

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

5 семестр (34 часа).

Практическое занятие № 1,2,3,4. Определение теплотерь в помещении здания [18, с. 36-38].

Практическое занятие № 5,6,7. Определение теплотерь в помещении здания через полы на грунте [18, с. 36-38].

Практическое занятие № 8,9,10. Определение теплотерь на нагревание инфильтрующегося воздуха (Пример № 1).

Практическое занятие № 11,12. Определение температуры воздуха в необогреваемом помещении здания (Пример № 2).

Практическое занятие № 13,14,15. Определение теплотерь в лестничной клетке многоэтажного здания [18, с. 36-38; 8, с. 36-37].

Практическое занятие № 16,17. Конструирование систем водяного отопления (Пример № 3)

6 семестр (32 часа).

Практическое занятие № 1,2,3. Гидравлический расчет системы водяного отопления [8, с. 96-98].

Практическое занятие № 4,5. Гидравлический расчет системы водяного отопления по методу характеристик сопротивления [8, с. 103-104].

Практическое занятие № 6,7. Определение числа элементов или отопительных приборов выбранного типа [8, с. 69-70].

Практическое занятие № 8,9. Подбор оборудования системы водяного отопления (Пример № 4).

Практическое занятие № 10,11. Составление спецификации на систему водяного отопления (Пример № 5).

Практическое занятие № 12,13. Гидравлический расчет системы парового отопления низкого давления [8, с. 125-126].

Практическое занятие № 14,15. Подбор отопительной печи, проверка помещения на теплоустойчивость [18, с. 426-429].

Практическое занятие № 16. Гидравлический расчет системы квартирного отопления с естественной циркуляцией воды [8, с. 116-118].

Пример № 1. Определить расход теплоты на нагревание инфильтрующегося воздуха в помещении жилой угловой комнаты жилого здания. Жилые помещения, оборудованы естественной вытяжной вентиляцией с нормативным воздухообменом $3 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 м^2 площади пола. Площадь пола жилой комнаты равна $11,8 \text{ м}^2$.

Решение:

1. Определяем расход теплоты на нагревание инфильтрующегося воздуха Q , Вт, по формуле [19]

$$Q = 0,28 \cdot L_n \cdot \rho_n \cdot c \cdot (t_e - t_n), \quad (1)$$

где L_n - расход удаляемого воздуха, не компенсируемый подогретым приточным воздухом, $\text{м}^3/\text{ч}$; для жилых зданий удельный нормативный расход – $3 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 м^2 жилых помещений;

ρ_n - плотность наружного воздуха, $\text{кг}/\text{м}^3$;

c - массовая теплоемкость воздуха, $\text{кДж}/\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}$;

t_e - температура воздуха в помещении, $^\circ\text{C}$;

t_n - температура наружного воздуха, $^\circ\text{C}$.

Величину расхода воздуха, не компенсируемого подогретым приточным воздухом L_n , $\text{м}^3/\text{ч}$, определяем по формуле

$$L_n = 3 \cdot F_{nl}, \quad (2)$$

где F_{nl} – площадь пола помещения, м^2 .

$$L_n = 3 \cdot 11,8 = 35,4 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Плотность воздуха ρ , $\text{кг}/\text{м}^3$, определяется по формуле

$$\rho = \frac{353}{273 + t}, \quad (3)$$

где t - температура воздуха, $^\circ\text{C}$.

При расчетной температуре наружного воздуха -25°C плотность будет равна:

$$\rho = \frac{353}{273 - 25} = 1,42 \text{ кг/м}^3.$$

При расчетной температуре внутреннего воздуха 18°C плотность воздуха будет равна

$$\rho = \frac{353}{273 + 18} = 1,2 \text{ кг/м}^3.$$

$$Q = 0,28 \cdot 35,4 \cdot 1,42 \cdot 1 \cdot (20 - (-25)) = 633,377 \text{ Вт.}$$

2. Определяем условно-постоянное давление воздуха P_{int} , Па, по формуле [19]

$$P_{\text{int}} = 0,5 \cdot g \cdot H \cdot (\rho_n - \rho_e) + 0,25 \cdot \rho_n \cdot v^2 \cdot (C_{e,n} - C_{e,p}) \cdot K, \quad (4)$$

где g – ускорение свободного падения, м/с²;

H – высота здания, м, от уровня средней планировочной отметки земли до верха карниза или вытяжных отверстий шахт и фонаря (Рисунок 1);

ρ_n, ρ_e – плотности соответственно наружного и внутреннего воздуха, кг/м³;

v – скорость ветра, м/с;

$C_{e,n}, C_{e,p}$ – аэродинамические коэффициенты соответственно для наветренной и подветренной поверхностей ограждений зданий;

K – коэффициент учета изменения скоростного давления ветра в зависимости от высоты здания, принимаемый по [20].

Скорость ветра по приложению Е [1] для г. Витебска равна $v = 4,8$ м/с. Аэродинамические коэффициенты $C_{e,n} = 0,8$ а $C_{e,p} = -0,6$ [20], коэффициент $K = 0,85$, а $H = 18,35$ м.

