

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

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

(наименование института полностью)

Центр «Центр инженерного оборудования»

(наименование)

08.03.01 Строительство

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Теплогазоснабжение и вентиляция

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему г. Пермь. Двухэтажный жилой дом. Инженерные сети

Студент А.И. Дудникова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель канд. техн. наук, Е.В. Чиркова

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

Консультант М.А. Веселова

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

Тольятти 2020

Аннотация

Разработан проект двухэтажного индивидуального жилого дома в г. Пермь.

В бакалаврской работе выполнен теплотехнический расчет ограждающих конструкций, определены теплопотери.

Предусмотрен водопровод для подачи воды на хозяйственно-питьевые нужды, произведен гидравлический расчёт, определены потери напора в системе.

Проектом предусмотрена самотечная канализация для отведения отработанных стоков в городскую канализацию. Выполнен гидравлический расчёт.

Спроектирована система горячего водоснабжения. Произведён гидравлический расчёт, подобран циркуляционный насос.

Запроектирована двухтрубная горизонтальная система отопления с тупиковым движением теплоносителя и температурой 90°C и 70°C в подающем и обратном магистралях соответственно. Произведен гидравлический расчет. Увязка ответвлений, расчёт отопительных приборов. На основании расчётов был осуществлен подбор циркуляционного насоса.

Рассчитана система вентиляции с принудительными вытяжными системами из помещений санитарных узлов, котельной, кухни, столовой, гаража, гардеробной, раздевалки, спортзала. Предусмотрен естественный приток воздуха через клапана инфильтрации воздуха. Запроектирован механический приток воздуха в помещение спортзала. Выполнен расчёт воздухообмена дома, теплоступлений, теплового баланса. Произведен аэродинамический расчёт воздухопроводов. Подобрано оборудование приточной камеры, а также канальные вентиляторы для вытяжной системы.

Подобрано оборудование котельной. К котельной проложена система газоснабжения и выполнен гидравлический расчёт.

Так же в проекте разработаны разделы по автоматизации котельной, проект производства работ по монтажу системы отопления, безопасность и экологичность технического объекта.

Проект выполнен на основании утвержденного задания и архитектурно-строительных чертежей.

Содержание

Введение.....	6
1 Исходные данные для проектирования	8
1.1 Параметры наружного воздуха	8
1.2 Показатели внутреннего воздуха	8
1.3 Архитектурная характеристика объекта	8
1.4 Ресурсоснабжение.....	9
2 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций	10
2.1 Теплотехнический расчёт наружных ограждений	12
2.1.1 Теплотехнический расчёт наружной стены.....	12
2.1.2 Теплотехнический расчёт бесчердачного покрытия	13
2.1.3 Теплотехнический расчёт перекрытия над подвалом	15
2.1.4 Расчёт сопротивления теплопередаче окон.....	16
2.1.5 Расчёт сопротивления теплопередаче наружной двери	17
2.2 Определение теплопотерь через ограждающие конструкции	18
3 Проектирование и расчёт внутреннего водопровода	19
3.1 Описание системы водоснабжения.....	19
3.2 Проектирование внутреннего водопровода	20
3.3 Определение расчетных расходов воды.....	20
3.4 Гидравлический расчет системы водоснабжения	22
3.5 Подбор водосчётчика	23
4 Проектирование и расчёт системы внутренней канализации и наружного водостока.....	25
4.1 Описание системы внутренней канализации.....	25
4.2 Определение расчетных расходов системы внутренней канализации ..	26
4.3 Гидравлический расчёт системы внутренней канализации	28
4.4 Расчёт системы наружных водостоков	29
5 Проектирование и расчет системы горячего водоснабжения	30
5.1 Описание системы горячего водоснабжения	30
5.2 Определение расчетных расходов воды	30

5.3	Гидравлический расчет подающих трубопроводов.....	33
5.4	Расчёт потерь теплоты подающими трубопроводами.....	34
5.5	Подбор оборудования.....	35
6	Проектирование и расчёт системы отопления.....	36
6.1	Описание системы отопления.....	36
6.2	Гидравлический расчёт системы отопления.....	36
6.3	Расчёт отопительных приборов.....	39
6.4	Подбор циркуляционного насоса.....	42
7	Проектирование и расчёт системы вентиляции.....	43
7.1	Описание системы вентиляции.....	43
7.3	Расчёт воздухообмена дома.....	43
7.4	Расчёт системы механической приточной вентиляции.....	43
7.4.1	Расчёт теплопоступлений.....	44
7.4.2	Тепловой баланс.....	44
7.4.3	Расчёт воздухообмена.....	44
7.4.4	Аэродинамический расчёт приточной системы.....	46
7.4.5	Подбор оборудования приточной камеры.....	47
7.5	Расчёт механической вытяжной вентиляции.....	48
8	Система внутреннего газоснабжения.....	49
8.1	Описание системы внутреннего газоснабжения.....	49
8.2	Гидравлический расчет системы газоснабжения.....	50
9	Подбор оборудования котельной.....	51
9.1	Подбор котельного агрегата.....	51
9.2	Подбор накопительного водонагревателя.....	52
10	Автоматизация котельной.....	53
11	Организация монтажных работ.....	54
11.1	Исходные данные и краткая конструктивная характеристика объекта.....	54
11.2	Определение объёмов и трудоёмкости монтажных работ.....	54
11.3	Подбор машин и механизмов.....	55
12	Безопасность и экологичность технического объекта.....	57

12.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта	57
12.2 Идентификация профессиональных рисков	58
12.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	59
12.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	60
12.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта	61
12.6 Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на окружающую среду	61
Заключение.....	62
Список используемых источников	64
Приложение А Параметры внутреннего микроклимата	66
Приложение Б Основные теплопотери через ограждения.....	67
Приложение В Расчёт системы горячего водоснабжения	75
Приложение Г Гидравлический расчёт системы холодного водоснабжения.	78
Приложение Д Расчёт системы отопления.....	79
Приложение Е Расчёт системы вентиляции	88

Введение

Проектирование внутренних инженерных систем - это совокупность работ по формированию работоспособной и эффективной инженерной инфраструктуры здания, подразумевающей, в первую очередь, планирование всех необходимых коммуникаций.

Инженерные системы являются основной инфраструктурой здания. Главная их функция заключается в обеспечении комфортной жизни людей.

Система водоснабжения представляет собой комплекс взаимосвязанных между собой элементов, предназначенных для обеспечения потребителей водой нужного количества и требуемого качества.

Для отработанных стоков проектируется система канализации.

Основная цель отопления – создание теплового комфорта в помещениях, т.е. тепловых условий, благоприятных для жизнедеятельности человека. Тепловой комфорт в холодное время года обеспечивается, если поддерживать определенную температуру воздуха в помещении, температуру внутренней поверхности наружных ограждений и поверхности отопительных установок.

Вентиляция является неотъемлемой частью в создании благоприятного климата в помещениях и нормальных условий жизнедеятельности человека. Системой вентиляции называется совокупность мероприятий и устройств, используемых для обеспечения заданного состояния воздушной среды.

Источником тепла в жилом доме выступает газовый котел.

Целью проекта является проектирование и расчет таких систем как:

- отопления;
- вентиляции;
- газоснабжения;
- холодного и горячего водоснабжения;
- канализации.

Целью выпускной квалификационной работы является проектирование и расчет внутренних инженерных систем в двухэтажном жилом доме расположенного в г. Пермь.

1 Исходные данные для проектирования

1.1 Параметры наружного воздуха

Параметры наружного воздуха определяются по СП [1], район проектирования г. Пермь.

Теплый период года

Температура наружного воздуха: 23 °С;

Скорость ветра: 0 м/с;

Холодный период года

Температура наружного воздуха: - 35 °С (обеспеченность 0,92);

Скорость ветра: 3,4 м/с;

Продолжительность отопительного периода: 225 суток;

Средняя температура воздуха за отопительный период: - 5,5 °С.

1.2 Показатели внутреннего воздуха

Согласно СП [2] и ГОСТ [3] принимаются параметры внутреннего воздуха.

Температуру воздуха в помещениях следует принимать:

а) для холодного периода года – в пределах допустимых норм.

б) для теплого периода года – по параметрам А, но не выше чем на 3 °С от расчетной температуры, и не выше максимально допустимых. Принимаем 25 °С.

1.3 Архитектурная характеристика объекта

Размеры здания в плане 36,000 × 18,000 м.

Двухэтажное.

Высота здания 6,6 м.

Высота помещений 3,000 м.

Толщина подвального перекрытия 0,345 м.

Ориентация главного фасада на юг.

Площадью застройки $S_{\text{застр}}=1339 \text{ м}^2$.

Межкомнатные перегородки из силикатного кирпича 0,120 м.

Внутренние стены из силикатного кирпича толщиной 0,380 м.

Окна пластиковые.

Экспликация помещений представлена на чертеже.

1.4 Ресурсоснабжение

Источником тепла для системы отопления является газовый котел, расположенный в подвальном этаже, в помещении котельной в осях В-Г/5-6. В котельной устанавливается котел, водонагреватель, насосы для циркуляции систем отопления и горячего водоснабжения, запорная и регулирующая арматура, а также автоматика. Водоснабжение дома осуществляется присоединением к городскому водопроводу. Газопотребление осуществляется из сети городского газопровода.

2 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Теплотехнические свойства ограждающих конструкций определяются приведённым сопротивлением теплопередачи, $R_0^{пр}, м^2 \cdot °C/Вт$, которое должно быть не ниже требуемого, $R_0^{пр} \geq R_0^{тр}$.

Сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций определяется по СП [5] в зависимости от градусо-суток района строительства ГСОП, $°C \cdot сут/год$.

Градусо-сутки отопительного периода, рассчитываются по формуле:

$$ГСОП = (t_b - t_{от}) * z_{от}, \quad (2.1)$$

где t_b – расчётная температура воздуха в помещении, $°C$;

$t_{от}$ – средняя температура наружного воздуха в отопительный период со среднесуточной температурой наружного воздуха $< 8°C$;

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

Требуемое сопротивление теплопередачи определяется по формуле:

$$R_0^{тр} = a \cdot ГСОП + b, \quad (2.2)$$

где a, b – коэффициенты, определяемые по СП [5].

Приведенное сопротивления теплопередаче входных дверей должно быть не менее $0,6R_{0,нс}^{тр}$ стен зданий:

$$R_{0,нд}^{пр} \geq 0,6R_{0,нс}^{тр}, \quad (2.3)$$

где $R_{0,нс}^{тр}$ – требуемое сопротивление теплопередаче наружных стен определяемое по формуле:

$$R_{0,нс}^{тр} = \frac{t_b - t_n}{\Delta t^H \alpha_b}, \quad (2.4)$$

где Δt^H – нормируемый температурный перепад между температурой

внутренней поверхности ограждающей конструкции и температурой внутреннего воздуха, °С, определяемый по СП [5].

Приведенное сопротивление теплопередаче глухой балконной части двери должно быть не менее чем в 1,5 раза выше требуемого сопротивления теплопередаче светопрозрачной части:

$$R_{0,гл}^{пр} \geq 1,5R_{0,ок}^{пр}.$$

Условно требуемое сопротивление теплопередаче, ограждающих конструкций следует определять по формуле:

$$R_0^{усл.пр} = \frac{1}{\alpha_в} + R_K + \frac{1}{\alpha_n}, \quad (2.5)$$

где $\alpha_в$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, $Вт/(м^2 \cdot °С)$, принимаем по СП [4], равным 8,7;

α_n – коэффициент теплоотдачи (для зимних условий) наружной поверхности ограждающей конструкции, $23 \text{ Вт}/(м^2 \cdot °С)$;

R_K – термическое сопротивление ограждающей конструкции, $м^2 \cdot °С / Вт$, определяемое по формуле (2.4).

Термическое сопротивление ограждающей конструкции с последовательно расположенными однородными рассчитывается по формуле:

$$R_K = R_1 + R_2 + \dots + R_n, \quad (2.6)$$

где R_1, R_2, \dots, R_n – термическое сопротивление отдельных слоев ограждающей конструкции, $м^2 \cdot °С / Вт$, определяемое по формуле:

$$R = \frac{\delta}{\lambda}, \quad (2.7)$$

где δ – толщина слоя, м, принимается согласно заданию;

λ – расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, $м^2 \cdot ^\circ C / Вт$.

Величину коэффициента теплопередачи, k , $Вт/(м^2 \cdot ^\circ C)$, рассчитывают по формуле:

$$k = \frac{1}{R_0^{пр}} \quad (2.8)$$

2.1 Теплотехнический расчёт наружных ограждений

2.1.1 Теплотехнический расчёт наружной стены

Состав конструкции слоев в наружной стене представлен на рисунке 2.1.

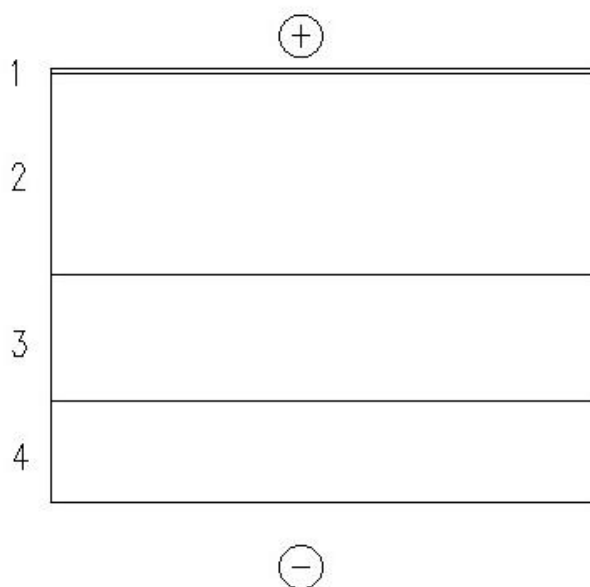


Рисунок 2.1 – Состав наружной стены

Таблица 2.1 – Состав наружной стены

Номер слоя	Материал	Толщина слоя δ , м	Плотность материала ρ_0 , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , (Вт/(м ² ·°C))
1	Штукатурка цементно-песчаная	0,005	1800	1,2
2	Кладка из глиняного обыкновенного кирпича на цементно-песчаном растворе	0,24	1800	0,56
3	Утеплитель –	0,15	25	0,036

	пенополистирол			
4	Кирпич облицовочный	0,12	1800	0,93

По формуле (2.1) определяем ГСОП:

$$\text{ГСОП} = (21 - (-5,5)) \cdot 225 = 5962,5 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут}/\text{год};$$

$$R_0^{\text{TP}} = a \cdot \text{ГСОП} + b;$$

$$R_0^{\text{TP}} = 0,00035 \cdot 5962,5 + 1,4 = 3,487 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт};$$

$$R_0^{\text{усл.тр}} = \frac{R_0^{\text{TP}}}{r}, \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт};$$

$$r_1 = 0,8; \quad r_2 = 0,9; \quad r = 0,8 \cdot 0,9 = 0,72;$$

$$R_0^{\text{усл.тр}} = \frac{3,487}{0,72} = 4,843 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт};$$

$$R_0^{\text{усл}} = R_0^{\text{усл.тр}};$$

$$R_0^{\text{усл}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}};$$

$$4,843 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{1,2} + \frac{0,24}{0,56} + \frac{\delta_{\text{ут}}}{0,036} + \frac{0,12}{0,93} + \frac{1}{23};$$

Примем ближайший размер выпускаемого пенополистирола $\delta_{\text{ут}} = 0,15 \text{ м}$.

Пересчитывается приведённое сопротивление теплопередаче:

$$R_0^{\text{усл}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{1,2} + \frac{0,24}{0,56} + \frac{0,15}{0,036} + \frac{0,12}{0,93} + \frac{1}{23} = 4,887 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт};$$

$$R_0^{\text{ПП}} = 4,887 \cdot 0,72 = 3,518 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт};$$

$$R_0^{\text{ПП}} \geq R_0^{\text{TP}}; \quad 3,518 \geq 3,487 \text{ – условие выполняется.}$$

Вычисляется коэффициент теплопередачи наружной стены по формуле (2.8):

$$k = \frac{1}{3,518} = 0,284 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{C}).$$

2.1.2 Теплотехнический расчёт бесчердачного покрытия

Состав конструкции слоев в бесчердачном покрытии представлен на рисунке 2.2.

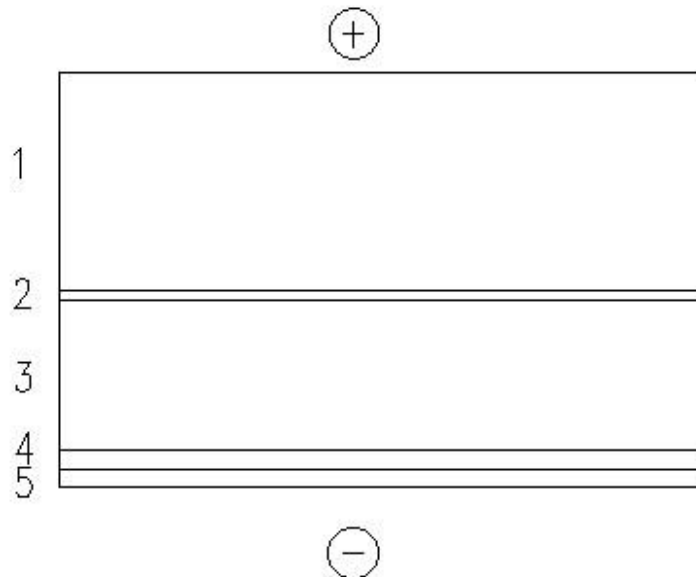


Рисунок 2.2– Состав бесчердачного покрытия

Таблица 2.2 – Состав бесчердачного перекрытия

Номер слоя	Материал	Толщина слоя δ , м	Плотность материала ρ_0 , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , (Вт/(м ² ·°C))
1	Железобетонная плита	0,22	2500	2,04
2	Два слоя рубероида (пергамина)	0,005	600	0,17
3	Утеплитель-пенополистирол экструдированный	0,15	32	0,029
4	Цементно-песчанная стяжка	0,02	2000	1,4
5	3 слоя рубероида на битумной мастике	0,006	600	0,17

$$R_0^{\text{TP}} = 0,00045 \cdot 5962,5 + 1,9 = 4,583 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт};$$

$$r = 1 \cdot 0,9 = 0,9.$$

По формуле (2.3) определяется требуемое условное сопротивление теплопередаче:

$$R_0^{\text{усл.тр}} = \frac{4,583}{0,9} = 5,09 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт};$$

$$5,09 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{2,04} + 2 \cdot \frac{0,005}{0,17} + \frac{\delta_{\text{ут}}}{0,029} + \frac{0,02}{1,4} + 3 \cdot \frac{0,006}{0,17} + \frac{1}{12} \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт};$$

$\delta_{\text{ут}} = 0,15\text{м}$ – толщина утеплителя.

