



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

**«Дальневосточный федеральный университет»**

---

**Инженерная школа**

**Кафедра инженерных систем зданий и сооружений**

Чумаченко Надежда Дмитриевна

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ГРУППЫ ЖИЛЫХ  
ДОМОВ ЖСК «ОСТРОВ»**

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

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

**г. Владивосток  
2018**



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

УТВЕРЖДЕНО

Руководитель ОП канд. техн. наук, проф.  
(ученая степень, должность)

В. П. Черненко

(подпись)

(ФИО)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Зав. кафедрой канд. техн. наук, доцент  
(ученая степень, звание)

А.В. Кобзарь

(подпись)

(ФИО)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ЗАДАНИЕ**

на выпускную квалификационную работу

Студентке

Чумаченко Надежда Дмитриевна

(Фамилия, Имя, Отчество)

Группа

Б3431д

(номер группы)

1. Наименование темы Разработка системы теплоснабжения группы жилых домов ЖСК «Остров»

2. Основания для разработки Приказ Сд-208 от 28.12.2017 О закреплении тем выпускных квалификационных работ и назначении руководителей.

Заявка на выполнение ВКР от ЖСК «Остров»

3. Источники разработки Чертежи архитектурных и конструктивных решений многоквартирного жилого дома. Генплан застройки.

4. Технические требования (параметры) Работа должна отвечать требованиям нормативных документов СП 60.13330.2012, СП 131.13330.2012, СП 41-108-2004, СП 50.13330.2012, ГОСТ Р 52134-2003, СП 31.13330.2012, СП 62.13330.2011, ГОСТ 2.105-95.

5. Дополнительные требования Структура и оформление работы должны соответствовать требованиям изложенным в учебно-методическом пособии по выполнению, оформлению и защите выпускных квалификационных работ студентов Инженерной школы ДВФУ

6. Перечень разработанных вопросов

Глава 1. Теплотехнический расчет ограждающих конструкций.

Глава 2. Проектирование системы отопления

Глава 3. Проектирование системы горячего водоснабжения

Глава 4. Проектирование индивидуального теплового пункта

Глава 5. Разработка тепловой схемы котельной.

7. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных плакатов)

**1. Планы этажей с системой отопления и горячего водоснабжения**

**2. Аксонометрическая схема системы отопления.**

**3. Аксонометрическая схема системы горячего водоснабжения.**

**4. Схема ИТП. Рабочие чертежи ИТП.**

**5. Тепловая схема котельной.**

**6. Узлы основных элементов системы отопления и горячего водоснабжения**

#### КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

№ п/п	Наименование этапов дипломного проекта (работы)	Срок выполнения этапов дипломного проекта (работы)	Примечание
1	Разработка главы 1.	28.12.17 – 01.03.18	
2	Разработка главы 2.	02.03.18 – 15.03.18	
3	Разработка главы 3	16.03.18 – 01.04.18	
4	Разработка главы 4	02.04.18 – 15.04.18	
5	Разработка главы 5	16.04.17 – 01.05.18	
6	Оформление чертежей	02.05.18 – 01.06.18	
7	Оформление пояснительной записки	02.06.18 – 15.06.18	

Дата выдачи задания **28.12.2017**

Срок представления к защите **23.06.2018**

Руководитель ВКР

(подпись)

**А.А. Еськин**

(ФИО)

Студент

(подпись)

**Н. Д. Чумаченко**

(ФИО)

## Аннотация

В выпускной квалификационной работе, на основании заявки ЖСК «Остров», запроектирована система теплоснабжения группы жилых домов, расположенных на острове Русский. В проекте принята зависимая закрытая система теплоснабжения, источником теплоты является газовый котел, расположенный в отдельностоящей котельной.

В 1 главе, на основании чертежей, представленных в разделе АР, выполнен теплотехнический расчет ограждающих конструкций. Определены фактические сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, произведено сравнение полученных величин с требуемыми. С помощью программного комплекса RТI выполнен расчет тепловых потерь. Тепловая нагрузка на систему отопления каждого здания составила 31 кВт.

Во 2 главе запроектирована система отопления жилого дома. В качестве системы отопления принята однотрубная, вертикальная радиаторная система с нижней разводкой. Теплоноситель – вода с температурным графиком 85/60°С. Стояки и магистральные трубопроводы выполнены полипропиленовыми трубами армированными алюминием марки VTr.700.AL25 фирмы Valtec, диаметры трубопроводов определены гидравлическим расчетом. Также во 2 главе выполнен подбор нагревательных приборов, в качестве которых приняты секционные алюминиевые радиаторы «ALUM», изготавливаемые фирмой «Rifar». Количество секций и теплоотдача каждого радиатора указаны в приложении и на чертежах. Для местного регулирования теплоотдачи радиаторами предусмотрены термостатические регуляторы фирмы Valtec с жидкостным элементом. Воздух из системы удаляется через автоматические воздухоотводчики, установленные на верхних отопительных приборах. Поквартирный учет расхода теплоты осуществляется с помощью измерителя теплового потока радиатора «Индивид». Кроме этого во 2 главе, с учетом требований СП 40-101-96, разработана монтажная схема типового стояка

системы отопления, учитывающая компенсацию тепловых удлинений трубопроводов из полипропилена .

В 3 главе запроектирована система горячего водоснабжения (ГВС). В здании предусмотрена централизованная система ГВС с закрытым водоразбором с приготовлением горячей воды в пластинчатом теплообменнике Ридан XGF025. Также в 3 главе определены расчетные расходы воды на горячее водоснабжение, произведен гидравлический расчет подающих и циркуляционных трубопроводов системы ГВС. На основании гидравлических расчетов подобраны диаметры трубопроводов и определены потери давления в системе ГВС. Трубопроводы системы горячего водоснабжения выполнены из полипропиленовых труб армированных алюминием марки VTr.700.AL25 фирмы Valtec. В верхних точках трубопроводов устанавливаются автоматические воздухоотводчики.

В 4 главе разработана принципиальная схема индивидуального теплового пункта (ИТП) и подобрано основное оборудование: фильтр, расходомер, тепловычислитель, котроллер, регулятор давления, клапан с электроприводом, редуктор давления, циркуляционный насос системы отопления, насос ГВС. В индивидуальном тепловом пункте предусмотрена автоматизированная система погодного регулирования, которая позволяет эффективно использовать тепловую энергию.

В 5 главе разработана тепловая схема котельной. На основании суммы максимальных нагрузок на отопление и горячее водоснабжение подобран котел, работающий на газовом топливе. Также были подобраны сетевые и подпиточные насосы для котельной, расширительные баки, установка химводоподготовки.

## Оглавление

Аннотация.....	3
Введение .....	9
1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций.....	10
1.1 Характеристика объекта проектирования.....	10
1.2 Климатологические данные.....	10
1.3 Теплофизические характеристики ограждающей конструкции.....	10
1.4 Определение тепловой нагрузки здания .....	11
2 Проектирование системы отопления.....	18
2.1 Описание системы отопления .....	18
2.2 Гидравлический расчет системы отопления.....	19
2.3 Тепловой расчет отопительных приборов .....	21
2.4 Компенсация тепловых удлинений полипропиленового трубопровода .....	23
3 Проектирование системы горячего водоснабжения .....	28
3.1 Описание системы ГВС.....	28
3.2 Определение тепловой нагрузки на горячее водоснабжение.....	28
3.3 Определение расчетных расходов воды на ГВС .....	30
3.4 Гидравлический расчет подающих и циркуляционных трубопроводов системы горячего водоснабжения.....	30
3.5 Определение тепловых потерь трубопроводов ГВС.....	32
4 Проектирование индивидуального теплового пункта .....	34
4.1 Описание схемы индивидуального теплового пункта.....	35
5 Разработка тепловой схемы котельной .....	43
5.1 Подбор насосного оборудования .....	46

5.2 Подбор расширительного бака .....	47
5.3 Система химводоподготовки .....	48
Заключение .....	50
Список использованных источников.....	51
Приложение А .....	54
Приложение Б.....	55
Приложение В .....	59
Приложение Г.....	76
Приложение Д.....	78
Приложение Е .....	81
Приложение Ж .....	82
Приложение И.....	84
Приложение К .....	85
Приложение Л .....	87
Приложение М .....	88
Приложение Н.....	89



## Введение

Рациональное потребление и распределения тепловой энергии является одним из приоритетных направлений развития Российской Федерации. В настоящее время природный газ является наиболее дешевым видом топлива, в связи с этим газовые котельные получили большое распространение. Также в продуктах сгорания природного газа низкое содержание загрязняющих веществ, следовательно газовые котельные являются экологически эффективными.

В существующем проекте теплоснабжения ЖСК «Остров» предусмотрена система индивидуального теплоснабжения – в каждой квартире устанавливается газовый котел. Недостатками индивидуального теплоснабжения являются:

- небезопасность эксплуатации газового оборудования из-за низкой осведомленности потребителей.
- незаселенные квартиры могут не отапливаться, в результате происходит охлаждение стен соседних квартир;
- опасное воздействие на окружающую среду, большое количество газовых котлов в доме приводит к значительному объему продуктов сгорания, что требует сложных технических решений по их отводу.

В выпускной квалификационной работе спроектирована система централизованного теплоснабжения группы из 4 жилых домов ЖСК «Остров» на острове Русский, которая имеет ряд преимуществ по сравнению с индивидуальным теплоснабжением:

- большая надежность (на источниках теплоты предусмотрены резервные источники электропитания);
- экологичность (количество загрязняющих веществ в продуктах сгорания газа от одного котла большой мощности существенно меньше, чем от всех котлов малой мощности, установленных в каждой квартире);
- снижение расходов топлива (КПД котла в случае индивидуального теплоснабжения ниже, чем в случае с централизованным теплоснабжением).

# 1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

## 1.1 Характеристика объекта проектирования

Согласно заявке ЖСК «Остров» (Приложение А) в дипломной работе необходимо разработать проект теплоснабжения для группы трехэтажных многоквартирных домов, расположенных в городе Владивостоке, остров Русский. Конструкция зданий каркасно-монолитная с трехслойными наружными стенами. Ориентация главного фасада – Север.

## 1.2 Климатологические данные

- район застройки – город Владивосток;
- расчетная температура внутреннего воздуха в помещениях:  $t_{в}=18^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{лк}=16^{\circ}\text{C}$  [2];
- расчетное значение относительной влажности внутреннего воздуха:  $\varphi_{в}=55\%$  [2];
- расчетная температура наружного воздуха:  $t_{н}=-23^{\circ}\text{C}$  [3];
- температура отопительного периода:  $t_{ом.пер}=-4,3^{\circ}\text{C}$  [3];
- продолжительность отопительного периода:  $z=198$  суток [3].

## 1.3 Теплофизические характеристики ограждающей конструкции

Тепловым режимом здания называется совокупность всех факторов и процессов, определяющих тепловую обстановку в его помещениях.

Помещения здания изолированы от внешней среды ограждающими конструкциями, что позволяет создать в них определенный микроклимат. Наружные ограждения защищают помещение от непосредственных атмосферных воздействий, а специальные системы кондиционирования поддерживают определенные заданные параметры внутренней среды.

Целью данного расчета является определение фактического значения сопротивления теплопередаче и сравнение его с требуемым значением. Методика расчета представлена в [4].

1. Определяем величину градусо-суток отопительного периода (ГСОП):

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от.ср}}) \cdot z \quad (2.1)$$

$$\text{ГСОП} = (18 - (-4,3)) \cdot 198 = 4415 \text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут.}$$

2. По таблице 3 [4] определяем величину требуемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций [Таблица 1-3].

3. Расчет фактического сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций выполняем с применением программного комплекса RTI (ООО «Поток»). Результаты теплотехнического расчета представлены в Приложении Б.

В результате расчета получили следующие значения сопротивлений теплопередаче (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Значения сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций

Тип ограждающей конструкции	Фактическое значение R, (м <sup>2</sup> · °C)/Вт	Требуемое значение R, (м <sup>2</sup> · °C)/Вт
Стена наружная	4,38	2,9
Покрытие	4,998	4,4
Перекрытие	1,01	3,89
Окно	0,56	0,48
Дверь	1	-

Таким образом, фактические значения сопротивлений теплопередаче превышают требуемые, что отвечает требованиям, изложенным в [4].

#### 1.4 Определение тепловой нагрузки здания

Для определения тепловой нагрузки системы отопления и последующих расчётов ее элементов, производят расчёт теплопотерь через ограждающие конструкции, которые зависят от вида конструкции и теплофизических свойств материалов ограждений, а также от архитектурно - планировочного решения здания.

В холодный период года в помещениях создают и поддерживают тепловой режим, соответствующий заданным тепловым условиям. В жилых

зданиях принимают во внимание бытовые тепловыделения, в которые входят нижеуказанные теплоисточники: выделение теплоты людьми; тепловыделение источниками искусственного освещения и т.д.

Методика расчета ведется в соответствии с основными положениями изложенными в [21].

1. Теплотери помещения определяем по зависимости:

$$Q_{\text{пом}} = Q_o + Q_{\text{инф}} - Q_{\text{быт}}, \quad (2.2)$$

где  $Q_{\text{пом}}$  – общие теплотери помещения, Вт;

$Q_o$  – сумма теплотерь через ограждающие конструкции, Вт;

$Q_{\text{инф}}$  – теплотери на инфильтрацию, Вт;

$Q_{\text{быт}}$  – теплоступления от бытовых приборов, Вт. Для жилых помещений составляют 10 Вт с 1 м<sup>2</sup> площади пола помещения.

Нумерация помещений осуществляли по часовой стрелке начиная с углового помещения в осях 1-Д.

Необходимо определить размеры, ориентацию и площадь ограждающих конструкций помещений, перепад между температурой внутри помещения и за ограждающей конструкцией.

Теплотери через ограждающую конструкцию определяются по формуле (2.3).

$$Q_o = F \cdot \frac{1}{R} \cdot \Delta t \cdot n, \quad (2.3)$$

где  $F$  – площадь ограждающей конструкции, м<sup>2</sup>;

$\frac{1}{R}$  – коэффициент теплопередачи ограждения, Вт/м<sup>2</sup>°С;

$n$  – коэффициент принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху [5, стр.47];

$\Delta t$  – разность температур внутреннего и наружного воздуха.

При определении расчетных теплотерь в помещениях учитываются теплотраты  $Q_{\text{инф}}$ , Вт связанные с инфильтрацией наружного воздуха в помещение через наружное ограждение.

Количество наружного воздуха, поступающего в помещение в результате инфильтрации, зависит от следующих факторов: конструктивно-планировочного решения здания, температуры воздуха; от направления и скорости ветра; от герметичности конструкции; от длины и вида окон, дверей и ворот.

$$Q_{\text{инф}} = 0,28 \cdot G \cdot c \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \cdot k, \quad (2.4)$$

где  $G$  – расход инфильтрующегося воздуха, кг/час, через ограждающие конструкции помещения;

$c$  - теплоёмкость воздуха ( $c=1,005$  кДж/кг °С);

$k$  - коэффициент учета влияния встречного теплового потока

в конструкциях, равный:

0,7 - для стыков панелей стен и для окон с тройными переплетами,

0,8 - для окон и балконных дверей с отдельными переплетами,

1,0 - для одинарных окон, окон и балконных дверей со спаренными переплетами и открытых проемов.

Расход теплоты  $Q_{\text{инф}}$ , Вт, для нагревания инфильтрующегося воздуха в помещениях жилых и общественных зданий при естественной вытяжной вентиляции, не компенсируемого подогретым приточным воздухом, следует принимать равным большей из величин, полученных по расчету по формулам (2.4) и (2.5) :

$$Q_{\text{инф}} = 0,28 \cdot Ln \cdot \rho \cdot c \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \cdot k, \quad (2.5)$$

где  $Ln$  - расход удаляемого воздуха, м<sup>3</sup>/ч, не компенсируемый подогретым приточным воздухом; для жилых зданий удельный нормативный расход принимается равным 3 м<sup>3</sup>/ч на 1 м<sup>2</sup> площади жилых помещений и кухни;

$\rho$  - плотность наружного воздуха, кг/м<sup>3</sup>.

Расход инфильтрирующегося воздуха в помещение  $G$  в кг/ч, через не плотности наружных ограждающих конструкций определяем по формуле (2.6):

$$G = 0,216 \cdot F \cdot P \frac{0,67}{R_u}, \quad (2.6)$$

где  $F$  – площадь ограждающей конструкции, м<sup>2</sup>;

$P$  - расчётная разность давлений воздуха, Па;

$R_u$  - сопротивление воздухопроницанию окон, (м<sup>2</sup>·ч)/кг.

Расчётная разность давлений воздуха, Па вычисляли по формуле (2.7):

$$P = (H_z - H) \cdot (Y_n - Y_b) + 0,5 \cdot \rho \cdot v^2 \cdot (c_n - c_a) \cdot k, \quad (2.7)$$

где  $H_z$  - высота здания м, от уровня земли до верха карниза, центра вытяжных отверстий фонаря или шахты;

$H$  - расчетная высота, м, от уровня земли до верха окон, балконных дверей, ворот, проемов или до оси горизонтальных и середины вертикальных стыков стеновых панелей;

$Y_n, Y_b$  - удельный вес, кг/м<sup>3</sup>, наружного воздуха и воздуха помещения;

$v$  - скорость ветра, м/сек,

$c_n, c_a$  - аэродинамические коэффициенты соответственно для наветренной и подветренной поверхностей ограждений здания,

$c_n = 0,8; c_a = -0,6;$

$k$  - коэффициент учета изменения скоростного давления ветра в зависимости от высоты здания

- для типа местности А:

$$k = 0,6935 \cdot H_z^{0,259} - 0,284648;$$

- для типа местности Б :

$$k = 0,18696 \cdot H_z^{0,4478} + 0,1227;$$

- для типа местности С :

$$k = 0,1444 \cdot H_z^{0,4798} - 0,0436.$$

При расчете теплотерь на инфильтрацию воздуха необходимо учитывать сопротивление воздухопроницанию окон и балконных дверей, а

также нормируемую поперечную воздухопроницаемость ограждающих конструкций. Расчет этих величин производим согласно с основными положениями изложенными в [4].

Сопротивление воздухопроницанию ограждающих конструкций, за исключением заполнений световых проемов (окон, балконных дверей и фонарей), зданий и сооружений  $R_u$  должно быть не менее нормируемого сопротивления воздухопроницанию  $R_u^{TP}$ ,  $(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})/\text{кг}$ , определяемого по формуле:

$$R_u^{TP} = \Delta p / G_H \quad (2.8)$$

где  $\Delta p$  - разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций, Па

$G_H$  - нормируемая поперечная воздухопроницаемость ограждающих конструкций,  $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$

Разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций  $\Delta p$ , Па, следует определять по формуле:

$$\Delta p = 0,55H(\gamma_H - \gamma_B) + 0,03\gamma_H v^2 \quad (2.9)$$

$H$  - высота здания (от уровня пола первого этажа до верха вытяжной шахты), м

$\gamma_H, \gamma_B$  - удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха,  $\text{Н}/\text{м}^3$ , определяемый по формуле

$$\gamma = 3463 / (273 + t) \quad (2.10)$$

$t$  - температура воздуха: внутреннего (для определения  $\gamma_B$ ) - принимается согласно оптимальным параметрам по [6], [2] и [7]; наружного (для определения  $\gamma_H$ ) - принимается равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по [3].

$v$  - максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, повторяемость которых составляет 16% и более, принимаемая по [3].

Сопротивление воздухопроницанию окон и балконных дверей жилых и общественных зданий, а также окон и фонарей производственных зданий  $R_u$

должно быть не менее нормируемого сопротивления воздухопроницанию  $R_u^{TP}$ , (м<sup>2</sup>·ч)/кг, определяемого по формуле

$$R_u^{TP} = (1/G_H) \cdot (\Delta p / \Delta p_0)^{2/3} \quad (2.11)$$

$\Delta p_0 = 10$  Па – разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях светопрозрачных ограждающих конструкций, при которой экспериментально определяется сопротивление воздухопроницанию конструкций выбранного типа  $R_u$

Сопротивление воздухопроницанию выбранного типа светопрозрачной конструкции  $R_u$ , (м<sup>2</sup>·ч)/кг, определяют по формуле

$$R_u = (1/G_c) \cdot (\Delta p / \Delta p_0)^n \quad (2.12)$$

где  $G_c$  – воздухопроницаемость светопрозрачной конструкции, кг/(м<sup>2</sup>·ч), при  $\Delta p_0 = 10$  Па, полученная в результате испытаний

$n$  – показатель режима фильтрации светопрозрачной конструкции, полученный в результате испытаний

Удельный вес наружного и внутреннего воздуха:

$$\gamma_B = \frac{3463}{273 + 18} = 11,2 \text{ Н/м}^3$$

$$\gamma_H = \frac{3463}{273 - 23} = 13,85 \text{ Н/м}^3$$

Разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций:

$$\Delta p = 0,55 \cdot 13,02(13,85 - 11,21) + 0,03 \cdot 13,85 \cdot 7,3^2 = 41,04 \text{ Па}$$

Нормируемого сопротивления воздухопроницанию окон и балконных дверей жилых и общественных зданий  $R_u^{TP}$ , (м<sup>2</sup>·ч)/кг:

$$R_u^{TP} = (1/6) \cdot (41,04/10)^{2/3} = 0,43 \text{ (м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па)/кг}$$

Сопротивление воздухопроницанию окон  $R_u$ , (м<sup>2</sup>·ч)/кг:

$$R_u = (1/4) \cdot (41,04/10)^{0,76} = 0,73 \text{ (м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па)/кг}$$

Фактические сопротивления воздухопроницанию окон и балконных дверей больше нормируемых значений сопротивления воздухопроницанию,



выбранные ограждающие конструкции удовлетворяют требованию по воздухопроницаемости.

Значение нормируемой поперечной воздухопроницаемости наружной стены определяем по таблице 9 [4].

Расчет теплопотерь производится с помощью программного комплекса RTI (ООО «Поток»), результаты расчета представлены в Приложении В. Суммарная тепловая нагрузка на систему отопления одного жилого дома составила 30990 Вт. Суммарная нагрузка на группу из 4-х домов составляет 123960 Вт.

## 2 Проектирование системы отопления

### 2.1 Описание системы отопления

Теплоснабжение группы жилых домов осуществляется от отдельностоящей котельной. Системы внутреннего теплоснабжения присоединены к тепловой сети по зависимой схеме через индивидуальный тепловой пункт, расположенный в обособленном помещении на 1 этаже каждого здания.

Поквартирный учет расхода теплоты осуществляется с помощью измерителя теплового потока радиатора «Индивид». Измеритель позволяет определить количество тепловой энергии, отданной отопительным прибором в нагреваемое помещение, путем измерения разности температур на поверхности отопительного прибора и воздуха в помещении.

Автоматическое регулирование теплоотдачи отопительных приборов производится с помощью термостатических клапанов VT.032 с жидкостной термостатической головкой VT.1500 фирмы Valtec. В проектируемом жилом доме принята однотрубная, вертикальная радиаторная система отопления с нижней разводкой. Теплоноситель – вода с температурным графиком 85/60°C. Каждый радиатор оснащен замыкающим участком.

Стояки и магистральные трубопроводы выполнены полипропиленовыми трубами армированными алюминием марки VTr.700.AL25 фирмы Valtec [8].

В качестве нагревательных приборов к установке приняты алюминиевые секционные радиаторы «RIFAR ALUM-500». Воздух из системы удаляется через автоматические воздухоотводчики, установленные на отопительных приборах последнего этажа. На магистральных трубопроводах предусмотрена тепловая изоляция из вспененного полиэтилена «Valtec супер протект».

На каждом стояке установлены отключающие устройства - латунные шаровые краны с переходами на полипропиленовую трубу, а также водоразборные краны со штуцером для осуществления дренажа стояка.

## 2.2 Гидравлический расчет системы отопления

Для определения экономически целесообразных диаметров трубопроводов, а также потерь давления в системе отопления производят гидравлический расчет. Его выполняют по аксонометрической схеме системы отопления. На схеме системы выявляют циркуляционное кольцо, делят на участки и наносят тепловые нагрузки. В циркуляционное кольцо могут быть включены один (двухтрубная система) или несколько (однотрубная система) отопительных приборов.

