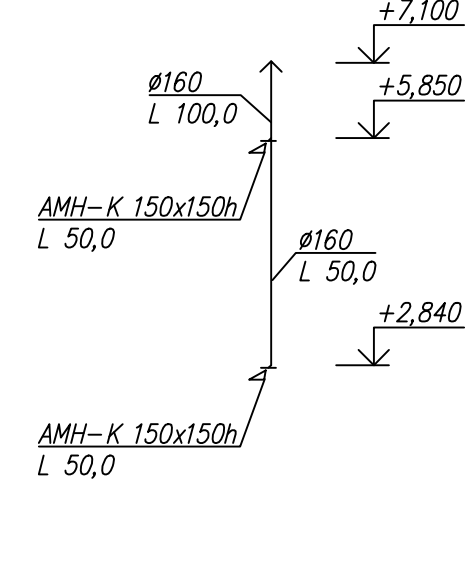
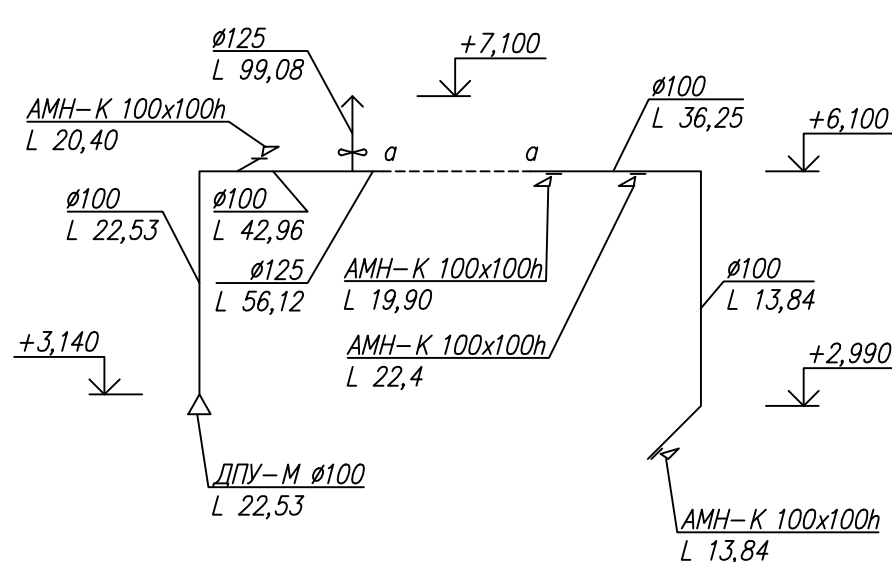


