МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра отопления и вентиляции

ЗАДАНИЕ

к выполнению курсовой работы
«Отопление и вентиляция гражданского здания»

Студенту_____

____курса_____группы **дневного отделения**

факультета ПГС

Дата выдачи задания_____200…г.

Срок сдачи работы_____200…г.

Консультант_____

Москва 2009

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

По заданию, выдаваемому преподавателем

ПРИМЕРНЫЙ СОСТАВ ПРОЕКТА

1. Расчетно-пояснительная записка.

Расчетно-пояснительная записка включает:
- оглавление;
- исходные данные, включающие климатологические данные района строительства, расчетные параметры воздуха помещений;
- теплотехнический и влажностный расчеты наружной стены;

- расчет тепловой нагрузки системы отопления здания и отопительных приборов;
- выбор и гидравлический расчет системы отопления;
- определение расчетной поверхности отопительных приборов;
- подбор элеватора;
- выбор и аэродинамический расчет системы вентиляции;
- перечень литературы.

2. Графическая часть проекта.

Графическая часть проекта должна содержать:
- планы этажей, подвального и чердачного помещений в М 1:100 с нанесением на них элементов системы отопления и вентиляции (трубы, стояки, отопительные приборы, воздухосборники, воздуховоды, каналы) с указанием номеров стояков и систем вентиляции, диаметра и уклона труб, размеров воздуховодов, каналов, шахт;
- аксонометрическую схему системы отопления в М 1:100, а также схему элеваторного узла ввода в М 1:20 с указанием тепловых нагрузок отопительных приборов, диаметра труб, необходимого оборудования и арматуры;
-аксонометрическую схему одной системы вентиляции в М 1:100 с указанием участков, размеров воздуховодов, каналов, количества воздуха;
-условные обозначения, примечания к графической части проекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тихомиров К.В., Э.С. Сергеенко. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция. Учеб. для студ. факультетов ПГС. – М: Стройиздат, 1991.
2. А.И. Еремкин, Т.И. Королева. Тепловой режим зданий: Учебное пособие.- М.: Издательство АСВ, 2000.
3. СНиП 23-01- 99* Строительная климатология / Госстрой России. – М: ГУП ЦПП, 2000
4. СНиП 11-2-79* Строительная теплотехника / Госстрой России. М: ГУП ЦПП, 1998.
5. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий.
6. СНиП 2.04.05-91*. Отопление, вентиляция, кондиционирование / Госстрой России – М: ГУП ЦПП, 1999.
7. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция, кондиционирование.
8. СНиП 2.08.01-89* Жилые здания / Госстрой России. – М: ГУП ЦПП,1999.
9. ГОСТ 30494-96. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.
10. Методические указания к выполнению курсовой работы для студентов по специальности 290300 ПГС/ МГСУ - М. 2006.
11. Крупнов Б.А. Отопительные приборы, производимые в России и ближнем зарубежье: Учебное пособие. – 2-е изд. - М.: Издательство АСВ, 2005.
12. Строительная терминология/ МГСУ. – М. 2007

Составил:
к.т.н., проф. Крупнов Б.А.,
ассистент Маркевич А.С.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ РФ

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ

ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ ГРАЖДАНСКОГО ЗДАНИЯ

Методические указания
к выполнению курсовой работы
для студентов специальности 270102
«Промышленное и гражданское строительство»

Москва 2006

Составители

профессор, кандидат технических наук **Б.А. Крупнов**,

доцент **Б.Н. Аверин**

Рецензент

доцент, **к**андидат технических наук **О.Д. Самарин**

ВВЕДЕНИЕ

Курсовая работа выполняется в соответствии с учебным планом для специальности 290300 «Промышленное и гражданское строительство».

Цель курсовой работы – закрепление и развитие знаний, полученных студентами при изучении теоретического курса. Студенты знакомятся со специальной нормативной и справочной литературой, методикой проектирования и разработки чертежей по отоплению и вентиляции.

Работа выполняется студентами в соответствии с заданием, содержащим поэтажные планы жилого здания с основными строительными размерами и необходимые для проектирования исходные сведения.

СОСТАВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа состоит из расчетной части, оформленной в виде расчетно-пояснительной записки, и графической части, выполняемой на одном листе ватмана формата А-1 или на четырех листах формата А-3.

Расчетно-пояснительная записка включает следующие разделы:

- исходные данные;
- теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций здания;
- определение тепловой мощности систем отопления;
- характеристика конструктивных решений принятой системы отопления;
- расчет и подбор основных элементов системы отопления;
- расчет воздухообмена в помещениях;
- характеристика конструктивных особенностей принятой системы вентиляции;
- расчет и подбор основных элементов системы вентиляции;
- спецификация основного отопительно-вентиляционного оборудования.

Графическая часть работы включает:

- чертежи планов чердака, подвала, первого и верхнего этажа (при симметричной планировке здания возможно совмещение плана первого и верхнего этажей, подвала и чердака), выполненные в масштабе 1:100, с нанесенными на них элементами систем отопления и вентиляции;
- аксонометрическую схему системы отопления в масштабе 1:100;
- схему элеваторного узла в масштабе 1:20;
- аксонометрическую схему системы вентиляции в масштабе 1:100 или 1:50;
- чертеж отдельного элемента отопительно-вентиляционной системы в масштабе 1:10 или 1:20.

1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1.1. Основные исходные данные - приводятся из задания на проектирование

1.2. Климатические характеристики района строительства

Климатические характеристики района строительства, необходимые для теплотехнического расчета ограждающих конструкций и систем отопления и вентиляции, принимаются по [1-3] или прил. 1.

По табл. 1 [1] принимаются:

- средняя температура воздуха наиболее холодной пятидневки $t_{н5}$ с обеспеченностью 0,92;

- средняя температура наружного воздуха $t_{от.пер.}$ за отопительный период со средней суточной температурой воздуха ≤ 8 ^{0}С;

-продолжительность отопительного периода $Z_{от.пер.}$, сут, со среднесуточной температурой воздуха ≤ 8 ^{0}С.

Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца $\varphi_{хм}$.

Температура наружного воздуха наиболее холодного месяца $t_{хм}$ - принимается по табл. 3 [1];

Зона влажности - принимается по [2, 3].

Расчетная скорость ветра, $V_в$, м/с, равная максимальной из средних скоростей по румбам за январь, повторяемость которых составляет 16 % и более, принимаемая по табл.1*[1]; для зданий высотой свыше 60 м. $V_в$ следует принимать с учетом коэффициента изменения скорости ветра по высоте.

В пояснительной записке расчетные климатические характеристики записываются по форме табл.1.1.

Таблица 1.1

Расчетные климатические характеристики

Район строительства	$t_{н5}$, °С	$t_{хм}$, °С	$\varphi_{хм}$, %	$t_{от.пер.}$, °С	$Z_{от.пер.}$, сут.	$V_в$, м/с.	Зона влажности

1.3. Расчетные параметры воздуха в помещениях.

Температура воздуха в помещениях $t_в$, принятая по [5], приведена в табл.1.2 в зависимости от значения температуры $t_{н5}$.

Относительная влажность воздуха $\varphi_в$ для расчета ограждающих конструкций принимается по [6], влажностный режим помещений – по [2,3]. При 12 °С ≤ $t_в$ ≤ 24 ^{0}С и

50% < $\varphi_в$ < 60% влажностный режим принимается нормальный.

Таблица 1.2

Средние значения оптимальной температуры воздуха в помещениях.

Значение $t_в$ для помещений, ^{0}C							Относительная влажность $\varphi_в$,%
Жилой комнаты		лестничной клетки	кухни	ванной, совмещенного санузла	туалета	коридора квартиры	
угловой	рядовой						
22(23)	20(21)	17	20	25	20	20	

В скобках температура воздуха для районов с $t_{н5}$, равной минус 31 ^{0}C и ниже. Для расчета ограждающих конструкций жилых зданий [6] температуру $t_в$ следует принимать равной соответственно 18 и 20°C.

2. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ

Конечной целью теплотехнического расчета является определение коэффициента теплопередачи отдельных ограждающих конструкций здания (наружных стен, чердачного и цокольного перекрытий, окон, дверей и др.) исходя из обеспечения требований теплозащиты здания.