Участком называют трубопровод с одним и тем же расходом теплоносителя. Последовательно соединенные участки, образующие замкнутый контур циркуляции воды через теплогенератор (теплообменник), составляют циркуляционное кольцо системы.

Гидравлический расчет производится методом динамических давлений с переменным перепадом температур, по методике, изложенной в [5].

Тепловая нагрузка участка  $Q_{уч}$  состоит из тепловых нагрузок приборов, обслуживаемых протекающей по участку водой.

$$Q_{уч} = \Sigma Q_{пр} \quad (3.1)$$

Для участка подающего трубопровода тепловая нагрузка выражает запас теплоты в протекающей горячей воде, предназначенной для последующей теплопередачи в помещения. Для участка обратного трубопровода - потери теплоты протекающей охлажденной водой при теплопередаче в помещения. Тепловая нагрузка участка предназначена для определения расхода воды на участке в процессе гидравлического расчета.

Расход воды на стояке  $G_{ст}$  при расчетной разности температуры воды в системе  $t_r - t_o$  определяем по формуле (3.2):

$$G = \frac{0,86 \cdot Q_{ст}}{\Delta t}, \quad (3.2)$$

где  $Q_{cm}$  – тепловая нагрузка на стояк, Вт;

$\Delta t$  - температурный перепад между подающей и обратной магистралями, °С.

Потерю давления на участке определяем по формуле (3.3):

$$P_{уч} = \left( \frac{\lambda}{d} \cdot l + \Sigma \zeta \right) \cdot P_d, \quad (3.3)$$

где  $\frac{\lambda}{d}$  - приведенный коэффициент трения на 1 м трубы данного диаметра (определяем по табл III.63 [5]);

$l$  - длина трубопровода на участке, м;

$\Sigma \zeta$  - сумма коэффициентов местных сопротивлений на участке;

$P_d$  - динамическое давление, Па.

Температурный перепад должен находиться в заданных границах  $\Delta t = +16^\circ\text{C} \div +32^\circ\text{C}$ .

Первоначально диаметр стояка принимаем приближенно, руководствуясь следующим правилом: для самого удаленного стояка и самого нагруженного принимается диаметр  $d = 20\text{-}25$  мм, а для самого ближнего и менее нагруженного диаметр  $d = 15$  мм. Исходя из тепловых нагрузок, задаются диаметрами остальных участков.

На первом участке, зная расход и диаметр, находим динамическое давление и определяем давление на участке.

Так как второй участок гидравлически параллелен первому, то потери давления второго стояка равна потерям давления первого стояка, то есть

$$P_{уч1} = P_{уч2}.$$

Из формулы (3.3) определяем значение динамического давления:

$$P_d = \frac{P_{уч}}{\frac{\lambda}{d} \cdot l + \Sigma \zeta} \quad (3.4)$$

В зависимости от значения диаметра и динамического давления определяем расход по таблице III.64 [5] после чего определяем температурный перепад (3.5):

$$\Delta t = \frac{0,86 \cdot Q_{уч}}{G} \quad (3.5)$$

Дальнейший участок трубопровода рассчитывается следующим образом: зная диаметр и сумму расходов первого и второго стояка находим потери давления. Третий стояк рассчитывается аналогично второму и так далее.

В случае если температурный перепад превышает указанный диапазон, изменяем диаметр стояков и магистральных трубопроводов в большую или меньшую сторону.

Гидравлический расчет трубопроводов системы отопления приведен в Приложении Г.

В результате расчета были подобраны диаметры трубопроводов и определена потеря давления в системе отопления, которая составила 3,3 кПа.

### 2.3 Тепловой расчет отопительных приборов

Расчет отопительных приборов ведется в соответствии с положениями, изложенными в [9].

Тепловой поток радиатора  $Q$ , Вт определяется по формуле (3.6):

$$Q = Q_{\text{н}} \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot p \cdot \beta_3, \quad (3.6)$$

где  $Q_{\text{н}}$  – номинальный тепловой поток радиатора, Вт, при нормальных условиях, равный произведению номинального теплового потока, приходящегося на одну секцию  $q_{\text{н}}$  ( $q_{\text{н}} = 204$  Вт), на количество секций в приборе  $N$ , шт (при количестве секций в приборе от 4 до 14 шт);

$\varphi_1$  - безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается изменение теплового потока отопительных приборов при отличии расчетного температурного напора от нормального, определяется по формуле (3.7):

$$\varphi_1 = \left(\frac{\theta}{70}\right)^{1+n}, \quad (3.7)$$

где  $\theta$  – фактический температурный напор, °С, определяемый по формуле (3.8):

$$\theta = \frac{t_{\text{н}} + t_{\text{к}}}{2} - t_{\text{п}}, \quad (3.8)$$

где  $t_n$  и  $t_k$  – соответственно начальная и конечная температуры теплоносителя (на входе и на выходе) в отопительном приборе, °С ;

$t_n$  – температура воздуха в отапливаемом помещении, °С ;

70 - нормированный температурный напор, °С ;

$n$  – эмпирический показатель степени при относительном температурном напоре, принимается в зависимости от схемы движения теплоносителя ( для схемы сверху-вниз  $n = 0,33$ );

$\varphi_2$  - безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается изменение теплового потока отопительных приборов при отличии расчетного массового расхода теплоносителя через прибор от нормального, определяется по формуле (3.9):

$$\varphi_2 = \left(\frac{M_{np}}{0,1}\right)^m, \quad (3.9)$$

где  $M_{np}$  – фактический массовый расход теплоносителя через отопительный прибор, кг/с (принимается в размере 35% от расхода через стояк);

0,1 – нормированный массовый расход теплоносителя через отопительный прибор, кг/с;

$m$  – эмпирический показатель степени при относительном расходе теплоносителя, принимается в зависимости от схемы движения теплоносителя ( для схемы сверху-вниз  $m = 0,02$ );

$b$  – безразмерный поправочный коэффициент на расчетное атмосферное давление ( $b = 0,998$ );

$p$  - безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается специфика зависимости теплового потока и коэффициента теплопередачи радиатора от числа секций в нем ( $p = 1$ );

$\beta_3$  - безразмерный поправочный коэффициент, характеризующий зависимость теплопередачи радиатора от количества секций в нем ( принимается по таблице 3.1)

Таблица 3.1 – Значения коэффициента  $\beta_3$

Значения $\beta_3$ при количестве секций в радиаторе						
3	4	5	6	7-8	9-12	13 и более
1,04	1,02	1	0,99	0,98	0,97	0,96

В результате расчета были определены количество секций отопительных приборов. Тепловой расчет приведен в Приложении Д.

## 2.4 Компенсация тепловых удлинений полипропиленового трубопровода

Область применения полипропиленовых труб весьма обширна. Они предназначены для систем холодного и горячего водоснабжения, а также для систем отопления с температурой рабочей среды до 95°C и давлением до 9 бар [8]. В последнее время они все чаще приходят на замену традиционным стальным трубам из-за следующих преимуществ:

- легкие и прочные по сравнению со стальными;
- устойчивы к химической и электрической коррозии;
- они не разрываются при замерзании воды;

К недостаткам полипропиленовых труб относятся:

- тепловые удлинения;
- разрушаются под действием ультрафиолета;
- низкая огнестойкость.

Расчет тепловых удлинений и компенсаторов можно производить в соответствии с изложенным в [10], однако не менее важной задачей проектировщика является грамотная прокладка трубопроводов, расстановка компенсаторов, учет отводов и других гнутых элементов трубопроводов (самокомпенсацию).

Температурные удлинения определяют по формуле (3.10):

$$\Delta L = \beta_l \cdot L \cdot \Delta t , \quad (3.10)$$

где  $\Delta L$  - температурные удлинения, мм;

$\beta_l$  – коэффициент линейного расширения материала трубы, мм/м;

$L$  – длина трубопровода, м;

$\Delta t$  - расчетная разность температур (между температурой монтажа и эксплуатации), °С.

Величину коэффициента линейного расширения можно определить по техническому паспорту трубы. Она зависит от материала, из которого выполнено изделие. Так, например, коэффициент линейного расширения полипропиленовой трубы, армированной алюминием фирмы Valtec  $\beta_l = 0,31$  мм/м [8], фирмы Kalde -  $\beta_l = 0,3$  мм/м [23], фирмы Ekorplastik  $\beta_l = 0,25$  мм/м [22]. Коэффициент линейного расширения стали составляет 0,011 мм/м.

Так, для одного метра трубы, при одинаковых значениях расчетных разностей температур ( $\Delta t = 65^\circ\text{C}$ ) температурное удлинение полипропиленовой трубы  $\Delta L = 19,5$  мм, а стальной  $\Delta L = 0,715$  мм. Из примера видно, что полипропиленовые трубы удлиняются значительно сильнее, чем стальные.

Если в монтажной схеме не предусматриваются компенсирующие устройства, может произойти деформация трубы. В случае если она закреплена неподвижными опорами, произойдет разрыв, и изгиб, если труба закреплена подвижными опорами.

Согласно требованиям, изложенным в [10] при проектировании вертикальных трубопроводов опоры необходимо устанавливать не реже, чем через 1000 мм для труб диаметром до 32 мм и 1500 мм для труб с диаметром свыше 32 мм.

Различают неподвижные и скользящие опоры (рисунок 1). Скользящая опора представляет собой хомут, который позволяет трубе перемещаться в осевом направлении. Неподвижная опора предотвращает сдвиг и перемещение трубы. Она выполняется путем установки двух муфт рядом с хомутом.

Применяют компенсаторы следующих типов:

Г-образный (рисунок 3.1);



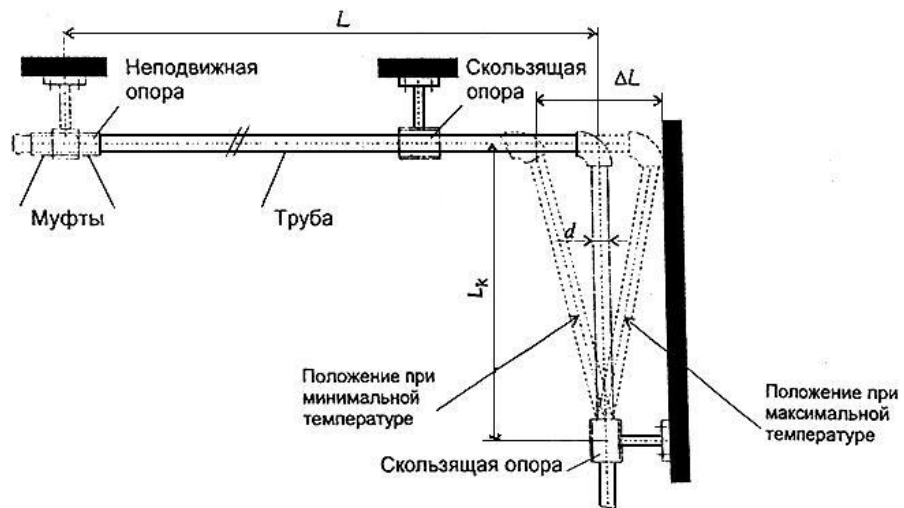


Рисунок 3.1 – Г-образный элемент трубопровода

- П-образный (рисунок 3.2);

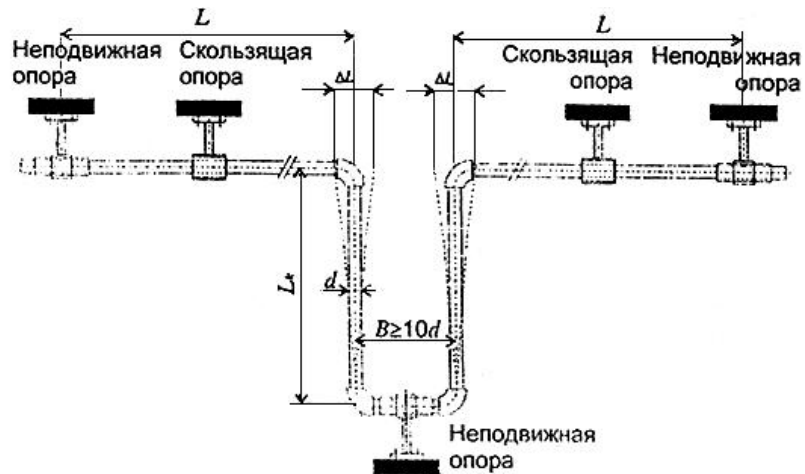


Рисунок 3.2 – П-образный компенсатор

- петлеобразный (рисунок 3.3).

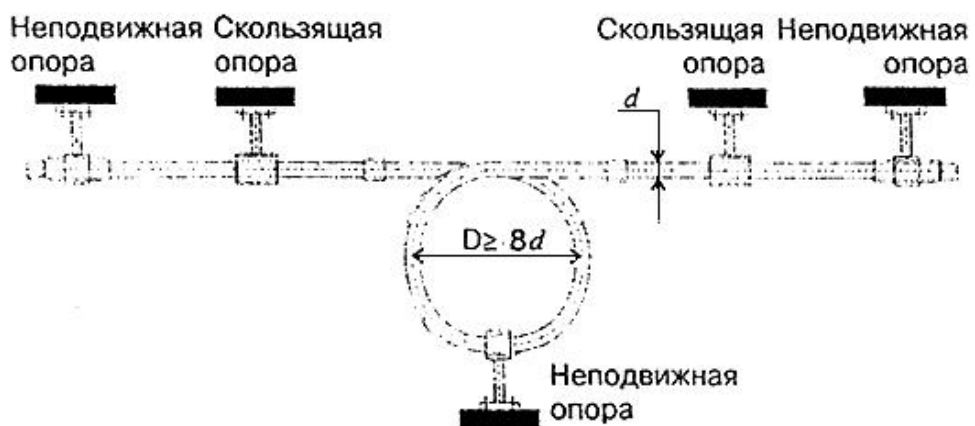


Рисунок 3.3 – Петлеобразный компенсатор

Из-за того, что петлеобразные компенсаторы неудобны в монтаже, чаще применяют Г-образные и П-образные компенсаторы.

Компенсирующую способность Г-образного и П-образного компенсаторов определяют по формуле (3.11):

$$L_k = 25 \cdot \sqrt{d \cdot \Delta L}, \quad (3.11)$$

где  $d$  - наружный диаметр трубы, мм;

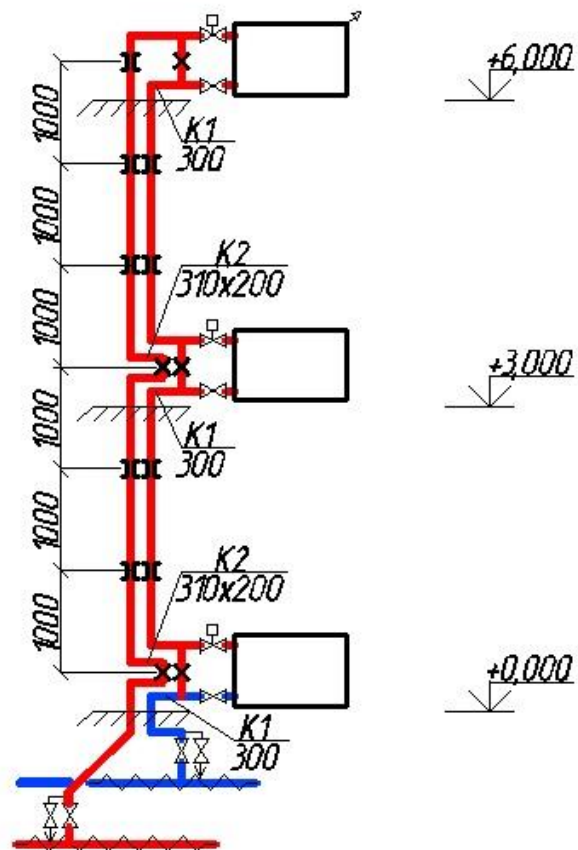
$\Delta L$  - температурные изменения длины трубы, мм.

Компенсаторы, как правило, устанавливаю между неподвижными опорами.

При конструировании трубопроводов рекомендуется руководствоваться следующим алгоритмом:

- 1) предварительно расположить на схеме опоры, учитывая самокомпенсацию (гнутые элементы, отводы и пр.) трубопровода;
- 2) произвести расчет компенсирующей способности трубопровода между неподвижными опорами;
- 3) расположить подвижные опоры и указать расстояния между ними.

С учетом всего вышеизложенного была разработана монтажная схема трубопровода системы отопления (рисунок 3.4). Достоинство данной схемы заключается в том, что компенсаторы располагаются рядом с замыкающими участками. Также в данной схеме была учтена самокомпенсация в местах изгиба трубопровода на подводке к отопительному прибору, при этом длина подводящего участка должна составлять не менее 300 мм. По результатам расчета были определены размеры П-образных компенсаторов (310x200 мм).



- K1* – компенсатор Г-образный
- K2* – компенсатор П-образный
- x* – опора неподвижная
- II* – опора скользящая

Рисунок 3.4 – Схема трубопровода системы отопления

## 3 Проектирование системы горячего водоснабжения

### 3.1 Описание системы ГВС

В проектируемом здании предусмотрена централизованная система горячего водоснабжения с закрытым водоразбором с приготовлением горячей воды в теплообменнике. Для того чтобы в периоды отсутствия водоразбора поддерживать температуру воды не ниже 60 °С, предусмотрена система циркуляции горячей воды. К циркуляционным трубопроводам подключены полотенцесушители, установленные в ванных комнатах для поддержания в них заданной температуры воздуха согласно [1] и [7].

Трубопроводы системы горячего водоснабжения выполнены из полипропиленовых труб армированных алюминием марки VTr.700.AL25 фирмы Valtec [8]. Для защиты труб от потерь тепла производится изоляция из вспененного полиэтилена «Valtec супер протект».

Прокладка разводящей сети горячего водоснабжения предусмотрена в подвале. В верхних точках трубопроводов устанавливаются автоматические воздухоотводчики. На каждом стояке устанавливаются отключающие устройства - латунные шаровые краны с переходами на полипропиленовую трубу, а также водоразборные краны со штуцером для осуществления дренажа стояка.

На подводках к водоразборным приборам устанавливаются краны шаровые с полусгоном Valtec VT.227.N.04, фильтр механической очистки косой Valtec VT.192.N.04 , а также счетчик горячей воды VLF-R-Universal фирмы Valtec.

### 3.2 Определение тепловой нагрузки на горячее водоснабжение

Вероятность использования санитарно-технических приборов  $P_{hr}$  для системы горячего водоснабжения следует определять по формуле (4.1):

$$P_{hr} = \frac{3600 \cdot P \cdot q_0}{q_{0,u}}, \quad (4.1)$$

где  $q_{0,u}$  — часовой расход воды в прибором, ( $q_{0,u}=60$  л/ч):

$$P_{hr} = \frac{3600 \cdot P \cdot q_0}{q_{0,u}} = \frac{3600 \cdot 0,0066 \cdot 0,14}{60} = 0,055$$

Максимальный часовой расход воды  $q_{hr}$  м<sup>3</sup>/ч, следует определять по формуле (4.2):

$$q_{hr} = 0,005 \cdot q_{0,u} \cdot \alpha_{hr} , \quad (4.2)$$

где  $\alpha_{hr}$  — коэффициент, определяемый в зависимости от общего числа приборов  $N$ , обслуживаемых проектируемой системой, и вероятности их использования  $P_{hr}$ , вычисляемой согласно [11].

$$q_{hr} = 0,005 \cdot 60 \cdot 0,9 = 0,272 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Средний часовой расход воды  $q_m$  м<sup>3</sup>/ч, за период (сутки, смена) максимального водопотребления  $T$ , ч, определяют по формуле (4.3):

$$q_T = \frac{\sum q_u \cdot U}{1000 \cdot T} , \quad (4.3)$$

где  $q_u$  — норма расхода горячей воды в сутки, следует определять по приложению 1 [11].

$$q_T = \frac{7 \cdot 27}{1000 \cdot 24} = 0,01 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

При проектировании непосредственного водоразбора из трубопроводов тепловой сети на нужды горячего водоснабжения среднюю температуру горячей воды в водоразборных стояках следует поддерживать равной 60 °С, а нормы расхода горячей воды принимать согласно приложению 1 [11] с коэффициентом 0,85, при этом общее количество потребляемой воды не изменять.

Тепловую нагрузку на горячее водоснабжение, кВт, определяем по формуле (4.4):

$$Q = q_{hr} \cdot (t^h - t^c) \cdot 0,86 , \quad (4.4)$$

где  $t^h$  - температура горячей воды ( $t^h = 60$  °С);

$t^c$  - температура холодной воды ( $t^c = 5$  °С).

$$Q = 0,272 \cdot (60 - 5) \cdot 0,86 = 12,87 \text{ кВт} .$$

### 3.3 Определение расчетных расходов воды на ГВС

Максимальный секундный расход воды на расчетном участке сети  $q$  л/с, следует определять по формуле (4.5):

$$q = 5 \cdot q_0 \cdot \alpha, \quad (4.5)$$

где  $q_0$  — секундный расход воды прибором, следует определять по приложению 1 [11];

$\alpha$  — коэффициент, определяемый согласно приложению 2 [11] в зависимости от общего числа приборов  $N$  на расчетном участке сети и вероятности их действия  $P$ , вычисляемой согласно формуле (4.6):

$$P = \frac{q_{hr,u} \cdot U}{q_0 \cdot N \cdot 3600}, \quad (4.6)$$

где  $q_{hr,u}$  — норма расхода горячей воды в час наибольшего водопотребления (принимается равным  $q_{hr,u}=10$  л/ч);

$q_0$  — секундный расход воды прибором, л/с, следует определять по приложению 1 [11];

$U$  - количество водопотребителей, чел;

$N$  - количество водоразборных приборов, шт.

Определение расчетных расходов воды на ГВС приведены в Приложении Е.

### 3.4 Гидравлический расчет подающих и циркуляционных трубопроводов системы горячего водоснабжения

Гидравлический расчет систем горячего водоснабжения с циркуляцией следует производить для двух режимов подачи воды (водоразбора и циркуляции):

а) определение расчетных секундных расходов, подбор диаметров подающих трубопроводов и определение потерь давления по подающим трубопроводам в режиме водоразбора;

б) подбор диаметров циркуляционных трубопроводов, определение требуемого циркуляционного секундного расхода и увязка потерь давления по отдельным кольцам сетей горячего водоснабжения в режиме циркуляции.

Гидравлический расчет систем горячего водоснабжения следует производить на расчетный расход горячей воды  $q^{h,cir}$  с учетом циркуляционного расхода, л/с, определяемого по формуле (4.7):

$$G_{цирк} = \beta \cdot \frac{Q_{тп}}{4,2 \cdot \Delta t}, \quad (4.7)$$

где  $\beta$  — коэффициент разрегулировки циркуляции;

$Q_{тп}$  — теплотери трубопроводами горячего водоснабжения, кВт;

$\Delta t$  — разность температур в подающих трубопроводах системы от водонагревателя до наиболее удаленной водоразборной точки, °С.

Для систем, в которых предусмотрена циркуляция воды по водоразборным стоякам с переменным сопротивлением циркуляционных стояков принимаем  $\beta=1$  и  $\Delta t=10^\circ\text{C}$ .

Потери напора на участках трубопроводов систем горячего водоснабжения с учетом зарастания труб, м, следует определять по формуле (4.8):

$$H = i \cdot l \cdot (1 + k_l), \quad (4.8)$$

где  $i$  — удельные потери напора, принимаемые согласно рекомендуемому приложению 4 [11];

$l$  — длина участка, м;

$k_l$  — коэффициент, учитывающий потери напора в местных сопротивлениях, значения которого следует принимать:

0,2 — для подающих и циркуляционных распределительных трубопроводов;

0,5 — для трубопроводов в пределах тепловых пунктов, а также для трубопроводов водоразборных стояков с полотенцесушителями;

0,1 — для трубопроводов водоразборных стояков без полотенцесушителей и циркуляционных стояков.

Скорость движения воды в трубопроводах внутренних систем горячего водоснабжения не должна превышать 3 м/с для стальных труб, 1,5 м/с – для полимерных.

