

МИНИСТЕРСТВО НАРОДНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РБ
БРЕСТСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА ТЕПЛОТЕХНИКИ, ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для курсовой работы по курсу "Инженерное
оборудование и сети зданий и сооружений"
для студентов специальности 29.03 (ПГС)
дневного обучения

Утверждены Ученым Советом
факультета водоснабжения и
гидромелиорации

21 февраля _____ 1992 г.

Протокол № 4

Брест 1992

УДК 697.971 (075.8)

АННОТАЦИЯ

Настоящие методические указания для курсовой работы по отоплению и вентиляции жилого дома составлены в соответствии с программой курса "Инженерное оборудование и сети зданий и сооружений" для студентов дневного обучения специальности 29.03 П.С, утвержденной Главным учебно-методическим управлением высшего образования 29 сентября 1968 года (ГУМУ-15/1).

В работе использованы действующие нормативные документы, изложены объем и последовательность выполнения курсовой работы, основные методики расчетов, примеры расчетов.

Составители: М.Г.Горбачева, ст.преподаватель

В.С.Сверлици, профессор, д.т.н.

Рецензент: доцент кафедры "Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха" Белорусской Государственной Политехнической Академии И.Ф.Филалко

ОГЛАВЛЕНИЕ

	стр.
1. Задание к курсовой работе	4
2. Состав курсовой работы	4
3. Методические указания к выполнению курсовой работы	5
3.1. Общая часть	5
3.2. Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций	6
3.3. Проверка ограждающих конструкций на воздухо- проницаемость	12
3.4. Расчет тепловых потерь отдельными помещениями и зданием в целом	13
3.5. Конструирование и расчет системы водяного отопления	21
3.5.1. Некоторые принципы конструирования системы отопления	21
3.5.2. Выбор типа нагревательных приборов и определение их поверхности нагрева	25
3.5.3. Расчет и подбор водоструйного элеватора	30
3.5.4. Гидравлический расчет системы водяного отопления	31
3.6. Конструирование и расчет естественной вытяжной канальной вентиляции	35
3.6.1. Общие положения об устройстве канальной системы вентиляции и принципы ее работы	35
3.6.2. Аэродинамический расчет вытяжной естественной системы вентиляции	38
Литература	42
Приложения	43

1. ЗАДАНИЕ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ

Тема курсовой работы - отопление и вентиляция жилого или гражданского здания.

Курсовая работа по отоплению и вентиляции разрабатывается для 2х секционного 2-3х этажного жилого или гражданского здания.

Система центрального отопления - водяная двухтрубная с искусственной циркуляцией с верхней или нижней разводкой; параметры воды перед нагревательным прибором $t_r = 95^\circ\text{C}$; после него $t_o = 70^\circ\text{C}$.

Источник теплоснабжения - наружные тепловые сети от ТЭЦ, теплоноситель - вода с параметрами (T_r и T_o), $^\circ\text{C}$.

Присоединение проектируемой системы отопления к тепловым сетям предусмотреть в тепловом пункте проектируемого здания через водоструйный элеватор.

Система вентиляции - естественная канальная вытяжная.

Студенты выполняют курсовую работу по индивидуальному заданию, которое включает исходные данные для проектирования, перечень вопросов, подлежащих рассмотрению, объем графического материала с указанием чертежей и масштабов, сроки сдачи и сдачи курсовой работы. В исходных данных указываются район строительства, планы этажей и разрез здания, ориентация его главного фасада по сторонам света, характеристика наружных ограждающих конструкций здания (конструкции внутренних несущих стен и межкомнатных, межквартирных перегородок принимаются по усмотрению исполнителя в соответствии с действующими нормативами), температура воды в тепловых сетях (T_r и T_o), $^\circ\text{C}$ и давление, передаваемое элеватором в систему отопления для обеспечения циркуляции воды в ней ($P_3 = 7 + 10 \text{ kPa}$).

2. СОСТАВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа по отоплению и вентиляции двухсекционного жилого здания состоит из расчетно-пояснительной записки (20...25 страниц рукописного текста) и графической части.

Расчетно-пояснительная записка включает следующие разделы:

1. Общая часть.
2. Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций здания.

3. Проверка ограждающих конструкций на воздухопроницаемость.
4. Расчет потерь теплоты отдельными помещениями и зданием в целом, определение удельной тепловой характеристики здания.
5. Выбор типа нагревательных приборов и определение их поверхности нагрева.
6. Расчет и подбор водоструйного элеватора.
7. Гидравлический расчет трубопроводов системы водяного отопления.
8. Расчет естественной вытяжной системы вентиляции.
9. Список использованной литературы.

Графическая часть - объем один лист, формат 24 содержит:

1. Планы этажей и план чердака или подвала, поперечный разрез здания по лестничной клетке (М 1:100) с нанесением элементов систем отопления и вентиляции (подающего и обратного стояков системы отопления, нагревательных приборов с указанием числа секций в них, подающих и обратных магистралей, их диаметров, направления уклонов, номеров стояков, вентиляционных каналов, жалюзийных решеток, сборных горизонтальных воздухопроводов, вытяжных шахт).
2. Схема трубопроводов системы водяного отопления здания с указанием тепловых нагрузок, нагревательных приборов (M_B 1:50, $M_{гор.}$ - произвольный).
3. План, разрез и схема трубопроводов теплового пункта, М 1:50.
4. Схема одной естественной вытяжной канальной системы вентиляции с обозначением номеров расчетных участков, их длин и расходов воздуха, сечений каналов, размеров жалюзийных решеток, М 1:50.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

3.1. Общая часть.

В этом разделе расчетно-пояснительной записки указываются:

а) район строительства здания и его расчетные климатические характеристики (средние температуры наружного воздуха - наиболее холодной пятидневки ($t_{5, \text{°C}}$), холодных суток ($t_{х.с., \text{°C}}$), продолжительность отопительного периода - /4, прил.1/, зона влажности /2, прил.1/, средняя скорость ветра по январю (V , м/с) - /4, прил.4/;

б) краткое описание здания, ориентация главного фасада, характеристика материалов ограждающих конструкций, температура внутреннего воздуха ($t_{в}$, °C) - /7, табл.4/, относительная влажность (φ , %) в помещениях проектируемого здания - /2, табл.1/;

в) теплотехнические характеристики материалов ограждающих конструкций (λ - коэффициент теплопроводности, Вт/(м·с), S - коэффициент теплоусвоения, Вт/(м²·°C), выбираемые в соответствии с /2, прил. 2 и 3/.

Климатические данные района строительства, параметры воздушной среды в помещениях здания, зона влажности, теплотехнические характеристики (λ , S) материалов ограждений являются основой для выполнения теплотехнического расчета ограждающих конструкций.

3.2. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Теплотехнический расчет ограждений выполняют в соответствии с требованиями СНиП II-3-79-/2/. Цель расчета - определение оптимальной в теплотехническом отношении и экономически целесообразной толщины утеплителя $\delta_{ут}$, (м) в наружной ограждающей конструкции и определение общего сопротивления теплопередаче R_o (м²·°C/Вт) для этой же конструкции с учетом толщины утеплителя ($\delta_{ут}$, м).

Сопротивление теплопередаче R_o должно быть не менее требуемого сопротивления теплопередаче $R_o^{тр}$, определяемого по санитарно-гигиеническим условиям - формула (1) и принимается равным экономически целесообразному сопротивлению теплопередаче $R_o^{эк}$, определяемому по наименьшим приведенным затратам, /2, п.2.15/.

Порядок расчета

3.2.1. Выбор теплофизических характеристик материалов

Из /2, прил.3/ в зависимости от группы эксплуатации ограждающих конструкций (А или Б, определяемых по /2, прил.2/) выписывают теплофизические характеристики материалов ограждения (коэффициент теплопроводности, λ , Вт/м·°C и коэффициент теплоусвоения, S , Вт/м²·°C).

3.2.2. Определение требуемого сопротивления теплопередаче

Определяют требуемое сопротивление теплопередаче $R_o^{тр}$ ограждающих конструкций по санитарно-гигиеническим условиям согласно /2, п. 2.2] по формуле

$$R_0^{TP} = \frac{n(t_s - t_n)}{\Delta t_n L_s}, \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт.} \quad (1)$$

где n - коэффициент, зависящий от положения наружной поверхности ограждения по отношению к наружному воздуху, принимаемый по /2, табл. 3/; СТР. 64

L_s - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, Вт/м²°C, /2, табл. 4/

t_s - расчетная температура внутреннего воздуха, °C /7, табл. 8/;

t_n - расчетная температура наружного воздуха, принимаемая в зависимости от величины тепловой инерции D ограждающей конструкции, согласно /2, табл. 5/.

Обычно при подсчете R_0^{TP} значение тепловой инерции D заранее неизвестно, поэтому для определения t_n следует ориентировочно принять величину D с последующей проверкой в конце расчета по /2, п. 2.4/.

Если $D \leq 1,5$, то $t_n = t_{xc}$ обеспеченность 0,98

$1,5 < D \leq 4$, то $t_n = t_{xc}$ обеспеченность 0,92

$4 < D \leq 7$, то $t_n = \frac{t_s + t_{xc}}{2}$ обеспеченность 0,92, округляя до целого градуса;

$D > 7$, то $t_n = t_s$ обеспеченность 0,92;

Δt_n , °C - нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, /2, табл. 2/

Требуемое сопротивление теплопередаче R_0^{TP} дверей (кроме балконных), ворот принимают не менее $0,5 R_0^{TP}$ стены здания, определенного по формуле (1) при $t_n = t_s$ обеспеченность 0,92.

Требуемое сопротивление теплопередаче окон, балконных дверей и фонарей принимают по /2, прил. 6/.

3.2.3. Определение общего сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции

Общее сопротивление теплопередаче R_0 многослойной ограждающей конструкции определяют в соответствии с /2, п. 2.6/ по формуле

$$R_0 = \frac{1}{L_s} + \sum_{i=1}^n R_i + R_{yt} + \sum_{k=1}^m R_{kn} + \frac{1}{L_n}, \text{ (м}^2\text{ } ^\circ\text{C/Вт)} \quad (2)$$

где $\alpha_{вн}$, $\alpha_{нв}$ - коэффициенты теплоотдачи соответственно внутренней и наружной поверхностями ограждающей конструкции, Вт/(м² °С), /л/, табл. 4. 3;

$\sum_{k=1}^m R_{вн}$ - сумма термических сопротивлений воздушных прослоек в ограждении, (м² °С)/Вт, /л/, прил. 4/;

$\sum_{i=2}^n R_i$ - сумма термических сопротивлений материальных слоев ограждения без учета сопротивления неизвестного слоя ($\delta_{нв}$), (м² °С/Вт) для однородного слоя $R_i = \delta_i/\lambda_i$ (3)

δ_i , λ_i - толщина и коэффициент теплопроводности каждого слоя, соответственно, м; Вт/(м°С).