Пересчитывается приведённое сопротивление теплопередаче:

$$R_0^{\text{усл}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{2,04} + 2 \cdot \frac{0,005}{0,17} + \frac{0,15}{0,029} + \frac{0,02}{1,4} + 3 \cdot \frac{0,006}{0,17} + \frac{1}{12}$$
$$= 5,658 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт};$$

$$R_0^{\text{пр}} = 5,658 \cdot 0,9 = 5,092 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт};$$

Проверка выполнения условия $R_0^{\text{пр}} \geq R_0^{\text{тр}}$:

$$5,092 \geq 4,583 \text{ – условие выполняется.}$$

Вычисляется коэффициент теплопередачи наружной стены по формуле (2.8):

$$k = \frac{1}{5,092} = 0,196 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}.$$

2.1.3 Теплотехнический расчёт перекрытия над подвалом

Состав конструкции слоев в перекрытии над подвалом представлен на рисунке 2.2.

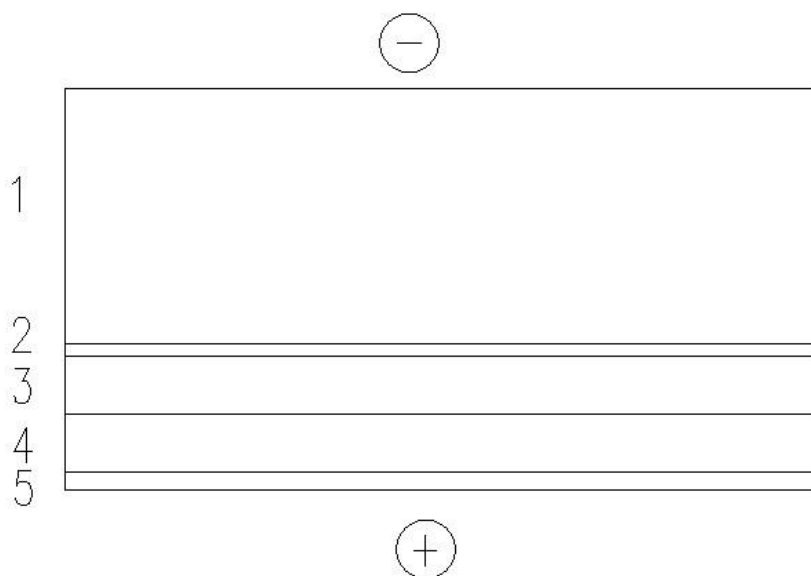


Рисунок 2.3 – Состав перекрытия над подвалом

Таблица 2.3 – Состав перекрытия над подвалом

Номер слоя	Материал	Толщина слоя δ , м	Плотность материала ρ_0 , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , (Вт/(м ² ·°C))
1	Плита из монолитного железобетона	0,22	2500	2,04
2	Двухслойный рубероид (пергамин)	0,005	600	0,17
3	Утеплитель – экструдированный пенополистирол	0,05	32	0,029
4	ДСП	0,05	800	0,13
5	Дубовый паркет	0,015	1800	0,42

$$R_0^{\text{TP}} = 0,00045 \cdot 5962,5 + 1,9 = 4,583 * n_t = 4,583 * 0,415 = 1,902 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт};$$

$$r = 1.$$

$$n_t = \frac{t_{\text{в}} \cdot t_{\text{под}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{от}}};$$

$$n = \frac{21 - 10}{21 - (-5.5)} = 0,415;$$

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

$$R_0^{\text{усл.тр}} = \frac{1,902}{1} = 1,902 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт};$$

$$1,902 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{2,04} + 2 \cdot \frac{0,005}{0,17} + \frac{x}{0,029} + \frac{0,05}{0,13} + \frac{0,015}{0,42} + \frac{1}{12} (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт};$$

X = 0,05 м – толщина утеплителя.

$$R_0^{\text{усл}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{2,04} + 2 \cdot \frac{0,005}{0,17} + \frac{0,05}{0,029} + \frac{0,05}{0,13} + \frac{0,015}{0,42} + \frac{1}{12} = 2,509 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт};$$

$$R_0^{\text{пп}} = 2,509 \cdot 1 = 2,509 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт};$$

2,509 ≥ 1,902 – условие выполняется.

$$k = \frac{1}{2,509} = 0,399 \text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C}).$$

2.1.4 Расчёт сопротивления теплопередаче окон

Требуемое сопротивление теплопередаче светопрозрачных конструкций определяется по СП [5] в зависимости от величины градусо-суток отопительного периода. Конструкция окон и светопрозрачных частей

балконных дверей, а также их приведенные сопротивления теплопередаче принимаются по СП [3].

$$R_{0,ок}^{пр} = 0,000075 \cdot 5962,5 + 0,15 = 0,597(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}.$$

Тройное остекление в раздельно-спаренных переплетах с твердым селективным покрытием, $R_0^{тр} = 0,6(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$.

Коэффициент теплопередачи наружной стены по формуле (2.8):

$$k = \frac{1}{0,6} = 1,67.$$

2.1.5 Расчёт сопротивления теплопередаче наружной двери

$$R_{0\text{ н.д}}^{пр} \geq 0,6 \cdot R_0^{тр}.$$

Требуемое сопротивление теплопередаче наружной двери рассчитывается по формуле:

$$R_0^{тр} = \frac{t_{в} - t_{н}}{\Delta t_{н} \cdot \alpha_{в}} (\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт},$$

где $\Delta t_{н}$ - нормируемый температурный перепад между температурой поверхности ограждающей конструкции и температурой внутреннего воздуха, берётся из СП [5].

$$R_0^{тр} = \frac{21 - (-35)}{4 \cdot 8,7} = 1,6(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт};$$

$$R_{0\text{ н.д}}^{пр} = 0,6 \cdot 1,6 = 0,96(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт};$$

$$k = \frac{1}{0,96} = 1,04.$$

Таблица 2.3 – Теплотехнические характеристики ограждающих конструкций

Наименование ограждающей конструкции	Толщина утепляющего слоя, $\delta_{ут,сл}$, м	Толщина ограждающей конструкции δ , м	Приведенное сопротивление теплопередачи $R_0^{пр}$, $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$	Коэффициент теплопередачи k , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$
Наружная стена	0,15	0,515	3,518	0,284
Чердачное перекрытие	0,15	0,418	5,092	0,214
Перекрытие над подвалом	0,05	0,345	2,509	0,399
Окно	Тройное остекление в раздельно-спаренных переплетах с твердым селективным покрытием		0,6	1,67
Наружная дверь			0,96	1,04

2.2 Определение теплотерь через ограждающие конструкции

Расчет выполнен по методике приведённой в СП [5]. Результаты расчётов сведены в таблицу Б.1 (приложение Б).

3 Проектирование и расчёт внутреннего водопровода

3.1 Описание системы водоснабжения

В жилом здании предусмотрена система хозяйственно-питьевого водопровода В1. Подача воды осуществляется от централизованного городского водопровода. Схема холодного водоснабжения тупиковая с нижней разводкой магистралей под потолком подвала.

Ввод В1 расположен в помещении котельной. Ввод в здание прокладывается подземно, минимальная глубина заложения определяется в зависимости от глубины промерзания грунта:

$$h_{\text{вода}} = h_{\text{пром}} + 0,5\text{м}; \quad (3.1)$$

где $h_{\text{пром}}$ – глубина промерзания грунта для района строительства – Пермская область;

$$h_{\text{вода}} = 1,6 + 0,5 = 2,1\text{м}.$$

За вводом, в помещении котельной устанавливается водомерный узел, в состав которого входит прибор учёта расхода воды – водосчётчик крыльчатый, а также запорная арматура, фильтр, манометр.

Магистральные трубопроводы системы В1 прокладываются под потолком подвала с уклоном $i=0,002$ в сторону ввода. В нижних точках предусмотрены спускные устройства для слива воды. На стояках системы водоснабжения устанавливается отключающая арматура – шаровый кран.

Для системы водоснабжения используются полипропиленовые трубы PN10. Полипропилен широко используется для трубопроводов холодного и горячего водоснабжения и обладает такими положительными свойствами как:

- стойкость к высокой температуре и влажности;
- коррозионно-устойчивые;
- низкий коэффициент трения;

- небольшой вес, легкость транспортировки и монтажа;
- гладкость внутренней поверхности исключает известковые отложения.

Для предотвращения образования конденсата магистрали и стояки системы изолируются тепловой изоляцией «Энергофлекс».

3.2 Проектирование внутреннего водопровода

Исходные данные для проектирования

Количество этажей – 2.

Высота помещения/толщина перекрытия – 3м/0,345м.

Высота подвала – 2,5 м.

Глубина промерзания грунта – 1,6 м.

Отметка земли справа/слева от здания минус 0,600 м.

Отметка пола подвала минус 2,845 м.

Диаметр трубы городского водопровода – 200 мм.

Отметка верха трубы городского водопровода минус 2,800м.

Расстояние от городского водопровода до стены здания – 10 м.

Гарантийный напор в городском водопроводе – 30 м.

Отметка ввода-Нввод= $1,6+0,5=2,1$ м .

3.3 Определение расчетных расходов воды

Согласно заданию ведется расчет для 2 этажного дома с количеством водоразборных приборов N=17 в том числе:

- ванна со смесителем -5 шт.
- умывальник со смесителем – 5 шт.
- мойка со смесителем-2 шт.
- унитаз-5 шт.

Количество жителей-5 чел.

Максимальный секундный расход холодной воды в здании определяется по формуле:

$$q^c = 5 \cdot q_0^c \cdot \alpha, \text{ л/с}, \quad (3.2)$$

где q_0^c – секундный расход воды прибором; при различных приборах, обслуживающих одинаковых потребителей определяется по СП [9]; $q_0^c = 0,3$ л/с;

α – коэффициент, определяемый согласно СП [9], в зависимости от общего числа приборов N на расчетном участке сети и вероятности действия водоразборных приборов, P^c , вычисляется по формуле:

$$P^c = \frac{q_{hr,u}^c \cdot U}{3600 \cdot q_0^c \cdot N}, \quad (3.3)$$

где $q_{hr,u}^c$ – норма расхода воды одним потребителем в час наибольшего водопотребления, л/ч, принимается по СП [9];

$$P^c = \frac{10,5 \cdot 5}{3600 \cdot 0,3 \cdot 17} = 0,0029;$$

$$\alpha = 0,271;$$

$$q^c = 5 \cdot 0,3 \cdot 0,271 = 0,41 \text{ л/с}.$$

Максимальный часовой расход холодной воды в здании рассчитывается по формуле:

$$q_{hr}^c = 0,005 \cdot q_{0,hr}^c \cdot \alpha_{hr}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (3.4)$$

где $q_{0,hr}^c$ – часовой расход воды прибором в час наибольшего водопотребления, $q_{0,hr}^c = 300$ л/ч СП [9].

$$P_{hr}^c = \frac{3600 \cdot P^c \cdot q_0^c}{q_{0,hr}^c}; \quad (3.5)$$

$$P_{hr}^c = \frac{3600 \cdot 0,0029 \cdot 0,3}{300} = 0,01;$$

$$\alpha_{hr}^c = 0,42;$$

$$q_{hr}^c = 0,005 \cdot 300 \cdot 0,42 = 0,63 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Среднесуточный расход воды на здание определяется по формуле:

$$q_u = \frac{q_u^c \cdot U}{1000}, \text{ м}^3/\text{сут}; \quad (3.6)$$

где q_u^c – среднесуточный расход воды потребителем, СП [9];

$$q_u = \frac{225 \cdot 5}{1000} = 1,125 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

3.4 Гидравлический расчет системы водоснабжения

Гидравлический расчёт водопровода рассчитывается методом удельных потерь давления с целью определения необходимых диаметров трубопроводов и потери напора в системе.

За расчётное направление принимается направление от самого удалённого прибора до точки подключения ввода к водопроводной сети. Используя таблицы для гидравлического расчёта, из условия обеспечения оптимальных скоростей (0,7-1,5 м/с), определяют потери напора на участках и системы в целом.

Потери напора на участках рассчитываются по формуле:

$$H = i \cdot l \cdot (1 + k_l), \text{ м}, \quad (3.7)$$

где i – удельные потери давления по длине трубопровода, определяются согласно технической документации производителя полипропиленовых труб, Па/м ;

l – длина участка, м;

k_l – коэффициент, учитывающий потери в местных сопротивлениях, для жилых зданий принимается по СП [9], $k_l = 0,3$.

Расчетный секундный расход воды на участках определяется по (3.2).
Результат гидравлического расчета сведен в таблицу Г.1 (Приложение Г).

Определение общих потерь напоров:

$$\Delta h = 7,99 * (1 + 0,3) = 10,4 \text{ м.}$$

3.5 Подбор водосчётчика

Счетчик в водомерном узле подбирается по среднечасовому расходу воды, не превышая эксплуатационный.

Определение среднечасового расхода:

$$q_{\text{ср.ч}} = \frac{q_{\text{и}}}{24}, \quad (3.9)$$
$$q_{\text{ср.ч}} = \frac{1,125}{24} = 0,05 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Определение потерь напора в счетчиках:

$$\Delta h = S q^2, \quad (3.10)$$

где S - гидравлическое сопротивление счетчика [9];

q - секундный расход на участке, где установлен счетчик.

Потери напора в счётчике не должны превышать 7,99 м. По расчётному расходу $q = 0,569$ л/с и диаметру участка трубы на котором он расположен $d = 25$ мм из СНиП [8], подбирается водомер с калибром 20 мм и максимальным расходом воды $5 \text{ м}^3/\text{ч}$ (1,944 л/с).

Параметры счётчика:

- минимальный расход воды $0,05 \text{ м}^3/\text{ч}$;

- эксплуатационный расход воды $2 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- самый большой расход воды $5 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- порог чувствительности не более $0,25 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- самый большой объём воды за сутки $70 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- гидравлическое сопротивление $S = 5,18 \text{ м} \cdot \text{с}^2/\text{л}^2$.

Потери напора в счётчике (3.10):

$$h_3 = 5,18 * 0,569^2 = 1,68 \text{ м.}$$

Так как потери напора в счётчике не превысили $7,99 \text{ м}$, следовательно, счётчик подобран верно.

$$H_{mp} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4, \quad (3.11)$$

где h_1 - геометрическая высота подъема от трубы городского водопровода до диктующего прибора;

h_2 - потери напора в трубопроводах, м;

h_3 -потери напора в счетчике.;

h_4 - свободный напор (3м).

$$H_{тр} = 4,2 + 10,4 + 1,68 + 3 = 19,28 \text{ м.}$$

Так как $H_{тр} = 19,28 \text{ м} \leq H_{гар} = 30 \text{ м}$, повысительный насос не требуется.

4 Проектирование и расчёт системы внутренней канализации и наружного водостока

4.1 Описание системы внутренней канализации

В индивидуальном жилом доме спроектирована система бытовой канализации К1.

Система внутренней канализации-самотечная, движение воды осуществляется с самоочищающей скоростью не менее 0,7 м/с.

В качестве трубопроводов используются полипропиленовые трубы диаметром 50 мм и 110 мм. Внутренняя сеть состоит из стояков, отводных труб от санитарных приборов, выпусков, приемников сточных вод, гидрозатворов, устройств для прочистки, фасонных частей и т.д.

Стояки расположены скрыто вдоль капитальных стен. Отводные трубы предназначены для отвода сточных вод от приемников к стояку. Расположены по полу помещений с уклоном 0,035 в сторону стояка. Диаметр отводных труб от унитаза 110 мм, от остальных 50 мм.

Магистральные сборные трубопроводы располагаются в канале пола подвала, при этом предусматривается доступ к прочисткам. Стояки вентилируемые, открытая верхняя часть выведена на кровлю здания на высоту 0,2 м от кровли.

Предусматривается один выпуск, направляющий сточные воды в систему городской канализационной сети.

Минимальная глубина заложения выпуска рассчитывается в зависимости от глубины промерзания грунта и диаметра трубопровода. Для трубопроводов диаметром до 500 мм:

$$\begin{aligned}h_{\text{вып}} &= h_{\text{пром}} - 0,3, \\h_{\text{вып}} &= 1,6 - 0,3 = 1,3\text{ м.}\end{aligned}\tag{4.1}$$

4.2 Определение расчетных расходов системы внутренней канализации

Расход холодной воды на здание с водонагревателем будет равен общему расходу воды на здание.

Определяется максимальный секундный расход сточных вод в здании:

$$q = 5 \cdot q_0^{tot} \cdot \alpha, \text{ л/с}, \quad (4.2)$$

где q_0^{tot} – общий секундный расход воды, СП [9];

α – коэффициент, определяемый согласно СП [9].

$$\alpha = f(N \cdot P^{tot}), \quad (4.3)$$

где N – общее число приборов в здании;

P^{tot} – вероятность их одновременного действия.

$$P^{tot} = \frac{q_{hr,u}^{tot} \cdot U}{3600 \cdot q_0^{tot} \cdot N}, \quad (4.4)$$

где $q_{hr,u}^{tot}$ - расход воды (общий) одним потребителем СП [9];

$$P^{tot} = \frac{10,3 \cdot 5}{3600 \cdot 0,3 \cdot 17} = 0,0028,$$

$$\alpha = f(17 \cdot 0,0028) = 0,27,$$

$$q^{tot} = 5 \cdot 0,3 \cdot 0,27 = 0,41 \text{ л/с}.$$

Вычисляется максимальный часовой расход стоков в здании:

$$q_{hr}^{tot} = 0,005 \cdot q_{0,hr}^{tot} \cdot \alpha_{hr}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (4.5)$$

где $q_{0,hr}^{tot}$ – норма расхода воды одним прибором (диктующим) в час наибольшего водопотребления, $\text{л}/\text{час}$, принимаем согласно СП [9];

α_{hr}^{tot} – коэффициент, определяемый по СП [9], в зависимости от N и P_{hr}^{tot} ,

$$\alpha_{hr}^{tot} = f(N \cdot P_{hr}^{tot}). \quad (4.6)$$

Вероятность одновременного действия приборов в час:

$$P_{hr}^{tot} = \frac{3600 \cdot P^{tot} \cdot q_0^{tot}}{q_{0,hr}^{tot}}; \quad (4.7)$$

$$P_{hr}^{tot} = \frac{3600 \cdot 0,0028 \cdot 0,3}{300} = 0,01;$$

$$\alpha_{hr}^{tot} = f(17 \cdot 0,01) = 0,42;$$

$$q_{hr}^{tot} = 0,005 \cdot 300 \cdot 0,42 = 0,63 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Рассчитывается суточный расход сточных вод в здании:

$$q_u = \frac{q_u^{tot} \cdot U}{1000}, \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (4.8)$$

где q_u^c – суточный расход воды одним потребителем [9];

$$q_u = \frac{210 \cdot 5}{1000} = 1,05 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

Определяется пропускная способность вентилируемого стояка и угол присоединения отвода к стояку. Проверка стояка К1-1:

$$q_{CmK1-1}^{tot} = 5 \cdot q_0^{tot} \cdot \alpha, \text{ л/с},$$

$$\alpha = f(6 \cdot 0,0028) = 0,207,$$

$$q_{CmK1-2}^{tot} = 5 \cdot 0,3 \cdot 0,207 = 0,31 \text{ л/с}.$$

Расчетный расход сточных вод – максимальный секундный расход q_k рассчитывается:

$$q_K = q_{CmK1-1}^{tot} + q_0^S, \text{ л/с}, \quad (4.9)$$

где q_0^S – наибольший секундный расход сточных вод от прибора, дающего максимальный сток и расположенного на рассматриваемом участке (от унитаза), СП [9];

$$q_K = 0,31 + 1,6 = 1,9 \text{ л/с}.$$

Секундный расход одного стояка сравниваем с табличными данными СП [9]:

$$1,9 < 3,6 \text{ л/с}.$$

Принимаем диаметр поэтажного отвода равный 110 мм, а угол присоединения поэтажного отвода равный $87,5^\circ$.