Схема системы В1

Схема системы В2

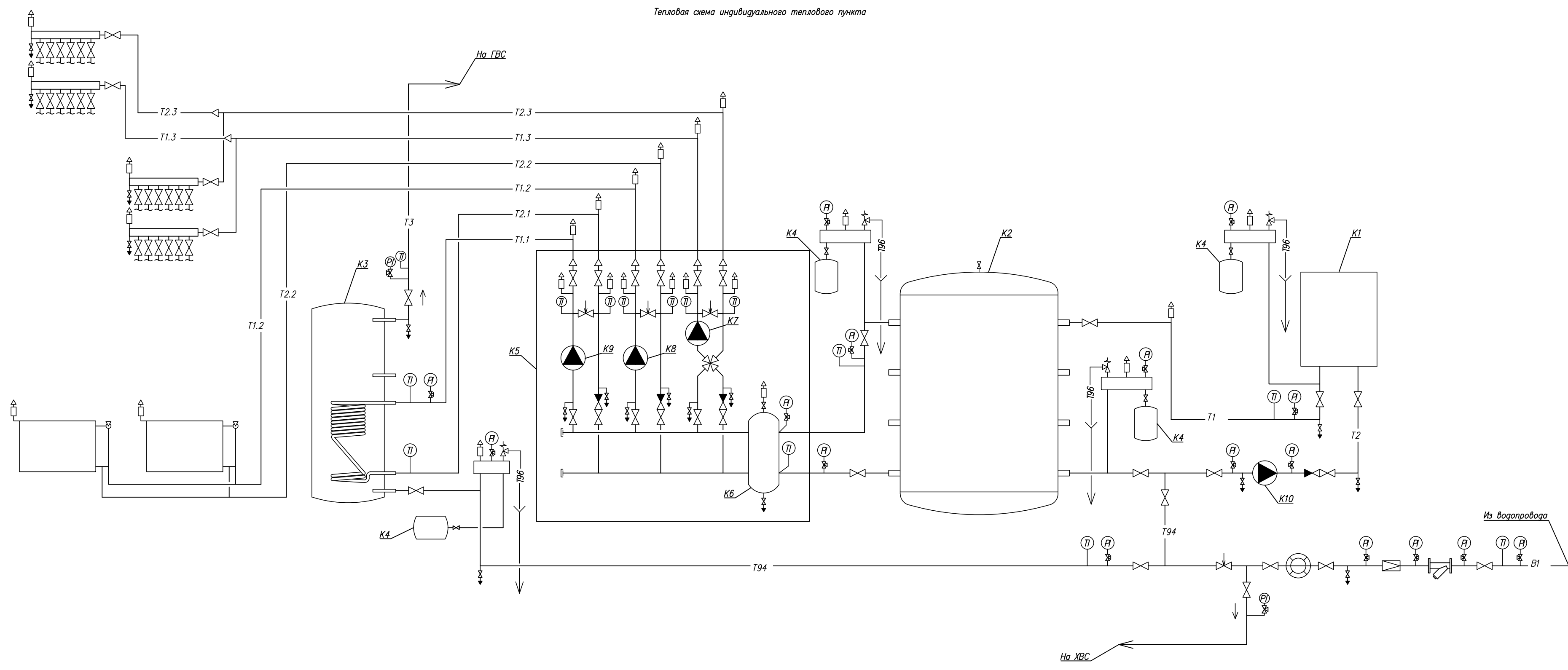
Схема системы ВЕ

Схема внутридомового газопровода



Спецификация оборудования теплового пункта

Поз	Обозначение	Наименование	Кол-во	Масса, кг	Примечание
1	VTc.586	Коллекторный блок теплого пола du 25, оснащенный расходомерами и термоголовками	1		шт
2	VTc.586	Коллекторный блок теплого пола du 25, оснащенный расходомерами и термоголовками	1		шт
3	VT.218	Кран шаровый проходной du 20	4		шт
4	Royal Thermo Indigo Super	Радиатор биметаллический. Кол-во секций 10	2		шт
5	VT.5000	Термоголовка жидкостная	2		шт
ВКР 2018 08.03.01					
Индивидуальный жилой дом в ЖК "Остров", п-ов Саперный, а. Русский, г. Владивосток					
Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разработал	Газовая П.А.	06.18			
Проверил	Кобзарь А.В.	06.18			
Отопление, вентиляция, внутридомовое газоснабжение			Страница	Лист	Листов
Планы 1-го этажа на отметке 0,000, планы 2-го этажа на отметке +3,450, схемы систем вентиляции, отопления, газоснабжения			ВКР	1	3
Кафедра ИСЗиС группа Б3431г					

