

**Министерство образования и науки РФ
Федеральное агентство по образованию
Псковский
государственный политехнический институт**

С.С. Воронков

**Методические указания к курсовой работе
«Отопление и вентиляция гражданского здания»
для студентов специальности 270102
«Промышленное и гражданское строительство»**

**ПСКОВ
2005**

УДК 697(075.8)

**Рекомендовано к изданию
Научно – методическим советом
Псковского государственного политехнического
института**

Рецензент: Попова Н.М. – главный инженер проекта института
«Росстройпроект»

Воронков С.С. Методические указания к курсовой работе «Отопление и вентиляция гражданского здания» для студентов специальности 270102 «Промышленное и гражданское строительство». – Псков: ППИ, 2005.-48с.

Методические указания к курсовой работе "Отопление и вентиляция гражданского здания" для студентов дневного, вечернего и заочного обучения специальности 270102 "Промышленное и гражданское строительство".

В методических указаниях изложены основные положения, порядок и методика выполнения расчётов, оформления графической части. Приведена необходимая литература, условные графические обозначения.

©Псковский государственный
политехнический институт, 2005.
© Воронков С.С., 2005.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Задание на курсовую работу.....	4
1. Состав и порядок выполнения курсовой работы	6
1.1. Графическая часть.....	6
1.2. Расчетно-пояснительная записка.....	7
2. Тепловая защита зданий.....	9
3. Определение теплотерь помещений.....	15
4. Конструирование системы отопления.....	20
5. Расчет отопительных приборов.....	25
6. Подбор водоструйного элеватора.....	29
7. Вентиляция.....	32
Приложения.....	36
Литература.....	48

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с учебным планом для специальности 270102 "Промышленное и гражданское строительство" предусматривается выполнение курсовой работы "Отопление и вентиляция гражданского здания" по дисциплине "Теплотехника, газоснабжение и вентиляция".

Данная работа должна закрепить знания, полученные при изучении теоретического курса; привить навыки в применении полученных знаний при проектировании систем отопления и вентиляции; ознакомить с основной справочной литературой; научить читать чертежи проектов отопления и вентиляции.

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

Целью курсовой работы является приобретение навыков проектирования центрального отопления и вентиляции гражданского здания. Планировочные и конструктивные решения здания исполнитель принимает в соответствии с ранее выполненным курсовым проектом жилого здания по дисциплине "Архитектура".

В индивидуальном задании указывается:

1. Местонахождение здания.
2. Назначение и этажность здания.
3. Ориентация главного фасада здания.
4. Материалы наружных стен.
5. Материал утеплителя в конструкции перекрытий.
6. Схема системы отопления.
7. Тип отопительных приборов.

Студенты заочного отделения вариант выбирают по шифру зачетной книжки.

1. По сумме двух последних цифр номера зачетной книжки определяется район строительства, этажность здания, ориентация главного фасада здания (Приложение №1, таблица 1.1).

2. По последней цифре номера зачетной книжки выбираются материалы наружных стен. (Приложение №1, Таблица 1.2).

Внутренняя и наружная отделка стен выбирается исполнителем самостоятельно. Конструкция покрытия над верхним этажом принимается из многопустотных железобетонных панелей для бесчердачных зданий и из сплошной железобетонной плиты толщиной 16 см для зданий с чердаком. В качестве материала теплоизоляционного слоя в конструкции перекрытий первого и последнего этажей принять минеральную вату.

Конструкции остальных наружных ограждений принимаются в соответствии с действующими нормами и типовыми решениями.

3. Система отопления принимается водяной с искусственной циркуляцией теплоносителя. Студенты, у которых последняя цифра номера зачетной книжки четная (включая 0), проектируют систему отопления двухтрубную с верхней разводкой; при нечетной последней цифре проектируют однотрубную систему отопления с нижней разводкой. Источник теплоснабжения - городская теплосеть с подключением через элеватор.

В качестве отопительных приборов принять чугунные секционные радиаторы.

В курсовой работе все расчеты следует выполнять в Международной системе единиц (СИ).

1. СОСТАВ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа состоит из чертежей и расчетно-пояснительной записки.

1.1. Графическая часть (объём - один лист) включает:

1.1.1. Планы типового этажа, чердака и подвала, поперечный разрез здания по лестничной клетке с нанесением элементов систем отопления и вентиляции (отопительных приборов, магистральных трубопроводов системы отопления, стояков, вентиляционных каналов, вытяжных шахт) в масштабе 1:100. На планах необходимо показать номера стояков, количество секций каждого отопительного прибора, диаметры трубопроводов, размеры жалюзийных решёток, вентиляционных каналов, коробов, шахт.

1.1.2. Аксонометрическую схему системы отопления (М 1:100). На схеме системы отопления необходимо показать номера стояков, количество секций отопительных приборов, диаметры трубопроводов. На схеме следует привести всю необходимую запорно-регулирующую арматуру, предусмотреть воздухоудаление и дренаж, показать направление и величину уклона труб.

1.1.3. Схему вентиляции в масштабе 1:100. На схеме вентиляции указываются размеры жалюзийных решеток с нанесением номера помещения, где установлена данная решетка, размеры вентиляционных каналов, коробов, вытяжных шахт.

1.1.4. Выкопировку из плана верхнего этажа с нанесением вентиляционных каналов кухни, санузла и ванной (М 1:20).

1.1.5. Принципиальную схему индивидуального теплового пункта с присоединением через элеватор.

1.1.6 Спецификацию материалом и оборудования, перечень принятых условных обозначений, необходимые примечания и пояснения. В спецификации следует привести на-

именование, характеристику, единицы измерения, количество, ГОСТ, массу элеваторов, грязевиков, отопительных приборов, запорно-регулирующей арматуры, труб, жалюзийных решёток и других элементов запроектированных систем отопления и вентиляции.

Условные обозначения для графического оформления чертежей приведены в приложении 2.

1.2. Расчетно-пояснительная записка

Расчетно-пояснительная записка составляется подробно, с расшифровкой всех принятых расчетных формул, приведением размерностей, ссылкой на литературные источники и справочные данные. Расчетно-пояснительная записка должна содержать (в порядке изложения):

1.2.1. Географический район строительства, назначение и этажность здания, ориентацию главного фасада здания, материалы наружных стен и утеплителя в конструкции перекрытий первого и последнего этажей, принятую схему системы отопления, тип отопительных приборов и источник теплоснабжения.

1.2.2. Климатические показатели для района строительства здания по СНиП 23-01-99 "Строительная климатология" /1/ включающие: среднюю температуру наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92, среднюю температуру и продолжительность отопительного сезона со средней суточной температурой воздуха $< 8^{\circ}\text{C}$, расчетную скорость ветра, выбранную как максимальную из средних скоростей ветра по румбам за январь.

1.2.3. Принятые расчетные температуры в помещениях по нормам проектирования для соответствующих зданий.

1.2.4. Расчёт наружных ограждающих конструкций в соответствии со СНиП 23-02-2003 "Тепловая защита зданий" /2/ с определением требуемого сопротивления теплопередаче, толщины утепляющего слоя ограждения, фактического сопротивления теплопередаче наружного ограждения, проверку расчетного температурного перепада между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, который не должен превышать нормируемых величин, а также проверку на отсутствие выпадения конденсата на внутренней поверхности наружных ограждений.

1.2.5. Расчёт теплотерь для помещений, выбранных по согласованию с консультантом, теплотерь лестничной клетки, определение теплотерь по укрупнённым показателям.

1.2.6. Определение площади поверхности и выбор количества элементов отопительных приборов для помещений здания с рассчитанными теплотерями.

1.2.7. Описание системы отопления и её конструктивных особенностей.

1.2.8. Подбор водоструйного элеватора с описанием оборудования теплового пункта.