Приведенное термическое сопротивление неоднородной в теплотехническом отношении ограждающей конструкции (пустотные блоки, многослойная каменная стена облегченной кладки с теплоизоляционным слоем и т.п.) определяется по /2. п.2.б/ следующим образом:

а) плоскостями, параллельными направлению теплового потока, условно разрезают ограждающую конструкцию на участки, из которых одни могут быть однослойными - из одного материала, а другие - из слоев с разными материалами, в пределах каждого из участков термическое сопротивление одинаково.

Термическое сопротивление конструкции R_{α} определяют по выражению:

$$R_{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^n F_i}{\sum_{i=1}^n \frac{F_i}{R_i}} \quad (\text{м}^2\text{°С})/\text{Вт}, \quad (4)$$

где F_i - площади отдельных участков по поверхности ограждения, м²;
 R_i - термическое сопротивление в пределах каждого из этих участков вычисляемое для однослойных участков по формуле (3), для многослойных по формуле (2), но без учета сопротивлений $\frac{\delta_{вн}}{\lambda_{вн}}$ и $\frac{\delta_{нв}}{\lambda_{нв}}$, (м² °С)/Вт;

б) плоскостями, перпендикулярными направлению теплового потока, конструкция условно разрезается на слои, из которых одни могут быть однородными - из одного материала, а другие - неоднородными, из однослойных участков разных материалов. Термическое сопротивление однородных слоев определяют по формуле (3), неоднородных - по формуле (4)

Термическое сопротивление ограждения в направлении, перпендикулярном тепловому потоку R_{β} , получают как сумму термических сопротивлений отдельных однородных и неоднородных слоев, последовательно расположенных по направлению потока тепла. После получения величин

R_a и R_b находят приведенное термическое сопротивление неоднородного ограждения по формуле

$$R = \frac{R_a + 2R_b}{3} \quad (\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}) \quad (5)$$

$R_{yt} = \frac{\delta_{yt}}{\lambda_{yt}}$ термическое сопротивление неизвестного или теплоизоляционного слоя конструкции, толщина которого δ_{yt} , м, является искомой, ($\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$).

§ 2.4 Определяют необходимую толщину утеплителя из условия

где $\lambda_{\text{эф}}$ - коэффициент повышения сопротивления теплопередаче /2, табл. 9а/. Для однослойных стен из бетона на пористых материалах $\lambda_{\text{эф}} = 1,1$, для однослойных стен из ячеистых бетонов с утеплителем на основе матеpиальных волокон или вспененных пластмасс $\lambda_{\text{эф}} = 1,8$.

$$\delta_{yt} = (R_o^{\text{тп}} \cdot \lambda_{\text{эф}} - \left(\frac{1}{\alpha_0} + \sum_{i=1}^n R_i + \sum_{k=1}^m \frac{R_{k+1}}{\alpha_{k+1}} \right) / 2) \cdot \lambda_{\text{эф}} \quad (6)$$

найденную толщину слоя утеплителя (неизвестного слоя ограждения) округляют до ближайшей толщины: кратной размеру стандартного элемента (кирпича, шлакоблока и т.д.). Приняв толщину теплоизоляционного слоя, уточняют его термическое сопротивление.

$$\bar{\delta}_{yt} = \delta_{yt} / \lambda_{yt} \quad , \quad (\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт})$$

§ 2.5 Проверяют значение принятой тепловой инерции ограждающей конструкции по формуле:

$$D = R_1 \cdot S_1 + R_2 \cdot S_2 + \dots + R_n \cdot S_n \quad (7)$$

где R_1, R_2, R_n - термическое сопротивление отдельных слоев ограждающей конструкции, ($\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$);
 S_1, S_2, S_n - коэффициенты теплоусвоения материалов отдельных слоев ограждающей конструкции, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$, принимаемые по /2, прил. 2,3/.

Если полученная величина D отличается от предварительно принятой, следует по фактической D найти t_n и снова определить $R_o^{\text{тп}}$ по формуле (1) и затем произвести перерасчет толщины δ_{yt} - формула (6), соответственно скорректировать сопротивление теплопередаче рассчитываемой конструкции R_o - (формула 2). В пояснительной записке оформляется окончательный вариант.

Определив величину R_0 , производят определение экономически целесообразного сопротивления теплопередаче $R_0^{экс}$, ($м^2С/Вт$), этой же конструкции. Значение $R_0^{экс}$ принимают равным сопротивлению теплопередаче $R_0^{экс}$ того варианта конструкции, при котором величина приведенных затрат Π , руб./ $м^2$, определяемых по /2, п.2.15/, наименьшая. Нахождение наименьших приведенных затрат сводится к последовательному перебору значений Π для ограждающей конструкции с различной толщиной: в качестве первого варианта определяют приведенные затраты для толщины конструкции $\delta_{гр}$, м, определенной из условия $R_2 \approx R_0^{экс}$. Затем находят приведенные затраты для толщины конструкции $\delta_{гр} > \delta_{гр}$. Если значение Π растет, то к расчету принимают первоначальную толщину конструкции $\delta_{гр}$, м, и тогда $R_0^{экс} = R_0$. Если значение Π уменьшается, то толщину конструкции увеличивают до тех пор, пока прирост толщины не приведет к росту приведенных затрат. Тогда предпоследний вариант толщины конструкции соответствует минимальным значениям Π , и значение сопротивления теплопередаче для этой толщины R_0 принимают равным $R_0^{экс}$.

Сопротивление теплопередаче заполнения световых проемов (скон, балконных дверей и фонарей) определяют по /2, прил.6/. Сопротивление теплопередаче для подземной части стены, пола, расположенных на грунте или лагах, определяют по условным зонам, /3, прил.8, п.3/. Поверхность пола делят на условные зоны - полосы шириной 2 м, параллельные наружным стенам по всему периметру здания, см. рис.1. Зоны нумеруются, начиная от наружной стены. Всего 4 зоны. Полы, расположенные непосредственно на грунте, считаются неутепленными независимо от толщины и числа составляющих их слоев, если коэффициент теплопроводности материала каждого слоя $\lambda \geq 1,2$ Вт/($м^С$). Сопротивления теплопередаче неутепленных полов равны:

$$R_{нп}^I = 2,1 \text{ (} м^2С/Вт \text{)}; R_{нп}^II = 4,3 \text{ (} м^2С/Вт \text{)}; R_{нп}^{III} = 8,6 \text{ (} м^2С/Вт \text{)};$$
$$R_{нп}^{IV} = 14,2 \text{ (} м^2С/Вт \text{)}.$$

Полы, непосредственно расположенные на грунте, считаются утепленными, конструкция которых включает хотя бы один слой с $\lambda < 1,2$ Вт/($м^С$).

Сопротивление теплопередаче, утепленных полов определяют для каждой зоны по формуле

$$R_{гр} = R_{нп} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_{гр,i}}{\lambda_{гр,i}}, \text{ (} м^2С \text{)}/Вт \quad (8)$$

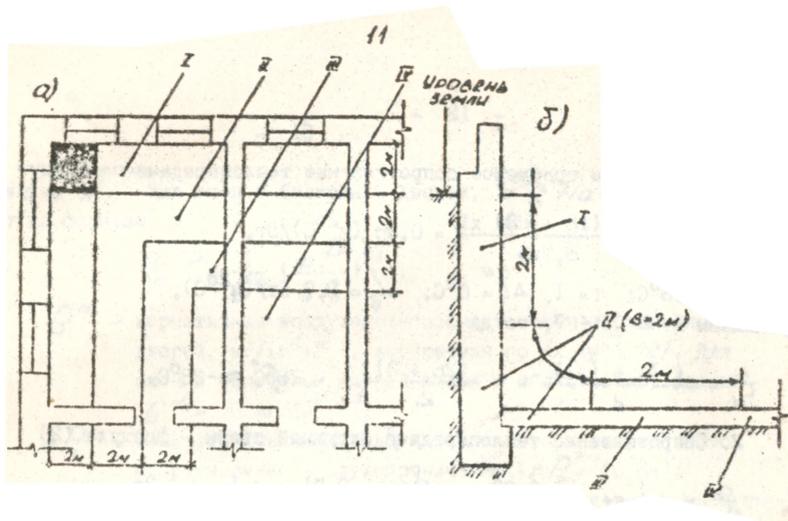


Рис. 1. Разбивка поверхности пола (а) и заглубленных частей наружных стен (б) на условные зоны.

Сопrotивление теплопередаче полов, расположенных под подвалом и проветриваемыми подпольями, определяется расчетом.

П р и м е р 1. Произвести теплотехнический расчет наружной стены жилого дома, расположенного в г. Витебске.

Исходные данные: расчетная температура воздуха внутри помещения $t_p = 18^\circ\text{C}$, относительная влажность $\varphi = 50 + 60\%$, расчетная температура наружного воздуха, средняя температура наиболее холодной пятидневки и наиболее холодных суток обеспеченностью 0,92 соответственно равны $t_s = -26^\circ\text{C}$ и $t_{sc} = -31^\circ\text{C}$, /4, прил.1/, зона влажности по /2, прил.1/ - нормальная.

Конструкция наружной стены:

1. Известково-песчаная штукатурка $\rho_1 = 1600 \text{ кг/м}^3$; $\delta_1 = 0,02 \text{ м}$,
2. Кирпичная кладка из шлакового на цементно-песчаном растворе $\rho_2 = 1500 \text{ кг/м}^3$; $\delta_2 = ?$
3. Известково-песчаная штукатурка $\rho_3 = 1600 \text{ кг/м}^3$, $\delta_3 = 0,01 \text{ м}$.

Решение: Определяем условия эксплуатации наружных ограждений по /2, прил.2/ - "Б". Теплотехнические характеристики материалов конструкции согласно /2, прил.3/.

$$\begin{aligned} \lambda_1 &= 0,81 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}, & S_1 &= 9,76 \text{ Вт/(м}^{2^\circ\text{C)}}; \\ \lambda_2 &= 0,7 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}, & S_2 &= 8,76 \text{ Вт/(м}^{2^\circ\text{C)}}; \\ \lambda_3 &= 0,81 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}, & S_3 &= 9,76 \text{ Вт/(м}^{2^\circ\text{C)}}. \end{aligned}$$

1. Определяем требуемое сопротивление теплопередаче по формуле (1)

$$R_0^{TP} = \frac{(18 + 28) \times 1}{8,7 \times 6} = 0,87 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт,}$$

где $t_g = 18^\circ\text{C}$; $n = 1$; $\Delta t = 6^\circ\text{C}$; $\alpha_g = 8,7 \text{ Вт/(м}^2\text{°C)}$.
Принимаем $4 < D \leq 7$, тогда

$$t_H = \frac{(t_s + t_{xc})}{2} = \frac{(26 + 31)}{2} = 28,5^\circ \approx 28^\circ\text{C}.$$

2. Сопротивление теплопередаче наружной стены - формула (2)

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{\delta_2}{0,70} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{1}{23} \text{ (м}^2\text{°C)/Вт}$$

где $\alpha_H = 23 \text{ Вт/(м}^2\text{°C)}$ - /2, табл.6/.