Тогда

$$P_{\text{int}} = 0,5 \cdot 9,8 \cdot 18,35 \cdot (1,42 - 1,2) + 0,25 \cdot 1,42 \cdot 4,8^2 \cdot (0,8 - (-0,6)) \cdot 0,85 = 29,516.$$

3. Определяем расчетную разность давлений воздуха ΔP_i по формуле:

$$\Delta P_i = g \cdot (H - h_i) \cdot (\rho_n - \rho_e) + 0,5 \cdot \rho_n \cdot v^2 \cdot (C_{e,n} - C_{e,p}) \cdot K - P_{\text{int}}, \quad (5)$$

где $g, H, \rho_n, \rho_e, C_{e,n}, C_{e,p}, K$ - то же, что и в формуле (4).

$h_i = 3,48$ м - расстояние от поверхности земли до верха окна (Рисунок 1).

Расчетная разность давлений воздуха для окна $\Delta P_{i(ок)}$, Па:

$$\Delta P_{i(ок)} = 9,8 \cdot (18,35 - 3,48) \cdot (1,42 - 1,2) + 0,5 \cdot 1,42 \cdot 4,8^2 \cdot (0,8 - (-0,6)) \cdot 0,85 - 29,516 = 22,01.$$

4. Определяем расход инфильтрующегося воздуха через неплотности в заполнении оконных проемов $G_{ок}$, кг/ч, по формуле:

$$G_{ок} = 0,216 \sum F_1 \cdot \left(\frac{\Delta P_{i(ок)}}{R_g} \right)^{0,67}, \quad (6)$$

где 0,216 - коэффициент, учитывающий перепад давления $\Delta P = 10$ Па, при котором определены значения R_g ;

$F_1 = 2,28$ м² - площадь световых проемов (рис. 1);

$\Delta P_{i(ок)}$ - расчетная разность между давлениями на наружной и внутренней поверхностях заполнения оконного проема, Па;

$R_g = 0,44$ м²·ч/кг - сопротивление воздухопроницанию определяем по [7].

Расход инфильтрующегося воздуха через неплотности в заполнении оконных проемов $G_{ок}$, кг/ч:

$$G_{ок} = 0,216 \cdot 2,28 \cdot \left(\frac{22,01}{0,44} \right)^{0,67} = 6,77.$$

Расчетная разность давлений воздуха для стены $\Delta P_{i(ст)}$, Па:

$$\Delta P_{i(ст)} = 9,8 \cdot (18,35 - 2,53) \cdot (1,42 - 1,2) + 0,5 \cdot 1,42 \cdot 4,8^2 \cdot (0,8 - (-0,6)) \cdot 0,85 - 29,516 = 24,06.$$

5. Определяем расход инфильтрующегося воздуха $G_{ст}$, кг/ч, через неплотности наружной стены по формуле:

$$G_{ст} = \sum F_2 \cdot G_n \left(\frac{\Delta P_i}{\Delta P_1} \right)^{0,67}, \quad (7)$$

где $F_2 = 21,59 \text{ м}^2$ – площадь наружной стены, (рис. 1);

$G_n = 0,5 \text{ кг/м}^2\text{ч}$ - нормативная воздухопроницаемость наружной стены, определяемая по [7];

ΔP_i - расчетная разность между давлениями на наружной и внутренней поверхностях стены, Па, при $\Delta P_1 = 10 \text{ Па}$.

Расход инфильтрующегося воздуха через неплотности наружной стены $G_{ст}$, кг/ч:

$$G_{ст} = 21,59 \cdot 0,5 \left(\frac{24,06}{10} \right)^{0,67} = 19,44.$$

6. Определяем расход инфильтрующегося воздуха через стыки панелей наружных стен $G_{стык}$, кг/ч, по формуле:

$$G_{стык} = 0,5 \sum l \cdot \left(\frac{\Delta P_i}{\Delta P_1} \right), \quad (8)$$

где l – длина стыков панелей наружных стен, м;

ΔP_i - расчетная разность между давлениями на наружной и внутренней поверхностях стены, Па, при $\Delta P_1 = 10 \text{ Па}$.

Расчетная разность давлений для нижнего горизонтального стыка панелей наружных стен здания $\Delta P_{i(н.стык)}$, Па:

$$\Delta P_{i(н.стык)} = 9,8 \cdot (18,35 - 1,13) \cdot (1,42 - 1,2) + 0,5 \cdot 1,42 \cdot 4,8^2 \cdot (0,8 - (-0,6)) \cdot 0,85 - 29,516 = 27,08.$$

Расчетная разность давлений для верхнего горизонтального стыка панелей наружных стен здания $\Delta P_{i(в.стык)}$, Па:

$$\Delta P_{i(в.стык)} = 9,8 \cdot (18,35 - 3,93) \cdot (1,42 - 1,2) + 0,5 \cdot 1,42 \cdot 4,8^2 \cdot (0,8 - (-0,6)) \cdot 0,85 - 29,516 = 21,04.$$