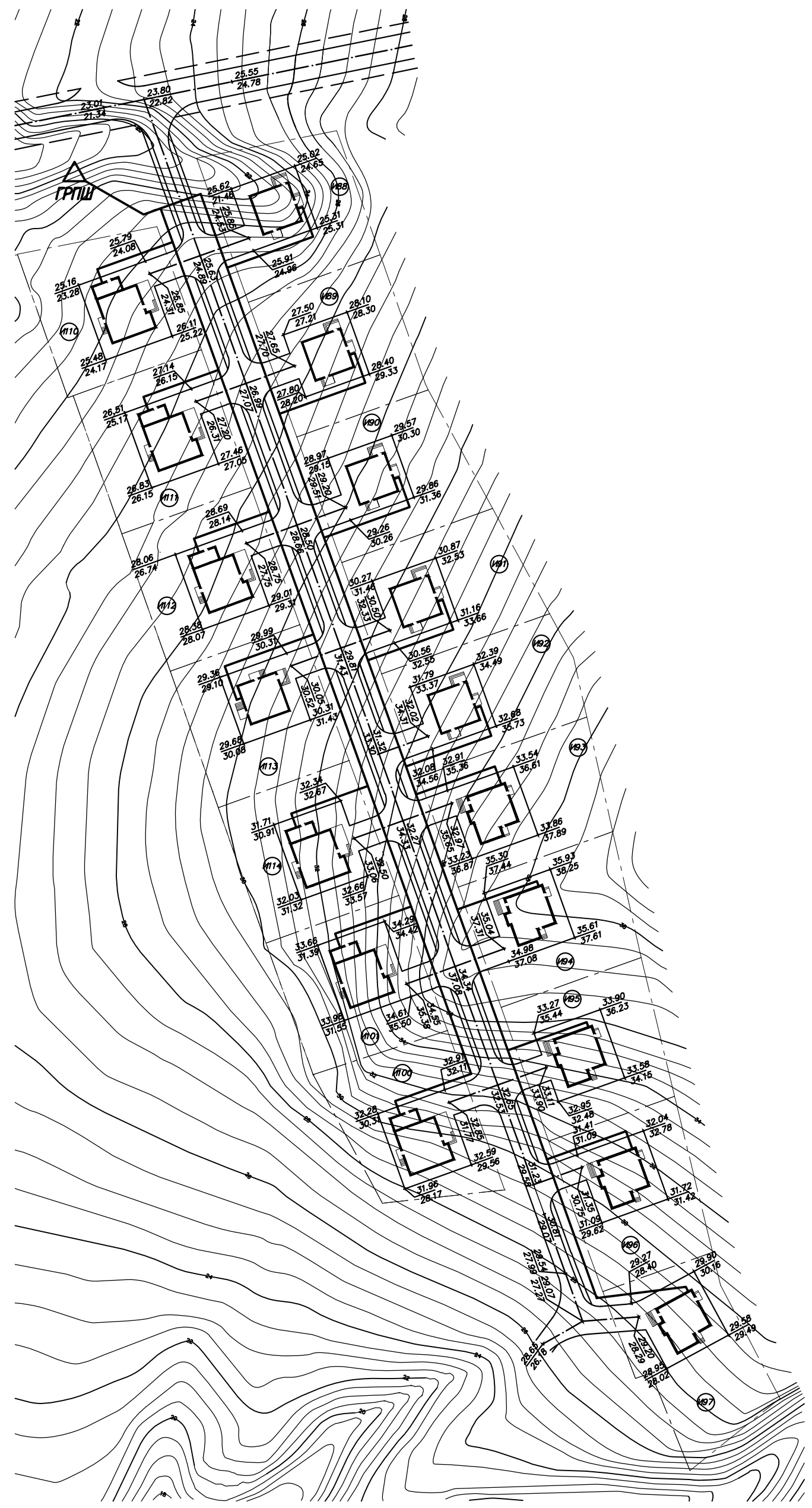


- Условные обозначения
- T1 - Подающий трубопровод внутреннего контура котельной
 - T2 - Обратный трубопровод внутреннего контура котельной
 - T1.1 - Подающий трубопровод контура водонагревателя системы ГВС
 - T2.1 - Обратный трубопровод контура водонагревателя системы ГВС
 - T1.2 - Подающий трубопровод контура радиаторного отопления
 - T2.2 - Обратный трубопровод контура радиаторного отопления
 - T1.3 - Подающий трубопровод контура теплого пола
 - T2.3 - Обратный трубопровод контура теплого пола
 - В1 - водопровод холодной воды
 - T94 - трубопровод подпиточной воды
 - T96 - трубопровод дренажный