3. Толщину второго слоя наружной стены δ_2 определяем из условия $R_0 \geq R_0^{TP} \cdot \alpha_{\phi}$, т.е. $(0,115 + 0,024 + \frac{\delta_2}{0,70} + 0,012 +$

$+ 0,043) \geq 0,87 \times 1,1$ откуда $\delta_2 = (0,88 - (0,115 + 0,024 + 0,012 + 0,043)) \times 0,70$, м $\delta_2 = 0,472$ м

Принимаем $\delta_2 = 0,51$ м, тогда $R_2 = \frac{0,51}{0,7} = 0,729 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт}$.

4. Проверяем величину тепловой инерции наружной стены D по формуле (7)

$$D = 0,024 \times 9,46 + 0,729 \times 8,76 + 0,012 \times 9,76 = 6,74$$

Условие $4 < D \leq 7$ выполняется.

5. Определяем R_0 - (формула 2) для наружной стены при $\delta_2 = 0,51$ м

$$R_0 = 0,115 + 0,024 + 0,729 + 0,012 + 0,043 = 0,923 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт}$$

3.3. Проверка ограждающих конструкций на воздухопроницаемость

Расчет сопротивления воздухопроницанию следует производить для наружных стен, перекрытий (покрытий), окон, балконных дверей. Сопротивление воздухопроницанию выше указанных элементов зданий

$R_{u, TP} \text{ (м}^2 \cdot \text{г} \cdot \text{Па)/кг}$, согласно /2, п.п.5.1 и 5.5/ должно быть не менее требуемого сопротивления воздухопроницанию $R_{u, TP} \text{ (м}^2 \cdot \text{г} \cdot \text{Па)/кг}$.
В курсовой работе в силу незначительности воздухопроницаемости наружных стен, перекрытий (покрытий), полов, следует определять сопротивление воздухопроницанию только для окон и балконных дверей.

Величину R_u^{TP} для окон и балконных дверей, ($\text{м}^2 \cdot \text{г} / \text{Па}$)/кг, определяют по формуле

$$R_u^{TP} = \frac{1}{G^N} \left(\frac{\Delta P}{\Delta P_0} \right)^{2/3} \quad (10)$$

где G^N - нормативная воздухопроницаемость окон и балконных дверей, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{г})$, выбираемая по /2, табл.12/. Для окон и балконных дверей жилых и общественных зданий $G^N = 10 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{г})$;

$\Delta P_0'$ - разность давления воздуха, при которой определяется сопротивление воздухопроницанию ($\Delta P_0' = 10 \text{ Па}$);

ΔP - разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях окон и балконных дверей, Па, определяется по формуле

$$\Delta P = 0,55 H (j_n' - j_s') + 0,03 j_n' \cdot v^2, \text{ Па} \quad (11)$$

где H - высота здания (от поверхности земли до верха карниза), м;
 j_n', j_s' - удельный вес, $\text{Н}/\text{м}^3$, соответственно наружного и внутреннего воздуха, определяемый по формуле

$$j' = \frac{3463}{273 + t} \quad (12)$$

t - температура воздуха ($t = t_s$, обеспеч. 0,92 или $t = t_g$);

v - максимальная из средних скоростей по румбам за январь, м/с, /4, прил.4/.

Сопротивление воздухопроницанию окон, балконных дверей следует принимать по /2, прил.10/.

В случае соблюдения условия $R_u \geq R_u^{TP}$ следует взять отдельные слои ограждающих конструкций и вид заполнения светового проёма с более высоким сопротивлением воздухопроницанию.

3.4. Расчет тепловых потерь отдельными помещениями и зданием в целом

Тепловую мощность системы отопления определяют по балансу часовых расходов тепла для расчетных зимних условий.

Тепловые потери через ограждения, отделяющие отапливаемые помещения от неотапливаемых или от наружного воздуха, определяются если разность расчетных температур ($t_g - t_s$) = 5°C. Расчет теплопо-

терь производят через все ограждающие конструкции для каждого помещения в отдельности. Перед началом расчета тепловых потерь определяют величины сопротивления теплопередаче (коэффициенты теплопередачи) всех ограждающих конструкций, вычерчивают планы этажей и разрез здания, уясняют назначение каждого помещения. Все помещения здания поэтажно пронумеровывают (1-й этаж - помещения № 101, 102 и т.д.; 2-й этаж - № 201, 202 и т.д.), начиная с верхнего углового левого помещения по ходу часовой стрелки. Лестничные клетки обозначают буквами А, Б, В и т.д. и независимо от этажности здания рассматривают как одно помещение по всей высоте. Подсобные помещения (кладовые, коридоры, санузлы, ванные комнаты и т.п.), не имеющие вертикальных наружных ограждений, можно не нумеровать. Теплопотери этих помещений через полы (нижнего этажа) или потолки (верхнего этажа) обычно относят к смежным с ними помещениям и учитывают при определении поверхности нагревательных приборов.

Для правильного составления теплового баланса помещений при определении тепловых потерь следует учитывать основные и добавочные потери тепла помещениями:

$$Q_{от} = Q_{тп} + Q_{(инф+вет)} + Q_{б}, \text{ Вт} \quad (13)$$

где $Q_{тп}$ - основные (трансмиссионные) потери теплоты через наружные ограждающие конструкции, Вт;

$Q_{(инф+вет)}$ - добавочные потери тепла на нагревание воздуха инфильтрующегося в помещения;

1) $Q_{инф}$ - вследствие действия теплового и ветрового давления, а также работы системы вентиляции, /3, 9/;

2) $Q_{вет}$ - в результате естественной вытяжки, не компенсируемой приточным подогретым воздухом в размере нормативного воздухообмена, определяемые по /3, прил.9/

$Q_{б}$ - бытовые тепловыделения, поступающие в отапливаемые помещения, Вт.

3.4.1. Определение основных потерь теплоты через ограждающие конструкции

Основные потери теплоты определяют в соответствии с /3, прил.8, п.1/ с округлением до 10 Вт путем суммирования потерь тепла через отдельные ограждения для каждого отапливаемого помещения по формуле

$$Q_{тн} = \frac{F}{R_o} (t_g - t_n) (1 + \psi) n, \text{ Вт}, \quad (14)$$

- где F - расчетная площадь ограждения, м^2 ;
 R_o - сопротивление теплопередаче ограждения, $(\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт}$;
 t_g - расчетная температура воздуха помещения, $^{\circ}\text{C}$; табл. 6/
 t_n - расчетная температура наружного воздуха (температура наиболее холодной пятидневки) при расчете потерь тепла через наружные ограждения или температура воздуха более холодного помещения при расчете потерь тепла через внутренние ограждения;
 n - то же, что и в формуле (1);
 ψ - добавочные потери теплоты через ограждения, принимаемые в долях от основных потерь:

а) для наружных вертикальных и наклонных стен, дверей и окон, обращенных на север, восток, северо-восток и северо-запад $\psi = 0,1$; на юг-восток и запад - в размере $\psi = 0,05$;

б) для наружных дверей, не оборудованных воздушными или воздушно-тепловыми завесами, при высоте здания, м, в размере:

$\psi = 0,2n$ - для тройных дверей с двумя тамбурами между ними;

$\psi = 0,27n$, $\psi = 0,34n$ - для двойных дверей с тамбуром между ними и без тамбура, соответственно;

$\psi = 0,22n$ - для одинарных дверей.

3.4.2. Определение расходов теплоты на нагревание инфильтрующегося наружного воздуха в помещения жилых и общественных зданий

- а) $Q_{инф}$, Вт - вследствие действия теплового и ветрового давления, а также работы системы вентиляции, определяемый согласно [3, прил. 9] по формуле:

$$Q_{инф} = 0,28 \sum G \cdot c (t_g - t_n) A, \text{ Вт}, \quad (15)$$

- где c - удельная теплоемкость воздуха, равная $1 \text{ кДж}/(\text{кг}, ^{\circ}\text{C})$;
 t_g, t_n - расчетные температуры внутреннего в помещении и наружного воздуха по параметрам "б";
 A - коэффициент учета влияния встречного теплового потока (для окон и балконных дверей с раздельными переплетами $A = 0,8$, со спаренными переплетами и одинарных окон $A = 1$, для стыков панелей стен $A = 0,7$);

ΣG - суммарный расход инфильтрующегося воздуха в помещение через неплотности наружных ограждений (окон, балконных дверей, внутренних и наружных дверей, ворот, стыков стеновых панелей), кг/ч, определяемый согласно /3, прил.9, п.5/ по формуле:

$$\Sigma G = \frac{0,21 \Sigma F_o \Delta P_o^{1/3}}{R_{uo}} + \frac{\Sigma F_d \Delta P_d^{1/3}}{R_{ud}} + 0,5 \Sigma l \Delta P_c \quad \text{кг/ч} \quad (16)$$

где F_o, F_d - соответственно площадь окон, балконных дверей, наружных и внутренних дверей, ворот, м²;
 R_{uo}, R_{ud} - соответственно сопротивление воздухопроницанию окон и балконных дверей, (м² Па)/кг, определяемое /2, прил.10/, и наружных, внутренних дверей, ворот;
 $R_{ud} = 0,3$ - для внутренних дверей; $R_{uo} = 0,14$ - для наружных дверей при входе в здание через тамбур;

l - длина стыков стеновых панелей, м;
 $\Delta P_o, \Delta P_d, \Delta P_c$ - разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях соответственно окон, балконных дверей, наружных дверей, ворот, стыков стеновых панелей, Па, определяется по формуле:

$$\Delta P = (H - h) (\rho_n^* - \rho_c^*) + 0,05 I_n^4 v^2 (C_n - C_n) K - P_{yn} \quad (17)$$

где H - высота здания, м, от уровня земли до верха карниза, центра вытяжной шахты;
 h - расчетная высота, м, от уровня земли до верха окон, балконных дверей, ворот или середины вертикальных стыков стеновых панелей;
 ρ_n^*, ρ_c^* - удельный вес наружного воздуха и воздуха помещения, Н/м³, определяемый по формуле (12);
 v - скорость ветра, м/с, принимаемая по /3, прил.7/ и в соответствии с п. 3.2. /4, прил.1,4/;
 C_n, C_n - аэродинамические коэффициенты соответственно для наветренной и подветренной поверхностей ограждения здания, принимаемые по СНиП 2.01.07-85 ($C_n = 0,8$ и $C_n = -0,6$);
 K - коэффициент учета изменения скоростного давления ветра в зависимости от высоты здания, принимаемой по СНиП

2.01.07-85. В курсовом проекте при высоте здания до 10 м можно принять величину $K = 0,65$;

P_n - условно-постоянное давление воздуха в помещении, Па; для жилых зданий с естественной вентиляцией принимает $P_n = 0$;

В курсовой работе с целью сокращения объема работы инфильтрации воздуха в помещение через стыки стеновых панелей учитывать не следует.

б) Расход теплоты на нагрев поступающего воздуха в жилые помещения в результате вытяжной вентиляции, не компенсируемого подогретым приточным воздухом, определяется согласно /3, прил.9/.

$$Q^{вент} = 0,28 L \rho c (t_0 - t_n) \quad , \text{ Вт} \quad (18)$$

где L - расход удаляемого воздуха, не компенсируемый подогретым приточным воздухом, м³/ч, принимается 3 м³/ч на 1 м² площади жилых помещений и кухни;

ρ - плотность наружного воздуха, кг/м³;

c - удельная теплоемкость воздуха, равная 1 кДж/(кг⁰С);

t_0, t_n - то же, что и в формуле (15).