Пропускная способность, диаметр и угол вентилируемых стояков К1-2, К1-3, аналогичны стояку К1-1.

4.3 Гидравлический расчёт системы внутренней канализации

Гидравлический расчет системы канализации выполнен с целью подбора необходимых диаметров и уклонов трубопроводов, с учётом следующих параметров:

- при скорости движения сточных вод не менее 0,7 м/с;
- наполнение трубопроводов – в пределах 0,3-0,6;
- выполнения условия:
-

$$V \cdot \sqrt{\left(\frac{h}{d}\right)} \geq 0,5, \quad (4.10)$$

где V – скорость движения сточных вод в трубопроводе, м/с;

$\frac{h}{d}$ – наполнение трубопровода.

Результаты расчета горизонтальных участков сведены в таблицу 4.1.

Таблица 4.1-Гидравлический расчёт системы внутренней канализации

№ участка	N,штг	Ptot	N*Ptot	a	q	d	i	h/d	v	$v \cdot (h/d)^{1/2}$
1	6	0,0028	0,0168	0,207	1,91	110	0,030	0,3	0,884	0,48
2	12		0,0336	0,245	1,97	110	0,030	0,3	0,890	0,49
3	17		0,0476	0,27	2,01	110	0,03	0,3	0,894	0,49

4.4 Расчёт системы наружных водостоков

Для отвода дождевых вод и других осадков запроектированы наружные водостоки с парапетными воронками. Воронки устанавливаются в пониженных участках кровли

Диаметр водостоков зависит от площади кровли.

Расход дождевых вод, определяется по формуле:

$$Q = \frac{q_{20} \cdot F}{10000}, \text{ л/с}, \quad (4.11)$$

где q_{20} – интенсивность дождя, продолжительностью 20 мин с 1 Га площади водосбора данной местности, определяется по СП [6];

F-горизонтальная площадь кровли, с учетом 30% вертикальных стен примыкающих к кровле с парапетом высотой 0,5м.

$$Q = \frac{70 \cdot 130,76}{10000} = 0,92 \text{ л/с.}$$

Так как расход дождевых вод меньше 10 л/с, то диаметр водостока 85 мм.

5 Проектирование и расчет системы горячего водоснабжения

5.1 Описание системы горячего водоснабжения

Система теплоснабжения закрытая. Схема циркуляционная. Стояки стальные оцинкованные, подводки полипропиленовые. Начальная температура воды $t_{\text{нач}}=60^{\circ}\text{C}$. Температура воды конечная $t_{\text{кон}}=55^{\circ}\text{C}$. Температура холодной воды $t_{\text{хол}} = 5^{\circ}\text{C}$. Давление на вводе $P_{\text{вв}}=440\text{кПа}$.

5.2 Определение расчетных расходов воды

Суммарное число приборов в здании-N=12 шт.

В том числе:

—умывальник 5шт;

—мойка кухонная 2шт;

—ванна со смесителем 5шт.

Применим к расчёту прибор с наибольшим расходом СП [9]:

—ванна со смесителем.

$$q_0^h = 0.2 \text{ л/с},$$

q_0^h -секундный расход горячей воды одним прибором л/с,

$$q_{0,hr}^h = 200 \text{ л/ч},$$

$q_{0,hr}^h$ -часовой расход воды прибором,

$$q_{hr,u}^h = 8.5 \text{ л/ч},$$

$q_{hr,u}^h$ – норма расхода горячей воды потребителем в час наибольшего водопотребления,

$$q_{m,u}^h = 85 \text{ л/сут},$$

$q_{m,u}^h$ – норма расхода воды потребителями в сутки наибольшего водопотребления.

Максимальный секундный расход горячей воды:

$$q^h = 5q_0^h \alpha, \quad (5.1)$$

$$q^h = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,298 = 0,298 \text{ л/с},$$

где q_0^h – секундный расход воды прибором; при различных приборах, обслуживающих одинаковых потребителей определяется по СП [9], $q_0^h = 0,3 \text{ л/с}$;

α – коэффициент, определяемый согласно СП [9], в зависимости от общего числа приборов N на участке и вероятности их действия P^h , вычисляемой по формуле:

$$P = U \cdot \frac{q_{hr,u}^h}{3600 \cdot q_0^h \cdot N}, \quad (5.2)$$

$$P = \frac{5 \cdot 8,5}{3600 \cdot 0,2 \cdot 12} = 0,005,$$

$$\alpha = f(NP) = f(12 \cdot 0,005) = f(0,060) = 0,298,$$

где $q_{hr,u}^h$ – норма расхода воды одним потребителем в час наибольшего водопотребления, л/ч, принимается по СП [9];

U – число потребителей;

N – число приборов в здании.

Максимальный часовой расход горячей воды:

$$q_{hr}^h = 0,005 q_{0,hr}^h \alpha_{hr}, \quad (5.3)$$

$$q_{hr}^h = 0,005 \cdot 200 \cdot 0,480 = 0,480 \text{ м}^3/\text{ч},$$

где $q_{0,hr}^h$ - часовой расход воды санитарно-техническим прибором, $\text{м}^3/\text{ч}$.

$$P_{hr}^h = \frac{3600 q_0^h P_h}{q_{0,hr}^h}, \quad (5.4)$$

$$P_{hr}^h = \frac{3600 \cdot 0,005 \cdot 0,2}{200} = 0,018,$$

$$\alpha_{hr} = f(NP_{hr}) = f(13 \cdot 0,018) = f(0,234) = 0,480.$$

Средний суточный расход горячей воды:

$$q_u = \frac{q_u^h \cdot U}{1000}, \quad (5.5)$$

$$q_u = \frac{85 \cdot 5}{1000} = 0,425 \text{ м}^3/\text{сут},$$

где q_u^h – норма расхода воды потребителями в сутки наибольшего водопотребления, л/сут.

Средний часовой расход теплоты:

$$Q_T^h = 1,16 \cdot q_T^h \cdot (65 - t_c) + Q^{ht}, \quad (5.6)$$

$$Q_T^h = 1,16 \cdot 0,018 \cdot (65 - 5) \cdot 1,1 = 1,378 \text{ кВт},$$

где t^c – температура холодной воды, °С;

Q^{ht} – потери теплоты в системе горячего водоснабжения, кВт (принимается равными 10%),

q_T^h – средний часовой расход горячей воды, м³/час, определяется по формуле:

$$q_T^h = \frac{q_u}{24}, \quad (5.7)$$

$$q_T^h = \frac{0,425}{24} = 0,018 \text{ м}^3/\text{час}.$$

Максимальный часовой расход теплоты:

$$Q_T^h = 1,16 \cdot q_{hr}^h \cdot (65 - t_c) + Q^{ht}, \quad (5.8)$$

$$Q_{hr}^h = 1,16 \cdot 0,480 \cdot (65 - 5) \cdot 1,1 = 36,749 \text{ кВт} .$$

5.3 Гидравлический расчет подающих трубопроводов

Определяются требуемые диаметры трубопроводов, а также потери напора Δp Па, которые рассчитываются по формуле:

$$\Delta p = R \cdot l \cdot (1 + K_m), \quad (5.9)$$

где R - удельные потери на трение при расчетном расходе воды на участке, Па/м;

l - длина расчетного участка, м;

K_m - коэффициент, учитывающий потери давления в местных сопротивлениях, который:

- 0,1 – для подающих и циркуляционных трубопроводов;
- 0,2 – для магистральных трубопроводов;
- 0,5 – для теплового пункта.

Диаметры труб определяются по справочным табличным данным, исходя из секундных расходов воды на участках и допустимых скоростей движения воды в трубах.

Скорость движения воды в подающих трубопроводах горячего водоснабжения согласно СП [9] не более 1,5 м/с, а в подводках к водоразборным приборам не более 3 м/с.

Расчёт трубопроводов производится по порядку, от самого удалённого водоразборного прибора до водонагревателя, расположенного в подвале котельной.

Со временем на стенках трубопроводов образуется накипь, в следствии этого уменьшается скорость воды. Для учёта этого фактора используют поправочные коэффициенты скорости движения воды K_w и к удельным

потерям давления - K_R . Поправочные коэффициенты выбираются из учёта подобранного диаметра трубопровода.

Гидравлический расчёт подающих трубопроводов приведён в табл.В.1 (Приложение В).

5.4 Расчёт потерь теплоты подающими трубопроводами

Потери теплоты подающими трубопроводами системы горячего водоснабжения определяются для каждого участка с учётом термоизоляции и местоположения трубопроводов. Расчёт выполняется с учётом средней температуры воды в системе:

$$t_2^{cp.} = (t_n + t_k) / 2, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (5.10)$$

где t_n – температура горячей воды на выходе из водонагревателя, $^\circ\text{C}$;

t_k – температура горячей воды у наиболее удаленного водоразборного прибора, $^\circ\text{C}$.

$$t_2^{cp.} = (60 + 55) / 2 = 57.5 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Потери теплоты на расчетном участке определяются по формуле:

$$\Delta Q = \pi d_n l K (t_2^{cp.} - t_{окр.}) (1 - \eta), \text{ Вт}, \quad (5.11)$$

где d_n - наружный диаметр трубопровода, мм;

l – длина расчетного участка, м;

K – коэффициент теплопередачи, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, для неизолированного полипропиленового трубопровода, $0,75 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$;

$t_{окр.}$ – температура окружающей среды, $^\circ\text{C}$, при прокладке трубопроводов в коробах, шахтах принимается $t_{окр.} = 23^\circ\text{C}$;

η – КПД тепловой изоляции, принимается $\eta = 0,6$.

Потери теплоты трубопроводами системы горячего водоснабжения сведены в таблицу В.2 (Приложение В).

5.5 Подбор оборудования

Циркуляционный расход воды необходим для поддержания температуры воды у водоразборных приборов, который прямо пропорционален потерям теплоты в трубопроводах.

Циркуляционный расход воды на головном участке подающего трубопровода прямо пропорционален суммарным потерям тепла всеми подающими трубопроводами.

$$q^{cir} = \frac{0,86 \Sigma Q^{ht}}{\Delta t}, \text{ кг/ч}, \quad (5.12)$$

где ΣQ^{ht} – суммарные теплотери подающих трубопроводов системы, Вт;

Δt – разность температур горячей воды на выходе из водонагревателя и у самого удаленного водоразборного прибора, $\Delta t = 5^\circ\text{C}$.

$$q^{cir} = \frac{0,86 \cdot 1774}{5} = 305, \text{ кг/ч}.$$

Подбор циркуляционного насоса:

$$Q_{\text{нас.}} = q^{cir} = 305 \text{ кг/ч} = 0,3 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$H_{\text{нас.}} = 0,5 \text{ м}.$$

К установке принимается циркуляционный насос Comfort 15-14 ВХ РМ. Характеристика циркуляционного насоса представлена на рисунке В.1 (Приложение В).

6 Проектирование и расчёт системы отопления

6.1 Описание системы отопления

Проектом индивидуального жилого дома в г.Пермь предусмотрена горизонтальная поэтажная двухтрубная система отопления с тупиковым движением теплоносителя. Температура теплоносителя 90°С и 70 °С на подающем и обратном трубопроводе соответственно. Трубы металлические обыкновенные.

Для отвода воздуха из системы отопления, на каждом радиаторе предусмотрены воздухоотводчики. На подводках каждого отопительного прибора устанавливаются регулирующие краны двойной регулировки.

В качестве отопительных приборов выбраны радиаторы KonnerHeat 500. Его характеристики представлены в таблице 4.1

Таблица 6.1 - Характеристика радиатора KonnerHeat 500

Модель	Межосевое расстояние, мм	Размеры секции (высота/ширина/глубина, мм)	Максимальное рабочее давление, МПа	Испытательное давление, МПа	Номинальный тепловой поток Q _н , Вт	Масса секции, кг	Объём воды, литров в секцию
Heat 500	500	565/60/80	12	18	150	4,75	0,85

Установка радиаторов осуществляется под оконными проёмами. Наглядное изображение радиаторов Heat 500 представлено на рисунке Г.2 (Приложение Г).

6.2 Гидравлический расчёт системы отопления

Цель гидравлического расчёта - определить требуемые диаметры и потери давления воды в трубопроводах.

Расчёт двухтрубной системы отопления производится методом удельных потерь по длине.

Перед этим конструируется система отопления и строится её расчётная схема (рисунок 6.1). На схеме определяют главное циркуляционное кольцо. Главное циркуляционное кольцо разбивается на участки с указанием расходов и длин участков.

Тепловая нагрузка участка состоит из тепловых нагрузок приборов, обслуживаемых протекающей по участку водой и находится как:

$$Q_{\text{уч}} = \sum Q_{\text{пр}}, \text{ Вт}, \quad (6.1)$$

где $Q_{\text{пр}}$ – тепловая нагрузка прибора, относящимися к данному участку, Вт.

Расход воды на участке определяется по формуле:

$$G_{\text{уч}} = \frac{0,86 \cdot Q_{\text{уч}} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{(t_r - t_o)} \text{ кг/ч}, \quad (6.2)$$

где β_1 – коэффициент учитывающий дополнительный расход теплового потока установленных отопительных приборов за счет округления сверх расчетной величины, равный 1,04;

β_2 – коэффициент учёта дополнительных потерь теплоты отапливаемыми приборами у наружных ограждений, равный 1,02;

$(t_r - t_o)$ – расчетная разность температур воды в системе отопления, °С.

Располагаемое давление в системе отопления, Па, рассчитывается по формуле:

$$\Delta P_p = \Delta P_n + 0,4 \cdot \Delta P_e, \quad (6.3)$$

где ΔP_n – циркуляционное давление насоса, Па, определяется по формуле:

$$\Delta P_n = 100 \cdot \sum l_{\text{ГЦК}} \text{ Па}, \quad (6.4)$$

где $\sum l_{\text{ГЦК}}$ – сумма длин последовательно соединенных участков главного циркуляционного кольца, м;

ΔP_e – естественное циркуляционное давление, которое возникает в расчётном кольце от охлаждения воды в нагревательных приборах и в трубах, Па, определяется по формуле:

$$\Delta P_e = \beta_t \cdot g \cdot h \cdot (t_r - t_o) \text{Па}, \quad (6.5)$$

где β_t – среднее приращение плотности (объемной массы) при понижении температуры воды на 1°C . При разности $t_r - t_o = 90 - 70 = 20^\circ\text{C}$, $\beta_t = 0,64$;

h – вертикальное расстояние между осью насоса и условным центром охлаждения в отопительном приборе на нижнем этаже, м.

Среднее значение удельной потери давления по длине, рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{cp}} = \frac{0,9 \cdot \Delta P_p \cdot 0,65}{\sum l_{\text{ГЦК}}}, \quad (6.6)$$

где 0,65 – коэффициент, учитывающий, что 65% располагаемого давления расходуется на преодоление потерь по длине.

$$\begin{aligned} \Delta P_n &= 100 \cdot 137,8 = 13\,780 \text{ Па}, \\ \Delta P_e &= 0,64 \cdot 9,81 \cdot 3,5 \cdot (90 - 70) = 439 \text{ Па}. \end{aligned}$$

Так как естественное давление меньше 10% от насосного, то это не учитывается, следовательно:

$$\begin{aligned} \Delta P_p &= \Delta P_n, \quad \Delta P_p = 13\,780 \text{ Па}. \\ R_{\text{cp}} &= \frac{0,9 \cdot 13780 \cdot 0,65}{137,8} = 58,5 \text{ Па/м}. \end{aligned}$$

Порядок гидравлического расчета:

1. По среднему значению удельной потери давления по длине и расходу на участке подбираем возможные диаметры трубопровода для

расчётного кольца. Устанавливается фактическое сопротивление R и соответствующую данному режиму скорость движения воды v . Для каждого участка определяется совокупность коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma \xi$ по [5] и Z – потери давления в местных сопротивлениях трубопроводов по [5].

2. Рассчитываются общие потери давления в расчётном кольце по формуле:

$$\Delta P_{\text{уч}} = R \cdot l + Z. \quad (6.7)$$

3. Потери давления в главном циркуляционном кольце сравниваются с располагаемым перепадом давления:

$$\frac{\Delta P_p - \Sigma \Delta P_{\text{уч}}}{\Delta P_p} \cdot 100\% \leq 10\%. \quad (6.8)$$

На случай неучтённых в расчёте гидравлических сопротивлений необходим запас располагаемого давления. В случае превышения запаса давления более 10%, необходимо уменьшить диаметры трубопроводов. Если же запас давления получился менее 5% или отрицательным, то необходимо увеличить диаметры участков. Измененные участки необходимо пересчитать заново, чтобы получился запас давления (5-10%).

Гидравлический расчёт сведён в таблицу Г.1 (Приложение Г).

6.3 Расчёт отопительных приборов

Расчёт ведется для принятых радиаторов Konnerheat 500.

Для подбора отопительных приборов двухтрубной системы отопления, необходимо воспользоваться формулами:

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{пом}} - \beta_{\text{тр}} \cdot Q_{\text{тр}}, \quad (6.9)$$

где $Q_{\text{пр}}$ – необходимая теплопередача отопительного прибора в рассматриваемом помещении, Вт;

$\beta_{\text{тр}}$ – коэффициент, зависящий от месторасположения и изоляции труб, равный 0,9.