Расход инфильтрующегося воздуха через стыки панелей наружных стен здания $G_{стык}$, кг/ч:

$$G_{стык} = 0,5 \cdot 7,3 \cdot \frac{27,08}{10} + 0,5 \cdot 7,3 \cdot \frac{21,04}{10} + 0,5 \cdot 5,6 \cdot \frac{24,06}{10} = 24,3.$$

7. Определяем расход теплоты на нагревание инфильтрующегося воздуха Q , Вт, по формуле:

$$Q = 0,28 \sum G_i \cdot c \cdot (t_{в} - t_{ext}) \cdot K, \quad (9)$$

где $\sum G_i$ – расход инфильтрующегося воздуха через ограждающие конструкции помещения, кг/ч;

c - удельная теплоемкость воздуха, равная 1 кДж/кг $^{\circ}$ С;

$t_{в}$ - расчетная температура внутреннего воздуха, $^{\circ}$ С;

t_{ext} - расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, $^{\circ}$ С;

K – коэффициент учета влияния ветреного теплового потока: 0,7 для стыков панелей стен и для окон с тройными переплетами.

$$Q = 0,28(6,77 + 19,44 + 24,3) \cdot 1 \cdot (20 - (-25)) \cdot 0,7 = 447,324 \text{ Вт.}$$

В расчет принимаем значение, полученное по формуле (1).

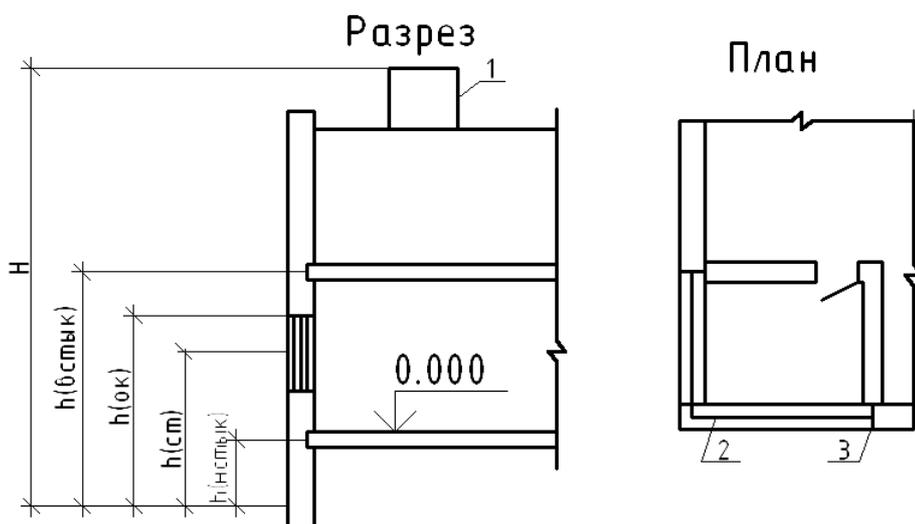


Рис. 1. План помещения и разрез по зданию: 1- вытяжная вентиляционная шахта; 2- горизонтальный стык; 3-вертикальный стык.

Пример № 2. Определить температуру воздуха в неотапливаемом тамбуре лестничной клетки жилого здания. Термическое сопротивление стены тамбура равно $R_T=0,405 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, стены кухни граничащей с тамбуром $R_T=1,06 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, пола тамбура $R_T=4,36 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, площадки являющейся перекрытием тамбура $R_T=4,36 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, наружной входной двери $R_T=0,215 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, внутренней двери $R_T=0,34 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, наружной стены $R_T=1,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, поправочный коэффициент к расчетной разности температур принять равным $n=0,6$. Рассматриваемое жилое здание расположено в г. Новополоцке. Ориентация наружной стены тамбура - Запад. Средневзвешенная по объёму помещений первого этажа температура внутреннего воздуха $t_p=18 \text{ °C}$. Температура воздуха в лестничной клетке $t_{лк}=16 \text{ °C}$.

Решение:

Для определения температуры воздуха в необогреваемом помещении составляется уравнение теплового баланса для рассматриваемого помещения. Если температуры воздуха в помещениях, с которыми граничит тамбур, известны, то достаточно составить одно уравнение теплового баланса. В рассматриваемом случае пол тамбура и части вертикальных стен граничат с неотапливаемым помещением подвала, поэтому необходимо составить два уравнения теплового баланса: для тамбура и подвала. Будем иметь два уравнения с двумя неизвестными. Для определения температуры воздуха в неотапливаемом подвале можно воспользоваться поправочным коэффициентом n , к расчётной разностью температур и тогда будет достаточно одного уравнения. Так и поступим.