За расчетный расход теплоты на нагревание воздуха, поступающего в жилые помещения, принимается большая из двух величин:

а) $Q^{нпр}$ и б) $Q^{вент}$, которая и входит в качестве слагаемого в суммарный расход теплоты (формула 13).

3.4.3. Определение бытовых тепловыделений.

Общие потери теплоты отапливаемыми помещениями жилых зданий (формула 13) следует уменьшать на величину бытовых тепловыделений, определяемых из расчета 21 Вт на 1 м² площади пола отапливаемого помещения

$$F_{\delta} = 21 F_n \quad , \text{ Вт} \quad (19)$$

При подсчете потерь теплоты в лестничной клетке здания вместо величины Q_n , учитывают дополнительные потери теплоты ψ на подогрев холодного воздуха, поступающего при открывании наружных дверей, принимаемые согласно /3, прил.8/ и на стр. 15 настоящих методических указаний.

3.4.4. Расчетный бланк для определения потерь теплоты

Расчет потерь теплоты сводят в специальную таблицу (2), определяя суммарные потери теплоты для каждого помещения и в целом по зданию. В графу 3 таблицы вносят условные обозначения наружных ограждений: Ст - наружная стена; Д0 - двойное окно; П0 - пол; ПТ -

потолок и т.д.). В графе 4 указывается ориентация ограждающей конструкции по сторонам света (Ю - юг, СВ - северо-восток, ЮЗ - юго-запад, С - север и т.д.). В графе 5 записываются размеры поверхности охлаждения по строительным чертежам здания с точностью до 0,1 м.

Линейные размеры ограждения определяют следующим образом:

- а) площадь окон, дверей и фонарей - по наименьшим размерам строительных проемов в свету;
- б) площадь полов и потолков - по размерам между осями внутренних стен или от внутренней поверхности стен до середины внутренних стен,^{наружных}
- в) высота стен первого этажа.
- при наличии пола, расположенного непосредственно на грунте.
- от уровня чистого пола первого этажа до уровня чистого пола второго этажа;
- г) высота стен промежуточного этажа - между уровнями чистых полов данного и вышележащего этажей;
- д) высота стен верхнего этажа - от уровня чистого пола верхнего этажа до верха утепляющего слоя чердачного перекрытия;
- е) высота стен верхнего этажа - от уровня чистого пола до линии пересечения внутренней поверхности наружной стены с верхней плоскостью бесчердачного покрытия;
- ж) длина наружных стен неугловых помещений - между осями внутренних стен, а угловых помещений - от угла до оси внутренних стен;
- з) длина внутренних стен - от внутренней поверхности наружных стен до оси внутренней стены или между осями внутренних стен.

В графу 7 записывают значение коэффициента теплопередачи рассматриваемого ограждения. Величину $\frac{1}{R_0}$ для окон, балконных дверей следует уменьшить на $\frac{1}{R_0}$ наружной стены, т.к. площадь наружной стены определяют обычно без вычета площади окон или балконных дверей. (Это возможно в случае одинаковых добавочных потерь теплоты ψ). В графе 13 подсчитывают основные потери теплоты с учетом добавочных потерь теплоты помещения $Q^{ув}$ или $Q^{вот}$. В графу 16 заносят общие потери теплоты, определяемые суммированием основных потерь теплоты (графа 13) с расчетными потерями теплоты $Q^{ув}$ или $Q^{вот}$ (графа 14) за вычетом $Q_{\text{от}}$ -бытовых тепловыделений (графа 15).

Потери теплоты по всему зданию, Вт, определяют как сумму потерь теплоты по всем помещениям этажей и лестничным клеткам.

3.4.5. Определение удельной тепловой характеристики здания

После определения потерь теплоты зданием в целом находят удельную тепловую характеристику здания по формуле

$$q_0 = \frac{Q_{39}}{L \cdot V (t_e - t_n)}, \text{ Вт/м}^3 \quad (19)$$

где L - коэффициент, учитывающий влияние на величину удельной тепловой характеристики местных климатических условий района строительства /5, прил.2/;

V - строительный объем здания, принимаемый по наружному обмеру, м³.

Полученное значение удельной тепловой характеристики здания сравнивается с табличными значениями удельных тепловых характеристик, приведенных в справочной литературе. При различии полученной и табличной величины q_0 более чем на 20% рекомендуется установить причину такого отклонения.

И р и м е р 2. Определить потери теплоты для 2-х помещений квартиры, расположенной на втором этаже двухэтажного жилого дома (рис. 2 а, б), расположенного в г. Витебске.

Исходные данные: расчетная температура наружного воздуха $t_s = -26^\circ\text{C}$, расчетная температура внутреннего воздуха в жилых помещениях $t_g = 18^\circ\text{C}$ (в угловых $t_g = 20^\circ\text{C}$); в кухне $t_g = 15^\circ\text{C}$; сопротивление теплопередаче наружных стен $R_0 = 0,923 \text{ (м}^2\text{C)/Вт}$.

Сопротивление теплопередаче окон с двойными раздельными переплетами $R_0 = 0,42 \text{ (м}^2\text{C)/Вт}$, ($R = 2,38 \text{ Вт/(м}^2\text{C)}$) - /2, прил.6/;

Сопротивление воздухопроницанию окна

$R_{0e} = 0,26 \text{ (м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па)/кг}$ - /2, прил.10/;

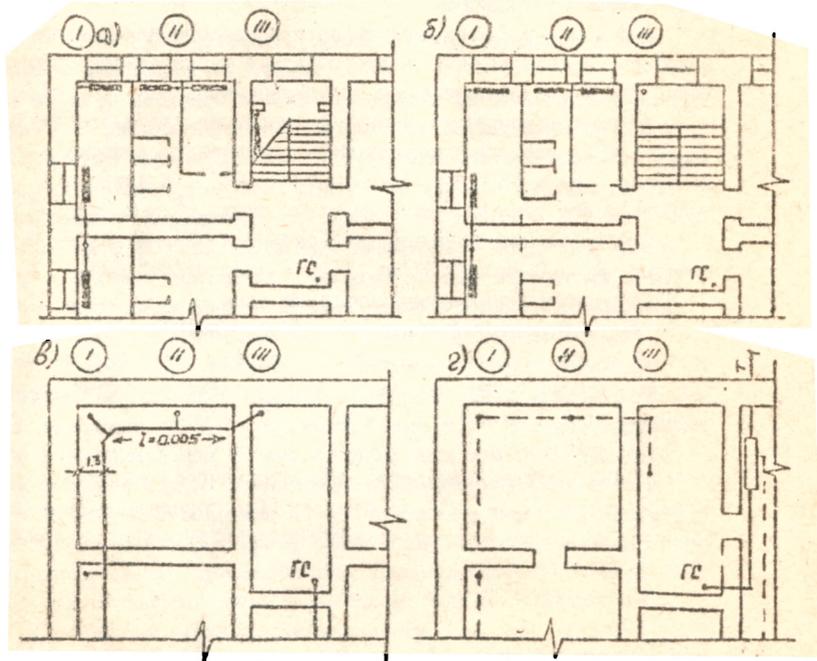
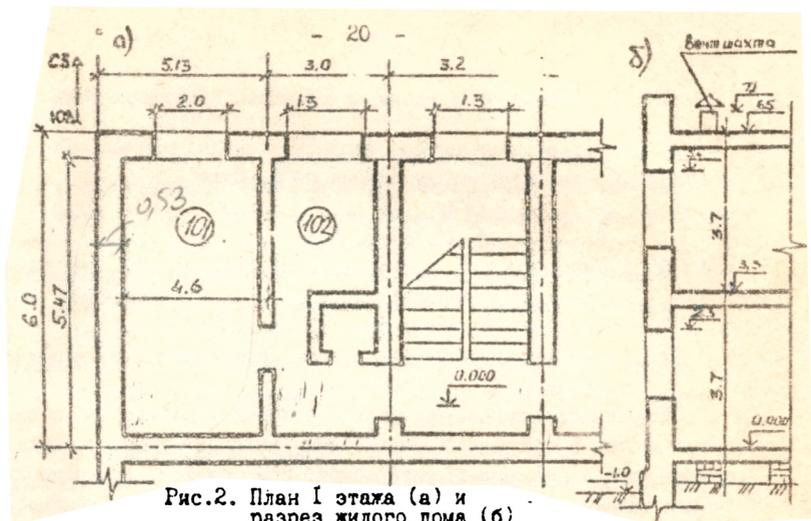
средняя скорость ветра за январь по румбам $v = 3,2 \text{ м/с}$ - /4, прил. 7/; пол первого этажа расположен над подвалом, сопротивление теплопередаче пола I этажа $R_0 = 0,71 \text{ (м}^2\text{C)/Вт}$.

Р е ш е н и е.

1. Определяем количество инфильтрующегося воздуха через окна помещения при $t_g = 18^\circ\text{C}$ по формуле (16), предварительно вычислив разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях окна по формуле (17).

Согласно рис. 2 имеем: $H = 6,6 - (-1) = 7,6 \text{ м}$
 $= 2,3 - (-1) = 3,3 \text{ м}$

Удельный вес воздуха при $t_g = 18^\circ\text{C}$ и $t_n = -26^\circ\text{C}$ - $\rho(12)$



$$j_{\text{в}} = \frac{3463}{273 + 18} = 11,9 \text{ Н/м}^3$$

$$j_{\text{н}} = \frac{3463}{273 - 26} = 14,02 \text{ Н/м}^3$$

$$\text{Величина } \Delta F = (7,6 - 3,3) \times (14,02 - 11,9) + 0,05 \times 14,02 \times 3,2^2 \times (0,8 + 0,6) \times 0,65 = 15,648 \text{ Па.}$$

Количество воздуха, инфильтрующегося:

а) через окно жилой комнаты

$$G_{\text{жк}} = \frac{0,21 \times 3 \times 15,648}{0,26} = 15,94 \text{ кг/ч}$$

б) через окно кухни

$$G_{\text{к}} = \frac{0,21 \times 1,95 \times 15,648}{0,26} = 10,36 \text{ кг/ч}$$

где (3 и 1,95) м² - площади окон жилой комнаты и кухни, соответственно.

Расчет потерь теплоты сведен в таблицу 2.

3.5. Конструирование и расчет системы водяного отопления

3.5.1. Некоторые принципы конструирования системы отопления

Систему отопления, отопительные приборы, теплоноситель и его температуру следует принимать в соответствии с /3, прил.10/. В двухэтажных жилых и гражданских зданиях применяются обычно двухтрубные системы водяного отопления с радиаторами и конвекторами при температуре воды $t_r = 95^\circ\text{C}$ и $t_o = 70^\circ\text{C}$.