$Q_{\text{тр}}$ – теплоотдача открыто расположенных подводок пределах помещения, к которым непосредственно присоединен прибор, Вт, определяемая по формуле:

$$Q_{\text{тр}} = q_{\text{Г}} \cdot l_{\text{Г}} + q_{\text{В}} \cdot l_{\text{В}}, \quad (6.10)$$

где q – теплоотдача одного метра трубы, который расположен горизонтально или вертикально;

l – длины вертикальных и горизонтальных труб в пределах помещения, м.

Расчетная площадь нагревательной поверхности приборов определяется по формуле:

$$F_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{пр}}}{q_{\text{пр}}}, \quad (6.11)$$

где $q_{\text{пр}}$ – расчетная плотность теплового потока с одного метра прибора, Вт/м², определяемая по формуле:

$$q_{\text{пр}} = q_{\text{ном}} \cdot \left(\frac{\Delta t_{\text{ср}}}{70}\right)^{1+n} \cdot \left(\frac{G_{\text{пр}}}{360}\right)^p, \quad \text{Вт/м}^2 \quad (6.12)$$

где $q_{\text{ном}}$ – номинальная плотность теплового потока, Вт/м², при стандартных условиях работы для радиатора равна 894 Вт/м²;

n, p , – коэффициенты, показывающие влияние гидравлических и конструктивных особенностей на коэффициент теплоотдачи прибора, которые равны $n = 0,3$ $p = 0,02$ – для чугунного секционного радиатора с подачей воды сверху вниз при расходе теплоносителя от 18 до 50 кг/ч – для двухтрубной системы;

$n = 0,3p = 0,02 (0)$ – для чугунного секционного радиатора с подачей воды сверху вниз при расходе теплоносителя от 18 до 50 (65–900) кг/ч – для однотрубной системы.

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

$$\Delta t_{\text{cp}} = \frac{t_{\text{вх}} + t_{\text{вых}}}{2} - t_{\text{пом}}, \quad (6.13)$$

где $t_{\text{вх}}$ и $t_{\text{вых}}$ – температура воды соответственно входящей и выходящей из прибора, °С;

$t_{\text{пом}}$ – температура окружающего воздуха, °С;

$G_{\text{пр}}$ – расход воды в приборе, кг/ч, определяемый по формуле:

$$G_{\text{пр}} = \frac{0,86 \cdot Q_{\text{пр}} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{(t_{\text{вх}} - t_{\text{вых}})}. \quad (6.14)$$

Далее находят число секций чугунного радиатора:

$$N = \frac{F_{\text{пр}} \cdot \beta_4}{f_{\text{сек}} \cdot \beta_3}, \quad (6.15)$$

где $f_{\text{сек}}$ – площадь одной секции, м², принимаемая по паспорту прибора, м²;

β_4 – коэффициент, учитывающий способ установки прибора, равный 1, так как установка открытая;

β_3 – коэффициент, число секций в одном радиаторе, для чугунного радиатора:

$$\beta_3 = 0,97 + \frac{0,06}{F_{\text{пр}}}. \quad (6.16)$$

Рассмотрим расчет для помещения 102:

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{пом}} - \beta_{\text{тр}} \cdot Q_{\text{тр}} = 621 - 0,9 \cdot 106 = 526 \text{ Вт},$$

где $Q_{\text{тр}} = q_{\text{г}} \cdot l_{\text{г}} + q_{\text{в}} \cdot l_{\text{в}} = (79 + 46) \cdot 0,4 + (58 + 35) \cdot 0,6 = 106 \text{ Вт}$.

Требуемая площадь отопительного прибора:

$$F_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{пр}}}{q_{\text{пр}}} = \frac{526}{678} = 0,78 \text{ м}^2,$$

$$q_{\text{пр}} = q_{\text{ном}} \cdot \left(\frac{\Delta t_{\text{ср}}}{70}\right)^{1+n} \cdot \left(\frac{G_{\text{пр}}}{360}\right)^p = 894 \cdot \left(\frac{59}{70}\right)^{1,3} \cdot \left(\frac{24}{360}\right)^{0,02} = 678 \text{ Вт/м}^2,$$

$$\text{где } \Delta t_{\text{ср}} = \frac{t_{\text{вх}} + t_{\text{вых}}}{2} - t_{\text{пом}} = \frac{90+70}{2} - 21 = 59 \text{ }^\circ\text{C}$$

Находим расход теплоносителя в приборе:

$$G_{\text{пр}} = \frac{0,86 \cdot Q_{\text{пр}} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{(t_{\text{вх}} - t_{\text{вых}})} = \frac{0,86 \cdot 526 \cdot 1,04 \cdot 1,02}{(90 - 70)} = 24 \text{ кг/ч.}$$

Исходя из требуемой площади прибора и площади одной секции, с учетом коэффициентов β_3 и β_4 , определяется количество секций и принимается ближайшее большее число:

$$N = \frac{F_{\text{пр}} \cdot \beta_4}{f_{\text{сек}} \cdot \beta_3} = \frac{0,78 \cdot 1}{0,244 \cdot 1} = 3 \text{ шт.},$$

$$\text{где } \beta_3 = 0,97 + \frac{0,06}{0,78} = 1,04.$$

Расчёт сведён в таблицу Г.2 (Приложение Г).

6.4 Подбор циркуляционного насоса

Для подбора насоса требуются два параметра. Расход воды, проходящий через систему отопления и напор, который определяется из суммарных потерь давления с запасом 15 %.

$$H = 1,15 * 4257 = 4896 \text{ Па} = 0,499 \text{ м. в. ст.}$$

$$G = 2109 \frac{\text{кг}}{\text{ч}} = 2,1 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

По заданным параметрам был подобран насос фирмы GrandfosTP 32-60/2. Характеристика насоса представлена на рисунке Д.3 (Приложение Д).

7 Проектирование и расчёт системы вентиляции

7.1 Описание системы вентиляции

Проектом предусмотрена система вентиляции с механическим удалением и естественным притоком воздуха. Приток воздуха осуществляется через клапана инфильтрации воздуха. Воздушные клапана монтируются в наружных стенах, не нарушая конструкции стеклопакета. Внутри помещения клапан оснащен фильтром и заслонкой, что позволяет регулировать поток воздуха. В зимний период при работе воздушного клапана не образуется конденсат, благодаря специальной конструкции и теплоизоляции его элементов. Вытяжка осуществляется отдельными воздуховодами из помещений кухни, котельной, столовой, раздевалки, гардеробной, спортзала, сантехнических узлов, гаража и коридоров. В помещении спортзала спроектирован механический приток воздуха на отметке минус 2,700.

7.3 Расчёт воздухообмена дома

В СП [6] приведены нормируемые коэффициенты кратности воздухообмена для помещений в индивидуальных жилых домах.

Воздухообмен помещений дома сводится в таблицу Д.1 (Приложение Д).

7.4 Расчёт системы механической приточной вентиляции

Механическая вентиляция предусмотрена для помещения для помещения спортивного зала, расположенного на 1 этаже жилого дома, теплотери которого составляют 3291 Вт. Температура внутреннего воздуха в холодный период составляет 19 °С, а в тёплый период года 25 °С (при наружной температуре 23°С).

В помещении спортивного зала организована механическая приточная система. Приточная установка и воздуховоды расположены в подшивном потолке спортивного зала.

7.4.1 Расчёт теплопоступлений

Теплопоступления от людей

Предполагаемое количество одновременно занимающихся людей в зале 5 человек. Вид работы – тяжёлая.

$$Q_{л}^{хп} = 148,4 * 5 = 742 \text{ Вт},$$

$$Q_{л}^{тп} = 84,8 * 5 = 422,5 \text{ Вт}.$$

Теплопоступления от искусственного освещения

$$Q_{осв} = 200 * 0,077 * 50 = 770 \text{ Вт}$$

Теплопоступления от системы отопления

$$Q_{со} = \frac{4854}{(19 - (-35))} * (12 - (-35)) = 4225 \text{ Вт}.$$

Теплопоступления от оборудования

В спортивном зале установлены 2 беговые дорожки, 1 велотренажер мощностью 2,2 кВт и 1,3кВт. Доля тепла, поступающего в помещение 25 %.

$$Q_{эл} = (2200 * 2 + 1300) * 0,25 = 1425 \text{ Вт}.$$

Теплопоступления от солнечной радиации

Расчёт ведётся для 58° с.ш. Для уменьшения теплоизбытков в помещении спортивного зала принимаем, что окна затонированы, коэффициент $\beta=0,4$.

Расчёт сведён в таблицу Д.1(Приложение Д).

7.4.2 Тепловой баланс

Тепловой баланс сведён в таблицу Д.2 (Приложение Д)

7.4.3 Расчёт воздухообмена

Расчёт производится графо-аналитическим способом с помощью i-d-диаграммы в холодный и теплый период года.

$$Q_{п}^{тп} = 3,6 * 2433 + (2500 + 1,8 * 25) * 1,2 = 11 813 \text{ Вт},$$

$$Q_{п}^{хп} = 3,6 * 1566 + (2500 + 1,8 * 19) * 0,86 = 7 817 \text{ Вт}.$$

Градиент температуры для тёплого периода принимается исходя из теплонапряженности помещения- $q=18$ в пределах значений 0,3-1,2. Для холодного периода- $q=12$ в пределах 0,3-1,2.

$$t_y^{тп} = 25 + 0,85 * (3 - 2) = 25,85 \text{ } ^\circ\text{C},$$

$$t_y^{хп} = 19 + 0,33 * (3 - 2) = 19,33^\circ\text{C}.$$

Температуру приточного воздуха в холодный период принимается на 2 °С меньше, чем температура внутреннего воздуха:

$$t_{п}^{хп} = 19 - 2 = 17^\circ\text{C}.$$

В тёплый период для систем с механическим побуждением на 1 градус выше наружного воздуха:

$$t_{п}^{тп} = 23 + 1 = 24^\circ\text{C}.$$

Луч процесса:

$$\epsilon_{тп} = \frac{11813}{1,2} = 9844,$$

$$\epsilon_{хп} = \frac{7817}{0,86} = 9090.$$

Определяются расходы для тёплого периода:

$$L_{п} = \frac{11813}{1,2 \cdot (51 - 48,3)} = 3646 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$L_{я} = \frac{3,6 \cdot 2433}{1,2 \cdot (25,85 - 24)} = 3945 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$L_{вл} = \frac{1000 \cdot 1,2}{1,2 \cdot (9,9 - 9,6)} = 3333 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$L_{сан} = 80 * 5 = 400 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Определяются расходы для холодного периода:

$$L_{п} = \frac{7817}{1,2 \cdot (21 - 17,5)} = 1861 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$L_{я} = \frac{3,6 \cdot 1566}{1,2 \cdot (19,33 - 17)} = 2016 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$L_{вл} = \frac{1000 \cdot 0,86}{1,2 \cdot (0,7 - 0,3)} = 1792 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$L_{сан} = 80 * 5 = 400 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Так как расход в тёплый период получился большой, а разница с зимним расходом слишком велика, чтобы восполнять её аэрацией, за расчётный расход принимаем $L = 3945 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Расход принят по летнему периоду, поэтому необходимо пересчитать с данным расходом температуру притока в зимний период:

$$3945 = \frac{3,6 * 1566}{1,2 * (19,33 - t_{\text{п}})},$$
$$t_{\text{п}} = 19,33 - \frac{3,6 * 1566}{3945 * 1,2} = 18,14^{\circ}\text{C}.$$

7.4.4 Аэродинамический расчёт приточной системы

Аэродинамический расчёт выполняется для определения диаметров воздуховодов, регулирующих устройств и побудителей движения воздуха.

Сначала рассчитываются магистральные воздуховоды, затем увязываются ответвления с магистралью.

Порядок расчета:

1. Строится аксонометрическая схема, на которой выбирается магистраль, вся система делится на участки, на каждом участке определяется расход и длина, участки нумеруются от воздухораспределителя до вентилятора.
2. Намечаются скорости воздуха в воздуховодах.
3. По справочным таблицам [10] намечаются диаметры воздуховодов по скоростям и расходам воздуха.
4. Определяется действительная скорость на участке воздуховода:

$$V = \frac{L}{3600 \cdot F}, \text{ м/с}; \quad (7.1)$$

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \text{ м}^2. \quad (7.2)$$

5. По действительной скорости и диаметру определяются удельные потери давления по длине и динамическое давление по справочнику [7].

6. По справочнику [10] определяется сумма коэффициентов местных сопротивлений.

7. На каждом участке определяются потери давления на местные сопротивления:

$$Z = \sum \xi P_{\text{д}} \quad (7.3)$$

8. Определяются полные потери:

$$Rl + Z$$

9. Увязывая ответвления, определяют невязку потерь давления:

10.

$$\frac{\Delta p_{\text{м}} - \Delta p_{\text{от}}}{\Delta p_{\text{м}}} \cdot 100\% \leq 10 - 15\%$$

Аэродинамический расчёт сведён в таблицу Д.3 (приложение Д).

7.4.5 Подбор оборудования приточной камеры

Подбор ведётся в приложении «ВЕЗА» .

1. Блок воздухоприёмный. Размеры 700x800x450. Клапан воздушный. Размеры 575x525. Сторона обслуживания- справа. Привод LM24A-S. Индекс РЕГУЛЯР-0525-0575-Н-П-02-00-00-УЗ.

2. Блок фильтра. Размеры 700x800x550. Фильтр карманный. Длина кармана 360 мм. Класс фильтрации G4. Среднее сопротивление 139 Па. Сторона обслуживания – справа. Индекс ФВК-66-360-6-G4/Сп/У.

3. Блок калорифера. Размеры 700x800x380. Электрокалорифер. Расход 3948 м³/ч. Производительность 40,5 кВт. Скорость воздуха 4,7 м/с. Сопротивление 89,1 Па. Сторона обслуживания – справа. Индекс ЕКО-40,5(КЦКП-3,15).

4. Вентиляторный блок. Размеры 700x800x950. Сторона обслуживания – справа. Вентилятор. Выхлоп по оси. Расход 3948 м³/ч. Сопротивление сети 101 Па. Сопротивление установки 242 Па. Полное

давление 314 Па. Электродвигатель А71В4. Установочная мощность 0,75 кВт. Индекс АДН 250 L/R.

5. Блок шумоглушителя. Размеры 700x800x605. Сторона обслуживания – справа. Количество и толщина пластины 3x100 мм. Длина пластин 500 мм. Сопротивление 6,9 Па.

Схема установки представлена на рисунке Д.1 (Приложение Д).

7.5 Расчёт механической вытяжной вентиляции

Для вентиляции индивидуального жилого дома предусмотрены отдельные вытяжные каналы с механическим побуждением удаляемого воздуха в помещениях котельной, спортзала, гаража, санузлов, кухни, столовой, гардеробной, раздевалки, холла. Вытяжные каналы устраиваются во внутренних стенах, выводятся на кровлю на 0,5м. В качестве материала каналов и воздуховодов применяется оцинкованная сталь. Вентиляторы подбираются по расчетному расходу удаляемого воздуха и потерям давления.

Аэродинамический расчет сведен в таблицу Е.5 (Приложение Е).

8 Система внутреннего газоснабжения

8.1 Описание системы внутреннего газоснабжения

Газоснабжение здания осуществляется от существующей городской сети низкого давления. Прокладка газопровода от места подключения к городской сети до ввода в помещение осуществляется подземно на глубине 0,1м до поверхности газопровода, согласно СП [7] в местах где не предусмотрено движение транспорта прокладка стальных водогазопроводов не менее 0,6м. Ввод газопровода в здание расположен в помещении котельной. Перед вводом предусматривается установка запорной арматуры на высоте не более 1,8 м от уровня земли. В помещении котельной устанавливается газовый счётчик. В помещение котельной предусмотрена принудительная вытяжка в объеме трёхкратного воздухообмена в час, естественный приток воздуха через z-образный канал оборудованный в наружной стене котельной, в качестве легкобрасываемой ограждающей конструкции используется оконный проём с площадью не менее $0,03\text{м}^2$ на 1м^3 . Котельная полностью удовлетворяет СП [8].

Трубопроводы системы газоснабжения выполнены из стальных водогазопроводных труб. Подключение приборов осуществляется стальными гибкими подводками.

С целью обеспечения безопасности, а так же во избежания возникновения чрезвычайных ситуаций по требованиям СП [16] в котельной предусматривается монтажа анализатора уровня загазованности САКЗ-МК-1 с аудио-визуальной сигнализацией и автоматическим отключением системы газоснабжения, перекрытием клапана КЗЭУГ.

8.2 Гидравлический расчет системы газоснабжения

Гидравлический расчет системы газоснабжения ведётся с целью определения диаметра трубопроводов и потерь давления в сети.

Расход газа берется из характеристики котельного агрегата.

Гидравлический расчёт газовой сети сводится в таблицу 8.1.

Таблица 8.1 – Гидравлический расчёт газовой сети

№ уч-ка	$l_{1,м}$	$q, м^3/ч$	$R_{ср}$	$d_y, мм$	Местные сопротивления	$\xi \Sigma$	ld	$ld * \xi \Sigma$	$l, м$	R	R_1
1	33	4,23	2,5	25	отвод 90° - 0,3*5=1,5; кран пробковый – 2;	3,5	0,65	2,28	35,28	1,7	60

9 Подбор оборудования котельной

9.1 Подбор котельного агрегата

Котельный агрегат выбирается в зависимости от тепловых нагрузок системы отопления и горячего водоснабжения. Мощность котельного агрегата подбирается по большей нагрузке.

Тепловая нагрузка системы отопления – $Q_{c.o} = 46,2 \text{ кВт}$.

Тепловая нагрузка системы ГВС – $Q_{hr}^h = 36,7 \text{ кВт}$

К монтажу принимается настенный турбированный газовый котел Daewoo DGB-400 MSC.

Краткая характеристика котельного агрегата приведена в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Краткая характеристика котельного агрегата Daewoo DGB-400 MSC

Характеристика	Значение
Топливо	Природный газ
Количество контуров	Двухконтурный
Максимальная тепловая мощность	46,5 кВт
Принцип работы газового котла	Турбированный
Тип камеры сгорания	Закрытая
Горелка	Газовая
КПД	91%
Расход природного газа	4,23 м ³ /ч
Управление	Электронное
Диаметр патрубка газа	3/4 дюйма
Диаметр патрубка ГВС	1/2 дюйма
Диаметр патрубка ОВ	3/4 дюйма
Диаметр дымохода	80 мм
Габариты (ВхШхГ)	656x492x357
Масса	36 кг

9.2 Подбор накопительного водонагревателя

Объём накопительного водонагревателя рассчитывается в зависимости от длительности периода максимального водоразбора по формуле:

$$W = \frac{T \cdot Q_{hr}^h}{1,16 \cdot (62 - t^c)}, \text{ м}^3, \quad (9.1)$$

где T – длительность периода с максимальным водопотреблением, ч, принимается $T = 0,5$ ч.

$$W = \frac{0,5 \cdot 36,7}{1,16 \cdot (62 - 5)} = 0,278 \text{ м}^3.$$

К монтажу принимается накопительный водонагреватель Viessmann Vitocell-V 100 CVA-300, максимальная мощность теплообменника 45кВт, объемом 300л, размер 1746×705мм, диаметр 633мм, выполнен в высокоэффективной теплоизоляции из полиуретана.