1.2.9. Определение количества удаляемого воздуха из помещений, выбор общей схемы вентиляции здания, расчёт системы вентиляции и её элементов.

2. ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ

Нормами - СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» /2/ - установлены три показателя тепловой защиты здания:

а) приведенное сопротивление теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций здания;

б) санитарно-гигиенический, включающий температурный перепад между температурами внутреннего воздуха и на поверхности ограждающих конструкций и температуру на внутренней поверхности выше температуры точки росы;

в) удельный расход тепловой энергии на отопление здания, позволяющий варьировать величинами теплозащитных свойств различных видов ограждающих конструкций зданий с учетом объемно-планировочных решений здания и выбора систем поддержания микроклимата для достижения нормируемого значения этого показателя.

Требования тепловой защиты здания будут выполнены, если в жилых и общественных зданиях будут соблюдены требования показателей "а" и "б" либо "б" и "в". В зданиях производственного назначения необходимо соблюдать требования показателей "а" и "б".

В курсовой работе расчет выполняется по показателям "а" и "б" для наружных стен, чердачного перекрытия (покрытия) и перекрытия над неотапливаемым подвалом (техподпольем).

Приведенное сопротивление теплопередаче R_0^r , $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, ограждающих конструкций, а также окон и фонарей (с вертикальным остеклением или с углом наклона более 45°) следует принимать не менее нормируемых значений R_0^{tr} , $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$,

$$R_0^r \geq R_0^{tr} , \quad (1)$$

определяемых по таблице 4 СНиП 23-02-2003 /2/ в зависимости от градусосуток отопительного периода района строительства D_d , °С·сут.

$$D_d = (t_b - t_{от.пер.}) \cdot z_{от.пер.}, \quad (2)$$

где t_b - расчётная температура внутреннего воздуха, °С, принимаемая согласно ГОСТ 30494-96 /3/ и нормам проектирования соответствующих зданий и сооружений;
 $t_{от.пер.}$, $z_{от.пер.}$ - средняя температура, °С, и продолжительность, сут, периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 8 °С по СНиП 23-01-99 /1/.

Последовательность расчета:

1. Определяется нормируемое сопротивление теплопередаче $R_0^{тр}$ рассчитываемого ограждения по таблице 4 СНиП 23-02-2003 /2/ в зависимости от градусосуток отопительного периода района строительства D_d , формула (2).
2. Сопротивление теплопередаче многослойной ограждающей конструкции в сечении с однородными слоями определяется по СП 23-101-2004 /4/

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_b} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + R_{в.п.} + \frac{1}{\alpha_n}, \quad (3)$$

где α_b - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м²·°С), принимаемый по /4/;
 δ_i - толщина i-ого слоя, м;
 λ_i - расчетный коэффициент теплопроводности мате-

риала i -ого слоя, Вт/(м⁰С), принимаемый по /4/;

$R_{в.п.}$ - термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки, м²·°С/Вт, принимаемое по /4/ (при наличии);

α_n - коэффициент теплоотдачи (для зимних условий) наружной поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м²·°С), принимаемый по /4/.

3. Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции определяется по СП 23-101-2004 /4/

$$R_0^r = R_0 \cdot r, \quad (4)$$

где r – коэффициент теплотехнической однородности ограждающей конструкции, принимаемый по /4/.

4. Толщина искомого теплоизоляционного слоя ограждения, из условия (1) с учетом (3) и (4), найдется по формуле

$$\delta_x = \left[\frac{1}{r} \cdot R_0^{tp} - \left(\frac{1}{\alpha_b} + \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\delta_i}{\lambda_i} + R_{в.п.} + \frac{1}{\alpha_n} \right) \right] \cdot \lambda_x. \quad (5)$$

Результат округлить в большую сторону до величины, кратной размеру штучных изделий: кирпичей, плит, блоков и т.д. и уточнить приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции с учетом округленного размера теплоизоляционного слоя.

Для окон и балконных дверей R_0^{tp} определяется по /2/, затем выбирается необходимая конструкция по /4/.

Требуемое сопротивление теплопередаче R_0^{tp} дверей (кроме балконных) должно быть не менее $0,6 \cdot R_0^{tp}$ стен зда-

ний, где $R_0^{тр}$ - требуемое сопротивление теплопередаче стен, найденное из санитарно-гигиенических условий /2/.

Для неоднородных строительных конструкций (многопустотная панель перекрытия и т.п.) приведенное термическое сопротивление определяется по методике, приведенной в /4/.

Требуемое сопротивление теплопередаче перекрытия теплого чердака и перекрытия над техподпольем определяют по формуле /4/

$$R_{0пер}^{тр} = n \cdot R_0^{тр}, \quad (6)$$

где $R_0^{тр}$ - нормируемое сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции, принимаемое по /2/;

n - коэффициент, определяемый по формуле

$$n = (t_b - t_b^n) / (t_b - t_n);$$

t_b - расчётная температура внутреннего воздуха, °С, принимаемая согласно ГОСТ 30494-96 /3/ и нормам проектирования соответствующих зданий и сооружений;

t_n - расчётная зимняя температура наружного воздуха °С, равная средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по /1/;

t_b^n - расчетная температура воздуха в чердаке и техподполье соответственно; для теплых чердаков 6-8 этажных зданий принять 14 °С, для 9-12 этажных зданий 15-16 °С; для техподполья принять 2 °С.

В пояснительной записке курсовой работы необходимо после расчета и выбора наружного ограждения начертить его эскиз с обозначением конструктивных слоев, геометрических размеров и теплотехнических характеристик.

5. Проверка санитарно-гигиенического показателя, согласно которому расчетный температурный перепад Δt_0 , °С, между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен превышать нормируемых величин Δt_n , °С, установленных в таблице 5 /2/. Расчетный температурный перепад Δt_0 определяется по формуле

$$\Delta t_0 = \frac{n(t_b - t_n)}{R_0^r \alpha_b}, \quad (7)$$

где n - коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху и приведенный в таблице 6 /2/;

R_0^r - приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции;

α_b - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, Вт/(м²·°С), принимаемый по таблице 7 /2/;

t_b - то же, что и в формуле (2);

t_n - расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, °С, для всех зданий, кроме производственных, предназначенных для сезонной эксплуатации, принимаемая равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по /1/.

Если условие $\Delta t_0 \leq \Delta t_n$ не выполняется, то следует увеличить приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции R_0^r до значения, обеспечивающего это условие.

6. Проверяют наружные ограждающие конструкции на невыпадение конденсата на их внутренних поверхностях. Температуру внутренней поверхности $t_{в.п.}$, °С, однородной однослойной или многослойной ограждающей конструкции с однородными слоями следует определять по формуле

$$t_{в.п.} = t_{в} - \frac{n(t_{в} - t_{н})}{R_0^r \alpha_{в}}, \quad (8)$$

где n , $t_{в}$, $t_{н}$, R_0^r , $\alpha_{в}$ - то же, что и в формуле (7).

Температуру внутренней поверхности неоднородной ограждающей конструкции по теплопроводному включению необходимо определять по методике, приведенной в /4/.

Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции (за исключением вертикальных светопрозрачных конструкций) в зоне теплопроводных включений (диафрагм, сквозных швов из раствора, стыков панелей, ребер, шпонок и гибких связей в многослойных панелях, жестких связей облегченной кладки и др.), в углах и оконных откосах, а также зенитных фонарей должна быть не ниже температуры точки росы внутреннего воздуха при расчетной температуре наружного воздуха в холодный период года.

Температуру "точки росы" t_p т.е. температуру, до которой нужно охладить влажный ненасыщенный воздух, чтобы он стал насыщенным при сохранении постоянного влагосодержания, определяют по СП 23-101-2004 /4/.