Потери напора в подающих и циркуляционных трубопроводах от водонагревателя до наиболее удаленных водоразборных или циркуляционных стояков каждой ветви системы не должны отличаться для разных ветвей более чем на 15 %.

При невозможности увязки давлений в сети трубопроводов систем горячего водоснабжения путем соответствующего подбора диаметров труб следует предусматривать установку регуляторов температуры или диафрагм на циркуляционном трубопроводе системы.

Гидравлический расчет подающих трубопроводов системы ГВС представлен в Приложении Ж. По результатам расчета потеря давления в подающих трубопроводах составила 3,23 м.

Гидравлический расчет циркуляционных трубопроводов приведен в Приложении К. По результатам расчета потеря давления в циркуляционных трубопроводах составила 0,89 м.

### 3.5 Определение тепловых потерь трубопроводов ГВС

Тепловые потери в подающих трубопроводах системы горячего водоснабжения определяются суммированием тепловых потерь по участкам трубопроводов разводящей сети и водоразборных стояков с учетом теплоотдачи полотенцесушителей:

$$Q^{ht} = \sum Q_i, \text{ кВт} \quad (4.9)$$

Потери теплоты на каждом расчетном участке, Вт, определяем по формуле (4.10):

$$Q_i = k \cdot \pi \cdot d \cdot l \cdot (t_{cp} - t_o) \cdot (1 + \eta_{из}), \quad (4.10)$$

где  $d$  – наружный диаметр участка трубопровода, м;

$l$  – длина расчетного участка трубопровода, м;



$k$  – коэффициент теплопередачи неизолированного теплопровода,  
( $k=11,6 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ );

$t_{cp}$  – средняя температура горячей воды в системе,  $t_{cp} = \frac{60+50}{2} = 55 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

$t_o$  – температура окружающей среды,  $^\circ\text{C}$  принимается в зависимости от места прокладки трубопровода;

$\eta_{из}$  – КПД тепловой изоляции (принимается  $\eta_{из}=0,6$ ).

Определение тепловых потерь приведен в Приложении И.

## **4 Проектирование индивидуального теплового пункта**

Индивидуальный тепловой пункт (ИТП) – комплекс устройств, расположенный в обособленном помещении, состоящий из элементов, обеспечивающих присоединение системы отопления и горячего водоснабжения к централизованной тепловой сети. По подающему трубопроводу осуществляется подача теплоносителя в здание. С помощью обратного трубопровода в котельную попадает уже охлаждённый теплоноситель из системы.

Средства автоматизации и контроля ИТП должны обеспечивать работу тепловых пунктов без постоянного обслуживающего персонала. Автоматизация тепловых пунктов зданий должна обеспечивать:

- регулирование подачи теплоты в системы отопления здания в зависимости от изменения параметров наружного воздуха с целью поддержания заданной температуры воздуха в отапливаемых помещениях;
- поддержание требуемого перепада давления воды в подающем и обратном трубопроводах тепловых сетей на вводе в ИТП при превышении фактического перепада давлений над требуемым;
- поддержание заданной температуры воды, поступающей в систему горячего водоснабжения здания;
- минимальное заданное давление в обратном трубопроводе системы отопления при возможном его снижении;
- защиту систем потребления теплоты от повышения давления или температуры воды в трубопроводах этих систем при возможности превышения допустимых параметров;
- поддержание заданного давления воды в системе горячего водоснабжения;
- блокировку включения резервного насоса при отключении рабочего, защиту системы отопления от опорожнения, прекращение подачи воды;

Для учета расхода тепловых потоков и расхода воды потребителями должны предусматриваться приборы учета тепловой энергии в соответствии с [12].

#### **4.1 Описание схемы индивидуального теплового пункта**

Система отопления присоединяется к тепловой сети по зависимой схеме через индивидуальный тепловой пункт.

Система горячего водоснабжения присоединяется к тепловой сети по закрытой схеме через теплообменник.

Принципиальная схема ИТП представлена на рисунке 5.1. Рассмотрим функциональность основного оборудования [20].

**1 – отключающая арматура.** На вводах в тепловые пункты должна предусматриваться стальная запорная арматура. В проекте предусмотрены краны шаровые Valtec BASE.

**2 – фильтр.** По требованиям эксплуатации большинства автоматического оборудования необходимо применять качественный теплоноситель. С такой задачей не справляются традиционные грязевики гравитационного осаждения твердых частичек. Поэтому устанавливают сетчатый фильтр. Применение фильтров со встроенными спускными краниками упрощает их прочистку – без изъятия сетки и опорожнения обслуживаемых узлов и участков в нижних точках, как, например, возле насос.

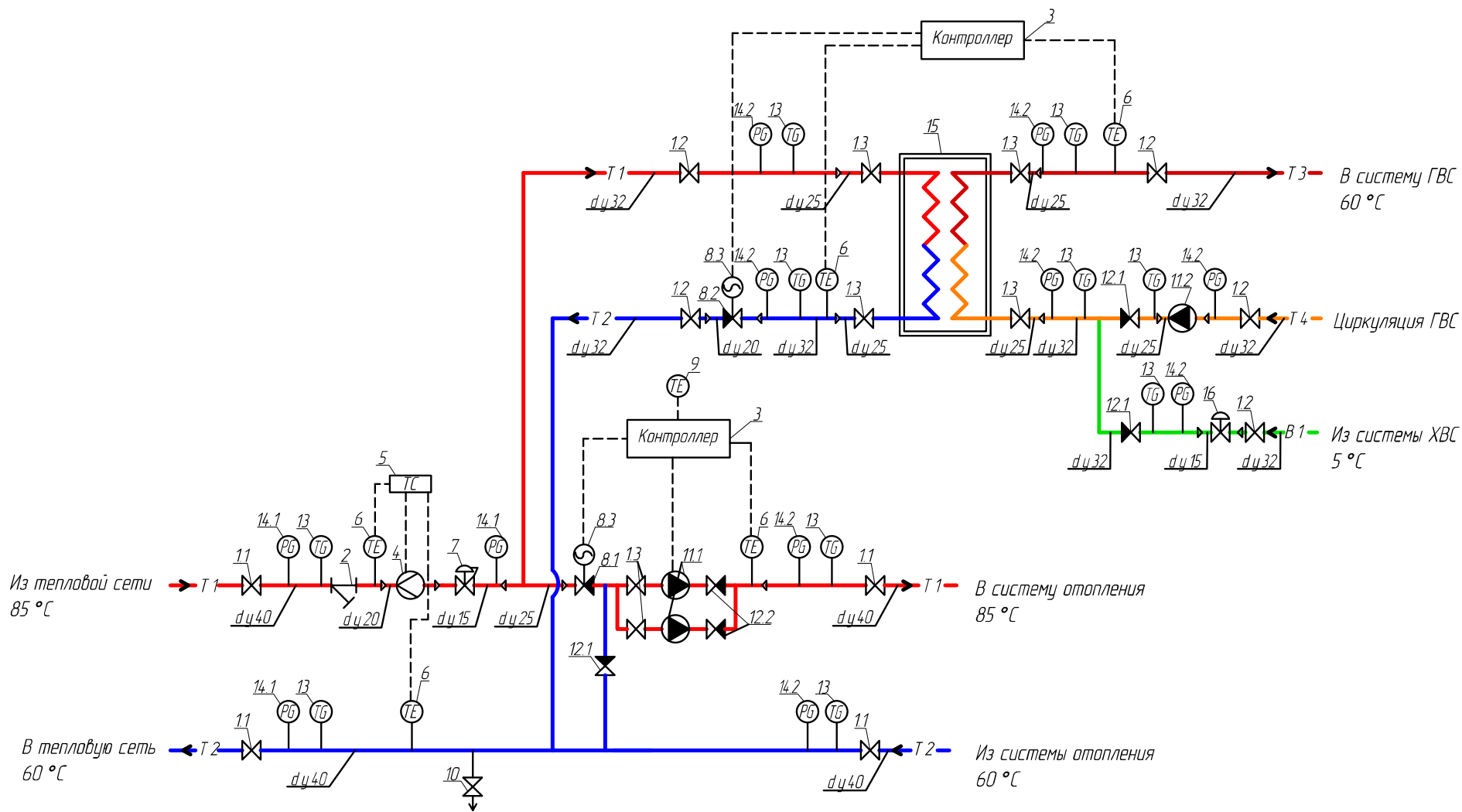


Рисунок 4.1 – Принципиальная схема ИТП

Для определения необходимости прочистки фильтра по перепаду давления, на трубопроводах устанавливаются штуцеры, отбирающие импульс давления и передающие их через трубки к манометру.

Место установки фильтра указано в [2] – на подводящем трубопроводе при вводе в тепловой пункт. Однако при заполнении системы, осуществляемом с обратной магистрали теплосети, защита от попадания загрязнения в оборудование отсутствует. Поэтому и возникает целесообразность размещения всего оборудования, в том числе и насосов, на подающем трубопроводе. Тогда фильтр **3** вполне справляется с очисткой теплоносителя при заполнении системы.

К установке принимаем фильтр сетчатый типа FVR (dy 40) марки Danfoss. По номограмме [13] определили потерю давления на фильтре, которая составила 0,005 бар.

**3 – контроллер** - это свободно программируемое устройство, обеспечивающее контроль параметров и управление различным технологическим оборудованием. С помощью контроллера осуществляется регулирование температуры в системах отопления и ГВС. Контроллер управляет температурой теплоносителя на входе в систему отопления по датчику температуры **6**. Регулирование осуществляется по запрограммированному температурному графику путем сопоставления с показаниями температуры наружного воздуха  $t_{ext}$  от датчика температуры наружного воздуха **9**.

Кроме регулирования системы в отопительный период, электронный регулятор предотвращает залипание вала насоса **11** в неотопительный период, периодически включая их на короткий промежуток времени (один раз в трое суток на одну минуту).

В проекте принят контроллер ОВЕН ТРМ 32.

**4 – расходомер.** Место установки расходомера зависит от требований производителя и требований теплоснабжающей организации. Так, например, ультразвуковой расходомер нечувствителен к загрязнениям

теплоносителя и по указаниям производителя может быть установлен как на подающем, так и на обратном трубопроводе. В нашем принимаем ультразвуковой расходомер КАРАТ-520-20 (dy 20), установленный на подающем трубопроводе. Потеря давления на расходомере составляет 0,011 бар [14].

**5 – тепловычислитель.** Рассчитывает потребление тепловой энергии, основываясь на измеренном расходе расходомером **4** и разности температур от термопреобразователей сопротивления **6**, установленных на подающем и обратном трубопроводах.

К установке принимаем тепловычислитель Эльф-01.

**6 – термопреобразователь сопротивления.** Представляет собой датчик температуры, обеспечивающий изменение сопротивления платиновых проводников пропорционально температуре теплоносителя.

В качестве датчика температуры используется термопреобразователь сопротивления ВЗЛЕТ ТПС Pt100.

**7 – регулятор давления.** Предназначен для защиты системы отопления от возможного превышения избыточного давления над рабочим давлением. При выборе регулятора руководствуемся [15].

При подборе необходимо найти коэффициент пропускной способности клапана, м<sup>3</sup>/ч (формула 4.1).

$$K_{vs} = \frac{G}{\sqrt{\Delta P_{avd}}}, \quad (4.1)$$

где  $G$  – массовый расход теплоносителя, проходящего через прибор, кг/ч;

$\Delta P_{avd}$  - потеря давления, бар, определяется по [15].

$$K_{vs} = \frac{1,43}{\sqrt{\Delta 1,5}} = 1,17 \text{ м}^3/\text{ч},$$

Принимаем регулятор давления «после себя» Danfoss AVD (dy 15),  $K_{vs}=4 \text{ м}^3/\text{ч}$ , интервал настройки регулятора 1-5 бар.

**8 – клапан регулятора теплового потока.** Изменяет подачу теплоносителя из теплосети для подмешивания с охлажденным

теплоносителем из обратного трубопровода, обеспечивая требуемую температуру теплоносителя на входе в систему отопления. Клапан регулируется электроприводом (активатор), который управляется контроллером **3**.

К установке принимаем Клапан регулирующий седельный проходной VS2 Danfoss (dy 25) для системы отопления и Клапан регулирующий седельный проходной VS2 Danfoss (dy 20) для системы горячего водоснабжения. Потеря давления на клапанах составляет 0,05 бар.

В качестве электропривода используем Danfoss AMV 150.

**9 – датчик температуры наружного воздуха.** Представляет собой термометр сопротивления, обеспечивающий изменение сопротивления пропорционально температуре наружного воздуха. Устанавливают на наружной стене здания с северной стороны, не допуская воздействия теплового потока от окон, дверей и т.д.

В проекте принят датчик температуры ОВЕН ДТС 125Л.

**10 – спускной (дренажный) кран.** Предназначены для опорожнения системы отопления. Применяют также для подключения компрессоров при промывке системы отопления, а в небольших системах – для гидравлического испытания.

К установке принимаем краны водоразборные со съёмным штуцером VT.051.N фирмы Valtec.

**11 – насосная группа.** Осуществляет циркуляцию теплоносителя в системе отопления. Насос системы отопления устанавливается на подающем трубопроводе. Насос системы горячего водоснабжения – на циркуляционном трубопроводе.

**11.1 – насос системы отопления.** При подборе насоса для системы отопления руководствуются положениями изложенными в [16].

Системы отопления зданий следует присоединять к тепловым сетям через смесительные насосы при необходимости снижения температуры воды в системе отопления, а также при осуществлении автоматического

регулирования системы. При этом смесительные насосы для систем отопления устанавливаются на подающем трубопроводе после узла смешения при располагаемом напоре перед узлом смешения, недостаточном для преодоления гидравлического сопротивления. Для подбора смесительного насоса напор принимают равным на 2-3 м вод. ст. больше, чем потери в системе отопления, а подачу насоса, кг/ч определяем из гидравлического расчета системы отопления.

Таким образом, подача насоса составляет  $G=1154,19$  кг/ч.

Расчетный напор принимаем равный  $h=3,3$  м вод. ст.

К установке принимаем насос циркуляционный VRS 25/6-130 фирмы Valtec.

**11.2 – насос системы ГВС.** При подборе циркуляционного насоса ГВС необходимо руководствоваться положениями изложенными в [17].

Для обеспечения требуемого давления в системе горячего водоснабжения при выборе циркуляционно-подкачивающих насосов следует принимать:

- подачу насоса, м<sup>3</sup>/ч – по сумме максимального часового водоразбора горячей воды плюс 40% от расчетного расхода в циркуляционном трубопроводе (формула 4.3);
- напор, м – по сумме потерь давления в водонагревателе горячего водоснабжения и трубопроводах циркуляционного кольца при расчетном циркуляционном расходе воды (формула 4.4).

$$Q = q_{max}^{hr} + 0,4 \cdot q^{cir,r}, \quad (4.3)$$

где  $q_{max}^{hr}$  - максимальный часовой водоразбор горячей воды, м<sup>3</sup>/ч;

$q^{cir,r}$  - расчетный расход в циркуляционном трубопроводе, м<sup>3</sup>/ч.

$$Q = 0,273 + 0,4 \cdot 0,215 = 0,355 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$h = \Delta h_{то} + h_{цирк}, \quad (4.4)$$

где  $\Delta h_{то}$  - потеря давления в водонагревателе горячего водоснабжения, м;



$h_{\text{цирк}}$  – потеря давления в трубопроводах циркуляционного кольца при расчетном циркуляционном расходе воды, м.

$$h = 0,01 + 0,89 = 0,9\text{м.}$$

К установке принимаем насос циркуляционный для ГВС VSB.004.15 фирмы Valtec.

**12 – обратный клапан.** Предотвращает перетекание теплоносителя из подающего трубопровода теплосети в обратный.

Принимаем к установке клапан обратный муфтовый латунный с внутренней резьбой типа NRV EF (du 40 – для системы отопления, du 32 – для системы горячего и холодного водоснабжения) фирмы Danfoss.

**13 – термометр.** Термометр радиальный биметаллический предназначен для измерения температуры жидкостей в системах отопления и горячего водоснабжения. Принцип действия термометров БТ основан на зависимости деформации чувствительного элемента от измеряемой температуры. В качестве чувствительного элемента используется биметаллическая пружина. Биметаллическая пружина изготавливается из двух прочно соединенных металлических пластин, имеющих различные температурные коэффициенты линейного расширения. При изменении температуры пружина изгибается и вращает стрелку термометра. Один конец пружины закреплен внутри штока, а к другому присоединяется ось стрелки.

Принимаем термометр Росма БТ-32,211 с интервалом измеряемых температур 0-100 °С.

**14 – манометр.** Манометр стандартный используется для измерения избыточного, вакуумметрического давления жидкостей температурой до 150 °С. Корпус манометров в стандартном исполнении выполнен из стали, механизм — из латунного сплава. Принцип действия манометров основан на зависимости деформации чувствительного элемента от измеряемого давления. В качестве чувствительного элемента используется трубка Бурдона. Под воздействием измеряемого давления свободный конец трубки

перемещается и с помощью специального механизма вращает стрелку манометра.

Принимаем манометр Росма ТМ-310 с интервалом измеряемых величин 0-0,6 МПа и 0-1,0 МПа на вводе в тепловой пункт.

**15 – теплообменник ГВС.** Передача тепла в пластинчатых теплообменниках осуществляется от горячего теплоносителя к холодной (нагреваемой) среде через стальные гофрированные пластины, которые установлены в раму и стянуты в пакет. Жидкости в пластинчатом теплообменнике движутся навстречу друг другу (в противотоке). В местах их возможного перетекания находится либо стальная пластина, либо двойное резиновое уплотнение, что исключает смешение жидкостей внутри теплообменника.

К установке принимаем пластинчатый теплообменник Ридан XGF 025.

Подбор теплообменника представлен в Приложении Л.

**16 – редуктор давления ХВС.**

Редуктор давления предназначен для регулируемого снижения давления воды в системе холодного водоснабжения. Устройство поддерживает на выходе давление, не превышающее настроенное, для того чтобы защитить систему от скачков давления в сети.

В проекте предусмотрен редуктор давления поршневой Valtec Vt086.N04.

## 5 Разработка тепловой схемы котельной

Разработана тепловая схема котельной. Котельная предназначена для отопления и горячего водоснабжения группы жилых домов ЖСК «Остров». В соответствии с [24] расчетная производительность котельной определяется суммой расходов тепла на отопление и вентиляцию при максимальном режиме (максимальные тепловые нагрузки) и тепловых нагрузок на горячее водоснабжение при среднем режиме и расчетных нагрузок на технологические цели при среднем режиме (формула 5.1). Технологическая нагрузка отсутствует.

$$Q = (Q_{o,max} + Q_{h,max}) \cdot 4, \quad (5.1)$$

где  $Q$  - присоединенная нагрузка котельной, Вт;

$Q_{o,max}$  – максимальная нагрузка на систему отопления, Вт;

$Q_{h,max}$  - максимальная нагрузка на систему горячего водоснабжения, МВт;

4 – количество потребителей.

$$Q = (0,031 + 0,013) \cdot 4 = 176000 \text{ Вт.}$$

В котельной предусмотрена установка двух газовых котлов Buderus Logano GE 434-200, мощностью 0,2 МВт каждый, один котел является рабочими, один – резервным. Газовый отопительный котел состоит из двух котельных блоков, расположенных параллельно друг к другу. Под каждым котельным блоком расположена газовая горелка с газовой арматурой. Продукты сгорания проходят через коллектор дымовых газов к общему прерывателю тяги (рисунок 5.1).

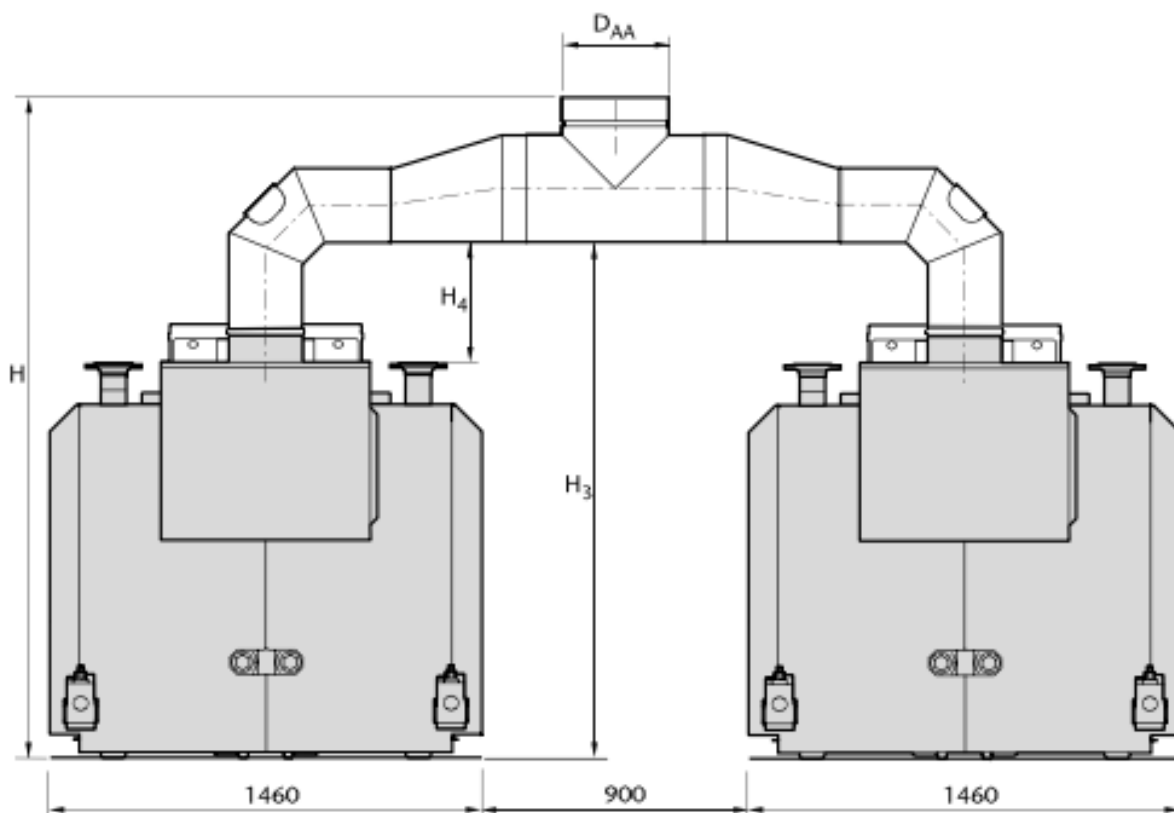


Рисунок 5.1 - Котлы Buderus Logano GE 434-200,

Водяные контуры котельных блоков соединены трубами. Холодная вода из обратного трубопровода тепловой сети поступает одновременно в оба котельных блока. Смешивание с теплой водой, уходящей в подающую линию, происходит в верхней части котла. За счет этого температура поверхностей теплообмена (со стороны отопительных газов) распределяется равномерно, и значение ее выше температуры точки росы отопительных газов.

Дополнительно на каждом котле устанавливается регулятор, который контролирует минимальную рабочую температуру подающего трубопровода тепловой сети. При понижении рабочей температуры подающей линии ниже заданного значения регулятор уменьшает поток холодной воды, поступающей к котельному блоку. Для этого он подает команду на оба кольцевых дроссель-клапана, которые встроены в обратную линию перед каждым котельным блоком.

При незначительной тепловой нагрузке, например в летний период при отсутствии нагрузки на отопление, один котельный блок полностью отключается [19].

Присоединение тепловой сети к котельной выполнено по зависимой схеме. Циркуляция котловой воды осуществляется двумя сетевыми насосами один из которых является резервным.

Возмещение утечек из системы теплоснабжения и поддержание заданного давления в обратном трубопроводе котельной осуществляется двумя подпиточными насосами, один из которых является резервным. Система автоматизации управления насосами котельной и системы подпитки в котельной построена на основе использования приборов автоматики Овен. Система позволяет эффективно управлять всеми насосами и системой подпитки. Подпитка системы отопления из водопроводной сети осуществляется путем открывания клапана запорно-регулирующего, в результате чего вода, прошедшая через систему химводоподготовки поступает в систему отопления.