Нормами [3] 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 внутренней поверхности ограждающих конструкций (которая должна быть, как правило, выше температуры точки росы);

в) удельный расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период q_h^{des} (на 1 м^2 отапливаемой площади пола квартир или полезной площади помещений, или на 1 м^3 отапливаемого объема), кДж/(м^2·°С·сут) или кДж/(м^3·°С·сут), который не должен быть больше нормируемого значения q_h^{req}, приведенного в табл. 8 и 9 [3] и определяется по приложению Г [3] путем выбора теплозащитных свойств ограждающих конструкций здания, объемно - планировочных решений (в т.ч. показателя компактности и коэффициента

остекленности фасада здания), ориентации здания и типа, эффективности и метода

регулирования используемой системы отопления до удовлетворения условия $q_h^{req} \geq q_h^{des}$.

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 определяют:

- приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений по показателям а) и б);
- расчетное сопротивление теплопередаче и необходимую толщину теплоизоляционного слоя наружной стены, ее окончательное сопротивление теплопередаче и коэффициент теплопередачи;
- возможность и допустимость конденсации водяных паров в толще наружной стены;
- тип заполнения световых проемов, их расчетное сопротивление теплопередаче и воздухопроницанию, а также коэффициент теплопередачи.

2.1. Теплотехнические показатели материальных слоев наружной стены.

Теплотехнические показатели материальных слоев заданного варианта конструкции стены выбираются по прил.3 [2] в зависимости от условий эксплуатации ограждающих конструкций и записываются в табл.2.1.

Условия эксплуатации ограждений (А или Б) принимаются по прил.2 [2].

Таблица 2.1

Теплотехнические показатели строительных материалов

Наименование материалов	Условия эксплуатации ограждений	Плотность γ_0, кг/м^3	Коэффициенты		
			теплопроводности λ, $Вт/м \cdot ^0C$	теплоусвоения S, Вт/м$^{2\cdot 0}$С	паропроницаемости μ, кг/м·ч·Па

2.2. Определение приведенных сопротивлений теплопередаче наружных ограждений, толщины слоя утеплителя наружной стены.

Приведенное сопротивление теплопередаче $R_0^{ПР}$, м$^{2\cdot 0}$С/Вт, ограждающих конструкций, в т.ч. окон и фонарей, следует принимать не менее требуемых значений, определяемых исходя из обеспечения санитарно-гигиенических $R_0^{ТР}$ по формуле [2, 3, 7] и условий энергосбережения $R_0^{ЭН}$ - по табл. [2, 3] в зависимости от числа градусо-суток отопительного периода (ГСОП по [2] или D_d по [3]).

$$R_0^{ПР} \geq R_0^{ТР}, R_0^{ЭН}$$

Требуемое сопротивление теплопередаче $R_0^{ТР}$ ограждающих конструкций (кроме светопрозрачных) определяют по формуле:

$$R_0^{ТР} = \frac{(t_В - t_{Н5}) \cdot n}{\alpha_В \cdot \Delta t^Н}, \qquad (2.1)$$

где $t_В$ - расчетная температура внутреннего воздуха в характерном помещении;

n - коэффициент, учитывающий положение наружной поверхности ограждения по отношению к наружному воздуху, принимаемый по табл. [2, 3];

$\alpha_В$ - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения, принимаемый по табл. [2, 3];

$\Delta t^Н$ - нормативный температурный перепад между температурой воздуха в помещении и внутренней поверхности наружного ограждения, принимаемый по табл. [2, 3].

Значения величин n, $\alpha_В$, $\alpha_Н$ и $\Delta t^Н$ сведены в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Наименование ограждающих конструкций	$\Delta t^Н$, ^0C	n	$\alpha_В$, $Вт/м^2 \cdot ^0C$	$\alpha_Н$, $Вт/м^2 \cdot ^0C$
Наружная стена				
Покрытие, чердачное перекрытие				
Перекрытие над проездами, подвалами и подпольями				

$$ГСОП = (t_В - t_{ОТ.ПЕР.}) \cdot Z_{ОТ.ПЕР.} \qquad (2.2)$$

Определенные значения $R_0^{ТР}$ и $R_0^{ЭН}$ представлены в табл. 2.3.

Таблица 2.3

Наименование ограждающих конструкций	$R_0^{ТР}$, $м^2 \cdot ^0C/Вт$	$R_0^{ЭН}$, $м^2 \cdot ^0C/Вт$
Наружная стена		
Покрытие и перекрытие над проездами		
Перекрытие чердачное, над холодными подвалами		
Окна, балконные двери	-	

Термическое сопротивление теплопередаче слоя утеплителя $R_{УТ}$ определяют, пользуясь формулами [2, 3]:

$$R_0^Р = 1/\alpha_В + \sum_1^i R_{Ti} + 1/\alpha_Н = R_0^{ПР}/r \qquad (2.3)$$

$$R_{Ti} = \delta_i/\lambda_i \qquad (2.4)$$

откуда $$R_{УТ} = \left(R_0^{ПР} / r \right) - \left(1/\alpha_В + \sum_1^i \frac{\delta_i}{\lambda_i} + 1/\alpha_Н \right) \qquad (2.5)$$

где $R_0^Р$ - расчетное сопротивление теплопередаче однородного наружного ограждения (или неоднородного в характерном сечении), $м^{2\cdot 0}С/Вт$;

R_{Ti} - термическое сопротивление теплопередаче отдельного материального слоя, $м^{2\cdot 0}С/Вт$;

r - коэффициент теплотехнической однородности конструкции, принимаемый по [2, 3];

δ_i и λ_i - соответственно толщина, м, и коэффициент теплопроводности слоев конструкции, кроме утеплителя;

$\alpha_Н$ - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждения, принимаемый по табл. [2, 3].

Расчетную толщину утеплителя следует определять по формуле:

$$\delta_{УТ}^Р = R_{УТ} \cdot \lambda_{УТ} \qquad (2.6)$$

Окончательная толщина слоя утеплителя $\delta_{УТ}^{ОК}$ принимается кратной 1 см, $\delta_{УТ}^{ОК} \geq \delta_{УТ}^{Р}$. Значение окончательного приведенного сопротивления наружной стены (если принятая толщина отличается от расчетной) определяется по формуле:

$$R_0^{ПР.ОК.} = \left[\left(1/\alpha_В + \sum_1^i \frac{\delta_i}{\lambda_i} + 1/\alpha_Н \right) + \frac{\delta_{УТ}^{ОК}}{\lambda_{УТ}} \right] \cdot r = R_0^{Р.ОК.} \cdot r \qquad (2.7)$$

где $R_0^{Р.ОК.}$ - окончательное расчетное сопротивление теплопередаче наружной стены.

Коэффициенты теплопередачи наружных ограждений определяют по формуле:

$$K = 1/R_0^{ПР.ОК.},\ Вт/м^{2\cdot 0}С \qquad (2.8)$$

2.3. Проверка отсутствия конденсации водяных паров в толще наружной стены.

В связи с увеличением сопротивления теплопередаче наружных ограждений в 2-3 раза в работе выполняется только проверка возможной конденсации водяных паров в толще стены.

Считается, что конденсация водяных паров возможна, если в любом сечении ограждения, перпендикулярном направлению теплового потока, значение парциального давления (упругости) водяного пара e_{xi} больше значения максимальной упругости водяного пара E_{xi}, соответствующей максимально возможному насыщению воздуха водяным паром.

Величина e_{xi} определяется для средней температуры $t_{ХМ}$ и относительной влажности $\varphi_{ХМ}$ воздуха самого холодного месяца.

Расчет t_{xi} и e_{xi} ведется для сечений ограждения, расположенных на границе слоев многослойной конструкции. Однослойная наружная стена разбивается на три слоя равной толщины, а слой утеплителя разбивается пополам.

$$t_{xi} = t_В - \frac{\sum R_{xi}}{R_0^{Р.ОК.}}(t_В - t_{ХМ}) \qquad (2.9)$$

$$e_{xi} = e_В - \frac{\sum R_{пxi}}{R_{ОП}}(e_В - e_Н) \qquad (2.10)$$

$$e_В = E_В \cdot \varphi_В; \qquad (2.11)$$

$$e_Н = E_Н \cdot \varphi_{ХМ} \qquad (2.12)$$

где $\sum R_{xi}$ - сопротивление теплопередаче от воздуха помещения до рассматриваемого сечения Х, $м^{2\cdot 0}С/Вт$, определяемое по формуле:

$$\sum R_{xi} = R_В + \sum_1^{xi} \frac{\delta_i}{\lambda_i} \qquad (2.13)$$

$\sum R_{пxi}$ - сопротивление паропроницанию от воздуха помещения до рассматриваемого сечения Х, в котором определяется упругость e_{xi}, $м^2 \cdot ч \cdot Па/мг$, определяемое по формуле:

$$\sum R_{пxi} = R_{ПВ} + \sum_1^{xi} \frac{\delta_i}{\mu_i} \qquad (2.14)$$

$R_{ОП}$- общее сопротивление паропроницанию конструкции стены, $м^2 \cdot ч \cdot Па/мг$, определяемое по формуле:

$$R_{ОП} = R_{ПВ} + \sum_1^{i} \frac{\delta_i}{\mu_i} + R_{ПН} \qquad (2.15)$$

$E_В$, $E_Н$- упругость водяных паров, Па, при полном насыщении, соответствующая температуре $t_В$ и $t_{ХМ}$;

$e_В$, $e_Н$- упругость водяных паров при $\varphi_В$ и $\varphi_{ХМ}$.