1. Определяем температуру воздуха в неотапливаемом подвале по выражению:

$$t_p - t_{x(1)} = (t_p - (-t_n)) \cdot n, \quad (10)$$

где t_p , $t_{x(1)}$ - температура воздуха, соответственно средневзвешенная по объёму помещений первого этажа и в неотапливаемом подвале, $^{\circ}\text{C}$;

n - поправочный коэффициент к расчётной разности температур

$(t_p - t_n)$;

t_n - расчётная температура наружного воздуха для проектирования отопления, $^{\circ}\text{C}$;

Температура наружного воздуха расчётная для проектирования отопления $t_n = -25 \text{ °C}$ [1,6].

$$18 - t_{x(1)} = (18 + 25) \cdot 0,6; \quad t_{x(1)} = -7,8 \text{ °C}.$$

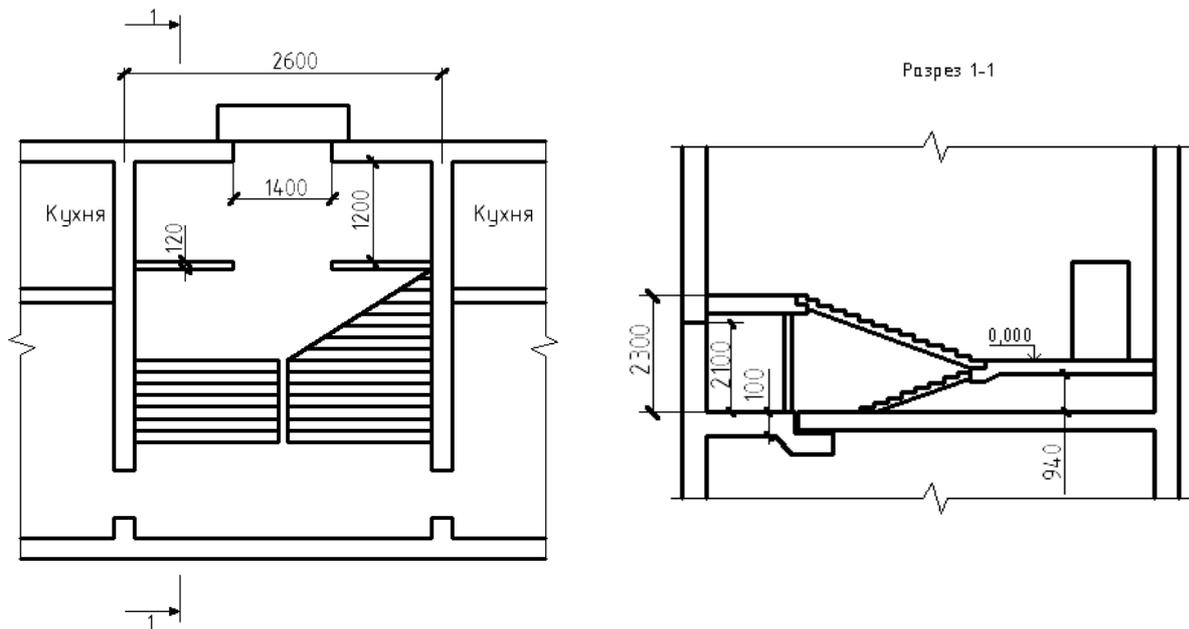


Рис. 2. Конструкция входа в здание

Составляем уравнение теплового баланса для помещения неотапливаемого тамбура, условно записывая слагаемые для теплопотерь со знаком “-”, а для теплопоступлений со знаком “+”.

$$\begin{aligned}
 & - \frac{F_{нс} - F_{нд}}{R_{T.нс}} \cdot (t_x - t_n) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n - \frac{F_{нд}}{R_{T.нд}} \cdot (t_x - t_n) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n - \\
 & - \frac{F_{нл}}{R_{T.нл}} \cdot (t_x - t_{x(1)}) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n + \frac{F_{нмм}}{R_{T.нмм}} \cdot (t_{лк} - t_x) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n + \\
 & + \frac{F_{вст} - F_{вдт}}{R_{T.вст}} \cdot (t_{лк} - t_x) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n + \frac{F_{вдт}}{R_{T.вдт}} \cdot (t_{лк} - t_x) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n + \quad (11) \\
 & + 2 \cdot \frac{F_{вск}}{R_{T.вск}} \cdot (t_{вн} - t_x) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n - 2 \cdot \frac{F_{всн}}{R_{T.всн}} \cdot (t_x - t_{x(1)}) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n = 0
 \end{aligned}$$

В цифрах:

$$\begin{aligned}
& -\frac{2,6 \cdot 2,4 - 1,4 \cdot 2,1}{1,5} \cdot (t_x - (-25)) \cdot (1 + 0,05) \cdot 1 - \frac{1,4 \cdot 2,1}{0,215} (t_x - (-25)) \cdot (1 + 0) \cdot 1 - \\
& -\frac{1,26 \cdot 2,6}{4,36} \cdot (16 - (-7,8)) \cdot (1 + 0) \cdot 1 + \frac{1,26 \cdot 2,6}{4,36} \cdot (16 - t_x) \cdot (1 + 0) \cdot 1 + \\
& + \frac{2,6 \cdot 2,4 - 1,4 \cdot 2,1}{0,405} \cdot (16 - t_x) \cdot (1 + 0) \cdot 1 + \frac{1,4 \cdot 2,1}{2,15} \cdot (16 - t_x) \cdot (1 + 0) \cdot 1 + \\
& + 2 \cdot \frac{(2,3 - 0,94) \cdot 1,26}{0,405} \cdot (18 - t_x) \cdot (1 + 0) \cdot 1 - 2 \cdot \frac{1,4 \cdot 1,26}{0,405} \cdot (t_x - (-7,8)) \cdot (1 + 0) \cdot 1 = 0
\end{aligned}$$

При определении линейных размеров ограждения, при вычислении площадей ограждения используем правила исчисления линейных размеров изложенных в [18].

