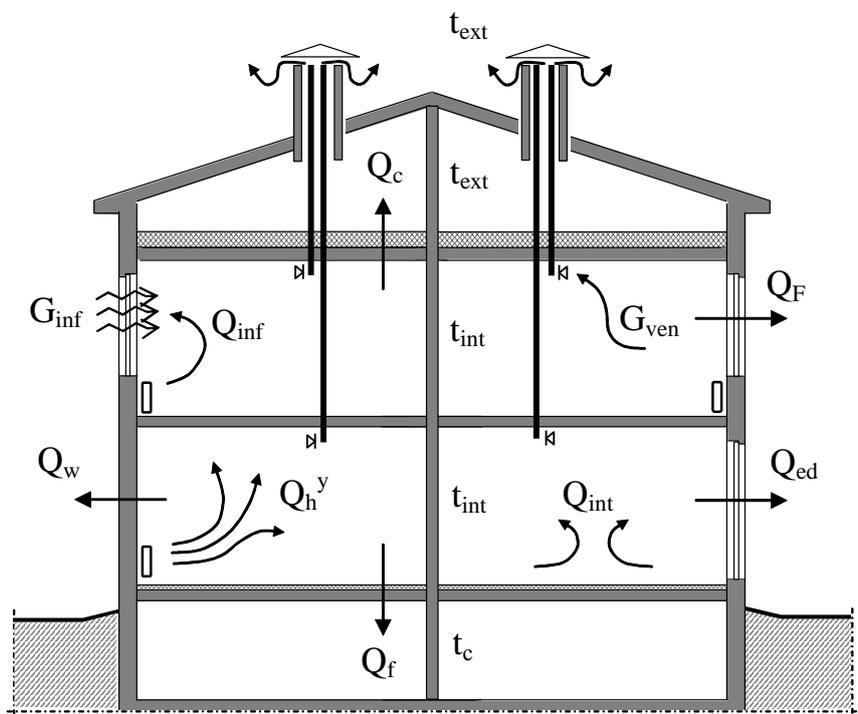


А.И. Жигульский, А.И. Легаев

ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ ЖИЛОГО МАЛОЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ

Методические рекомендации по выполнению практических занятий,
курсового проекта (работы) или расчётно-графического
задания для студентов, обучающихся по направлению подготовки
08.03.01 «Строительство», профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция»
очной и заочной форм обучения



УДК 697(076)
ББК 38.762.1
Ж 68

Рецензент: А.И. Легаев, к.т.н., доцент кафедры МАХиПП

Жигульский, А.И.

Ж68

Отопление и вентиляция жилого малоэтажного здания: методические рекомендации по выполнению практических занятий, курсового проекта (работы) или расчётно-графического задания для студентов, обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство», профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция» очной и заочной форм обучения / А.И. Жигульский, А.И. Легаев – Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2018. – 60 с.

В методических рекомендациях приведены основные требования к составу и оформлению работы, последовательность её выполнения, основные расчётные формулы, таблицы, ссылки на нормативно-техническую литературу, примеры расчётов, в соответствии с профессиональной образовательной программы бакалавров по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство», профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция».

В приложении представлен необходимый справочный материал для расчётов при выполнении работы.

УДК 697(076)

Методические рекомендации издаются в авторской редакции

Рассмотрены и одобрены
на заседании кафедры ТГВ ПАХТ
Протокол № 79 от 22.02.2018 г.

© Жигульский А.И., 2018
© БТИ АлтГТУ, 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 ЗАДАНИЕ И СОСТАВ РАБОТЫ.....	5
1.1 Исходные данные для проектирования.....	5
1.2 Состав работы.....	5
2 РАСЧЁТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЯ.....	6
2.1 Расчёт теплопотерь помещений здания.....	6
2.2 Выбор схемы и конструирование системы отопления.....	8
2.3 Расчет отопительных приборов.....	10
2.4 Гидравлический расчет системы отопления.....	11
3 РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ.....	13
3.1 Определение требуемого воздухообмена и выбор схемы вентиляционной системы.....	13
3.2 Аэродинамический расчет естественной вытяжной вентиляции.....	15
4 ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	17
ЛИТЕРАТУРА.....	19
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 ЗАДАНИЕ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ ПО ОТОПЛЕНИЮ И ВЕНТИЛЯЦИИ ЖИЛОГО ЗДАНИЯ.....	20
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ПЛАНОВ ЭТАЖЕЙ ЗДАНИЯ.....	21
ПРИЛОЖЕНИЕ 3 ПРАВИЛА ОБМЕРА ПОВЕРХНОСТЕЙ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ.....	25
ПРИЛОЖЕНИЕ 4 ТАБЛИЦА РАСЧЕТА ТЕПЛОПОТЕРЬ ЧЕРЕЗ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ.....	27
ПРИЛОЖЕНИЕ 5 РАСЧЕТ СВОДНЫХ ТЕПЛОПОТЕРЬ ПОМЕЩЕНИЙ.....	30
ПРИЛОЖЕНИЕ 6 СХЕМЫ ПРИСОЕДИНЕНИЯ СТОЯКОВ К МАГИСТРАЛЬНЫМ ТРУБОПРОВОДАМ.....	31
ПРИЛОЖЕНИЕ 7 СХЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ ДВУХТРУБНОЙ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ К СТОЯКАМ.....	32
ПРИЛОЖЕНИЕ 8 СХЕМА ПРОКЛАДКИ ТРУБОПРОВОДА ЧЕРЕЗ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ.....	33
ПРИЛОЖЕНИЕ 9 ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ОБВЯЗКИ КОТЛА.....	34
ПРИЛОЖЕНИЕ 10 ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ B_1 И B_2	35
ПРИЛОЖЕНИЕ 11 ТЕПЛООТДАЧА ОТКРЫТО ПРОЛОЖЕННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ (ВЕРТИКАЛЬНЫХ – ВЕРХНЯЯ СТРОКА, ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ – НИЖНЯЯ СТРОКА) СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ.....	36
ПРИЛОЖЕНИЕ 12 ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ НЕКОТОРЫХ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ.....	37
ПРИЛОЖЕНИЕ 13 ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА B_3 , УЧИТЫВАЮЩЕГО ЧИСЛО СЕКЦИЙ В РАДИАТОРЕ.....	38
ПРИЛОЖЕНИЕ 14 ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА B_4 , УЧИТЫВАЮЩЕГО СПОСОБ УСТАНОВКИ.....	38
ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ.....	38
ПРИЛОЖЕНИЕ 15 ТАБЛИЦА РАСЧЕТА ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ.....	39
ПРИЛОЖЕНИЕ 16 ПРИМЕР РАСЧЕТНОЙ АКСОНОМЕТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ.....	40
ПРИЛОЖЕНИЕ 17 ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ГРАВИТАЦИОННОЕ ДАВЛЕНИЕ $\Delta P_{E,TP}$ ОТ ОХЛАЖДЕНИЯ ВОДЫ В ТРУБОПРОВОДАХ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ.....	41
ПРИЛОЖЕНИЕ 18 ТАБЛИЦА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ.....	42

ПРИЛОЖЕНИЕ 19 ТАБЛИЦА ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ТРУБОПРОВОДОВ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ (ПРИ $T_T=95\text{ }^\circ\text{C}$ И $T_{ox}=70\text{ }^\circ\text{C}$).....	48
ПРИЛОЖЕНИЕ 20 КОЭФФИЦИЕНТЫ МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ ДЛЯ СТАЛЬНЫХ ВОДОГАЗОПРОВОДНЫХ ТРУБ	50
ПРИЛОЖЕНИЕ 21 ТАБЛИЦА РАСЧЕТА ВОЗДУХОВОДОВ ВЫТЯЖНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ	51
ПРИЛОЖЕНИЕ 22 ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ ПО ТРЕНИЮ ДИАМЕТРЫ ДЛЯ КИРПИЧНЫХ КАНАЛОВ.....	52
ПРИЛОЖЕНИЕ 23 ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ШЕРОХОВАТОСТИ B	52
ПРИЛОЖЕНИЕ 24 НОМОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТА КРУГЛЫХ СТАЛЬНЫХ ВОЗДУХОВОДОВ	53
ПРИЛОЖЕНИЕ 25 ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ НЕКОТОРЫХ ФАСОННЫХ ЧАСТЕЙ ВОЗДУХОВОДОВ	54
ПРИЛОЖЕНИЕ 26 РАЗМЕЩЕНИЕ И ЗАПОЛНЕНИЕ ОСНОВНОЙ НАДПИСИ НА ЛИСТАХ ОСНОВНОГО КОМПЛЕКТА РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ.....	55
ПРИЛОЖЕНИЕ 27 ПРИМЕР ЗАПОЛНЕНИЯ СПЕЦИФИКАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ И МАТЕРИАЛОВ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ ЗДАНИЯ.....	56
ПРИЛОЖЕНИЕ 28 ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ	57
ПРИЛОЖЕНИЕ 29 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ	60

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания составлены для студентов обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» (профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция») очной и заочной форм обучения, выполняющих курсовой проект(работу)или расчётно-графическую работу (для студентов обучающихся по программе профессиональной переподготовки) по проектированию систем водяного отопления и вентиляции жилого здания, в соответствии с читаемыми дисциплинами «Отопление» и «Вентиляция».

Целью данной работы является ознакомление студентов с методикой расчёта и проектирования систем водяного отопления и вентиляции жилого зданий, оформлением чертежей, нормативной и справочной литературой.

В методических указаниях приведены основные требования к составу и оформлению работы, последовательность её выполнения, основные расчётные формулы, таблицы, ссылки на нормативно-техническую литературу, примеры расчётов.

1 ЗАДАНИЕ И СОСТАВ РАБОТЫ

1.1 Исходные данные для проектирования

Работа выполняется на основании индивидуального задания, которое содержит:

- схематические планы этажей здания, разрез здания;
- географическое месторасположение объекта, его ориентацию;
- расчётные параметры теплоносителя;
- тип проектируемой системы отопления;
- теплотехнические характеристики ограждающих конструкций.

В соответствии с индивидуальным заданием определяются:

- назначение помещений (прил. 2);
- расчётные параметры наружного воздуха для холодного периода года с обеспеченностью 0,92: температура t_{ext} – для района строительства объекта [5];
- расчётные параметры внутреннего воздуха (в зависимости от назначения помещений): температура t_{int} , требуемый воздухообмен L или кратность воздухообмена n [2].

1.2 Состав работы

Работа состоит из расчётной части, оформляемой в виде пояснительной записки на листах формата А4, и графической части, выполняемой на двух листах формата А2 (или четырех листах формата А3).

Законченная работа должна содержать следующие разделы (с приложением к ним необходимых графических материалов):

Раздел 1. Краткая характеристика объекта и района строительства.

1.1. Исходные данные для проектирования и расчётные параметры внутренней и наружной среды.

1.2. Характеристика здания и принятых решений системы отопления и вентиляции.

Раздел 2. Расчёт и конструирование системы отопления здания.

2.1. Расчёт теплопотерь помещений здания.

2.2. Выбор схемы и конструирование системы отопления.

2.3. Расчёт отопительных приборов.

2.4. Гидравлический расчет системы отопления.

Раздел 3. Расчёт и конструирование естественной вентиляции здания.

3.1. Определение требуемых параметров воздухообмена и выбор схемы вентиляционной системы здания.

- 3.2. Аэродинамический расчёт системы естественной вытяжной вентиляции.
- Раздел 4. Спецификации оборудования и материалов.
- Раздел 5. Список использованной литературы.
- Раздел 6. Необходимые графические приложения.

2 РАСЧЁТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЯ

2.1 Расчёт теплопотерь помещений здания

Проектирование системы отопления здания начинается с расчёта теплопотерь его основных и вспомогательных помещений. Целью расчёта теплопотерь является определение требуемой мощности системы отопления.

Для расчёта теплопотерь помещений необходимо:

- вычертить в тонких линиях поэтажные планы (М 1:100) с указанием размеров между осями всех стен и перегородок (при вычерчивании планов на миллиметровой бумаге размеры можно не проставлять и определять их приближённо с точностью до 0,1 м);
- поставить ориентацию ограждающих конструкций здания;
- пронумеровать все помещения (рекомендуется нумерацию помещений начинать с левого верхнего помещения на плане здания и далее по ходу часовой стрелки). При этом нумерация производится трёхзначным числом: первая цифра – номер этажа, две последующие – номер помещения (например, 101,102,103 и т.д.). Номер проставляется на чертежах в каждом помещении в одинарном кружке диаметром 6–8 мм. Лестничные клетки в здании нумеруются отдельно – ЛК 1, ЛК 2 и т.д. и независимо от этажности здания рассматриваются как одно помещение;
- выявить отапливаемые помещения (при этом рекомендуется на планах этажей проставить условные обозначения помещений, например: жилая комната – ЖК, кухня – КХ, ванная – ВН, коридор – КР, туалет – ТУ, кладовая – КЛ, совмещенный санузел – ССУ).

Необходимо учитывать, что вспомогательные помещения, не примыкающие к наружным стенам (коридоры, кладовые, изолированные туалеты), отапливаются так называемым вторичным теплом за счёт перемещения нагретого воздуха из соседних помещений и отопительные приборы в них не устанавливаются. Ванные комнаты и совмещённые санузлы, не примыкающие к наружным стенам, также не относятся к отапливаемым помещениям, так как они обогреваются полотенцесушителями, присоединёнными к системе горячего водоснабжения.

Требуемая мощность системы отопления определяется на основе уравнения теплового баланса для каждого из отапливаемых помещений:

$$Q_h^y = \Sigma Q_h + Q_{inf} - Q_{int}, \quad (2.1)$$

где ΣQ_h – суммарные теплопотери через ограждающие конструкции рассчитываемого помещения, Вт;

Q_{inf} – затраты теплоты на подогрев инфильтрующегося (вентиляционного) воздуха, Вт;

Q_{int} – бытовые теплопоступления, Вт.

Потери теплоты помещениями через ограждающие конструкции ΣQ_h , рассчитываемые при проектировании систем отопления, следует определять, суммируя потери теплоты через отдельные ограждающие конструкции с округлением до 10 Вт по формуле

$$Q_h = \frac{(t_{int} - t_{ext})}{R_h^o} \cdot F_h \cdot n \cdot (1 + \Sigma \beta), \quad (2.2)$$

где F_h – расчётная площадь ограждающей конструкции, m^2 (определяемая в соответствии с приведёнными ниже правилами обмера);

R_h^o –сопротивление теплопередаче рассматриваемой конструкции, $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$;

n – коэффициент соприкосновения ограждающей конструкции с наружным воздухом (определяемый по табл. 6 [3]);

$(1 + \Sigma\beta)$ – добавочные потери теплоты в долях от основных потерь.

Расчёт производится для ограждающих конструкций, которые граничат:

– с наружным воздухом (стены, окна, входные и балконные двери, перекрытия над проездами, совмещенные покрытия);

– с неотапливаемыми помещениями (чердачные перекрытия, перекрытия над неотапливаемыми подвалами и подпольями);

– с помещениями, имеющими температуру внутреннего воздуха на $3^\circ C$ и более ниже, чем в рассчитываемом помещении.

Для чердачных перекрытий теплых чердаков и цокольных перекрытий над подвалами с температурой воздуха в них t_c , большей t_{ext} , но меньшей t_{int} , коэффициент n следует определять по формуле

$$n = (t_{int} - t_c) / (t_{int} - t_{ext}). \quad (2.3)$$

При определении расчётной площади ограждающих конструкций необходимо руководствоваться следующими правилами обмера их поверхностей (см. прил.1):

– высота стен первого этажа, если пол находится непосредственно на грунте, определяется по расстоянию между уровнями полов первого и второго этажей; если пол на лагах – от уровня подготовки пола на лагах до уровня пола второго этажа; при неотапливаемом подвале или подполье – от уровня низа перекрытия подвала до уровня чистого пола второго этажа; в одноэтажных зданиях – от уровня пола до верха утепляющего слоя перекрытия;

– высота стен промежуточного этажа определяется по расстоянию между уровнями полов данного и вышележащего этажей, а высота верхнего этажа – от уровня его чистого пола до верха утепляющего слоя чердачного перекрытия или бесчердачного покрытия;

– длина наружных стен в угловых помещениях принимается от кромки наружного угла до осей внутренних стен, а в неугловых помещениях – между осями внутренних стен;

– площади окон, дверей, фонарей – по наименьшим размерам строительных проёмов в свету;

– площади потолков и полов над подвалами, подпольями в угловых помещениях – по размерам от внутренней поверхности наружных стен до осей противоположных стен, а в неугловых помещениях – между осями внутренних стен и от внутренней поверхности наружной стены до оси противоположной стены.

Для расчета площадей ограждающих конструкций их линейные размеры принимаются с точностью до 0,1 м, а величины площадей округляются до 0,1 m^2 .

Потери теплоты через полы, расположенные на грунте или на лагах, определяются по зонам – шириной по 2 м, параллельным наружным стенам. Причем поверхность угловых участков пола (в первой двухметровой зоне) учитывается дважды, то есть по направлению обеих стен, составляющих угол (прил. 3).

Добавочные потери теплоты определяются в долях от основных потерь и учитываются в формуле (2.2) членом $(1 + \Sigma\beta)$.

Добавочные потери теплоты учитываются на:

- ориентацию помещений по отношению к сторонам света;
- нагревание холодного воздуха, поступаемого в помещение через наружные двери;
- дополнительные потери тепла через ограждающие конструкции с низкими расчётными температурами наружного воздуха.

Величина β для жилых зданий принимается равной:

– для наружных вертикальных и наклонных стен, дверей и окон, обращённых на север, восток, северо-восток и северо-запад, $\beta=0,1$, на юго-восток, запад, $\beta=0,05$, на юг и юго-запад, $\beta=0$;

– для необогреваемых полов первого этажа над холодными подпольями зданий в местностях с расчётной температурой наружного воздуха – 40°C и ниже $\beta=0,05$;

– для наружных дверей, не оборудованных воздушными или воздушно-тепловыми завесами, при высоте зданий H : $\beta=0,2 \cdot H$ – для тройных дверей с двумя тамбурами между ними; $\beta=0,27 \cdot H$ – для двойных дверей с тамбуром между ними; $\beta=0,34 \cdot H$ – для двойных дверей без тамбура; $\beta=0,22 \cdot H$ – для одинарных дверей (для входных наружных дверей лестничных клеток величина H определяется по разрезу здания от отметки пола в тамбуре лестничной клетки до отметки верха утеплителя).

При расчёте теплопотерь через ограждающие конструкции исходные и получаемые фактические данные вписывают в специальный формуляр (бланк) для лучшей организации техники расчёта. Теплопотери лестничных клеток записываются в конце бланка после всех остальных помещений. Пример заполнения формуляра расчёта теплопотерь через ограждающие конструкции приведён в прил.4. Для сокращения записи ограждающие конструкции зданий условно обозначаются: НС – наружные стены, ВС – внутренние стены, ПТ – потолок, ПЛ – пол, ТО – тройное остекление, ДД – двойные двери.

Затраты теплоты на подогрев приточного воздуха Q_{inf} в помещение рассчитываются по формуле

$$Q_{inf} = 0,28 \cdot c_v \cdot L_n \cdot F_c \cdot \gamma_{ext} (t_{int} - t_{ext}), \quad (2.4)$$

где L_n – нормативный воздухообмен, принимаемый:

а) $30 \text{ м}^3/\text{ч}$ для жилых помещений общей площадью квартиры на 1 человека более 20 м^2 ;

б) $3 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 м^2 жилой площади для жилых помещений общей площадью квартиры на 1 человека менее 20 м^2 ; F_c – площадь пола, м^2 ; c_v – удельная теплоёмкость воздуха [принимается равной $1,0 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$]; γ_{ext} – удельный вес наружного воздуха, $\text{кг}/\text{м}^3$,

$$\gamma = 353 / (273 + t_{ext}), \quad (2.5)$$

Бытовые теплопоступления Q_{int} в жилых зданиях рассчитываются для помещений кухни и жилых комнат по формуле

$$Q_{int} = q_{int} \cdot F_c, \quad (2.6)$$

где q_{int} – величина бытовых тепловыделений на 1 м^2 площади жилых помещений, $\text{Вт}/\text{м}^2$, принимаемая для:

а) жилых зданий, предназначенных гражданам с учетом социальной нормы (с расчетной заселенностью квартиры 20 м^2 общей площади и менее на человека) $q_{int} = 17 \text{ Вт}/\text{м}^2$;

б) жилых зданий без ограничения социальной нормы (с расчетной заселенностью квартиры 45 м^2 общей площади и более на человека) $q_{int} = 10 \text{ Вт}/\text{м}^2$;

в) других жилых зданий – в зависимости от расчетной заселенности квартиры по интерполяции величины q_{int} между 17 и $10 \text{ Вт}/\text{м}^2$.