$R_{ПВ}$- сопротивление влагообмену на внутренней поверхности ограждения, принимаемое равным 0,0267 $м^2 \cdot ч \cdot Па/мг$;

$R_{ПН}$ - сопротивление влагообмену на наружной поверхности стены, принимаемое равным 0,0053 $м^2 \cdot ч \cdot Па/мг$.

Значение E_{xi} - принимается по прил. 2. Рассчитанные значения t_{xi}, e_{xi} и E_{xi} заносятся в табл.2.4.

Таблица 2.4

Значения t_{xi}, e_{xi} и E_{xi}

Номер сечения	t_{xi}, ^{0}C	e_{xi}, Па	E_{xi}, Па

При $e_{xi} > E_{xi}$ в любом сечении дополнительно следует построить график изменения t_{xi}, e_{xi} и E_{xi} для определения зоны возможной конденсации водяных паров.

Конденсация водяных паров в толще ограждающей конструкции допускается [2, 3] при условии, если сопротивление паропроницанию $R_{ОПХ}$ ограждающей конструкции (в пределах от внутренней поверхности от плоскости возможной конденсации) будет не менее наибольшего из следующих требуемых сопротивлений паропроницанию:

а) требуемого сопротивления паропроницанию $R_{П1}^{ТР}$, $м^2 \cdot ч \cdot Па/мг$ (из условия недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации), определяемого по формуле (34) [2];

б) требуемого сопротивления паропроницанию $R_{П2}^{ТР}$, $м^2 \cdot ч \cdot Па/мг$, (из условия ограничения влаги в ограждающей конструкции за период с отрицательными среднемесячными температурами наружного воздуха), определяемого по формуле (35) [2].

При наличии конденсации водяных паров в толще допустимость конденсации в курсовой работе определяется только по формуле (34) [2] для п. а).

$$R_{П1}^{ТР} = R_{ПН} \cdot (e_В - E_Г)/(E_Г - e_{НГ}) \qquad (2.16)$$

$$E_Г = (E_З \cdot Z_З + E_{ВО} \cdot Z_{ВО} + E_Л \cdot Z_Л)/12 \qquad (2.17)$$

где $R_{ПН}$ - сопротивление паропроницанию части ограждающей конструкции, расположенной между её наружной поверхностью и плоскостью возможной конденсации, определяемое в соответствии с п. 6.3 [2];

$e_{НГ}$ - средняя упругость водяного пара наружного воздуха за годовой период;

$E_Г$ - упругость водяного пара в плоскости возможной конденсации за годовой период эксплуатации;

$E_З, E_{ВО}, E_Л$ - упругости водяного пара, принимаемые по температуре в плоскости возможной конденсации, определяемой при средней температуре наружного воздуха соответственно зимнего (з), весенне-осеннего (во) и летнего (л) периодов;

$Z_З, Z_{ВО}, Z_Л$ - продолжительность, мес., зимнего (при $t_Н < -5\ ^0$C), весенне-осеннего ($-5\ ^0$C $< t_Н \le 5\ ^0$C) и летнего (при $t_Н > 5\ ^0$C) периодов.

Плоскость возможной конденсации в многослойной конструкции совпадает с наружной поверхностью утеплителя [2]. Следует отметить, что конденсация водяных паров в толще наружной стены в холодный период года приводит к снижению теплотехнических показателей стены и, следовательно, к увеличению тепловых потерь и разрушению конструкции.

2.4. Выбор заполнения световых проемов по сопротивлению воздухопроницанию.

Сопротивление воздухопроницанию $R_{И}$ устанавливаемых окон и балконных дверей жилых и общественных зданий должно быть не менее, соответственно, требуемого сопротивления воздухопроницанию $R_{И}^{ТР}$, $м^2 \cdot ч \cdot Па/кг$, определяемого по формуле:

$$R_И \geq R_И^{TP} = \frac{1}{G_H}\left(\frac{\Delta p}{\Delta p_0}\right)^{2/3} \qquad (2.18)$$

где $G_{Н}$ - нормативная воздухопроницаемость ограждающих конструкций, $кг/(м^2 \cdot ч)$, принимаемая по табл. 12^* [2] или табл. 11 [3];

Δp - разность давлений на наружной и внутренней поверхности ограждающих поверхностях, Па, определяемая по формуле (2.19);

Δp_0 = 10Па - разность давления воздуха, при которой определяется сопротивление воздухопроницанию $R_{И}$.

$$\Delta p = 5{,}4H(\rho_H - \rho_B) + 0{,}3 \cdot \rho_H \cdot V_B^2 \qquad (2.19)$$

где H - высота здания от середины окна первого этажа до устья вентиляционной шахты, м;

$\rho_{Н}, \rho_{В}$ - плотность воздуха соответственно при температуре $t_{Н5}$ и $t_{В}$, $кг/м^3$, определяемая по формуле:

$$\rho = \frac{353}{273 + t} \qquad (2.20)$$

Сопротивление воздухопроницанию ряда типов окон принимается по прил. 3.

После окончательного выбора типа световых проемов, с учетом сопротивления воздухопроницанию, определяется коэффициент теплопередачи окон К, $Вт/(м^2 \cdot ч)$, по формуле (2.8).

Значения коэффициентов теплопередачи К, $Вт/(м^2 \cdot ч)$, остальных ограждающих конструкций принимаются равными:

- для двойных наружных дверей не менее $1{,}7/R_{НС}^{ТР}$;

- для не утепленного пола на грунте: 1-я зона -0,48, 2-я зона – 0,23, 3-я зона – 0,12 и 4-я

зона – 0,07 $Вт/(м^2 \cdot ч)$.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВОЙ МОЩНОСТИ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

Предварительно вычерчивается рабочий план типового этажа в масштабе 1:100 на ватмане или миллиметровой бумаге с нанесением основных размеров в соответствии с заданием. Приведенные ниже дополнительные данные являются едиными для всех вариантов. Размеры окон в комнатах – 1,8 × 2,0 м.

Все помещения на типовом этаже нумеруются в следующем порядке: 01, 02, 03, и т.д. Тогда помещение 01 на первом этаже будет иметь номер 101, на втором – 201, на третьем – 301 и т.д.

Тепловая мощность системы отопления $Q_{от}$ равна сумме теплозатрат $Q_{пом}$ всех помещений здания

для жилых комнат $$Q_{Ж.К.} = Q_{ТП} + Q_{И(В)} - Q_{Б} \quad (3.1)$$

для кухонь $$Q_{К} = Q_{ТП} + Q_{И} - Q_{Б} \quad (3.2)$$

для лестничных клеток $$Q_{Л.К.} = Q_{ТП} + Q_{И} \quad (3.3)$$

где $Q_{ТП}$ - потери теплоты (теплопотери) через ограждающие конструкции помещения, Вт;

$Q_{И}$ - затраты теплоты на подогрев инфильтрующегося в помещение воздуха, Вт;

$Q_{И(В)}$ - большее значение из теплозатрат на подогрев воздуха, поступающего вследствие инфильтрации $Q_{И}$ или необходимого для компенсации нормируемой естественной вытяжки из помещений квартиры $Q_{В}$, Вт;

$Q_{Б}$ - бытовые тепловыделения в помещение, Вт.

3.1. Расчет тепловых потерь через ограждающие конструкции.