Системы водяного отопления разделяются на системы с верхней и нижней разводкой подающей магистрали. Системы водяного отопления с верхней разводкой преимущественно проектируют в жилых домах и общественных зданиях, лечебных и учебных заведениях, имеющих чердак. В этом случае на чердаке здания прокладываются горячие (подающие) магистрали системы (рис.3 в). Для удобства монтажа и эксплуатации системы отопления, а также компенсации тепловых удлинений стояков магистрали прокладываются на расстоянии 1-1,5 м от наружной стены. В системах водяного отопления с нижней разводкой подающая и обратная магистрали прокладываются вместе в подвале здания, а при отсутствии подвала - над полом 1-го этажа здания и в подпольных каналах (рис.3г).

Расчет потерь теплоты

Таблица 2

1	№ помещения															
2	Назначение помещения, $t_{в}^{\circ}C$		$F_{п}, м^2$		Поверхность охлаждения											
3	обозначение		ориентация по сторонам		расчетные размеры, м (дхв) и их количество		площадь $F, м^2$		Коэффициент теплопередачи $\frac{1}{R_0}, Вт/(м^2 \cdot ^\circ C)$		Разность температур $(t_{в} - t_{н}), ^\circ C$		Исправочный коэф. μ		на ориентацию	
4													другие		Дополочные теплопотери	
5													суммарный коэффициент добавок (1+4)			
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																

$Q_{инф} = 0,28 \times 15,94 \times 46 \times 0,6 = 164,013 \text{ Вт}$
 $Q_{от} = 24,29 \times (20 - (-20)) = 1117 \text{ Вт}$
 $Q_{от} = 21 \times 24,29 = 510 \text{ Вт}$
 $Q_{от} = 2933 + 1117 - 510 = 3545 \text{ Вт}$

2933

3545

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
102	кухня	НС	СЗ	3x3,7	11,1	1,06	41	1	0,10	-	1,1	541			
	$t_{вн} = 15^{\circ}\text{C}$	ДС	СЗ	1,3x1,5	1,95	1,3	41	1	0,10	-	1,1	115			
	$F = 8,5 \text{ м}^2$	Ш:		2,5x3	7,5	0,71	41	-	-	-	1,0	164	266	138	
												20			948

$$Q_{\text{вн}} = 0,23 \times 10,38 \times 1 \times 0,8 = 95 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{вст}} = 6,5 (15 - (-20)) = 266$$

$$Q_{\text{д}} = 21 \times 6,5 = 138 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{от}} = 920 + 266 - 138 = 948 \text{ Вт}$$

П Р И М Е Ч А Н И Я:

1. Подсчет площадей наружных стен производят без вычета площади окон, а в графе 7 - из коэффициента теплопередачи окна вычитают коэффициент теплопередачи стены.
2. Основные тепловые потери через ограждения - граф.13 - подсчитываются перемножением данных, занесенных в графы 6, 7, 8, 9, 12.
3. Теплотери через наружную дверь определяют отдельно:
 - а) при подсчете тепловых потерь через наружную стену из площади стены (граф.6) вычитают площадь двери;
 - б) коэффициент теплопередачи наружной стены не вычитается из коэффициента теплопередачи двери.

Также прокладывается и обратная магистраль системы отопления с верхней разводкой. Ширина и глубина канала зависит от количества размещаемых в них магистралей, их диаметров, длины. Магистральные трубопроводы прокладываются с уклоном $0,002 \pm 0,1$. Направление уклона по-разному обеспечивать удаление воздуха из системы (через проточные воздухоотборники в системе отопления с верхней разводкой; через краны Маевского, устанавливаемые у приборов верхнего этажа системы с нижней разводкой), а для обратных магистралей — опорожнение воды из системы.

В курсовой работе тип разводки магистралей принимается самим исполнителем.

Конструирование системы отопления начинают с расстановки нагревательных приборов на планах этажей здания. Целесообразно располагать нагревательные приборы под окнами, вблизи входных дверей, т.е. у мест наибольшего охлаждения помещений. Допускается установка нагревательных приборов у внутренних перегородок и у глухих наружных стен.

В лестничных клетках двухэтажных зданий отопительные приборы устанавливаются, как правило, на первом этаже. Если невозможно разместить все приборы при входе в здание, часть их (20-30%) переносят на площадку между первым и вторым этажами и устанавливают так, чтобы они не сокращали требуемую по пожарным нормам ширину маршей и промежуточных площадок. Установки отопительных приборов в отсеках входных незащищаемых тамбуров, а также в тамбурах с одинарными наружными дверями недопустима.

Для регулирования теплоотдачи нагревательных приборов на подводах к ним устанавливаются регулирующие краны. Нагревательные приборы лестничных клеток подключают к отдельным стоякам систем отопления по однотрубной проточной схеме без установки регулирующей арматуры. Нагревательные приборы наносятся на планах этажей, немного отступая от линии стены во избежание затемнения чертежа, и изображаются линией толщиной 1 мм и длиной 10 мм, независимо от количества секций в приборе (рис. 3 а, б).

На планах этажей размечают места прокладки стояков; количество стояков должно быть по возможности минимальным, для чего стояки проектируют с двусторонним присоединением отопительных приборов. Систему отопления конструируют, как правило, из ряда отдельных ветвей. Систему отопления небольших зданий (при количестве стояков 5-8) целесообразно проектировать в виде двух или одной тупиковой ветви.

В местах подключения к магистралям на стояках устанавливают

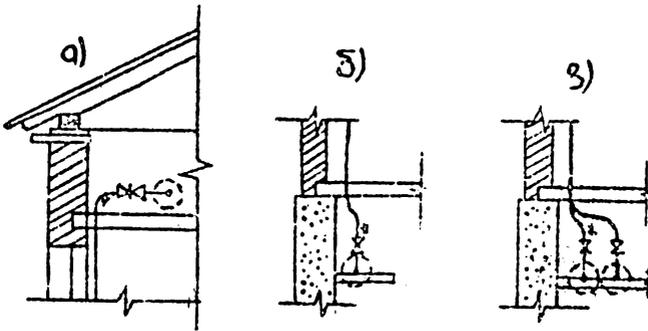


Рис. 4. Некоторые элементы конструкции систем отопления :

- а) подсоединение стояка к подающей магистрали на чердаке;
- б) то же и обратной в подвале;
- в) при нижней разводке магистральных трубопроводов.

пробочные краны и тройники с заглушками для обеспечения возможности отключения стояков и спуска воды при ремонте (рис. 4).

3.5.2. Выбор типа нагревательных приборов и определение их поверхности нагрева

После выбора системы водяного отопления выбирает тип нагревательных приборов [3, прил. 10], при этом учитывает выполнение теплотехнических, экономических, санитарно-гигиенических и производственно-монтажных требований, предъявляемых к отопительным приборам. Затем решают вопрос размещения отопительных приборов в помещениях, выбирает способ присоединения их к трубопроводам системы отопления и схему подводки теплоносителя к нагревательному прибору. Обычно предусматривается одностороннее присоединение приборов к трубам, но может быть допущено и разностороннее присоединение, если в радиаторе устанавливается более 15 секций (для насосных систем) или соединяется два прибора на "сценке". Соединение приборов "на сценке" допускается в пределах одного помещения или когда последующий прибор устанавливается во вспомогательных помещениях (коридорах, уборных, кладовых и т.п.).

Далее определяют поверхность нагрева приборов. Исходными

данными для расчета поверхности нагрева являются тепловая нагрузка прибора, причисляемая равной потерям теплоты помещения, в котором устанавливается данный отопительный прибор, расчетные температуры воды t_r , t_g , °С и температура отапливаемого помещения, t_g , °С.

Поверхность нагрева приборов рассчитывают в настоящее время только в квадратных метрах (м²);

Расчетная площадь F_{np} , м², отопительного прибора независимо от вида теплоносителя определяется по выражению

$$F_{np} = \frac{Q_{np}}{q_{np}} \beta_1 \beta_2 \quad (20)$$

где Q_{np} - тепловая нагрузка отопительного прибора, Вт

$$Q_{np} = Q_{от} - 0,9 Q_{тр} \quad (21)$$

где $Q_{от}$ - тепловые потери отапливаемого помещения, Вт;

$Q_{тр}$ - суммарная теплоотдача открыто проложенных в пределах помещения теплопроводов, Вт

$$Q_{тр} = \sum K_{тр} \pi d_n \cdot l (t_r - t_g) \quad (22)$$

где $K_{тр}$, d_n , l - соответственно коэффициент теплопередачи, Вт/(м²°С), наружный диаметр, м, длина теплопроводов, м;

t_r , t_g - температура теплоносителя и воздуха в помещении, °С

В курсовой работе следует считать, что $Q_{тр} \ll Q_{np}$, а поэтому значением $Q_{тр}$ можно пренебречь

q_{np} - расчетная плотность теплового потока отопительного прибора, Вт/м².

Для стандартных условий работы отопительного прибора (при $\Delta t_{cp} = t_{cp}^{np} - t_g = 0,5(t_{вх} + t_{вых}) - t_g = 0,5(105 + 70) - 18 = 70^\circ\text{C}$, расходе воды в приборе $G_{np}^{ст} = 0,1$ кг/с и $P_g = 1013,3$ Па) значение q_{np} находят по /5, табл.8.1/ и называют эту величину номинальной плотностью теплового потока $q_{ном}$ отопительного прибора.

Для условий работы отопительного прибора, отличных от стандартных q_{np} (Вт/м²) определяют:

$$q_{np} = q_{ном} \left(\frac{\Delta t_{cp}^{np}}{70} \right)^{1,1} \left(\frac{G_{np}}{0,1} \right)^{1,0} \quad (23)$$

где $q_{ном}$ - номинальная плотность теплового потока отопительного прибора, /5, табл.8.1/;

Δt_{cp}^{np} - действительный температурный напор, °С.

$$\Delta t_{cp}^{np} = [0.5 (t_{ex} + t_{min}) - t_s] \quad (24)$$

G_{np} - действительный расход воды в отопительном приборе, кг/с

$$G_{np} = \frac{Q_{np}}{c (t_{ex} - t_{min})} \quad (25)$$

n, ρ, C_{np} - экспериментальные коэффициенты, /5, табл. 8.1/.

б) для теплоносителя - пара

$$G_{np} = \frac{Q_{np}}{\rho_{max} \left(\frac{\Delta t_n}{70} \right)^{1.1n}} \quad (26)$$

Q_{np} - то же, что и в формуле (23)

$\Delta t_n = t_n - t_s, ^\circ C$ - температурный напор, равный разности температуры насыщенного пара и температуры воздуха помещения.

В формуле (20) β_1 - коэффициент учета дополнительного теплового потока устанавливаемых отопительных приборов за счет округления сверх расчетной величины принимается в пределах (1,03 : 1,06) по /5, табл. 8.2/;

β_2 - коэффициент учета дополнительных потерь теплоты приборами и наружных ограждений, /5, табл. 8.3/.