10 Автоматизация котельной

Газовый котел DaewooDGB-400 MSC-это усовершенствованная система безопасности, со встроенным датчиком на перегрев теплоносителя, датчиком утечки газа, контроль затухания пламени, реле протока (определение уровня теплоносителя), встроенный стабилизатор напряжения. Датчик регулировки пламени обеспечивает высокий КПД, оптимальный расход газа, минимальные теплотери. Так же котлом осуществляется принудительный забор воздуха и вывод продуктов сгорания. Электронная система розжига-котел автоматически обеспечивает розжиг горелки. В комплект входит комнатный ЖК терморегулятор, управление и функции указаны на рисунке 10.

Комнатный ЖК терморегулятор предусматривает возможность как ручного, так и автоматического управления системой отопления и ГВС. Возможно запрограммировать работу систем отопления и ГВС на неделю. На дисплее отображается время и дата, режим работы, уровень мощности, неисправности, температуру снаружи и в помещении).

Терморегулятор позволяет установить недельную программу, ввести функцию предварительного нагрева. Возможно реализовать функцию погодозависимого регулирования, при установке датчика наружной температуры. Температура отопительной системы регулируется в зависимости от условий погоды для обеспечения высокого комфорта и экономии энергоресурсов в течение года.

11 Организация монтажных работ

11.1 Исходные данные и краткая конструктивная характеристика объекта

Разработан проект производства работ по монтажу системы отопления индивидуального двухэтажного дома с подвалом.

Система отопления горизонтальная двухтрубная. Материал труб – стальные, отопительные приборы – радиаторы чугунные.

Объём работ распределен на 3 захватки по количеству этажей.

11.2 Определение объёмов и трудоёмкости монтажных работ

Объём строительных и монтажных работ принимается согласно проектной документации.

Требуемые трудозатраты принимаются по «Единым нормам и расценкам на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы» (ЕНиР).

Трудоёмкость работ определяется по формуле:

$$T_p = \frac{N_{вр} \cdot V}{8}, \quad (11.1)$$

где $N_{вр}$ – норма времени на единицу объема работ, чел.-ч, по ЕНиР;

V – физический объем работ;

8 – продолжительность смены, ч.

Помимо трудоёмкости основных строительно-монтажных работ при расчёте предусматриваются дополнительно затраты труда на работы за счет накладных расходов и на проведение подготовительных работ.

Результаты расчетов объема работ и трудозатрат сведены в таблицу 11.1.

Таблица 11.1 – Объем работ и трудозатрат

№	Наименование работ	Объем работ		Норма времени, чел.-ч	Трудоемкость, чел.-дни
		Ед. изм.	Кол-во.		
1	Монтаж магистралей из стальных труб диаметром 15 мм	м	442	0,18	9,70
2	Монтаж магистралей из стальных труб диаметром 20 мм	м	39	0,2	0,95
3	Монтаж магистралей из стальных труб диаметром 25 мм	м	10	0,22	0,27
4	Монтаж магистралей из стальных труб диаметром 32 мм	м	5	0,22	0,13
5	Установка радиаторов	шт	27	0,24	0,79
6	Установка запорных и регулирующих клапанов	шт	122	0,1	1,49
7	Пуско-наладочные работы	шт	1		2,00

11.3 Подбор машин и механизмов

Необходимость в ручном инструменте и приспособлениях для проведения монтажных работ приведена таблице 11.2.

Необходимость в механизированном электрифицированном и пневматическом инструменте для производства монтажных работ системы отопления указаны в таблице 11.3

Таблица 11.2 – Необходимость в ручном инструменте

Инструмент	Необходимое количество, шт.
------------	-----------------------------

Отвес-рулетка СТД- 972/2	2
Рулетка металлическая РЗ-10	2
Уровень строительный УС-1-300	2
Уровень гидравлический	1
Молоток слесарный массой 800 г	2
Ключи гаечные разводные до 50 мм	2
Ключ радиаторный ниппельный	2
Ключи гаечные трещётчатые СТД 961/1 размером 44 мм	2
Ключ с мягкими губками СТД-916	2
Сверла спиральные (набор)	1
Плоскогубцы комбинированные	2

Таблица 11.3 – Необходимость в механизированном инструменте.

Технологическая операция	Инструмент	Главный параметр	N, кВт	Кол-во
Пайка стальных труб	Аппарат для сварки стальных труб Sturm TW7219	Диаметр насадок 15-63 мм.	2	1
Сверление отверстий в железобетоне и кирпичной кладке	Машина сверлильная	Диаметр сверления, мм		
	ИЭ-1008	до 15	0,27	1
	ИЭ-1012	до 23	0,6	1
	ИЭ-1016	до 23	1,8	1
	ИП-1016	до 50	1,47	1
Сборка и разборка Шурупных и болтовых соединений	Машина сверлильная угловая ИП-1103			
	Шуруповёрт	Диаметр резьбы, мм		
	ИЭ-3601А	до 6	0,12	2
	ИЭ-3106	до 16	0,12	2
	ИЭ-3101	до 20	0,27	2
Забивка крепёжных дюбелей	Монтажный поршневой пистолет ПЦ-52-1	—	—	1

12 Безопасность и экологичность технического объекта

12.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта

Проектируемый объект - двухэтажный индивидуальный жилой дом в городе Пермь. Размерами здания в осях 36× 18 и общей площадью застройки 1339м³. Технологический паспорт объекта разработан на монтаж систем ТГВ.

Таблица 12.1 – Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технолог. процесс	Технологическая операция , вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	2	3	4	5	6
1	Монтаж системы отопления	Установка и монтаж отопительных приборов, стояков, магистральных трубопроводов, подводок к отопительным приборам, арматуры	Монтажник внутренних сантехнических систем	Перфоратор, шлифмашин, шуруповерт, паяльник, комплект ключей, пресс гидравлический, манометр	
2	Монтаж системы вентиляции и	Монтаж горизонтальных и вертикальных воздуховодов, монтаж воздухораспределительных и вытяжных устройств, монтаж вентиляционного оборудования	Монтажник внутренних сантехнических систем	Раздвижные и обычные двусторонние ключи, электрические гайковерты, сверлильные электрические машины, инструмент для резки и опилки металла, дисковые пилы, ножовки, струбцины, стяжные устройства	

Продолжение таблицы 12.1

1	2	3	4	5	6
3	Монтаж котельной	Монтаж котла, оборудования, трубопроводов котельной, арматуры дымовой трубы, водонагревателя, установка циркуляционных насосов	Монтажник внутренних сантехнических систем	Ключи трубные рычажные, ключи гаечные, рулетка измерительная, уровень строительный, молотки слесарные, кувалда	
4	Монтаж газоснабжения	Устройство ввода, газовых приборов, арматуры, трубопроводов	Монтажник внутренних сантехнических систем	Редуктор кислородный, ацетиленовый, горелка, резак, очки защитные, плоскогубцы, ключ разводной, щетка	
5	Монтаж водоснабжения	Установка ввода, монтаж магистралей и подводок к водоразборным сантехническим устройствам, монтаж арматуры	Монтажник внутренних сантехнических систем		
6	Монтаж водоотведения	Устройство выпуска, монтаж стояков и магистралей, ревизий	Монтажник внутренних сантехнических систем	Молоток слесарный, зубило слесарное, конопатки, чеканки, ключи гаечные двухсторонние, отвес, уровень строительный	

12.2 Идентификация профессиональных рисков

Для обеспечения охраны здоровья и безопасности труда, необходимо ограничить риски и оптимизировать условия труда.

Таблица 12.2 – Идентификация профессиональных рисков

№п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор ²	Источник опасного и / или вредного производственного фактора ³
1	2	3	4
1	Сверление, диффузионная пайка, опрессовка	Повышенное значение напряжения в электрической цепи, повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенные или пониженные температуры поверхностей недостаток естественного и искусственного освещения	Различные электрические приборы, паяльник, замкнутое пространство

12.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Таблица 12.3 – Организационно-технические методы и техническое снижение негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор ¹	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и / или вредного производственного фактора ²	Средства индивидуальной защиты работника ³
1	2	3	4
1	Повышенные или пониженные температуры поверхностей оборудования или материалов	Выставление экранов	Спецодежда, перчатки, очки
2	Движущиеся детали машин и механизмов	Предупредительные надписи, плакаты	
3	Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека	Изоляция проводов, выполнение заземления	Перчатки с полимерным покрытием
4	Недостаток естественного и искусственного освещения	Организация временных источников искусственного освещения	
5	Повышенный уровень шума на рабочих местах	Балансировка приборов	Беруши

12.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

В данном разделе анализируется класс возможного пожара в зависимости от назначения помещений и инженерно-технического оборудования, установленного в них.

Таблица 12.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Помещение котельной	Газовый котел	С	Возможность возникновения взрыва	Осколки, части разрушившихся строительных конструкций, инженерных сооружений
2	Помещения жилого дома, кроме помещения котельной	-	А	Пламя, тепловой поток, повышенная температура окружающей среды.	-

Таблица 12.5 – Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
Установка огнетушителей в помещении котельной			Установка отключающего устройства на вводе газопровода		Респиратор		Оповещение при возникновении загазованности в помещениях котельной

12.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

При обеспечении экологической безопасности технического объекта устанавливаются отрицательные экологические факторы, возникшие при реализации производственно-технологических процессах и разрабатывают конкретные мероприятия по снижению антропогенного влияния.

Таблица 12.6 – Идентификация экологических факторов

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта,	Воздействие объекта на атмосферу (выбросы в окружающую среду)	Воздействие объекта на гидросферу	Воздействие объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра)
2-х этажный жилой дом	Пайка труб, авто работы	Выброс выхлопов газа	Забор воды из озера	Обработка строительного мусора.

12.6 Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на окружающую среду

Таблица 12.7 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду

Наименование технического объекта	Система отопления индивидуального жилого дома
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Контроль качества системы отопления
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Установка фильтров
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Своевременный вывоз строительного мусора

В данном разделе перечислены характеристики производственно-технологических процессов, должности работников, требуемое оборудование и инструменты для выполнения монтажных работ ТГВ. Проведена идентификация профессиональных рисков и меры по их уменьшению, выбраны средства индивидуальной защиты для работников. Разработаны организационно-технические мероприятия по безопасности технического объекта. Выявлены негативные экологические факторы, вызванные

производственно-технологическим процессом и предложены конкретные мероприятия для обеспечения экологической безопасности объекта.

Заключение

В Бакалаврской работе были спроектированы и рассчитаны инженерные системы двухэтажного жилого дома в г. Пермь.

В результате выполнения теплотехнического расчёта для наружной стены был подобран утеплитель пенополистирол толщиной 150мм, для перекрытия подвального этажа-пенополистирол экструдированный толщиной 50мм, для бесчердачного покрытия-пенополистирол экструдированный толщиной 150мм.

При расчёте системы холодного водоснабжения были подобраны диаметры трубопроводов, определены потери напора в системе, повысительный насос не требуется, так как напора городского водопровода достаточен.

В результате гидравлического расчёта системы канализации, были подобраны диаметры и уклоны трубопроводов при оптимальных скоростях.

При выполнении гидравлического расчёта системы горячего водоснабжения был произведен подбор диаметров по допустимым скоростям, определены потери давления в системе, на основе которых был подобран циркуляционный насос.

По итогу гидравлического расчёта в системе отопления определены требуемые диаметры трубопроводов и потери давления, методом удельных потерь. С учётом теплопотерь в помещениях и характеристики отопительных приборов рассчитано количество секций для радиаторов каждого помещения. По рассчитанному расходу и потерям давления на главном циркуляционном кольце подобран циркуляционный насос.

В результате расчёта системы механической приточной вентиляции, выполнен подбор оборудования приточной камеры. Так же по расчётным данным аэродинамического расчёта вытяжной системы произведен подбор канальных вентиляторов.

Газовый котёл был подобран по тепловой нагрузке на отопление, к установке принят котёл фирмы Daewoo DGB-400 MSC. Для комфортного и экономического использования горячей воды установлен электрический накопительный водонагреватель Viessmann Vitocell-V 100 CVA-300.

В результате гидравлического расчёта системы газоснабжения подобраны диаметры трубопроводов.

Так же рассмотрен вопрос безопасности и экологичности технического объекта, осуществлен расчёт организации по монтажу системы отопления.

Список используемых источников

1. СП 131.13330.2018 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*. – Введ. 2013-01-01. - М.: Минрегион России, 2012. - 120 с.
2. СП 60.13330.2012 Отопление вентиляция и кондиционирование. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. Введ. 2013-01-01. М.: Минрегион России, 2012.
3. ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях / Госстрой России М.: ФГУП ЦПП, 1999. – 27 с.
4. СП 50.1333.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. [Электронный ресурс]. – Введ. 2013. -07. -01.
5. СП 30.13330.2016. Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85*. Введ. 2017.-06.-17.
6. СП 32.13330.2012. Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85. Введ. 2013.-01.-01.
7. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. В 2-х ч. Под. ред. И. Г. Старовойтова. Изд. 3-е, перераб. и доп. Ч. I. Отопление, водопровод, канализация - М.: Стройиздат, 1975. - 429 с.
8. СП 62.13330.2011*. Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002. – Введ. 2003.07.01. – М.: ФГУП ЦПП, 2005.
9. СП 402.1325800.2018. Здания жилые. Правила проектирования систем газопотребления. Введ. 2019.-06.-06.
10. СП 31-106-2002 Проектирование и строительство инженерных систем многоквартирных жилых домов. Введ. 2002.-09.-01.
11. Внутренние санитарно-технические устройства: часть 3 Вентиляция и кондиционирование воздуха. Справочник проектировщика / под ред. Павлова Н.Н. и Ю.И. Шиллера. – М.: Москва Стройиздат, 1992 – 411 с.

12. Daewoo Инженерная сантехника. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://daewooboiler.ru> свободный (20.06.2020).
13. Viessmann Инженерная сантехника. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.viessmann.ru> свободный – (20.06.2020).
14. ЕНиР. Сборник Е10. Вып. 1. Санитарно-техническое оборудование зданий и сооружений/Госстрой СССР.-М.:Стройиздат, 1987,79 с.
15. GRUNDFOS Насосное оборудование. Каталог. [Электронный ресурс]. Режим доступа <https://product-selection.grundfos.com/front-page.html?custid=GMO&qcid=943286120> свободный – (20.06.2020).
16. Проектирование промышленной вентиляции: Справочник / Торговников Б. М., Табачник В. Е., Ефанов Е. М. – Киев: Будивельник, 1983. – 256 с.
17. Теплоснабжение: Учебник для вузов / А.А. Ионин, Б.М. Хлыбов, В.Н. Братенков, Е.Н. Терлецкая; Под ред. А.А. Ионина. – М.: Стройиздат, 1982. – 336 с., ил.
18. СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений : Взамен СНиП 2.01.02-85 . - Изд. офиц. ; введ. 01.01.98. - Москва : Госстрой России : ГУП ЦПП, 2001. - 16 с. - (Система нормативных документов в строительстве).
19. Пчелинцев В.А Охрана труда в строительстве : учеб. для вузов по специальности "Пром. и гражд. стр-во" / В. А. Пчелинцев, Д. В. Коптев, Г. Г. Орлов. - Москва : Высш. шк., 1991. - 271, [1] с. : ил. - (Промышленное и гражданское строительство). - Библиогр.: с. 269.
20. Курсовое и дипломное проектирование по вентиляции гражданских и промышленных зданий: Учеб. Пособие для вузов/В.П. Титов, Э.В. Сазонов, Ю.С. Краснов, В.И. Новожилов.-М.: Стройиздат, 1985.-208 с.
21. СП 2.1.2.3304-15. Санитарно-эпидемиологические требования к размещению, устройству и содержанию объектов спорта. Введ. 2015.-09.-28.