Температура нагрева воды в водогрейных котлах котельной составляет 85°C, система теплоснабжения с зависимым подключением котлов и закрытым водоразбором из тепловой сети на горячее водоснабжение.

Для учета расхода тепловой энергии и теплоносителя, подаваемых на нужды теплоснабжения предусматривается установка расходомера, тепловычислителя и датчиков температур.

Компенсация температурного расширения воды греющего контура котельной осуществляется в расширительном баке Valtec VT.RV.R-150.

В нижних точках трубопроводов предусмотрены шаровые краны для слива воды, в верхних точках трубопроводов – автоматические воздухоотводчики для удаления воздуха.

## 5.1 Подбор насосного оборудования

При подборе сетевых насосов руководствуются положениями, изложенными в [24].

Подачу насоса определяем по формуле (5.2):

$$G_{do} = \frac{0.86 \cdot (Q_{o,max} + Q_{h,max})}{\Delta t}, \quad (5.2)$$

где  $G_{do}$  - подача сетевого насоса, м<sup>3</sup>/ч;

$Q_{o,max}$  – максимальная нагрузка на систему отопления, кВт;

$Q_{h,max}$  – максимальная нагрузка на систему горячего водоснабжения, кВт;

$\Delta t$  – разность между температурой греющей воды на выходе из котла и температурой обратной воды на входе в котел, °С;

$$G_{do} = \frac{0.86 \cdot (31 + 13) \cdot 4}{25} = 6,05 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Согласно [18], напор сетевых насосов следует принимать равным сумме потерь напора в установках на источнике теплоты ( $\Delta h_{\text{кот}} = 2,06$  м), в подающем и обратном трубопроводах от источника теплоты до наиболее удаленного потребителя ( $\Delta h_{\text{тс}} = 1,05$  м), и в системе потребителя ( $\Delta h_{\text{со}} = 0,34$  м), (включая потери в тепловых пунктах и насосных ( $\Delta h_{\text{итп}} = 3,56$  м), ) при суммарных расчетных расходах воды.

Напор сетевых насосов, м определим по формуле (5.3):

$$h = \Delta h_{\text{кот}} + \Delta h_{\text{тс}} + \Delta h_{\text{со}} + \Delta h_{\text{итп}}, \quad (5.3)$$

$$h = 2,06 + 1,05 + 0,34 + 3,56 = 7,6 \text{ м}.$$

К установке принимаем сетевой насос Grundfos MAGNA3 25-120 N. Подбор насоса представлен в Приложении М.

Согласно [18], подачу (производительность) рабочих подпиточных насосов, м<sup>3</sup>/ч на источнике теплоты в закрытых системах теплоснабжения следует принимать равной сумме максимального расхода воды на горячее водоснабжение и расхода воды на компенсацию потерь (формула 5.3).

$$G_3 = 0,0025 \cdot V_{\text{тс}} + G_{\text{гвс}}, \quad (5.3)$$

где  $G_{\text{ГВС}}$  – максимального расхода воды на горячее водоснабжение, м<sup>3</sup>/ч.

$V_{\text{ТС}}$  – объем воды в системах теплоснабжения, м<sup>3</sup>. При отсутствии данных по фактическим объемам воды допускается принимать его равным 65 м<sup>3</sup> на 1 МВт расчетной тепловой нагрузки при закрытой системе теплоснабжения, 70 м<sup>3</sup> на 1 МВт – при открытой системе и 30 м<sup>3</sup> на 1 МВт средней нагрузки – для отдельных сетей горячего водоснабжения.

$$G_3 = 0,0025 \cdot 65 + 3,51 = 3,54 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Напор подпиточных насосов должен определяться из условий поддержания в водяных тепловых сетях статического давления. Принимаем  $h = 20$  м.

К установке принимаем подпиточный насос Grundfos CR 3-5 A-A-A-E-NQQE. Подбор насоса представлен в Приложении Н.

## 5.2 Подбор расширительного бака

Подбор расширительного бака ведется в соответствии с [26]. Баки предназначены для компенсации температурного расширения теплоносителя, сглаживание колебаний давления и компенсации гидравлических ударов в замкнутых системах отопления с температурой теплоносителя до 100 °С.

Расчет емкости расширительного бака для системы отопления, л рекомендуется производить по формуле (5.4):

$$V_{\text{бака}} = \frac{V_c \cdot e}{1 - \frac{P_{\text{min}}}{P_{\text{max}}}}, \quad (5.4)$$

где  $V_c$  - объем теплоносителя в системе отопления, л;

$e$  - коэффициент расширения теплоносителя при известных параметрах холодной и сетевой воды ( $e = 0,016$ );

$P_{\text{min}}$  – абсолютное давление газовой подушки расширительного бака,  $P_{\text{min}} = 1,5$  бар;

$P_{\text{max}}$  - абсолютное рабочее давление в системе отопления на уровне установки бака ( $P_{\text{max}} = 2$  бар).

$$V_{\text{бака}} = \frac{4617 \cdot 0,016}{1 - \frac{1,5}{2}} = 295,49 \text{ л}$$

К установке принимаем два бака Valtec VT.RV.R-150, емкостью по 150 литров каждый.

### 5.3 Система химводоподготовки

Низкое качество воды приводит к повреждению отопительных установок, так как она способствует образованию накипи и коррозии. Экономичность, надёжность в работе и срок службы отопительной установки можно повысить при соответствующей водоподготовке. В качестве системы химводоподготовки принимаем установку «Сокол» (рисунок 5.1), производительностью 4 м<sup>3</sup>/ч, фирмы «ЭкоПромКомпания». В этой установке осуществляются следующие процессы:

- механическая фильтрация;
- удаление железа;
- умягчение воды;
- понижение уровня щелочности;
- понижение уровня содержания соли;
- удаление углекислоты (процесс декарбонизации).



Рисунок 5.1 – Установка химводоподготовки «Сокол»



При помощи фильтрации ликвидируется наличие примесей. Для того, чтобы ликвидировать наличие таких примесей, выпадающих в осадок, как песок, окислы железа, соли, плюс для избавления от взвесей (глина, грязь, прочие органические вещества) используются механические фильтры.

В установке применяют способ натрий-катионирования (при этом вода проходит через натриевую форму катионита. Посредством этого процесса из воды ликвидируются катиониты  $\text{Ca}^{+2}$  и  $\text{Mg}^{+2}$  (они сорбируются катионитом, а затем ликвидируются при процессе обратного ионного обмена в момент регенерации катионита 10-15-процентным раствором натрий-хлор). Таким образом, в воду проходят ионы натрия, а анионный состав воды не претерпевает каких-либо изменений.

Для защиты оборудования от кислородной коррозии принимаем установку химводоподготовки АСДР «Комплексон-6». В установке применяется химический метод удаления из воды растворенных газов, который заключается в связывании их в новые химические соединения. Установка работает в автоматическом режиме. Получив сигнал с блока управления, насос-дозатор вводит необходимое количество комплексоната.

Объем вводимой дозы зависит от количества подпиточной воды, контроль над которым производит расходомерное устройство.

## **Заключение**

В выпускной квалификационной работе выполнен проект системы теплоснабжения группы жилых домов ЖСК «Остров». После проведения всех расчетов и подбора оборудования, можно сделать вывод, что такая система будет работать эффективно и проект готов к реализации.

Выпускная квалификационная работа выполнена в полном объеме и соответствует заданию. Все проектные решения, скорее всего, отвечают современным требованиям нормативной документации.

## Список использованных источников

1. Свод правил СП 60.13330.2016. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. – Введ. 2013-01-01. – М.: Минрегион России, 2012. – 75 с.
2. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. – Введ. 2013-01-01. – М.: Стандартинформ, 2013. – 11 с.
3. Свод правил СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-02-99\*. – Введ. 2013-01-01. – М.: Минстрой России, 2015. – 116 с.
4. Свод правил СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. – М.: Минрегион России, 2012. – 100 с.
5. Щекин Р.В. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Часть 1./ Щекин Р.В. – М.: Будивельник, 1976. – 418с.
6. ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1). – Введ. 1989-01-01. - М.: Стандартинформ, 2008. – 95 с.
7. СанПиН 2.1.2.2645-10 "Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях". – Введ. 2010.06.10. – М.: Федеральный Центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. – 27 с.
8. Технический паспорт изделия: Труба полипропиленовая армированная алюминием PP-ALUX PN25 [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://valtec.ru/document/technical/VALTEC-PP-ALUX-PN25-0118.pdf>
9. Рекомендации по применению алюминиевого секционного радиатора повышенной прочности «RIFAR Alum 500». Москва – 2009. – 35 с.
10. Свод правил СП 40-101-96 Проектирование и монтаж трубопроводов из полипропилена "Рандом сополимер". – Введ. 1996-09-04. - М.: Минстрой России, ГУП ЦПП, 1997. – 33 с.

11. Свод правил СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84 (с Изменениями N 1, 2). – Введ. 2013–01-01. - М.: Минстрой России, 2015. – 128 с.
12. РД 34.09.102 «Правила учета тепловой энергии и теплоносителя». – Введ. 1995-09-12. – М.: Минтопэнерго РФ, 1995. – 45 с.
13. Техническое описание. Фильтры сетчатые FVR, FVR-D PN25. [Электронный ресурс] / Режим доступа: [http://heating.danfoss.com/PCMPDF/datasheet\\_FVR.pdf](http://heating.danfoss.com/PCMPDF/datasheet_FVR.pdf)
14. Руководство по эксплуатации Карат 520. [Электронный ресурс] / Режим доступа: [http://www.teplocom.msk.ru/data/karat/rukovodstvo\\_po\\_ekspluatatsii\\_pdf.pdf](http://www.teplocom.msk.ru/data/karat/rukovodstvo_po_ekspluatatsii_pdf.pdf)
15. Техническое описание RC.08.H11.50 08/2014 131 Клапаны — регуляторы давления «после себя». [Электронный ресурс] / Режим доступа: [http://heating.danfoss.com/PCMPDF/datasheet\\_AVDAVDS.pdf](http://heating.danfoss.com/PCMPDF/datasheet_AVDAVDS.pdf)
16. Свод правил по проектированию и строительству СП 41-101-95 "Проектирование тепловых пунктов". - Введ. 1996-07-01. М.: Минстрой России, 1996. – 118 с.
17. Нормы проектирования Р НП «АВОК» 3.3.1-2009 «Автоматизированные индивидуальные тепловые пункты». – Введ. 2009-01-12. – 50 с.
18. Свод правил СП 124.13330.2012"СНиП 41-02-2003. Тепловые сети". – Введ. 2013-01-01. М.: Минрегион России, 2012. – 78 с.
19. Документация для проектирования. Отопительные котлы Logano GE434 и Logano plus GB434 мощностью от 150 до 750 кВт. [Электронный ресурс] / Режим доступа: [https://www.buderus.ru/files/200907170755250.Buderus\\_Logano\\_GE434\\_Logano\\_plus\\_GB434\\_engineering2.pdf](https://www.buderus.ru/files/200907170755250.Buderus_Logano_GE434_Logano_plus_GB434_engineering2.pdf)
20. Пырков В.В. – Современные тепловые пункты. Автоматика и регулирование.- К.: И ДП «Такі справи». 2007.-252 с.: ил.

21. ГОСТ Р 55656-2013 (ИСО 13790:2008) Энергетические характеристики зданий. Расчет использования энергии для отопления помещений. - Введ. 2015-07-01. - М.: Стандартинформ, 2014. – 32 с.
22. Водоснабжение и отопление. Инструкция по монтажу. [Электронный ресурс] / Режим доступа: [https://www.wavinekoplastik.ru/img/pageflip/MP\\_RUS2016x/files/assets/common/downloads/publication.pdf](https://www.wavinekoplastik.ru/img/pageflip/MP_RUS2016x/files/assets/common/downloads/publication.pdf)
23. Технические характеристики Kalde. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://san-detal.ru/documents/manuals/kalde-pprc.pdf>
24. Свод правил СП 41-104-2000 «Проектирование автономных источников теплоснабжения». - Введ. 2000-08-19. М.: Минстрой России, 2000. – 22 с.
25. Свод правил СП 30.13330.2012 «Внутренний водопровод и канализация зданий». - Введ. 2017-06-17. М.: Минрегион России, 2016. - 55 с.
26. Технический паспорт изделия. Баки мембранные расширительные для отопительных систем. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://valtec.ru/document/technical/VT.RVR.pdf>

## Приложение А

## Приложение Б

Таблица А.1 - Теплотехнический расчет наружной стены

Тип здания (помещения)	Жилое, Лечебно-проф., детск, школа, интернат
Ограждение для определения коэффициента $n$	Нар.стены и покрытия(в т.ч. вентилирум нар.возд.), фонари, перекрытия чердач. и над проездами
Ограждение для определения требуемого термическ. сопротивления $R_{тр}$ .	Стены
Ограждение для определения нормируемого перепада температур между $t_{вн}$ и $t_{пов}$	Наружные стены
ГСОП	4415°C·сутки
Температура точки росы	8,6°C
Нормируемый перепад температур помещения и поверхности ограждения	4,0°C
Коэффициент $n$	1,0
Температура на внутр. поверхности	16,9°C
Температура на внутр. Поверхности	15,3°C
а) Условия энергосбережения	2,9 (м <sup>2</sup> · °C)/Вт
б) Условия комфорт-и сангигиены $R_{тр}$	1,2 (м <sup>2</sup> · °C)/Вт
Принято за расчетное $R_{тр}$	2,9 (м <sup>2</sup> · °C)/Вт
Фактическое сопротивление	4,4 (м <sup>2</sup> · °C)/Вт

Фактический тепловой поток с 1 м<sup>2</sup> - 9,4 (м<sup>2</sup> · °C)/Вт.

№	t °C	Наименование слоя	Толщина, мм	Вт/(Мх°C), коэф. тепло-сти
-	16,92	Коэф-т теплоотдачи у внутренней поверхности	-	8,7
3	16,42	Штукатурная строительная смесь «Силбет» С-14	5	0,093
4	0,65	Блоки газобетонные «Силбет»	300	0,178

5	-22,18	Утеплитель KNAUF insulation	100	0.041
6	-22,59	Фиброцементная панель	14	0,318
-		Коэф-т теплоотдачи у наружной поверхности	-	23

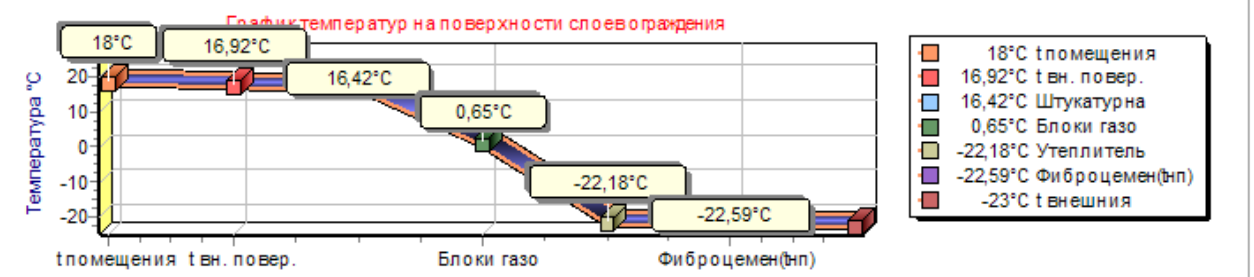


Таблица А.2 - Теплотехнический расчет перекрытия

Тип здания (помещения)	Жилое, Лечебно-проф., детск, школа, интернат
Ограждение для определения коэффициента n	Нар. стены и покрытия (в т.ч. вентилируемые нар. возд.), фонари, перекрытия чердач. и над проездами
Ограждение для определения требуемого термическ. сопротивления R <sub>тр.</sub>	Чердачные перекрытия и перекрытия над холодными подвалами
Ограждение для определения нормируемого перепада температур между t <sub>вн</sub> и t <sub>пов</sub>	Перекрытия над проездами, подвалами и подпольями
ГСОП	4415 °C·сутки
Температура точки росы	8,6 °C
Нормируемый перепад температур помещения и поверхности ограждения	4,0 °C
Коэффициент n	1,0
Температура на внутр. поверхности	16,5 °C
Температура на внутр. Поверхности	15,7 °C
а) Условия энергосбережения	3,89 (м <sup>2</sup> · °C)/Вт
б) Условия комфорт-и сангигиены R <sub>тр</sub>	0,4 (м <sup>2</sup> · °C)/Вт
Принято за расчетное R <sub>тр</sub>	3,89 (м <sup>2</sup> · °C)/Вт
Фактическое сопротивление	1,0 (м <sup>2</sup> · °C)/Вт



Фактический тепловой поток с  $1 \text{ м}^2$  -  $12,9 (\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$ .

№	t °C	Наименование слоя	Толщина, мм	Вт/(Мх°С), коэф. тепло-сти
-	16,52	Коэф-т теплоотдачи у внутренней поверхности	-	8,7
3	16,08	Линолеум поливинилхлоридный на тканевой подоснове ( ГОСТ 7251) S а, б = 7,05	10	0,29
4	15,66	Раствор цементно-песчаный	30	0,93
5	7,61	Экструзионный вспененный полистирол ПЕНОПЛЭКС 35	20	0,032
6	7,34	Раствор цементно-песчаный	20	0,93
7	6,07	Железобетон	200	2,04
-		Коэф-т теплоотдачи у наружной поверхности	-	12

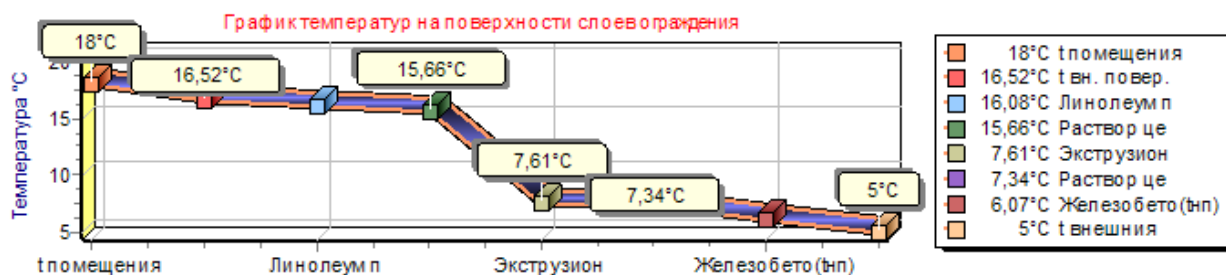


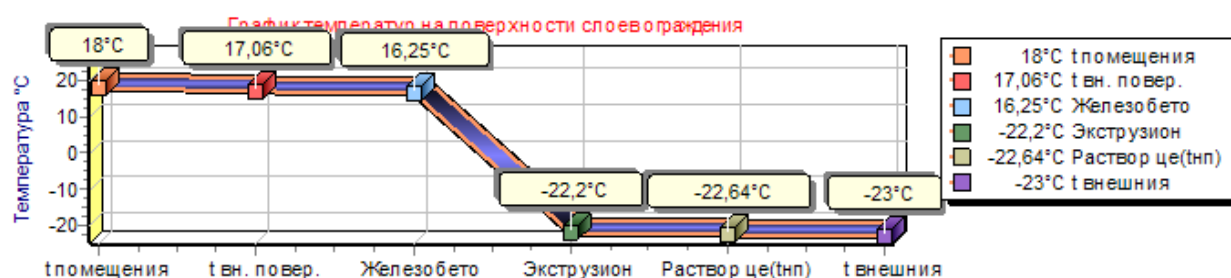
Таблица А.3 - Теплотехнический расчет покрытия

Тип здания (помещения)	Жилое, Лечебно-проф., детск, школа, интернат
Ограждение для определения коэффициента n	Нар. стены и покрытия (в т.ч. вентилируемые нар. возд.), фонари, перекрытия чердач. и над проездами
Ограждение для определения требуемого термическ. сопротивления R <sub>тр.</sub>	Чердачные перекрытия и перекрытия над холодными подвалами
Ограждение для определения нормируемого перепада температур между t <sub>вн</sub> и t <sub>пов</sub>	Покрытия и чердачные перекрытия
ГСОП	4415°C·сутки
Температура точки росы	8,6°C

Нормируемый перепад температур помещения и поверхности ограждения	4,0°C
Коэффициент n	1,0
Температура на внутр. поверхности	17,1°C
Температура на внутр. Поверхности	15,5°C
а) Условия энергосбережения	4,4 (м <sup>2</sup> · °C)/Вт
б) Условия комфорт-и сангигиены R <sub>тр</sub>	1,2 (м <sup>2</sup> · °C)/Вт
Принято за расчетное R <sub>тр</sub>	4,4 (м <sup>2</sup> · °C)/Вт
Фактическое сопротивление	5,0 (м <sup>2</sup> · °C)/Вт

Фактический тепловой поток с 1 м<sup>2</sup> - 8,2 (м<sup>2</sup> · °C)/Вт.

№	t °C	Наименование слоя	Толщина, мм	Вт/(Мх°C), коэф. тепло- сти
-	16,52	Коэф-т теплоотдачи у внутренней поверхности	-	8,7
3	16,08	Железобетон	200	2,04
4	15,66	Экструзионный вспененный полистирол ПЕНОПЛЭКС 35	30	0,032
5	7,61	Раствор цементно-песчаный	20	0,93
-		Коэф-т теплоотдачи у наружной поверхности	-	23



## Приложение В

Этаж: 1

Отметка: 0,000

Наименование	Размер А	Размер Б	Расчётная площадь	Ориентация	Попр. коэф. или t	Расчётная высота	Термическое сопротивление, R <sub>0</sub> м <sup>2</sup> °С/Вт	R <sub>и</sub> м час.Па/кг Стен - Gн кг/(м ч) длина стык,м	Надбавки	Потери тепла на нагрев инфильтрующегося воздуха (через не	Надбавка на высоту ограждения >4 м.	Трансмиссионные потери тепла
--------------	----------	----------	-------------------	------------	-------------------	------------------	--	--	----------	---	-------------------------------------	------------------------------

**Жилая комната квартиры и общежития**

№ 101

t = 18

Жилое, Лечебно-проф. и детск, школа,

<b>СТЕНА НАРУЖНАЯ</b>	5,8	2,85	14,02	С	0	3,85	4,38	0,5	0,15	68,88	0	150,9
<b>ОКНО, ДВУХКАМЕРНЫЙ СТЕКЛОПАКЕТ</b>	1,46	1,72	2,51	С	0	3,62	0,56	0,73	0,15	53,25	0	211,4
<b>ПЕРЕКРЫТИЕ</b>	5,7	3,7	21,09		5	0	1,01	0	0	0	0	271,6
<b>СТЕНА НАРУЖНАЯ</b>	3,9	2,85	8,28	3	0	3,85	4,38	0,5	0,15	46,32	0	89,1
<b>ОКНО, ДВУХКАМЕРНЫЙ СТЕКЛОПАКЕТ</b>	0,64	1,72	1,1	3	0	3,62	0,56	0,73	0,15	23,34	0	92,7
<b>ДВЕРЬ БАЛКОННАЯ С РАЗДЕЛЬНЫМ ПЕРЕПЛЁТОМ</b>	0,72	2,41	1,74	3	0	3,41	0,56	0,73	0,15	42,69	0	146,1
Итого:			48,73							234,48		961,79

используем макс. потери тепла между: подогрев инфильтрующегося воздуха через неплотности (234,48) и на подогрев заданного вентилируемого объёма (515,00)

Вентиляция : Потери тепла на подогрев заданного объёма воздуха ( 50м<sup>3</sup>) = 515 Вт

Инфильтрация : потери тепла на подогрев инфильтрующегося воздуха (G = 22 м<sup>3</sup>) через неплотности ограждений = 234 Вт

Теплопоступления с площади пола: 0 Вт Дополнительно заданные теплопоступления : 193 Вт

Итого потери : 961,79 + 515,00 - 192,8 = 1285 Вт (округление до 5 Вт.)