Расчетное число секций чугунных радиаторов определяют по формуле:

$$n_p = \frac{F_{np} \cdot \beta_1}{f_1 \cdot \beta_2} \text{ , шт} \quad (27)$$

где f_1 - площадь поверхности нагрева одной секции, m^2 , /5, табл. 8.1/

β_1 - коэффициент, учитывающий способ установки радиатора в помещении, /5, рис. 3.13/, при открытой установке $\beta_1 = 1,0$

β_2 - коэффициент, учитывающий число секций в одном радиаторе, определяемый по формуле /5, форм. 8.12/ или в пределах 0,95 + 1,0 для радиаторов MC-140.

При округлении расчетного числа секций допускается уменьшение теплового потока Q_{np} не более чем на 5% (но не более чем на 60 Вт).

Число конвекторов без коуха или ребристых труб по вертикали и в ряду по горизонтали находят по формуле:

$$n = \frac{F_{np}}{k \cdot f_2} \quad (28)$$

где k - число ярусов и рядов элементов прибора;

f_2 - площадь одного элемента конвектора или одной ребристой трубы, m^2 , /5, табл. 8.1/

Расчет поверхности нагрева отопительных приборов сводят в бланк (табл. 3)

Пример 3. Определить поверхность нагрева и число секций нагревательного прибора - чугунного радиатора MC-140-108 для двухтрубной системы водного отопления с верхней разводкой и насосной циркуляцией, установленного открыто под окном в жилой комнате: потери теплоты жилой комнаты составляют 3545 Вт; температура воды перед радиатором $t_r = 95^\circ\text{C}$, на выходе из него $t_o = 70^\circ\text{C}$; температура воздуха в жилой комнате $t_s = 20^\circ\text{C}$.

Решение. Определяем поверхность нагрева радиатора MC-140-108 по формуле (20), где $\beta_1 = 1,03$ - /5, табл. 8.2/, $\beta_2 = 1,02$ - /5, табл. 8.3/;

$q_{пр}$ - расчетная плотность теплового потока определяется по формуле (23), где $q_{\text{нн}}$ = 758 Вт/м² - /5, табл. 8.1/;

$$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{95 + 70}{2} = 18 = 62,5^\circ\text{C},$$

$$v_{\text{пр}} = 0,01 \text{ м/с} - /5, \text{ табл. 8.1/}$$

$$n = 0,3, \quad \rho = 0,02, \quad \beta_{\text{ср}} = 1,039 - /5, \text{ табл. 8.1/},$$

$$q_{\text{пр}} = 758 \left(\frac{62,5}{70} \right)^{1,039} \left(\frac{0,01}{0,1} \right)^{0,2} \times 1,039 = 650 \text{ Вт/м}^2$$

$$F_{\text{пр}} = \frac{3545}{650} \times 1,03 \times 1,02 = 5,56 \text{ м}^2$$

Число секций радиатора при поверхности нагрева одной секции 0,244 м² - /5, табл. 8.1/ определяется по формуле (27), где $\beta_3 = 1,0$ - /5, табл. 8.1/; $\beta_3 = 0,96$ - /5, табл. 8.1/

$$n_p = \frac{5,56 \times 1}{0,244 \times 0,96} = 23,75 \text{ шт}$$

Принимаем к расчету 24 секции.

Ведомость расчета поверхности нагревательных приборов

Таблица 3

№ помещения	Температура помещения, °C	Тепловая нагрузка на прибор, Вт	Температура воды на входе в прибор, °C	Температура воды на выходе, °C	Температурный напор, °C	Расход воды, м³/с	Расчетная плотность теплового потока, Вт/м²	Поправочный коэффициент	Температура открыто расположенных трубопроводов, °C	Расчетная площадь прибора, м²	Поправочные коэффициенты	Расчетное число секций	Установочное число секций			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
101	20	3545	95	70	62,5	0,01	1,03	102	0	3545	556	1	24	24		
							650				1,05					

В отличие от двухтрубных систем отопления в однотрубных водяных системах температура горячей воды, проходящей последовательно приборы различных этажей, понижается. Поэтому для определения поверхности нагрева отопительных приборов для однотрубных систем отопления необходимо всякий раз предварительно определять температуру воды, поступающей в приборы соответствующего этажа, а также перепады температур в приборах, Δt_{np} .

Температура воды, поступающей в нагревательный прибор, определяется по формуле

$$t_{ex} = t_r - \frac{\sum Q_{np}}{Q_{cr}} \Delta t_{cr} \quad (29)$$

где $\sum Q_{np}$ - суммарная тепловая нагрузка всех отопительных приборов стояка, расположенных выше рассматриваемого по ходу движения воды, Вт;

Q_{cr} - тепловая нагрузка стояка, Вт;

Δt_{cr} - температурный перепад воды в стояке, град.

Перепад температуры воды в каждом нагревательном приборе определяют по формуле

$$\Delta t_{np} = \frac{0,86 Q_{np}}{G_{np}} = \frac{0,86 Q_{np}}{2 G_{cr}} \quad (30)$$

где $\epsilon_{np} = L \cdot \beta \epsilon r$

L - коэффициент затекания воды в нагревательный прибор, определяемый для проточных однотрубных систем /6, табл. Ш-31/

Величину федней температуры воды в приборе можно определить по

формуле
$$t_{np} = t_{вх} - \frac{\Delta t_{np}}{2} \quad (31)$$

Температура воды, выходящей из прибора

$$t_{вх} = t_{вх} - \Delta t_{np} \quad (32)$$

3.5.3. Расчет и подбор водоструйного элеватора

Элеватор применяется при непосредственном присоединении местной водяной системы отопления к тепловой сети с перегретой водой для понижения температуры поступающей воды из тепловой сети до заданной температуры воды в системе отопления и обеспечения циркуляции в ней. Элеватор устанавливается в помещении теплового пункта в подвале здания.

Элеватор имеет низкий к.п.д. (не выше 10%), поэтому для нормальной работы элеватора необходимо, чтобы разность давлений в подающей и обратной трубах тепловой сети составляла не менее 80-120 кПа. Давление, создаваемое элеватором в местной системе, составляет обычно 10-12 кПа. Основной расчетной характеристикой элеватора является коэффициент подмешивания "u"

$$u = 1,15 \frac{G_n}{G_r} = 1,15 \frac{T - t_r}{t_r - t_o} \quad (33)$$

- где G_n - количество подмешиваемой обратной воды, т/ч;
- G_r - количество горячей сетевой воды, т/ч;
- T - температура воды в подающей трубе тепловой сети, °С;
- t_r - температура горячей воды в местной системе отопления, °С;
- t_o - температура обратной воды в местной системе, °С.

Для подбора соответствующего номера сопла и номера элеватора необходимо определить аналитически диаметры сопла и горловины элеватора. Элеватор удобно подбирать, пользуясь номограммой, /6, лист VI.5, рис. 1/, предварительно определив коэффициент подмешивания "u" и приведенный расход, т/ч смешанной воды.

$$G_{np} = \frac{100 G_{мс}}{10^3} \quad \text{т/ч} \quad (34)$$

где P_0 - гидравлическое сопротивление системы отопления (давление после элеватора), Па;
 $G_{мс}$ - количество воды, циркулирующей в местной системе отопления, т/ч

$$G_{мс} = 0,05 \frac{\sum Q_{ог}}{t_r - t_0} 10^{-6}, \text{ т/ч} \quad (35)$$

где $\sum Q$ - расход теплоты на отопление здания, Вт,

3.5.4. Гидравлический расчет системы водяного отопления

Гидравлический расчет трубопроводов системы водяного отопления заключается в подборе диаметров труб, достаточных для пропуска заданного количества воды при действующем располагаемом циркуляционном давлении.

Гидравлическому расчету трубопроводов системы водяного отопления предшествуют составление аксонометрической схемы системы и определение расчетного располагаемого давления. Аксонометрическая схема системы отопления вычерчивается на основании планов и разрезов здания с размещенными на них нагревательными приборами, стояками, подающими и обратными магистральями. На схеме записывают тепловые нагрузки нагревательных приборов, равные расчетным тепловым потерям, изображают изгибы труб, воздухоотборники, краны регулировочные, запорные, спускные, задвижки и другую арматуру.

При присоединении местной системы отопления к наружным тепловым сетям по зависимой схеме с применением водоструйного элеватора величина насосного давления, передаваемого через элеватор в местную систему отопления для обеспечения циркуляции воды в ней определяется, исходя из коэффициента подмешивания элеватора и разности давлений в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети на вводе в здание.

В курсовой работе величину располагаемого циркуляционного давления после элеватора следует принять $P_0 = 7 + 10 \text{ кПа}$.

В курсовой работе необходимо произвести гидравлический расчет двух циркуляционных колец одной из ветвей системы отопления. Расчет трубопроводов выполняют по методу удельных потерь в следующей последовательности:

1) Выбирают основное расчетное циркуляционное кольцо в наиболее длинной и нагруженной ветви двухтрубной системы водяного отопления. Таким кольцом обычно является наиболее протяженное кольцо (имеющее наименьшее располагаемое циркуляционное давление) через самую нагру-

женный нагревательный прибор нижнего этажа дальнего стояка. В системах отопления с тупиковым движением воды в магистральных основном циркуляционном кольце в выборочной ветви назначают от узла ввода по подающей магистрали через наиболее удаленный, наиболее нагруженный стояк; в системах отопления с попутным движением воды в магистральных основном циркуляционном кольце назначают от узла ввода в дом по подающей магистрали через один из средних наиболее нагруженных стояков - и далее по обратной магистрали к узлу ввода.

2) Основное циркуляционное кольцо разбивают на расчетные участки, границы которых определяются в местах изменения расхода или скорости воды. Обозначения участков кольца на схеме начинают с обратной подводки к нагревательному прибору. На расчетной схеме обозначается номер участка, его длина в метрах, тепловая нагрузка в Вт, диаметр. Длина участка берется по планам и разрезам здания.

3) Определяют расчетное циркуляционное давление для главного циркуляционного кольца системы водяного отопления с искусственной циркуляцией по формуле

$$P_p = \Delta P_n + K(\Delta P_{znp} + \Delta P_{гп}) \cdot \rho_e \quad (36)$$

где ΔP_n - давление, создаваемое побудителем циркуляции (насосом или элеватором), Па

$\Delta P_n = 80 \sum \ell$, Па - при установке в системе насоса;

$\sum \ell$ - сумма длин циркуляционного канала кольца, м;

$\Delta P_n = \rho_s = 7 + 10 \text{ кПа}$ - при присоединении системы отопления здания к тепловой сети через элеватор.

$\Delta P_{znp} + \Delta P_{гп}$ - естественное циркуляционное давление, возникающее вследствие охлаждения воды соответственно в отопительных приборах и в трубах циркуляционного кольца системы отопления, Па.

Для двухтрубных систем значение $\Delta P_{znp} = g h (\rho_c - \rho_n)$, Па, (36а)

где $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

ρ_c, ρ_n - плотность охлажденной и горячей воды, кг/м^3 ;

h - вертикальное расстояние между центром отопительного прибора и осью элеватора (насоса) в тепловом пункте, м;

Значение $\Delta P_{гп}$ принимается в зависимости от этажности здания и горизонтального расстояния от главного стояка системы до расчетного по /1, рис. У.5/, /5, прил.4/, /6, лист Ш.25(3)/; $K = (0,4 + 0,7)$ - коэффициент поправочный, учитывающий долю максимального естественного давления при определении расчетного давления P_p в циркуляционном кольце двухтрубной системы водяного отопления.