Сводные результаты расчетов заносятся в таблицу прил. 5.

2.2 Выбор схемы и конструирование системы отопления

Конструирование системы отопления включает:

– размещение отопительных приборов;

- размещение стояков системы отопления;
- трассировку магистральных трубопроводов и присоединение их к индивидуальному тепловому пункту (ИТП).

Тип системы отопления и отопительных приборов, схема движения теплоносителя и магистральных трубопроводов принимаются в соответствии с заданием.

Отопительные приборы рекомендуется устанавливать открыто у наружных стен, в первую очередь под оконными проёмами на расстоянии не менее 60 мм от чистого пола и 25 мм от поверхности стены. На лестничных клетках отопительные приборы устанавливаются в нижней части лестничной клетки около входной двери, за тамбуром. Не допускается устанавливать отопительные приборы в отсеках входных тамбуров, имеющих одинарные входные двери. Подводки к отопительным приборам прокладываются открыто горизонтально при длине до 1 м и с уклоном при большей длине (не рекомендуется устраивать подводки длиной более 1,5 м). Уклон подающей подводки – в сторону прибора, обратной – в сторону стояка.

У каждого отопительного прибора следует предусматривать терморегулятор на подающей подводке и шаровый кран на обратной подводке.

Отопительные приборы верхнего этажа в системах с нижней разводкой следует оборудовать краном Маевского (для удаления воздуха). У отопительных приборов лестничной клетки регулирующие краны допускается не устанавливать.

Стояки системы отопления (для вертикальных систем отопления) располагаются открыто на расстоянии 15–20 мм от поверхности стены. Рекомендуется размещать стояки в углах, образуемых наружными стенами. На лестничных клетках устанавливаются отдельные стояки с присоединением отопительных приборов по проточной нерегулируемой схеме. При числе этажей в здании более трёх на каждом стояке в верхней и нижней его части (на расстоянии 100 мм от магистрального трубопровода) устанавливаются проходные краны (или вентили) и тройники со сливными кранами (для отключения и спуска воды из стояка). На стояках лестничных клеток отключающие устройства устанавливаются независимо от числа этажей.

Результатом данного раздела курсовой работы является разработка планов чердака, подвала (при необходимости плана подпольных каналов), пространственной схемы системы отопления.

Магистральные трубопроводы прокладываются открыто по стенам здания на кронштейнах на расстоянии не менее 100 мм от стены. Участки магистральных трубопроводов и стояков, проходящих в неотапливаемых помещениях, покрываются тепловой изоляцией. На чердаках при скатной кровле магистральные трубопроводы прокладываются с отступом от наружных стен на 1400–1500 мм. Главный стояк системы отопления при верхней разводке прокладывается на лестничной клетке.

Трассировка магистральных трубопроводов показывается на плане подвала (или плане подпольных каналов при полах по грунту) и плане чердака.

Подающие и обратные магистральные трубопроводы прокладываются с учётом принятой схемы движения теплоносителя. При этом каждая из ветвей системы отопления должна иметь примерно одинаковую тепловую нагрузку. Каждая ветвь оборудуется задвижками или вентилями (для возможности его отключения) и спускными кранами в нижних точках системы отопления вблизи ИТП (для слива воды). Магистральные трубопроводы прокладываются с уклоном не менее 0,003, обеспечивающим удаление воздуха и опорожнение системы. При верхнем расположении подающей магистрали в конце каждой ветви перед последним стояком устанавливаются проточные воздухоотборники для удаления воздуха из системы.

Индивидуальный тепловой пункт (ИТП) располагается в подвале или на первом этаже здания. Узел управления системой отопления размещается таким образом, чтобы обеспечивалось минимальное число поворотов трубопроводов. Отдельные элементы узла

управления, включая котел, могут крепиться на кронштейнах к несущим стенам подвала на высоте, удобной для обслуживания запорно-регулирующей арматуры.

Типовые схемы стояков, узлов присоединения стояков к магистральным трубопроводам, схема прокладки трубопроводов через ограждающие конструкции, схема подключения отопительных приборов и индивидуального узла управления приведены в прил.6,7,8 и 9.

После решения задачи размещения основных элементов системы отопления прорабатываются планы этажей, чердака, подвала (или подпольных каналов) здания, пространственная схема системы отопления.

2.3 Расчет отопительных приборов

Расчет отопительных приборов заключается в определении площади поверхности и соответствующего типоразмера отопительных приборов в каждом из отапливаемых помещений. Требуемая площадь поверхности отопительных приборов рассчитывается по формуле

$$F_{np} = \frac{Q_h^y - 0,9 \cdot Q_{mp}}{q_{np}} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2, \quad (2.7)$$

где Q_h^y – требуемое от системы отопления количество теплоты, подаваемой в отапливаемое помещение, Вт (принимается по результатам расчета сводных теплопотерь для каждого помещения);

Q_{mp} – количество теплоты, поступающей в помещение от открыто проложенных трубопроводов, Вт;

β_1, β_2 – коэффициенты, принимаемые по прил. 10;

q_{np} – расчетная плотность теплового потока, Вт/м².

Величина Q_{mp} рассчитывается по формуле

$$Q_{mp} = q_{гор}^2 \cdot l_{гор}^2 + q_{ох}^6 \cdot l_{ох}^6 + q_{гор}^2 \cdot l_{гор}^2 + q_{ох}^6 \cdot l_{ох}^6 \quad (2.8)$$

где $q_{гор}^2, q_{ох}^6$ – удельная теплоотдача 1 пог.м горизонтальных и вертикальных участков трубопроводов системы отопления (для подающих трубопроводов), Вт/м, принимается по прил.11; $q_{ох}^2, q_{ох}^6$ – удельная теплоотдача 1 пог.м горизонтальных и вертикальных участков трубопроводов системы отопления (для обратных трубопроводов), Вт/м, принимается по прил.11; $l_{гор}^2, l_{ох}^2, l_{гор}^6, l_{ох}^6$ – соответственно длины различных участков трубопроводов, м.

$$q_{np}^2 = q_{ном}^6 \cdot \left(\frac{\Delta t_{cp}^2}{70} \right)^{1+n} \cdot \left(\frac{G^6}{360} \right)^p \cdot c, \quad (2.9)$$

где $q_{ном}$ – номинальная плотность теплового потока отопительного прибора, Вт/м², определяется по справочным данным отопительных приборов соответствующего производства (или по прил.12); n, p, c – коэффициенты, определяемые в соответствии с прил. 12; Δt_{cp} – температурный напор, определяемый по формуле

$$\Delta t_{cp} = \frac{t_{гор} + t_{ох}}{2} - t_{int}, \quad (2.10)$$

здесь $t_{\text{зоп}}$ и $t_{\text{ох}}$ – соответственно температура теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах (по заданию), °С;

G – расход воды через отопительный период, кг/ч, определяемый по формуле

$$G = \frac{3,6 \cdot Q_h^y}{c_w \cdot (t_z - t_{ox})}, \quad (2.11)$$

где c_w – удельная теплоемкость воды, принимаемая равной 4,187 кДж/(кг·°С).

По расчетной площади F_{np} подбирается соответствующий типоразмер отопительного прибора (конвектора или панельного радиатора).

Если к установке приняты панельные радиаторы или конвектор с кожухом определенной площади f_1 , м², то их число определяется

$$N = \frac{F_{np}}{f_1}. \quad (2.12)$$

Число конвекторов без кожуха или ребристых труб по вертикали и в ряду по горизонтали определяется по формуле

$$N = \frac{F_{np}}{m \cdot f_1}, \quad (2.13)$$

где m – число ярусов и рядов элементов, составляющих прибор.

Если к установке приняты чугунные или алюминиевые секционные радиаторы, то количество секций N определяется по формуле

$$N = \frac{F_{np} \cdot \beta_4}{f_1^c \cdot \beta_3}, \quad (2.14)$$

где f_1^c – площадь одной секции радиатора, м², принимается по справочным или паспортным данным на соответствующий отопительный прибор (или по прил.12); β_3 – коэффициент учета числа секций в одном приборе (прил.13); β_4 – коэффициент учета способа установки радиатора в помещении (прил.14). Округление полученного значения всегда осуществляется в большую сторону.

Результаты расчета отопительных приборов сводятся в формуляр, представленный в прил. 15.

2.4 Гидравлический расчет системы отопления

Целью гидравлического расчета системы водяного отопления является определение диаметров трубопроводов на всех участках системы отопления, обеспечивающих подвод к каждому отопительному прибору требуемого количества теплоносителя. При этом гидравлическое сопротивление системы отопления должно быть согласовано с располагаемым циркуляционным давлением.

Гидравлический расчет системы отопления выполняется по пространственной схеме системы отопления (рекомендуется фронтальная изометрия в масштабе 1:100), на которой показываются:

- расположение отопительных приборов, магистральных трубопроводов, стояков, ИТП, запорно-регулирующей арматуры;
- тепловая нагрузка каждого отопительного прибора, каждого стояка, ответвления и всей системы отопления в целом Q_{om} (прил. 16).

По схеме определяется положение главного циркуляционного кольца (ГЦК). В двухтрубных системах водяного отопления с тупиковой схемой движения теплоносителя ГЦК располагается в наиболее нагруженной ветви системы отопления и проходит через нижний отопительный прибор наиболее удаленного стояка. В системах с попутной схемой движения теплоносителя ГЦК проходит через нижний отопительный прибор одного из средних, наиболее нагруженных стояков.

Гидравлический расчет выполняется в следующей последовательности:

1. Определяется расчетное циркуляционное давление ΔP_{pc} :

$$\Delta P_{pc} = \Delta P_{co} + E \cdot (\Delta P_e + \Delta P_{mp}), \quad (2.15)$$

где ΔP_{co} – насосное давление, Па;

E – коэффициент учета естественного циркуляционного давления (в двухтрубных системах водяного отопления $E=0,4$, в однотрубных $E=1,0$);

ΔP_e – естественное циркуляционное давление, возникающее в результате охлаждения воды в отопительных приборах, Па,

$$\Delta P_e = h \cdot g \cdot (\rho_o - \rho_e), \quad (2.16)$$

здесь h – расстояние от центра отопительного прибора до центра элеватора в тепловом пункте, м;

ρ_o, ρ_e – плотность воды в обратном и подающем трубопроводах соответственно, кг/м^3 (в расчетах принимается $\rho_e=963 \text{ кг/м}^3$ при $t_e=95 \text{ }^\circ\text{C}$ и $\rho_o=978 \text{ кг/м}^3$ при $t_o=70 \text{ }^\circ\text{C}$);

ΔP_{mp} – естественное циркуляционное давление, возникающее в результате охлаждения воды в трубопроводах системы отопления (принимается приближенно по графику прил. 17).

2. Производится разбивка ГЦК на расчетные участки (за расчетный участок принимается отрезок трубопровода с неизменным расходом теплоносителя). При этом на полках-выносах указываются номер участка, его тепловая нагрузка Q_{yc} и длина l_{yc} (см. прил. 16).

Рассчитывается суммарная длина всех участков $\Sigma l_{гцк}$.

3. Определяется среднее значение потерь давления R_{cp} по ГЦК, Па/м:

$$R_{cp} = \frac{(1-k) \cdot \Delta P_{pc}}{\Sigma l_{гцк}} \quad (2.17)$$

где k – коэффициент, учитывающий долю потерь давления на местные сопротивления от общей величины циркуляционного давления ($k=0,35$ для систем с искусственной циркуляцией, $k=0,5$ для систем с естественной циркуляцией).

4. Определяются расходы воды на расчетных участках G_{yc} , кг/ч :

$$G_{yc} = \frac{3,6 \cdot Q_{yc}}{c_w \cdot (t_e - t_o)} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2, \quad (2.18)$$

где β_1, β_2 – коэффициенты (см. прил.10).

На основании полученных значений Q_{yc} , G_{yc} , l_{yc} заполняются соответствующие графы таблицы гидравлического расчета (прил.18).

5. Для каждого участка подбираются диаметры трубопроводов d по таблицам гидравлического расчета трубопроводов систем водяного отопления [6, 8] (или по прил.19), ориентируясь по R_{cp} и $G_{уч}$. При этом в расчетную таблицу записываются соответствующие значения скорости движения воды на участке W и удельные потери давления на трение R . Подбор диаметров трубопроводов осуществляется в соответствии с выпускаемым сортаментом труб [6, 8]. В соответствии с полученными значениями R , W рассчитываются потери давления на трение $R \cdot l$ и в местных сопротивлениях Z .

$$Z = \sum \zeta \frac{W^2}{2} \cdot \rho, \quad (2.19)$$

где $\sum \zeta$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений на данном расчетном участке (определяется суммированием значений ζ по табличным данным [6] или [8] или по прил.20);

ρ – плотность теплоносителя на данном участке, кг/м^3 .

6. Определяются суммарные потери давления на трение и в местных сопротивлениях по каждому участку и в целом по ГЦК $\Sigma(R \cdot l + Z)$.

Если выполняется условие

$$\Sigma(R \cdot l + Z)_{ГЦК} = (0,9 \dots 0,95) \cdot \Delta P_{rc}, \quad (2.20)$$

то подбор диаметров трубопроводов по ГЦК считается выполненным правильно. Если условие не выполняется, то изменяют диаметры трубопроводов на отдельных участках (в первую очередь на тех участках, где R существенно отличается от R_{cp}), добиваясь выполнения условия (2.20).

7. Производится увязка потерь давлений всех остальных циркуляционных колец системы отопления (ответвлений, стояков) с ГЦК.

Для этого каждое из «увязываемых» циркуляционных колец разбивается на отдельные участки, для которых в соответствии с вышеизложенными положениями рассчитываются $G_{уч}$, d , W , $R \cdot l$, Z . Подбором диаметров трубопроводов добиваются равенства потерь давления $\Sigma(R \cdot l + Z)$ между общими участками ГЦК и рассчитываемого циркуляционного кольца. При этом допускается невязка в размере 15% – при тупиковой схеме движения воды, 5% – при попутной схеме движения теплоносителя. Результаты расчетов всех циркуляционных колец заносятся в таблицу (см. прил. 18).

3 РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

В жилых зданиях в соответствии с [2] предусматривается устройство естественной вытяжной вентиляции с удалением воздуха из санузлов и кухонь при неорганизованном притоке свежего воздуха через неплотности ограждающих конструкций, оконные форточки и фрамуги.

3.1 Определение требуемого воздухообмена и выбор схемы вентиляционной системы

Величина требуемого воздухообмена L_p рассчитывается:

– для жилых помещений:

а) $30 \text{ м}^3/\text{ч}$ для жилых помещений общей площадью квартиры на 1 человека более 20 м^2 ;

б) $3 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 м^2 жилой площади для жилых помещений общей площадью квартиры на 1 человека менее 20 м^2 ;

– для санузлов и кухонь принимается в соответствии с [2].

За расчетный воздухообмен квартиры принимается большая из двух величин: суммарного воздухообмена для жилых комнат или суммарного воздухообмена для кухни и санузлов.

Удаление воздуха из квартиры осуществляется через вытяжные решетки и каналы, расположенные в кухнях и санузлах.

Конструирование вытяжной вентиляции заключается в размещении вертикальных и горизонтальных вентиляционных каналов, вытяжных вентиляционных шахт, определении их конструктивного решения. Результатом данного раздела является разработка пространственных схем систем вентиляции, размещение вентиляционных решеток, вытяжных каналов, шахт на планах этажей и чердака здания (при этом каждой системе вентиляции присваивается свой номер, например, ВЕ-1, ВЕ-2 и т.д.).

Удаление воздуха из отдельных помещений целесообразно предусматривать по самостоятельным вытяжным каналам. В пределах одной квартиры допускается объединение каналов из уборных и ванных комнат. На чердаке допускается объединение вентиляционных каналов кухонь и санузлов различных квартир в одну систему. Не допускается объединять в общую систему каналы из помещений, ориентированных на разные фасады зданий.

При конструировании систем вентиляции руководствуются следующими правилами.

Вентиляционные каналы размещаются в толще внутренних капитальных кирпичных стен или в бороздах, закрываемых снаружи плитами. Размеры сечения каналов принимаются кратными размерам 1/2 кирпича. Наименьший размер каналов 1/2 × 1/2 кирпича (140×140 мм). Толщина стенок канала и минимальное расстояние между каналами должно быть не менее 1/2 кирпича. Каналы в кирпичных стенах располагаются от дверных проемов на расстоянии 1,5 кирпича (380 мм). В наружных стенах вентиляционные каналы не устраиваются.

При отсутствии кирпичных капитальных стен или невозможности размещения в них всех каналов допускается устройство пристенных каналов из блоков, кирпича, стальных воздуховодов. Наименьший размер приставных каналов 100×100 мм. При увеличении размеров они должны быть кратны 50 мм. Если приставные каналы размещаются у наружной стены, то между стеной и воздуховодом обязательно оставляют зазор не менее 50 мм или делают утепление.

Низ вертикальных вентиляционных каналов располагается на 0,5 м ниже уровня перекрытия. Вход в каналы закрывается вентиляционными решетками.

Вертикальные вентиляционные каналы устраиваются самостоятельными с выходом за пределы кровли. В уровне чердачного пространства вертикальные вентиляционные каналы могут выполняться из асбестоцементных труб, блоков, кирпичной кладки или оцинкованной стали с обязательным утеплением в пространстве чердака.

Допускается объединение вертикальных вентиляционных каналов в уровне чердачного пространства в горизонтальный сборный канал. Горизонтальные каналы на чердаке здания выполняются из кирпича, блоков или устраивается деревянный каркас с обшивкой стальными листами. Сборные каналы на чердаке размещают по железобетонному покрытию с последующим утеплением. Размер горизонтальных каналов, расположенных на чердаке, следует принимать не менее 200×200 мм. Максимальное отношение размеров сторон прямоугольного сечения 1:2.

Вытяжные шахты устраиваются с объединенными каналами. Шахты с объединенными каналами выполняются из асбестоцементных труб, оцинкованной стали или выполняется деревянный каркас с обшивкой оцинкованной сталью. В уровне чердака вытяжные шахты утепляются минераловатными плитами или другим эффективным утеплителем.

Вытяжные шахты рекомендуется размещать в наиболее высокой части чердачного помещения или кровли. Радиус действия систем вентиляции с естественным побуждением – не более 8 м.

Конструирование вентиляции заканчивается вычерчиванием аксонометрических схем вытяжных систем (масштаб 1:100).

На планах этажей против вытяжных отверстий указываются количество воздуха, удаляемого по каналу, размеры решетки и канала.

3.2 Аэродинамический расчет естественной вытяжной вентиляции

Целью аэродинамического расчета является подбор сечения вытяжных каналов и вентиляционных решеток, обеспечивающих удаление из помещения расчетного количества воздуха при расчетном естественном давлении ΔP_E .

Расчет производится по пространственной схеме системы вентиляции в следующей последовательности:

– определяется естественное (гравитационное давление) для вытяжных вентиляционных каналов каждого этажа:

$$\Delta P_E^i = h_i \cdot g \cdot (\rho^{+5} - \rho^{+20}), \quad (2.21)$$

где ΔP_E^i – естественное давление для каналов i -го этажа, Па;

h_i – разность отметок устья вытяжной шахты и середины вентиляционной решетки рассчитываемого этажа, м;

ρ^{+5}, ρ^{+20} – соответственно плотность наружного (при температуре +5 °С) и внутреннего (при +20 °С) воздуха, кг/м³. Величины ρ^{+5}, ρ^{+20} можно определить по формуле (2.5);

– производится разбивка аксонометрической схемы системы вентиляции на расчетные участки, которые нумеруют. Определяются длина каждого участка $l_{yч}$ и путем последовательного суммирования расход воздуха на каждом участке $L_{yч}$. Результаты заносят на схему в виде дроби на полке-выноске: в числителе – расход, м³/ч; в знаменателе – длина, м (прил.21);

– проводится аэродинамический расчет наиболее удаленного от вытяжной шахты вентиляционного канала верхнего этажа (остальные каналы рассчитываются после расчета этого канала путем увязки потерь давления параллельных ветвей системы). Для этого на каждом расчетном участке системы вентиляции определяются ориентировочные площади сечения каналов f_{op} :

$$f_{op} = L_{yч} / (3600 \cdot W_{op}), \quad (2.22)$$

где $L_{yч}$ – расход воздуха на данном участке, м³/ч; W_{op} – ориентировочная скорость движения воздуха, принимаемая равной: в вертикальных каналах $W_{op}=0,6$ м/с, в горизонтальных сборных каналах $W_{op}=1,0$ м/с, в вытяжных вентиляционных шахтах $W_{op}=1,5$ м/с.