**Торг. зал <= 400 м<sup>2</sup> и менее**

№ 103

t = 16

Жилое, Лечебно-проф. и детск, школа,

<b>СТЕНА НАРУЖНАЯ</b>	6	2,85	14,59	С	0	3,85	4,38	0,5	0,15	68,2	0	149,4
<b>ОКНО, ДВУХКАМЕРНЫЙ СТЕКЛОПАКЕТ</b>	1,46	1,72	2,51	С	0	3,62	0,56	0,73	0,15	49,85	0	201,1
<b>ПЕРЕКРЫТИЕ</b>	6	5,95	35,7		5	0	1,01	0	0	0	0	389
<b>СТЕНА НАРУЖНАЯ</b>	5,6	2,85	9,8	В	0	3,85	4,38	0,5	0,15	63,66	0	100,4
<b>ОКНО, ДВУХКАМЕРНЫЙ СТЕКЛОПАКЕТ</b>	1,56	1,72	2,68	В	0	3,62	0,56	0,73	0,15	53,26	0	214,9
<b>ОКНО, ДВУХКАМЕРНЫЙ СТЕКЛОПАКЕТ</b>	0,66	1,72	1,14	В	0	3,62	0,56	0,73	0,15	22,53	0	90,9
<b>ДВЕРЬ НАРУЖНАЯ ДВОЙНАЯ С ТАМБУРОМ</b>	0,9	2,6	2,34	В	0	0	1	0	2,85	0	0	351,4
Итого:			68,76							257,51		1496,98

используется наибольшая из теплопотерь на подогрев инфильтрующегося воздуха через неплотности (257,51) и на подогрев заданного вентилируемого объема (0,00)

Инфильтрация : потери тепла на подогрев инфильтрующегося воздуха ( $G = 26 \text{ м}^3$ ) через неплотности ограждений = 258 Вт

Итого потери :  $1496,98 + 257,51 = 1755 \text{ Вт}$  (округление до 5 Вт.)

#### Кухня в квартире и общежитии

№ 104

$t = 16$

Жилое, Лечебно-проф. и детск, школа,

<b>СТЕНА НАРУЖНАЯ</b>	3,5	2,85	7,46	В	0	3,85	4,38	0,5	0,1	39,79	0	73,1
<b>ОКНО, ДВУХКАМЕРНЫЙ СТЕКЛОПАКЕТ</b>	1,46	1,72	2,51	В	0	3,62	0,56	0,73	0,1	49,85	0	192,4
<b>ПЕРЕКРЫТИЕ</b>	7,12	3,5	24,92		5	0	1,01	0	0	0	0	271,5
Итого:			34,9							89,63		536,99

используется наибольшая из теплопотерь на подогрев инфильтрующегося воздуха через неплотности (89,63) и на подогрев заданного вентилируемого объема (790,00)

Вентиляция : Потери тепла на подогрев заданного объема воздуха ( $80 \text{ м}^3$ ) = 790 Вт

Инфильтрация : потери тепла на подогрев инфильтрующегося воздуха ( $G = 9 \text{ м}^3$ ) через неплотности ограждений = 90 Вт

Теплопоступления с площади пола: 0 Вт Дополнительно заданные теплопоступления : 93 Вт

**Жилая комната квартиры и общежития**

№ 105

t = 18

Жилое, Лечебно-проф. и детск, школа,

<b>СТЕНА НАРУЖНАЯ</b>	3,8	2,85	8,32	В	0	3,85	4,38	0,5	0,15	45,13	0	89,5
<b>ОКНО, ДВУХКАМЕРНЫЙ СТЕКЛОПАКЕТ</b>	1,46	1,72	2,51	В	0	3,62	0,56	0,73	0,15	53,25	0	211,4
<b>ПЕРЕКРЫТИЕ</b>	5,86	3,46	20,28		5	0	1,01	0	0	0	0	261,1
<b>СТЕНА НАРУЖНАЯ</b>	6,15	2,85	14,52	Ю	0	3,85	4,38	0,5	0,1	73,04	0	149,5
<b>ОКНО, ДВУХКАМЕРНЫЙ СТЕКЛОПАКЕТ</b>	0,74	1,72	1,27	Ю	0	3,62	0,56	0,73	0,1	26,99	0	102,5
<b>ДВЕРЬ БАЛКОННАЯ С РАЗДЕЛЬНЫМ ПЕРЕПЛЁТОМ</b>	0,72	2,41	1,74	Ю	0	3,41	0,56	0,73	0,1	42,69	0	139,7
Итого:			48,63							241,1		953,79

используем макс. потери тепла между: подогрев инфильтрующегося воздуха через неплотности (241,10) и на подогрев заданного вентилируемого объёма (260,00)

Вентиляция : Потери тепла на подогрев заданного объема воздуха ( 25м3) = 260 Вт

Инфильтрация : потери тепла на подогрев инфильтрующегося воздуха (G = 23 м3) через неплотности ограждений = 241 Вт

Теплопоступления с площади пола: 0 Вт Дополнительно заданные теплопоступления : 197 Вт

Итого потери : 953,79 + 260,00 - 197,3 = 1020 Вт (округление до 5 Вт.)

**Жилая комната квартиры и общежития**

№ 106

t = 18

Жилое, Лечебно-проф. и детск, школа,

<b>СТЕНА НАРУЖНАЯ</b>	5,6	2,85	12,95	Ю	0	3,85	4,38	0,5	0	66,51	0	121,2
<b>ОКНО, ДВУХКАМЕРНЫЙ СТЕКЛОПАКЕТ</b>	0,74	1,72	1,27	Ю	0	3,62	0,56	0,73	0	26,99	0	93,2
<b>ДВЕРЬ БАЛКОННАЯ С РАЗДЕЛЬНЫМ ПЕРЕПЛЁТОМ</b>	0,72	2,41	1,74	Ю	0	3,41	0,56	0,73	0	42,69	0	127
<b>ПЕРЕКРЫТИЕ</b>	5,45	3,5	19,07		5	0	1,01	0	0	0	0	245,6
Итого:			35,03							136,18		587,08

используем макс. потери тепла между: подогрев инфильтрующегося воздуха через неплотности (136,18) и на подогрев заданного вентилируемого объема (260,00)

Вентиляция : Потери тепла на подогрев заданного объема воздуха (  $25\text{м}^3$  ) = 260 Вт

Инфильтрация : потери тепла на подогрев инфильтрующегося воздуха (  $G = 13 \text{ м}^3$  ) через неплотности ограждений = 136 Вт

Теплопоступления с площади пола: 0 Вт Дополнительно заданные теплопоступления : 135 Вт

Итого потери :  $587,08 + 260,00 - 135,1 = 715 \text{ Вт}$  (округление до 5 Вт.)

### Жилая комната квартиры и общежития

№ 107

$t = 18$

Жилое, Лечебно-проф. и детск, школа,

<b>СТЕНА НАРУЖНАЯ</b>	6	2,85	14,09	Ю	0	3,85	4,38	0,5	0,1	71,26	0	145,1
<b>ОКНО, ДВУХКАМЕРНЫЙ СТЕКЛОПАКЕТ</b>	0,74	1,72	1,27	Ю	0	3,62	0,56	0,73	0,1	26,99	0	102,5
<b>ДВЕРЬ БАЛКОННАЯ С РАЗДЕЛЬНЫМ ПЕРЕПЛЁТОМ</b>	0,72	2,41	1,74	Ю	0	3,41	0,56	0,73	0,1	42,69	0	139,7
<b>ПЕРЕКРЫТИЕ</b>	5,7	3,45	19,67		5	0	1,01	0	0	0	0	253,2
<b>СТЕНА НАРУЖНАЯ</b>	3,8	2,85	8,32	3	0	3,85	4,38	0,5	0,15	45,13	0	89,5
<b>ОКНО, ДВУХКАМЕРНЫЙ СТЕКЛОПАКЕТ</b>	1,46	1,72	2,51	3	0	3,62	0,56	0,73	0,15	53,25	0	211,4
Итого:			47,59							239,31		941,53

используем макс. потери тепла между: подогрев инфильтрующегося воздуха через неплотности (239,31) и на подогрев заданного вентилируемого объема (515,00)

Вентиляция : Потери тепла на подогрев заданного объема воздуха (  $50\text{м}^3$  ) = 515 Вт

Инфильтрация : потери тепла на подогрев инфильтрующегося воздуха (  $G = 23 \text{ м}^3$  ) через неплотности ограждений = 239 Вт

Теплопоступления с площади пола: 0 Вт Дополнительно заданные теплопоступления : 191 Вт

Итого потери :  $941,53 + 515,00 - 190,6 = 1270 \text{ Вт}$  (округление до 5 Вт.)

### Кухня в квартире и общежитии

№ 108

$t = 16$

Жилое, Лечебно-проф. и детск, школа,

<b>СТЕНА НАРУЖНАЯ</b>	3,5	2,85	7,46	3	0	3,85	4,38	0,5	0,05	39,79	0	69,8
<b>ОКНО, ДВУХКАМЕРНЫЙ СТЕКЛОПАКЕТ</b>	1,46	1,72	2,51	3	0	3,62	0,56	0,73	0,05	49,85	0	183,6
<b>ПЕРЕКРЫТИЕ</b>	7,2	3,55	25,56		5	0	1,01	0	0	0	0	278,5

Итого:			35,53							89,63		531,9
--------	--	--	-------	--	--	--	--	--	--	-------	--	-------

используется наибольшая из теплопотерь на подогрев инфильтрующегося воздуха через неплотности (89,63) и на подогрев заданного вентилируемого объёма (790,00)

Вентиляция : Потери тепла на подогрев заданного объема воздуха ( 80м3) = 790 Вт

Инфильтрация : потери тепла на подогрев инфильтрующегося воздуха (G = 9 м3) через неплотности ограждений = 90 Вт

Теплопоступления с площади пола: 0 Вт Дополнительно заданные теплопоступления : 103 Вт

### Кухня в квартире и общежитии

№ 109

t = 16

Жилое, Лечебно-проф. и детск, школа,

<b>СТЕНА НАРУЖНАЯ</b>	3,6	2,85	7,42	3	0	3,85	4,38	0,5	0,05	40,92	0	69,4
<b>ОКНО, ДВУХКАМЕРНЫЙ СТЕКЛОПАКЕТ</b>	0,64	1,72	1,1	3	0	3,62	0,56	0,73	0,05	21,85	0	80,5
<b>ДВЕРЬ БАЛКОННАЯ С РАЗДЕЛЬНЫМ ПЕРЕПЛЁТОМ</b>	0,72	2,41	1,74	3	0	3,41	0,56	0,73	0,05	39,95	0	126,9
<b>ПЕРЕКРЫТИЕ</b>	7,2	3,65	26,28		5	0	1,01	0	0	0	0	286,3
Итого:			36,54							102,73		563,12

используется наибольшая из теплопотерь на подогрев инфильтрующегося воздуха через неплотности (102,73) и на подогрев заданного вентилируемого объёма (790,00)

Вентиляция : Потери тепла на подогрев заданного объема воздуха ( 80м3) = 790 Вт

Инфильтрация : потери тепла на подогрев инфильтрующегося воздуха (G = 10 м3) через неплотности ограждений = 103 Вт

Теплопоступления с площади пола: 0 Вт Дополнительно заданные теплопоступления : 106 Вт

Итого потери : 563,12 + 790,00 - 105,8 = 1250 Вт (округление до 5 Вт.)

### Лестничная клетка в квартирном доме

№ 102

t = 16

Жилое, Лечебно-проф. и детск, школа,

<b>СТЕНА НАРУЖНАЯ</b>	4,15	2,85	7,93	С	0	3,85	4,38	0,5	0,1	47,17	0	77,6
<b>ДВЕРЬ НАРУЖНАЯ ДВОЙНАЯ С ТАМБУРОМ</b>	1,5	2,6	3,9	С	0	0	1	0	2,8	0	0	578
<b>ПЕРЕКРЫТИЕ</b>	10,7	4,15	44,41		5	0	1,01	0	0	0	0	483,8
Итого:			56,23							47,17		1139,44

используется наибольшая из теплопотерь на подогрев инфильтрующегося воздуха через неплотности (47,17) и на подогрев заданного вентилируемого объёма (495,00)

Вентиляция : Потери тепла на подогрев заданного объёма воздуха (  $50\text{м}^3$  ) = 495 Вт

Инфильтрация : потери тепла на подогрев инфильтрующегося воздуха (  $G = 5\text{ м}^3$  ) через неплотности ограждений = 47 Вт

Итого потери :  $1139,44 + 495,00 = 1635$  Вт (округление до 5 Вт.)

Итого потери по этажу №1 : 11385 Вт (округление до 5 Вт.)

Этаж: 2

Отметка: + 3,000

Наименование	Размер А	Размер Б	Расчётная площадь	Ориентация	Попр. коэф. или t	Расчётная высота	Термическое сопротивление, $R_0\text{ м}^2\text{ }^\circ\text{C}/\text{Вт}$	$R_{\text{ум}}$ час.Па/кг Стен - Гн кг/(м ч) длина стык,м	Надбавки	Потери тепла на нагрев инфильтрующегося воздуха (через неплотности)	Надбавка на высоту ограждения >4 м.	Трансмиссионные потери тепла
--------------	----------	----------	-------------------	------------	-------------------	------------------	---	---	----------	---	-------------------------------------	------------------------------

**Жилая комната квартиры и общежития**

№ 201

t = 18

Жилое, Лечебно-проф. и детск, школа,

<b>СТЕНА НАРУЖНАЯ</b>	3,9	3	7,25	3	0	7	4,38	0,5	0,15	36,6	0	78,1
<b>ОКНО, ДВУХКАМЕРНЫЙ СТЕКЛОПАКЕТ</b>	1,38	1,72	2,37	3	0	6,62	0,56	0,73	0,15	38,75	0	199,8
<b>ДВЕРЬ БАЛКОННАЯ С РАЗДЕЛЬНЫМ ПЕРЕПЛЁТОМ</b>	0,86	2,41	2,07	3	0	6,41	0,56	0,73	0,15	39,53	0	174,5
<b>СТЕНА НАРУЖНАЯ</b>	6	3	15,49	С	0	7	4,38	0,5	0,15	56,31	0	166,7
<b>ОКНО, ДВУХКАМЕРНЫЙ СТЕКЛОПАКЕТ</b>	1,46	1,72	2,51	С	0	6,62	0,56	0,73	0,15	40,99	0	211,4
Итого:			29,7							212,19		830,57

используем макс. потери тепла между: подогрев инфильтрующегося воздуха через неплотности (212,19) и на подогрев заданного вентилируемого объёма (515,00)

Вентиляция : Потери тепла на подогрев заданного объёма воздуха (  $50\text{м}^3$  ) = 515 Вт

Инфильтрация : потери тепла на подогрев инфильтрующегося воздуха (  $G = 20\text{ м}^3$  ) через неплотности ограждений = 212 Вт

**Жилая комната квартиры и общежития**

№ 202

t = 18

Жилое, Лечебно-проф. и детск, школа,

<b>СТЕНА НАРУЖНАЯ</b>	5,45	3	13,84	С	0	7	4,38	0,5	0,1	51,15	0	142,5
-----------------------	------	---	-------	---	---	---	------	-----	-----	-------	---	-------



<b>ОКНО, ДВУХКАМЕРНЫЙ СТЕКЛОПАКЕТ</b>	1,46	1,72	2,51	С	0	6,62	0,56	0,73	0,1	40,99	0	202,2
Итого:			16,35							92,14		344,72

используем макс. потери тепла между: подогрев инфильтрующегося воздуха через неплотности (92,14) и на подогрев заданного вентилируемого объема (260,00)

Вентиляция : Потери тепла на подогрев заданного объема воздуха ( 25м3) = 260 Вт

Инфильтрация : потери тепла на подогрев инфильтрующегося воздуха (G = 9 м3) через неплотности ограждений = 92 Вт

Теплопоступления с площади пола: 0 Вт Дополнительно заданные теплопоступления : 178 Вт

### Жилая комната квартиры и общежития

№ 203

t = 18

Жилое, Лечебно-проф. и детск, школа,

<b>СТЕНА НАРУЖНАЯ</b>	6,16	3	15,97	С	0	7	4,38	0,5	0,15	57,82	0	171,9
<b>ОКНО, ДВУХКАМЕРНЫЙ СТЕКЛОПАКЕТ</b>	1,46	1,72	2,51	С	0	6,62	0,56	0,73	0,15	40,99	0	211,4
<b>СТЕНА НАРУЖНАЯ</b>	3,9	3	7,25	В	0	7	4,38	0,5	0,15	36,6	0	78,1
<b>ОКНО, ДВУХКАМЕРНЫЙ СТЕКЛОПАКЕТ</b>	1,38	1,72	2,37	В	0	6,62	0,56	0,73	0,15	38,75	0	199,8
<b>ДВЕРЬ БАЛКОННАЯ С РАЗДЕЛЬНЫМ ПЕРЕПЛЁТОМ</b>	0,86	2,41	2,07	В	0	6,41	0,56	0,73	0,15	39,53	0	174,5
Итого:			30,18							213,69		835,74

используем макс. потери тепла между: подогрев инфильтрующегося воздуха через неплотности (213,69) и на подогрев заданного вентилируемого объема (260,00)

Вентиляция : Потери тепла на подогрев заданного объема воздуха ( 25м3) = 260 Вт

Инфильтрация : потери тепла на подогрев инфильтрующегося воздуха (G = 20 м3) через неплотности ограждений = 214 Вт

Теплопоступления с площади пола: 0 Вт Дополнительно заданные теплопоступления : 203 Вт

### Кухня в квартире и общежитии

№ 204

t = 16

Жилое, Лечебно-проф. и детск, школа,

<b>СТЕНА НАРУЖНАЯ</b>	3,6	3	7,96	В	0	7	4,38	0,5	0,1	32,5	0	78
<b>ОКНО, ДВУХКАМЕРНЫЙ СТЕКЛОПАКЕТ</b>	0,64	1,72	1,1	В	0	6,62	0,56	0,73	0,1	16,89	0	84,3
<b>ДВЕРЬ БАЛКОННАЯ С РАЗДЕЛЬНЫМ ПЕРЕПЛЁТОМ</b>	0,72	2,41	1,74	В	0	6,41	0,56	0,73	0,1	31,1	0	132,9
Итого:			10,8							80,5		295,25

используется наибольшая из теплопотерь на подогрев инфильтрующегося воздуха через неплотности (80,50) и на подогрев заданного вентилируемого объёма (790,00)

Вентиляция : Потери тепла на подогрев заданного объема воздуха (  $80\text{м}^3$  ) = 790 Вт

Инфильтрация : потери тепла на подогрев инфильтрующегося воздуха (  $G = 8 \text{ м}^3$  ) через неплотности ограждений = 80 Вт

Теплопоступления с площади пола: 0 Вт Дополнительно заданные теплопоступления : 95 Вт

Итого потери :  $295,25 + 790,00 - 94,6 = 990$  Вт (округление до 5 Вт.)

### Кухня в квартире и общежитии

№ 205

$t = 16$

Жилое, Лечебно-проф. и детск, школа,

<b>СТЕНА НАРУЖНАЯ</b>	3,5	3	7,99	В	0	7	4,38	0,5	0,1	31,6	0	78,2
<b>ОКНО, ДВУХКАМЕРНЫЙ СТЕКЛОПАКЕТ</b>	1,46	1,72	2,51	В	0	6,62	0,56	0,73	0,1	38,54	0	192,4
Итого:			10,5							70,14		270,61

используется наибольшая из теплопотерь на подогрев инфильтрующегося воздуха через неплотности (70,14) и на подогрев заданного вентилируемого объёма (790,00)

Вентиляция : Потери тепла на подогрев заданного объема воздуха (  $80\text{м}^3$  ) = 790 Вт

Инфильтрация : потери тепла на подогрев инфильтрующегося воздуха (  $G = 7 \text{ м}^3$  ) через неплотности ограждений = 70 Вт

Теплопоступления с площади пола: 0 Вт Дополнительно заданные теплопоступления : 92 Вт

### Жилая комната квартиры и общежития

№ 206

$t = 18$

Жилое, Лечебно-проф. и детск, школа,

<b>СТЕНА НАРУЖНАЯ</b>	3,8	3	8,89	В	0	7	4,38	0,5	0,15	35,67	0	95,7
<b>ОКНО, ДВУХКАМЕРНЫЙ СТЕКЛОПАКЕТ</b>	1,46	1,72	2,51	В	0	6,62	0,56	0,73	0,15	40,99	0	211,4
<b>СТЕНА НАРУЖНАЯ</b>	5,85	3	14,54	Ю	0	7	4,38	0,5	0,1	54,91	0	149,7
<b>ОКНО, ДВУХКАМЕРНЫЙ СТЕКЛОПАКЕТ</b>	0,74	1,72	1,27	Ю	0	6,62	0,56	0,73	0,1	20,78	0	102,5
<b>ДВЕРЬ БАЛКОННАЯ С РАЗДЕЛЬНЫМ ПЕРЕПЛЁТОМ</b>	0,72	2,41	1,74	Ю	0	6,41	0,56	0,73	0,1	33,09	0	139,7
Итого:			28,95							185,44		699,07

используем макс. потери тепла между: подогрев инфильтрующегося воздуха через неплотности (185,44) и на подогрев заданного вентилируемого объёма (260,00)

Вентиляция : Потери тепла на подогрев заданного объема воздуха ( 25м3) = 260 Вт

Инфильтрация : потери тепла на подогрев инфильтрующегося воздуха (G = 18 м3) через неплотности ограждений = 185 Вт

Теплопоступления с площади пола: 0 Вт Дополнительно заданные теплопоступления : 187 Вт

Итого потери : 699,07 + 260,00 - 187,4 = 775 Вт (округление до 5 Вт.)

**Жилая комната квартиры и общежития**

№ 207

t = 18

Жилое, Лечебно-проф. и детск, школа,

<b>СТЕНА НАРУЖНАЯ</b>	4,79	3	11,36	Ю	0	7	4,38	0,5	0	44,96	0	106,3
<b>ОКНО, ДВУХКАМЕРНЫЙ СТЕКЛОПАКЕТ</b>	0,74	1,72	1,27	Ю	0	6,62	0,56	0,73	0	20,78	0	93,2
<b>ДВЕРЬ БАЛКОННАЯ С РАЗДЕЛЬНЫМ ПЕРЕПЛЁТОМ</b>	0,72	2,41	1,74	Ю	0	6,41	0,56	0,73	0	33,09	0	127
Итого:			14,37							98,83		326,57

используем макс. потери тепла между: подогрев инфильтрующегося воздуха через неплотности (98,83) и на подогрев заданного вентилируемого объёма (260,00)

Вентиляция : Потери тепла на подогрев заданного объема воздуха ( 25м3) = 260 Вт

Инфильтрация : потери тепла на подогрев инфильтрующегося воздуха (G = 9 м3) через неплотности ограждений = 99 Вт

Теплопоступления с площади пола: 0 Вт Дополнительно заданные теплопоступления : 145 Вт

Итого потери : 326,57 + 260,00 - 145,4 = 445 Вт (округление до 5 Вт.)

**Жилая комната квартиры и общежития**

№ 208

t = 18

Жилое, Лечебно-проф. и детск, школа,

<b>СТЕНА НАРУЖНАЯ</b>	3,3	3	6,89	Ю	0	7	4,38	0,5	0	30,97	0	64,5
<b>ОКНО, ДВУХКАМЕРНЫЙ СТЕКЛОПАКЕТ</b>	0,74	1,72	1,27	Ю	0	6,62	0,56	0,73	0	20,78	0	93,2
<b>ДВЕРЬ БАЛКОННАЯ С РАЗДЕЛЬНЫМ ПЕРЕПЛЁТОМ</b>	0,72	2,41	1,74	Ю	0	6,41	0,56	0,73	0	33,09	0	127
Итого:			9,9							84,84		284,73

используем макс. потери тепла между: подогрев инфильтрующегося воздуха через неплотности (84,84) и на подогрев заданного вентилируемого объёма (260,00)

Вентиляция : Потери тепла на подогрев заданного объема воздуха ( 25м3) = 260 Вт

Инfiltrация : потери тепла на подогрев инфильтрующегося воздуха (G = 8 м3) через неплотности ограждений = 85 Вт

Теплопоступления с площади пола: 0 Вт Дополнительно заданные теплопоступления : 111 Вт

Итого потери : 284,73 + 260,00 - 110,7 = 435 Вт (округление до 5 Вт.)