4) Определяют ориентировочную величину удельной потери на трение R_{yg}^{cp} на 1 м длины кольца по формуле

$$R_{yg}^{cp} = \frac{b \cdot P_p}{\sum l}, \text{ Па/м}, \quad (37)$$

где P_p - тоже, что и в формуле (36);

$\sum l$ - сумма длин участков трубопровода кольца, м;

$b = 0,65$ - доля потерь на преодоление сопротивления трения от общего располагаемого давления в системе.

5) Определяют расходы на участках или ствяхах по формуле

$$G = \frac{0,86 Q}{t_r - t_o}, \text{ кг/ч} \quad (38)$$

где Q - тепловая нагрузка участка (или стояка), Вт;

$t_r = 95^\circ\text{C}$ - температура воды в подающей магистрали;

$t_o = 70^\circ\text{C}$ - температура воды в обратной магистрали.

6) Пользуясь таблицами для расчета трубопроводов системы водяного отопления /1, прил.7/, /6, табл.Ш-60/, по R_{yg}^{cp} и расходу G подбирают диаметр участка d , фактическую величину удельной потери давления на трение R_{yg} , скорость движения воды W , м/с.

7) Определяют потери давления на трение на каждом участке

$$R_{yg} \cdot l, \text{ Па} \quad (39)$$

8) Находят потери давления в местных сопротивлениях Z , Па на участке /5, прил. 7/, /6, табл.Ш-61/, зная скорость воды W и сумму коэффициентов местных сопротивлений $\sum \xi$.

Значения коэффициентов местных сопротивлений выбирают по /1, прил.8/, /5, прил.5/, /6, табл.Ш.65/.

Местное сопротивление тройников и крестовин относят к расчетным участкам с меньшим расходом воды; местное сопротивление нагревательных приборов, элеватора учитывается поровну в каждом примыкающем к ним трубопроводе.

9) Определяют общие потери давления на каждом участке при выбранных диаметрах

$$R_{yg} \cdot l + Z, \text{ Па} \quad (40)$$

10) Сумма потерь давления в расчетном кольце

$$\Delta P_{\text{чк}} = \sum_{i=1}^n (R_{yg} \cdot l + Z)_i, \text{ Па}, \quad (41)$$

должна быть в пределах (0,9 - 0,95) от располагаемого давления в

При расчете трубопроводов однотрубной системы водяного отопления учитывают своеобразие схемы однотрубного стояка (температура горячей воды, поступающей в нагревательный прибор, понижается по этажам в пределах расчетного температурного перепада). Поэтому расчет однотрубных систем отопления отличается от двухтрубных некоторыми особенностями определения поверхности нагрева приборов, диаметров подводов и замыкающих участков у нагревательных приборов. Особую сложность представляет расчет однотрубных систем отопления с замыкающими участками.

Гидравлический расчет основного циркуляционного кольца и увязку с ним остальных колец производят, принимая трассу циркуляционных контуров через замыкающие участки стояка без захода в нагревательные приборы.

После расчета основного кольца выполняют гидравлический расчет малых циркуляционных колец, задаваясь соотношением диаметров стояка, замыкающего участка и подводов к нагревательным приборам ($d_{ст} \times d_{зп} \times d_{пр}$).

Количество воды, поступающей в нагревательный прибор и проходящей по замыкающему участку, определяют по коэффициенту затекания L .

$$G_{пр} = L \cdot G_{ст} \quad (43)$$

$$G_{зп} = (1 - L) G_{ст} \quad (44)$$

Коэффициент затекания воды L определяют в /6, табл. Ш.31/.

II) Задачей гидравлического расчета малого циркуляционного кольца является проверка гидравлической увязки участков кольца малой циркуляции, т.е.

$$(R_{зп}^* l + Z) = (R_{зп}^* l + Z)_{зп} + h_g (P_{ст} - P_{зп}) \quad (45)$$

3.6. Конструирование и расчет естественной вытяжной канальной вентиляции

3.6.1. Общие положения об устройстве канальной системы вентиляции и принцип ее работы

В массовом жилищном строительстве принята следующая схема вентилирования квартир: отработанный воздух удаляется непосредственно из зоны его наибольшего загрязнения, т.е. из кухни и санитарных помещений, посредством естественной вытяжной канальной вентиляции. Его замещение происходит за счет наружного воздуха, поступающего через

неплотности наружных ограждений (главным образом оконного заполнения) всех помещений квартиры и нагреваемого системой отопления.

Система вытяжной канальной вентиляции состоит из вертикальных каналов с отверстиями, закрываемыми жалюзийными решетками, сборных горизонтальных воздуховодов, вытяжной шахты с дефлектором.

Движение воздуха в каналах, воздуховодах, шахте происходит благодаря естественному давлению, возникающему за счет разности плотностей холодного наружного и теплого внутреннего воздуха помещения

$$\Delta P_e = h \cdot g (\delta_s - \delta_{in}), \text{ Па} \quad (46)$$

где h - высота воздушного столба, принимаемая от середины вытяжного отверстия до устья вытяжной шахты, м;
 δ_s - удельный вес наружного воздуха (в расчетах принимается $t_s = 5^\circ\text{C}$), $\text{H}/\text{м}^3$;
 δ_{in} - удельный вес внутреннего воздуха вентилируемого помещения, $\text{H}/\text{м}^3$.

Величины δ_s и δ_{in} определяются по формуле (12).

Вентиляционные каналы прокладывают во внутренних кирпичных или каменных стенах. Минимальный размер таких каналов (140x140) мм. В крупнопанельных зданиях вентиляционные каналы рекомендуется устраивать в стенах или перегородках в виде специальных блоков, состоящих из нескольких вертикальных каналов (рис. 5 а, б, в).

В квартирах со сквозным проветриванием, а также в одна, двух и трехкомнатных квартирах осуществляется вытяжная вентиляция из кухни, ванных, санузлов.

Суммарное количество воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$, уходящего из кухни L_k , ванной L_v , санузла L_{cu} , должно быть не менее необходимого воздухообмена жилых комнат квартиры

$$L_k + L_v + L_{cu} \geq L_{жк}$$

где $L_{жк}$ - нормируемый воздухообмен для вентиляции жилых комнат, $\text{м}^3/\text{ч}$

где $3 \text{ м}^3/\text{ч}$ - норма воздухообмена на 1 м^2 жилой площади.

СПИП /3/ рекомендует принимать воздухообмен для квартир с жилой площадью менее 47 м^2 (при газовых плитах) исходя из нормы санузлов и кухонь для квартир с жилой площадью (менее 47 м^2): кухня квартиры с четырехкомфорочной плитой - $90 \text{ м}^3/\text{ч}$; с трехкомфорочной - $75 \text{ м}^3/\text{ч}$; двухкомфорочной - $60 \text{ м}^3/\text{ч}$; ванная индивидуальная - $50 \text{ м}^3/\text{ч}$; ванная общая - $50 \text{ м}^3/\text{ч}$; санузел общий - $50 \text{ м}^3/\text{ч}$ на унитаза,

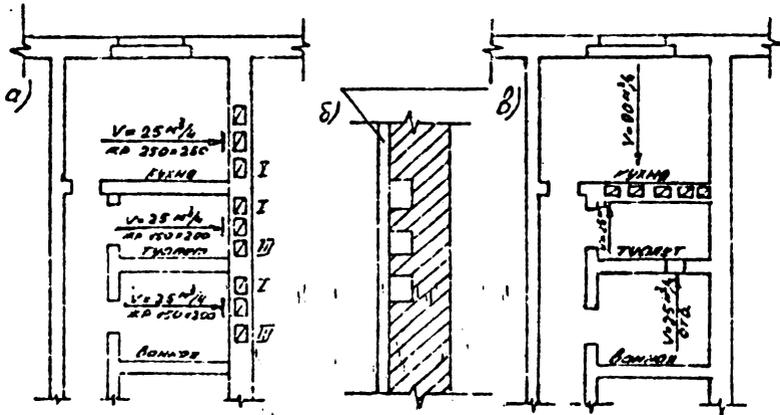


Рис. 5. Устройство вентиляционных каналов: а) во внутренней кирпичных стенах; б) в бороздах стены; в) с использованием вентиляционных панелей.

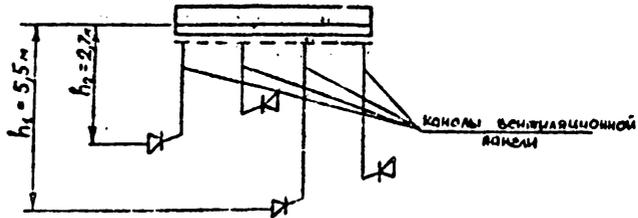


Рис. 6. Схема вытяжной системы вентиляции с объединенными каналами.

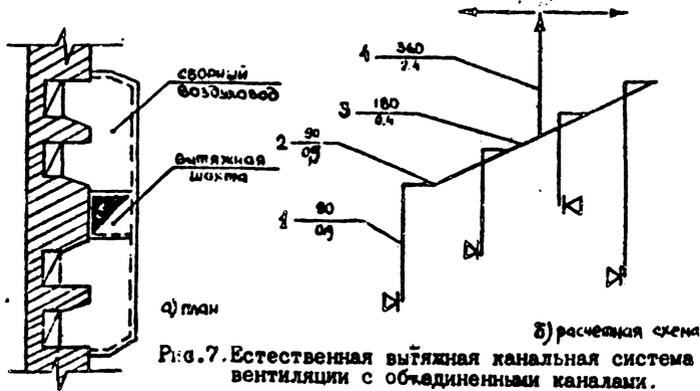


Рис. 7. Естественная вытяжная канальная система вентиляции с объединенными каналами.

санузел индивидуальный - 25 м³/ч на унитаз.

При проектировании естественной канальной вентиляции необходимо иметь в виду следующее:

- а) каждое вентилируемое помещение обслуживается самостоятельным вытяжным каналом;
- б) объединение вентиляционных каналов сборными горизонтальными воздуховодами в одну систему допускается только для одноименных помещений;
- в) радиус действия естественной системы вентиляции принимают не более 6 м;
- г) вытяжные шахты устраивают с обособленными и объединенными каналами, рис. 6, 7;
- д) допускается в пределах одной квартиры объединение горизонтального вентиляционного канала из ванной и душевой (без унитаза) с вентканалом из кухни, вытяжки из уборной и ванной.

3.6.2. Аэродинамический расчет вытяжной естественной системы вентиляции

Для обеспечения нормальной работы естественной вытяжной вентиляции необходимо увязать потери давления на трение и в местных сопротивлениях при движении воздуха с располагаемым естественным давлением, то есть произвести аэродинамический расчет системы.