По f_{op} в соответствии с типовыми размерами уточняются размеры каналов на всех расчетных участках (прил. 22). Рассчитывается фактическая скорость движения воздуха на каждом участке:

$$W_{yч} = L_{yч} / (3600 \cdot f_{yч}), \quad (2.23)$$

где $f_{yч}$ – фактическая (уточненная) площадь сечения каналов, м².

Рассчитывается эквивалентный диаметр каналов:

$$d_{экс} = (2 \cdot a \cdot b) / (a + b), \quad (2.24)$$

где a, b – размеры сечения каналов, м.

Результаты расчетов заносятся в таблицу (см. прил.21).

По полученным значениям $d_{экс}$ и W по номограмме (прил.24) определяются удельные потери давления на трение R . Общие потери давления на трение на участках определяются по формуле

$$\Delta P_{mp} = R \cdot l_{уч} \cdot \beta, \quad (2.25)$$

где β – коэффициент шероховатости, принимаемый в соответствии с прил.23.

Рассчитываются потери давления в местных сопротивлениях Z :

$$Z = \sum \zeta \cdot \frac{W_{уч}^2}{2} \rho_v^{+20}, \quad (2.26)$$

где $\sum \zeta$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений каналов на отдельных участках (определяемых в соответствии с [6, 8] или по прил.25) и общие потери давления на каждом участке $R \cdot l_{уч} \cdot \beta + Z$ и в целом по ветви $\sum \Delta P_{nom}^i = \sum (R \cdot l_{уч} \cdot \beta + Z)$.

Расчет ветви заканчивается, если запас естественного давления на неучтенные потери составляет 5 – 10%, то есть выполняется условие

$$\frac{\Delta P_E^i - \sum \Delta P_{nom}^i}{\Delta P_E^i} \cdot 100\% = 5 - 10\%, \quad (2.27)$$

где $\sum \Delta P_{nom}^i$ – суммарные полные потери давления по ветви i -го этажа от входа воздуха в решетку до его выхода из шахты в атмосферу, Па.

Если $\sum \Delta P_{nom}^i$ окажется намного меньше по сравнению с ΔP_E^i , значит, решетка или отдельные участки канала выбраны слишком большого сечения. При окончательном расчете уменьшают вначале сечения каналов до минимально возможных по конструктивным требованиям (в первую очередь тех, где $W_{уч}$ существенно отличается от W_{op}), а если этого недостаточно, то уменьшают сечение решетки, вводя в него вкладыш, номер которого подбирается расчетом. Таким образом добиваются выполнения условия (2.27).

Проводится увязка остальных ветвей системы. Для расчета ветвей системы вычисляется расчетное давление в точке слияния потоков, расположенной на ранее рассчитанной ветви:

$$\Delta P_{p,n} = \Delta P_E^i - \sum (R \cdot l_{уч} \cdot \beta + Z)_n, \quad (2.28)$$

где ΔP_E^i – расчетное естественное давление для ветви рассматриваемого этажа, Па;

$\sum (R \cdot l_{уч} \cdot \beta + Z)_n$ – полные потери давления на общих с ранее рассчитанной ветвью участках (т.е. от точки слияния потоков до выхода воздуха в атмосферу), Па.

Задаваясь сечением каналов на параллельных участках, определяют $W_{уч}$, $d_{экс}$, R , $R \cdot l_{уч} \cdot \beta$, Z , $R \cdot l_{уч} \cdot \beta + Z$ и добиваются выполнения условия

$$\frac{\Delta P_{p,n} - \sum P_{n,n}}{\Delta P_{n,n}} \cdot 100\% = 5 - 10\%, \quad (2.29)$$

где $\sum \Delta P_{n,n}$ – сумма полных потерь давления на параллельных участках, т.е. от входа воздуха в решетку до точки слияния потоков, Па.

При выполнении условия (2.29) расчет параллельных ветвей считается законченным.

4 ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Расчетно-пояснительная записка выполняется на листах формата А4 (210×297 мм) и должна содержать следующие разделы:

- содержание;
- задание на проектирование;
- общая часть;
- расчет и конструирование системы отопления;
- расчет и конструирование системы естественной вентиляции;
- спецификация оборудования и материалов;
- список литературы.

Каждый раздел может иметь соответствующие подразделы. Расчетно-пояснительная записка должна давать достаточно полное представление о выполненной работе с описанием принятых решений, приложением расчетов. Записка составляется параллельно с выполнением работы и должна содержать ссылки на источники, откуда взяты данные для расчетов.

В общей части пояснительной записки указываются:

- характеристика здания, его назначение, этажность, конструктивное решение ограждающих конструкций, район строительства;
- источник теплоснабжения, параметры теплоносителя, место расположения индивидуального теплового пункта;
- характеристика системы отопления, тип системы отопления, схема движения теплоносителя по трубопроводам, тип и место установки отопительных приборов, способ прокладки стояков и подводок, место прокладки магистралей, способ удаления воздуха из системы, компенсация тепловых удлинений, теплоизоляция трубопроводов, установка запорно-регулирующей арматуры;
- характеристика вытяжной системы вентиляции, тип каналов (горизонтальных, вертикальных), место прокладки каналов, материал каналов.

В расчетных разделах пояснительной записки приводятся результаты соответствующих расчетов систем отопления и вентиляции (таблицы расчетов с необходимыми пояснениями, схемами и исходными данными).

Графическая часть выполняется на двух листах ватмана или миллиметровой бумаги формата А2 (597×420 мм), или одном листе формата А1 (597×840 мм), или четырех листах формата А3 (420×297 мм). На каждом листе в правом нижнем углу размещается основная надпись, заполняемая в соответствии с прил. 26.

Спецификация оборудования и материалов выполняется на листе формата А3 (420×297 мм) и заполняется на основании выполненных расчетов и чертежей систем отопления и вентиляции по форме, приведенной в прил. 27.

На листы выносятся:

- чертежи планов чердака, подвала, первого и второго этажей здания, выполненные в масштабе 1:100, с нанесением на них элементов системы отопления и вентиляции;
- аксонометрическая схема системы отопления (М 1:100);
- аксонометрические схемы системы вентиляции (М 1:100);
- схема подключения отопительного прибора к стояку (М 1:20 или М 1:50).

Планы систем отопления и вентиляции изображают в виде сечения систем горизонтальной плоскостью, проходящей под перекрытием или покрытием данного этажа. При этом строительные конструкции здания (стены, перегородки, заполнение оконных проемов и т. п.) показывают тонкими линиями, а элементы систем отопления и вентиляции – толстыми сплошными линиями.

Трубопроводы, расположенные друг над другом, на планах условно показывают параллельными линиями. При этом трубопровод показывают одной линией, а воздуховод –

двумя линиями. Пунктиром показывается толщина стенок утепленных каналов, прокладываемых на чердаке или в других неотапливаемых помещениях.

На планы наносят:

- разбивочные оси и расстояния между ними;
- привязки к разбивочным осям здания основного отопительно-вентиляционного оборудования;
- диаметры труб, диаметры и сечения вентиляционных каналов и воздуховодов;
- количество секций радиаторов или характеристику других отопительных приборов (в прямоугольнике, расположенном на свободном месте чертежа рядом с отопительным прибором или на выносной линии);

– обозначение стояков системы отопления и вентиляционных систем.

На аксонометрической схеме системы отопления показывают:

- диаметр трубопроводов;
- отметки уровней осей и уклоны трубопроводов;
- размеры горизонтальных участков труб, неподвижные опоры, компенсаторы и не типовые крепления (если они есть);
- число секций радиаторов или характеристику других отопительных приборов;
- номера стояков, запорно-регулирующую арматуру и другие элементы систем.

На схемах системы вентиляции показывают:

- размеры вентиляционных каналов или воздуховодов и количество проходящего воздуха ($\text{м}^3/\text{ч}$);
- отметки уровня оси круглых или низа прямоугольных каналов;
- регулирующие, воздухоприемные и воздухораспределительные устройства.

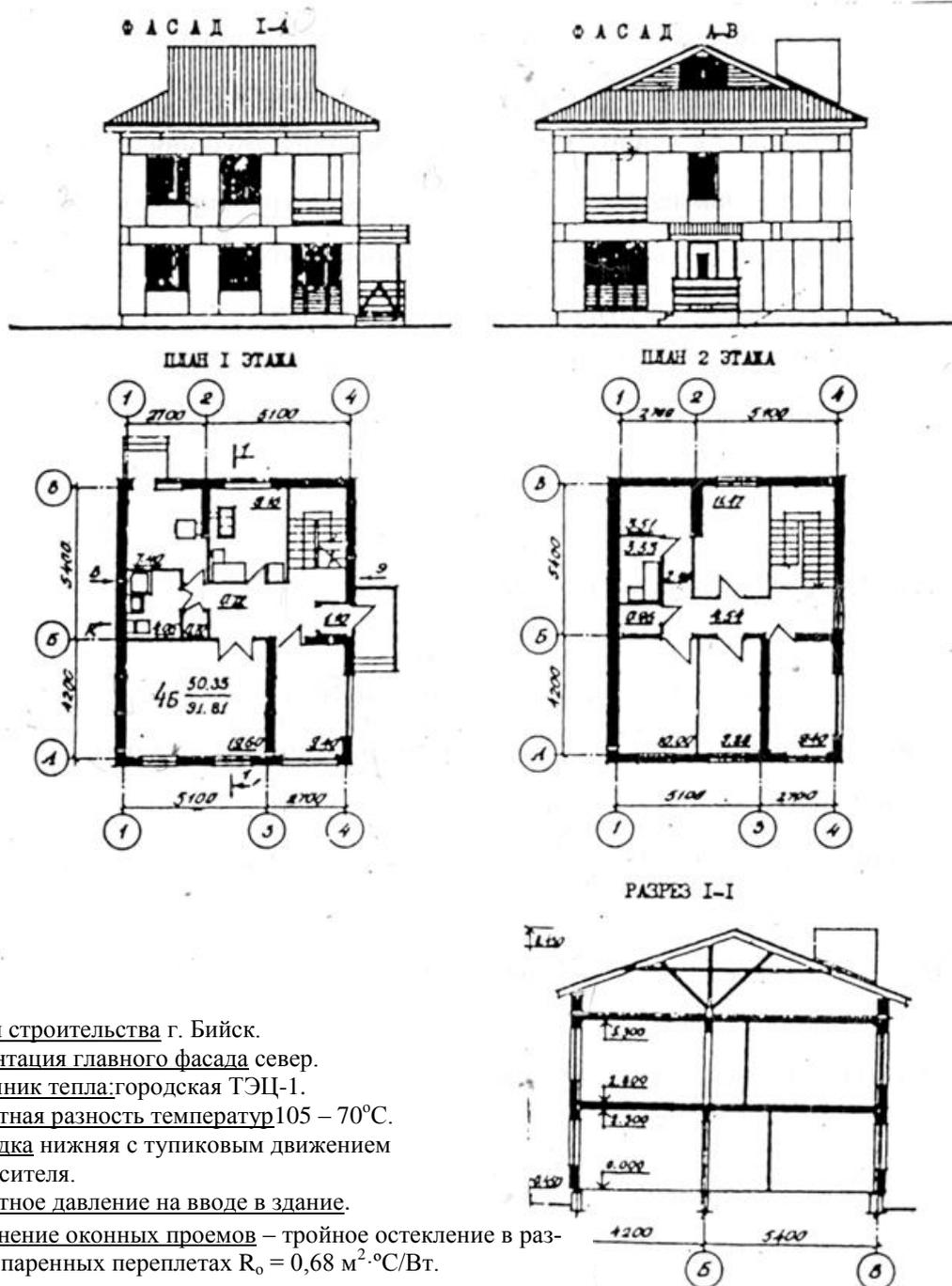
Пример размещения графической части на чертежах приведен в прил. 28.

ЛИТЕРАТУРА

1. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование.– СПб.: ДЕАН, 2004.– 142 с.
2. СП 54.13330.2011.Здания жилые многоквартирные. – 31 с.
3. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. – М.: Госстрой России, 2012. – 26 с.
4. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий. – М.: Госстрой России, 2001. – 96 с.
5. СП 131.13330.2012 «Строительная климатология». – М.: Госстрой России, 2015. – 120 с.
6. Внутренние санитарно-технические устройства: В 3 ч. / Ред.И.Г. Староверов, Ю.Н. Шиллер. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1990. – Ч. 1.
7. ГОСТ 21.602-2003.Правила выполнения рабочей документации отопления, вентиляции и кондиционирования. – СПб.: ДЕАН, 2004. – 60 с.
8. Тихомиров К. В. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция: Учебник для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1981. – 272 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

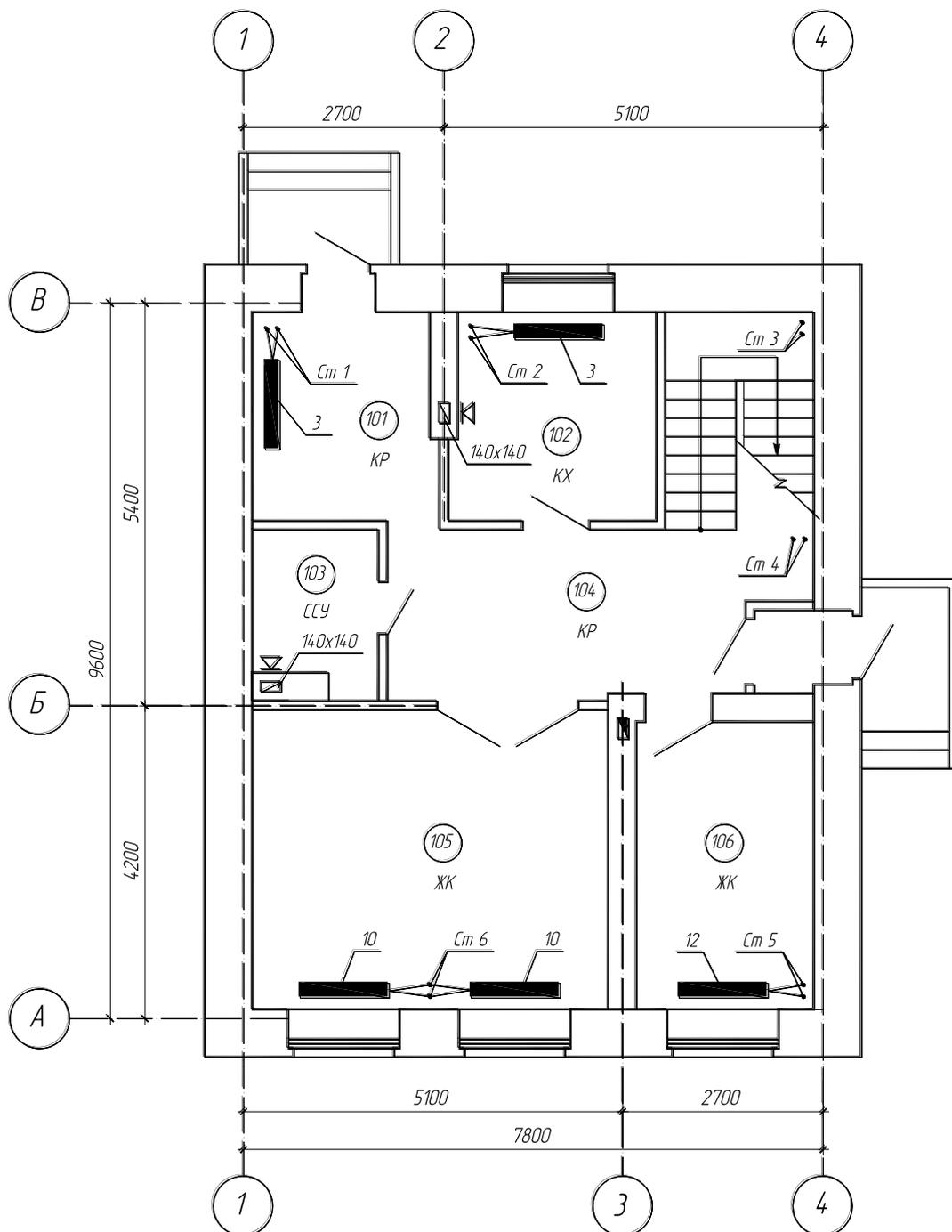
ЗАДАНИЕ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ ПО ОТОПЛЕНИЮ И ВЕНТИЛЯЦИИ ЖИЛОГО ЗДАНИЯ



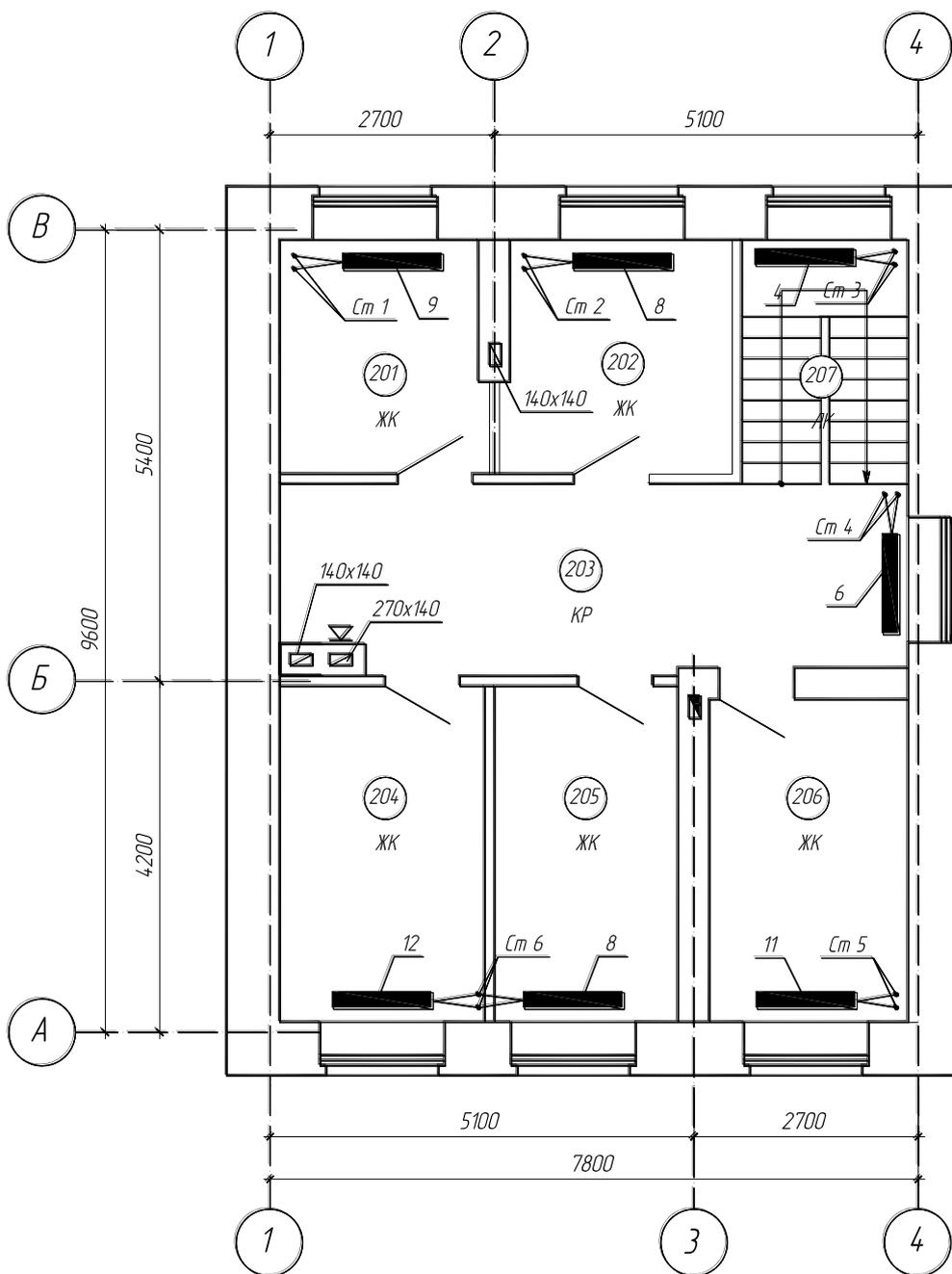
1. Район строительства г. Бийск.
2. Ориентация главного фасада север.
3. Источник тепла: городская ТЭЦ-1.
4. Расчетная разность температур $105 - 70^{\circ}\text{C}$.
5. Разводка нижняя с тупиковым движением теплоносителя.
6. Расчетное давление на вводе в здание.
7. Заполнение оконных проемов – тройное остекление в раздельно спаренных переплетах $R_o = 0,68 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$.
8. Наружные стены – облегченная кирпичная кладка толщиной 640 мм $R_o = 2,84 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$.
9. Покрытие чердачное с утеплителем из минераловатных плит толщиной 220 мм $R_o = 2,96 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$.
10. Пол первого этажа – утепленный по железобетонным $R_o = 1,49 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$.
11. Внутренние стены – кирпичные: несущие толщиной 3 перегородки – 120 мм.
12. Входные двери – двойные $R_o = 1,08 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$.
13. Отопительные приборы – М-90.
14. Здание с неотапливаемым подвалом.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ПЛАНОВ ЭТАЖЕЙ ЗДАНИЯ