где $t_{лк}$ - температура воздуха в помещении лестничной клетки, $^{\circ}\text{C}$;

$F_{нс}, F_{нд}, F_{нл}, F_{нтт}, F_{вст}, F_{вдт}, F_{вск}, F_{всп}$ - площади ограждений, соответственно, наружной стены, наружной двери, пола тамбура, потолка тамбура, внутренней стены (отделяющей тамбура от помещения лестничной клетки), внутренней двери, внутренней стены, (отделяющей помещение тамбура от помещения кухонь), внутренней стены (отделяющей помещение тамбура от помещения подвала), м^2 ;

$R_{Т.нс}, R_{Т.нд}, R_{Т.нл}, R_{Т.нтт}, R_{Т.вст}, R_{Т.вдт}, R_{Т.вск}, R_{Т.всп}$ - сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций соответственно наружной стены, наружной двери, пола тамбура, потолка тамбура, внутренней стены (отделяющей помещение тамбура от помещения лестничной клетки), внутренней двери, внутренней стены (отделяющей помещение тамбура от помещения кухонь), внутренней стены (отделяющей помещение тамбура от помещения подвала), $\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$;

t_x - температура воздуха в неотапливаемом тамбуре, $^{\circ}\text{C}$;

β - добавочные потери теплоты в долях единицы.

Уравнение (11) составлено из предположения, что температура воздуха в неотапливаемом тамбуре выше температуры воздуха в неотапливаемом подвале.

Однако решение уравнения (11) показывает, что температура воздуха в неотапливаемом тамбуре ниже температуры воздуха в неотапливаемом подвале. Внесём в уравнение (11) исправление и слагаемое

$$\frac{F_{нл}}{R_{Т.нл}} \cdot (t_x - t_{x(1)}) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n \quad \text{перепишем в виде} \quad \frac{F_{нл}}{R_{Т.нл}} \cdot (t_{x(1)} - t_x) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n$$

И тогда в результате решения этого уравнения температура в помещении неотапливаемого тамбура $t_x = -1,02 \text{ } ^{\circ}\text{C}$.

Пример № 3. Конструирование систем водяного отопления

Конструирование систем водяного отопления начинается с размещения отопительных приборов под каждым окном или у наружных стен. При этом отопительные приборы показываются на планах этажей и на разрезах здания в виде условных обозначений. Размер условного обозначения отопительного прибора выбирается исходя из масштаба чертежей плана и разреза по зданию и их насыщенности. После этого на плане показываются стояки (при вертикальной системе) и ветви (при горизонтальной системе). В горизонтальных системах также имеются стояки, которые служат для подачи теплоносителя из подвала или чердака в ветви соответствующих этажей. Количество стояков в горизонтальных системах значительно меньше, чем в вертикальных. Помещение теплового пункта следует располагать в подвале здания под лестницей оно должно быть отдельным, т.е. иметь одну дверь, которую можно запирать на замок. На плане подвала показывается ввод теплоносителя. Размеры помещения теплового пункта зависят от вида размещаемого в нём оборудования и габаритов оборудования. Минимальные размеры помещения теплового пункта в плане при присоединении системы отопления к тепловой сети через элеватор $1,5 \times 4,0$ м при минимальной высоте помещения равной 2,2 м.

В зданиях (помещениях) с повышенными санитарно-гигиеническими требованиями отопительные приборы располагаются под окнами таким образом, чтобы их оси совпадали бы с осями оконных проемов. Подобное монтажное положение отопительных приборов следует также применять при горизонтальных системах отопления и двухтрубных вертикальных, которые считаются не индустриальными в монтаже.

Трубопроводы магистралей на чердаке со стропильной кровлей прокладываются на расстоянии 1-1,5 м от внутренней поверхности наружных стен на специальных опорах на расстоянии 0,5 м от пола чердака при ширине здания более 10 м. При меньшей ширине здания возможна прокладка магистрального трубопровода по середине здания.

При длине подводов к стояку до 1,5 м можно применять двухсторонние стояки, при большей - односторонние. Магистральные трубопроводы в подвале здания прокладываются от внутренней поверхности стен на расстояниях, величина которых зависит от диаметра магистралей и наличия тепловой изоляции. Минимальное расстояние от поверхностей ограждений до тепловой изоляции и между изоляциями трубопроводов при $d_y = 25 \div 80$ мм можно определить по рисунку 3.