Теплопотери через ограждающие конструкции помещения, разность температур воздуха по обе стороны которых больше 3 ^{0}С, находят по формуле [7,8,9,11,12].

$$Q_{ТП} = \sum K_0 (t_В - t_Н) \cdot A \cdot n \cdot (1 + \sum \beta) = Q_0 \cdot (1 + \sum \beta) \quad (3.4)$$

где K_0 - коэффициент теплопередачи отдельной ограждающей конструкции, $Вт/(м^{2 \cdot 0}С)$;

$t_н$ - расчетная температура наружного воздух для холодного периода года ($t_{н5}$) при расчете теплопотерь через наружные ограждения или температура воздуха более холодного помещения при расчете теплопотерь через внутренние ограждения;

$t_в$ - принимается по табл.1.2;

А - площадь ограждения, м^2, [7,8,9,11,12];

β - коэффициент, учитывающий добавочные потери, принимаемый в долях от основных.

Строительные размеры для определения площади ограждений принимают по планам и разрезу с точностью до 0,1 м.

Добавочные теплопотери на ориентацию наружных стен, окон и дверей в долях от основных принимаются в следующих разделах: для конструкций, ориентированных на север, северо-восток, северо-запад и восток – 0,1; запад и юго-восток – 0,05; юго-запад и юг – 0.

Добавочные потери теплоты, связанные с поступлением холодного воздуха через наружные двери, принимаются в размере 0,27 Н для двойных дверей с тамбуром между ними и 0,22 Н – для одинарных. Здесь Н – высота здания от уровня земли до устья вентиляционной шахты.

Лестничная клетка рассматривается как одно помещение с выходом на чердак и подвал. Вертикальный размер наружной стены лестничной клетки принимается от уровня земли до верха утеплителя чердачного перекрытия. Пол лестничной клетки на грунте (можно считать не утепленным) рассчитывается по зонам. Ширина каждой из первых трех зон не более 2 м. Первая зона отсчитывается от уровня земли по стенке, сопротивление теплопередаче которой следует принимать не менее сопротивления теплопередаче наружной стены. Толщина внутренних стен подвала, выходящих на лестничную клетку, принимается условно равной толщине наружных стен.

Размеры окон, наружных и внутренних дверей принимаются по наименьшим размерам строительных проемов в свету.

Расчеты теплопотерь через ограждения помещений выполняются в форме табл. 3.1.

Наименование ограждений условно принято обозначать следующим образом: НС – наружная стена; ВС – внутренняя стена; ДО (ТО) – двойные (тройные) окна; ПТ – потолок; ПЛ – пол; ДД – двойная дверь; ОД – одинарная дверь и т.д. Ориентацию ограждения по сторонам света принято обозначать: ЮВ – юго-восток; ЮЗ – юго-запад; Ю – юг; С – север; СВ – северо-восток; СЗ – северо-запад; З – запад; В – восток.

Таблица 3.1

№ помещения	Наименование помещения $t_В$, ^0C	Характеристика ограждения					$(t_В - t_Н)\cdot n$, ^0C	Q_0, Вт	Добавки β		$(1+\sum\beta)$	$Q_{ТП}$, Вт
		наименование	ориентация	размер $a\times\delta$, м	А, $м^2$	K_0, $\frac{Вт}{м^2\cdot{}^0C}$			ориентация	прочие		

В курсовой работе теплопотери подробно, по типам ограждающих конструкций, рассчитываются для углового и рядового помещений первого, среднего и верхнего этажей (одинаковых на плане или симметричных не зависимо от ориентации), а также кухни и одной лестничной клетки.

Суммарные теплопотери по каждому помещению (табл.3.1) заносятся в табл.3.3.

3.2. Теплозатраты на подогрев инфильтрующегося воздуха.

Теплозатраты $Q_И$ на подогрев воздуха, поступающего преимущественно через заполнения световых проемов, Вт, рассчитываются по формуле:

$$Q_И = 0{,}278 \cdot c \cdot (t_В - t_{Н5}) \cdot A_0 \cdot G_0 . к \qquad (3.5)$$

где с - массовая теплоемкость воздуха; равна 1,005 $кДж/(кг\cdot{}^0C)$;

к - коэффициент, учитывающий дополнительный нагрев воздуха встречным тепловым потоком: для одинарных и спаренных переплетов к = 1; для раздельных переплетов к = 0,8; для раздельно-спаренных к = 0,6;

A_0 - площадь окна, $м^2$;

G_0 - количество воздуха, поступающего в помещение в течение часа через 1 $м^2$ окна, $кг/м^2\cdot ч$., определяемое по формуле:

$$G_0 = \frac{1}{R_И}\left(\frac{\Delta\rho\imath}{10}\right)^{0,67}, \qquad (3.6)$$

Расчетная разность давлений Δp_i, с достаточной точностью можно определить по формуле

$$\Delta p_i \approx 9{,}81(H - h_i)(\rho_н - \rho_в) + 0{,}5\,\rho_н\,v^2\,(c_{e,п} - c_{e,p})\,k_i - P_{ei}, \qquad (3.7)$$

где Н - высота здания, м, от уровня средней планировочной отметки земли до центра вытяжных отверстий фонаря или устья шахты;

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

$\rho_н$, $\rho_в$ – плотность, кг/м³, соответственно наружного воздуха и воздуха в помещении;

v - скорость ветра, м/с, принимаемая по параметрам Б. Если v при параметрах Б меньше, чем при параметрах А, то отопительные приборы следует проверять на параметры А;

$c_{e,n}$, $c_{e,p}$ - аэродинамические коэффициенты соответственно для наветренной и подветренной поверхностей ограждений здания, принимаемые по СНиП «Нагрузки и воздействия»; в данном случае коэффициенты $c_{e,n}$ и $c_{e,p}$ можно принять равными соответственно 0,8 и -0,6;

k_l - коэффициент учета изменения скоростного давления ветра в зависимости от высоты рассматриваемого этажа здания над уровнем земли, принимаемый по СНиП «Нагрузки и воздействия»; для малоэтажных зданий можно принять равным 0,65;

$R_И$ - сопротивление воздухопроницанию окна, $(м^2 \cdot ч)/кг$, принимаемое по п. 2.4;

P_{ei} – расчетные потери давления в естественной вытяжной системе, принимаемые равным расчетному естественному давлению, Па (определяемому по формуле 5.2).

Теплозатраты на подогрев инфильтрующегося воздуха рассчитываются для разных типоразмеров окон, расположенных на каждом этаже, по форме табл.3.2.

Таблица 3.2

Расчет теплозатрат на подогрев инфильтрующегося воздуха

Этаж	H, м	ΔP, Па	G_0, $кг/м^2 \cdot ч$	№ помещения	$t_В$, ^0C	A_0, $м^2$	$Q_И$, Вт

Расстояние между серединой окна каждого этажа и устьем вытяжной шахты для лестничной клетки в курсовой работе принимается таким же, как для рядовых помещений.

3.3. Теплозатраты на подогрев вентиляционного воздуха.

Теплозатраты на подогрев воздуха, необходимого для компенсации естественной вытяжки из квартиры $Q_В$, Вт, рассчитываются только для жилых комнат по формуле:

$$Q_B = 0{,}278 \cdot c \cdot \rho_B \cdot A_n \cdot l_n (t_B - t_{H5}), \qquad (3.8)$$

где A_n - площадь пола жилой комнаты, $м^2$;

l_n - удельный нормативный расход приточного воздуха, принимаемый равным 3 $м^3/ч$ на один $м^2$ жилых помещений, если общая площадь квартиры не более 20 м²/чел [3].

Суммарное количество приточного воздуха не должно быть меньше суммарной вытяжки из кухни, туалета и ванной (или совмещенного санузла) квартиры.

3.4. Бытовые тепловыделения.

Бытовые тепловыделения $Q_Б$, Вт, рассчитываются для жилых комнат и кухонь по формуле (с расчетной заселенностью квартиры не более 20 м² общей площади на чел. [3]):

$$Q_Б = 17A_n \qquad (3.9)$$

Для каждого помещения расчетные теплозатраты по п.3.1, 3.2, 3.3 и бытовые тепловыделения заносятся в табл.3.3 и на основе балансовых уравнений определяется тепловая мощность системы отопления. В колонке 6 табл. 3.3 суммируются теплозатраты поэтажно и по всему зданию для определения тепловой мощности системы отопления.

Таблица 3.3

Тепловая мощность системы отопления

№ помещения	Составляющие баланса, Вт				$Q_{ПОМ}$, Вт
	$Q_{ТП}$	$Q_И$	$Q_В$	$Q_Б$	
1	2	3	4	5	6

В заключение определяется удельная отопительная характеристика жилого здания $q_{УД}$, $Вт/(м^{3}\cdot{}^{0}С)$.

$$q_{УД} = \frac{Q_{ОТ}}{V_{ЗД}(t_В - t_{Н5})} \qquad (3.10)$$

где $V_{ЗД}$ - объем надземной части здания по наружным размерам без чердака, м³;

$t_В$ - то же, что в формуле (1).

4. КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ.

Конструирование системы отопления начинают с размещения отопительных приборов, стояков, магистралей и узла управления [7, 8, 9, 11, 12, 13]. Тип системы отопления и отопительных приборов принимается в соответствии с заданием. Температура падающей и обратной воды в однотрубных системах отопления в жилых зданиях принимается $t_г = 105^0$С, $t_0 = 70^0$С; в двухтрубных системах - $t_г = 95^0$С, $t_0 = 70^0$С. Системы отопления по движению воды в магистралях (тупиковую или с попутным движением) выбирают самостоятельно и согласовывают с консультантом. Заканчивают конструирование вычерчиванием аксонометрической схемы системы отопления.

4.1. Размещение отопительных приборов, стояков, магистралей и арматуры.

Отопительные приборы размещают открыто, преимущественно у наружных стен и, в первую очередь, под окнами на расстоянии не менее 60 мм от чистого пола и 25 мм от

стены в местах, доступных для осмотра, ремонта и очистки. Длина отопительных приборов должна быть не менее 50% длины светового проема. Это правило может не соблюдаться при размещении приборов в вестибюлях и на лестничных клетках.

На планах этажей отопительные приборы имеют одно условное обозначение в соответствии с прил. 14. Значения теплозатрат $Q_{ПОМ}$ (см. табл. 3.3) наносят на планах этажей рядом с номером помещения.

На лестничной клетках отопительные приборы устанавливаются только в нижней части. Не допускается устанавливать отопительные приборы в пределах входных тамбуров, имеющих одинарные входные двери.

В жилых зданиях допускается смещение оси приборов относительно оси окна. Подводки к отопительным приборам прокладывают открыто: горизонтально при длине до 1 м и с уклоном при большей длине. Уклон подающей подводки – в сторону прибора, обратной – в сторону стояка.

У каждого отопительного прибора, кроме приборов лестничной клетки, следует устанавливать, как правило, автоматические терморегуляторы для регулирования теплоотдачи отопительных приборов. Допускается устанавливать краны двойной регулировки в двухтрубных и однотрубных регулируемых системах или трехходовые краны в однотрубных проточно-регулируемых системах.

Для выпуска воздуха из системы в верхних пробках приборов верхнего этажа систем с нижним расположением подающих и обратных магистралей устанавливается кран Маевского или автоматический воздухоотводчик. У отопительных приборов лестничной клетки установка регулирующих кранов недопустима.

В жилых зданиях массового строительства стояки из стальных труб прокладываются, как правило, открыто на расстоянии 15-20 мм от стен. На лестничных клетках делаются отдельные стояки с присоединением отопительных приборов по проточной нерегулируемой схеме. В зданиях более 3-х этажей в верхней и нижних частях стояков на расстоянии 100 мм от магистралей устанавливаются краны пробковые проходные или вентили для отключения стояка при ремонте (аварии) и тройники с пробкой для выпуска воздуха и слива воды. На стояках лестничной клетки отключающие устройства устанавливаются независимо от числа этажей в здании. Приборы лестничных клеток могут включаться до элеватора.

Стояки на планах изображаются кружочками или точками, к которым одной основной линией присоединяются отопительные приборы. Стояки нумеруются, начиная с верхнего левого помещения; номера их записываются за пределами здания (см. прил. 14). Стояки

однотрубной с нижним расположением магистралей и двухтрубной систем отопления изображаются двумя точками, им присваивается один номер.

Магистральные трубопроводы прокладывают открыто по стенам здания на кронштейнах на расстоянии не менее 100 мм от стен. Участки магистралей и стояков, проходящие через не отапливаемые помещения, выполняются в теплоизоляции. На чердаках при скатной кровле магистрали прокладываются, отступая от наружных стен до 1500 мм.

Главный стояк системы отопления при верхнем расположении подающей магистрали прокладывается преимущественно на лестничной клетке.

Магистральные трубопроводы показываются на плане подвала при нижнем расположении подающей и обратной магистралей или на плане подвала и чердака при верхнем расположении подающей магистрали. Для этого места расположения стояков и их номера переносятся на планы подвала и чердака.

Подающие и обратные магистрали прокладываются с учетом принятой схемы движения воды таким образом, чтобы при попутном движении воды было бы две, а при тупиковом движении – четыре ветви примерно с одинаковой тепловой нагрузкой. Каждая ветвь должна иметь задвижки, вентили или пробковые проходные краны в нижних точках для слива воды. Магистрали прокладываются с уклоном не менее 0,002, обеспечивающим удаление воздуха и опорожнение систем. При верхнем расположении подающей магистрали в конце каждой ветви перед последним или предпоследним стояком на магистрали устанавливаются проточные воздухосборники.

Тепловой пункт располагается в подвале, по возможности в центре здания у лестничной клетки. Элеваторный узел (узел управления) размещается таким образом, чтобы было минимальное число поворотов. Элеваторный узел крепится на кронштейнах к капитальным стенам подвала на высоте, удобной для обслуживания запорно-регулирующей арматуры. Ось элеватора располагается на высоте 1 - 1,2 м от пола, обратный трубопровод – ниже элеватора на 0,5 – 0,7 м.

Схемы элеваторного узла, этажестояков, узлов присоединения стояков к магистралям приведены соответственно в прил. 4 и 6.

На основании расположения основных элементов системы отопления на планах здания вычерчивается аксонометрическая схема.

4.2. Расчет и подбор элеваторов

Элеватор выбирается по диаметру горловины $d_г$ в зависимости от расчетной разности давления в подающем и обратном теплопроводе тепловой сети (в тепловом пункте, по

заданию) $\Delta P_{ТС}$ и расхода воды в системе отопления $G_{СО}$.

$$d_г = 87{,}4\sqrt{\frac{G_{СО}}{1000\sqrt{\Delta p_{СО}}}} \qquad (4.1)$$

$$G_{СО} = 0{,}86\frac{Q_{ОТ}}{t_г - t_0} \qquad (4.2)$$

Если приборы лестничной клетки включены до элеватора, то

$$G_{СО} = 0{,}86\frac{Q_{ОТ} - \sum Q_{ЛК}}{t_г - t_0} \qquad (4.3)$$

Давление, создаваемое элеватором, находят по формуле

$$\Delta P_{СО} = \frac{\Delta P_{ТС}}{1{,}4(1+u)^2} \qquad (4.4)$$

где $\sum Q_{ЛК}$ - теплопотери лестничных клеток, Вт;

u - коэффициент смешения в элеваторе, определяемый по формуле:

$$u = \frac{t_1 - t_г}{t_г - t_0} \qquad (4.5)$$

где t_1 - температура подающей воды в теплосети перед элеватором, ^{0}С, принимаемая по заданию, если приборы лестничной клетки включены в общую систему отопления. Если отопительные приборы лестничной клетки присоединены до элеватора, то температура воды перед элеватором $t_1^{/}$ рассчитывается по формуле:

$$t_1^{/} = t_1 - \frac{\sum Q_{ЛК}}{Q_{ОТ}}(t_1 - t_0) \qquad (4.6)$$

По значению $d_Г$ выбирается ближайший стандартный элеватор (см. прил. 5).

Далее определяется диаметр сопла $d_С$, мм:

$$d_С = \frac{d_{ГС}}{1+u} \qquad (4.7)$$

где $d_{ГС}$ - диаметр горловины принятого к установке элеватора, мм.

Обвязка элеваторного узла выполняется в соответствии с размерами выбранного элеватора и запорно-регулирующей арматуры, принимаемыми по прил. 5 и 7.

4.3. Гидравлический расчет теплопроводов.

Гидравлический расчет теплопроводов, выполняемый по методу эквивалентных сопротивлений, сводится к подбору диаметров подводок, стояков и магистралей таким

образом, чтобы при расчетном циркуляционном давлении, не превышающем располагаемое или заданное, к каждому отопительному прибору поступало расчетное количество теплоты (теплоносителя), равное тепловой мощности данного помещения или прибора.

Расчет ведут в следующем порядке. На вычерченную аксонометрическую схему системы отопления дополнительно наносят тепловые нагрузки каждого отопительного прибора, а затем путем последовательного суммирования определяют тепловые нагрузки каждого стояка $Q_{СТ}$ и каждого участка подающей и обратной магистралей.