Приложение А
Параметры внутреннего микроклимата

Таблица А.1- Параметры внутреннего микроклимата

№	Наименование помещения	t, °С	Подвижность воздуха, м/с	φ, %
1	Спальня	21	0,2	55
2	Детская	21	0,2	55
3	Игровая	21	0,2	55
4	Гостиная	21	0,2	55
5	Столовая	21	0,2	55
6	Гардеробная	21	0,2	55
7	Раздевалка	21	0,2	55
8	Мастерская	21	0,2	55
9	Кабинет	21	0,2	55
10	Кухня	21	0,2	55
11	Санузел	25	0,2	55
12	Лестничная клетка	18	0,2	НН
13	Кладовая	18	0,2	НН
14	Спортзал	19	0,3	55
15	Подвал неотапливаемый	5	НН	НН

Приложение Б Основные теплотери через ограждения

Таблица Б.1- Основные теплотери через ограждения

№	Пом-ие	Ограждающие конструкции							Теплопотери	Добавочные теплотери		1+β	Теплотери, Вт			
		Огр. к.	Ориентация	Размеры, м		Площадь	К	Δt		На ориентацию	Прочие		Q(1+β)	Qинф	Qбыт	Qo
				а	h											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
101	Спортзал	о	ю	1,20	1,80	2,16	1,670	54	195	-	0,05	1,05	195	2411	-	4854
		о	з	1,20	1,80	2,16	1,670	54	195	0,05	0,05	1,1	205			
		о	з	1,20	1,80	2,16	1,670	54	195	0,05	0,05	1,1	205			
		пл	-			49,50	0,399	14	365	-	-	1	365			
		пт	-			21,27	0,214	54	246	-	-	1	246			
		нс	ю	5,52	4,19	20,95	0,284	54	265	-	0,05	1,05	265			
		нс	в	4,49	4,19	15,64	0,284	54	198	0,1	0,05	1,15	217			
		нс	з	4,49	4,19	16,63	0,284	54	210	0,05	0,05	1,1	221			
		нс	ю	0,49	4,19	2,03	0,284	54	26	-	0,05	1	26			
		нс	з	5,52	4,19	20,95	0,284	54	265	0,05	0,05	1,1	278			
		нд	в	1,50	2,10	3,15	1,040	54	177	0,1	0,05	1,15	195			
		нс	с	0,49	4,19	2,03	0,284	54	26	0,1	0,05	1,15	28			
												Σ	2443			
102	С/у	пл	-			10,40	0,399	20	109,41	-	-	1	109	175	98	621
		нс	с	2,76	3,35	9,25	0,284	60	129,81	0,1	0,05	1,15	149			
		нс	з	5,52	3,35	18,46	0,284	60	259,24	0,05	0,05	1,1	285			
												Σ	544			

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1-Основные теплотери через ограждения

103	Раздевалка	нс	з	2,40	3,35	5,87	0,284	56	76,894	0,05	-	1,05	81	621	122	900
		о	з	1,20	1,80	2,16	1,670	56	202	0,05	-	1,05	212			
		пл	-			12,76	0,399	16	107,39	-	-	1	107			
												Σ	400			
104	Кладовая	нс	с	2,80	3,35	7,21	0,284	53	89,369	0,1	0,05	1,15	103	322	67	671
		нс	з	1,00	3,35	3,35	0,284	53	41,485	0,05	0,05	1,1	46			
		о	с	1,20	1,80	2,16	1,670	53	191,18	0,1	0,05	1,15	220			
		пл	-			6,98	0,399	13	47,729	-	-	1	48			
												Σ	416			
105	Кладовая	нс	с	2,80	3,35	7,21	0,284	53	89,369	0,1	0,05	1,15	103	322	67	673
		нс	в	1,00	3,35	3,35	0,284	53	41,485	0,1	0,05	1,15	48			
		о	с	1,20	1,80	2,16	1,670	53	191,18	0,1	0,05	1,15	220			
		пл	-			6,98	0,399	13	47,729	-	-	1	48			
												Σ	418			
106	Кухня	нс	с	4,49	3,35	12,84	0,284	56	168,29	0,1	-	1,1	185	476	93	876
		о	с	1,20	1,80	2,16	1,670	56	202	0,1	-	1,1	222			
		пл	-			10,27	0,399	16	86,432	-	-	1	86			
												Σ	494			

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1-Основные теплотери через ограждения

А	ЛК	нс	в	1,00	6,35	6,35	0,284	53	78,691	0,1	0,05	1,15	90	703	144	1693
		нс	з	1,00	6,35	6,35	0,284	53	78,691	0,05	0,05	1,1	87			
		нс	с	5,52	6,35	32,83	0,284	53	407,19	0,1	0,05	1,15	468			
		о	с	1,20	1,80	2,16	1,670	53	191,18	0,1	0,05	1,15	220			
		пт	-			14,75	0,214	53	167,29	-	-	1	167			
		пл	-			14,75	0,399	13	100,86	-	-	1	101			
												Σ	1133			
107	С/у	нс	с	4,49	3,35	15,00	0,284	60	210,63	0,1	-	1,1	232	499	92	746
		пл	-			10,30	0,399	20	108,36	-	-	1	108			
													Σ			
108	Прихожая	нс	с	2,80	3,35	6,22	0,284	56	81,454	0,1	0,05	1,15	94	342	67	893
		нс	з	1,00	3,35	3,35	0,284	56	43,833	0,05	0,05	1,1	48			
		нд	с	1,50	2,10	3,15	1,040	56	183,46	0,1	0,05	1,05	193			
		о	з	1,20	1,80	2,16	1,670	56	202	0,05	0,05	1,1	222			
		пл	-			7,20	0,399	16	60,595	-	-	1	61			
												Σ	617			
109	Кладовая	нс	с	2,80	3,35	7,21	0,284	53	92,806	0,1	0,05	1,15	107	322	67	681
		нс	в	1,00	3,35	3,35	0,284	53	43,08	0,1	0,05	1,15	50			
		о	с	1,20	1,80	2,16	1,670	53	191,18	0,1	0,05	1,15	220			
		пл	-			7,20	0,399	13	49,234	-	-	1	49			
												Σ	425			

Продолжения Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1-Основные теплотери через ограждения

110	Мастерская	нс	с	5,00	3,35	14,57	0,284	56	198,2	0,1	0,05	1,15	228	1099	215	2135
		нс	в	5,52	3,35	16,29	0,284	56	221,64	0,1	0,05	1,15	255			
		нс	ю	2,50	3,35	8,36	0,284	56	113,8	-	0,05	1,05	119			
		о	с	1,20	1,80	2,16	1,670	56	202	0,1	0,05	1,15	232			
		о	в	1,20	1,80	2,16	1,670	56	202	0,1	0,05	1,15	232			
		пл	-			21,90	0,399	16	184,31	-	-	1	184			
												Σ	1251			
111	Кухня	нс	в	5,00	3,35	14,57	0,284	56	198,2	0,1	0,05	1,15	228	1145	224	1666
		нс	ю	2,50	3,35	6,20	0,284	56	84,404	-	0,05	1,05	89			
		о	в	1,20	1,80	2,16	1,670	56	202	0,1	0,05	1,15	232			
		пл	-			23,40	0,399	16	196,93	-	-	1	197			
												Σ	746			
112	Столовая	нс	в	5,00	3,35	14,57	0,284	56	198,2	0,1	0,05	1,15	228	1380	270	3095
		нс	ю	5,52	3,35	16,29	0,284	56	221,64	-	0,05	1,05	233			
		нс	з	5,00	3,35	11,42	0,284	56	155,34	0,05	0,05	1,1	171			
		о	в	1,20	1,80	2,16	1,670	56	202	0,1	0,05	1,15	232			
		о	ю	1,20	1,80	2,16	1,670	56	202	-	0,05	1,05	212			
		о	з	1,20	1,80	2,16	1,670	56	202	0,05	0,05	1,1	222			
		нд	з	1,50	2,10	3,15	1,040	56	183,46	0,05	0,05	1,1	202			
		пт	-			21,27	0,214	56	254,9	-	-	1	255			
		пл	-			27,40	0,399	16	230,6	-	-	1	231			
												Σ	1985			

Продолжения Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1-Основные теплотери через ограждения

113	Прихожая	нс	ю	4,70	3,35	10,41	0,284	56	141,68	-	-	1	142	1150	225	1647
		о	ю	1,20	1,80	2,16	1,670	56	202	-	-	1	202			
		нд	ю	1,50	2,10	3,15	1,040	56	183,46	-	-	1	183			
		пл	ю			23,13	0,399	16	194,66	-	-	1	195			
												Σ	722			
114	Гостиная	нс	ю	10,00	3,35	26,97	0,284	56	367,01	-	-	1	367	3705	725	4588
		о	ю	1,20	1,80	2,16	1,670	56	202	-	-	1	202			
		о	ю	1,20	1,80	2,16	1,670	56	202	-	-	1	202			
		о	ю	1,20	1,80	2,16	1,670	56	202	-	-	1	202			
		пл	-			75,50	0,399	16	635,41	-	-	1	635			
												Σ	1608			
115	Кабинет	нс	ю	5,00	3,35	16,73	0,284	56	227,59	-	-	1	228	1150	225	1342
		пл	-			22,50	0,399	16	189,36	-	-	1	189			
												Σ	417			
201	Спальня	нс	ю	6,26	3,07	19,23	0,284	56	261,69	-	0,05	1,05	275	1569	307	2412
		нс	з	5,52	3,07	14,79	0,284	56	201,23	0,05	0,05	1,1	221			
		нс	с	1,00	3,07	3,07	0,284	56	41,817	0,1	0,05	1,15	48			
		о	з	1,20	1,80	2,16	1,670	56	202	0,05	0,05	1,1	222			
		пт	-			32,00	0,214	56	383,49	-	-	1	383			
												Σ	1150			
202	С/у	нс	з	5,00	3,07	15,37	0,284	60	224,02	0,05	0,05	1,1	246	59	101	483
		нс	с	2,76	3,07	8,48	0,284	60	123,57	0,1	0,05	1,15	142			
		пт	-			10,60	0,214	60	136,1	-	-	1	136			
												Σ	525			

Продолжения Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1-Основные теплопотери через ограждения

203	Гардеробная	нс	с	2,24	3,07	4,73	0,243	56	64,403	0,1	-	1,1	71	475	93	795
		о	с	1,20	1,80	2,16	1,670	56	202	0,1	-	1,1	222			
		пт	-			10,00	0,214	56	119,84	-	-	1	120			
												Σ	413			
204	Спальня	нс	з	1,00	3,07	3,07	0,284	56	41,817	0,05	0,05	1,1	46	731	143	1328
		нс	с	5,52	3,07	14,79	0,284	56	201,23	0,1	0,05	1,15	231			
		нс	в	1,00	3,07	3,07	0,284	56	41,817	0,1	0,05	1,15	48			
		о	с	1,20	1,80	2,16	1,670	56	202	0,1	0,05	1,15	232			
		пт	-			15,20	0,214	56	182,16	-	-	1	182			
											Σ	740				
205	Кладовая	нс	с	4,49	3,07	11,64	0,284	53	149,88	0,1	-	1,1	165	625	128	1029
		о	с	1,20	1,80	2,16	1,670	53	191,18	0,1	-	1,1	210			
		пт	-			13,80	0,214	53	156,52	-	-	1	157			
												Σ	532			
206	С/у	нс	с	4,49	3,07	13,80	0,284	60	201,17	0,1	-	1,1	221	335	128	605
		пт	-			13,80	0,214	60	177,19	-	-	1	177			
												Σ	398			
207	Спальня	нс	з	1,00	3,07	3,07	0,284	56	41,817	0,05	0,05	1,1	46	884	209	1452
		нс	с	5,52	3,07	14,79	0,284	56	201,23	0,1	0,05	1,15	231			
		нс	в	1,00	3,07	3,07	0,284	56	41,817	0,1	0,05	1,15	48			
		о	с	1,20	1,80	2,16	1,670	56	202	0,1	0,05	1,15	232			
		пт	-			18,30	0,214	56	219,31	-	-	1	219			
											Σ	777				

Продолжения Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1-Основные теплотери через ограждения

208	Гардеробная	нс	с	2,24	3,07	4,73	0,284	56	64,403	0,1	-	1,1	71	317	51	642
		о	с	1,20	1,80	2,16	1,670	56	202	0,1	-	1,1	222			
		пт	-			6,90	0,214	56	82,69	-	-	1	83			
												∑	376			
209	С/у	нс	с	2,76	3,07	8,48	0,284	60	123,57	0,1	0,05	1,15	142	529	98	1105
		нс	в	5,52	3,07	16,95	0,284	60	247,1	0,1	0,05	1,15	284			
		нс	ю	2,50	3,07	7,68	0,284	60	112,01	-	0,05	1,05	118			
		пт	-			10,10	0,214	60	129,68	-	-	1	130			
												∑	674			
210	Спальня	нс	в	5,00	3,07	13,21	0,284	56	179,69	0,1	0,05	1,15	207	1926	377	2801
		нс	ю	7,76	3,07	23,84	0,284	56	324,42	-	0,05	1,05	341			
		о	в	1,20	1,80	2,16	1,670	56	202	0,1	0,05	1,15	232			
		пт	-			39,40	0,214	56	472,17	-	-	1	472			
												∑	1252			
211	Детская	нс	ю	5,00	3,07	13,21	0,284	56	179,69	-	-	1	180	1124	220	1570
		о	ю	1,20	1,80	2,16	1,670	56	202	-	-	1	202			
		пт	-			23,70	0,214	56	284,02	-	-	1	284			
												∑	666			
212	Игровая	нс	ю	10,00	3,07	24,25	0,284	56	329,99	-	-	1	330	2305	451	3358
		о	ю	1,20	1,80	2,16	1,670	56	202	-	-	1	202			
		о	ю	1,20	1,80	2,16	1,670	56	202	-	-	1	202			
		о	ю	1,20	1,80	2,16	1,670	56	202	-	-	1	202			
		пт	-			47,40	0,214	56	568,04	-	-	1	568			
												∑	1504			

Продолжения Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1-Основные теплотери через ограждения

213	Детская я	нс	ю	5,00	3,07	13,21	0,284	56	179,69	-	-	1	180	1124	220	1570
		о	ю	1,20	1,80	2,16	1,670	56	202	-	-	1	202			
		пт	-			23,70	0,214	56	284,02	-	-	1	284			
												∑	666			
												∑	23632			

Приложение В

Расчёт системы горячего водоснабжения

Таблица В.1 – Гидравлический расчет подающих трубопроводов горячего водоснабжения

№	L	N	NP	α	q	D	W _T	K _w	W	R _T	K _r	R	K _m	Δp	$\Sigma \Delta p$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Стояк 1															
1,1	3,3	1	0,005	0,2	0,2	15	1,18	1,68	1,98	3605	3,87	13951	0,1	50643	51
1,2	4,7	2	0,01	0,2	0,2	20	0,7	1,48	1,04	735	2,77	2036	0,1	10526	61
1,3	17,7	4	0,02	0,215	0,215	20	0,7	1,48	1,04	857	2,77	2374	0,2	50421	112
Стояк 2															
2,1	3,3	1	0,005	0,2	0,2	20	0,7	1,48	1,04	735	2,77	2036	0,1	7390	7
2,2	4,7	2	0,01	0,2	0,2	20	0,7	1,48	1,04	735	2,77	2036	0,1	10526	18
2,3	5	4	0,02	0,215	0,215	20	0,7	1,48	1,04	857	2,77	2374	0,1	13056	31
Стояк 3															
3,1	3,3	1	0,005	0,2	0,2	20	0,7	1,48	1,04	735	2,77	2036	0,1	7390	7
3,2	4,7	2	0,01	0,2	0,2	20	0,7	1,48	1,04	735	2,77	2036	0,1	10526	18
3,3	10,8	4	0,02	0,215	0,215	20	0,7	1,48	1,04	857	2,77	2374	0,1	28202	46
Невязка Ст2 и Ст3 $\Delta P_{нев} = 100 \cdot (46-31)/46 = 32,61\%$ Устанавливается диафрагма.															
4	7	8	0,04	0,256	0,256	20	0,8	1,48	1,18	1191	2,77	3299	0,2	27712	28
5	5,4	12	0,06	0,298	0,298	20	0,94	1,48	1,39	1533	2,77	4246	0,2	27517	28
Невязка Ст1 и Ст2,Ст3,уч.4 $\Delta P_{нев} = 100 \cdot (112-105)/112 = 6,25\%$															

Продолжение Приложения В

Таблица В.2 – Расчет потерь теплоты подающими трубопроводами горячего водоснабжения

№	L	d	t окр	dt	l-n	lм	участок	$\Sigma\Delta Q$	Прим
Стояк 1									
1,1	3,3	0,0213	25	37,5	1	29	96	96	Участок не изолирован
1,2	4,7	0,0268	25	37,5	1	37	172	268	Участок не изолирован
1,3	17,7	0,0268	5	57,5	0,4	22	397	665	Изоляция
Стояк 2									
2,1	3,3	0,0268	25	37,5	1	37	121	121	Участок не изолирован
2,2	4,7	0,0268	25	37,5	1	37	172	293	Участок не изолирован
2,3	5	0,0268	5	57,5	0,4	22	112	405	Изоляция
Стояк 3									
3,1	3,3	0,0268	25	37,5	1	37	121	121	Участок не изолирован
3,2	4,7	0,0268	25	37,5	1	37	172	293	Участок не изолирован
3,3	10,8	0,0268	5	57,5	0,4	22	242	535	Изоляция
Магистральные участки									
4	5	0,0268	5	57,5	0,4	22	112	112	Изоляция
5	2,5	0,0268	5	57,5	0,4	22	56	56	Изоляция
								Σ :	1744

Продолжение Приложения В

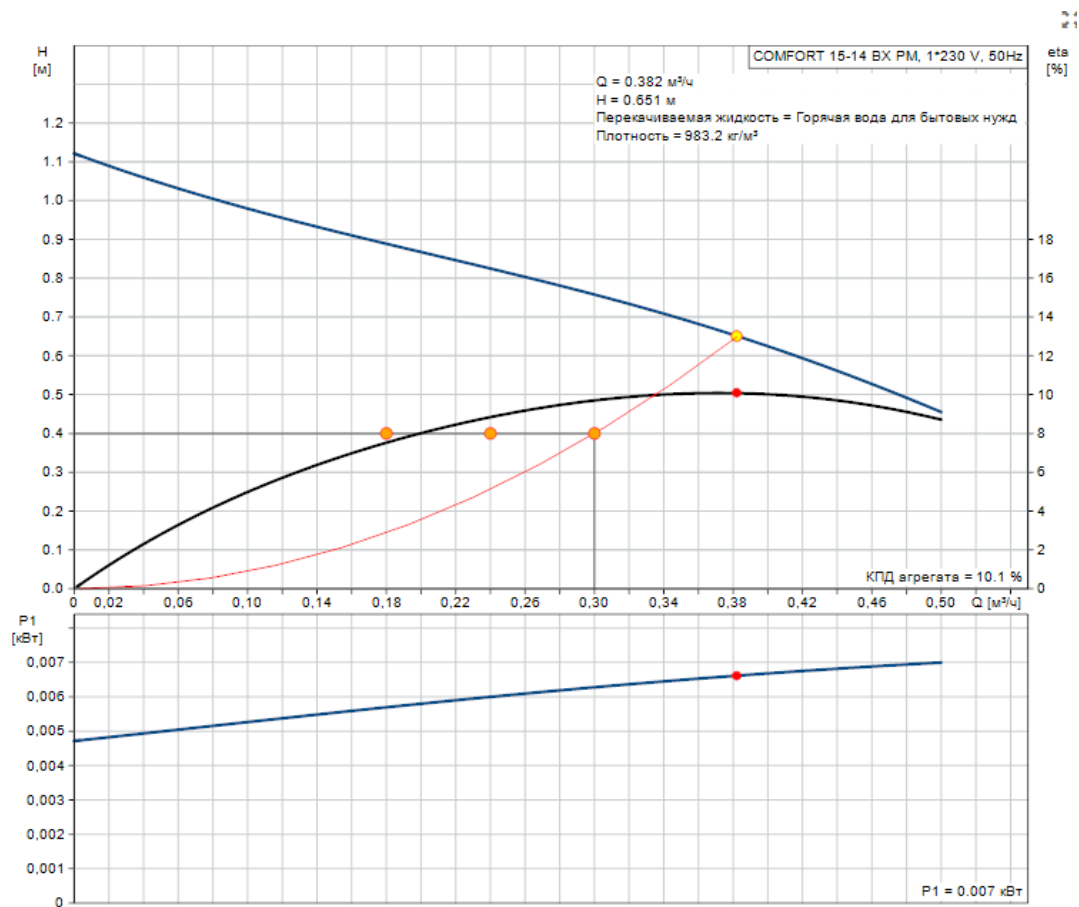


Рисунок В.1 – Характеристика циркуляционного насоса системы горячего водоснабжения