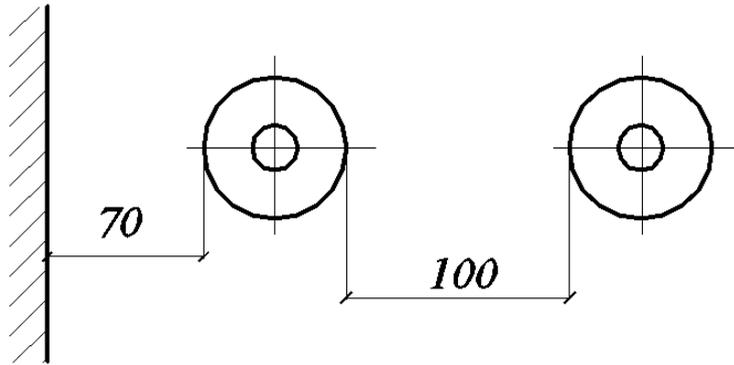


Рис. 3. Конструктивное расположение изолированных трубопроводов при $d_y = 25 \div 80$ мм по отношению к поверхности ограждения

Стояки вертикальных двухтрубных систем отопления прокладываются таким образом, чтобы при взгляде на стояк из помещения справа находился горячий стояк. Расстояние между горячим и обратным стояком принимается равным 80 мм. Расстояние от оси неизолированного трубопровода до поверхности ограждения принимается равным 35 ± 5 мм, при наружном диаметре трубы не более 32 мм.

При прокладке горячего и обратного трубопровода на одних горизонтальных опорах справа по ходу движения воды должен находиться горячий трубопровод.

Диаметры труб ввода теплоносителя в проекте не определяются, а принимаются равными 25 мм. Трубопроводы магистралей прокладываются в помещениях подвалов на расстоянии 1 м от потолка.

Пример № 4. Подобрать оборудование узла управления системой отопления, схема которого изображена на рисунке 4. Тепловая нагрузка на отопление $Q = 60973$ Вт. Располагаемый напор на вводе $(P_1 - P_2) \cdot 10^{-4} = 11$ Па. Потери давления в системе 2000 Па.

Решение:

1. Гидроэлеватор регулируемый рассчитывается следующим образом. Определяется расход воды, поступающей из теплосети G_1 , кг/с, по формуле

$$G_1 = \frac{Q_c}{c(T - t_o)}; \quad (12)$$

где Q_c – тепловая мощность системы отопления, Вт;

c - массовая теплоемкость воды, равная 4190 Дж/кг·°С;

T, t_o - температура воды, соответственно поступающей из теплосети и в обратной магистрали системы отопления, °С.

$$G_1 = \frac{60973}{4190(150-70)} = 0,18 \text{ кг/с} = 0,648 \text{ кг/ч.}$$

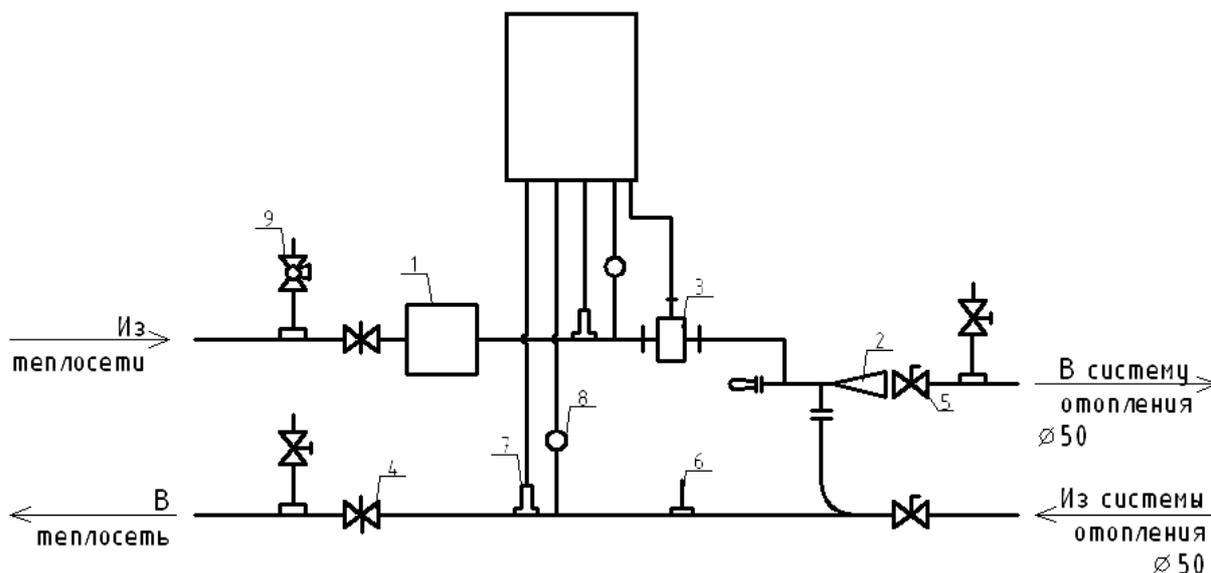


Рис. 4. Схема узла управления системой отопления: 1 – грязевик; 2 – гидроэлеватор регулируемый; 3 – первичный преобразователь расхода; 4 – задвижка; 5 – кран шаровой; 6 – термометр; 7 – термопреобразователь; 8 – преобразователь давления; 9 – кран трехходовой для мономерта.

Определяется диаметр горловины гидроэлеватора d_2 , мм, по формуле

$$d_2 = 8,5 \cdot 4 \sqrt{\frac{G_1^2 \cdot (1+U)^2}{h_c}}, \quad (13)$$

где G_1 – то же, что и в формуле (1);

U - коэффициент смешения элеватора.

h_c - сопротивление системы отопления, м в. с.