Определяют главное циркуляционное кольцо (ГЦК), проходящее через наиболее удаленный нагруженный стояк наиболее нагруженной ветки системы с тупиковым

движением воды. В двухтрубных системах отопления ГЦК проходит через отопительный прибор нижнего этажа. В системах с попутным движением воды в магистралях ГЦК проходит через наиболее нагруженный средний стояк. Все остальные полукольца системы отопления привязываются к ГЦК.

ГЦК разбивается на расчетные участки, за которые принимаются отрезки с неизменным расходом воды и диаметром труб. Расчетные участки нумеруются. Рядом с номером проставляют в числителе тепловую нагрузку, Вт, в знаменателе – длину участка, м.

Длина горизонтальных участком магистралей принимается по планам, а вертикальных – по разрезу с точностью до 0,1 м.

Стояк однотрубной системы отопления принимается за один участок. Его номер является номером участка. Стояк двухтрубной системы так же, как магистрали, разбивается на расчетные участки. Длина стояков (или участков стояков) определяется по аксонометрической схеме с учетом размеров типовых этажестояков.

Определяют циркуляционное давление $P_{Ц}$, Па, для ГЦК по формуле:

$$P_{Ц} = \Delta P_{СО} + Б \cdot \Delta P_{e} \qquad (4.8)$$

где $Б$ - коэффициент, принимается равным 1 для однотрубных систем и 0,4 для двухтрубных.

ΔP_{e} - естественное давление от остывания воды в отопительных приборах, Па, определяемое по формуле:

для однотрубных систем

$$\Delta P_{e} = 6{,}3\frac{t_{r} - t_{0}}{Q_{СТ}} \sum \left(Q_{i} h_{i}\right) \qquad (4.9)$$

для двухтрубных систем

$$\Delta P_{e} = 6{,}3 \cdot h\left(t_{r} - t_{0}\right) \qquad (4.10)$$

Q_i, h_i - тепловая нагрузка отопительного прибора i-го этажа, Вт, и высота расположения центра прибора относительно оси элеватора, м;

$Q_{СТ}$ - тепловая нагрузка расчетного стояка, равная сумме тепловых нагрузок всех приборов, присоединенных к этому стояку, Вт;

h - высота расположения центра прибора первого этажа относительно оси элеватора, м.

В однотрубных системах желательно, чтобы 60-70% давления $P_Ц$ расходовалось в стояке ГЦК, 30-25% - в магистралях и 10-6% оставалось в виде запаса на неучтенные потери.

В стояках двухтрубных систем не удается израсходовать 60-70% давления $P_Ц$. Поэтому в таких системах потери давления $P_Ц$ распределяются следующим образом: в стояках – 10-15%, в магистралях – 80-75%, запас – 10-5%.

Гидравлический расчет однотрубного стояка ГЦК. Определяют длину труб стояка от подающей до обратной магистрали, включая подводки к приборам. Находят количество воды $G_{ст}$, кг/ч, циркулирующей по стояку, по формуле (4.2), в которой вместо $\sum Q_{ст}$ подставляют $Q_{ст}$. Задаются диаметром труб стояка (15 или 20 мм) таким образом, чтобы скорость движения воды не превышала 1 м/с, и по номограмме* прил. 8 для $G_{ст}$ определяются потери давления $P_у$, Па/м, на 1 пог. м трубы, учитывающие потери на трение и в местных сопротивлениях.

$$P_{ст} = P_у \cdot l_{ст} \qquad (4.11)$$

где $l_{ст}$ - длина стояка, участка, м.

Полные потери давления в стояке должны быть в пределах (0,6-0,7) $P_ц$.

При необходимости стояк делается составным, т.е. часть стояка принимается другого диаметра. Расчет выполняется по форме табл.4.1.

Таблица 4.1

Гидравлический расчет системы отопления

№ участка	Нагруз-ка Q, Вт	Количест-во G, кг/ч	Длина l, м	Предварительный расчет				Окончательный расчет			
				диаметр d, мм	скорость V, м/с	удельные потери $P_у$, Па/м	полные потери P, Па	диаметр d, мм	скорость V, м/с	удельные потери $P_у$, Па/м	полные потери P, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

* Номограмма составлена из расчета, что 60% общих потерь в стояке приходится на местные сопротивления и 40% - на трение по длине, а в магистралях соответственно 35 и 65 %.

Расчет двухтрубного стояка ГЦК. Номера расчетных участков стояка, их тепловую нагрузку и длину заносят в табл. 4.1. Рассчитывают количество воды G, кг/ч, на каждом участке. По диаметру (прил.8) определяют удельные потери $P_у$, а затем полные потери давления Р на каждом участке. Общие потери давления в стояке, равные сумме потерь на каждом участке, должны быть в пределах (0,1-0,15) $P_ц$.

Расчет магистралей. Потери давления в магистралях $P_{маг}$ составляют 0,9($P_ц$-$P_{ст}$). В табл. 4.1 заносят номера участков, их тепловые нагрузки и длины. Определяют количество воды на участках G, кг/ч. Определяют ориентировочные удельные потери давления в магистралях $P_{у.ор}$ по формуле

$$P_{у.ор} = P_{маг} / \sum l \qquad (4.12)$$

где $\sum l$ - суммарная длина всех участков магистралей ГЦК, м.

Диаметр труб каждого участка принимается таким образом, чтобы при заданном количестве воды ее скорость V не превышала 1 м/с и удельные потери давления $P_у$, определяемые для магистралей по номограмме прил. 8, были бы наиболее близки к $P_{у.ор}$. По принятому диаметру труб и фактическому расходу воды по той же номограмме определяют фактические удельные потери давления $P_у$ и скорость движения воды V. Значения $P_у$,V записываются в табл. 4.1, вычисляются полные потери давления на участках Р по формуле (4.8) и суммарные - $P_{маг}$ по всему ГЦК.

Расчет ГЦК считается законченным, если запас давления, определенного по формуле (4.11), равен 5-10%:

$$P_{зап} = \frac{P_ц - P_{цк}}{P_ц} \cdot 100 \qquad (4.13)$$

где $P_{цк} = P_{маг} + P_{ст}$- суммарные потери давления на всех участках магистралей и в стояке ГЦК, Па.

Если $P_{цк}$ больше $P_ц$, значит диаметры труб некоторых участков магистралей занижены. На этих участках следует увеличить диаметр труб и сделать пересчет потерь давления, который записывается в колонках 9, 10, 11, 12 табл. 4.1. Если значение $P_{цк}$ окажется значительно меньше $P_ц$, то следует уменьшить диаметры труб отдельных участков, потери давления на которых малы.

Расчет параллельных стояков или участков. Потери давления в параллельных стояках или участках $P_{стп}$, Па, должны быть равны сумме потерь давления в ранее рассчитанных полукольцах $P_{пол}$, образованных участками магистралей и стояком ГЦК, считая от места присоединения до точки слияния параллельных участков, т.е.

$$P_{стп} = P_{пол} = \sum P_{маг} + P_{ст.гцк} \qquad (4.14)$$

Расчет потерь давления в параллельных стояках или участках в принципе ничем не отличается от расчетов, приведенных выше. Расчет параллельных стояков или участков считается законченным, если невязка

$$\Delta = \frac{(P_{пол} - P_{стп})}{P_{пол}} \cdot 100 \qquad (4.15)$$

составляет для однотрубных тупиковых систем 15%; для двухтрубных тупиковых $\pm 25\%$; для систем с попутным движением воды в магистралях $\pm 5\%$. Значение $P_{пол}$ в формуле (4.14) представляет собой потери давления в параллельном полукольце ГЦК, т.е.

$$P_{пол} = \sum P_{маг} + P_{ст.гцк} \qquad (4.16)$$

Если невязка превышает указанные выше величины, то измеряются диаметры труб параллельных стояков или участков и делается пересчет потерь давления.

Так рассчитываются все параллельные ГЦК участки. Этот расчет называют “увязкой” параллельных участков или стояков. В курсовой работе ограничиваются увязкой одного, ближайшего к узлу управления стояка, расположенного на ГЦК, и среднего в тупиковой или наиболее удаленного стояка в попутной схеме движения воды.

4.4. Тепловой расчет отопительных приборов

Расчет числа секций чугунных радиаторов, типа неразборных радиаторов или конвекторов проводят для трех стояков, включенных в гидравлическую увязку.