#### Жилая комната квартиры и общежития

№ 209

t = 18

Жилое, Лечебно-проф. и детск, школа,

<b>СТЕНА НАРУЖНАЯ</b>	3,7	3	8,09	Ю	0	7	4,38	0,5	0,1	34,73	0	83,3
<b>ОКНО, ДВУХКАМЕРНЫЙ СТЕКЛОПАКЕТ</b>	0,74	1,72	1,27	Ю	0	6,62	0,56	0,73	0,1	20,78	0	102,5
<b>ДВЕРЬ БАЛКОННАЯ С РАЗДЕЛЬНЫМ ПЕРЕПЛЁТОМ</b>	0,72	2,41	1,74	Ю	0	6,41	0,56	0,73	0,1	33,09	0	139,7
<b>СТЕНА НАРУЖНАЯ</b>	3,96	3	9,37	3	0	7	4,38	0,5	0,15	37,17	0	100,8
<b>ОКНО, ДВУХКАМЕРНЫЙ СТЕКЛОПАКЕТ</b>	1,46	1,72	2,51	3	0	6,62	0,56	0,73	0,15	40,99	0	211,4
Итого:			22,98							166,76		637,83

используем макс. потери тепла между: подогрев инфильтрующегося воздуха через неплотности (166,76) и на подогрев заданного вентилируемого объёма (260,00)

Вентиляция : Потери тепла на подогрев заданного объема воздуха ( 25м3) = 260 Вт

Инfiltrация : потери тепла на подогрев инфильтрующегося воздуха (G = 16 м3) через неплотности ограждений = 167 Вт

Теплопоступления с площади пола: 0 Вт Дополнительно заданные теплопоступления : 121 Вт

Итого потери : 637,83 + 260,00 - 120,5 = 780 Вт (округление до 5 Вт.)

#### Кухня в квартире и общежитии

№ 211

t = 16

Жилое, Лечебно-проф. и детск, школа,

<b>СТЕНА НАРУЖНАЯ</b>	3,6	3	7,96	3	0	7	4,38	0,5	0,05	32,5	0	74,4
<b>ОКНО, ДВУХКАМЕРНЫЙ СТЕКЛОПАКЕТ</b>	0,64	1,72	1,1	3	0	6,62	0,56	0,73	0,05	16,89	0	80,5
<b>ДВЕРЬ БАЛКОННАЯ С РАЗДЕЛЬНЫМ ПЕРЕПЛЁТОМ</b>	0,72	2,41	1,74	3	0	6,41	0,56	0,73	0,05	31,1	0	126,9
Итого:			10,8							80,5		281,83

используется наибольшая из теплопотерь на подогрев инфильтрующегося воздуха через неплотности (80,50) и на подогрев заданного вентилируемого объёма (790,00)

Вентиляция : Потери тепла на подогрев заданного объема воздуха (  $80\text{м}^3$  ) = 790 Вт

Инфильтрация : потери тепла на подогрев инфильтрующегося воздуха (  $G = 8\text{ м}^3$  ) через неплотности ограждений = 80 Вт

Теплопоступления с площади пола: 0 Вт Дополнительно заданные теплопоступления : 105 Вт

Итого потери :  $281,83 + 790,00 - 105,1 = 970\text{ Вт}$  (округление до 5 Вт.)

**Кладовая для хранения личных вещей, спортивного инвентаря № 210**

$t = 16$

Жилое, Лечебно-проф. и детск, школа,

<b>СТЕНА НАРУЖНАЯ</b>	3,34	3	10,02	3	0	7	4,38	0,5	0,05	30,15	0	93,7
Итого:			10,02							30,15		93,67

используется наибольшая из теплопотерь на подогрев инфильтрующегося воздуха через неплотности (30,15) и на подогрев заданного вентилируемого объёма (495,00)

Вентиляция : Потери тепла на подогрев заданного объема воздуха (  $50\text{м}^3$  ) = 495 Вт

Инфильтрация : потери тепла на подогрев инфильтрующегося воздуха (  $G = 3\text{ м}^3$  ) через неплотности ограждений = 30 Вт

Итого потери :  $93,67 + 495,00 = 590\text{ Вт}$  (округление до 5 Вт.)

Итого потери по этажу №2 : 8430 Вт (округление до 5 Вт.)

Этаж: 3

Отметка: +6,000

Наименование	Размер А	Размер Б	Расчётная площадь	Ориентация	Попр. коэф. или t	Расчётная высота	Термическое сопротивление, $R_0\text{ м}^2\text{ }^\circ\text{C/Вт}$	$R_{и м}$ час.Па/кг Стен - Гн длина стык,м	Надбавки	Потери тепла на нагрев инфильтрующегося воздуха (через неплотности)	Надбавка на высоту ограждения >4 м.	Трансмиссионные потери тепла
--------------	----------	----------	-------------------	------------	-------------------	------------------	--	--	----------	---	-------------------------------------	------------------------------

**Жилая комната квартиры и общежития**

№ 301

$t = 18$

Жилое, Лечебно-проф. и детск, школа,

<b>ПОКРЫТИЕ</b>	5,7	3,55	20,23		0	0	5	0	0	0	0	166
<b>СТЕНА НАРУЖНАЯ</b>	3,9	3,3	8,47	3	0	10,3	4,38	0,5	0,15	23,25	0	91,2
<b>ОКНО, ДВУХКАМЕРНЫЙ СТЕКЛОПАКЕТ</b>	1,38	1,72	2,37	3	0	9,62	0,56	0,73	0,15	25,08	0	199,8

<b>ДВЕРЬ БАЛКОННАЯ С РАЗДЕЛЬНЫМ ПЕРЕПЛЁТОМ</b>	0,84	2,41	2,02	3	0	9,41	0,56	0,73	0,15	25,48	0	170,4
<b>СТЕНА НАРУЖНАЯ</b>	6	3,3	17,29	С	0	10,3	4,38	0,5	0,15	35,78	0	186,1
<b>ОКНО, ДВУХКАМЕРНЫЙ СТЕКЛОПАКЕТ</b>	1,46	1,72	2,51	С	0	9,62	0,56	0,73	0,15	26,53	0	211,4
Итого:			52,91							136,11		1025

используем макс. потери тепла между: подогрев инфильтрующегося воздуха через неплотности (136,11) и на подогрев заданного вентилируемого объёма (515,00)

Вентиляция : Потери тепла на подогрев заданного объема воздуха ( 50м3) = 515 Вт

Инфильтрация : потери тепла на подогрев инфильтрующегося воздуха (G = 13 м3) через неплотности ограждений = 136 Вт

Теплопоступления с площади пола: 0 Вт Дополнительно заданные теплопоступления : 196 Вт

Итого потери : 1025,00 + 515,00 - 196,1 = 1345 Вт (округление до 5 Вт.)

### Жилая комната квартиры и общежития

№ 302

t = 18

Жилое, Лечебно-проф. и детск, школа,

<b>ПОКРЫТИЕ</b>	5,45	3,6	19,62		0	0	5	0	0	0	0	161
<b>СТЕНА НАРУЖНАЯ</b>	5,45	3,3	15,47	С	0	10,3	4,38	0,5	0,1	32,5	0	159,3
<b>ОКНО, ДВУХКАМЕРНЫЙ СТЕКЛОПАКЕТ</b>	1,46	1,72	2,51	С	0	9,62	0,56	0,73	0,1	26,53	0	202,2
Итого:			37,61							59,02		522,51

используем макс. потери тепла между: подогрев инфильтрующегося воздуха через неплотности (59,02) и на подогрев заданного вентилируемого объёма (260,00)

Вентиляция : Потери тепла на подогрев заданного объема воздуха ( 25м3) = 260 Вт

Инфильтрация : потери тепла на подогрев инфильтрующегося воздуха (G = 6 м3) через неплотности ограждений = 59 Вт

Теплопоступления с площади пола: 0 Вт Дополнительно заданные теплопоступления : 178 Вт

Итого потери : 522,51 + 260,00 - 177,7 = 605 Вт (округление до 5 Вт.)

### Жилая комната квартиры и общежития

№ 303

t = 18

Жилое, Лечебно-проф. и детск, школа,

<b>ПОКРЫТИЕ</b>	3,86	3,65	14,09		0	0	5	0	0	0	0	115,6
<b>СТЕНА НАРУЖНАЯ</b>	6,16	3,3	17,82	С	0	10,3	4,38	0,5	0,15	36,73	0	191,8

<b>ОКНО, ДВУХКАМЕРНЫЙ СТЕКЛОПАКЕТ</b>	1,46	1,72	2,51	С	0	9,62	0,56	0,73	0,15	26,53	0	211,4
<b>СТЕНА НАРУЖНАЯ</b>	3,85	3,3	8,31	В	0	10,3	4,38	0,5	0,15	22,96	0	89,4
<b>ОКНО, ДВУХКАМЕРНЫЙ СТЕКЛОПАКЕТ</b>	1,38	1,72	2,37	В	0	9,62	0,56	0,73	0,15	25,08	0	199,8
<b>ДВЕРЬ БАЛКОННАЯ С РАЗДЕЛЬНЫМ ПЕРЕПЛЁТОМ</b>	0,84	2,41	2,02	В	0	9,41	0,56	0,73	0,15	25,48	0	170,4
Итого:			47,12							136,77		978,49

используем макс. потери тепла между: подогрев инфильтрующегося воздуха через неплотности (136,77) и на подогрев заданного вентилируемого объёма (260,00)

Вентиляция : Потери тепла на подогрев заданного объема воздуха ( 25м3) = 260 Вт

Инфильтрация : потери тепла на подогрев инфильтрующегося воздуха (G = 13 м3) через неплотности ограждений = 137 Вт

Теплопоступления с площади пола: 0 Вт Дополнительно заданные теплопоступления : 203 Вт

Итого потери : 978,49 + 260,00 - 203,1 = 1035 Вт (округление до 5 Вт.)

#### Кухня в квартире и общежитии

№ 304

t = 16

Жилое, Лечебно-проф. и детск, школа,

<b>ПОКРЫТИЕ</b>	3,65	5,7	20,8		0	0	5	0	0	0	0	162,4
<b>СТЕНА НАРУЖНАЯ</b>	3,6	3,3	9,04	В	0	10,3	4,38	0,5	0,1	21,02	0	88,6
<b>ОКНО, ДВУХКАМЕРНЫЙ СТЕКЛОПАКЕТ</b>	0,64	1,72	1,1	В	0	9,62	0,56	0,73	0,1	11,07	0	84,3
<b>ДВЕРЬ БАЛКОННАЯ С РАЗДЕЛЬНЫМ ПЕРЕПЛЁТОМ</b>	0,72	2,41	1,74	В	0	9,41	0,56	0,73	0,1	20,75	0	132,9
Итого:			32,68							52,84		468,18

используется наибольшая из теплопотерь на подогрев инфильтрующегося воздуха через неплотности (52,84) и на подогрев заданного вентилируемого объёма (790,00)

Вентиляция : Потери тепла на подогрев заданного объема воздуха ( 80м3) = 790 Вт

Инфильтрация : потери тепла на подогрев инфильтрующегося воздуха (G = 5 м3) через неплотности ограждений = 53 Вт

Теплопоступления с площади пола: 0 Вт Дополнительно заданные теплопоступления : 94 Вт

Итого потери : 468,18 + 790,00 - 93,8 = 1165 Вт (округление до 5 Вт.)

#### Кухня в квартире и общежитии

№ 305

t = 16

Жилое, Лечебно-проф. и детск, школа,

<b>ПОКРЫТИЕ</b>	5,7	3,55	20,23		0	0	5	0	0	0	0	157,9
-----------------	-----	------	-------	--	---	---	---	---	---	---	---	-------

<b>СТЕНА НАРУЖНАЯ</b>	3,5	3,3	9,04	В	0	10,3	4,38	0,5	0,1	20,43	0	88,5
<b>ОКНО, ДВУХКАМЕРНЫЙ СТЕКЛОПАКЕТ</b>	1,46	1,72	2,51	В	0	9,62	0,56	0,73	0,1	25,25	0	192,4
Итого:			31,78							45,68		438,8

используется наибольшая из теплопотерь на подогрев инфильтрующегося воздуха через неплотности (45,68) и на подогрев заданного вентилируемого объема (790,00)

Вентиляция : Потери тепла на подогрев заданного объема воздуха ( 80м3) = 790 Вт

Инфильтрация : потери тепла на подогрев инфильтрующегося воздуха (G = 5 м3) через неплотности ограждений = 46 Вт

Теплопоступления с площади пола: 0 Вт Дополнительно заданные теплопоступления : 91 Вт

Итого потери : 438,80 + 790,00 - 91 = 1140 Вт (округление до 5 Вт.)

### Жилая комната квартиры и общежития

№ 306

t = 18

Жилое, Лечебно-проф. и детск, школа,

ПОКРЫТИЕ	3,55	5,86	20,8		0	0	5	0	0	0	0	170,7
<b>СТЕНА НАРУЖНАЯ</b>	3,8	3,3	10,03	В	0	10,3	4,38	0,5	0,15	22,66	0	107,9
<b>ОКНО, ДВУХКАМЕРНЫЙ СТЕКЛОПАКЕТ</b>	1,46	1,72	2,51	В	0	9,62	0,56	0,73	0,15	26,53	0	211,4
<b>СТЕНА НАРУЖНАЯ</b>	6,15	3,3	17,29	Ю	0	10,3	4,38	0,5	0,1	36,67	0	178
<b>ОКНО, ДВУХКАМЕРНЫЙ СТЕКЛОПАКЕТ</b>	0,74	1,72	1,27	Ю	0	9,62	0,56	0,73	0,1	13,45	0	102,5
<b>ДВЕРЬ БАЛКОННАЯ С РАЗДЕЛЬНЫМ ПЕРЕПЛЁТОМ</b>	0,72	2,41	1,74	Ю	0	9,41	0,56	0,73	0,1	21,84	0	139,7
Итого:			53,64							121,14		910,27

используем макс. потери тепла между: подогрев инфильтрующегося воздуха через неплотности (121,14) и на подогрев заданного вентилируемого объема (260,00)

Вентиляция : Потери тепла на подогрев заданного объема воздуха ( 25м3) = 260 Вт

Инфильтрация : потери тепла на подогрев инфильтрующегося воздуха (G = 12 м3) через неплотности ограждений = 121 Вт

Теплопоступления с площади пола: 0 Вт Дополнительно заданные теплопоступления : 197 Вт

Итого потери : 910,27 + 260,00 - 197,3 = 975 Вт (округление до 5 Вт.)

### Жилая комната квартиры и общежития

№ 307

t = 18

Жилое, Лечебно-проф. и детск, школа,

ПОКРЫТИЕ	5,45	3,5	19,07		0	0	5	0	0	0	0	156,5
----------	------	-----	-------	--	---	---	---	---	---	---	---	-------



<b>СТЕНА НАРУЖНАЯ</b>	5,45	3,3	14,98	Ю	0	10,3	4,38	0,5	0	32,5	0	140,2
<b>ОКНО, ДВУХКАМЕРНЫЙ СТЕКЛОПАКЕТ</b>	0,74	1,72	1,27	Ю	0	9,62	0,56	0,73	0	13,45	0	93,2
<b>ДВЕРЬ БАЛКОННАЯ С РАЗДЕЛЬНЫМ ПЕРЕПЛЁТОМ</b>	0,72	2,41	1,74	Ю	0	9,41	0,56	0,73	0	21,84	0	127
Итого:			37,06							67,78		516,89

используем макс. потери тепла между: подогрев инфильтрующегося воздуха через неплотности (67,78) и на подогрев заданного вентилируемого объёма (260,00)

Вентиляция : Потери тепла на подогрев заданного объема воздуха ( 25м3) = 260 Вт

Инфильтрация : потери тепла на подогрев инфильтрующегося воздуха (G = 6 м3) через неплотности ограждений = 68 Вт

Теплопоступления с площади пола: 0 Вт Дополнительно заданные теплопоступления : 135 Вт

Итого потери : 516,89 + 260,00 - 135,1 = 645 Вт (округление до 5 Вт.)

### Жилая комната квартиры и общежития

№ 308

t = 18

Жилое, Лечебно-проф. и детск, школа,

<b>ПОКРЫТИЕ</b>	6	3,8	22,8		0	0	5	0	0	0	0	187
<b>СТЕНА НАРУЖНАЯ</b>	6	3,3	16,79	Ю	0	10,3	4,38	0,5	0,1	35,78	0	172,9
<b>ОКНО, ДВУХКАМЕРНЫЙ СТЕКЛОПАКЕТ</b>	0,74	1,72	1,27	Ю	0	9,62	0,56	0,73	0,1	13,45	0	102,5
<b>ДВЕРЬ БАЛКОННАЯ С РАЗДЕЛЬНЫМ ПЕРЕПЛЁТОМ</b>	0,72	2,41	1,74	Ю	0	9,41	0,56	0,73	0,1	21,84	0	139,7
<b>СТЕНА НАРУЖНАЯ</b>	3,8	3,3	10,03	3	0	10,3	4,38	0,5	0,15	22,66	0	107,9
<b>ОКНО, ДВУХКАМЕРНЫЙ СТЕКЛОПАКЕТ</b>	1,46	1,72	2,51	3	0	9,62	0,56	0,73	0,15	26,53	0	211,4
Итого:			55,14							120,25		921,55

используем макс. потери тепла между: подогрев инфильтрующегося воздуха через неплотности (120,25) и на подогрев заданного вентилируемого объёма (515,00)

Вентиляция : Потери тепла на подогрев заданного объема воздуха ( 50м3) = 515 Вт

Инфильтрация : потери тепла на подогрев инфильтрующегося воздуха (G = 11 м3) через неплотности ограждений = 120 Вт

Теплопоступления с площади пола: 0 Вт Дополнительно заданные теплопоступления : 185 Вт

Итого потери : 921,55 + 515,00 - 184,6 = 1255 Вт (округление до 5 Вт.)

### Кухня в квартире и общежитии

№ 309

t = 16

Жилое, Лечебно-проф. и детск, школа,

ПОКРЫТИЕ	3,5	7,2	25,2		0	0	5	0	0	0	0	196,6
СТЕНА НАРУЖНАЯ	3,5	3,3	9,04	3	0	10,3	4,38	0,5	0,05	20,43	0	84,5
ОКНО, ДВУХКАМЕРНЫЙ СТЕКЛОПАКЕТ	1,46	1,72	2,51	3	0	9,62	0,56	0,73	0,05	25,25	0	183,6
Итого:			36,75							45,68		464,78

используется наибольшая из теплопотерь на подогрев инфильтрующегося воздуха через неплотности (45,68) и на подогрев заданного вентилируемого объема (790,00)

Вентиляция : Потери тепла на подогрев заданного объема воздуха ( 80м<sup>3</sup>) = 790 Вт

Инфильтрация : потери тепла на подогрев инфильтрующегося воздуха (G = 5 м<sup>3</sup>) через неплотности ограждений = 46 Вт

Теплопоступления с площади пола: 0 Вт Дополнительно заданные теплопоступления : 105 Вт

Итого потери : 464,78 + 790,00 - 104,5 = 1150 Вт (округление до 5 Вт.)

### Кухня в квартире и общежитии

№ 310

t = 16

Жилое, Лечебно-проф. и детск, школа,

ПОКРЫТИЕ	3,65	7,2	26,28		0	0	5	0	0	0	0	205,1
СТЕНА НАРУЖНАЯ	3,65	3,3	9,21	3	0	10,3	4,38	0,5	0,05	21,31	0	86,1
ОКНО, ДВУХКАМЕРНЫЙ СТЕКЛОПАКЕТ	0,64	1,72	1,1	3	0	9,62	0,56	0,73	0,05	11,07	0	80,5
ДВЕРЬ БАЛКОННАЯ С РАЗДЕЛЬНЫМ ПЕРЕПЛЁТОМ	0,72	2,1	1,74	3	0	9,41	0,56	0,73	0,05	20,75	0	126,9
Итого:			38,3							53,13		498,55

используется наибольшая из теплопотерь на подогрев инфильтрующегося воздуха через неплотности (53,13) и на подогрев заданного вентилируемого объема (790,00)

Вентиляция : Потери тепла на подогрев заданного объема воздуха ( 80м<sup>3</sup>) = 790 Вт

Инфильтрация : потери тепла на подогрев инфильтрующегося воздуха (G = 5 м<sup>3</sup>) через неплотности ограждений = 53 Вт

Теплопоступления с площади пола: 0 Вт Дополнительно заданные теплопоступления : 104 Вт

Итого потери : 498,55 + 790,00 - 104,3 = 1185 Вт (округление до 5 Вт.)

### Лестничная клетка в квартирном доме

№ 311

t = 16

Жилое, Лечебно-проф. и детск, школа,

ПОКРЫТИЕ	7,1	3,25	23,07		0	0	5	0	0	0	0	180,1
Итого:			23,07							0		180,07

<b>СТЕНА НАРУЖНАЯ</b>	3,5	3,3	9,04	3	0	10,3	4,38	0,5	0,05	20,43	0	84,5
<b>ОКНО, ДВУХКАМЕРНЫЙ СТЕКЛОПАКЕТ</b>	1,46	1,72	2,51	3	0	9,62	0,56	0,73	0,05	25,25	0	183,6
Итого:			36,75							45,68		464,78

используется наибольшая из теплопотерь на подогрев инфильтрующегося воздуха через неплотности (45,68) и на подогрев заданного вентилируемого объема (790,00)

Вентиляция : Потери тепла на подогрев заданного объема воздуха (  $80\text{ м}^3$ ) = 790 Вт

Инфильтрация : потери тепла на подогрев инфильтрующегося воздуха ( $G = 5\text{ м}^3$ ) через неплотности ограждений = 46 Вт

Теплопоступления с площади пола: 0 Вт Дополнительно заданные теплопоступления : 105 Вт

Итого потери :  $464,78 + 790,00 - 104,5 = 1150\text{ Вт}$  (округление до 5 Вт.)