Определяем коэффициент смешения по формуле

$$U = \frac{T - t_2}{t_2 - t_o}, \quad (14)$$

где T, t_0 – то же, что в формуле (12);

t_2 - расчетная температура воды в горячей магистрали системы отопления, °С.

$$U = \frac{150-105}{105-70} = 1,3.$$

$$d_2 = 8,5 \cdot \sqrt[4]{\frac{0,648^2 \cdot (1+1,3)^2}{2}} = 8,7 \text{ мм.}$$

Определяется диаметр сопла гидроэлеватора d_c , мм, по формуле

$$d_c = 9,6 \cdot \sqrt[4]{\frac{G_1^2}{\Delta H_2}}, \quad (15)$$

где G_1 - то же, что в формуле (12);

ΔH_2 - располагаемый напор на вводе, м.

$$d_c = 9,6 \cdot \sqrt[4]{\frac{0,648^2}{11}} = 4,24 \text{ мм.}$$

Из таблицы 1 [21] по диаметру горловины выбираем гидроэлеватор РГ-00Х с $d_2 = 15$ мм и диаметром сопла $d_c = 15$ мм.

2. Теплосчетчик подбирается по расходу теплоносителя, м³/ч, который определяется по формуле,

$$V = \frac{G_1 \cdot 3600}{\rho}, \quad (16)$$

где G_1 – то же, что и в формуле (12);

ρ - плотность воды при температуре 70°С.

$$V = \frac{0,18 \cdot 3600}{977,7} = 0,663 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Подбираем теплосчетчик типа ТЭРМ-02 по [21] диаметром условного прохода 25 мм, максимальным расходом воды 16 м³/ч и диапазоном измерения расхода воды 0,16 – 16 м³/ч.

Теплосчетчик следует устанавливать на подающем трубопроводе, иначе утечки теплоносителя в системе отопления не будут зафиксированы.

Так как в задании на курсовое проектирование значения давления в точках установки манометров не задаются, то при подборе манометров следует принимать их с пределами измерения на максимальное значение давления до 1,6 МПа.

3. Термометры применяются такие, чтобы измерительная шкала их позволяла измерить температуру теплоносителя в точке, в которой устанавливается термометр. Термометры подбираем по [23] по диаметру трубопровода, на котором они устанавливаются и предельному значению температуры теплоносителя в месте его установки.

4. К оборудованию систем водяного отопления относятся проточные воздухооборники, которые подбираются по скорости воды в сечении воздухооборника, принимаемой равной 0,05 м/с.

Фактическую скорость движения воды в воздухооборнике можно определить по выражению

$$W = \frac{4 \cdot G}{\pi \cdot D_g^2 \cdot \rho}, \quad (17)$$

где G – расход теплоносителя в месте установки воздухооборника, кг/с;
 D_g - внутренний диаметр воздухооборника, м;
 ρ - плотность воды, кг/м³.

При подборе воздухооборника в формулу (17) вместо W подставляется значение скорости равное 0,05 м/с и определяется внутренний диаметр воздухооборника D_g , по которому по [24] принимается к установке стандартный воздухооборник ВС-2 с ближайшим большим значением внутреннего диаметра с корпуса равным 150 мм.

$$0,05 = \frac{4 \cdot 0,053}{3,14 \cdot D_g^2 \cdot 977,7}, \text{ откуда } D_g = 0,037.$$

5. Грязевик. Подбирается по скорости воды в сечении грязевика, принимаемой равной 0,05 м/с по [24] аналогично подбору воздухоборника по формуле (17)

$$0,05 = \frac{4 \cdot 0,18}{3,14 \cdot D_g^2 \cdot 977,7}, \text{ откуда } D_g = 0,068.$$

К установке принимается стандартный грязевик с ближайшим большим значением D_g по [24]. $D_g = 108$ мм.

Пример № 5. Составление спецификации на систему водяного отопления.

Решение.

Спецификация составляется на одно из двух, рассчитываемых в гидравлическом расчете, циркуляционных колец по усмотрению студента. Спецификация на узел управления системой отопления в проекте не требуется. Спецификация необходима для определения сметной стоимости строительства, количества и грузоподъемности транспортных средств, нужных для доставки труб, арматуры, оборудования и материалов.

Спецификация составляется по специальной форме (табл. 1), которая приводится в [9]. Рассмотрим, например, составление спецификации на циркуляционное кольцо, изображенное на рис. 5.

При составлении спецификации количество труб данного диаметра определяется путем суммирования длин расчетных участков с данным диаметром с округлением результата до целого числа. Следует иметь в виду, что элементы системы отопления после монтажа окрашиваются масляной краской за два раза. В спецификации учитывается площадь окрашиваемой поверхности в м². Если в проекте предусматривается тепловая изоляция, то в спецификации указывается объем теплоизоляционного материала в м³. Боковая поверхность труб и оборудования, покрываемого тепловой изоляцией, окрашивается антикоррозионной изоляцией, например, краской БТ-177 в 2 слоя по грунтовке ГФ-021. Запорная арматура, служащая для отключения узла управления от системы отопления включается в спецификацию на узел управления. Фасонные части (тройники, отводы и т. д.) в спецификации не учитываются.