Расчет системы вентиляции выполняют по аксонометрической схеме, которая вычерчивается после проделанной работы:

- а) определены воздухообмены Q , м³/ч для вентилируемых помещений;
- б) определены предварительно сечения каналов и их количество (табл. 5)

$$F = \frac{Q}{3600 W}, \text{ м}^2 \quad (47)$$

где W - скорость воздуха в канале, м/с;

$W = (0,5 - 0,6)$ м/с - для вертикальных каналов верхнего этажа;
для каждого нижерасположенного этажа W - на 0,1 м/с больше, чем предыдущего, но не более чем 1 м/с;
в сборных воздуховодах - до 1,0 м/с и в вытяжных шахтах - 1 - 1,5 м/с.

- в) комплект вентиляционную систему.

Последовательность расчета:

- 1) Выбирают расчетную ветвь системы вентиляции через канал верхнего этажа, наиболее неблагоприятно расположенный по отношению к вытяжной шахте.
- 2) Определяют располагаемое гравитационное давление для расчетной ветви по формуле (46)
- 3) Уточняют скорость движения воздуха в канале по принятому сечению канала

$$W = \frac{L}{3600 F} \quad , \text{ м/с} \quad (48)$$

- 4) Находят эквивалентный по трению диаметр канала для прямоугольного сечения

$$d_{экв} = \frac{2(a \cdot b)}{a+b} \quad , \text{ мм.} \quad (49)$$

где a и b - размеры сторон прямоугольного канала, мм.

- 5) Зная эквивалентный диаметр канала и скорость движения воздуха, определяют потери давления на трение $R_{тр}$, Па на 1 погонный метр и динамическое давление $h_{д}$, Па, используя номограмму для расчета круглых стальных воздуховодов /6, ч. II, рис. УП.12/, /5, рис. 14.9/.

- 6) Определяют потери давления на трение и в местных сопротивлениях на участке

$$R_{тр} \cdot l \cdot \beta + \sum \xi \cdot h_{д} \quad , \text{ Па} \quad (50)$$

где l - длина участка, м;

β - коэффициент шероховатости, определяемый /1, прил. 21/, /5, табл. 14.3/;

$\sum \xi$ - сумма коэффициентов местных сопротивлений на участке.

Значение коэффициентов местных сопротивлений определяется по /5, прил. 9/ или /5, ч. II, табл. УП.13/.

- 7) Определяют суммарные потери давления в рассчитываемой ветви и сравнивают с располагаемым гравитационным давлением.

$$\sum_{i=1}^n (R_{тр} \cdot l \cdot \beta + \sum \xi \cdot h_{д})_i \leq \Delta P_g \quad , \text{ Па} \quad (51)$$

(запас 10%).

Расчет других каналов следует производить с учетом потерь давления в параллельных участках с учетом равенности значений располагаемых давлений для веток каналов, обслуживающих помещения других этажей.

Расчет проводят в бланк, т. о.

Если в индивидуальном задании к курсовой работе предусмотрена вентиляционная панель с известными сечениями и количеством вентиляционных каналов, то расчет системы вентиляции сводится к проверке достаточности площади сечения вытяжных каналов для вентилируемых помещений. Проверка достаточности сечения вытяжных каналов производится по акте описанной методике.

Так как стандартные вентиляционные панели или блоки обычно вводятся на крышу здания отдельными каналами, то расчет системы вентиляции ведут для одиночного вентиляционного канала (рис. 6).

П р и м е р 5. Произвести аэродинамический расчет естественной вытяжной канальной системы вентиляции кухни, изображенной на рис. 6. воздухообмен кухни принят $L = 90 \text{ м}^3/\text{ч}$

вентиляционные каналы расположены в кирпичной стене и выводятся на крышу отдельными каналами. Расстояние по вертикали между центром вытяжного отверстия и устьем вытяжной шахты составляет: для вентканала на I этаже - 5,5 м; для вентканала на 2 этаже - 2,7 м. Температура воздуха в кухне $t_{\text{в}} = 15^\circ\text{C}$.

Решение: Определяем предварительные сечения вертикальных каналов и жалюзийных решеток по формуле (47) с уточнением скоростей движения воздуха по каналам, см. табл. 5.

Таблица 5
Предварительный расчет вентиляционных каналов
и жалюзийных решеток

Наименование помещений	м ³ /ч	м/с	Площадь канала	мм	Принятая площадь канала	Действительная скорость в канале	Размер жалюзийной решетки, мм
II этаж							
Кухня	90	0,67	0,0375	140x270	0,036	0,66	200x300
I этаж							
Кухня	90	0,67	0,0375	140x270	0,038	0,66	200x300

а. Определяем располагаемое давление для каналов каждого этажа по формуле (46).

$$\text{для II этажа } \Delta P_{\text{II}} = 2,7(12,46 - 12,02) = 1,19 \text{ Па}$$

$$\text{для I этажа } \Delta P_{\text{I}} = 5,5(12,46 - 12,02) = 2,42 \text{ Па}$$

где $\gamma_{12}^* = 12,46 \text{ н/м}^3$; $\gamma_{15}^* = 12,02 \text{ н/м}^3$ - формула (4)

б. Выбираем расчетную ветвь системы через канал II этажа, как

Таблица 6

Расчет воздуховодов вытяжной системы вентиляции

№ участка	Расход воздуха $Q, \text{ м}^3/\text{с}$	Длина участка $L, \text{ м}$	Скорость движения воздуха $W, \text{ м/с}$	линейные размеры воздуховода $(a \times b), \text{ мм}$	площадь поперечного сечения канала $F, \text{ м}^2$	эквивалентный диаметр $d_{\text{экв}}, \text{ мм}$	дельта потерь давления на трение $\Delta P_{\text{тр}}, \text{ Па/см}$	Коэффициент шероховатости β	Потери давления на участке на трение $\Delta P_{\text{тр}}, \text{ Па}$	Динамическое давление $k_{\text{д}}, \text{ Па}$	Сумма коэффициентов местн. сопротивлен. $\sum \xi$	Потери давления в местн. сопротивлен. $\Delta P_{\text{мест}}, \text{ Па}$	Суммарные потери давления на участке $\Delta P_{\text{сум}}, \text{ Па}$	Примечание
-----------	--	------------------------------	--	---	---	--	--	-----------------------------------	---	--	--	--	--	------------

Расчет ветви системы через канал кухни II этажа $\Delta P_{\text{в}} = 1,19 \text{ Па}$

1 90 2,7 0,68 140x270 0,038 160 0,046 1,38 0,178 0,25 3,92 0,96 1,166

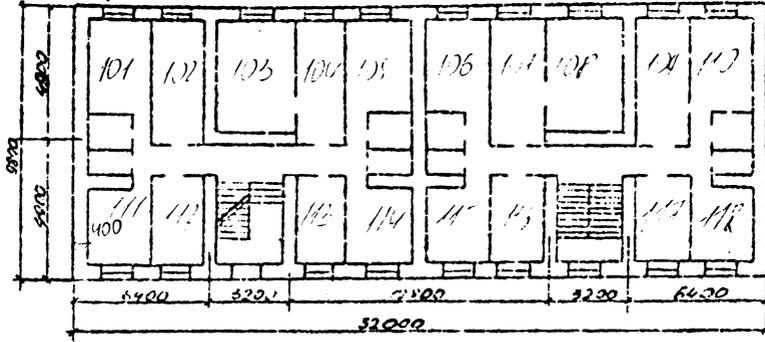
вход в ж.р. с поворотом $\xi = 2$ колесо $\xi = 1$
 $= 1 \times 1,166 = 1,166$ дельта-фактор $\xi = 0,4$

14
25

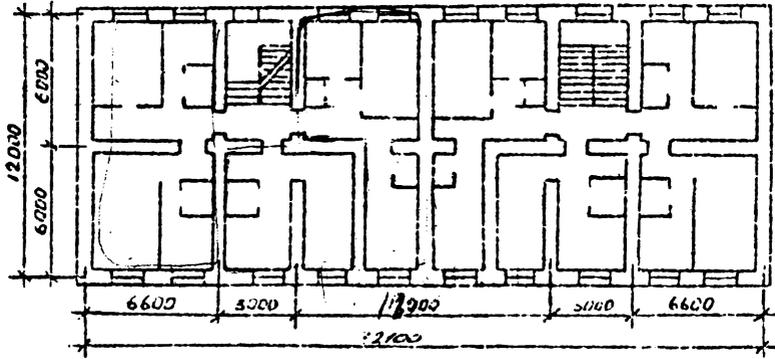
Невязка: $\frac{1,19 - 1,166}{1,19} \times 100 = 3\%$

Потери давления в вентиляционном канале, обслуживаемом кухней I этажа определяют аналогично произведенному выше аэродинамическому расчету.

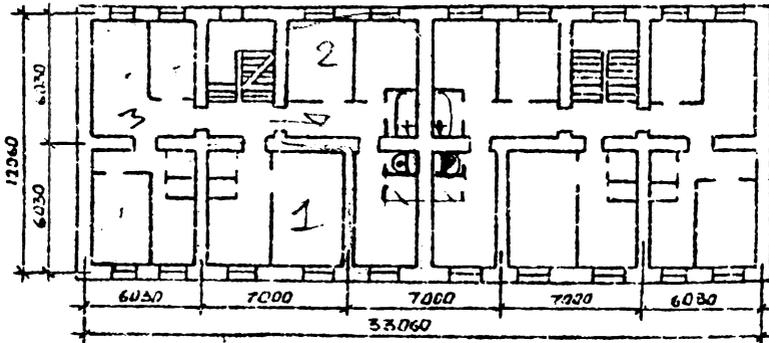
N



N2



N3



наиболее неблагоприятно расположенного ($\Delta P_{\text{вн}} < \Delta P_{\text{вн}}$) согласно п. 3.6.2. настоящих методических указаний. Расчет сведен в таблицу 6 настоящих методических указаний.

Местные сопротивления для расчетных участков выбраны из 75, прил. 9 /.

Л и т е р а т у р а

1. Богословский В.И., В.И.Щеглов,, Н.Н.Разумов. Отопление и вентиляция. - М.: Стройиздат, 1980. Б.
2. СНиП П-3-79^{кв}. Строительная теплотехника. - М.: ЦИТИ, 1985.
3. СНиП 2.04.05-86. Отопление, вентиляция и кондиционирование. - М.: Госстройком СССР, 1988.
4. СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика. - М.: Стройиздат, 1983.
5. Тихомиров К.В., Сергеенко Э.С. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция. - М.: Стройиздат, 1991.
6. Щехин Р.Н. и др. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. - Ч. I и II. - Киев; Будівельник, 1976.
7. СНиП 2.03.01-85. Жилые здания. - М.: ЦИТИ Госстроя СССР, 1985.

Handwritten calculations:

$$\frac{1}{18} \approx 0.0555$$
$$\frac{1}{12} \approx 0.0833$$
$$\frac{1}{3} \approx 0.3333$$
$$\frac{1}{2.475} \approx 0.4047$$
$$\frac{1}{3.21} \approx 0.3115$$
$$\frac{1}{3.0} \approx 0.3333$$
$$\frac{1}{2.8} \approx 0.3571$$
$$\frac{1}{2.5} \approx 0.4$$