Расчетное число секций с достаточной точностью можно определить по формуле

$$N_p = \frac{Q_{оп}}{q_{оп}} \qquad (4.17)$$

$$q_{оп} = q_н (\Delta t / 70)^{1+n} \cdot (G_{оп} / 360)^p \cdot \beta_1 \qquad (4.18)$$

где $Q_{оп}$ - тепловая нагрузка отопительного прибора, Вт, при точном расчете принимаемая с учетом теплоотдачи проложенных в пределах помещения труб системы отопления [9,12,13];

$q_{оп}$ - расчетный тепловой поток одной секции, Вт/секц. ;

Δt - разность средней температуры воды в радиаторе и температуры воздуха в помещении, ^{0}C;

$q_н$ - номинальный тепловой поток одной секции, Вт/секц., при Δt = 70 ^{0}C и $G_{оп}$ = 360 кг/ч [13];

n, p - экспериментальные показатели, учитывающие влияние типа отопительного прибора, направление движения и количество проходящей воды;

β_1 - коэффициент, учитывающий направление движения воды в приборе, принимаемый по табл. 4.2;

$$\Delta t = 0{,}5(t_{вх} + t_{вых}) - t_в \qquad (4.19)$$

где $t_{вх}$, $t_{вых}$ - температура воды на входе и выходе из прибора, ^{0}C;

В двухтрубных системах отопления $t_{вх} \approx t_r$; $t_{вых} \approx t_o$, а в однотрубных системах

$$t_{вх} = t_r - (t_r - t_o)\sum_1^{n-1} Q_{оп} / Q_{ст} \qquad (4.20)$$

$$t_{вых} = t_r - (t_r - t_o)\sum_1^{n} Q_{оп} / Q_{ст} \qquad (4.21)$$

где $\sum_1^{n-1} Q_{оп}$ - сумма тепловой нагрузки всех приборов, начиная от подающей магистрали до рассматриваемого прибора, Вт;

$\sum_1^{n} Q_{оп}$ - сумма тепловой нагрузки всех приборов, начиная от подающей магистрали, включая рассматриваемый прибор, Вт.

Значение коэффициента β_1 и показателей степени n и p Таблица 4.2

Схема подводки теплоносителя к прибору	Значения коэффициентов		
	n	β_1	p
Сверху-вниз	0,32	1	0,03
Снизу-вверх	0,15	0,89	0,08
Снизу-вниз	0,24	0,79	0,07

Расчет отопительных приборов ведут в форме табл.4.3.

Расчет числа секций отопительных приборов Таблица 4.3

№ помещения	$Q_{оп}$, Вт	$t_в$, ^{0}C	$t_{вх}$, ^{0}C	$t_{вых}$, ^{0}C	Δt, ^{0}C	Схема присое-динения	$q_{оп}$, Вт/м^2	$N_р$, шт.	$N_{уст}$, шт.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

При расчете двухтрубных систем отопления графы 5 и 4 упраздняются. По окончании расчета системы отопления составляется спецификация материалов и оборудования.

5. КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ

В соответствии с требованиями СНиП [6] в жилых зданиях квартирного типа массового строительства предусматривается естественная канальная вытяжная вентиляция с удалением воздуха из совмещенного санузла, ванной, туалета и кухни. Приток воздуха – неорганизованный через неплотности ограждающих конструкций, открываемые форточки или специальные вентиляционные отверстия, например, в подоконной зоне.

25

5.1. Расчет воздухообмена в помещениях.

Воздухообмен рассчитывается для каждой типовой квартиры. Количество приточного воздуха для жилых комнат $L_{жк}$, м^3/ч, определяется по формуле

$$L_{жк} = 3A_n \qquad (5.1)$$

где A_n- площадь пола жилых комнат, м^2;

3 – количество приточного воздуха в м^3/м^{2}ч жилых помещений при общей площади квартиры не более 20 м^2/чел.

Воздухообмен в кухнях и санузлах, м^3/ч, принимается по нормам [6]:

кухня с электроплитой	60
кухня с 2-конфорочной газовой плитой	60
то же с 3-конфорочной газовой плитой	75
то же с 4-конфорочной газовой плитой	90
ванная	25
уборная индивидуальная	25
совмещенный санузел	50

За расчетный воздухообмен квартиры принимается большая часть из двух величин: суммарного воздухообмена для жилых комнат или суммарного воздухообмена для помещений общего пользования (кухни, ванной, туалета и пр.).

Удаление воздуха из квартиры осуществляется через вытяжные решетки и каналы, располагаемые в кухнях, санузлах, ванных и пр.

5.2. Конструирование систем вытяжной вентиляции.

Конструирование вытяжной вентиляции начинают с размещения на планах этажей вытяжных жалюзийных решеток и каналов [7,8,9]. Затем на плане чердака вертикальные каналы объединяют горизонтальными каналами в отдельные системы и размещают вытяжные шахты. Каждая система нумеруется (ВЕ-1, ВЕ-2 и т.д.). При конструировании систем вентиляции руководствуются следующими правилами.

Удаление воздуха из отдельных помещений осуществляется по самостоятельным вытяжным каналам. В пределах одной

квартиры допускается объединение каналов из уборной и ванной 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. Вытяжные

шахты должны располагаться в наиболее высокой части чердачного помещения или кровли. Радиус действия систем вентиляции с естественным побуждением не более 8м.

В зданиях с числом этажей больше трех вертикальные каналы проектируются с общим коллектором (сборным вертикальным каналом). Поэтажные ответвления присоединяются к сборному коллектору под потолком вышележащего этажа.

Вытяжные решетки в помещении располагаются на 0,3 м от потолка.

Вентиляционные каналы могут размещаться в толще внутренних кирпичных стен или в бороздах, закрываемых снаружи плитами. Размеры сечения каналов принимаются кратными размерам ½ кирпича. Наименьший размер канала $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ кирпича (140×140 мм). Наибольший размер - $\frac{1}{2} \times 1$ кирпича (140×270 мм). Толщина стенок канала и минимальное расстояние между каналами должно быть не менее ½ кирпича. Каналы в кирпичных стенах располагаются от дверных проемов на расстоянии не менее 1,5 кирпича (380 мм).

При отсутствии капитальных кирпичных стен или невозможности размещения в них всех каналов допускается устройство приставных каналов из блоков, шлакобетонных или бетонных плит или кирпича, асбестоцементных труб. Наименьший размер приставных каналов 100×100 мм. При увеличении размеров они должны быть кратны 50 мм.

В крупнопанельных зданиях вертикальные вентиляционные каналы устраиваются в виде специальных вентиляционных панелей (блоков), размещаемых во внутренних стенах, перегородках или в виде приставных блоков (см. прил.11). Вентиляционные блоки выполняются с каналами круглого, прямоугольного или овального сечения.

Горизонтальные каналы на чердаке здания выполняются на двойных шлакогипсовых или шлакобетонных плит толщиной 40-50 мм с воздушной прослойкой 40 мм. Наименьший размер канала на чердаке 200×200 мм. Максимальное отношение размеров сторон прямоугольного сечения 1:2.

Вытяжные шахты могут устраиваться с обособленными или объединенными каналами. Шахты с обособленными каналами выполняются из бетонных блоков с утеплением фибролитом, шлакобетона или керамзитобетона. Шахты с объединенными каналами выполняются из бетонных плит с утеплителем, из легкого бетона или из досок толщиной 40 мм, обитых с внутренней стороны кровельной сталью по войлоку, смоченному в глиняном растворе, и оштукатуренных по дранке с наружной стороны. Минимальная высота вытяжных шахт указана в прил. 13.

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

Конструирование вентиляции заканчивается вычерчиванием аксонометрической схемы одной из наиболее нагруженных систем.

5.3. Аэродинамический расчет каналов

Целью аэродинамического расчета является подбор сечения вытяжных каналов и решеток, обеспечивающих удаление из помещения расчетного количества воздуха при расчетном естественном давлении (при температуре наружного воздуха 5°С).

Аэродинамический расчет проводится в определенной последовательности.

Вычерченную расчетную аксонометрическую схему разбивают на расчетные участки, которые нумеруются. Определяют длину каждого участка и путем последовательного суммирования расход воздуха, проходящего по участку. Эти величины выписывают на схему в виде дроби (в числителе – расход, $м^3$/ч, в знаменателе – длина, м). Определяют естественное (гравитационное) давление для каналов ветвей каждого этажа по формуле

$$P_{ei} = 9{,}81 H_i (\rho_s - \rho_в) \qquad (5.2)$$

где P_{ei}- естественное давление для каналов i-ого этажа, Па;

H_i- разность отметок устья вытяжной шахты и середины вытяжной решетки рассчитываемого этажа, м;

ρ_s - плотность воздуха при температуре 5 $°C$, кг/$м^3$; определяется по формуле (2.20);

$\rho_в$ - то же, что в формуле (2.20).