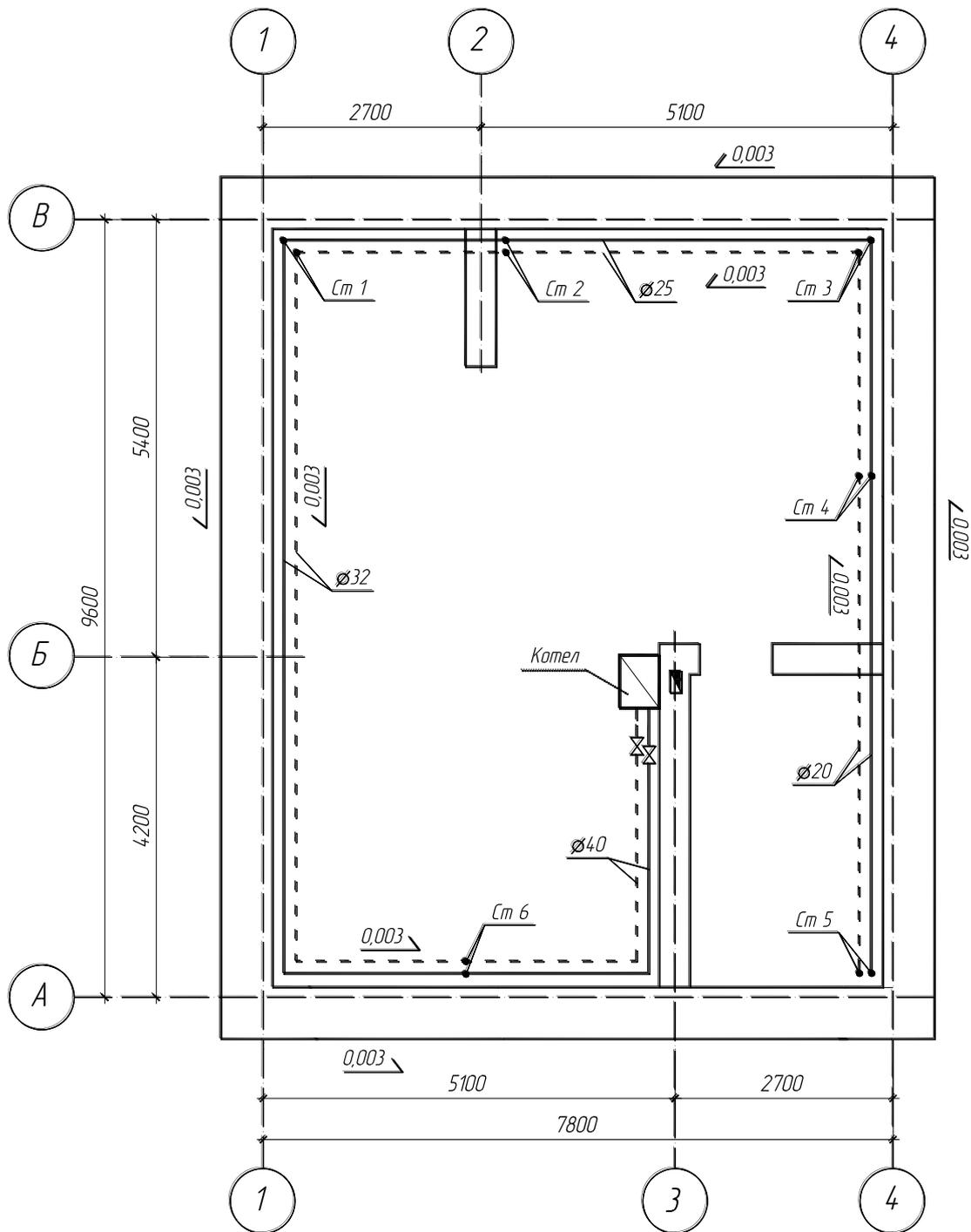
План 1-го этажа



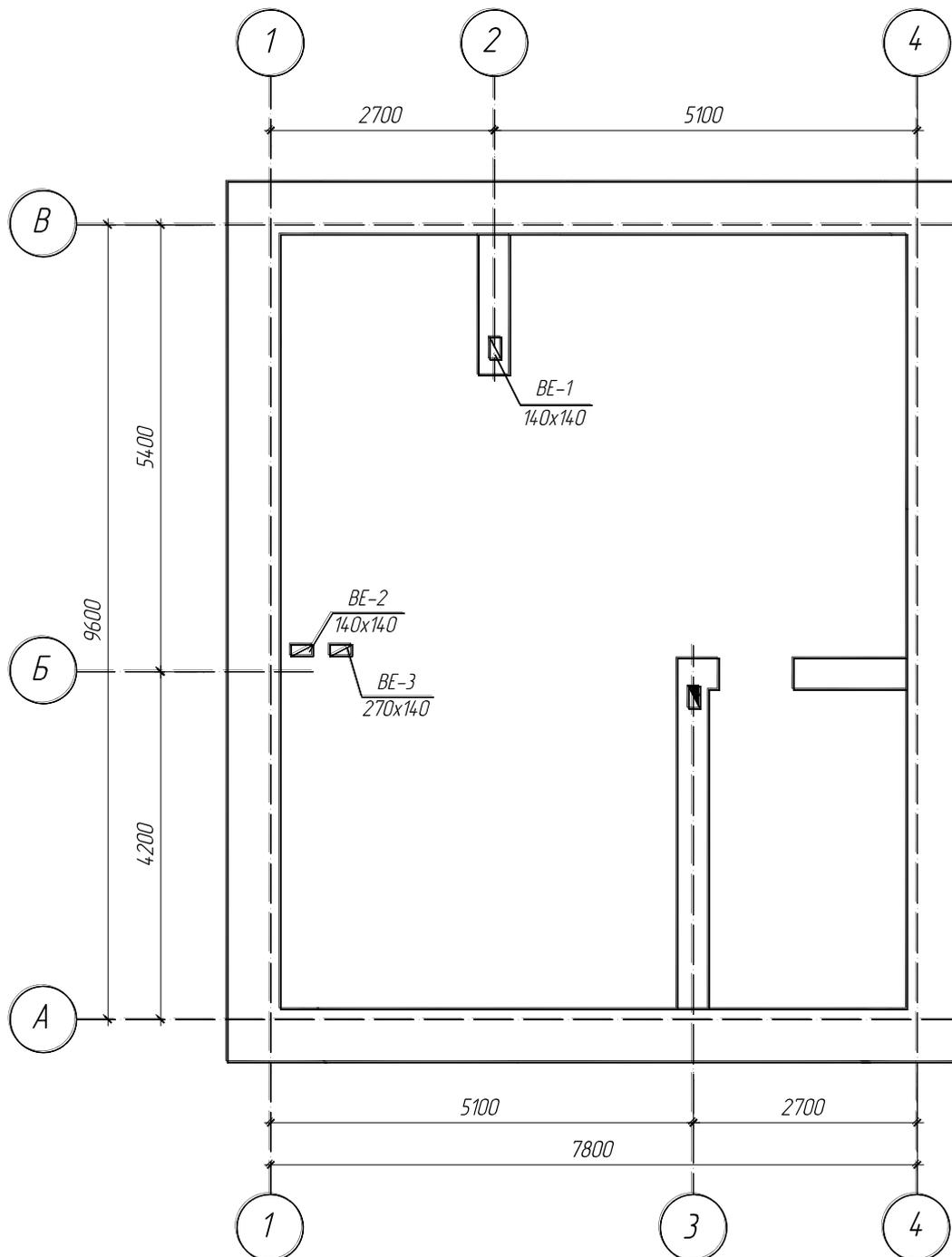
План 2-го этажа



План подвала

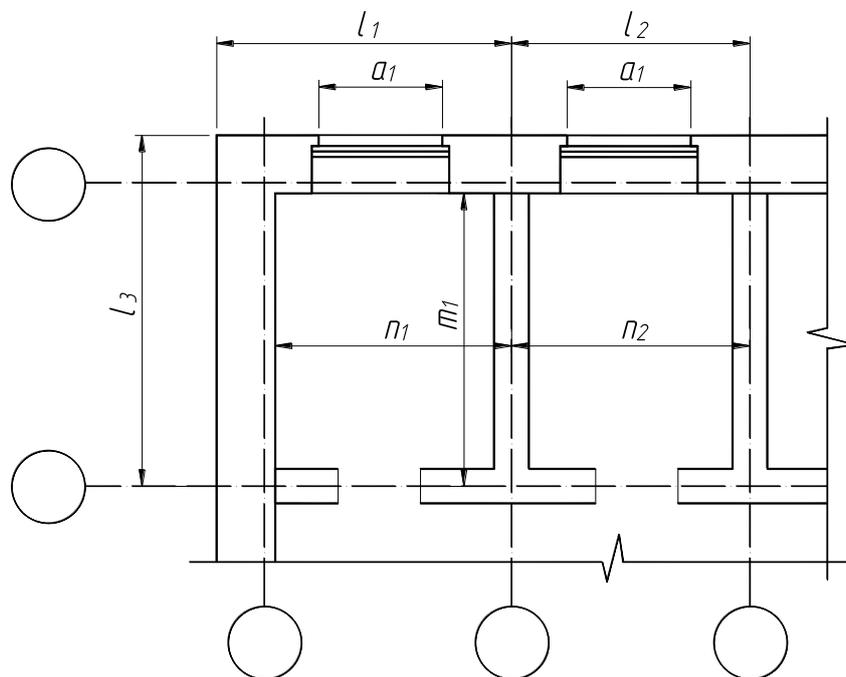


План чердака

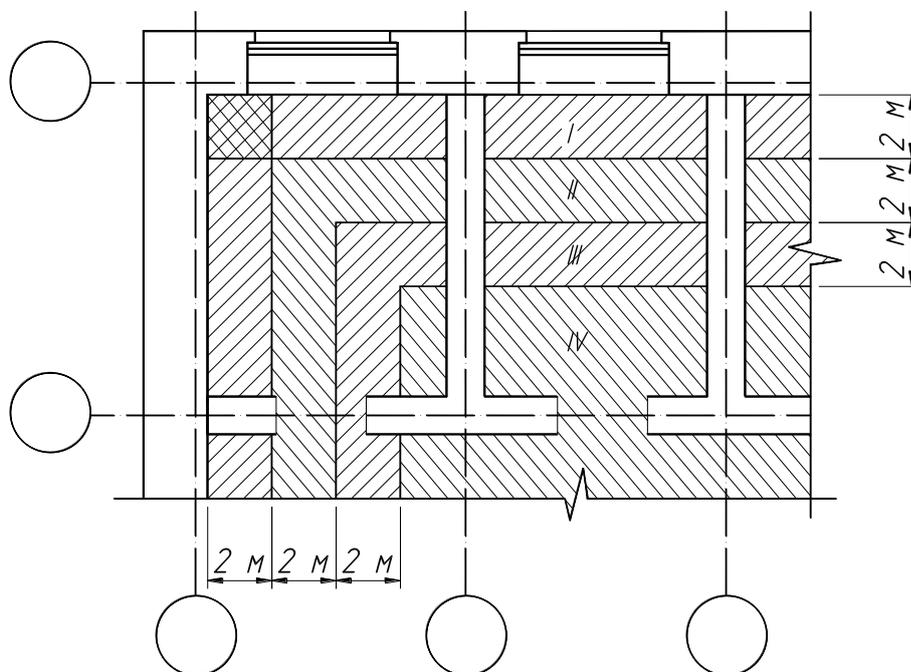


ПРИЛОЖЕНИЕ 3 ПРАВИЛА ОБМЕРА ПОВЕРХНОСТЕЙ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

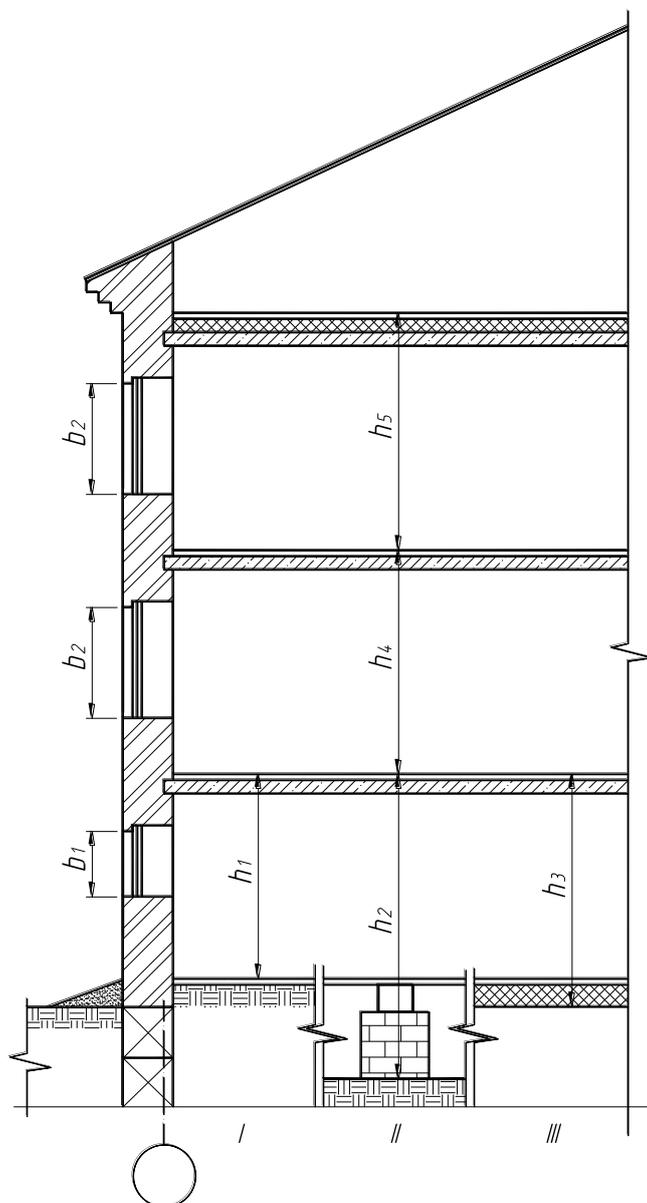
а) определение геометрических размеров ограждающих конструкций в плане:



б) определение геометрических размеров зон при расчете теплотерь через полы по грунту:



в) определение геометрических размеров (высот) ограждающих конструкций в разрезе:



Условные обозначения:

I – полы по грунту;

II – полы на лагах;

III – полы над неотапливаемыми подвалами.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
ТАБЛИЦА РАСЧЕТА ТЕПЛОПOTЕРЬ ЧЕРЕЗ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ

№ пом.	Назначение помещения	$t_{int},$ °C	Характеристика ограждающих конструкций				$R_o,$ м ² ·°C/Вт	n	$t_{int} - t_{ext},$ °C	$Q_h,$ Вт	Добавки к Q_h			$Q_h,$ Вт	$\Sigma Q_h,$ Вт
			наименование	ориентация	размеры, м	площадь, м ²					на ориент.	прочие	$1+\Sigma\beta$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
101	КР	16	нс*	ю	2,6×3,1	6,1	2,84	1	56	120	-	-	1,0	120	660
			нс	в	2,9×3,1	9,0	2,84	1		180	0,1	-	1,1	200	
			дп	ю	2,0×1,0	2,0	1,08	1		110	-	1,65	2,65	300	
			пл	-	2,6×2,9	7,5	1,49	0,6	11	40	-	-	1,0	40	
102	КХ	18	нс*	ю	3,0×3,1	7,8	2,84	1	58	160	-	-	1,0	160	340
			ок	ю	1,4×1,1	1,5	0,68	1		130	-	-	1,0	130	
			пл	-	3,1×2,9	9,0	1,49	0,6	13	50	-	-	1,0	50	
103	ССУ	25	нс	в	1,8×3,1	5,6	2,84	1	65	130	0,1	-	1,1	150	340
			пл	-	1,8×2,4	4,3	1,49	0,6	20	40	-	-	1,0	40	
			вс*	-	4,3×3,1	11,5	0,17	0,14	9	90	-	-	1,0	90	
			дв	-	0,7×2,1	1,5	0,68	0,14		10	-	-	1,0	10	
			пт	-	1,8×2,4	4,3	0,16	0,14		40	-	-	1,0	40	
			вс	-	1,8×3,1	5,6	0,17	0,06	4	10	-	-	1,0	10	
104	КР	16	нс*	з	2,4×3,1	5,4	2,84	1	56	110	0,05	-	1,05	120	490
			дп	з	2,0×1,0	2,0	1,08	1		110	0,05	1,65	2,7	300	
			пл	-	2,4×5,8	13,9	1,49	0,6	11	70	-	-	1,0	70	

Продолжение приложения 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
105	ЖК	21	НС*	с	5,0×3,1	12,5	2,84	1	61	270	0,1	-	1,1	300	1050
			НС	в	4,0×3,1	12,4	2,84	1		270	0,1	-	1,1	300	
			ОК	с	1,4×1,1	1,5	0,68	1		140	0,1	-	1,1	160	
			ОК	с	1,4×1,1	1,5	0,68	1		140	0,1	-	1,1	160	
			ПЛ	-	5,0×4,0	20,0	1,49	0,6	16	130	-	-	1,0	130	
106	ЖК	21	НС*	с	2,6×3,1	6,6	2,84	1	61	150	0,1	-	1,1	170	690
			НС	з	4,0×3,1	12,4	2,84	1		270	0,05	-	1,05	290	
			ОК	с	1,4×1,1	1,5	0,68	1		140	0,1	-	1,1	160	
			ПЛ	-	2,6×4,0	10,4	1,49	0,6	16	70	-	-	1,0	70	
201	ЖК	21	НС*	ю	2,6×3,0	6,3	2,84	1	61	140	-	-	1,0	140	600
			НС	в	2,9×3,0	8,7	2,84	1		190	0,1	-	1,1	210	
			ОК	ю	1,4×1,1	1,5	0,68	1		110	-	-	1,0	110	
			ПТ	-	2,6×2,9	7,5	2,96	0,9		140	-	-	1,0	140	
202	ЖК	21	НС*	ю	3,0×3,0	7,5	2,84	1	61	170	-	-	1,0	170	450
			ОК	ю	1,4×1,1	1,5	0,68	1		110	-	-	1,0	110	
			ПТ	-	3,0×2,9	8,7	2,96	0,9		170	-	-	1,0	170	
203	КР	16	НС	в	2,4×3,0	7,2	2,84	1	56	150	0,1	-	1,1	170	720
			НС*	з	2,4×3,0	5,7	2,84	1		120	0,05	-	1,05	130	
			ОК	з	1,4×1,1	1,5	0,68	1		100	0,05	-	1,05	110	
			ПТ	-	2,6×4,0	18,2	2,96	0,9		310	-	-	1,0	310	
204	ЖК	21	НС*	с	2,6×3,0	6,3	2,84	1	61	140	0,1	-	1,1	160	780
			НС	в	4,0×3,0	12,0	2,84	1		260	0,1	-	1,1	290	
			ОК	с	1,4×1,1	1,5	0,68	1		110	0,1	-	1,1	130	
			ПТ	-	2,4×4,0	9,6	2,96	0,9		200	-	-	1,0	200	

Окончание приложения 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
205	ЖК	21	НС*	с	2,4×3,0	5,7	2,84	1	61	130	0,1	-	1,1	150	460
			ОК	с	1,4×1,1	1,5	0,68	1		110	0,1	-	1,1	130	
			ПТ	-	2,4×4,0	9,6	2,96	0,9		180	-	-	1,0	180	
206	ЖК	21	НС*	с	2,6×3,0	6,3	2,84	1	61	140	0,1	-	1,1	160	750
			НС	з	4,0×3,0	12,0	2,84	1		260	0,05	-	1,05	280	
			ОК	с	1,4×1,1	1,5	0,68	1		110	0,1	-	1,1	130	
			ПТ	-	2,6×4,0	9,6	2,96	0,9		180	-	-	1,0	180	
207	ЛК	16	НС*	ю	2,0×6,1	10,7	2,84	1	56	220	-	-	1,0	220	820
			НС	з	2,9×6,1	17,7	2,84	1		350	0,05	-	1,05	370	
			ОК	ю	1,4×1,1	1,5	0,68	1		100	-	-	1,0	100	
			ПТ	-	2,0×2,9	5,8	2,96	0,9		100	-	-	1,0	100	
			ПЛ	-	2,0×2,9	5,8	1,49	0,6	11	30	-	-	1,0	30	
Всего по зданию ΣQ_h															8150