## Приложение Г

Таблица В.1 – Гидравлический расчет системы отопления

№ участка	Q участка Вт	D участка мм	l/d	l м	l × l/d	S <sub>x</sub>	x пр	P д Па	P участка Па	G кг/ч	D t ° C	Настроечный клапан	
												Kv	ΔP, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
aСт1а'	3575	20	1,8	12,69	22,842	15,3	38,142	3,7	142,14	109,804	28	1,4	984,85
a7а'7'	3575	25	1,4	6,5	9,1	2	11,1	1,5	16,21	109,804	-	Термостатический клапан	
7Ст27'	2060	20	1,8	16,19	29,142	15,3	44,442	3,563	158,35	107	16,50	Kv	ΔP, Па
767'6'	5635	25	1,4	14,45	20,23	4	24,23	5,7	138,37	217,169	-	1,2	1340,49
6Ст36'	2060	15	2,7	17,38	46,926	17,3	64,226	4,620	296,72	68	25,99		
656'5'	7695	32	1	9,12	9,12	3	12,12	3,0	36,93	285,324	-		
5Ст45'	1205	15	2,7	18,47	49,869	15,7	65,569	5,089	333,65	72	14,49		
545'4'	8900	32	1	4,6	4,6	3	7,6	4,8	36,23	356,852	-		
4Ст54'	2013	15	2,7	17,4	46,98	21,3	68,28	5,42	369,88	74	23,46		
434'3'	10913	32	1	15,18	15,18	3,6	18,78	6,9	130,38	430,653	-		
3Ст63'	2012	15	2,7	17,6	47,52	21,3	68,82	7,269	500,26	85	20,24		
323'2'	12925	40	0,8	6,35	5,08	3	8,08	5,6	45,35	516,14	-		
2Ст72'	2325	15	2,7	16,97	45,819	15,7	61,519	8,87	545,61	94	21,17		
212'1'	15250	40	0,8	5,11	4,088	3,2	7,288	7,9	57,24	610,57	-		
пот.вет									602,84				

bСт14б'	3130	25	1,4	16,64	23,296	12,3	35,596	1,1	39,835	96,136	28		
b13б'13'	3130	20	1,8	6,88	12,384	2	14,384	2,9	41,090	96,136	-		
13Ст1313'	2212	20	1,8	21,12	38,016	22,9	60,916	1,328	80,926	66	29,02		
131213'12'	5342	25	1,4	4,7	6,58	5	11,58	3,2	36,661	161,695	-		
12Ст1212'	1433	15	2,7	16,19	43,713	15,7	59,413	1,979	117,586	45	27,63		
121112'11'	6775	25	1,4	4,2	5,88	3	8,88	5,2	45,76	206,30	-		

11Ст1111'	705	15	2,7	9,78	26,406	10,1	36,506	4,47	163,35	67	9,04
111011'10'	7480	25	1,4	4,36	6,104	3	9,104	9,0	82,39	273,377	-
10Ст1010'	1975	15	2,7	16,47	44,469	21,3	65,769	3,736	245,74	61	27,71
10910'9'	9455	32	1	13,72	13,72	3	16,72	4,2	70,10	334,67	-
9Ст99'	1555	15	2,7	16,04	43,308	21,3	64,608	4,89	315,84	70	19,07
989'8'	11010	32	1	10,31	10,31	3,6	13,91	6,1	85,31	404,78	-
8Ст88'	4830	20	1,8	23,13	41,634	25,6	67,234	5,97	401,15	139	29,90
818'1'	15840	32	1	12,52	12,52	3,2	15,72	11,1	173,96	543,71	
									пот.вет	575,10	
									невязка	4,60	
101'0'	31090	40	0,8	12,25	9,8	6	15,8	28,1	443,48	1154,29	23,164
									пот. ситемы	3343,92	

## Приложение Д

Таблица Г.1 – Тепловой расчет отопительных приборов

№ пом	Qп	t вх	t вых	θ	G	Gпр	P	n	b	m	c	φ1	φ2	Q ну	N'	N	β3
	Вт	°С	°С	°С	кг/ч	кг/с											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<b>Стойк №1</b>				28,00	110												
310	1241	85,00	75,28	64,14	110	0,011	1	0,3	0,998	0,02	1	0,893	0,956	204	7,287	8	0,98
211	1027	75,28	67,24	55,26	110	0,011	1	0,3	0,998	0,02	1	0,735	0,956	204	7,320	8	0,98
109	1307	67,24	57,00	46,12	110	0,011	1	0,3	0,998	0,02	1	0,581	0,956	204	11,906	12	0,97
			28,00														
<b>Стойк №2</b>				16,50	107												
301	729	85,00	79,16	64,08	107	0,010	1	0,3	0,998	0,02	1	0,892	0,956	204	4,117	5	1,02
201	633	79,16	74,09	58,63	107	0,010	1	0,3	0,998	0,02	1	0,794	0,956	204	4,016	5	1,02
101	699	74,09	68,50	53,30	107	0,010	1	0,3	0,998	0,02	1	0,702	0,956	204	5,116	6	1
			16,50														
<b>Стойк №3</b>				25,99	68												
301	729	85,00	75,81	62,40	68	0,007	1	0,3	0,998	0,02	1	0,861	0,947	204	4,300	5	1,02
201	633	75,81	67,82	53,81	68	0,007	1	0,3	0,998	0,02	1	0,710	0,947	204	4,620	5	1
101	699	67,82	59,01	45,41	68	0,007	1	0,3	0,998	0,02	1	0,570	0,947	204	6,421	7	0,99
			25,99														
<b>Стойк №4</b>				14,49	72												
302	690	85,00	76,70	62,85	72	0,007	1	0,3	0,998	0,02	1	0,869	0,948	204	4,031	5	1,02
202	515	76,70	70,51	55,61	72	0,007	1	0,3	0,998	0,02	1	0,741	0,948	204	3,528	4	1,02
			14,49														
<b>Стойк №5</b>				23,46	74												
303	574	85,00	78,32	63,66	74	0,007	1	0,3	0,998	0,02	1	0,884	0,949	204	3,230	4	1,04
203	506	78,32	72,43	57,37	74	0,007	1	0,3	0,998	0,02	1	0,772	0,949	204	3,259	4	1,04
103	934	72,43	61,55	50,99	74	0,007	1	0,3	0,998	0,02	1	0,662	0,949	204	7,446	8	0,98

			23,45															
Стойк №6				20,24	85,49													
303	574	85,00	79,23	66,12	85	0,008	1	0,3	0,998	0,02	1	0,928	0,951	204	3,066	4	1,04	
203	506	79,23	74,15	60,69	85	0,008	1	0,3	0,998	0,02	1	0,831	0,951	204	3,021	4	1,04	
103	934	74,15	64,76	53,45	85	0,008	1	0,3	0,998	0,02	1	0,704	0,951	204	6,983	7	0,98	
			20,24															
Стойк №7				21,17	94													
304	1250	85,00	73,62	63,31	94	0,009	1	0,3	0,998	0,02	1	0,878	0,953	204	7,489	8	0,98	
204	1075	73,62	63,83	52,72	94	0,009	1	0,3	0,998	0,02	1	0,692	0,953	204	8,170	9	0,98	
			21,17															
Стойк №8				29,90	139													
104	1235	85,00	77,36	65,18	139	0,014	1	0,3	0,998	0,02	1	0,911	0,961	204	7,069	8	0,98	
205	970	77,36	71,35	58,35	139	0,014	1	0,3	0,998	0,02	1	0,789	0,961	204	6,346	7	0,99	
305	1140	71,35	64,29	51,82	139	0,014	1	0,3	0,998	0,02	1	0,676	0,961	204	8,882	9	0,97	
306	488	64,29	61,28	44,79	139	0,014	1	0,3	0,998	0,02	1	0,560	0,961	204	4,367	5	1,02	
206	388	61,28	58,88	42,08	139	0,014	1	0,3	0,998	0,02	1	0,516	0,961	204	3,764	4	1,02	
105	510	58,88	55,72	39,30	139	0,014	1	0,3	0,998	0,02	1	0,472	0,961	204	5,578	6	0,99	
			29,28															
Стойк №9				19,07	70													
306	544	85,00	78,33	63,67	70	0,007	1	0,3	0,998	0,02	1	0,884	0,948	204	3,064	4	1,04	
206	446	78,33	72,87	57,60	70	0,007	1	0,3	0,998	0,02	1	0,776	0,948	204	2,861	4	1,04	
105	566	72,87	65,93	51,40	70	0,007	1	0,3	0,998	0,02	1	0,669	0,948	204	4,297	5	1,02	
			19,07															
Стойк №10				27,71	61													
307	701	85,00	75,16	62,08	61	0,006	1	0,3	0,998	0,02	1	0,856	0,945	204	4,175	5	1,02	
207	503	75,16	68,11	53,64	61	0,006	1	0,3	0,998	0,02	1	0,707	0,945	204	3,623	4	1,02	
106	771	68,11	57,29	44,70	61	0,006	1	0,3	0,998	0,02	1	0,558	0,945	204	7,325	8	0,98	
			27,71															
Стойк №11				9,04	67													

208	705	85,00	75,96	62,48	67	0,007	1	0,3	0,998	0,02	1	0,863	0,947	204	4,156	5	1,02
			9,04														
Стойк №12				27,63	45												
308	713	85,00	71,26	60,13	45	0,004	1	0,3	0,998	0,02	1	0,821	0,939	204	4,540	5	1
107	720	71,26	57,38	46,32	45	0,004	1	0,3	0,998	0,02	1	0,585	0,939	204	6,506	7	0,99
			27,62														
Стойк №13				29,02	66												
107	720	85,00	75,56	62,28	66	0,006	1	0,3	0,998	0,02	1	0,859	0,946	204	4,265	5	1,02
209	390	75,56	70,44	55,00	66	0,006	1	0,3	0,998	0,02	1	0,731	0,946	204	2,663	4	1,04
308	713	70,44	61,09	47,77	66	0,006	1	0,3	0,998	0,02	1	0,608	0,946	204	6,139	7	0,99
209а	390	61,09	55,98	40,53	66	0,006	1	0,3	0,998	0,02	1	0,492	0,946	204	4,037	5	1,02
			29,02														
Стойк №14				28,00	96												
309	1206	85,00	74,21	63,61	96	0,009	1	0,3	0,998	0,02	1	0,883	0,954	204	7,178	8	0,98
210	648	74,21	68,41	55,31	96	0,009	1	0,3	0,998	0,02	1	0,736	0,954	204	4,533	5	1
108	1276	68,41	57,00	46,71	96	0,009	1	0,3	0,998	0,02	1	0,591	0,954	204	11,464	12	0,97
			28,00														



## Приложение Е

Таблица Д.1 – Определение секундных расходов ГВС

№уч-ка	Кол-во приборов, N,шт	Кол-во водопотребителей, U,чел	Норма расхода горячей воды в час, q <sub>нр</sub>	Секундный расход воды прибором, q <sub>0</sub>	Вероятность, P	N*P	α	q,л/с	Примечание
Ст1									
1.1	1	2	10	0,09	0,062	0,062	0,292	0,13	
1.2	2	2	10	0,09	0,031	0,062	0,292	0,13	
1.3	3	2	10	0,2	0,009	0,028	0,233	0,23	
1.4	6	4	10	0,2	0,009	0,056	0,283	0,28	
1.5	9	6	10	0,2	0,009	0,083	0,323	0,32	
Ст2									
2.1	1	3	10	0,09	0,093	0,093	0,334	0,15	
2.2	2	3	10	0,09	0,046	0,093	0,334	0,15	
2.3	3	3	10	0,2	0,014	0,042	0,259	0,26	
2.4	6	6	10	0,2	0,014	0,083	0,323	0,32	
2.5	7	7	10	0,2	0,014	0,097	0,339	0,34	
Ст3									
3.1	1	3	10	0,09	0,093	0,093	0,334	0,15	
3.2	2	3	10	0,09	0,046	0,093	0,334	0,15	
3.3	3	3	10	0,2	0,014	0,042	0,259	0,26	
3.4	6	6	10	0,2	0,014	0,083	0,323	0,32	
3.5	9	9	10	0,2	0,014	0,125	0,373	0,37	
Ст4									
4.1	1	3	10	0,09	0,093	0,093	0,334	0,15	
4.2	2	3	10	0,09	0,046	0,093	0,334	0,15	
4.3	3	3	10	0,2	0,014	0,042	0,259	0,26	
4.4	5	5	10	0,2	0,014	0,069	0,301	0,30	
4.5	7	7	10	0,2	0,014	0,097	0,339	0,34	
Разводящие трубопроводы									
1	32	29	10	0,2	0,013	0,403	0,61	0,61	
2	16	16	10	0,2	0,014	0,222	0,467	0,47	
3	7	7	10	0,2	0,014	0,097	0,339	0,34	
4	16	13	10	0,2	0,011	0,181	0,43	0,43	
5	9	6	10	0,2	0,009	0,083	0,323	0,32	

## Приложение Ж

Таблица Е.1 – Гидравлический расчет подающих трубопроводов

№ уч-ка	Длина l, м	Диаметр d <sub>y</sub> ×S	Расход	Уд. потери напора i, мм	Коэффициент K <sub>l</sub>	Потери напора H, м	Прим.
			л/с				
Ст1							
1.1	0,8	15	0,13	300	0,1	0,264	
1.2	1,2	15	0,13	300	0,1	0,396	
1.3	3	20	0,23	200	0,1	0,66	
1.4	3	20	0,28	250	0,1	0,825	
1.5	0,97	25	0,32	60	0,1	0,06402	
5	10,2	25	0,32	60	0,2	0,7344	
4	1,23	25	0,43	120	0,2	0,17712	
1	0,4	32	0,61	55	0,5	0,033	
					ΣH	3,15	
Ст2							
2.1	0,9	15	0,15	350	0,1	0,3465	
2.2	0,6	15	0,15	350	0,1	0,231	
2.3	3	15	0,26	230	0,1	0,759	
2.4	3	20	0,32	320	0,1	1,056	
2.5	0,97	20	0,34	360	0,1	0,38412	
4	1,23	25	0,43	120	0,2	0,17712	
1	0,4	32	0,61	55	0,5	0,033	
					ΣH	2,99	
Ст3							
3.1	0,91	15	0,15	350	0,1	0,35035	
3.2	0,6	15	0,15	350	0,1	0,231	
3.3	3	15	0,26	230	0,1	0,759	
3.4	3	20	0,32	300	0,1	0,99	
3.5	0,97	20	0,37	400	0,1	0,4268	
2	2,23	25	0,47	140	0,2	0,37464	
1	0,4	32	0,61	55	0,5	0,033	
					ΣH	3,16	
Ст4							
4.1	0,79	15	0,15	350	0,1	0,30415	
4.2	1,2	15	0,15	350	0,1	0,462	
4.3	3	20	0,26	250	0,1	0,825	
4.4	3	25	0,30	60	0,1	0,198	
4.5	0,97	25	0,34	70	0,1	0,07469	

3	11,42	25	0,34	70	0,2	0,95928	
2	2,23	25	0,43	140	0,2	0,37464	
1	0,4	32	0,61	55	0,5	0,033	
						ΣH	3,23

Невязка:		
Стойк	Потери напора	
	Н	Δ
	м	%
1	3,15	7,55
2	2,99	
3	3,16	
4	3,23	

## Приложение И

Таблица Ж.1 – Определение тепловых потерь трубопроводов

№ уч-ка	Длина l, м	Диаметр dy×S	t <sub>ср</sub> , °С	t <sub>о</sub> , °С	η <sub>изол</sub>	Q <sub>тп</sub>	Примечание
<b>Стойк 1</b>							
1.1	0,8	15	55	16	0	17,0	
1.2	1,2	15	55	16	0	25,6	
1.3	3	20	55	16	0	85,2	
1.4	3	20	55	16	0	85,2	
1.5	0,97	25	55	16	0	34,4	
						ΣQ	547,5
<b>Стойк 2</b>							
2.1	0,9	15	55	16	0	19,2	
2.2	0,6	15	55	16	0	12,8	
2.3	3	15	55	16	0	63,9	
2.4	3	20	55	16	0	85,2	
2.5	0,97	20	55	16	0	27,6	
						ΣQ	408,7
<b>Стойк 3</b>							
3.1	0,91	15	55	16	0	19,4	
3.2	0,6	15	55	16	0	12,8	
3.3	3	15	55	16	0	63,9	
3.4	3	20	55	16	0	85,2	
3.5	0,97	20	55	16	0	27,6	
						ΣQ	508,9
<b>Стойк 4</b>							
4.1	0,79	15	55	16	0	16,8	
4.2	1,2	15	55	16	0	25,6	
4.3	3	20	55	16	0	85,2	
4.4	3	25	55	16	0	106,5	
4.5	0,97	25	55	16	0	34,4	
						ΣQ	568,6
<b>Разводящие трубопроводы</b>							
5	10,2	25	55	5	0,6	185,8	
4	1,23	25	55	5	0,6	22,4	
3	11,42	25	55	5	0,6	208,0	
2	2,23	25	55	5	0,6	40,6	
1	0,4	32	55	5	0,6	9,3	
						ΣQ	2499,8

## Приложение К

Таблица И.1 – Гидравлический расчет циркуляционных трубопроводов

№уч-ка	Длина l, м	Диаметр d <sub>y</sub> ×S	Расход л/с			Уд.потери напора i, мм	Потери напора H, м	Прим.
			q <sub>цирк</sub>	(0,15-0,3)q	q <sub>p</sub>			
<b>Стойк 1</b>								
1.3	3	20	0,018	0,047	0,064	20	0,066	
1.4	3	20	0,018	0,057	0,074	35	0,1155	
1.5	3	25	0,018	0,065	0,082	7	0,0231	
1.5'	3	15	0,018	0	0,018	20	0,066	
1.4'	3	15	0,018	0	0,018	20	0,066	
1.3'	3	15	0,018	0	0,018	20	0,066	
							0,4026	
<b>Стойк 2</b>								
2.3	3	15	0,01	0,052	0,062	100	0,33	
2.4	3	20	0,01	0,065	0,075	35	0,1155	
2.5	3	20	0,01	0,068	0,078	40	0,132	
2.5'	3	15	0,01	0	0,010	15	0,0675	
2.4'	3	15	0,01	0	0,010	15	0,0675	
2.3'	3	15	0,01	0	0,010	15	0,0675	
							0,78	
<b>Стойк 3</b>								
3.3	3	15	0,01	0,052	0,064	100	0,33	
3.4	3	20	0,01	0,065	0,077	35	0,1155	
3.5	3	20	0,01	0,075	0,087	45	0,1485	
3.5'	3	15	0,01	0	0,013	15	0,0495	
3.4'	3	15	0,01	0	0,013	15	0,0495	
3.3'	3	15	0,01	0	0,013	15	0,0495	
							0,7425	
<b>Стойк 4</b>								
4.3	3	20	0,02	0,052	0,071	25	0,0825	
4.4	3	25	0,02	0,060	0,079	7	0,0231	
4.5	3	25	0,02	0,068	0,087	8	0,0264	
4.5'	3	15	0,02	0	0,019	20	0,09	
4.4'	3	15	0,02	0	0,019	20	0,09	
4.3'	3	15	0,02	0	0,019	20	0,09	
							0,402	
<b>Разводящие трубопроводы</b>								
5	10,2	25	0,018	0,065	0,082	8	0,09792	
4	1,23	25	0,028	0,086	0,114	15	0,02214	

3	11,42	25	0,019	0,068	0,087	8	0,109632	
2	2,23	25	0,032	0,093	0,125	10	0,02676	
1	0,4	32	0,060	0,122	0,182	4	0,0024	
1'	0,4	20	0,060	0	0,060	18	0,0108	
2'	2,23	15	0,032	0	0,032	30	0,08028	
3'	11,42	15	0,019	0	0,019	20	0,27408	
4'	1,23	15	0,028	0	0,028	30	0,04428	
5'	10,2	15	0,018	0	0,018	20	0,2448	

Невязка:

Кольцо	Потери напора	
	Н	Δ
	м	%
1	0,812	9,07
2	0,846	
3	0,850	
4	0,893	

# Приложение Л



г. Нижний Новгород, ул. Коминтерна, 16, тел/факс +7(831) 277-88-55, 8-800-700-8885  
(бесплатный), e-mail: cs@ridan.ru, http://теплообменник.рф

Объект: Жилищно-строительный кооператив "Остров"

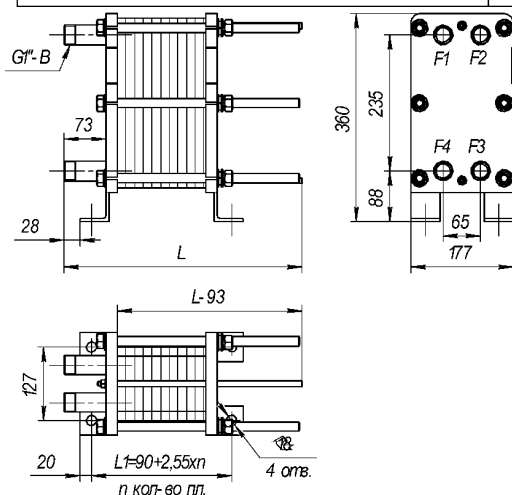
Расчет №: 702308 (к ОЛ №01146357)

Назначение: Общепромышленное

Дата: 30.01.2018

Тип XGF025

Контур Среда	Гор. сторона	Хол. сторона
	Вода	Вода
Расход, т/ч	0,6	0,2
Температура на входе, С°	90	5
Температура на выходе, С°	70	65
Потери давления, м.вод.ст.	1,68	0,22
Скорость в порту, м/с	0,21	0,07
Скорость в каналах, м/с	0,24	0,08
Тепловая нагрузка, ккал/ч	11 180	
Запас площади поверхности, %	65,3	
Козф. теплопередачи, ккал/м <sup>2</sup> *ч*К	1 978	
Эффективная площадь, м <sup>2</sup>	0,135	
Число пластин, компоновка пластин	7-Н	
Компоновка каналов	1 x 3 + 0 x 0	1 x 3 + 0 x 0
Внутренний объём, л	0,1	0,1
Толщина, материал пластин	0,5 мм AISI316	
Материал прокладок	EPDM	
Расчетное/пробное давление, кгс/см <sup>2</sup>	16/22	
Расчетная температура, С°	150	
Соединения	Патрубок 04-08 Ду25 ст.20 РДАМ.752272.008	Патрубок 04-08 Ду25 ст.20 РДАМ.752272.008
Покрытие портов		
Ответные фланцы		



Масса нетто: 31,21 кг.  
Внутренний объем: 0,3 л.  
Длина: 313 мм.  
Максимальное кол-во пластин: 30  
F1 - Вход греющей среды  
F2 - Выход нагреваемой среды  
F3 - Вход нагреваемой среды  
F4 - Выход греющей среды

ПОСТАВЩИК:

ПОКУПАТЕЛЬ:

данные расчета проверены и согласованы

\_\_\_\_\_  
МП

Стр. 1 из 1

\_\_\_\_\_  
МП

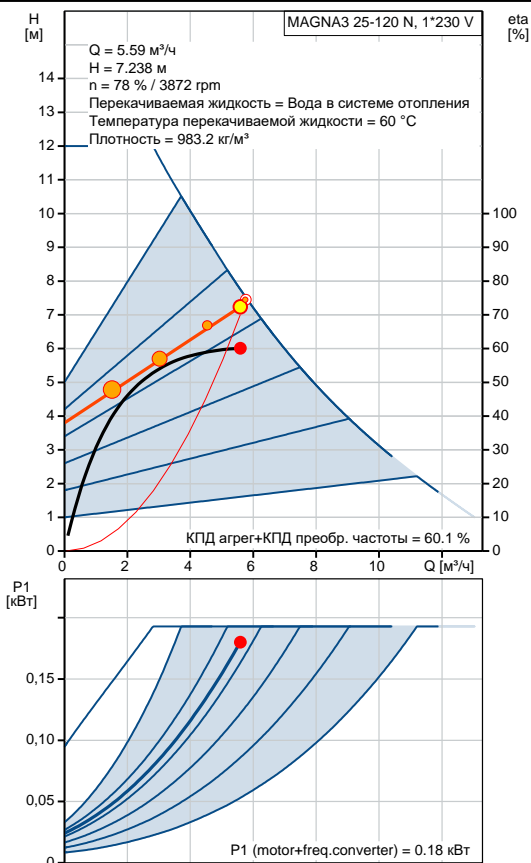
# Приложение М



Название компании:  
Разработано:  
Телефон:

Дата: 05.06.2018

Описание	Значение
<b>Общие сведения:</b>	
Наименование продукта:	MAGNA3 25-120 N
№ продукта:	97924340
EAN код:	5710626494163
Цена:	1.561,00 UER
<b>Технические данные:</b>	
Текущий рассчитанный расход:	5.59 м³/ч
Общий гидростатический напор насоса:	7.238 м
Макс гидростатический напор:	120 дм
TF класс:	110
Данные на фирменной табличке:	CE,VDE,EAC,CN ROHS
Модель:	D
<b>Материалы:</b>	
Корпус насоса:	Нержавеющая сталь
	EN 1.4308
	ASTM 351 CF8
Рабочее колесо:	PES 30%GF
<b>Монтаж:</b>	
Диапазон температуры окружающей среды:	0 .. 40 °C
Макс. рабочее давление:	10 бар
Соединение труб:	G 1 1/2"
Допустимое давление:	PN10
Монтажная длина:	180 мм
<b>Жидкость:</b>	
Рабочая жидкость:	Вода в системе отопления
Диапазон температур жидкости:	-10 .. 110 °C
Температура перекачиваемой жидкости:	60 °C
Плотность:	983.2 кг/м³
Кинематическая вязкость:	1 мм²/с
<b>Данные электрооборудования:</b>	
Потребляемая мощность-P1:	9 .. 193 Вт
Частота питающей сети:	50 Hz
Номинальное напряжение:	1 x 230 В
Максимальное потребление тока:	0.09 .. 1.56 А
Класс защиты (IEC 34-5):	X4D
Класс изоляции (IEC 85):	F
<b>Другое:</b>	
Класс электропотребления (EEI):	0.18
Нетто вес:	5.3 кг
Брутто вес:	6.1 кг
Объем поставки:	0.015 м³
Danish VVS No.:	380795120
Swedish RSK No.:	5803238
Страна происхождения:	DE
ТН ВЭД ЕАЭС Код:	8413703000