Аэродинамический расчет каналов начинают с наиболее удаленной от вытяжной шахты ветви верхнего этажа, имеющей наименьшее расчетное давление. Расчет проводится в форме табл. 5.1.

Таблица 5.1

Аэродинамический расчет каналов

№ участка	L, $м^3$/ч	l, м	Предварительный расчет								Окончательный расчет
			$a \times b$, мм	А, $м^2$	V, м/с	R, Па/м	Rl, Па	$P_д$, Па	$\sum \zeta$	$Rl + \sum \zeta P_д$, Па	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Примечание: При окончательном расчете (графа 12 и далее) повторяются графы с 4 по 11 в той же последовательности.

Жалюзийную решетку или решетку с вкладышем рассматривают как самостоятельный участок нулевой длин, так как с ее помощью осуществляют увязку и монтажное регулирование параллельных каналов.

По прил. 12 принимают размер решетки так, чтобы при заданном расходе воздуха его скорость была не более 1 м/с. Дополнительные данные для расчета системы естественной вентиляции приведены в прил.10.

По фактической скорости воздуха V, принимаемой путем интерполяции по прил. 9 или рассчитываемой по формуле

$$V = \frac{L}{A \cdot 3600}, \quad (5.3)$$

находят значение динамического давления *Рд* путем интерполяции по прил.11 или по формуле

$$Pд = 0{,}5V^2 \rho_в \quad (5.4)$$

и потери давления в решетке $\zeta P_д$:

Здесь А- площадь живого сечения решетки или канала, которая принимается по прил. 10;

ζ - коэффициент местного сопротивления, принимаемый по прил. 10.

Далее по заданному расходу воздуха на участке по прил. подбирают сечение каналов так, чтобы скорость воздуха была в пределах 0,5 – 1,5 м/с. Следует иметь в виду, что сечение каналов должно плавно увеличиваться в направлении движения воздуха. Для принятого сечения канала и заданного расхода воздуха на участке по прил. 8 путем интерполяции или по формулам (5.2) и (5.3) находят фактическую скорость движения воздуха V, динамическое давление $P_д$ и потери давления на трение R. По прил.10 подсчитывают сумму коэффициентов местных сопротивлений каналов на участке $\sum \zeta$ и вычисляют полные потери давления

$$P_n = Rl + \sum \zeta P_д, \quad (5.5)$$

а также суммарные по ветви полные потери давления $\sum P_{ni}$.

Расчет ветви заканчивается, если запас давления на неучтенные потери составляет 5-10%, т.е. выполняется условие

$$\text{Запас} = \frac{P_{ei} - \sum P_{ni}}{P_{ei}} 100 = 5 \div 10\%, \quad (5.6)$$

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

Если значение $\sum P_{ni}$ окажется очень мало в сравнении с P_{ei}, значит решетка или отдельные участки канала выбраны слишком большого сечения. При окончательном расчете

уменьшают вначале сечение каналов до минимально возможного по конструктивным соображениям, а если этого недостаточно, то уменьшают сечение решетки, вводя в нее вкладыш, номер которого определяется расчетом. Таким образом, добиваются выполнения условия (5.6).

При $\sum P_{ni}$ больше P_{ei}. необходимо увеличить сечение решетки или участков, на которых потери давления очень большие, и добиваться выполнения условия (5.6). Данные окончательного расчета записывают в табл. 5.1.

Увязка параллельных ветвей. Для расчета параллельных ветвей вычисляют расчетное давление в точке слияния потоков, расположенной на ранее рассчитанной ветви, по формуле

$$P_p = P_{ei} - P_n, \quad (5.7)$$

где P_{ei} - расчетное естественное давление для ветви рассматриваемого этажа, Па;

P_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 решетки и канала параллельных участков, по прил. 9 и 11, определяют скорость воздуха V, динамическое давление $P_д$ и потери давления на трение R и добиваются выполнения условия

$$\Delta = \frac{P_p - \sum P_{nn}}{P_p} 100 = \pm 10\%, \quad (5.8)$$

где $\sum P_{nn}$ - сумма полных потерь давления на параллельных участках, т.е. от входа в решетку до точки слияния потока, Па.

При выполнении условия (5.8) расчет параллельных участков ветвей считается законченным.

Сечение каналов-спутников при расчете системы вентиляции с общим сборным коллектором для двух систем (ВЕ-1 и ВЕ-2) определяется из расчета ветви верхнего этажа и принимается единым для всех этажей. Сечение сборного коллектора определяется из расчета ветви (N-2) этажа, где N- число этажей, и принимается постоянным для всех этажей. Расчет параллельных ветвей сводится в этом случае к выбору сечения решеток или определению номера стандартного вкладыша. С целью унификации вентиляционных блоков жалюзийные решетки на каждом этаже должны иметь по возможности одинаковые типоразмеры.

6. ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

6.1 Оформление расчетно-пояснительной записки

Расчетно-пояснительная записка должна содержать разделы и подразделы, список литературы, достаточно полное представление о выполненной работе с описанием принятых решений, приложением расчетов. Записка составляется параллельно с выполнением курсовой работы и должна содержать ссылки на источники, откуда взяты данные для расчетов.

Расчетно-пояснительная записка пишется разборчиво на листах стандартного формата А4 / 297×210 мм/. Страницы нумеруются /включая таблицы и рисунки/ в верхнем правом углу листа.

На титульном листе указывается тема курсовой работы, фамилия, имя и отчество автора, факультет, группа, курс, ставится

подпись автора, а также фамилия, имя и отчество преподавателя, принимающего работу.

6.2 Правила графического оформления работы

Графическая часть работы выполняется на одном листе ватмана формата А1 /594×841 мм/ или на четырех листах формата А-3. Состав графической части работы приведен в начале данного методического указания.

Планы систем отопления и вентиляции изображают в виде разреза систем горизонтальной плоскостью, проходящей под перекрытием или покрытием данного этажа.

Трубы, расположенные друг над другом, на планах условно показывают параллельными линиями.

Трубы на планах показывают одной линией, воздуховоды двумя линиями, а также указывают пунктиром толщину стенки утепленных каналов, прокладываемых на чердаке или в неотапливаемых помещениях.

Элементы систем отопления, вентиляции и кондиционирования показывают условными графическими обозначениями по табл. 3 ГОСТ 21.205; направление потока жидкости и воздуха – по табл. 4 ГОСТ 21.205; баки, насосы и вентиляторы – по табл. 5 ГОСТ 21.205; элементы трубопроводов – по табл. 6 ГОСТ 21.205; трубопроводную арматуру – по табл. 7 ГОСТ 21.205 и буквенно-цифровые обозначения – по табл. 8 ГОСТ 21.205. Обозначения каждой системе вентиляции присваивают по табл. 1 ГОСТ 21.602, а элементов системы отопления – по табл. 2 ГОСТ 21.602.

На план наносят:

- разбивочные оси здания и расстояния между ними;

- отметки чистых полов этажей и основных площадок;
- привязки к разбивочным осям здания основного отопительно-вентиляционного - оборудования;
- диаметры труб, диаметры и сечения вентиляционных каналов и воздуховодов;
- количество секций радиаторов, характеристику других отопительных приборов;
- обозначения стояков системы отопления и вентиляционных систем;
- привязку к разбивочным осям здания неподвижных опор и компенсаторов.

Пример выполнения плана чертежей систем отопления и вентиляции приведен в прил. 14.

Вариант размещения вентиляционных каналов в кирпичных стенах представлен в прил.11.

На аксонометрических схемах систем отопления показывают:

- диаметры труб;
- отметки уровней осей и уклоны труб;
- размеры горизонтальных участков труб, неподвижные опоры, компенсаторы и нетиповые крепления;
- число секций радиаторов, характеристику других отопительных приборов;
- номера стояков, запорно-регулирующую арматуру, контрольно-измерительные приборы и другие элементы систем.

Места разрывов труб на схемах обозначают строчными буквами.

Пример выполнения схемы системы отопления приведен в прил. 15.

На схемах вентиляции показывают:

- диаметр и сечение воздуховодов или вентиляционных каналов и количество проходящего воздуха, $м^3/ч$;
- отметки уровня оси круглых или низа прямоугольных каналов;
- регулирующие, воздухоприемные и воздухораспределительные устройства.