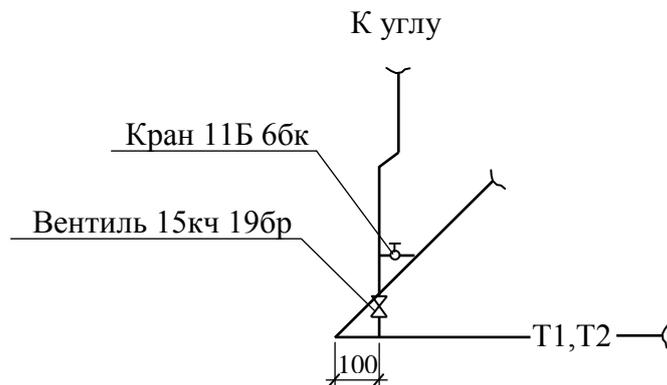
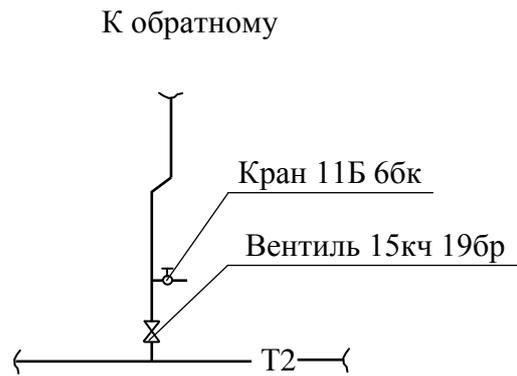
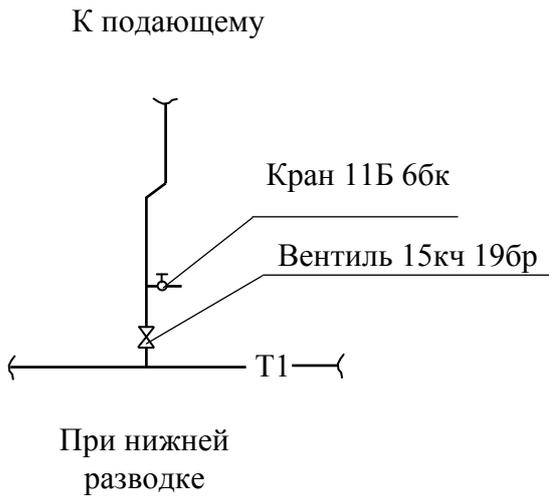
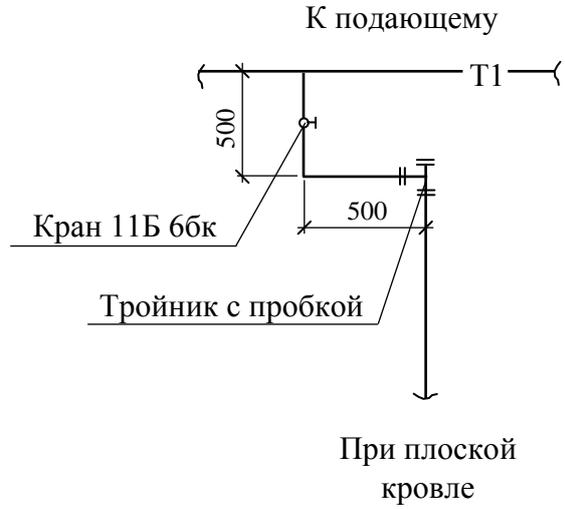
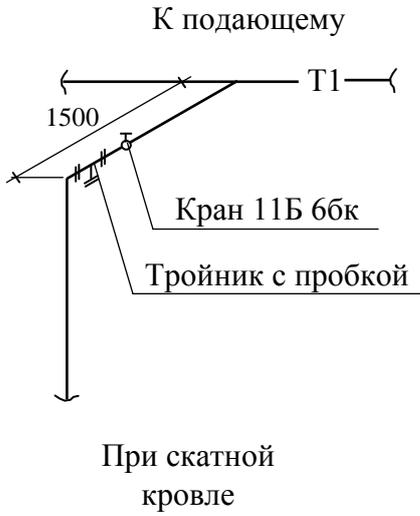
ПРИЛОЖЕНИЕ 5
РАСЧЕТ СВОДНЫХ ТЕПЛОПOTЕРЬ ПОМЕЩЕНИЙ

№ пом.	Назначение помещения	$\Sigma Q_{h.}$, Вт	Q_{inf} , Вт	Q_{int} , Вт	$Q_{h.}^y$, Вт	Примечания
101	КР	660	0	0	660	
102	КХ	340	0	130	210	+160 из 104
103	ССУ	340	0	0	340	Полотенцесушитель
104	КР	490	0	0	490	-160 в 102 и 106 -170 в 105
105	ЖК	1050	1540	290	2300	+170 из 104
106	ЖК	690	800	150	1340	+160 из 104
201	ЖК	600	580	110	1070	
202	ЖК	450	670	130	990	
203	КР	720	0	0	720	
204	ЖК	780	800	140	1440	
205	ЖК	460	740	140	1060	
206	ЖК	750	740	140	1350	
207	ЛК	820	0	0	820	
		8150	5870	1230	12790	

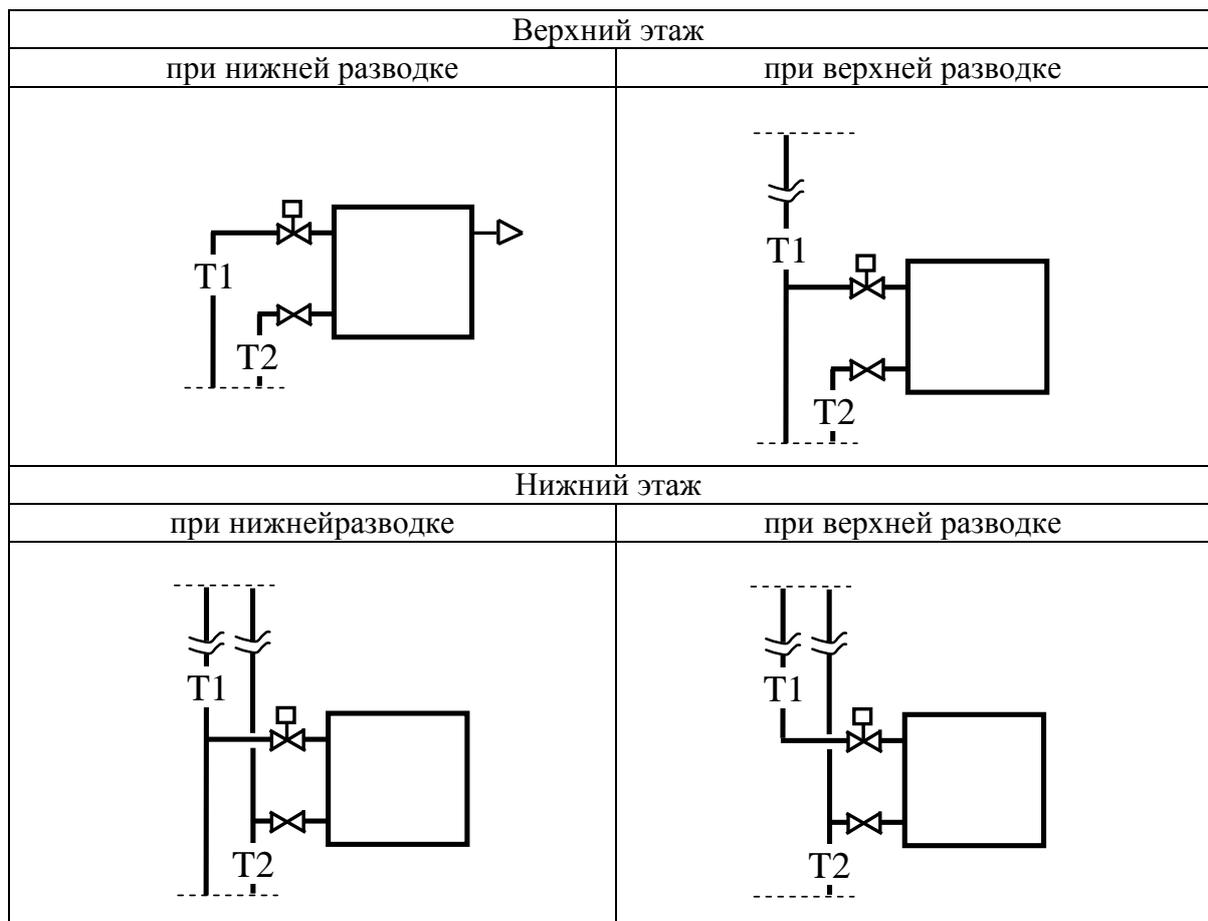
Примечания:

1. Бытовые теплопоступления приняты по интерполяции в размере 14,3 Вт на 1 м² пола.
2. Нормируемый воздухообмен принят в размере 3 м³/ч на 1 м² пола.

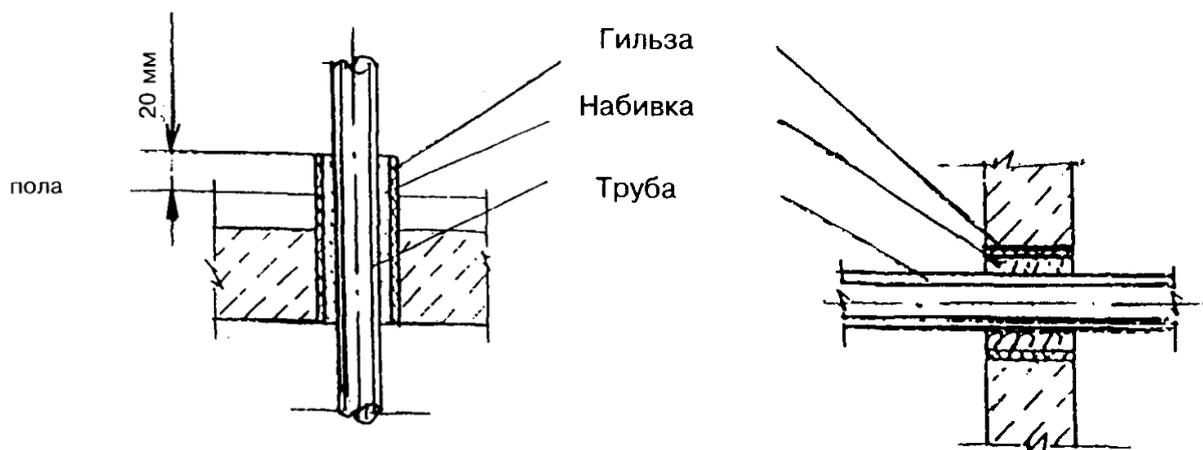
ПРИЛОЖЕНИЕ 6
СХЕМЫ ПРИСОЕДИНЕНИЯ СТОЯКОВ К МАГИСТРАЛЬНЫМ
ТРУБОПРОВОДАМ



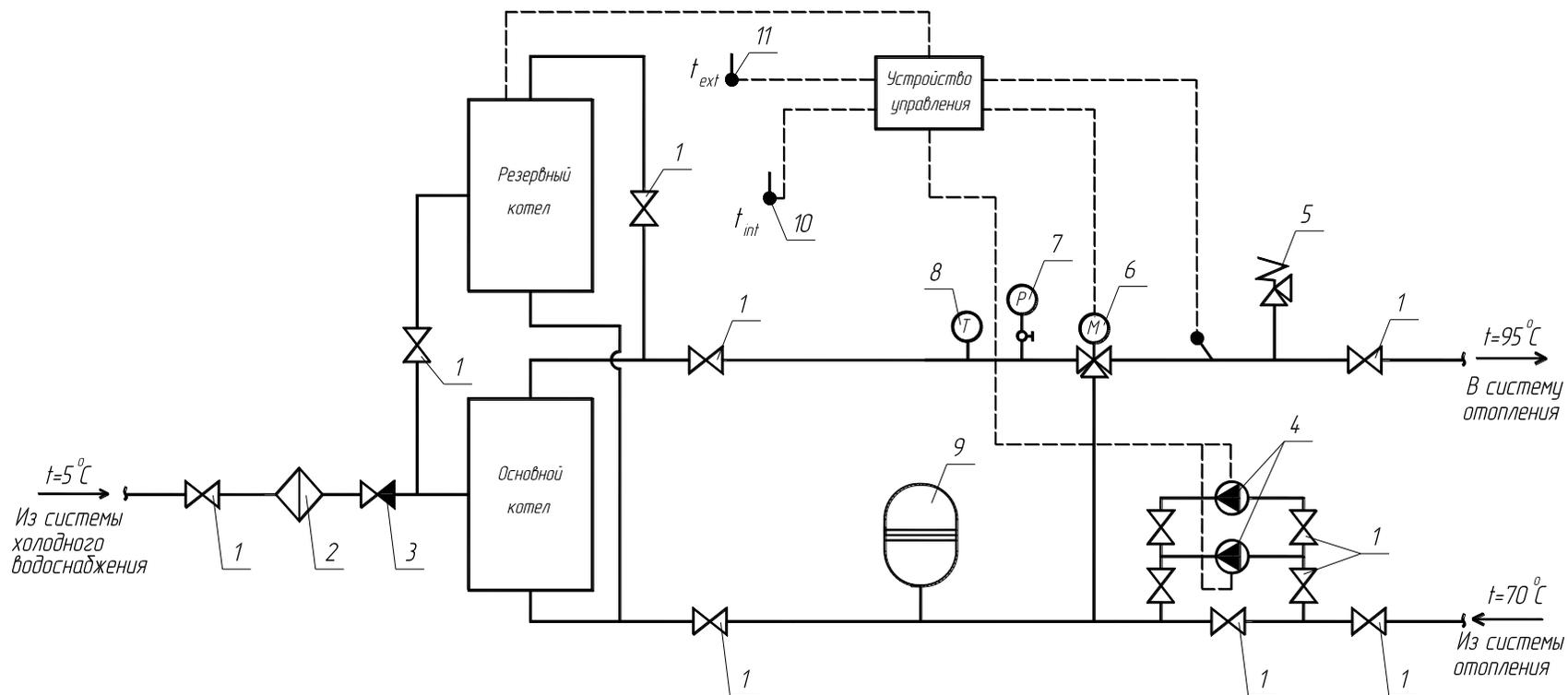
ПРИЛОЖЕНИЕ 7
СХЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ ДВУХТРУБНОЙ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ К СТОЯКАМ



ПРИЛОЖЕНИЕ 8
СХЕМА ПРОКЛАДКИ ТРУБОПРОВОДА ЧЕРЕЗ ОГРАЖДАЮЩИЕ
КОНСТРУКЦИИ



ПРИЛОЖЕНИЕ 9
ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ОБВЯЗКИ КОТЛА



Условные обозначения:

1 – вентиль; 2 – фильтр магнитно-механический; 3 – обратный клапан; 4 – циркуляционный насос; 5 – клапан предохранительный; 6 – манометр с электроприводом; 7 – манометр; 8 – термометр; 9 – расширительный бак закрытого типа; 10 – датчик температуры внутреннего воздуха; 11 – датчик температуры наружного воздуха

ПРИЛОЖЕНИЕ 10
ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ β_1 И β_2

Шаг ряда отопительных приборов (тепло- отдача одной сек- ции), Вт	β_1	Тип отопительного перио- да	β_2 при установке у	
			наружной стены в том числе под окном	остек- ления
120	1,02	Радиатор чугунный	1,02	1,07
150	1,03	Радиатор алюминиевый	1,02	1,07
180	1,04	Радиатор панельный	1,04	1,10
210	1,06	Конвектор с кожухом	1,02	1,05
240	1,08	Конвектор без кожуха	1,03	1,07
300	1,13			

ПРИЛОЖЕНИЕ 11
ТЕПЛОТДАЧА ОТКРЫТО ПРОЛОЖЕННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ
(ВЕРТИКАЛЬНЫХ – ВЕРХНЯЯ СТРОКА, ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ – НИЖНЯЯ
СТРОКА) СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

$t_2 - t_{int}$, °C	Условный диаметр, мм	Теплоотдача 1 м трубы, Вт/м, через 1°C при $t_2 - t_{int}$									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
40	15	<u>28</u> 38	<u>30</u> 39	<u>30</u> 41	<u>31</u> 42	<u>32</u> 43	<u>34</u> 44	<u>34</u> 44	<u>35</u> 46	<u>36</u> 47	<u>37</u> 49
	20	<u>35</u> 46	<u>37</u> 47	<u>38</u> 50	<u>39</u> 52	<u>41</u> 53	<u>42</u> 55	<u>43</u> 57	<u>44</u> 58	<u>45</u> 59	<u>46</u> 60
	25	<u>44</u> 57	<u>46</u> 59	<u>47</u> 63	<u>49</u> 65	<u>51</u> 66	<u>52</u> 68	<u>53</u> 71	<u>55</u> 72	<u>56</u> 74	<u>58</u> 75
	32	<u>56</u> 74	<u>58</u> 77	<u>60</u> 79	<u>61</u> 81	<u>64</u> 84	<u>65</u> 86	<u>67</u> 89	<u>68</u> 92	<u>71</u> 94	<u>73</u> 96
	40	<u>64</u> 77	<u>66</u> 79	<u>68</u> 80	<u>70</u> 84	<u>72</u> 86	<u>74</u> 88	<u>77</u> 89	<u>78</u> 92	<u>80</u> 95	<u>82</u> 97
	50	<u>79</u> 93	<u>82</u> 95	<u>85</u> 99	<u>87</u> 101	<u>88</u> 105	<u>93</u> 107	<u>95</u> 110	<u>97</u> 113	<u>100</u> 115	<u>103</u> 118
50	15	<u>38</u> 50	<u>38</u> 51	<u>39</u> 52	<u>41</u> 53	<u>41</u> 56	<u>43</u> 57	<u>44</u> 58	<u>44</u> 59	<u>45</u> 60	<u>46</u> 61
	20	<u>47</u> 60	<u>49</u> 61	<u>50</u> 64	<u>51</u> 65	<u>52</u> 66	<u>53</u> 68	<u>54</u> 70	<u>56</u> 71	<u>57</u> 73	<u>58</u> 74
	25	<u>59</u> 73	<u>60</u> 74	<u>62</u> 76	<u>64</u> 79	<u>65</u> 80	<u>66</u> 82	<u>68</u> 85	<u>70</u> 86	<u>72</u> 88	<u>73</u> 91
	32	<u>74</u> 91	<u>76</u> 92	<u>78</u> 94	<u>80</u> 96	<u>82</u> 99	<u>84</u> 101	<u>86</u> 103	<u>88</u> 106	<u>91</u> 108	<u>92</u> 112

Окончание приложения 11

$t_2 - t_{int}$, °C	Условный диаметр, мм	Теплоотдача 1 м трубы, Вт/м, через 1°C при $t_2 - t_{int}$									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
50	40	<u>85</u> 100	<u>86</u> 102	<u>88</u> 106	<u>91</u> 108	<u>93</u> 110	<u>96</u> 113	<u>97</u> 116	<u>99</u> 118	<u>101</u> 121	<u>103</u> 124
	50	<u>106</u> 122	<u>108</u> 125	<u>111</u> 129	<u>114</u> 132	<u>117</u> 135	<u>120</u> 138	<u>123</u> 141	<u>125</u> 144	<u>128</u> 148	<u>131</u> 151
70	15	<u>59</u> 77	<u>60</u> 79	<u>61</u> 80	<u>63</u> 81	<u>64</u> 82	<u>65</u> 84	<u>66</u> 86	<u>67</u> 87	<u>68</u> 89	<u>70</u> 91
	20	<u>74</u> 93	<u>75</u> 95	<u>77</u> 96	<u>78</u> 87	<u>80</u> 100	<u>81</u> 102	<u>83</u> 103	<u>84</u> 105	<u>86</u> 107	<u>87</u> 108
	25	<u>93</u> 113	<u>94</u> 114	<u>96</u> 116	<u>97</u> 118	<u>100</u> 121	<u>101</u> 123	<u>103</u> 125	<u>107</u> 128	<u>108</u> 129	<u>109</u> 131
	32	<u>117</u> 138	<u>119</u> 141	<u>121</u> 143	<u>123</u> 145	<u>125</u> 148	<u>128</u> 151	<u>130</u> 153	<u>133</u> 156	<u>135</u> 159	<u>137</u> 162
	40	<u>132</u> 155	<u>135</u> 157	<u>137</u> 160	<u>140</u> 163	<u>143</u> 166	<u>145</u> 168	<u>148</u> 172	<u>151</u> 174	<u>152</u> 178	<u>154</u> 180
	50	<u>165</u> 187	<u>167</u> 191	<u>171</u> 194	<u>174</u> 198	<u>178</u> 202	<u>180</u> 205	<u>185</u> 208	<u>187</u> 213	<u>191</u> 215	<u>194</u> 218