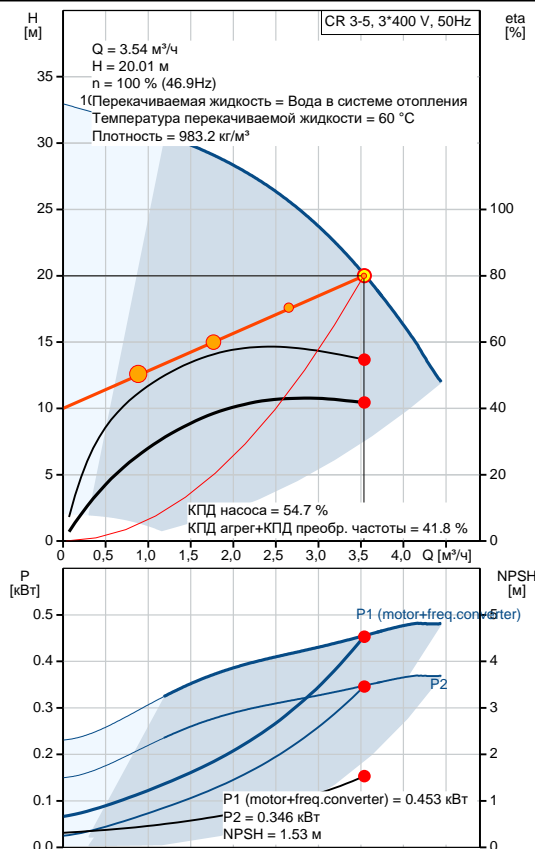
# Приложение Н



Название компании:  
Разработано:  
Телефон:

Дата: 08.06.2018

Описание	Значение
<b>Общие сведения:</b>	
Наименование продукта:	CR 3-5 A-A-A-E-HQQE
№ продукта:	96509508
EAN код:	5700396488271
Цена:	738,00 UER
<b>Технические данные:</b>	
Частота вращения:	2873 об/м
Текущий рассчитанный расход:	3.54 м³/ч
Номинальный расход:	3 м³/ч
Общий гидростатический напор насоса:	20.01 м
Ступени:	5
Рабочие колеса:	5
Low NPSH:	N
Расположение насоса при монтаже:	ВЕРТИКАЛЬН.
Тип установки уплотнения:	Одинарное
Код торцевого уплотнения вала:	HQQE
Сертификаты на шильдике:	CE, EAC, ACS
Допуски по рабочим хар-кам:	ISO9906:2012 3B
Тип исполнения:	A
Модель:	A
<b>Материалы:</b>	
Проточная часть:	Чугун
	EN 1561 EN-GJL-200
	ASTM A48-25B
Рабочее колесо:	Нержавеющая сталь
Материал рабочего колеса:	EN 1.4301
Рабочее колесо:	AISI 304
Код материала:	A
Код резины:	E
Подшипник:	SIC
<b>Монтаж:</b>	
Максимальная температура окружающей среды:	40 °C
Макс. рабочее давление:	16 бар
Макс. давление при заданной темп-ре:	16 бар / 120 °C
	16 бар / -20 °C
Трубное присоединение:	Oval / Rp
Код присоединения:	A
Размер всасывающего патрубка:	1 inch
Размер напорного патрубка:	1 inch
Допустимое давление:	PN 16
Размер фланца электродвигателя:	FT85
<b>Жидкость:</b>	
Рабочая жидкость:	Вода в системе отопления
Диапазон температур жидкости:	-20 .. 120 °C
Температура перекачиваемой жидкости:	60 °C
Плотность:	983.2 кг/м³
Кинематическая вязкость:	1 мм²/с
<b>Данные электрооборудования:</b>	
Стандарт электродвигателя:	IEC
Тип электродвигателя:	71A
Класс энергоэфф-ти:	IE3
Номинальная мощность - P2:	0.37 кВт
Энергия (P2), необходимая для насоса:	0.37 кВт





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 студентки

Чумаченко Надежды Дмитриевны

(фамилия, имя, отчество)

направление 08.03.01. «Строительство»

профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция»

группа Б3431д

Руководитель ВКР

ст. преподаватель Антон Андреевич Еськин

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

На тему Разработка системы теплоснабжения группы жилых домов ЖСК «Остров»

Дата защиты ВКР «25» июня 2018г.

Проект выполнен по заявке ЖСК «Остров». На основании предоставленных планов здания произведён теплотехнический расчет ограждающих конструкций, подобрана требуемая толщина утеплителя, рассчитаны тепловые потери здания. В проекте разработана независимая открытая централизованная система теплоснабжения группы жилых домов. Источником теплоты являются котлы, работающие на газовом топливе, расположенные в отдельно стоящей котельной. Запроектирована система отопления с нижней разводкой, на основании гидравлического расчета подобраны диаметры трубопроводов, определено количество секций алюминиевых радиаторов. Также в работе рассчитана и запроектирована система горячего водоснабжения. На основе тепловых нагрузок и расходов теплоносителя разработана тепловая схема и рабочие чертежи индивидуального теплового пункта, подобрано основное оборудование. Запроектирована тепловая схема котельной, произведен подбор сетевых и циркуляционных насосов, системы водоподготовки, расширительных баков и другого оборудования.

Конструктивная часть проекта рассчитана в полном объеме. Принятые технические решения обоснованы и соответствуют современным требованиям строительных, экологических, санитарно-гигиенических норм, действующих на территории Российской Федерации.

При написании выпускной квалификационной работы Чумаченко Надежда Дмитриевна показала умение решать практические задачи, высокий уровень владения современными методами поиска, обработки и использования научно-технической и нормативной литературы.

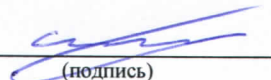
Качество изложения материалов и оформление выпускной квалификационной работы выполнено в соответствии с требованиями.

К недостаткам выпускной квалификационной работы можно отнести отсутствие технико-экономического сравнения централизованной и поквартирной систем теплоснабжения.

Представленная работа заслуживает оценки **отлично**, а Чумаченко Надежда Дмитриевна присвоения академической степени бакалавра по направлению 08.03.01 «Строительство» и может быть рекомендована для продолжения обучения в магистратуре.

Оригинальность текста ВКР составляет 82 %.

Руководитель ВКР ст. преподаватель  
(уч. степень, должность)

  
(подпись)

/А.А. Еськин/  
(и. о. фамилия)

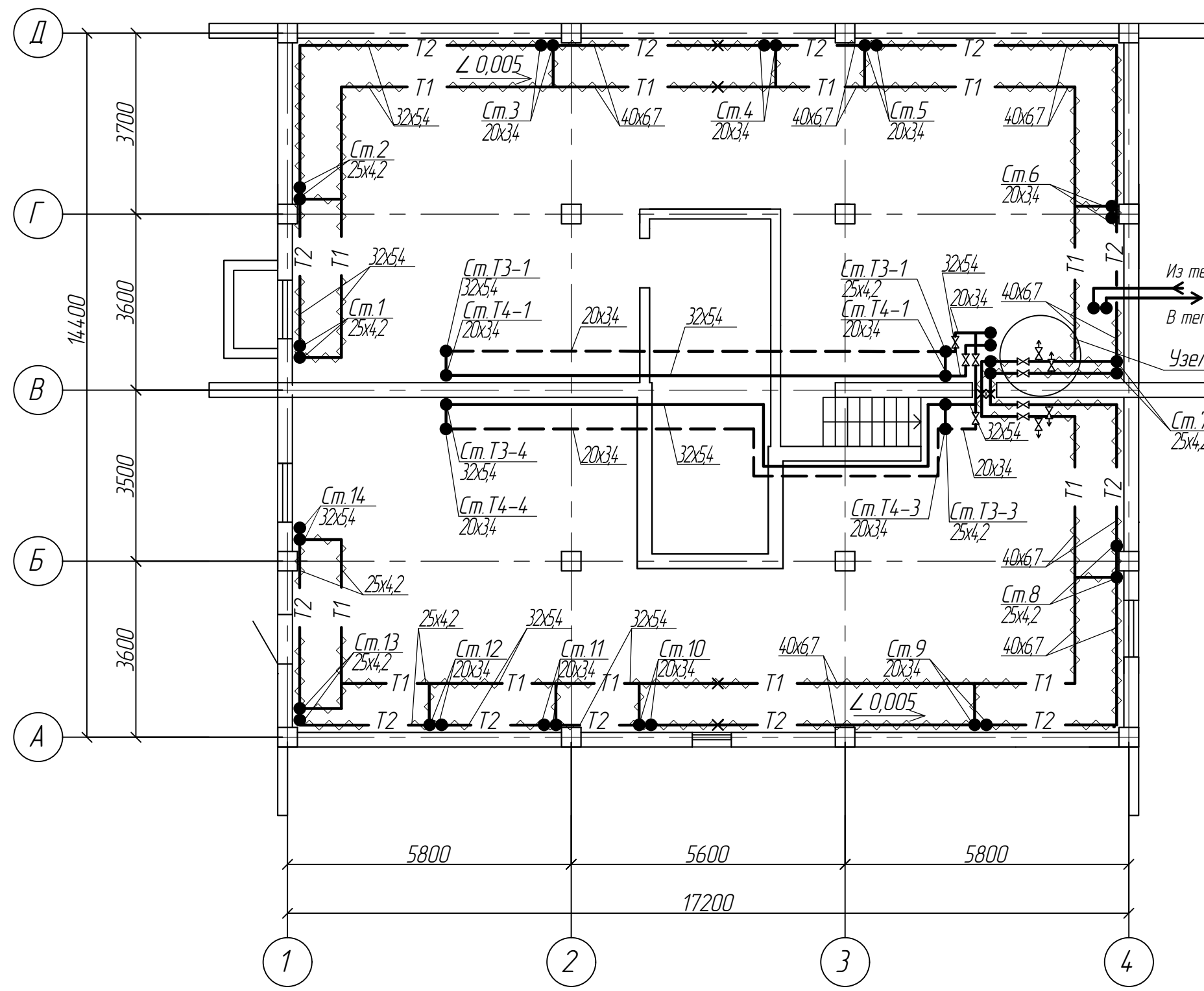
«23» июня 2018 г.

План 2-го этажа на отм. +3,000

Экспликация помещений

№	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>
101	Жилая комната	19,28
102	Лестничная клетка	33,31
103	Нежилое помещение	30,56
104	Кухня	9,25
105	Жилая комната	19,73
106	Жилая комната	13,51
107	Жилая комната	19,06
108	Кухня	10,27
109	Кухня	10,58
201	Жилая комната	19,61
202	Жилая комната	17,77
203	Жилая комната	20,31
204	Кухня	9,46
205	Кухня	9,18
206	Жилая комната	18,74
207	Жилая комната	14,54
208	Жилая комната	11,07
209	Жилая комната	12,05
210	Гардеробная	5,18
211	Кухня	10,51
301	Жилая комната	19,61
302	Жилая комната	17,77
303	Жилая комната	20,31
304	Кухня	9,38
305	Кухня	9,10
306	Жилая комната	19,73
307	Жилая комната	13,51
308	Жилая комната	18,46
309	Кухня	10,45
310	Кухня	10,43

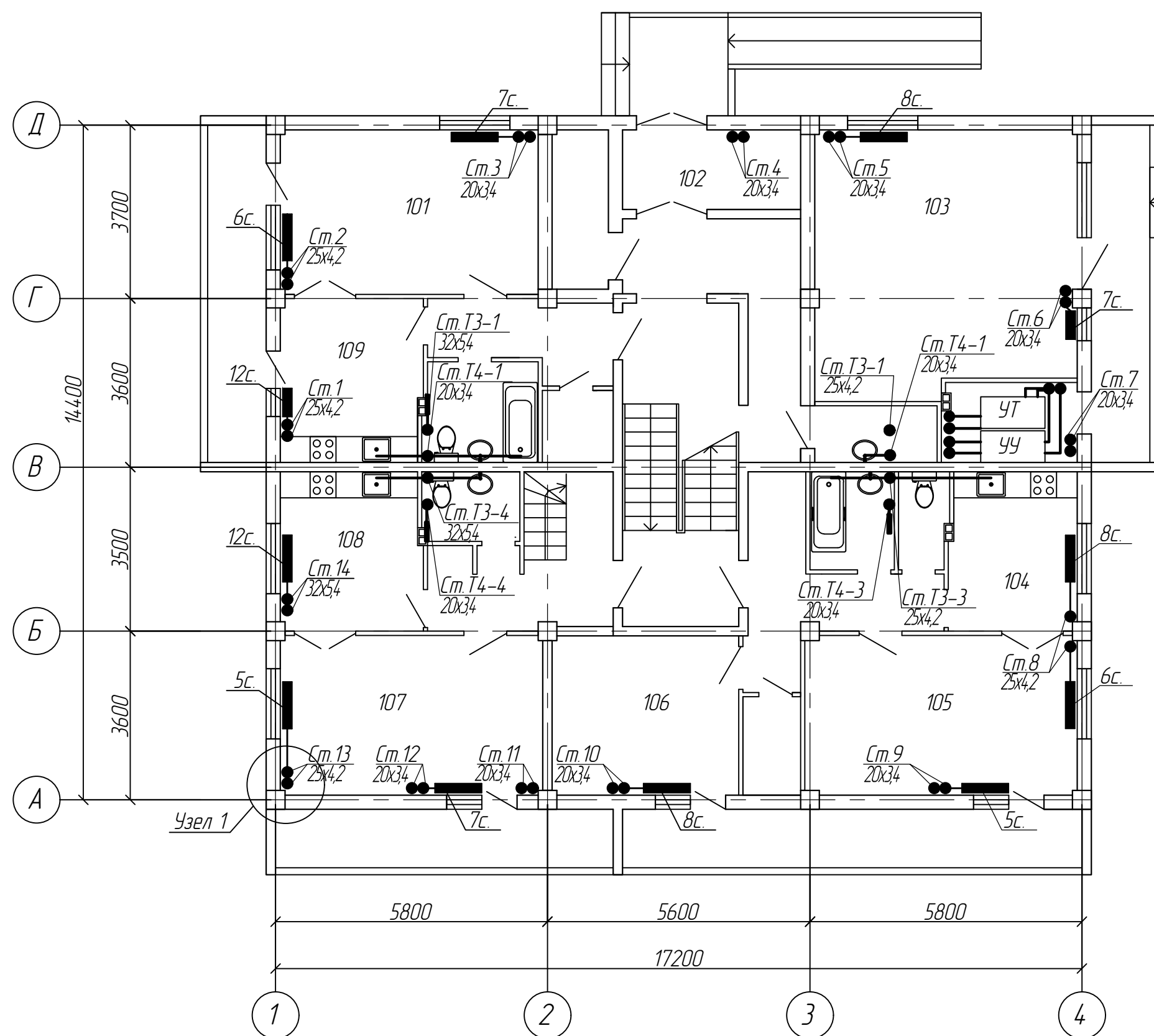
План подвала



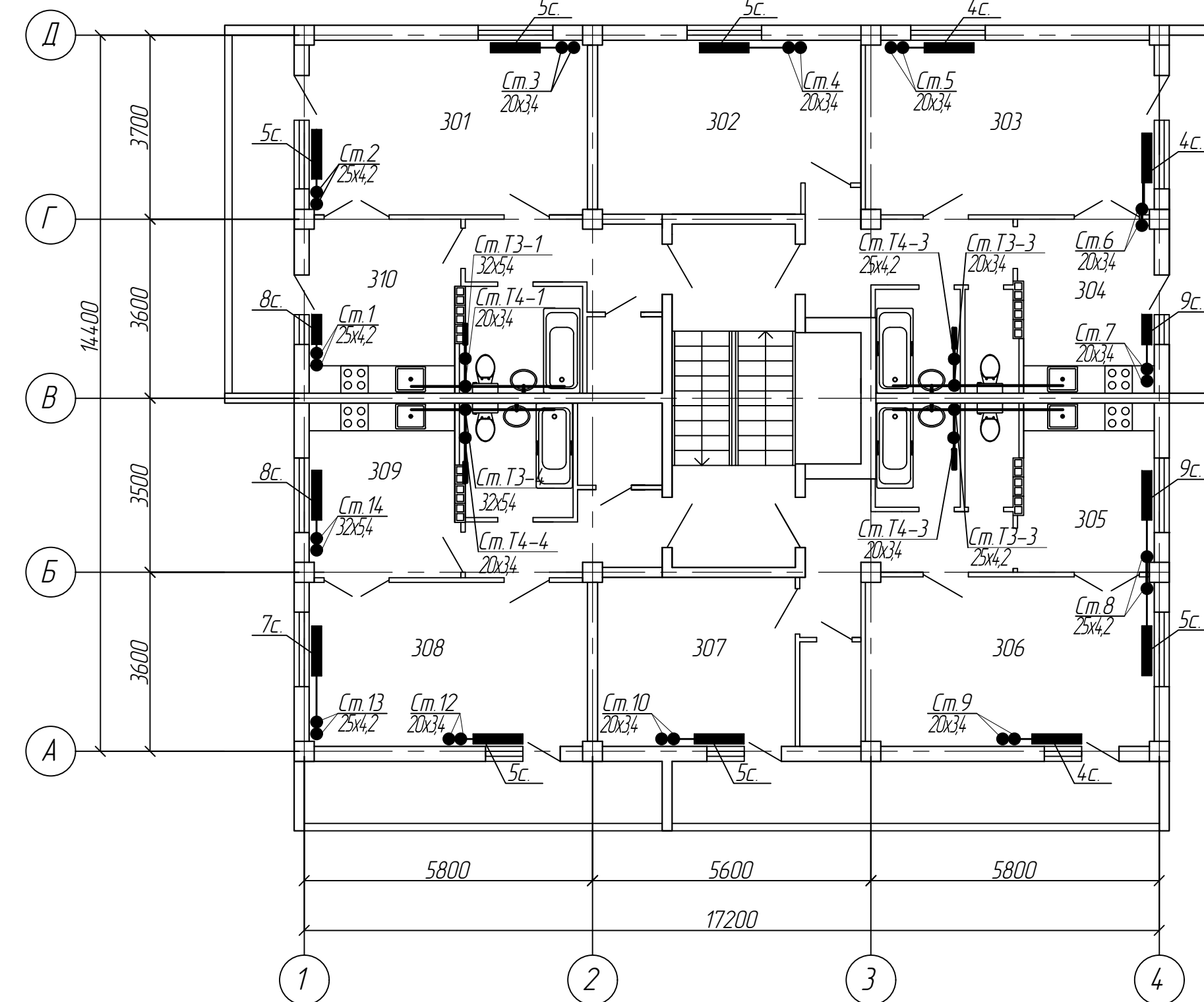
× - неподвижная опора  
подвижные опоры  
устанавливать не реже  
чем через 500мм

Из тепловой сети  
В тепловую сеть

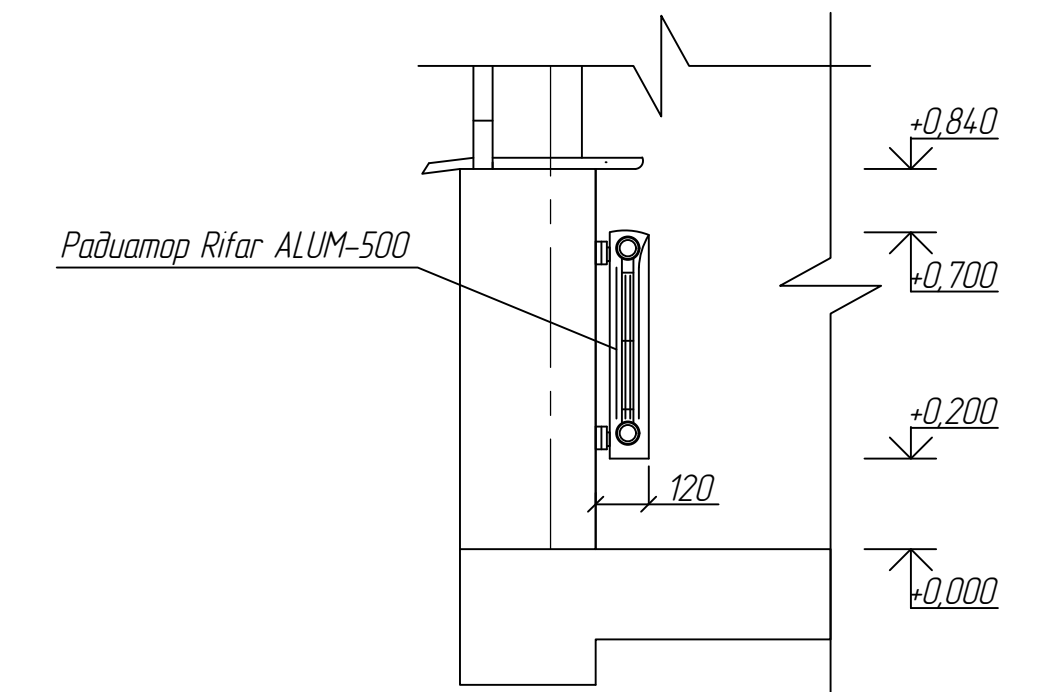
План 1-го этажа на отм. +0,000



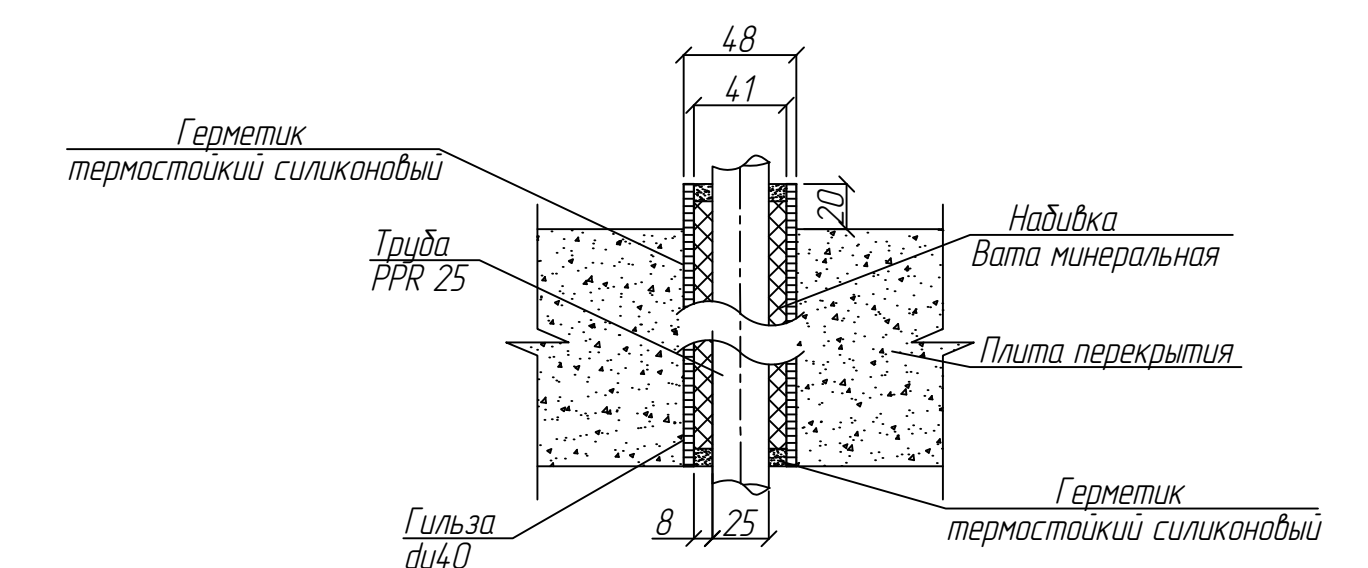
План 3-го этажа на отм. +6,000



Разрез 1-1



Узел 1



Изм.						ВКР 2018. 08.03.01		
Разработка системы теплоснабжения группы жилых домов ЖСК "Остров".						Система теплоснабжения		
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Страницы	Лист	Листов
Разработал	Чумаченко					П	1	4
Проверил	Еськин							
Заб.карт.дрой	Кодзарь							
План подвала, план 1-го этажа на отм. 0,000, план 2-го этажа на отм. +3,000, план 3-го этажа на отм. +6,000, экспликация помещений, разрез 1-1, узел 1						ДВФУ КАФЕДРА ИСЗИС		