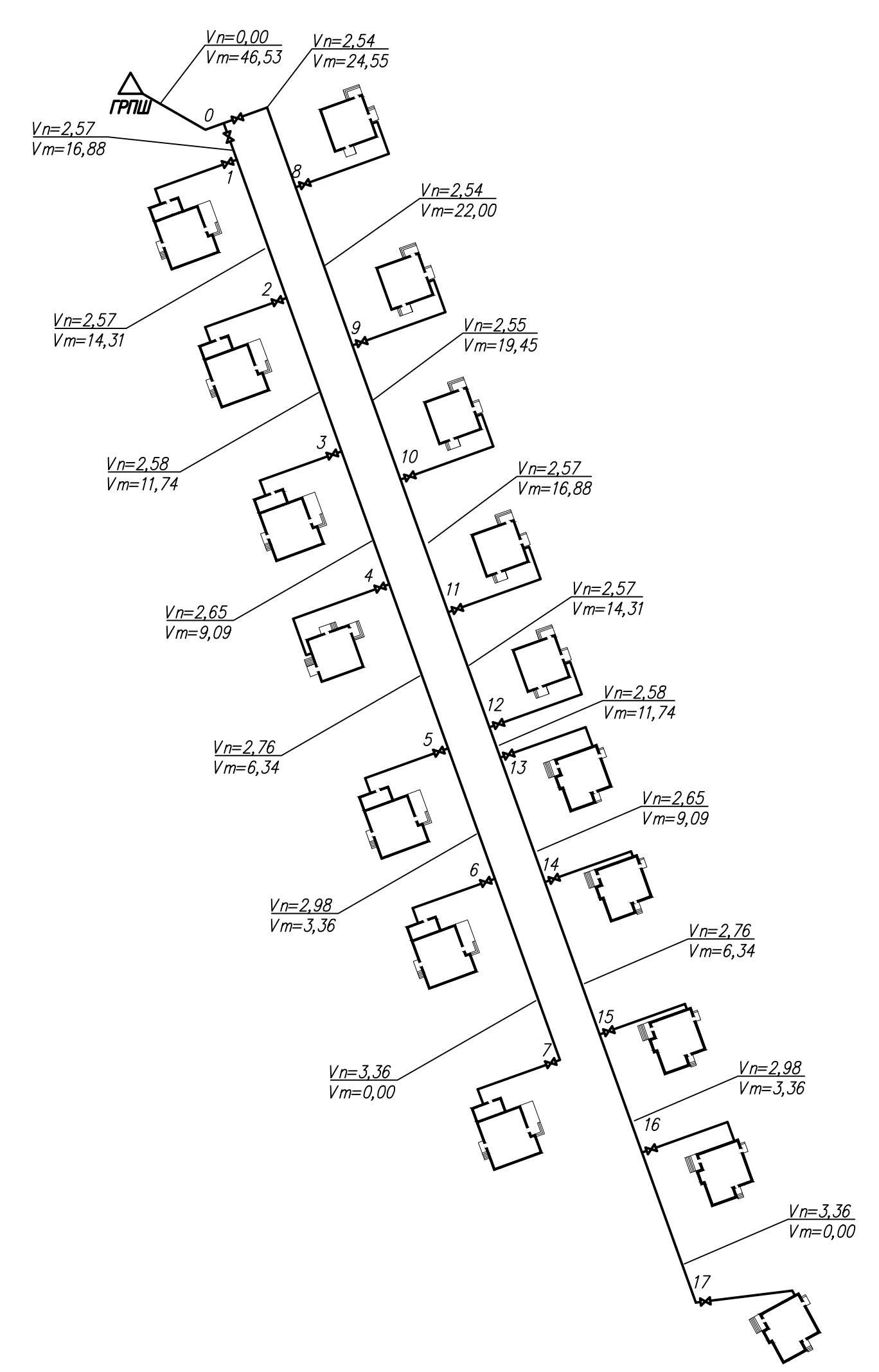
Спецификация оборудования теплового пункта