ПРИЛОЖЕНИЕ 12
ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ НЕКОТОРЫХ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Наименование прибора, его тип, марка	Площадь поверх. нагрева, м ²	$q_{ном},$ Вт/м ²	Схема присоединения	Расход теплоносителя, $G_{np},$ кг/ч	Показатели степени		
					n	p	c
Радиаторы чугунные, секционные: МС – 140 – 108 МС – 140 – 98 МС – 90 – 108 М – 90	0,244 0,240 0,187 0,200	758 725 802 700	Сверху-вниз	18-50	0,3	0,02	1,039
				54-536	0,3	0	1,000
				540-900	0,3	0,01	0,996
Конвекторы настенные «Комфорт»: КН-20-0,985к КН-20-1,15к КН-20-1,805к	2,130 2,485 3,905	462 462 462	Любая	36-86	0,35	0,18	1,00
				90-900	0,35	0,07	1,00

Окончание приложения 12

Конвекторы настенные типа «Универсал»: КН20-0,400 КН20-0,479 КН20-0,655 КН20-0,787	0,952 1,140 1,830 2,200	420 420 357 358	Любая	36-86	0,3	0,18	1,00				
				90-900	0,3	0,07	1,00				
				Радиаторы алюминиевые «Calidor Super»: 350 500	0,334 0,48	150 194	Сверху-вниз	54-540	0,3	0	1
							Снизу-вниз	54-540	0,25	0,02	0,93
			Снизу-вверх	54-540	0,33	0,07	0,8				

ПРИЛОЖЕНИЕ 13
ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА β_3 , УЧИТЫВАЮЩЕГО ЧИСЛО СЕКЦИЙ В РАДИАТОРЕ

Число секций N	До 15	16 – 20	21 – 25
β_3	1,0	0,98	0,96

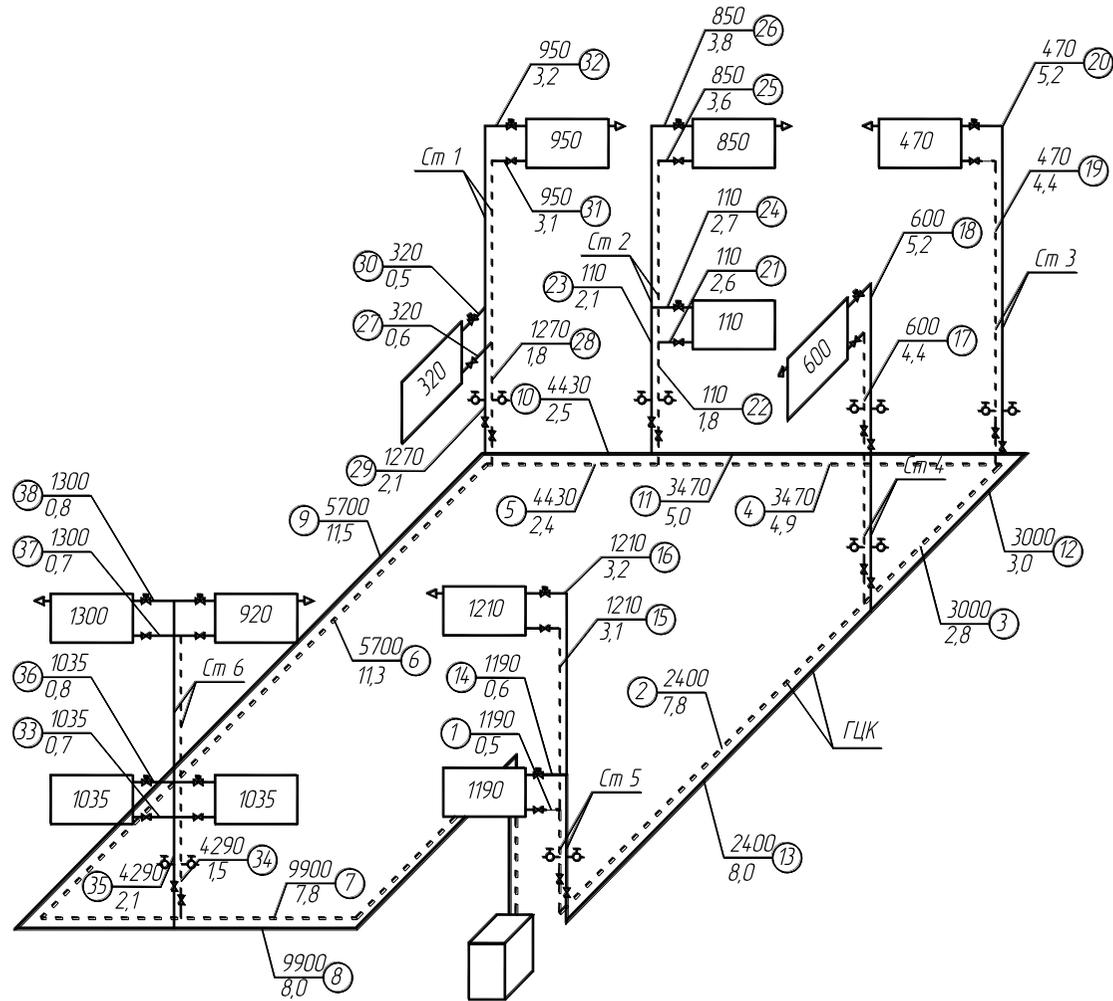
ПРИЛОЖЕНИЕ 14
ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА β_4 , УЧИТЫВАЮЩЕГО СПОСОБ УСТАНОВКИ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

<table border="1"> <thead> <tr> <th>A, мм</th> <th>β_4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>40</td> <td>1,05</td> </tr> <tr> <td>80</td> <td>1,03</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>1,02</td> </tr> </tbody> </table>	A, мм	β_4	40	1,05	80	1,03	100	1,02	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A, мм</th> <th>β_4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>40</td> <td>1,11</td> </tr> <tr> <td>80</td> <td>1,07</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>1,06</td> </tr> </tbody> </table>	A, мм	β_4	40	1,11	80	1,07	100	1,06	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A, мм</th> <th>β_4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>150</td> <td>1,25</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>1,19</td> </tr> <tr> <td>220</td> <td>1,13</td> </tr> </tbody> </table>	A, мм	β_4	150	1,25	180	1,19	220	1,13	$\beta_4 = 0,9$	$\beta_4 = 1,05$
A, мм	β_4																											
40	1,05																											
80	1,03																											
100	1,02																											
A, мм	β_4																											
40	1,11																											
80	1,07																											
100	1,06																											
A, мм	β_4																											
150	1,25																											
180	1,19																											
220	1,13																											

ПРИЛОЖЕНИЕ 15
ТАБЛИЦА РАСЧЕТА ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

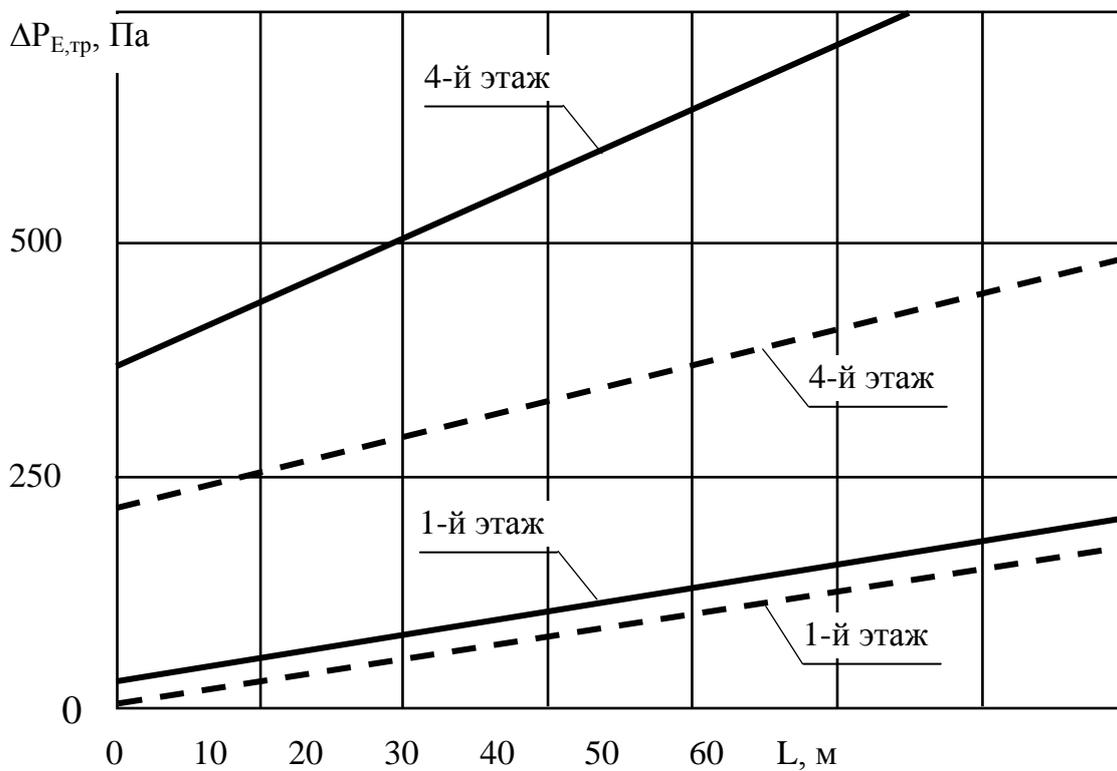
№ пом.	$Q_{h,y}$, Вт	t_{int} , °С	t_2 , °С	t_{ox} , °С	Δt_{cp} , °С	G , кг/ч	q_{np} , Вт/м ²	Коэффициен- ты		Q_{mp} , Вт	Q_{np} , Вт	F_{np} , м ²	Коэффициен- ты		N_p	N_y		
								β_1	β_2				β_3	β_4				
101	660	16	95	70	66,5	22,6	644	1,02	1,02	382	320	0,51	1,0	1,05	2,7	3		
102	370	18	95	70	64,5	12,7	610	1,02	1,02	292	110	0,19	1,0	1,05	1,0	3		
105	2470	21	95	70	61,5	81,9	592	1,02	1,02	445	2070	3,63	1,0	1,05	19,1	10+10		
106	1500	21	95	70	61,5	51,5	589	1,02	1,02	349	1190	2,10	1,0	1,05	11,1	12		
201	1070	21	95	70	61,5	36,8	587	1,02	1,02	138	950	1,68	1,0	1,05	8,8	9		
202	990	21	95	70	61,5	34,0	586	1,02	1,02	154	850	1,51	1,0	1,05	7,9	8		
203	720	16	95	70	66,5	24,8	646	1,02	1,02	132	600	0,97	1,0	1,05	5,1	6		
204	1440	21	95	70	61,5	49,5	590	1,02	1,02	161	1300	2,29	1,0	1,05	12,1	13		
205	1060	21	95	70	61,5	36,5	586	1,02	1,02	161	920	1,63	1,0	1,05	8,6	9		
206	1350	21	95	70	61,5	46,4	589	1,02	1,02	153	1210	2,13	1,0	1,05	11,2	12		
207	820	16	95	70	66,5	28,2	647	1,02	1,02	392	470	0,76	1,0	1,05	3,9	4		
	12790																Общее количество секций по зданию	99

ПРИЛОЖЕНИЕ 16
ПРИМЕР РАСЧЕТНОЙ АКСОНОМЕТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ



Примечание. Главное циркуляционное кольцо (ГЦК) выделено жирным

ПРИЛОЖЕНИЕ 17
ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ГРАВИТАЦИОННОЕ ДАВЛЕНИЕ $\Delta P_{E,TP}$ ОТ
ОХЛАЖДЕНИЯ ВОДЫ В ТРУБОПРОВОДАХ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО
ОТОПЛЕНИЯ



(L – горизонтальное расстояние от главного стояка до расчетного)

Условные обозначения:

— — — — — для двухтрубной системы отопления с естественной циркуляцией;

- - - - - то же с искусственной циркуляцией.

ПРИЛОЖЕНИЕ 18
ТАБЛИЦА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

№ участка	$Q_{уч}$, Вт	$G_{уч}$, кг/ч	$l_{уч}$, м	d , мм	W , м/с	R , Па/м	$R \cdot l$, Па	$\Sigma \zeta$	Z , Па	$R \cdot l + Z$, Па	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Главное циркуляционное кольцо (ГЦК)											
1	1190	42,6	0,5	20	0,033	1,2	0,6	5,0	2,7	3,3	
2	2400	85,8	7,8	25	0,042	1,2	9,4	5,0	4,3	13,7	
3	3000	107,3	2,8	25	0,051	2,4	6,7	2,0	2,5	9,2	
4	3470	124,2	4,9	32	0,035	0,6	2,9	1,0	0,6	3,5	
5	4430	158,5	2,4	32	0,043	1,2	2,9	1,0	0,9	3,8	
6	5700	203,9	11,3	32	0,057	2,0	22,6	3,0	4,8	27,4	
7	9900	354,2	7,8	40	0,076	2,8	21,8	4,5	12,7	34,5	
8	9900	354,2	8,0	40	0,076	2,8	22,4	4,0	11,1	33,5	
9	5700	203,9	11,5	32	0,057	2,0	23,0	3,5	5,5	28,5	
10	4430	158,5	2,5	32	0,043	1,2	3,0	1,5	1,4	4,4	
11	3470	124,2	5,0	32	0,035	0,6	3,0	1,0	0,6	3,6	
12	3000	107,3	3,0	25	0,051	2,4	7,2	2,5	3,1	10,3	
13	2400	85,8	8,0	25	0,042	1,2	9,6	6,0	5,1	14,7	
14	1190	42,6	0,6	20	0,033	1,2	0,7	5,5	2,9	3,6	
$\Sigma l_{ГЦК} = 76,1 \text{ м}$		Невязка 0,5%		$\Sigma(R \cdot l + Z)_{ГЦК}$						194,0	

$$\Delta P_{pu} = 0,4 \cdot (382,6 \text{ Па} + 105 \text{ Па}) = 195,0 \text{ Па}; R_{op} = \frac{(1 - 0,5) \cdot 195,0 \text{ Па}}{76,1 \text{ м}} = 1,28 \text{ Па/м}$$

$$\Sigma(R \cdot l + Z)_{ГЦК} = 194,0 \text{ Па} < \Delta P_{pu} = 195,0 \text{ Па}; \text{ невязка } 0,5 \text{ \%}.$$

№ участка	$Q_{уч}$, Вт	$G_{уч}$, кг/ч	$l_{уч}$, м	d , мм	W , м/с	R , Па/м	$R \cdot l$, Па	$\Sigma \zeta$	Z , Па	$R \cdot l + Z$, Па
Кольцо через верхний о.п. ст. 5										
15	1210	43,3	3,1	20	0,035	1,3	4,0	6,5	3,9	7,9
1	1190	42,6	0,5	20	0,033	1,2	0,6	5,0	2,7	3,3
2	2400	85,8	7,8	25	0,042	1,2	9,4	5,0	4,3	13,7
3	3000	107,3	2,8	25	0,051	2,4	6,7	2,0	2,5	9,2
4	3470	124,2	4,9	32	0,035	0,6	2,9	1,0	0,6	3,5
5	4430	158,5	2,4	32	0,043	1,2	2,9	1,0	0,9	3,8
6	5700	203,9	11,3	32	0,057	2,0	22,6	3,0	4,8	27,4
7	9900	354,2	7,8	40	0,076	2,8	21,8	4,5	12,7	34,5
8	9900	354,2	8,0	40	0,076	2,8	22,4	4,0	11,1	33,5
9	5700	203,9	11,5	32	0,057	2,0	23,0	3,5	5,5	28,5
10	4430	158,5	2,5	32	0,043	1,2	3,0	1,5	1,4	4,4
11	3470	124,2	5,0	32	0,035	0,6	3,0	1,0	0,6	3,6
12	3000	107,3	3,0	25	0,051	2,4	7,2	2,5	3,1	10,3
13	2400	85,8	8,0	25	0,042	1,2	9,6	6,0	5,1	14,7
14	1190	42,6	0,6	20	0,033	1,2	0,7	5,5	2,9	3,6
16	1210	43,3	3,2	20	0,035	1,3	4,2	5,0	2,9	7,1
Невязка 7,7%							$\Sigma(R \cdot l + Z)_{1-16}$			209,0

$\Sigma(R \cdot l + Z)_{\text{цик}} = 194,0 \text{ Па} < \Sigma(R \cdot l + Z)_{1-16} = 209,0 \text{ Па}$; невязка 7,7 %.

№ участка	$Q_{уч}$, Вт	$G_{уч}$, кг/ч	$l_{уч}$, м	d , мм	W , м/с	R , Па/м	$R \cdot l$, Па	$\Sigma \zeta$	Z , Па	$R \cdot l + Z$, Па
Кольцо через верхний о.п. ст. 4										
17	600	21,5	4,4	15	0,032	2,2	9,7	8,0	4,0	13,7
3	3000	107,3	2,8	25	0,051	2,4	6,7	2,0	2,5	9,2
4	3470	124,2	4,9	32	0,035	0,6	2,9	1,0	0,6	3,5
5	4430	158,5	2,4	32	0,043	1,2	2,9	1,0	0,9	3,8
6	5700	203,9	11,3	32	0,057	2,0	22,6	3,0	4,8	27,4
7	9900	354,2	7,8	40	0,076	2,8	21,8	4,5	12,7	34,5
8	9900	354,2	8,0	40	0,076	2,8	22,4	4,0	11,1	33,5
9	5700	203,9	11,5	32	0,057	2,0	23,0	3,5	5,5	28,5
10	4430	158,5	2,5	32	0,043	1,2	3,0	1,5	1,4	4,4
11	3470	124,2	5,0	32	0,035	0,6	3,0	1,0	0,6	3,6
12	3000	107,3	3,0	25	0,051	2,4	7,2	2,5	3,1	10,3
18	600	21,5	4,3	15	0,032	2,2	9,5	7,0	3,5	13,0
Невязка 4,4% $\Sigma(R \cdot l + Z)_{3-12, 17, 18}$										185,4

$\Sigma(R \cdot l + Z)_{\text{цк}} = 194,0 \text{ Па} > \Sigma(R \cdot l + Z)_{3-12, 17, 18} = 185,4 \text{ Па}$; невязка 4,4 %.

№ участка	$Q_{уч}$, Вт	$G_{уч}$, кг/ч	$l_{уч}$, м	d , мм	W , м/с	R , Па/м	$R \cdot l$, Па	$\Sigma \zeta$	Z , Па	$R \cdot l + Z$, Па	
Кольцо через верхний о.п. ст. 3											
19	470	16,8	4,4	15	0,025	1,7	7,5	8,0	2,4	9,9	
4	3470	124,2	4,9	32	0,035	0,6	2,9	1,0	0,6	3,5	
5	4430	158,5	2,4	32	0,043	1,2	2,9	1,0	0,9	3,8	
6	5700	203,9	11,3	32	0,057	2,0	22,6	3,0	4,8	27,4	
7	9900	354,2	7,8	40	0,076	2,8	21,8	4,5	12,7	34,5	
8	9900	354,2	8,0	40	0,076	2,8	22,4	4,0	11,1	33,5	
9	5700	203,9	11,5	32	0,057	2,0	23,0	3,5	5,5	28,5	
10	4430	158,5	2,5	32	0,043	1,2	3,0	1,5	1,4	4,4	
11	3470	124,2	5,0	32	0,035	0,6	3,0	1,0	0,6	3,6	
20	470	16,8	5,2	15	0,025	1,7	8,8	7,0	2,1	10,9	
Невязка 17,5%									$\Sigma(R \cdot l + Z)_{4-11, 19, 20}$		160,0

$\Sigma(R \cdot l + Z)_{цик} = 194,0 \text{ Па} > \Sigma(R \cdot l + Z)_{4-11, 19, 20} = 160,0 \text{ Па}$; невязка 17,5 %.

Примечание. Увязку рассчитываемого стояка системы отопления выполнить при помощи вентиляей, расположенных в нижней части стояка отопления.