Для предотвращения конденсации влаги на внутренних поверхностях наружных ограждающих конструкций должно выполняться условие

$$t_{в.п.} > t_p. \quad (9)$$

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОПОТЕРЬ ПОМЕЩЕНИЙ

В курсовой работе выполняется расчет теплопотерь для помещений, выбранных по согласованию с консультантом. Проводится расчет теплопотерь лестничной клетки, определяются теплопотери здания по укрупненным показателям.

Теплопотери через ограждающие конструкции складываются из основных и добавочных.

1. Определение основных теплопотерь помещений. Основные потери тепла через ограждающие конструкции зданий, сооружений и помещений определяются путем суммирования потерь тепла через отдельные ограждающие конструкции Q в Вт, рассчитанных (с округлением до 10 Вт) по формуле:

$$Q = \frac{F}{R_0^r} \cdot (t_b - t_n) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n, \quad (10)$$

где F - расчетная площадь ограждающей конструкции, m^2 , определяется в соответствии с /5, § 17/;

β - добавочные потери теплоты в долях от основных потерь;

R_0^r , t_b , t_n , n – то же, что и в формуле (7).

2. Определение добавочных теплопотерь ограждающими конструкциями. К добавочным теплопотерям относятся: ориентация по отношению к странам света; наличие двух и более вертикальных наружных ограждений; врывание холодного наружного воздуха и др. Добавочные потери тепла ограждающими конструкциями, кроме инфильтрации, принимаются в долях от основных потерь тепла по /5, § 17/.

3. Прежде чем приступить к расчету теплопотерь помещениями, необходимо каждое помещение на плане здания

пронумеровать, начиная с угловых комнат. Помещения первого этажа нумеруют, начиная с 101, второго - с 201 и т.д. по часовой стрелке. Номера проставляются в центре помещения в одинарных кружках.

Лестничные клетки обозначаются буквами и вне зависимости от этажности здания рассматриваются как одно помещение.

Внутренние вспомогательные помещения, такие как кладовые, туалеты и т.д., допускается не нумеровать. Теплопотери этих помещений следует относить к смежным с ними помещениями.

4. Результаты расчета теплопотерь заносятся в таблицу (приложение 3). Таблица состоит из 15 вертикальных граф.

В первую графу заносится номер помещения. Во вторую графу записывается наименование помещения. В третьей графе записывается расчетная температура внутри помещения. В четвертой графе обозначается наименование ограждения. Принято обозначать: НС - наружная стена, ДО - двойное остекление, ТО - тройное остекление, Пл - пол, Пт - потолок, ДД - двойная дверь, ОД - одинарная дверь и т.д. В пятой графе указывается ориентация ограждения по странам света. Приняты следующие обозначения: ЮВ - юго-восток, СВ - северо-восток, С - север, Ю - юг, ЮЗ - юго-запад, СЗ - северо-запад, В - восток, З - запад. Графа 6 содержит размеры ограждений (с точностью до 0,1 м), измеренные в соответствии с /5, параграф 17/. В седьмой графе проставляются вычисленные с точностью до 0,1 м² площади ограждений. Графа 11 - основные потери тепла через ограждения, получаемые перемножением величин в графах 7, 8, 9 и делением на величину графы 10. Графы 12, 13 - добавочные потери тепла в долях. В графе 14 проставляется общий добавочный множитель, суммирующий все добавки (например, добавочные потери тепла по графам 12 и 13 составляют 0,05, тогда общий добавочный множитель определится как $1+0,05=1,05$). Графа

15 - теплопотери через ограждения (основные плюс добавочные), получаемые перемножением граф 11 и 14.

Находятся теплопотери по каждому помещению как сумма теплопотерь через все наружные ограждения этого помещения. Также производится подсчет потерь тепла по квартирам в целом.

Для лестничных клеток теплопотери вычисляют по всей высоте без деления на этажи.

5. Добавочные теплопотери $Q_{и}$, Вт, на нагревание инфильтрующегося воздуха следует определять по формуле:

$$Q_{и} = 0,28 \cdot \sum G \cdot c \cdot (t_{в} - t_{н}) \cdot k, \quad (11)$$

где G - расход инфильтрующегося воздуха, кг/ч, через ограждающие конструкции помещения;

c - удельная теплоемкость воздуха, равная $1 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$;

k - коэффициент учета влияния встречного теплового потока в конструкциях, равный: 0,7 - для стыков панелей стен и для окон с тройными переплетами, 0,8 - для окон и балконных дверей с отдельными переплетами и 1 - для одинарных окон и балконных дверей со спаренными переплетами и открытых проемов.

Методика определения расхода инфильтрующегося воздуха через ограждающие конструкции помещения приведена в /5, §18/.

6. Расход теплоты $Q_{в}$, Вт, для нагревания инфильтрующегося воздуха в помещениях жилых зданий при естественной вытяжной вентиляции, не компенсируемого подогретым приточным воздухом, определяется по формуле:

$$Q_{в} = 0,28 \cdot L_{н} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_{в} - t_{н}) \cdot k, \quad (12)$$

где L_n - расход удаляемого воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$, не компенсируемый подогретым приточным воздухом; согласно СНиП 31-01-2003 «Здания жилые многоквартирные» для жилых помещений и кухни в режиме обслуживания кратность воздухообмена принимается равной 1,0;
 ρ - плотность воздуха в помещении, $\text{кг}/\text{м}^3$, смотри формулу (32).

7. Бытовые тепловыделения $Q_{\text{быт}}$, Вт, для каждого отапливаемого помещения рассчитываются по формуле:

$$Q_{\text{быт}} = 17 \cdot F_{\text{пом}}, \quad (13)$$

где $F_{\text{пом}}$ - площадь пола помещений, для которых предусматривается установка отопительных приборов, м^2 .

8. Общие расчетные теплотери помещения Q_p , Вт, определяются из уравнения теплового баланса.

Для жилых помещений

$$Q_p = Q + Q_{\text{и,в}} - Q_{\text{быт}}, \quad (14)$$

для нежилых помещений (коридоры, лестничные клетки)

$$Q_p = Q, \quad (15)$$

для кухонь

$$Q_p = Q + Q_{\text{и,в}} - Q_{\text{быт}}, \quad (16)$$

где Q - основные и добавочные потери теплоты помещения, Вт;

$Q_{\text{быт}}$ - бытовые тепловыделения, Вт;

$Q_{\text{и,в}}$ - больший из двух расходов теплоты на подогрев инфильтрующегося воздуха, Вт, определенных по формулам (11) и (12).

Все расчеты по определению Q_p сводятся в таблицу (приложение 4).

9. Расчёт теплопотерь по укрупненным показателям часто бывает необходим для ориентировочных подсчетов общих потерь тепла зданием. Для здания любого назначения удельную тепловую характеристику q_0 , можно определить по эмпирической формуле:

$$q_0 = 1,06 \frac{P}{S} \left[\frac{1}{R_{ст}^r} + \varphi \left(\frac{1}{R_{ок}^r} - \frac{1}{R_{ст}^r} \right) \right] + \frac{1}{H} \left(\frac{0,9}{R_{покp}^r} + \frac{0,6}{R_{пол}^r} \right), \quad (17)$$

где P - периметр здания, м;

S - площадь здания в плане, m^2 ;

H - высота здания, м;

φ - коэффициент остекления, равный отношению площади остекления к площади вертикальных наружных ограждений;

$R_{ст}^r, R_{ок}^r, R_{покp}^r, R_{пол}^r$ - приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен, окон, покрытия, пола соответственно.