Таблица 1

Форма спецификации

Марка, поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	Примечание
	ГОСТ 32-62	Трубы стальные			
		легкие \varnothing 50	21	4,22	м
	То же	То же \varnothing 32	28	2,73	м
	То же	Трубы стальные \varnothing 15	14	0,16	м
	ГОСТ 86-90-94	Радиатор 2 К60П-300	1,19	49,4	кВт
		Кран двойной регулировки			
		\varnothing 15 КРДП	3		шт
	ВС-2	Проточный горизонтальный			
		воздухосборник $D_y=150$ мм	1	7,9	шт
		Окраска масляной краской			
		труб и отопительных приборов за два раза	9,987		м ²
		Антикоррозионное покрытие			
		краской БТ-177 в два слоя по			
		грунтовке ГФ-021	4,243		м ²
		Тепловая изоляция			
		Полотно холостопршивное			
		марки ХСП-Т-2,5	0,658		м ³
		Стеклопластик рулонный			
		РСТ-Х-250	3,03		м ²

Данные о массе 1 м стальной трубы нужного диаметра и наружном диаметре можно взять из Приложения III [8]. В столбце спецификации «Кол.» проставляется площадь окрашиваемой поверхности труб и отопительных приборов. Площадь наружной поверхности труб подсчитывается по известным из курса геометрии формулам, а площадь наружной поверхности отопительных приборов принимается из паспортных данных заводов и фирм изготовителей и поставщиков. Например, площадь поверхности одной секции чугунного радиатора 2К60П-300 равна 0,126 м². Для отопительных приборов в столбце «Кол.» проставляется номинальный тепловой поток, значения которого приводятся в паспортных данных заводов и фирм изготовителей и поставщиков. Например, номинальный тепловой поток одной секции чугунного радиатора 2К60П-300 равен 0,085 кВт, а масса 4,2 кг. В столбце «Кол.» для позиции «тепловая изоляция» простав-

ляется объем теплоизоляционного материала, который подсчитывается с учетом рекомендации по толщине слоя теплоизоляции приведенных в [12].

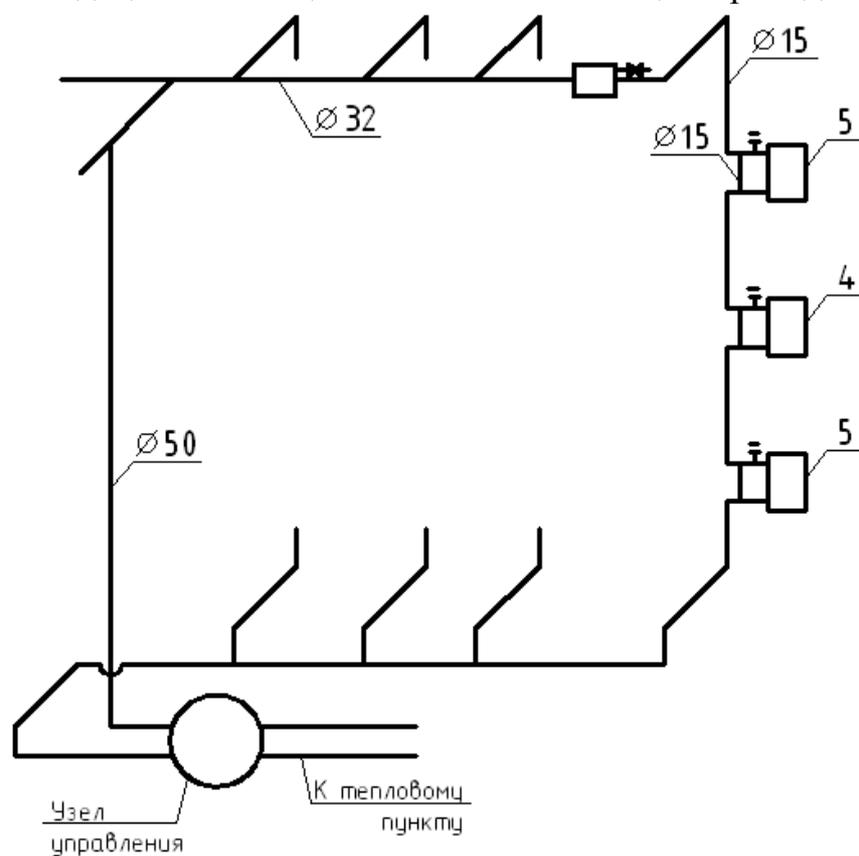


Рис. 5. Схема циркуляционного кольца системы отопления

Технические данные о запорной и регулирующей арматуре можно найти в [8], [23], [24]. При составлении спецификации обязательно указывается условное обозначение арматуры по общепринятой классификации, например, для вентиля запорного муфтового из серого чугуна для воды и пара при температуре до 225 °С на избыточное давление 1,6 МПа 15ч 8 бр.