Поз	Обозначение	Наименование	Кол-во	Масса ед., кг	Примечание
K1	Vitowin 300-W	Когенерационная установка Viessmann мощностью 1 кВт тепловой энергии с интегрированным пиковым конденсационным котлом Viessmann Vitodens 200-W мощностью 6...20 кВт	1		шт
K2	Reflex PPHF-1500	Буферный накопитель объемом 1500 л	1		шт
K3	Vitocell 100-V CVA	Водонагреватель емкостный объемом 300 л	1		шт
K4	"Reflex"	Расширительный мембранный бак 50 л	4		шт
K5	Valtec VARIMIX	Модульный коллекторный блок, оснащенный гидравлическим распределителем	1		шт
K6	VT.VAR 00	Гидравлический распределитель модульного коллекторного блока, максимальный расход теплоносителя 4500 кг/ч	1		шт
K7	Magna 1 25-40	Циркуляционный насос контура теплого пола Grundfos, производительностью 0,55 м3/ч	1		шт
K8	Comfort 15-14 B PM RU	Циркуляционный насос радиаторного контура Grundfos, производительностью 0,14 м3/ч	1		шт
K9	Comfort 15-14 B PM RU	Циркуляционный насос греющего контура ГВС Grundfos, производительностью 0,31 м3/ч	1		шт
K10	Magna 1 25-40	Циркуляционный насос контура теплогенератора Grundfos, производительностью 1,2 м3/ч	1		шт
1	VT.TM40.D	Манометр с нижним подключением	18		шт
2	VT.0617.0	Термометр погружной	14		шт
3	VT.214.N	Кран шаровой проходной Valtec Base	32		шт
4	VT.161.N	Обратный клапан пружинный с золотниковым механизмом	4		шт
5	VT.430.N	Кран шаровой дренажный	16		шт
6	VT.502.NH	Воздухоотводчик автоматический поплавкового типа с пружинным золотником	24		шт
7	VT.0490.IG	Клапан предохранительный Ру 3,0	4		шт
8	VT.052.N	Вентиль запорно-регулирующий, прямоточный, полнопроходной	1		шт
9	VT.192.N	Фильтр механической очистки косой	1		шт
10	VT.085.N	Регулятор давления мембранный Ру 3,0	1		шт
11	VF-15U	Водосчетчик универсальный	1		шт
12	VT.5000.0	Головка термостатическая жидкостная	2		шт
13	VTc.586	Блок коллекторный Valtec, кол-во выходов 6	1		шт
14	VTc.586	Блок коллекторный Valtec, кол-во выходов 7	1		шт
15	Royal Thermo Indigo Super	Радиатор биметаллический секционный Royal Thermo, кол-во секций 10	2		шт