Приложение Г

Гидравлический расчёт системы холодного водоснабжения

Таблица Г.1 – Гидравлический расчёт системы холодного водоснабжения

№уч-ка	Длина	Кол-во приборов	Вероятность действия водоразборных устройств	N*P	а	Расчетный расход	Диаметр трубопровода	Скорость	Потери напора	
									На ед.длины	На уч-ке
1	3,3	1	0,0029	0,0029	0,2	0,2	20*1,9	0,97	0,099	0,327
2	0,9	2	0,0029	0,0058	0,2	0,2	20*1,9	0,97	0,099	0,089
3	3,9	3	0,0029	0,0087	0,2	0,2	20*1,9	0,97	0,099	0,386
4	17,7	6	0,0029	0,0174	0,209	0,209	20*1,9	1	0,108	1,912
5	7	11	0,0029	0,0319	0,241	0,241	20*1,9	1,17	0,138	0,966
6	1,4	1	0,0029	0,0029	0,2	0,2	20*1,9	0,97	0,099	0,139
7	1,8	2	0,0029	0,0058	0,2	0,2	20*1,10	0,97	0,099	0,178
8	4,2	3	0,0029	0,0087	0,2	0,2	20*1,11	0,97	0,099	0,416
9	5,2	6	0,0029	0,0174	0,209	0,209	20*1,12	1	0,108	0,562
10	3,3	1	0,0029	0,0029	0,2	0,2	20*1,13	0,97	0,099	0,327
11	0,9	2	0,0029	0,0058	0,2	0,2	20*1,14	0,97	0,099	0,089
12	3,9	3	0,0029	0,0087	0,2	0,2	20*1,15	0,97	0,099	0,386
13	10,9	5	0,0029	0,0145	0,2	0,2	20*1,16	0,97	0,099	1,079
14	5,4	17	0,0029	0,0493	0,569	0,569	25*2,3	1,7	0,211	1,139
									∑	7,994

Приложение Д
Расчёт системы отопления



Рисунок Д.1 – Радиатор Heat500

Продолжение Приложения Д

Таблица Д.1 – Гидравлический расчёт системы отопления

№ участка	Q уч,Вт	G, кг/ч	l, м	d, мм	v, м/с	R _{ср} , Па/м	R, Па/м	R·l, Па	Σξ	Z, Па	R·l+Z, Па	ΔP уч., Па
1	46233	2108,9	20,7	32	0,58	58,5	158	3270,6	0,6	98,4	3369	3369
2	19151	873,56	7,9	25	0,42		123	971,7	1,6	137,9	1109,6	4478,6
3	5691	259,59	5,2	25	0,13		12	62,4	2,2	19,8	82,2	4560,8
4	4239	193,36	6,5	20	0,15		26	169	2,2	28,2	197,2	4758
5	3634	165,76	15,5	15	0,24		83	1286,5	4,4	46,2	1332,7	6090,7
6	2606	118,87	5,9	15	0,17		45	265,5	2,8	50,94	316,44	6407,1
7	1278	58,295	2,5	15	0,1		13	32,5	2,8	17,6	50,1	6457,2
8	483	22,032	9,4	10	0,05		5,5	51,7	11	13,1	64,8	6522
7'	1278	58,295	2,5	15	0,1		13	32,5	2,8	17,6	50,1	6572,1
6'	2606	118,87	5,9	15	0,17		45	265,5	2,8	50,94	316,44	6888,6
5'	3634	165,76	15,5	15	0,24		83	1286,5	4,4	46,2	1332,7	8221,3
4'	4239	193,36	6,5	20	0,15		26	169	2,2	28,2	197,2	8418,5
3'	5691	259,59	5,2	25	0,13		12	62,4	2,2	51,7	114,1	8532,6
2'	19151	873,56	7,9	25	0,42		123	971,7	1,6	137,9	1109,6	9642,2
1'	46233	2108,9	20,7	32	0,58	158	3270,6	0,6	98,4	3369	13011	
Запас располагаемого давления: $100 \cdot (13780 - 13011) / 13780 = 5,6\%$												

Продолжение Приложения Д

Таблица Д.1 – Гидравлический расчёт системы отопления

№ участка	Q уч,Вт	G, кг/ч	l, м	d, мм	v, м/с	R _{ср} , Па/м	R, Па/м	R·l, Па	Σξ	Z, Па	R·l+Z, Па	ΔP уч., Па
9	11713	534,28	5,7	25	0,26	58,5	47	267,9	2,2	79,32	347,22	347,22
10	8912	406,52	12,2	25	0,2		29	353,8	1,6	31,4	385,2	732,42
11	7342	334,9	4,2	25	0,16		20	84	1	12,5	96,5	828,92
12	6222	283,81	3	20	0,22		51	153	1	23,7	176,7	1005,6
13	5102	232,72	3	20	0,2		35	105	1	19,6	124,6	1130,2
14	3982	181,64	4,3	15	0,27		108	464,4	1	35,6	500	1630,2
15	2412	110,02	21,6	15	0,16		40	864	11	133	997	2627,2
14'	3982	181,64	4,3	15	0,27		108	464,4	1	35,6	500	3127,2
13'	5102	232,72	3	20	0,2		35	105	1	19,6	124,6	3251,8
12'	6222	283,81	3	20	0,22		51	153	1	23,7	176,7	3428,5
11'	7342	334,9	4,2	25	0,16		20	84	1	12,5	96,5	3525
10'	8912	406,52	12,2	25	0,2		29	353,8	1,6	31,4	385,2	3910,2
9'	11713	534,28	5,7	25	0,26		47	267,9	2,2	79,32	347,22	4257,4
Невязка уч.3-3' с уч.9-9': $100 \cdot (4257 - 4054) / 4257 = 4,8\%$												

Продолжение Приложения Д

Таблица Д.1-Гидравлический расчет системы отопления

№ участка	Q уч,Вт	G, кг/ч	l, м	d, мм	v, м/с	R _{ср} , Па/м	R, Па/м	R·l, Па	Σξ	Z, Па	R·l+Z, Па	ΔP уч., Па
16	8822	402,41	3,6	25	0,2		28	100,8	2,2	46,9	147,7	147,7
17	7754	353,69	3,1	20	0,28		78	241,8	2,2	46	287,8	435,5
18	7073	322,63	4	20	0,26		65	260	1,6	52,8	312,8	748,3
19	6180	281,9	2,9	20	0,22		51	147,9	1,6	37,92	185,82	934,12
20	5434	247,87	8,6	20	0,2		39	335,4	2,2	23,52	358,92	1293
21	3741	170,64	6,4	20	0,14		19	121,6	2,2	33,72	155,32	1448,4
22	2865	130,69	3	15	0,19		55	165	2,2	21,12	186,12	1634,5
23	2192	99,987	3,2	15	0,14		33	105,6	1	9,58	115,18	1749,7
24	1521	69,38	2,8	10	0,15		53	148,4	2,2	14,04	162,44	1912,1
25	621	28,327	9,6	10	0,06		7	67,2	11	18,4	85,6	1997,7
24'	1521	69,38	2,8	10	0,15		53	148,4	2,2	14,04	162,44	2160,1
23'	2192	99,987	3,2	15	0,14		33	105,6	1	9,58	115,18	2275,3
22'	2865	130,69	3	15	0,19		55	165	2,2	21,12	186,12	2461,4
21'	3741	170,64	6,4	15	0,24		89	569,6	2,2	33,72	603,32	3064,8
20'	5434	247,87	8,6	20	0,2		39	335,4	2,2	23,52	358,92	3423,7
19'	6180	281,9	2,9	20	0,22		51	147,9	1,6	37,92	185,82	3609,5

Продолжение Приложения Д

Таблица Д.1-Гидравлический расчет системы отопления

№ участка	Q уч,Вт	G, кг/ч	l, м	d, мм	v, м/с	R _{ср} , Па/м	R, Па/м	R·l, Па	Σξ	Z, Па	R·l+Z, Па	ΔP уч., Па
18'	7073	322,63	4	20	0,26		65	260	1,6	52,8	312,8	3922,3
17'	7754	353,69	3,1	20	0,28		78	241,8	2,2	46	287,8	4210,1
16'	8822	402,41	3,6	25	0,2		28	100,8	2,2	46,9	147,7	4357,8
Невязка уч.16-16' с уч.26-26': $100 \cdot (4532-4358)/4532=3,8\%$												
26	18260	832,92	1,2	32	0,23		27	32,4	1	25,9	58,3	58,3
27	17192	784,2	6,6	32	0,21		23	151,8	2,2	57	208,8	267,1
28	15526	708,21	7,7	32	0,2		19	146,3	2,2	46,9	193,2	460,3
29	14494	661,14	4	25	0,33		72	288	1,6	85,12	373,12	833,42
30	13462	614,06	4,9	25	0,3		62	303,8	1,6	70,4	374,2	1207,6
31	12430	566,99	5,7	25	0,27		52	296,4	1,6	57	353,4	1561
32	10783	491,86	4,2	25	0,24		43	180,6	1	28,1	208,7	1769,7
33	9254	422,12	3	25	0,21		31	93	1	21,6	114,6	1884,3
34	7725	352,37	3	25	0,17		22	66	1	14,1	80,1	1964,4
35	6196	282,63	4,3	25	0,14		15	64,5	1	9,58	74,08	2038,5
36	4854	221,41	11,5	25	0,11		9,3	106,95	2,2	14,6	121,55	2160,1
37	3236	147,61	4,3	20	0,12		15	64,5	1,6	11,2	75,7	2235,8
38	1618	73,804	12,4	20	0,06		3,6	44,64	11	18,9	63,54	2299,3
37'	3236	147,61	4,3	20	0,12		15	64,5	1,6	11,2	75,7	2375
36'	4854	221,41	11,5	25	0,11		9,3	106,95	2,2	11,2	118,15	2493,1

Продолжение Приложения Д

Таблица Д.1-Гидравлический расчет системы отопления

№ участка	Q уч,Вт	G, кг/ч	l, м	d, мм	v, м/с	R _{ср} , Па/м	R, Па/м	R·l, Па	Σξ	Z, Па	R·l+Z, Па	ΔP уч., Па
35'	6196	282,63	4,3	25	0,14		15	64,5	1	9,58	74,08	2567,2
34'	7725	352,37	3	25	0,17		22	66	1	14,1	80,1	2647,3
33'	9254	422,12	3	25	0,21		31	93	1	21,6	114,6	2761,9
32'	10783	491,86	4,2	25	0,24		43	180,6	1	28,1	208,7	2970,6
31'	12430	566,99	5,7	25	0,27		52	296,4	1,6	57	353,4	3324
30'	13462	614,06	4,9	25	0,3		62	303,8	1,6	70,4	374,2	3698,2
29'	14494	661,14	4	25	0,33		72	288	1,6	85,12	373,12	4071,3
28'	15526	708,21	7,7	32	0,2		19	146,3	2,2	46,9	193,2	4264,5
27'	17192	784,2	6,6	32	0,21		23	151,8	2,2	57	208,8	4473,3
26'	18260	832,92	1,2	32	0,23		27	32,4	1	25,9	58,3	4531,6
Невязка уч.3-3' и 9-9' с уч.16-16' и 26-26': $100 \cdot (8890 - 8311) / 8890 = 6,5\%$												

Продолжение Приложения Д

Таблица Д.2 – Расчёт отопительных приборов

№ радиатора	Теплоотдача открыто расположенных подводок $Q_{тр}$, Вт	Теплопотери помещения $Q_{пом}$, Вт	Трубчатая теплоотдача прибора $Q_{пр}$, Вт	Номинальная плотность теплового потока $Q_{ну}$, Вт/м ²	Средний температурный перепад $\Delta t_{ср}$, °С	Расход в приборе, $G_{пр}$, кг/ч	Расчётная плотность тепл. потока $q_{пр}$, Вт/м ²	Требуемая площадь теплоотдачи и прибором $F_{пр}$, м ²	Количество секций N , шт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
101.1	106	1618	1523	894	59	69	693	2,20	9
101.2	106	1618	1523	894	59	69	693	2,20	9
101.3	106	1618	1523	894	59	69	693	2,20	9
102.1	106	621	526	894	59	24	678	0,78	3
103.1	106	900	805	894	59	37	684	1,18	5
104.1	106	671	576	894	59	26	679	0,85	3
105.1	106	673	578	894	59	26	679	0,85	3
106.1	106	876	781	894	59	36	683	1,14	5
100.1	236	1693	1481	894	59	68	692	2,14	9
107.1	106	746	651	894	59	30	681	0,96	4
108.1	106	893	798	894	59	36	684	1,17	5
109.1	106	681	586	894	59	27	679	0,86	4
110.1	106	1068	973	894	59	44	686	1,42	6
110.2	106	1068	973	894	59	44	686	1,42	6
111.1	106	1666	1571	894	59	72	693	2,27	10

Продолжение Приложения Д

Таблица Д.2 – Расчёт отопительных приборов

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
112.1	106	1032	937	894	59	43	686	1,37	6
112.2	106	1032	937	894	59	43	686	1,37	6
112.3	106	1032	937	894	59	43	686	1,37	6
113.1	106	1647	1552	894	59	71	693	2,24	9
114.1	106	1529	1434	894	59	65	692	2,07	9
114.2	106	1529	1434	894	59	65	692	2,07	9
114.3	106	1529	1434	894	59	65	692	2,07	9
115.1	106	1342	1247	894	59	57	690	1,81	8
201.1	106	2412	2317	894	59	106	698	3,32	14
202.1	106	483	388	894	59	18	674	0,58	2
203.1	106	795	700	894	59	32	682	1,03	4
204.1	106	1328	1233	894	59	56	690	1,79	8
205.1	106	1029	934	894	59	43	686	1,36	6
206.1	106	605	510	894	59	23	678	0,75	3
207.1	106	1452	1357	894	59	62	691	1,96	8
208.1	106	642	547	894	59	25	679	0,81	3
209.1	106	1105	1010	894	59	46	687	1,47	6
210.1	106	2801	2706	894	59	123	701	3,86	17
211.1	106	1570	1475	894	59	67	692	2,13	9
212.1	106	1120	1025	894	59	47	687	1,49	6
212.2	106	1120	1025	894	59	47	687	1,49	6
212.3	106	1120	1025	894	59	47	687	1,49	6
213.1	106	1570	1475	894	59	67	692	2,13	9

Продолжение Приложения Д

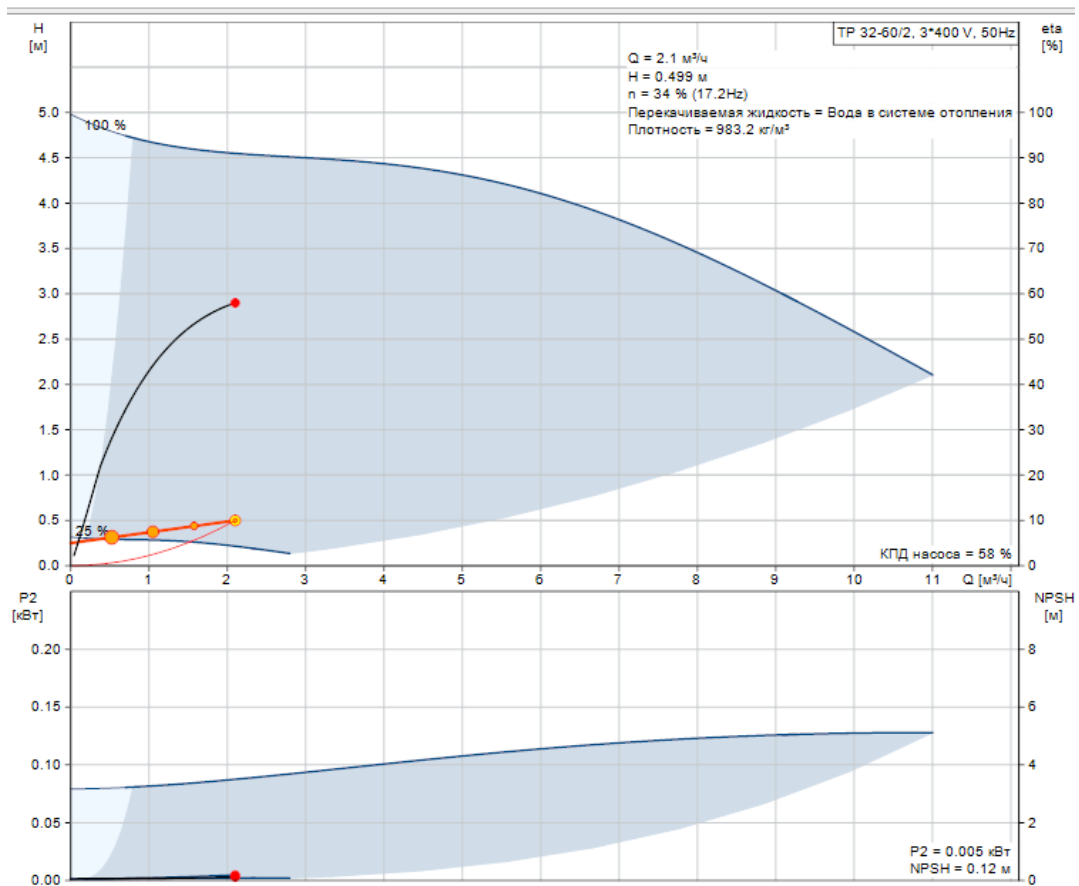


Рисунок Д.3 – Характеристика циркуляционного насоса системы отопления

Приложение Е

Расчёт системы вентиляции

Таблица Е.1 – Расчёт воздухообмена дома

№	Помещение	Площадь, м2	Объём, м3	Нормируемая кратность, 1/ч		Расчетный воздухообмен, м3/ч	
				Приток	Вытяжка	Приток	Вытяжка
1	2	3	4	5	6	7	8
101	Спортзал	50	135,0			3948	3948
102	С/у	9,8	26,0		50 м3		50
103	Раздевалка	12,2	32,4		1,5		48,6
104	Кладовая	6,7	17,8	0,5		8,9	
105	Кладовая	6,7	17,8	0,5		8,9	
106	Бар	9,3	24,7	1		24,7	
107	С/у	9,2	24,4		50 м3		50
108	Прихожая	6,7	17,8	1		17,8	
109	Кладовая	6,7	17,8	0,5		8,9	
110	Мастерская	21,5	57,1		1		57,1
111	Кухня	22,4	59,5		90		149,5
112	Столовая	27	71,7		1		71,7
113	Прихожая	22,5	59,7	1		59,7	
114	Гостинная	72,5	192,5	1		192,5	
115	Кабинет	22,5	59,7	1		59,7	
201	Спальня	30,7	79,3	1		79,3	