При известном значении q_0 тепловые потери здания по укрупненным показателям $Q_{зд}$, Вт, определяются по формуле:

$$Q_{зд} = (1 + \mu) \cdot q_0 \cdot V \cdot (t_v - t_n), \quad (18)$$

где V - объем здания по наружному обмеру, m^3 ;

$(t_v - t_n)$ - расчетная разность температур, $^{\circ}C$;

μ - коэффициент инфильтрации, определяемый по эм-

пирической формуле $\mu = b \sqrt{2gH \left(1 - \frac{t_n + 273}{t_v + 273} \right) + v^2}$,

b - постоянная инфильтрации, учитывающая коэффи-

коэффициент остекления наружных стен и конструкцию оконных проемов, с/м, для жилых, общественных и административных зданий с двойным остеклением $b = (10 \div 15) \cdot 10^{-3}$; g – ускорение свободного падения, м/с²; H – высота здания, м; v – расчетная скорость ветра в холодный период года, м/с, принимаемая по СНиП 23-01-99 /1/.

4. КОНСТРУИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

Конструирование начинают с вычерчивания аксонометрической схемы системы отопления на основе расположения стояков и отопительных приборов на планах этажей здания. При верхней разводке системы отопления, подающие магистрали располагают на чердаке на расстоянии 1 м от внутренней поверхности стены. Обратные магистрали прокладывают около стен в подвале. В бесчердачных зданиях в подвале или в подпольных каналах рядом с обратными магистралями прокладывают подающие. Для уменьшения бесполезных потерь тепла все трубопроводы за пределами отапливаемых помещений теплоизолируют.

Трубопроводы систем отопления, согласно СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» /6/, следует проектировать из стальных, медных, латунных и полимерных труб, разрешенных к применению в строительстве. В комплекте с полимерными трубами следует применять, как правило, соединительные детали и изделия, одного производителя.

Способ прокладки трубопроводов систем отопления должен обеспечивать легкую замену их при ремонте. Замоноличивание труб без кожуха в строительные конструкции допускается:

- в зданиях со сроком службы менее 20 лет;
- при расчетном сроке службы труб 40 лет и более.

При скрытой прокладке трубопроводов следует предусматривать люки в местах расположения разборных соединений и арматуры. Прокладка трубопроводов из полимерных труб должна предусматриваться скрытой: в полу, плинтусах, за экранами, в штробах, шахтах и каналах; допускается открытая прокладка в местах, где исключается их механическое, термическое повреждение и прямое воздействие ультрафиолетового излучения на трубы.

Трубопроводы в местах пересечения перекрытий, внутренних стен и перегородок следует прокладывать в гильзах из негорючих материалов.

В однотрубных системах отопления в целях индустриализации строительства следует применять унифицированные стояки со смещенными или осевыми замыкающими участками и трехходовыми кранами /7,8/. Стояки устанавливают на расстоянии 150÷200 мм от откоса оконного проема. Длину подводок к отопительному прибору принимают 350÷400 мм, при этом для жилых зданий допускается смещение оси прибора относительно оси светового проема. Конструктивные элементы унифицированных узлов стояка приведены в /7,8/.

Отопительные приборы следует размещать, как правило, под световыми проемами в местах, доступных для осмотра, ремонта и очистки. Длину отопительного прибора следует определять расчетом и принимать, как правило, не менее 75 % длины светового проема (окна) в больницах, детских дошкольных учреждениях, школах, домах для престарелых и инвалидов, и 50 % - в жилых и общественных зданиях.

У отопительных приборов следует устанавливать регулируюшую арматуру, за исключением приборов в помещениях, где имеется опасность замерзания теплоносителя (на лестничных клетках, в вестибюлях и т.п.). В жилых и обществен-

ных зданиях у отопительных приборов следует устанавливать, как правило, автоматические терморегуляторы.

В качестве отопительных приборов применяют чугунные секционные либо стальные панельные радиаторы. Следует учитывать, что из-за большого расхода металла производство чугунных радиаторов постепенно сокращается.

Источником тепловой энергии для систем водяного отопления, присоединяемых к тепловым сетям, служит тепловой пункт, для которого в подвале здания, обычно под лестничной клеткой у наружной стены, выделяют отдельное помещение длиной 4 м, шириной 1,5 м и высотой не менее 2 м.

Оборудование теплового пункта состоит из задвижек, грязевиков, контрольно-измерительных приборов и гидроэлеватора. Схемы тепловых пунктов, схемы тепловых пунктов с указанием мест установки тепловых счетчиков приводятся в /9,10/. Отопление жилых зданий следует проектировать, обеспечивая регулирование и учет расхода теплоты на отопление каждой квартирой, группами помещений общественного и другого назначения, расположенными в доме, а также зданием в целом. Для определения расхода теплоты каждой квартирой (с учетом показаний общего счетчика) в жилых зданиях следует предусматривать:

- установку счетчика расхода теплоты для каждой квартиры при устройстве поквартирных систем отопления с горизонтальной (лучевой) разводкой труб;
- устройство поквартирного учета теплоты индикаторами расхода теплоты на каждом отопительном приборе в системе отопления с общими стояками для нескольких квартир, в том числе в системе поквартирного отопления;
- установку общего счетчика расхода теплоты для здания в целом с организацией поквартирного учета теплоты пропорционально отапливаемой площади квартир или другим показателям.

Из теплового пункта горячая вода с температурой 95 °С (105 °С) на расчетном режиме, поступает в главный стояк и затем в подающие магистрали на чердаке, либо в подающие магистрали в подвале (в системах водяного отопления с нижней разводкой). Обратная остывшая вода, с температурой 70 °С, возвращается по обратным магистралям в тепловой пункт, где она частично эжектируется гидроэлеватором и подогревается сетевой водой до 95 °С (105 °С).

В соответствии с принятыми уклонами (обычно 0,005) подающих и обратных магистралей, обеспечивающих удаление воздуха и спуск теплоносителя из системы, в верхних точках подающих магистралей (системы с верхней разводкой) необходимо разместить проточные воздухоборники и спускные краны в нижних точках обратных магистралей. В системах с нижней разводкой воздухоудаление осуществляется через воздушные краны, устанавливаемые на отопительных приборах верхнего этажа.

Лестничная клетка отапливается приборами, расположенными только на первом этаже. Стояки лестничных клеток выполняют обособленными - по проточной схеме.

На аксонометрической схеме кроме отопительных приборов и трубопроводов, применяя условные обозначения, изображают воздухоборники, краны регулировочные, запорные, спускные, воздушные, вентили, задвижки и другую арматуру. Указывают уклоны подающих и обратных магистралей.

Общие рекомендации по выполнению гидравлического расчета. Системы отопления представляют собой разветвленную сеть теплопроводов, выполняющих важную функцию распределения теплоносителя по отопительным приборам. Целью гидравлического расчета является определение диаметров теплопроводов при заданной тепловой нагрузке и расчетном циркуляционном давлении, установленном для данной системы.

Располагаемый напор в системе отопления должен быть распределен между стояками и магистралями таким образом, чтобы местоположение стояков на магистрали не влияло на гидравлическую устойчивость системы. Для выполнения этого требования принимаются следующие потери напора в отдельных элементах однотрубных тупиковых систем: в стояках - $70 \div 85\%$, в магистралях - $15 \div 30\%$ располагаемой потери напора в системе. Потери напора в циркуляционных кольцах системы отопления, рассчитанной с постоянными перепадами температур воды в стояках, не должны отличаться более чем на 15% при расчете без использования ЭВМ и на 5% - при расчете с помощью ЭВМ.

В настоящее время гидравлический расчет системы отопления, как наиболее сложный и трудоемкий расчет, как правило, выполняется с помощью специализированных компьютерных программ, например «KAN C.O. Graf» и др.