№ участка	$Q_{уч}$, Вт	$G_{уч}$, кг/ч	$l_{уч}$, м	d , мм	W , м/с	R , Па/м	$R \cdot l$, Па	$\Sigma \zeta$	Z , Па	$R \cdot l + Z$, Па
Кольцо через нижний о.п. ст. 2										
21	110	3,9	0,7	15	0,007	0,5	0,35	5,0	0,1	0,45
22	960	34,4	1,8	15	0,05	3,4	6,1	4,0	4,9	11,0
5	4430	158,5	2,4	32	0,043	1,2	2,9	1,0	0,9	3,8
6	5700	203,9	11,3	32	0,057	2,0	22,6	3,0	4,8	27,4
7	9900	354,2	7,8	40	0,076	2,8	21,8	4,5	12,7	34,5
8	9900	354,2	8,0	40	0,076	2,8	22,4	4,0	11,1	33,5
9	5700	203,9	11,5	32	0,057	2,0	23,0	3,5	5,5	28,5
10	4430	158,5	2,5	32	0,043	1,2	3,0	1,5	1,4	4,4
23	960	34,4	2,1	15	0,05	3,4	7,1	4,5	5,4	12,5
24	110	3,9	0,8	15	0,007	0,5	0,4	5,5	0,13	0,53
Невязка 19,2%							$\Sigma(R \cdot l + Z)_{5-10, 21-24}$			156,6

$\Sigma(R \cdot l + Z)_{\text{цик}} = 194,0 \text{ Па} > \Sigma(R \cdot l + Z)_{5-10, 21-24} = 156,6 \text{ Па}$; невязка 19,2 %.

Примечание. Увязку рассчитываемого стояка системы отопления выполнить при помощи вентиляей расположенных в нижней части стояка отопления.

№ участка	$Q_{уч}$, Вт	$G_{уч}$, кг/ч	$l_{уч}$, м	d , мм	W , м/с	R , Па/м	$R \cdot l$, Па	$\Sigma \zeta$	Z , Па	$R \cdot l + Z$, Па	
Кольцо через верхний о.п. ст. 2											
25	850	30,4	3,6	15	0,044	3,0	10,8	6,5	6,2	17,0	
22	960	34,4	1,8	15	0,05	3,4	6,1	4,0	4,9	11,0	
5	4430	158,5	2,4	32	0,043	1,2	2,9	1,0	0,9	3,8	
6	5700	203,9	11,3	32	0,057	2,0	22,6	3,0	4,8	27,4	
7	9900	354,2	7,8	40	0,076	2,8	21,8	4,5	12,7	34,5	
8	9900	354,2	8,0	40	0,076	2,8	22,4	4,0	11,1	33,5	
9	5700	203,9	11,5	32	0,057	2,0	23,0	3,5	5,5	28,5	
10	4430	158,5	2,5	32	0,043	1,2	3,0	1,5	1,4	4,4	
23	960	34,4	2,1	15	0,05	3,4	7,1	4,5	5,4	12,5	
26	850	30,4	3,8	15	0,044	3,0	11,4	7,0	6,5	17,9	
Невязка 1,8%									$\Sigma(R \cdot l + Z)_{5-10, 22, 23, 25, 26}$		190,5

$\Sigma(R \cdot l + Z)_{цик} = 194,0$ Па $>$ $\Sigma(R \cdot l + Z)_{5-10, 22, 23, 25, 26} = 190,5$ Па; невязка 1,8 %.

Аналогичным образом производится увязка всех остальных колец через стояки системы отопления с главным циркуляционным кольцом.

ПРИЛОЖЕНИЕ 19

**ТАБЛИЦА ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ТРУБОПРОВОДОВ СИСТЕМЫ
ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ (ПРИТ_Г=95 °С И Т_{ОХ}=70 °С)**

Удельные потери дав- ления на трение R, Па/м	Количество воды G, кг/ч (над чертой), и скорость движения воды ω, м/с (под чертой), по стальным водогазопроводным трубам при d _в , мм						
	15	20	25	32	40	50	70
1,0	<u>16,5</u> 0,023	<u>36,0</u> 0,028	<u>69,0</u> 0,034	<u>148,0</u> 0,041	<u>210,0</u> 0,045	<u>409,0</u> 0,052	<u>788,0</u> 0,060
1,2	<u>17,5</u> 0,025	<u>40,0</u> 0,031	<u>76,0</u> 0,037	<u>164,0</u> 0,045	<u>229,0</u> 0,048	<u>454,0</u> 0,059	<u>872,0</u> 0,067
1,4	<u>19,0</u> 0,027	<u>44,0</u> 0,034	<u>84,0</u> 0,041	<u>180,0</u> 0,049	<u>249,0</u> 0,052	<u>496,0</u> 0,064	<u>948,0</u> 0,073
1,6	<u>21,0</u> 0,030	<u>47,0</u> 0,037	<u>96,0</u> 0,045	<u>191,0</u> 0,053	<u>269,0</u> 0,057	<u>535,0</u> 0,069	<u>1016,0</u> 0,075
1,8	<u>22,0</u> 0,031	<u>50,0</u> 0,039	<u>108,0</u> 0,051	<u>197,0</u> 0,054	<u>287,0</u> 0,060	<u>571,0</u> 0,073	<u>1077,0</u> 0,082
2,0	<u>24,0</u> 0,033	<u>53,0</u> 0,042	<u>111,0</u> 0,054	<u>203,0</u> 0,057	<u>304,0</u> 0,064	<u>606,0</u> 0,078	<u>1137,0</u> 0,087
2,4	<u>26,0</u> 0,037	<u>59,0</u> 0,046	<u>120,0</u> 0,057	<u>223,0</u> 0,062	<u>338,0</u> 0,071	<u>671,0</u> 0,087	<u>1258,0</u> 0,096
2,8	<u>28,0</u> 0,041	<u>64,0</u> 0,050	<u>130,0</u> 0,064	<u>244,0</u> 0,068	<u>368,0</u> 0,077	<u>729,0</u> 0,096	<u>1377,0</u> 0,106
3,2	<u>31,0</u> 0,044	<u>72,0</u> 0,058	<u>140,0</u> 0,068	<u>263,0</u> 0,073	<u>396,0</u> 0,083	<u>774,0</u> 0,102	<u>1438,0</u> 0,114
3,6	<u>33,0</u> 0,047	<u>80,0</u> 0,062	<u>143,0</u> 0,071	<u>281,0</u> 0,076	<u>422,0</u> 0,089	<u>818,0</u> 0,108	<u>1576,0</u> 0,121
4,0	<u>35,0</u> 0,050	<u>85,0</u> 0,065	<u>146,0</u> 0,073	<u>299,0</u> 0,082	<u>448,0</u> 0,094	<u>861,0</u> 0,115	<u>1667,0</u> 0,128
6,0	<u>44,0</u> 0,063	<u>103,0</u> 0,080	<u>169,0</u> 0,082	<u>373,0</u> 0,103	<u>559,0</u> 0,118	<u>1081,0</u> 0,144	<u>2090,0</u> 0,160
8,0	<u>55,0</u> 0,082	<u>113,0</u> 0,088	<u>199,0</u> 0,097	<u>434,0</u> 0,120	<u>642,0</u> 0,135	<u>1236,0</u> 0,161	<u>2470,0</u> 0,187
10,0	<u>59,0</u> 0,087	<u>126,0</u> 0,097	<u>225,0</u> 0,109	<u>490,0</u> 0,136	<u>726,0</u> 0,151	<u>1445,0</u> 0,182	<u>2744,0</u> 0,210
14,0	<u>67,0</u> 0,098	<u>151,0</u> 0,117	<u>269,0</u> 0,131	<u>579,0</u> 0,160	<u>876,0</u> 0,184	<u>1720,0</u> 0,218	<u>3246,0</u> 0,248
18,0	<u>74,0</u> 0,108	<u>174,0</u> 0,135	<u>309,0</u> 0,150	<u>663,0</u> 0,184	<u>997,0</u> 0,210	<u>1974,0</u> 0,251	<u>3718,0</u> 0,284
24,0	<u>84,0</u> 0,124	<u>204,0</u> 0,157	<u>360,0</u> 0,175	<u>778,0</u> 0,215	<u>1106,0</u> 0,245	<u>2291,0</u> 0,291	<u>4327,0</u> 0,331

Удельные потери давления на трение R , Па/м	Количество воды G , кг/ч (над чертой), и скорость движения воды ω , м/с (под чертой), по стальным водогазопроводным трубам при d_v , мм						
	15	20	25	32	40	50	70
28,0	<u>91,0</u> 0,135	<u>221,0</u> 0,171	<u>391,0</u> 0,190	<u>840,0</u> 0,233	<u>1261,0</u> 0,265	<u>2645,0</u> 0,312	<u>4702,0</u> 0,350
32,0	<u>98,0</u> 0,145	<u>237,0</u> 0,183	<u>416,0</u> 0,202	<u>902,0</u> 0,250	<u>1357,0</u> 0,284	<u>2740,0</u> 0,344	<u>5043,0</u> 0,383
36,0	<u>106,0</u> 0,156	<u>256,0</u> 0,195	<u>441,0</u> 0,214	<u>964,0</u> 0,267	<u>1444,0</u> 0,304	<u>2814,0</u> 0,356	<u>5350,0</u> 0,409
40,0	<u>112,0</u> 0,164	<u>267,0</u> 0,206	<u>467,0</u> 0,226	<u>1026,0</u> 0,284	<u>1524,0</u> 0,321	<u>2973,0</u> 0,376	<u>5657,0</u> 0,433
50,0	<u>126,0</u> 0,186	<u>297,0</u> 0,230	<u>530,0</u> 0,257	<u>1149,0</u> 0,318	<u>1710,0</u> 0,360	<u>3336,0</u> 0,422	<u>6339,0</u> 0,485
60,0	<u>139,0</u> 0,205	<u>324,0</u> 0,250	<u>593,0</u> 0,288	<u>1270,0</u> 0,352	<u>1866,0</u> 0,393	<u>3699,0</u> 0,468	<u>6971,0</u> 0,533
70,0	<u>151,0</u> 0,223	<u>351,0</u> 0,271	<u>635,0</u> 0,308	<u>1369,0</u> 0,379	<u>2022,0</u> 0,426	<u>3988,0</u> 0,504	<u>7534,0</u> 0,576
80,0	<u>162,0</u> 0,239	<u>377,0</u> 0,291	<u>677,0</u> 0,328	<u>1467,0</u> 0,406	<u>2178,0</u> 0,458	<u>4276,0</u> 0,540	<u>8066,0</u> 0,618
90,0	<u>173,0</u> 0,255	<u>404,0</u> 0,312	<u>719,0</u> 0,348	<u>1554,0</u> 0,430	<u>2309,0</u> 0,486	<u>4543,0</u> 0,574	<u>8567,0</u> 0,655
100,0	<u>183,0</u> 0,269	<u>430,0</u> 0,332	<u>759,0</u> 0,369	<u>1632,0</u> 0,452	<u>2431,0</u> 0,512	<u>4788,0</u> 0,605	<u>9035,0</u> 0,691
120,0	<u>201,0</u> 0,295	<u>469,0</u> 0,362	<u>835,0</u> 0,405	<u>1786,0</u> 0,494	<u>2674,0</u> 0,563	<u>5250,0</u> 0,664	<u>9899,0</u> 0,757
140,0	<u>216,0</u> 0,318	<u>507,0</u> 0,392	<u>904,0</u> 0,438	<u>1939,0</u> 0,537	<u>2855,0</u> 0,609	<u>5686,0</u> 0,719	<u>10584</u> 0,810
160,0	<u>229,0</u> 0,338	<u>546,0</u> 0,422	<u>972,0</u> 0,471	<u>2079,0</u> 0,575	<u>3095,0</u> 0,651	<u>6093,0</u> 0,770	<u>11269</u> 0,862
180,0	<u>243,0</u> 0,358	<u>584,0</u> 0,451	<u>1028,0</u> 0,499	<u>2201,0</u> 0,609	<u>3294,0</u> 0,693	<u>6473,0</u> 0,818	<u>11953</u> 0,914
200,0	<u>256,0</u> 0,377	<u>614,0</u> 0,474	<u>1084,0</u> 0,526	<u>2325,0</u> 0,643	<u>3513,0</u> 0,739	<u>6823,0</u> 0,862	<u>12638</u> 0,967

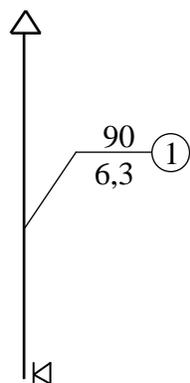
ПРИЛОЖЕНИЕ 20
КОЭФФИЦИЕНТЫ МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ ВОДЯНОГО
ОТОПЛЕНИЯ ДЛЯ СТАЛЬНЫХ ВОДОГАЗОПРОВОДНЫХ ТРУБ

Элементы систем отопления	ζ при условном проходе труб, мм					
	15	20	25	32	40	50
Радиаторы двухколонные	2	2	2	2	2	2
Радиаторы алюминиевые:						
– при кол-ве секц. 2	2,7	5,0	-	-	-	-
– при кол-ве секц. 3	1,9	2,7	-	-	-	-
– при кол-ве секц. 4	1,7	2,1	-	-	-	-
– при кол-ве секц. 5 и более	1,5	1,9	-	-	-	-
Котлы чугунные	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Тройники:						
– проходные	1	1	1	1	1	1
-поворотные и на ответвление	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
-на противотоке	3	3	3	3	3	3
Крестовины:						
-проходные	2	2	2	2	2	2
-поворотные	3	3	3	3	3	3
Вентили:						
– обыкновенные	16	10	25	9	8	7
– прямоточные	3	3	3	2,5	2,5	2
Краны:						
– проходные	4	2	2	2	-	-
– двойной регулировки	4	2	2	2	-	-
Задвижки параллельные	-	-	0,5	0,5	0,5	0,5
Отводы 90° и утки	1,5	1,5	1	1	0,5	0,5
Внезапное расширение (относится к большей скорости)	1	1	1	1	1	1
Внезапное сужение (относится к большей скорости)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Скобы	3	2	2	2	2	2
Отступы	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Компенсаторы:						
-П-образные и лирообразные	2	2	2	2	2	2
-сальниковые	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

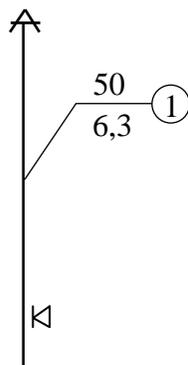
ПРИЛОЖЕНИЕ 21
ТАБЛИЦА РАСЧЕТА ВОЗДУХОВОДОВ ВЫТЯЖНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

№ участка	$L_{yч}, \text{м}^3/\text{ч}$	$l_{yч}, \text{м}$	Размеры, м	$d_{э\text{кв}}, \text{мм}$	$f_{yч}, \text{м}^2$	$W_{yч}, \text{м/с}$	$R, \text{Па/м}$	$R \cdot l_{yч} \cdot \beta, \text{Па}$	$\Sigma \zeta$	$Z, \text{Па}$	$R \cdot l_{yч} \cdot \beta + Z, \text{Па}$
ВЕ-1											
1	90,0	6,3	140×140	140	0,02	1,25	0,2	1,8	2,6	2,44	4,24
$\Sigma(R \cdot l_{yч} \cdot \beta + Z) = 4,24 \text{ Па} < \Delta P_e^1 = 4,39 \text{ Па}; \text{ невязка } 3,4 \%; \Sigma(R \cdot l_{yч} \cdot \beta + Z)$											4,24
ВЕ-2											
1	50,0	6,3	140×140	140	0,02	0,69	0,08	0,71	2,6	0,74	1,45
$\Sigma(R \cdot l_{yч} \cdot \beta + Z) = 1,45 \text{ Па} < \Sigma(R \cdot l_{yч} \cdot \beta + Z) = 4,39 \text{ Па}; \text{ невязка } 64,8 \%; \Sigma(R \cdot l_{yч} \cdot \beta + Z)$											1,45
ВЕ-3											
1	120,0	2,9	270×140	180	0,038	0,88	0,09	0,39	2,6	1,0	1,39
$\Sigma(R \cdot l_{yч} \cdot \beta + Z) = 1,39 \text{ Па} < \Delta P_e^2 = 1,99 \text{ Па}; \text{ невязка } 30,2 \%; \Sigma(R \cdot l_{yч} \cdot \beta + Z)$											1,39

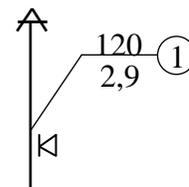
ВЕ-1



ВЕ-2



ВЕ-3



$$\Delta P_e^2 = 1,99 \text{ Па};$$

$$\Delta P_e^1 = 4,39 \text{ Па}.$$

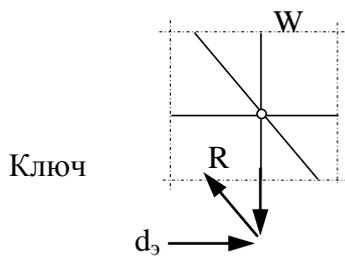
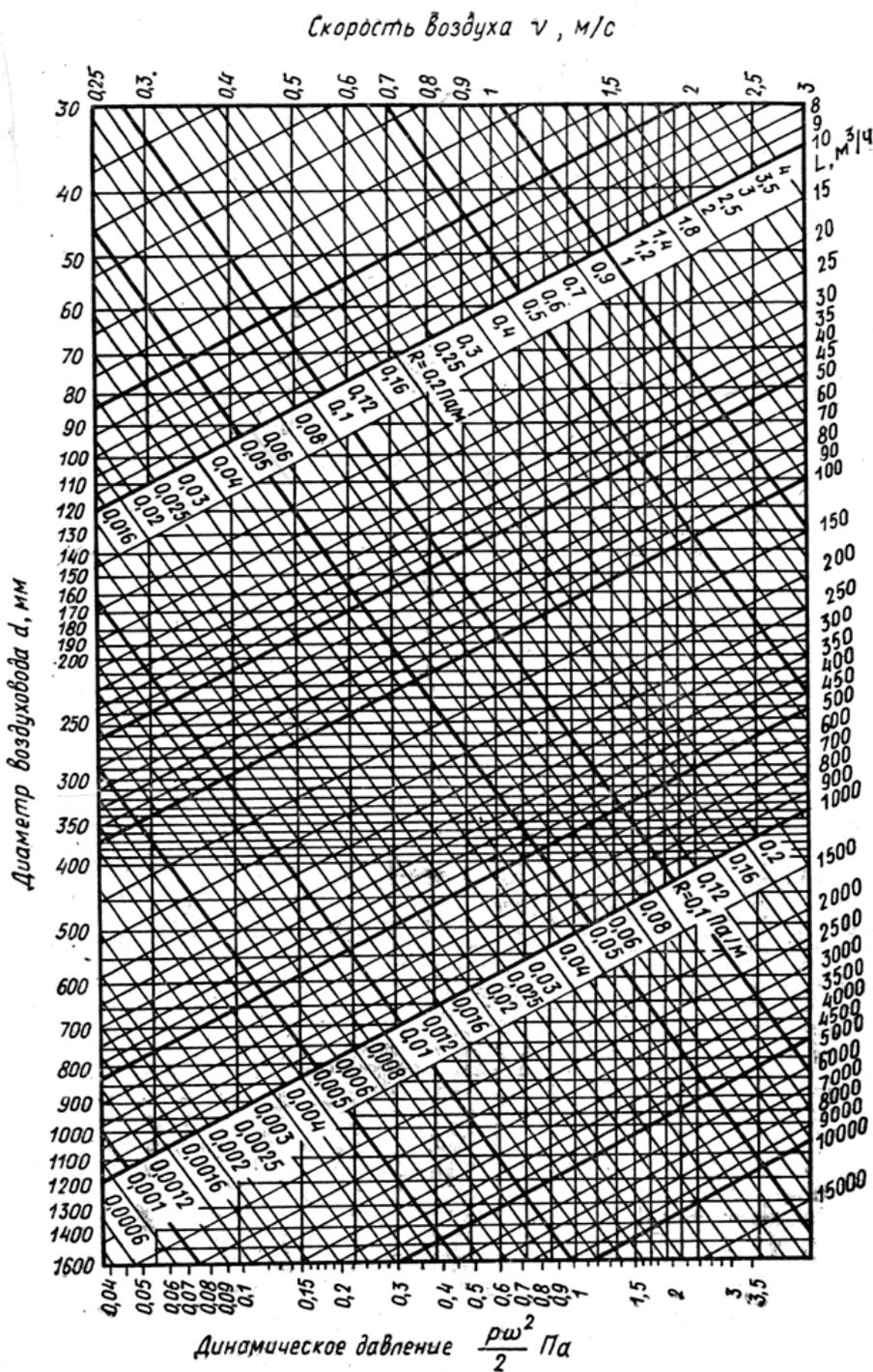
ПРИЛОЖЕНИЕ 22
ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ ПО ТРЕНИЮ ДИАМЕТРЫ ДЛЯ КИРПИЧНЫХ КАНАЛОВ

Размер в кирпичах	Площадь, м ²	$d_э$, мм
1/2 × 1/2	0,02	140
1/2 × 1	0,038	180
1 × 1	0,073	265
1 × 1½	0,11	320
1 × 2	0,14	375
2 × 2	0,28	545