Продолжение Приложения Е

Продолжение таблицы Е.1 – Расчёт воздухообмена дома

1	2	3	4	5	6	7	8
202	С/у	10,1	26,1		50 м3		50
203	Гардеробная	9,3	24,0		0,2		4,8
204	Спальня	14,3	36,9	1		36,9	
205	Кладовая	12,8	33,0	0,5		16,5	
206	С/у	12,8	33,0		50 м3		50
207	Спальня	20,9	54,0	1		54,0	
208	Гардеробная	5,1	13,2		0,2		2,6
209	С/у	9,8	25,3		50 м3		50
210	Спальня	37,7	97,3	1		97,3	
211	Детская	22	56,8	1		56,8	
212	Игровая	45,1	116,4	1		116,4	
213	Детская	22	56,8	1		56,8	
	Котельная	26,8	67	3	3	201	201
	Гараж	50	125		180	за счет выравнивания через ворота	180
116	Холл	18,4	48,852		по балансу		131
						∑:5044	∑:5044

Продолжение Приложения Е

Таблица Е.2 - Теплопоступления от солнечной радиации

	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	
	Спортивный зал																
	З																
qвп	0	0	0	0	0	0	0	0	37	193	378	504	547	523	433	227	
qвр	13	30	43	48	55	56	58	63	67	76	91	114	122	115	74	27	
F, м2	4,32																
k1	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	
k2	0,75																
βсз	0,40																
Qср	24	54	78	87	100	102	105	114	81	209	365	481	520	496	394	198	
	Ю																
qвп	0	0	0	83	207	327	428	479	479	428	327	207	83	0	0	0	
qвр	12	35	58	74	85	88	91	92	55	57	58	62	65	66	56	19	
F, м2	2,16																
k1	1,40	1,40	1,40	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	1,40	1,40	1,40
k2	0,75																
βсз	0,40																
Qср	11	32	53	61	114	161	202	222	208	189	150	105	58	60	51	17	
∑Qср	34	86	131	148	213	263	307	336	288	398	514	585	578	556	445	215	

Таблица Е.3 -Тепловой баланс спортивного зала

Период	Vпом	Теплопотери			Теплопоступления						Qя	q
		Qогр	Qинф	∑Q	Qл	Qосв	Qс.о	Qэл	Qс.р	∑Q		
ХП	133	2443	2411	4854	742	770	4225	1425	0	6420	1566	12
ТП		0	0	0	423	0	0	1425	585	2433	2433	18

Продолжение Приложения Е

Таблица Е.4- Аэродинамический расчёт системы П1

№ уч-ка	L м ³ /ч	l, м	Воздуховоды		R, Па/м	Rl, Па	□□	Рд, Па	Z, Па	Rl+Z, Па	∑(Rl+Z), Па	Примечание
			D мм	V, м/с								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	658	1,40	315	2,3	0,225	0,32	2,65	3,3	9	9	9	решётка-1,8;тр.пр.-0,8;ДК-0,05;
2	1316	3,70	355	3,7	0,440	1,63	1,06	8,2	9	10	19	тр.пр-0,8;отвод90-0,21; ДК - 0,05;
3	2632	2,30	450	4,6	0,497	1,14	0,85	12,7	11	12	31	ДК-0,05; тр.пр-0,8;
4	3948	5,10	500	5,6	1,830	9,33	0,21	46,4	10	19	50	отвод90-0,21;
Невязка уч. 1-2 и 6-7 составляет $100 \cdot (20-19)/20=5\%$												
6	658	1,40	315	2,3	0,225	0,32	2,65	3,3	9	9	9	решётка-1,8; тр.пр.-0,8;ДК-0,05;
7	1316	1,40	355	3,7	0,440	0,62	1,25	8,2	10	11	20	тр.пов.-1,2;ДК-0,05

Продолжение таблицы Е.4- Аэродинамический расчёт системы П1

8	658	1,40	280	3,0	0,382	0,53	2,65	5,2	14	14	14	решётка-1,8; тр.пр.-0,8;ДК-0,05;
9	1316	1,40	315	4,7	0,783	1,10	1,20	13,3	16	17	31	тр.пов.-1,2;ДК-0,05
Невязка участков 1-3 и 7-8 составляет $100 \cdot (31-31)/31=0\%$												

Продолжение Приложения Е

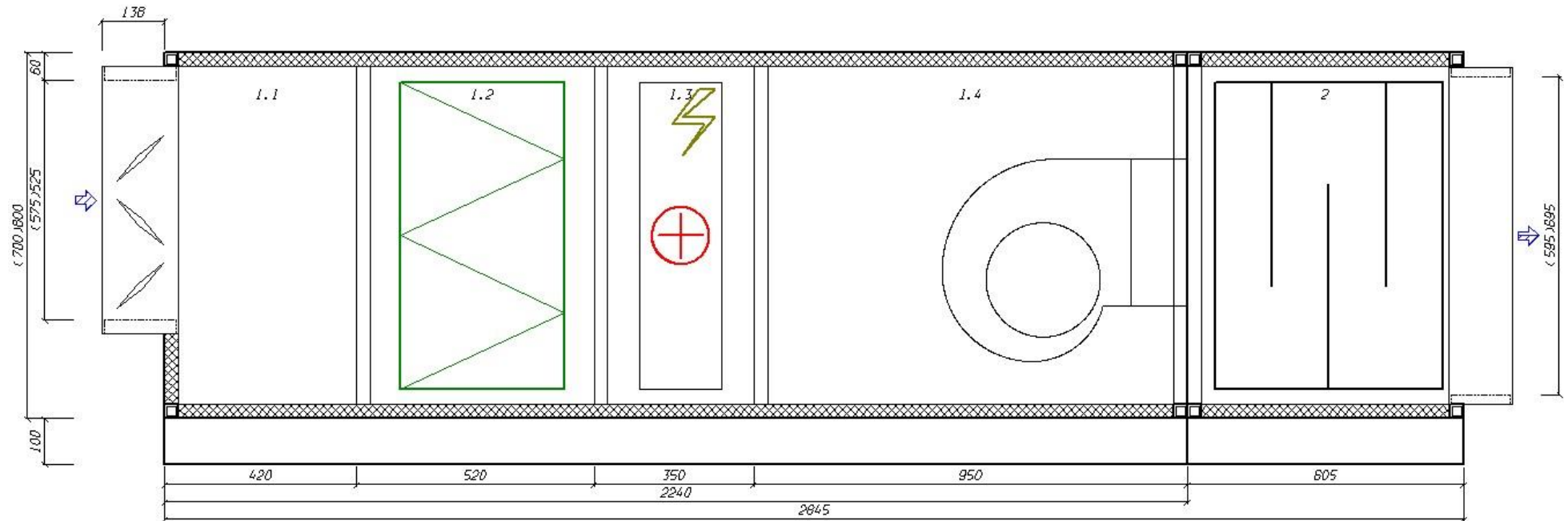


Рисунок Е.1 – Схема приточной установки
Продолжение Приложения Е

Продолжение Приложения Е

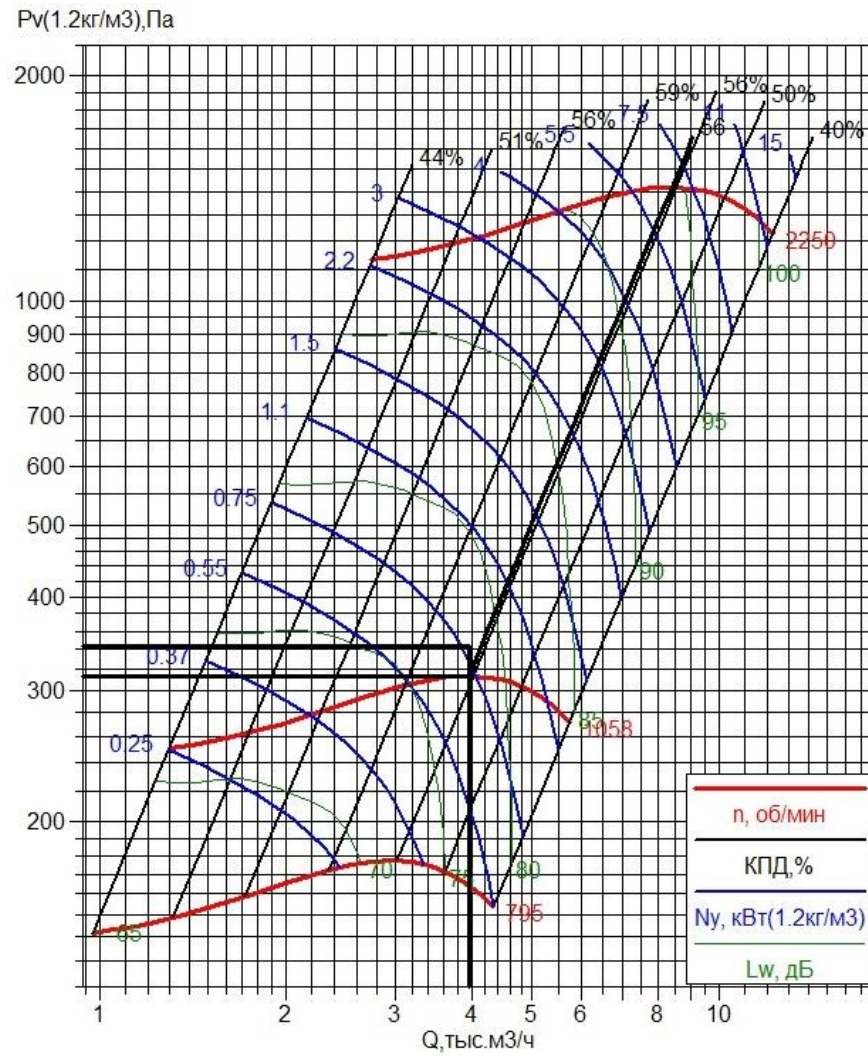


Рисунок Е.2-Характеристика вентилятора приточной установки

Продолжение Приложения Е

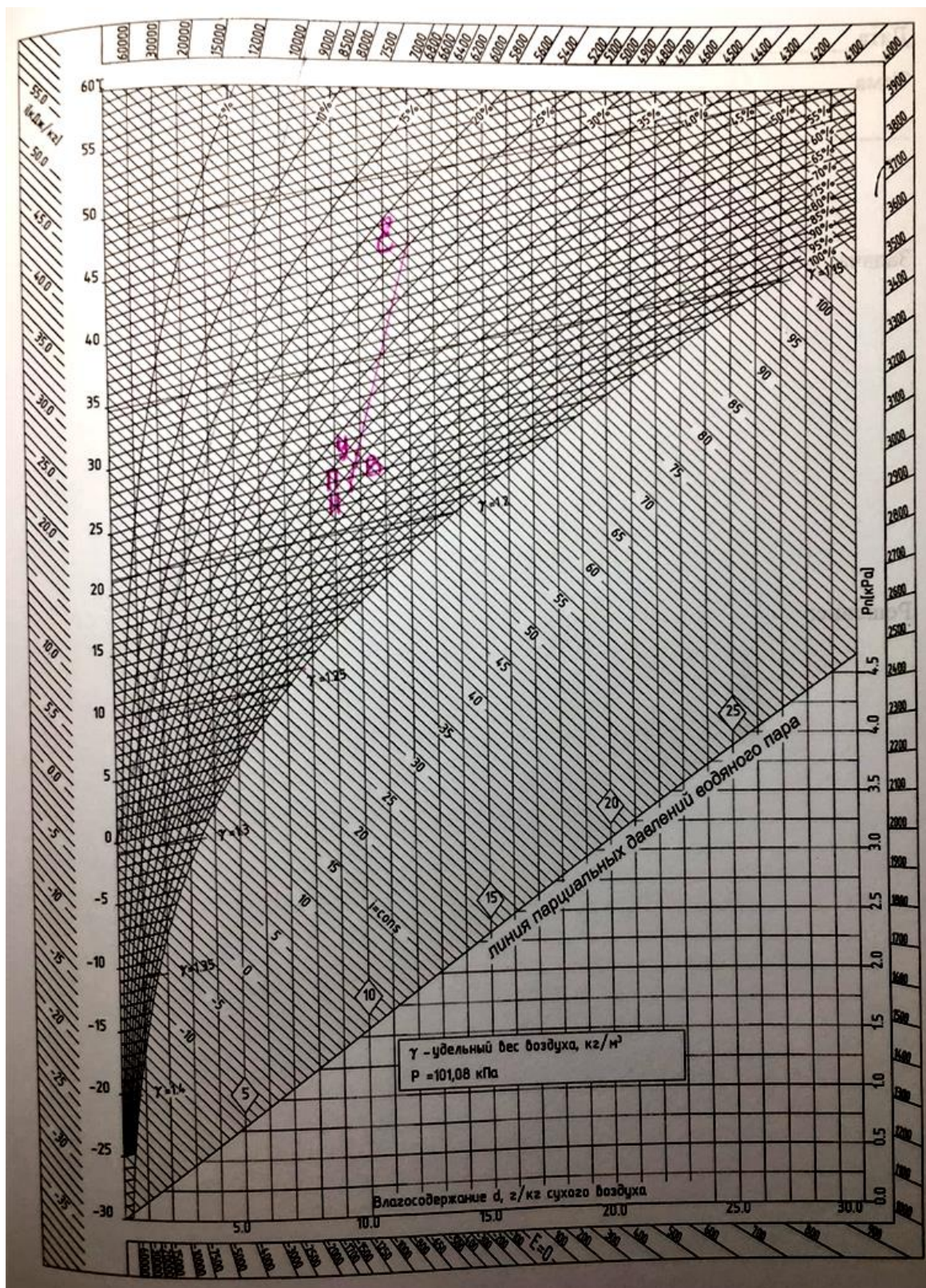


Рисунок Е.4-Схема прямоточной обработки воздуха в тёплый период

Продолжение Приложения Е

Таблица Е.5 – Аэродинамический расчёт механической вытяжной вентиляции

№ уч- ка	L м ³ /ч	l, м	Воздуховоды		R, Па/м	Rl, Па	$\sum \zeta$	Rд, Па	Z, Па	Rl+Z, Па	$\sum(Rl+Z),$ Па	Примечание	Вентилятов
			D мм	V, м/с									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
В1 (из с/у 1,2 этажа)													
1	50	3,2	180	0,6	0,04	0,128	2,3	0,2	0,45	0,578	0,578	решетка-1,8; отвод-0,15; тр.на пр.-0,3	
2	100	1	200	0,9	0,07	0,07		0,5	0	0,07	0,648		
Невязка уч.1,3- 6,5%													
3	50	0,2	180	0,6	0,04	0,008	3,1	0,2	0,61	0,618	1,266	решетка-1,8; тр.пов.-1,25	
В2 (из с/у 1,2 этажа)													
1	50	3,2	180	0,6	0,04	0,128	2,3	0,2	0,45	0,578	0,578	решетка-1,8; отвод-0,15; тр.на пр.-0,3	
2	100	1	200	0,9	0,07	0,07		0,5	0	0,07	0,648		
Невязка уч.1,3- 6,5%													
3	50	0,2	180	0,6	0,04	0,008	3,1	0,2	0,61	0,618	1,266	решетка-1,8; тр.пов.-1,25	
В3 (из холла на 1 этаже и гардеробной на 2 этаже)													
1	232	3,2	315	0,8	0,03	0,096	2,3	0,4	0,9	0,996	0,996	решетка-1,8; отвод-0,15; тр.на пр.-0,3	
2	242	1	315	0,8	0,03	0,03		0,4	0	0,03	1,026		
Невязка уч.1,3-7,6%													

Продолжение Приложения Е

Продолжение таблицы Е.5 – Аэродинамический расчет механической вытяжной вентиляции

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12	14
3	10	1,2	80	0,5	0,5	0,6	3,2	0,1	0,32	0,92	1,946	решетка-1,8; тр.пов.-1,25; отвод-0,15	
В4 (из кухни 1 этажа)													
1	150	4,2	200	1,3	0,13	0,546	2	1,1	2,145	2,691	2,691	решетка-1,8; отвод-0,15;	ВО2/0,036/1300
В5 (из столовой 1 этажа)													
1	72	4,2	200	0,6	0,04	0,168	2	0,2	0,39	0,558	0,558	решетка-1,8; отвод-0,15;	ВО2/0,036/1300
В6 (из спортзала 1 этажа)													
1	987	1,6	315	3,6	0,46	0,736	2,3	7,3	16,43	17,161	17,2	решетка- 1.8;отвод-0,15; тр.на пр.-0,3;	
2	1974	1,4	315	6,5	0,9	1,26	0,3	26,4	7,92	9,18	26,3	тройник на проход-0,3	
3	2961	1,4	400	6,6	1,07	1,498	0,5	26,9	12,64	14,141	40,5	тройник на проход-0,3	
4	3948	2,5	450	6,9	0,9	2,25	0,2	29,4	4,41	6,66	47,1	отвод-0,15	ВО 0,6-300-4
Невязка уч.1,5: $(18,3-17,2)/18,3*100=6\%$													

Продолжение Приложения Е

Продолжение таблицы Е.5 – Аэродинамический расчет механической вытяжной вентиляции

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
5	987	0,2	315	3,6	0,46	0,092	2,5	7,3	18,25	18,342	18,3	решетка-1,8;тройник на пов.-1,23;	
Невязка уч2,6: (26,3-24,7)/26,3*100=6%													
6	987	0,2	315	3,6	0,46	1,656	3,2	7,3	23	24,651	24,7	решетка-1,8;тр.на пов.-1,23;ДК-0,12	
Невязка уч3,7: (40,5-38,3)/40,5*100=5,4%													
7	987	0,2	280	4,5	0,7	0,14	3,2	12,1	38,12	38,255	38,3	решетка-1,8;тр.на пов.-1,23;ДК-0,12	
В7 (из с/у 2 этажа)													
1	50	1,2	180	0,6	0,04	0,048	2	0,2	0,39	0,438	0,438	решетка-1,8;отвод-0,15;	ВО1,7/0,036/1300
В8 (из котельной)													
1	201	7,2	200	1,8	0,24	1,716	2	1,9	3,705	5,421	5,421	решетка-1,8;отвод-0,15;	ВО2/0,036/1300
В9 (из гаража)													
1	180	7,2	200	1,6	0,2	1,43	2	1,5	2,925	4,355	4,355	решетка-1,8;отвод-0,15;	ВО2/0,036/1300

Продолжение Приложения Е

Продолжение таблицы Е.5 – Аэродинамический расчет механической вытяжной вентиляции

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
В10 (из раздевалки 1 этажа и гардеробной 2 этажа)													
1	49	4,1	180	0,5	0,03	0,123	2,3	0,1	0,225	0,348	0,348	решетка-1,8; отвод-0,15; тр.на пр.-0,3	
2	59	1	180	0,6	0,04	0,04		0,2	0	0,04	0,388		ВО1,7/0,036/1300
Невязка уч.1,3- 9,5%													
3	10	0,2	80	0,5	0,05	0,01	3,1	0,1	0,305	0,315	0,703	решетка-1,8; тр.пов.-1,25	