В данной курсовой работе полный гидравлический расчет системы отопления не выполняется, и мы ограничимся выбором диаметров вертикальных стояков и участков магистралей, для которых рассчитаны теплотери, по допустимым расходам теплоносителя в трубопроводах систем водяного отопления с насосной циркуляцией /8/:

d_y	Максимальный расход	Минимальный расход
мм	кг/ч	кг/ч
Трубы по ГОСТ 3262-75* (обыкновенные)		
10	400	100
15	820	170
20	1250	310
25	2000	500
32	3500	870
40	4650	1160
50	7800	1950

5. РАСЧЕТ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

В результате теплового расчета отопительных приборов необходимо определить площадь поверхности и количество элементов приборов. В курсовой работе расчёт отопительных приборов выполняется только для помещений здания с рассчитанными теплопотерями.

Для расчёта F_p прежде всего необходимо определить величину теплового потока отопительного прибора, обусловленного его *поверхностной плотностью*, т.е. значением теплового потока $q_{пр}$, передаваемого от теплоносителя в окружающую среду через 1 м² площади поверхности прибора.

Плотность теплового потока отопительного прибора $q_{пр}$, для условий работы, отличных от стандартных, при теплоносителе воде определится по формуле

$$q_{пр} = q_{ном} \cdot \left(\frac{\Delta t_{ср}}{70} \right)^{1+n} \cdot \left(\frac{G_{пр}}{0,1} \right)^p \cdot c_{пр}, \quad (19)$$

где $q_{ном}$ - номинальная плотность теплового потока отопительного прибора при стандартных условиях работы, Вт/м² (принимают по /5 табл. 8.1/);

$\Delta t_{ср}$ - температурный напор, равный разности полусуммы температур теплоносителя на входе и выходе отопительного прибора и температуры воздуха помещения, $\Delta t_{ср} = [0,5 \cdot (t_{вх} + t_{вых}) - t_{в}]^{\circ}C$;

$G_{пр}$ - действительный расход воды в отопительном приборе, кг/с, $G_{пр} = \frac{Q_{пр}}{c \cdot (t_{вх} - t_{вых})}$; $Q_{пр}$ - тепловой поток,

передаваемый через прибор; c - удельная массовая теплоёмкость воды, равная 4187 Дж/(кг⁰С);

n, p - экспериментальные значения показателей степени, принимают по /5 табл. 8.1/;

$c_{пр}$ - коэффициент, учитывающий схему присоединения

отопительного прибора и изменения показателя степени p в различных диапазонах расхода теплоносителя /5, табл. 8.1/.

Расчётная площадь отопительного прибора определится

$$F_p = \frac{Q_{\text{пр}}}{q_{\text{пр}}} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2, \quad (20)$$

где $Q_{\text{пр}}$ - тепловой поток, передаваемый через прибор, Вт, определяемый по формуле $Q_{\text{пр}} = Q_p - 0,9 \cdot Q_{\text{тр}}$; Q_p - общие теплотери помещения; $Q_{\text{тр}}$ - тепловой поток, передаваемый в помещение открыто проложенными трубопроводами (стояки, подводки);

$$Q_{\text{тр}} = \sum k_{\text{тр}} \pi d_n l (t_{\text{т}} - t_{\text{в}});$$

$k_{\text{тр}}$, d_n , l - соответственно коэффициент теплопередачи, наружный диаметр и длина отдельных трубопроводов, проложенных открыто в помещении;

$t_{\text{т}}$, $t_{\text{в}}$ - температура теплоносителя и воздуха в помещении, $^{\circ}\text{C}$.

На практике тепловой поток от трубопроводов определяют по упрощенной формуле

$$Q_{\text{тр}} = q_{\text{в}} l_{\text{в}} + q_{\text{г}} l_{\text{г}}, \quad (21)$$

где $q_{\text{в}}$, $q_{\text{г}}$ - удельный тепловой поток 1 м вертикально и горизонтально проложенных труб, Вт/м, исходя из их диаметра и разности температур ($t_{\text{т}} - t_{\text{в}}$); значения определяют по справочникам /7/;

$l_{\text{в}}$, $l_{\text{г}}$ - длина вертикальных и горизонтальных трубопроводов в пределах помещения, м.

В формуле (20): β_1 - коэффициент учёта дополнительного теплового потока устанавливаемых отопительных приборов за счёт округления сверх расчётной величины (принимается по /5 табл. 8.2/); β_2 - коэффициент учёта дополнительных потерь теплоты отопительными приборами у наружных ограждений (принимается по /5 табл. 8.3/).

Расчётное число секций чугунных радиаторов определяют по формуле:

$$N_p = \frac{F_p \cdot \beta_4}{f_1 \cdot \beta_3}, \quad (22)$$

где f_1 - площадь поверхности нагрева одной секции, m^2 , зависящая от типа радиатора, принятого к установке в помещении (принимается по/5 табл.8.1/); β_4 - коэффициент, учитывающий способ установки радиатора в помещении (/5 рис. 8.13/), при открытой установке $\beta_4=1,0$; β_3 -коэффициент, учитывающий число секций в одном радиаторе (/5 формула 8.12/).

При этом согласно п. 6.3.6 /8/ номинальный тепловой поток отопительного прибора не следует принимать меньше, чем на 5% или на 60 Вт требуемого по расчету. Как правило, к установке принимают большее ближайшее число секций радиатора.

Если к установке приняты панельный радиатор типа РСВ1 и РСГ2 или конвектор с кожухом, размещаемых в помещении открыто, то для них по найденному значению F_p , ориентируясь на f_1 , выбирают марку прибора из существующего ряда.

В процессе определения необходимой площади поверхности отопительных приборов исходные и получаемые данные вписывают в бланк - приложение № 5.

ПРИМЕЧАНИЕ: $t_{вх}$, $t_{вых}$ - температура на входе и выходе из отопительного прибора; для двухтрубной системы ото-

пления $t_{\text{вх}}=95\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{вых}}=70\text{ }^{\circ}\text{C}$. В однотрубных системах отопления температура горячей воды понижается по мере поступления её в каждый последующий отопительный прибор. Определение $t_{\text{вх}}$ и $t_{\text{вых}}$ для отопительных приборов однотрубной системы отопления рекомендуется производить в следующем порядке:

1. Рассчитывается тепловая нагрузка всего стояка $Q_{\text{ст}}$, Вт. Она равна сумме тепловых нагрузок отопительных приборов этого стояка.

2. Температура $t_{\text{вх}}$ для каждого прибора определяется по формуле

$$t_{\text{вх}} = t_{\text{г}} - \frac{\sum_{i=1}^n Q_{\text{пр}} \cdot (t_{\text{г}} - t_{\text{o}})}{Q_{\text{ст}}}, \quad (23)$$

где $t_{\text{г}}$ - температура горячего теплоносителя в подающей магистрали ($t_{\text{г}}=105\text{ }^{\circ}\text{C}$);

t_{o} - температура охлаждённого теплоносителя в обратной магистрали ($t_{\text{o}}=70\text{ }^{\circ}\text{C}$);

$\sum_{i=1}^n Q_{\text{пр}}$ - суммарная тепловая нагрузка отопительных приборов на участке стояка от рассчитываемого прибора до падающей магистрали, Вт.

3. Определяется расход воды $G_{\text{ст}}$, кг/с, проходящей через стояк

$$G_{\text{ст}} = \frac{Q_{\text{ст}}}{c \cdot (t_{\text{г}} - t_{\text{o}})}, \quad (24)$$

4. Температура $t_{\text{вых}}$ для каждого прибора определяется по формуле

$$t_{\text{вых}} = t_{\text{вх}} - \frac{Q_{\text{пр}}}{\alpha \cdot G_{\text{ст}} \cdot c}, \quad (25)$$

где α - коэффициент затекания; для проточных систем отопления при одностороннем присоединении приборов $\alpha=1$, при двустороннем - $\alpha=0,5$; для однотрубных систем водяного отопления с замыкающими участками допускается принять в курсовой работе при одностороннем присоединении приборов $\alpha=0,5$, при двустороннем присоединении $\alpha=0,3$.