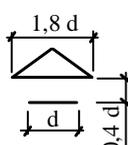
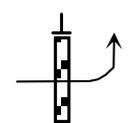
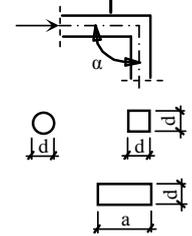
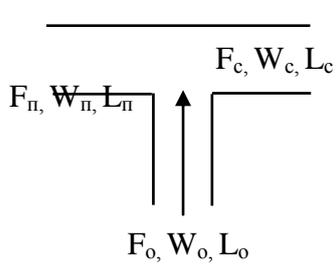
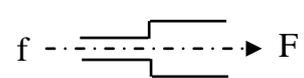
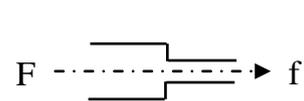
ПРИЛОЖЕНИЕ 23
ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ШЕРОХОВАТОСТИ β

Скорость движения воздуха, м/с	Материал воздуховодов			
	шлакогипс	шлакобетон	кирпич	штукатурка по сетке
0,4	1,08	1,11	1,25	1,48
0,8	1,13	1,19	1,4	1,69
1,2	1,18	1,25	1,5	1,84
1,6	1,22	1,31	1,58	1,95
2	1,25	1,35	1,65	2,04
2,4	1,28	1,38	1,7	2,11
3	1,32	1,43	1,77	2,2
4	1,37	1,49	1,86	2,32
5	1,41	1,54	1,93	2,41
6	1,44	1,58	1,98	2,48
7	1,47	1,61	2,03	2,54
8	1,49	1,64	2,06	2,58

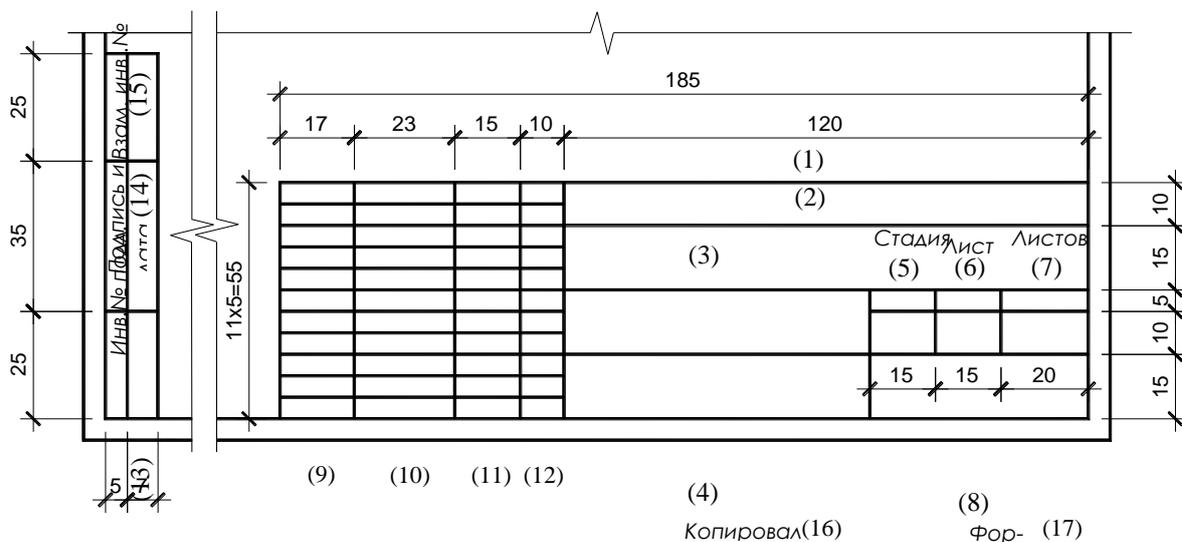
ПРИЛОЖЕНИЕ 24 НОМОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТА КРУГЛЫХ СТАЛЬНЫХ ВОЗДУХОВОДОВ



ПРИЛОЖЕНИЕ 25
ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ НЕКОТОРЫХ
ФАСОННЫХ ЧАСТЕЙ ВОЗДУХОВОДОВ

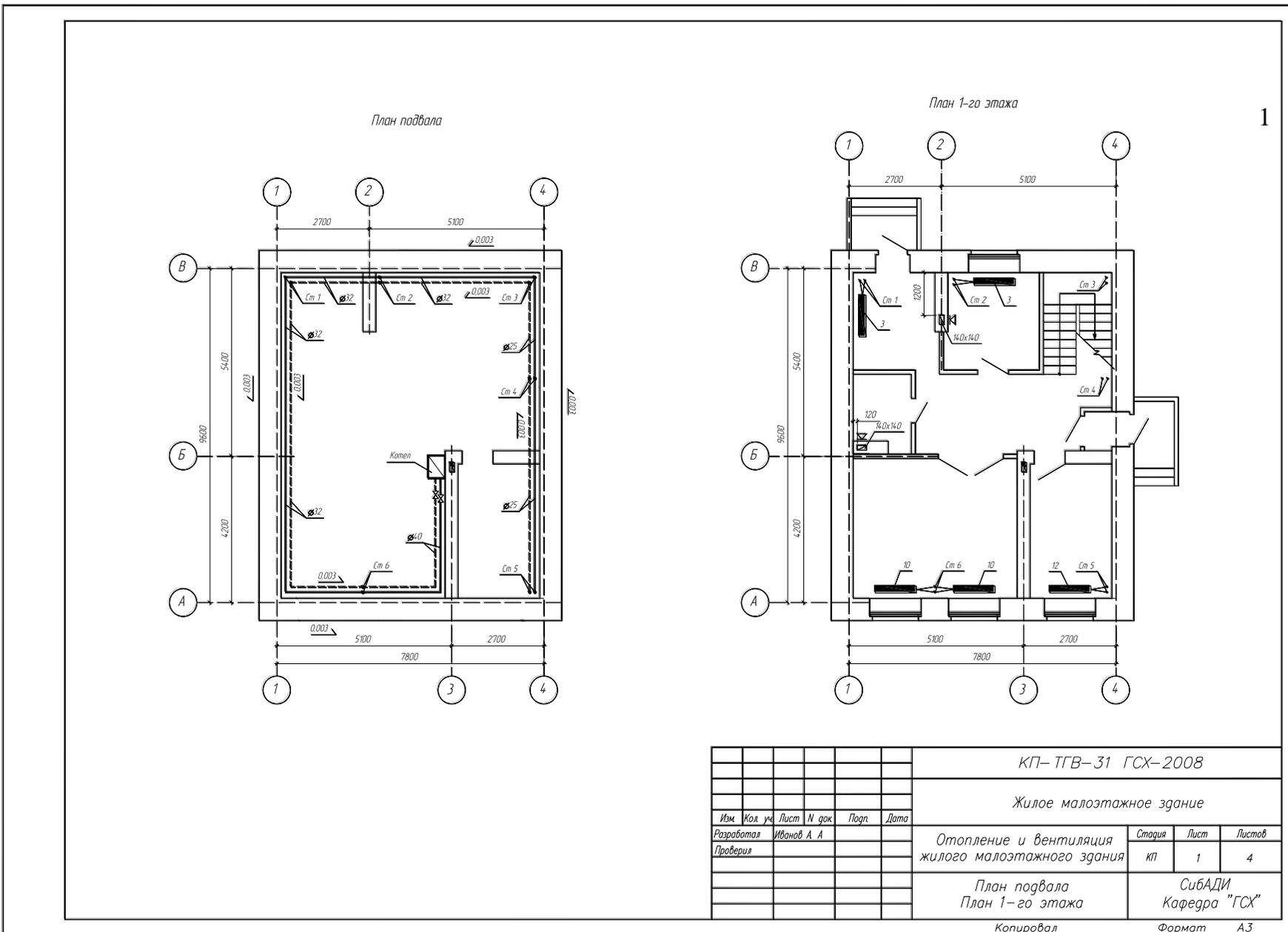
Сопротивле- ние	Эскиз	Коэффициент местного сопротивления					
Вытяжная шахта с зон- том		$\zeta=1,3$					
Вход в жалю- зийную ре- шетку с пово- ротом		$\zeta=1,3$					
Колено круг- лое, квадрат- ное и прямо- угольное		<i>a</i>	30	45	60	90	
		ζ	0,16	0,32	0,56	1,2	
		Для прямоугольных колен умножить на <i>c</i>					
		<i>b/a</i>	0,25	0,5	1	1,5	
		<i>c</i>	1,1	1,07	1	0,95	
Тройник под углом 90° на вытяжке воз- духа		Для прохода воздуха					
		F_n/F_c	ζ при L_n/L_o				
			0,2	0,4	0,6	0,7	0,8
		0,1	0,5	1,5	4,4	8,4	20
		0,4	0,4	1	2,8	5,2	12,3
		1	0,4	0,7	1,6	2,8	6,3
		Для ответвления					
		F_o/F_n	ζ при L_n/L_o				
			0,1	0,2	0,4	0,5	0,7
		0,1	0,3	0,9	1	1	1
0,2	-1,7	0,6	1	1	1		
0,4	-9,4	-0,6	1	1	1,1		
0,6	-21	-2,7	0,9	1,1	1,2		
Клапан		$\zeta=0,1$					
Внезапное расширение		$\zeta = \left(1 - \frac{f}{F}\right)^2$					
Внезапное су- жение		$\zeta = 0,5 \cdot \left(1 - \frac{f}{F}\right)$					

ПРИЛОЖЕНИЕ 26
РАЗМЕЩЕНИЕ И ЗАПОЛНЕНИЕ ОСНОВНОЙ НАДПИСИ НА ЛИСТАХ
ОСНОВНОГО КОМПЛЕКТА РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

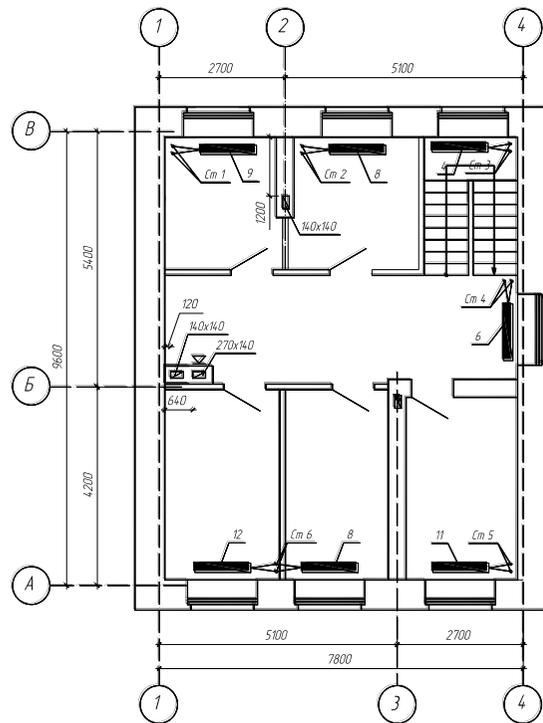


1 – обозначение документа (например ОВ); 2 – наименование предприятия, в которое входит данное здание; 3 – наименование здания; 4 – наименование изображений, помещенных на данном листе; 5 – стадия проектирования (например: П – проект, КР – курсовая работа, РЗ – расчётное задание); 6 – порядковый номер листа; 7 – общее количество листов; 8 – наименование организации (например: БТИ АлтГТУ, гр.С-81); 9 – 12 – должности, фамилии и подписи исполнителей и лиц, ответственных за содержание документа; 13 – 16 – графы для архивной информации (в курсовой работе и РЗ не заполняются); 17 – обозначение формата листа.

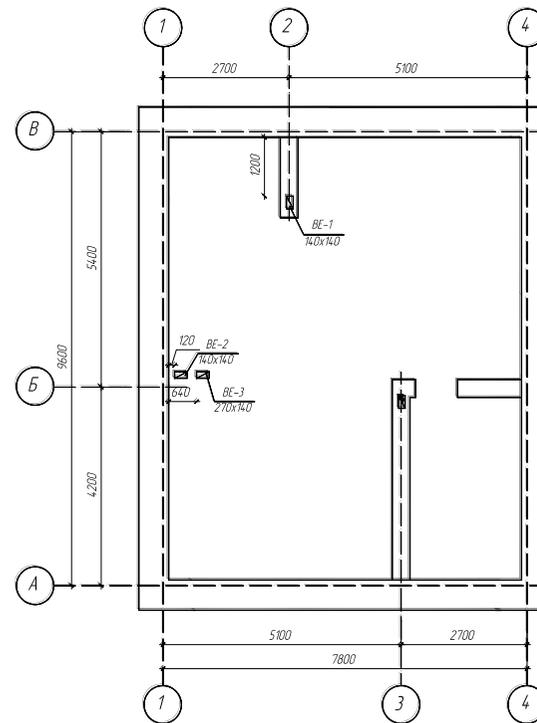
ПРИЛОЖЕНИЕ 28 ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ



План 2-го этажа



План чердака



						КП-ТГВ-31 ГСХ-2008		
						Жилое малоэтажное здание		
Изм	Кол. уч.	Лист	N док.	Подп.	Дата	Отопление и вентиляция жилого малоэтажного здания		
Разработал		Иванов А. А.				Стация	Лист	Листов
Проверил						КП	2	4
						План 2-го этажа План чердака		
						СИБАДИ Кафедра "ГСХ"		

Копировал

Формат А3

Схема системы отопления

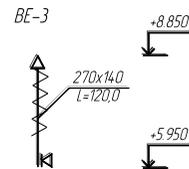
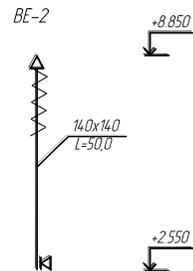
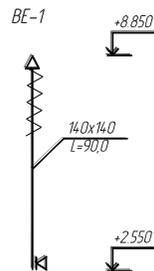
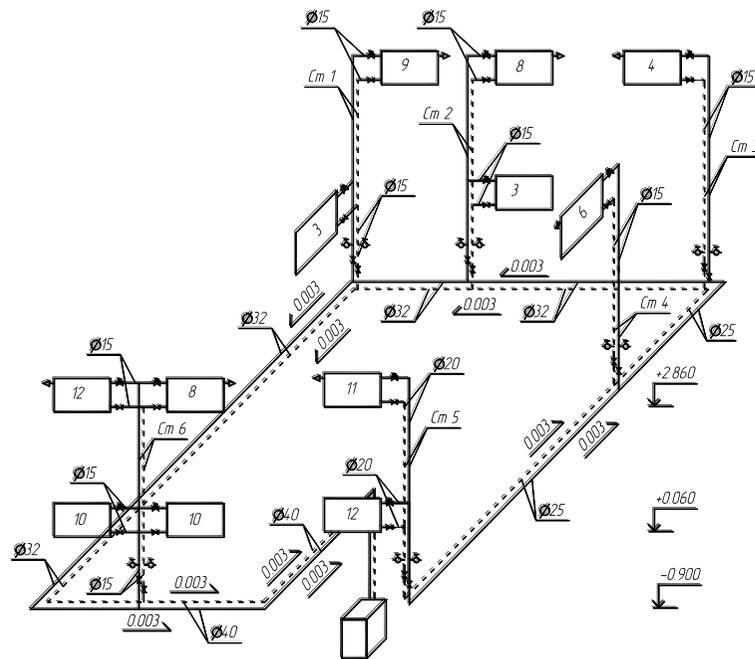


Схема обвязки котла

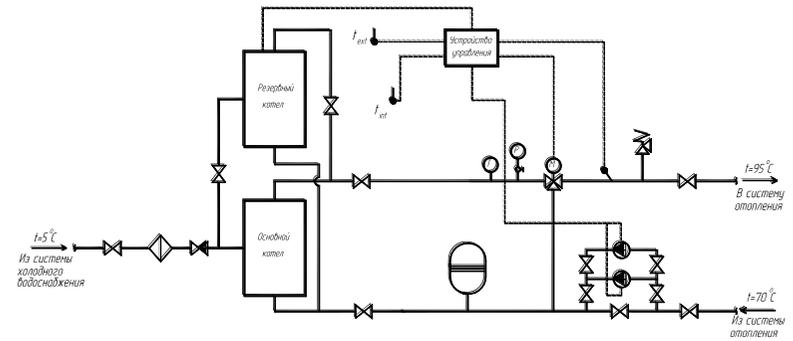


Схема присоединения стояка к магистральному трубопроводу

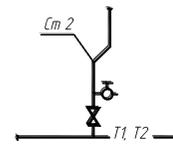


Схема присоединения стояка на углу к магистральному трубопроводу

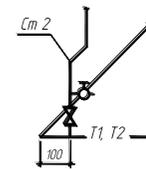
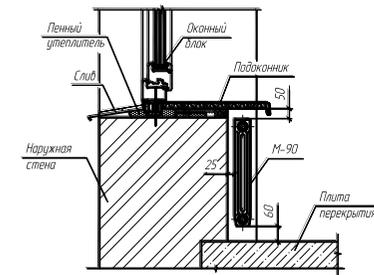


Схема установки о.п. М-90



Примечания

1. Теплоизоляция магистральных трубопроводов в подвале условно не показана.
2. Теплоизоляцию вентканалов выше чердачного перекрытия выполнить из минераловатных плит $b=50$ мм по деревянной обрешетке с последующей облицовкой металлическими листами

						КП-ТГВ-31 ГСХ-2008			
						Жилое малоэтажное здание			
Изм	Кол. уч.	Лист	N док.	Подп.	Дата	Отопление и вентиляция жилого малоэтажного здания	Стация	Лист	Листов
Разработал	Иванов А.А.						КП	3	4
Проверил						Схема системы отопления Схема обвязки котла. BE-1, BE-2 Схема установки отопит. приб.	СибАДИ Кафедра "ГСХ"		

Копировал

Формат А3

ПРИЛОЖЕНИЕ 29 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое расчётный участок трубопровода системы отопления?
2. Что такое экономически целесообразные скорости течения теплоносителя?
3. Режимы течения теплоносителя в водяных системах отопления.
4. Что такое коэффициент гидравлического трения. Метод определения. Влияние срока службы трубопровода на величину коэффициента гидравлического трения.
5. Понятие о графике теплоснабжения и температурном графике системы отопления.
6. Способы регулирования теплоотдачи системы отопления.
7. Виды подмешивающих устройств и принцип их действия.
8. Виды прокладки магистральных трубопроводов.
9. Схемы прокладки магистральных трубопроводов.
10. Виды прокладки стояков систем отопления.
11. Виды отопительных приборов. Места их установки.
12. Способы подключения отопительных приборов.
13. Детализовка типового узла подключения отопительного прибора.
14. Этапы составления спецификации системы отопления
15. Необходимые исходные данные.
16. Выбор параметров внутреннего воздуха.
17. Порядок расчёта требуемых термических сопротивлений ограждающих конструкций.
18. Порядок расчёта фактических термических сопротивлений ограждающих конструкций и коэффициентов теплопередачи.
19. Особенности расчёта термического сопротивления пустотной плиты.
20. Порядок расчета теплопотерь через ограждающие конструкции здания.
21. Порядок расчета теплопотерь на нагрев инфильтрующегося воздуха.
22. Порядок расчета бытовых тепловыделений.
23. Составление теплового баланса помещения.
24. Принцип выбора вида системы отопления.
25. Принцип выбора вида отопительных приборов и места их установки.
26. Принцип построения аксонометрической схемы системы отопления.
27. Порядок расчета теплопоступлений от открыто расположенных участков трубопроводов.
28. Порядок расчета площади поверхности и количества секций отопительных приборов.
29. Порядок проведения предварительного гидравлического расчёта.
30. Порядок проведения окончательного гидравлического расчёта.
31. Увязка потерь давления по различным циркуляционным кольцам путём расчёта и установки дроссельной шайбы.
32. Расчёт и подбор водоструйного элеватора.
33. Расчёт и подбор циркуляционного насоса.
34. Составление спецификации материалов и оборудования.
35. Порядок проведения монтажных работ.
36. Порядок проведения пусконаладочных работ.
37. Регулирование систем отопления.
38. Мероприятия по энергосбережению в процессе эксплуатации систем отопления.

Учебное издание

Жигульский Александр Иванович

**ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ
ЖИЛОГО МАЛОЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ**

Методические рекомендации по выполнению курсового проекта (работы)
или расчётно-графического задания для студентов, обучающихся
по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство»,
профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция» очной и заочной форм обучения

Подписано в печать 22.02.2018. Формат 60×84 1/8.
Усл. п. л. 6,98. Тираж 50 экз. Номер заказа 2018-539

Издательство Алтайского государственного
технического университета им. И.И. Ползунова.
656038, г. Барнаул, пр-т Ленина, 46.

Оригинал-макет подготовлен на кафедре
ТГВ ПАХТ БТИ АлтГТУ.
Отпечатано в ОИТ БТИ АлтГТУ.
659305, г. Бийск, ул. имени Героя Советского
Союза Трофимова, 27.