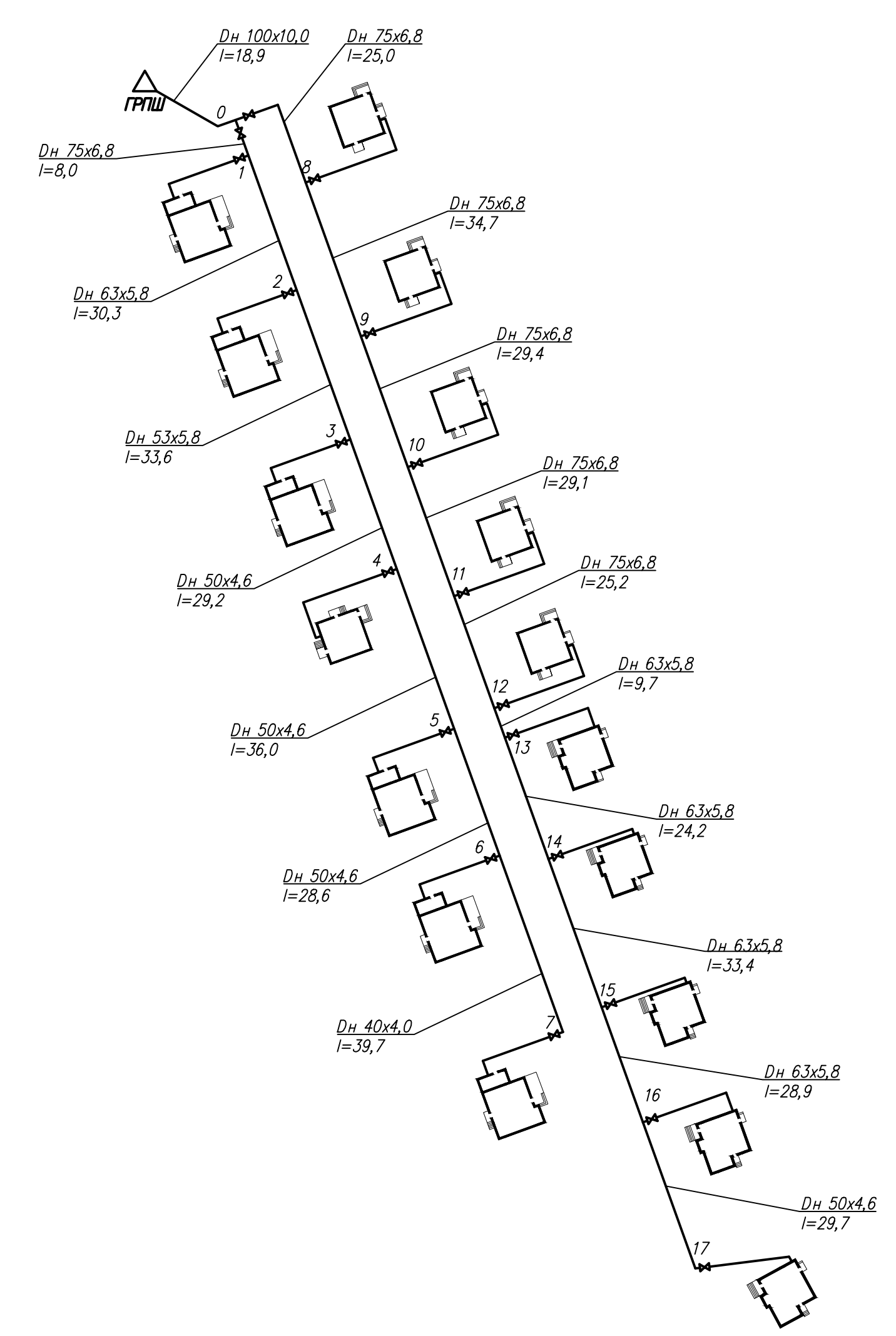
Генплан района города М 1:1000



Расчетная схема сети низкого давления



Монтажная схема сети низкого давления



ВКР 2018 08.03.01

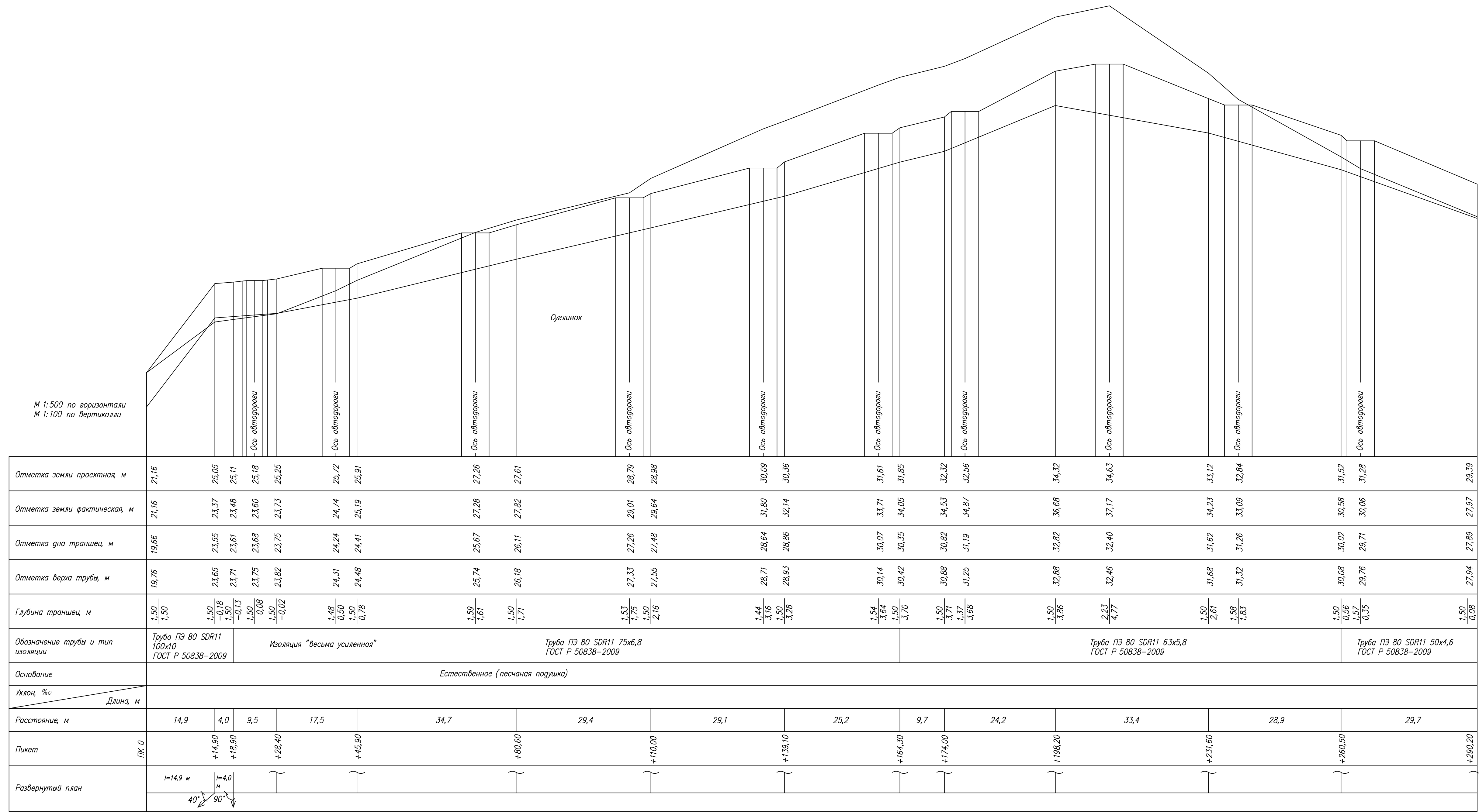
Индивидуальный жилой дом в ЖК "Остров", п-ов Саперный, а. Русский, г. Владивосток