6. ПОДБОР ВОДОСТРУЙНОГО ЭЛЕВАТОРА

Элеватор предназначен для снижения температуры воды, подаваемой в систему отопления. Наиболее широкое распространение получили стальные элеваторы типа ВТИ - Мосэнерго. Основными частями каждого типа элеватора являются конусообразное сопло, камера всасывания, горловина и диффузор. Конструкция элеватора приведена в /9/. Высокотемпературная вода, поступающая из тепловой сети в сопло элеватора, на выходе имеет большую скорость движения, за счет которой в камере всасывания давление становится значительно ниже, чем в обратной магистрали системы отопления. В результате этого охлажденная вода из системы отопления по патрубку поступает в элеватор и смешивается с водой тепловой сети.

Подбор элеватора выполнить по СП 41-101-95 «Проектирование тепловых пунктов» /11/. Расход на отопление из тепловой сети $G_{\text{до}}$, т/ч, определится

$$G_{\text{до}} = 3,6 \cdot \frac{Q_{\text{о max}}}{(\Phi_1 - \Phi_2)c}, \quad (26)$$

где $Q_{\text{отax}}$ — максимальный тепловой поток на отопление здания, Вт;

c — удельная теплоемкость воды, равная 4187 Дж/(кг °С);

τ_1 — температура воды в подающем трубопроводе тепловой сети при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления, °С, принять 150 °С;

τ_2 — то же, в обратном трубопроводе от системы отопления, °С, принять 70 °С.

Коэффициент смешения — u найдется по формуле

$$u = \frac{\tau_1 - \tau_{o1}}{\tau_{o1} - \tau_2}, \quad (27)$$

где τ_{o1} — температура воды в подающем трубопроводе системы отопления, °С, для однетрубной системы отопления принять 105 °С, для двухтрубной — 95 °С.

Диаметр горловины элеватора d_r мм, следует определять по формуле

$$d_r = 8,54 \sqrt{\frac{G_{\text{до}}^2 (1 + u)^2}{H_o}}, \quad (28)$$

где $G_{\text{до}}$ — расчетный расход воды на отопление из тепловой сети, т/ч, определяемый по формуле (26);

u — коэффициент смешения, определяемый по формуле (27);

H_o — потери напора в системе отопления после элеватора при расчетном расходе воды, м, для пятиэтажных зданий принять 1 м.вод.ст., для девятиэтажных — 1,5 м.вод.ст., для двенадцатиэтажных — 2 м.вод.ст.

При выборе элеватора следует принимать стандартный элеватор с ближайшим меньшим диаметром горловины.

Элеваторы ВТИ - Мосэнерго							
№ элеватора	1	2	3	4	5	6	7
d _г , мм	15	20	25	30	35	47	59

Минимально необходимый напор H , м, перед элеватором для преодоления гидравлического сопротивления элеватора и присоединенной к нему системы отопления (без учета гидравлического сопротивления трубопроводов, оборудования, приборов и арматуры до места присоединения элеватора) допускается определять по приближенной формуле

$$H = 1,4H_o(1 + u)^2. \quad (29)$$

Диаметр сопла элеватора d_c , мм, следует определять по формуле

$$d_c = 9,64 \sqrt{\frac{G_{do}^2}{H_1}}, \quad (30)$$

где H_1 — напор перед элеватором, определяемый по пьезометрическому графику, м, принять в курсовой работе 15 м.

Диаметр сопла следует определять с точностью до десятых долей миллиметра с округлением в меньшую сторону и принимать не менее 3 мм. Если напор H_1 , превышает напор H , определенный по формуле (29), в два раза и более, а также в случае когда диаметр сопла, определенный по формуле (30), получается менее 3 мм, избыток напора следует гасить регулирующим клапаном или дроссельной диафрагмой, устанавливаемыми перед элеватором.

Перед элеватором на подающем трубопроводе рекомендуется предусматривать прямую вставку длиной 0,25 м на фланцах. Диаметр вставки следует принимать равным диаметру трубопровода.

Необходимо указать номер подобранного элеватора, диаметр горловины, диаметр сопла. В пояснительной записке вычертить схему элеватора с указанием основных конструктивных размеров, приведенных в /9/.

7. ВЕНТИЛЯЦИЯ

Жилые и общественные здания оборудуют естественной канальной вытяжной вентиляцией с устройством каналов во внутренних стенах либо используют бетонные блоки - панели.

Вытяжную вентиляцию в жилых комнатах во всех квартирах следует предусматривать через вытяжные каналы кухонь, уборных, ванных или совмещенных санитарных узлов (для этого внизу двери оставляют щель высотой 30 мм через которую движется воздух).

При наличии чердака вертикальные вытяжные каналы объединяют в сборный канал (короб). Радиус действия систем с естественным побуждением принимают не более 8 м. В бесчердачных зданиях вертикальные вентиляционные каналы выводятся наружу без объединения, при помощи специального оголовочного блока.

В жилых зданиях квартирного типа допускается: а) объединение в один вертикальный канал вытяжки из уборной и ванной или душевой той же квартиры; б) объединение вентиляционных каналов из кухонь и санитарных узлов, располагаемых на разных этажах, в сборный вертикальный канал.

Присоединение местного канала к сборному следует предусматривать не ближе чем через этаж.

Определение воздухообмена и расчет системы вентиляции.

Согласно СНиП 31-01-2003 «Здания жилые многоквартирные» для жилых помещений (спальная, общая, детская комнаты) в режиме обслуживания кратность воздухообмена принимается равной 1,0. Однако воздухообмен не должен быть меньше требуемого для вентиляции санузла и кухни (смотри СНиП 31-01-2003 «Здания жилые многоквартирные»).

Определив воздухообмен, необходимо провести расчет системы вентиляции, цель которого заключается в определении таких геометрических размеров ветканалов и жалюзийных решеток, которые бы обеспечили удаление требуемых количеств воздуха.

Расчет производится в следующей последовательности:

1. Определяют располагаемое гравитационное давление $P_{гр}$, P_a , для каждого этажа по формуле:

$$P_{гр} = 9,81 \cdot h \cdot (\rho_n - \rho_v), \quad (31)$$

где h - разность отметок выходного устья вытяжного канала и центра жалюзийной решетки в помещении, м;

ρ_n, ρ_v - соответственно плотность наружного и внутреннего воздуха, кг/м^3 (плотность наружного воздуха определяется при температуре равной $+5^\circ\text{C}$).

Плотность воздуха при любой температуре t определяется из выражения:

$$\rho_t = \frac{353}{273 + t}. \quad (32)$$

2. Определяют площадь сечения элементов вентиляционных систем f , м^2 , по формуле:

$$f = \frac{L}{3600 \cdot v}, \quad (33)$$

где L - воздухообмен через рассчитываемый канал, $\text{м}^3/\text{ч}$;
 v - скорость движения воздуха, $\text{м}/\text{с}$.

Скорость движения воздуха в элементах системы вентиляции рекомендуется принимать: в вертикальных каналах верхнего этажа - на $0,1 \text{ м}/\text{с}$ меньше, чем из предыдущего, в пределах $0,5 \div 1 \text{ м}/\text{с}$.

По величине сечения f подбирается стандартное сечение жалюзийной решетки (см. приложение 6, таблица 1) и вентканала.

Фактическая скорость в принятом канале и жалюзийной решетке определяется по формуле:

$$v_{\text{жр}} = \frac{L}{3600 \cdot f_{\text{жр}}}, \quad (34)$$

$$v_{\text{кан}} = \frac{L}{3600 \cdot f_{\text{кан}}}. \quad (35)$$

Для каналов прямоугольного сечения со сторонами $a \times b$ определяется эквивалентный диаметр, мм ,

$$d_{\text{э}} = \frac{2ab}{a + b}. \quad (36)$$

3. Определяют потери давления на трение $\beta \cdot R \cdot l$ и местные сопротивления Z .

Потери давления на трение на один п. м. R определяются в зависимости от d_3 и $v_{\text{кан}}$ по номограммам и таблицам (см. /5 рис.14.9/). При применении неметаллических воздуховодов в значение потерь давления на трение необходимо ввести поправку на шероховатость β (приложение 6, таблица 2).

Потери давления на местных сопротивлениях Z , Па, обогрванного канала определяются по формуле

$$Z = \xi_{\text{жр}} \rho_v \frac{v_{\text{жр}}^2}{2} + (\xi_{\text{кан1}} + \xi_{\text{кан2}}) \rho_v \frac{v_{\text{кан}}^2}{2}, \quad (37)$$

где $\xi_{\text{жр}}$ - коэффициент местного сопротивления жалюзийной решетки, можно принять $\xi_{\text{жр}} = 1,4$;

$\xi_{\text{кан1}}, \xi_{\text{кан2}}$ - соответственно коэффициенты местных сопротивлений при повороте потока на 90° и выходе из устья канала при наличии зонта, можно принять $\xi_{\text{кан1}} = 1,1$; $\xi_{\text{кан2}} = 1,9$.

4.Сравнивают потери давления потока воздуха в канале с располагаемым гравитационным давлением. Суммарные потери давления в рассчитываемом канале должны быть на 10÷15 % меньше, чем располагаемое гравитационное давление, то есть должно выполняться условие:

$$\beta \cdot R \cdot l + Z = (0,85 \div 0,9) \cdot P_{\text{гр}}. \quad (38)$$

Если это условие не выполняется необходимо изменить размеры жалюзийных решеток и вентканалов и расчет повторить. Все расчеты сводятся в таблицу (приложение 7).

Приложение №1

Таблица для выбора района строительства, этажности здания, ориентации главного фасада.

Таблица 1.1


№варианта	Город	Этаж- ность здания	Ориента- ция главно- го фасада
1	2	3	4
00 01 02 03 04 05 06	Псков Луга Смоленск Великие Луки Тверь Невель Дедовичи	5	восток
07 08 09 10 11 12 13	Пыталово Гдов Опочка Пустошка Остров Новгород Порхов	3	юго-восток
14 15 16 17 18 19 20	Дно Великие Луки Струги Красные Псков Кунья Новоржев Палкино	4	запад







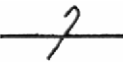


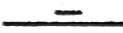
Таблица для выбора материалов наружных стен


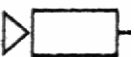



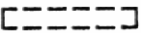
Таблица 1.2

№ вари анта	Материал стены		Конструктивное решение стены
	конструкционный	теплоизоляционный	
0	Кирпичная кладка	Пенополистирол	Двухслойная с на- ружной теплоизо- ляцией
1	Кирпичная кладка	Пенополистирол	Трехслойная с теп- лоизоляцией по се- редине
2	Кирпичная кладка	Минеральная вата	С неventилируемой воздушной про- слойкой
3	Кирпичная кладка	Минеральная вата	С вентилируемой воздушной про- слойкой
4	Керамзитобетон (гибкие связи, шпонки)	Пенополистирол	Двухслойная с на- ружной теплоизо- ляцией
5	Керамзитобетон (гибкие связи, шпонки)	Пенополистирол	Трехслойная с теп- лоизоляцией по се- редине
6	Керамзитобетон (гибкие связи, шпонки)	Минеральная вата	С неventилируемой воздушной про- слойкой
7	Керамзитобетон (гибкие связи, шпонки)	Минеральная вата	С вентилируемой воздушной про- слойкой
8	Железобетон (гиб- кие связи, шпонки)	Пенополистирол	Трехслойная с теп- лоизоляцией по се- редине
9	Железобетон (гиб- кие связи, шпонки)	Минеральная вата	Трехслойная с теп- лоизоляцией по се- редине

Приложение № 2
Условные обозначения для графического оформления
чертежей (по ГОСТ 21.205-93 Условные обозначения эле-
ментов санитарно-технических систем)

Наименование	Условное обозначение	
	на видах сверху и на планах	на видах спереди или сбоку, на разрезах и схемах
1 Труба отопительная гладкая, регистр из гладких труб*		
2 Труба отопительная ребристая, регистр из ребристых труб, конвектор отопительный*		
3 Радиатор отопительный		
4 Прибор отопительный потолочный для лучистого отопления		
5 Агрегат воздушно-отопительный**		
6 Воздуховод	-	-
7 Воздуховод (под упрощенном графическом изображении двумя линиями): а) круглого сечения***		
б) прямоугольного сечения		
8 Отверстие (решетка) для забора воздуха**		

9 Отверстие (решетка) для выпуска воздуха**		
10 Воздухораспределитель**		
11 Местная вытяжка** (отсос, укрытие)		
12 Дефлектор**		
13 Зонт**		
14 Заслонка (клапан) вентиляционная**		
15 Шибер**		
16 Клапан обратный вентиляционный**		
17 Клапан огнезадерживающий вентиляционный**		
18 Лючок для замеров параметров воздуха и/или чистки воздуховодов**		

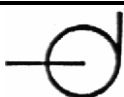
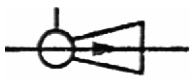


19 Узел прохода вентиляционной шахты**		
20 Камера вентиляционная приточная (кондиционер)**		
21 Глушитель шума**		
22 Грязевик		
23 Канал подпольный		

* В обозначении на видах, разрезах и схемах указывают графически действительное количество труб.





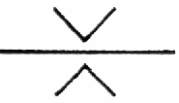

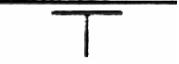
** Условное графическое обозначение применяют только на схемах.

*** для воздуховодов крупного сечения диаметром до 500 мм включительно допускается на чертежах систем осевую линию не указывать.






Графические обозначения насосов и вентиляторов

Наименование	Обозначение
1 Насос центробежный	
2 Насос струйный (эжектор, инжектор, элеватор)	
3 Вентилятор: а) радиальный	
б) осевой	

Графические обозначения элементов трубопроводов

Наименование	Обозначение
1 Изолированный участок трубопровода	
2 Трубопровод в трубе (футляре)	
3 Сифон (гидрозатвор)	
4 Компенсатор: а) общее обозначение	
б) П-образный	
5 Вставка амортизационная	
6 Место сопротивления в трубопроводе (шайба дроссельная, сужающее устройство расходомерное, диафрагма)	
7 Опора (подножка) трубопровода: а) неподвижная	
б) подвижная	

Графические обозначения трубопроводной арматуры

Наименование	Обозначение
1 Клапан (вентиль) запорный: проходной	
2 Клапан (вентиль) трехходовой	
3 Клапан (вентиль) регулирующий: проходной	
4 Клапан обратный:* проходной	
5 Клапан предохранительный: проходной	
6 Задвижка	
7 Кран: проходной	

* Движение рабочей среды через клапан должно быть направлено от белого треугольника к черному.