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Статус	Лист	Листов	
Разработал	Газизкина П.А.	06.18				Отопление, вентиляция, внутридомовое газоснабжение	ВКР	2	3
Проверил	Кобзарь А.В.	06.18							

Тепловая схема индивидуального теплового пункта, генплан района города, расчетная и монтажная схемы сети низкого давления

Кафедра ИСЗиС группа Б3431г

М 1:500 по горизонтали
М 1:100 по вертикали



ВКР 2018 08.03.01			
Индивидуальный жилой дом в ЖК "Остров", п-ов Саперный, а. Русский, г. Владивосток			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.
Разработал	Газыняк П.А.	06.18	
Проверил	Кобзарь А.В.	06.18	
Газоснабжение		Стадия	Лист
		ВКР	3
Продольный профиль газовой сети низкого давления		Кафедра ИСЭиС группа Б3431г	

Студент _____
подпись
« 25 » _____ 2018 г.

Руководитель ВКР
Зав. кафедрой, канд. техн. наук, доцент
(должность, ученое звание)
_____ А.В. Кобзарь
(подпись) (ФИО)
« 25 » _____ 2018 г.

«Допустить к защите»

Руководитель ОП канд. техн. наук, доцент
(ученое звание)
_____ В.П. Черненко
(подпись) (и. о. ф.)
« 25 » _____ 2018 г.

Зав. кафедрой канд. техн. наук, доцент
(ученое звание)
_____ А.В. Кобзарь
(подпись) (и. о. ф.)
« 25 » _____ 2018 г.

Сверенный, содержащихся
ис. тайны нет
В.П. Черненко

Защищена в ГЭК с оценкой Отлично

Секретарь ГЭК
_____ Н.С. Ткач
подпись И.О.Фамилия
« 29 » _____ 2018 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор Инженерной школы

_____ /
Подпись Ф.И.О.
« ___ » _____ 201 г.

**В материалах данной выпускной квалификационной работы
содержатся сведения, составляющие государственную тайну,
и сведения, подлежащие экспортному контролю.**

Уполномоченный по экспортному контролю

_____ / _____ / « ___ » _____ 201 г.
Подпись