Буквенно-цифровые обозначения трубопроводов санитарно-технических систем (наружных сетей водоснабжения и канализации, теплоснабжения, внутренних водопровода и канализации, горячего водоснабжения, отопления, вентиляции и кондиционирования)

Таблица

Наименование	Буквенно-цифровое обозначение
1 Водопровод:	
а) общее обозначение	B0
б) хозяйственно-питьевой*	B1
в) противопожарный*	B2
г) производственный:*	B3
— общее обозначение	
— оборотной воды, подающей	B4
— оборотной воды, обратный	B5
— умягченной воды	B6
— речной воды	B7
— речной осветленной воды	B8
— подземной воды	B9
2 Канализация:	
а) общее обозначение	K0
б) бытовая	K1
в) дождевая	K2
г) производственная:	K3
— общее обозначение	
— механически загрязненных вод	K4
— иловая	K5
— шламодержащих вод	K6
— химически загрязненных вод	K7
— кислых вод	K8
— щелочных вод	K9
— кислотощелочных вод	K10
— цианодержащих вод	K11
— хромодержащих вод	K12
3 Теплопровод:	
а) общее обозначение	T0
б) трубопровод горячей воды для отопления и вентиляции (в т.ч. кондиционирования), а также общий для отопления, вентиляции, горячего водоснабжения и технологических процессов:	

— подающий	T1
— обратный	T2
в) трубопровод горячей воды для горячего водоснабжения:	
— подающий	T3
— циркуляционный	T4
г) трубопровод горячей воды для технологических процессов:	
— подающий	T5
— обратный	T6
д) трубопровод:	
— пара (паропровод)	T7
— конденсата (конденсатопровод)	T8

Для теплопроводов, приведенных в таблице, при разных параметрах теплоносителя следует принимать обозначения:

— от T11 до T19 и от T21 до T29 для трубопроводов, указанных в пункте 3, перечисление б);

— от T31 до T39 и от T41 до T49 для трубопроводов, указанных в пункте 3, перечисление в);

— от T51 до T59 и от T61 до T69 для трубопроводов, указанных в пункте 3, перечисление г);

— от T71 до T79 и от T81 до T89 для трубопроводов, указанных в пункте 3, перечисление д).

Для теплопроводов, не предусмотренных таблицей, следует принимать обозначения от T91 до T99 независимо от вида транспортируемой среды и ее параметров.

Приложение № 3

Формуляр для записи расчёта теплопотерь

№ помеще- ния	Назначение помещения	Внутренняя температу- ра $t_v, ^\circ\text{C}$	Поверхность ограждения		
			обозначе- ние	ориентация по странам света	расчётные размеры $a \times b$, м
1	2	3	4	5	6

продолжение

Площадь $F, \text{м}^2$	Разность температур $(t_v - t_n), ^\circ\text{C}$	Поправочный коэффициент n	Приведенное сопротивле- ние теплопе- редаче $R_0^r, \text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$	Основные теп- лопотери $Q = \frac{F}{R_0^r} (t_v - t_n) n$
7	8	9	10	11

продолжение

Добавки в долях от основных теплопотерь, β		Суммарный коэф- фициент добавоч- ных теплопотерь $(1 + \sum \beta)$	Теплопоте- ри $Q, \text{Вт}$
на ориентацию	на врывание холод- ного воздуха		
12	13	14	15

Приложение № 4

Бланк для расчета общих теплопотерь помещения

№ помеще- ния	Наименование помещения	$Q,$ Вт	$Q_{\text{и}},$ Вт	$Q_{\text{в}},$ Вт	$Q_{\text{быт}},$ Вт	$Q_{\text{р}},$ Вт
1	2	3	4	5	6	7

Приложение № 5

Бланк для расчёта отопительных приборов

№ поме- щения	Тепловой поток отопи- тельного прибора $Q_{пр}$, Вт	Температу- ра воздуха в помеще- нии $t_{в}$, °C	Температу- ра тепло- носителя на входе $t_{вх}$, °C	Темпера- тура теп- лоносите- ля на вы- ходе $t_{вых}$, °C	Темпера- турный напор $\Delta t_{ср}$, °C
1	2	3	4	5	6
Продолжение таблицы					
Расход теплоно- сителя G , кг/с	Плотность те- плового потока прибора $q_{пр}$, Вт/м ²	Расчетная площадь прибора F_p , м ²	Расчетное число сек- ций, N_p	Устано- вочное число секций, $N_{уст}$	
7	8	9	10	11	

Приложение № 6

Основные данные стандартных жалюзийных вентиляционных решеток

Таблица № 1

Размер, мм	Площадь живого сечения, м ²	Пропускная способность, м ³ /ч, при скорости воздуха в живом сечении, м/с						
		0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
100 x100	0,0087	12,5	15,6	18,7	21,8	25	28	31
150x 150	0,0130	18,7	23,4	28,0	32,7	37	42	47
150x200	0,0173	24,9	31,2	37,4	43,6	50	56	62
150x250	0,0217	31,4	38,0	46,8	54,6	62	70	78
150 x 300	0,0260	37,4	46,8	56,2	65,6	75	84	94
200 x 200	0,0231	33,2	41,6	49,8	58,2	67	75	83
200 x 250	0,0289	41,6	52,0	62,4	72,8	83	94	104
200 x 300	0,0346	49,9	62,3	74,8	87,0	100	112	125
250 x 250	0,0361	52,0	65,0	78,0	91,0	104	117	130
250 x 350	0,0405	58,3	73,0	87,0	102	117	132	146

Поправочные коэффициенты β на потери давления на трение, учитывающие шероховатость материала воздуховодов

Таблица № 2

$V_{\text{кан}}, \text{ м/с}$	β , при K_s , мм			
	1,0	1,5	4	10
0,2	1,04	1,06	1,15	1,33
0,4	1,08	1,11	1,25	1,48
1,0	1,19	1,23	1,46	1,77
2,0	1,25	1,36	1,65	2,04
3,0	1,32	1,43	1,75	2,2

ПРИМЕЧАНИЕ:

Абсолютная эквивалентная шероховатость материалов K_s , мм:
 листовая сталь - 0,1; асбестоцементные трубы - 0,11; шлакогипсовые плиты - 1,0; шлакобетонные плиты - 1,5; кирпич - 4,0; штукатурка (по сетке) - 10,0.

Приложение №7
Бланк для расчета системы вентиляции

Таблица №1

№ квартиры и этажа	L , $\text{м}^3/\text{ч}$	$V_{\text{жр}}$, м/с	$V_{\text{кан}}$, м/с	Размеры канала, $a \times b$, $\text{мм} \times \text{мм}$	Размеры ж.р., $\text{мм} \times \text{мм}$	d_s , мм
1	2	3	4	5	6	7

Продолжение таблицы

l , м	R , Па/м	β	$\beta R l$, Па	Z , Па	$\beta R l + Z$, Па	$P_{\text{гр}}$, Па
8	9	10	11	12	13	14

ЛИТЕРАТУРА

1. СНиП 23-01-99 Строительная климатология. - М.: ФГУП ЦПП, 2000.- 136 с.
2. СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий.-М.: ФГУП ЦПП, 2004.-29 с.
3. ГОСТ 30494-96 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.- М.:1999.
4. СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий. – М.: ФГУП ЦПП, 2004. – 139 с.
5. Тихомиров К.В., Сергеенко Э.С. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция: Учеб. для вузов.- 4-е изд., перераб. и доп.-М.: Стройиздат, 1991.- 480 с.
6. СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование. - М.: ФГУП ЦПП, 2004.- 54 с.
7. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч. I. Отопление. Под ред. И.Г. Старовойтова и Ю.И. Шиллера. - 4-е изд. – М.: Стройиздат, 1990.- 344 с.
8. Отопление и вентиляция жилых и гражданских зданий: Проектирование. Справочник/ Г.В. Русланов и др. – Киев: Будивельник, 1983. – 272 с.
9. Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей: Справочник/ В.И. Манюк и др. – 3-е изд. – М.: Стройиздат, 1988. – 432 с.
10. Правила учета тепловой энергии и теплоносителя. М.: Министерство топлива и энергетики РФ, 1995.- 66с.
11. СП 41-101-95 Проектирование тепловых пунктов. – М.: ФГУП ЦПП, 1996. – 92 с.