

Петручик М.М.

СОВРЕМЕННАЯ СИСТЕМА ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ МНОГОЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА С ПОКВАРТИРНОЙ РАЗВОДКОЙ

Брестский государственный технический университет, студент факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна группы ТВ-15. Научный руководитель: Новосельцев В.Г. к.т.н., доцент, заведующий кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции

В настоящее время в жилых домах устанавливается система водяного отопления с горизонтальной разводкой труб. Данная система позволяет осуществлять регулирование и учёт потребляемой теплоты каждым отдельным потребителем в здании. Рассмотрим 5-и этажное здание, представленное на рисунке 1.

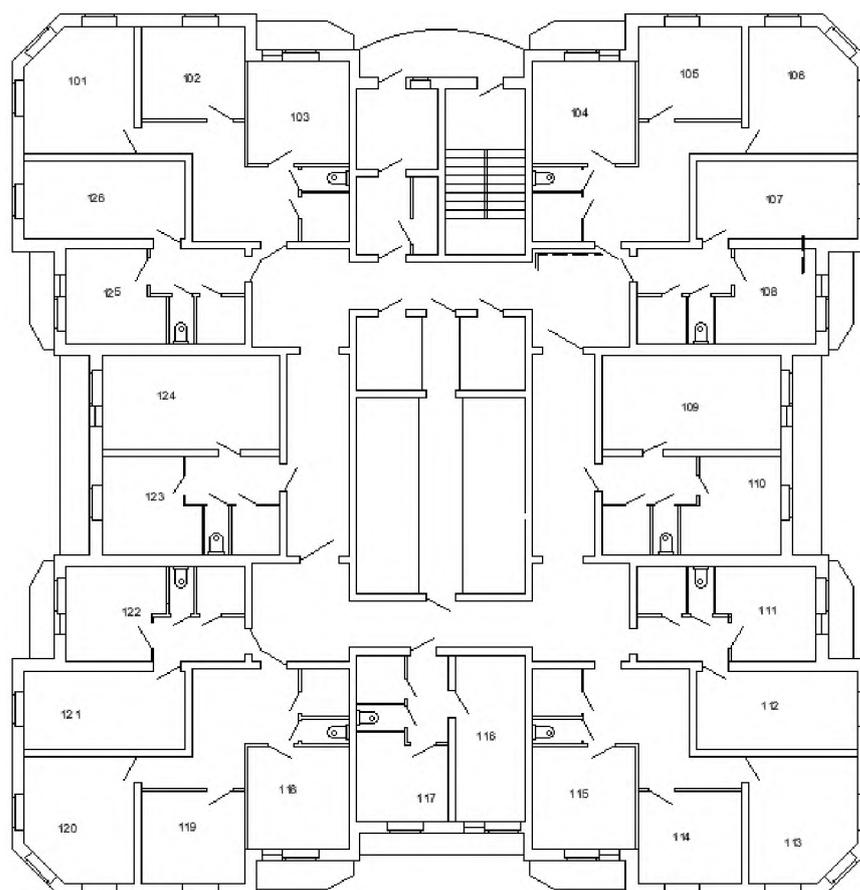


Рисунок 1. План первого этажа пятиэтажного здания.

Для того, чтобы спроектировать современную горизонтальную систему водяного отопления, в первую очередь, необходимо рассчитать потери теплоты во всем здании. Данный расчет необходим для определения тепловой мощности системы отопления.

Потери теплоты в помещениях. Общие потери теплоты для расчетных зимних условий:

$$Q_o = \sum Q + Q_{инф} - Q_{быт} \cdot (1 - \eta_1), \text{ Вт} \quad (1)$$

где $\sum Q$ – основные и добавочные потери теплоты через ограждающие конструкции помещения, Вт;

$Q_{инф}$ – расход теплоты на нагревание инфильтрующегося наружного воздуха через ограждающие конструкции помещения, Вт;

$Q_{быт}$ – бытовые тепловыделения, регулярно поступающие в помещения здания от электрических приборов, освещения, людей и других источников, Вт;

η_1 – коэффициент, принимаемый в зависимости от типа системы отопления и способа регулирования (для двухтрубной системы отопления с автоматическими терморегуляторами и с центральным авторегулированием $\eta_1 = 0,95$).

Основные потери теплоты определяют в соответствии с [1, прил. Ж] с округлением до 10 Вт путем суммирования потерь тепла через отдельные ограждения для каждого отапливаемого помещения по формуле:

$$Q = \frac{F}{R} \cdot (t_e - t_n) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n, \text{ Вт} \quad (2)$$

где F – расчетная площадь ограждения, м^2 ;

R – сопротивление теплопередаче ограждения, $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$;

t_e – расчетная температура внутреннего воздуха, $^\circ\text{C}$, принимаемая для жилых зданий по [2, приложение В, табл. В.1],

t_n – расчетная температура наружного воздуха, $^\circ\text{C}$, для холодного периода года [1, приложение Е, табл. Е.1];

n – коэффициент, учитывающий положение наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху, принимаемый по [1, табл.5.3];

β – добавочные потери теплоты через ограждения, принимаемые в долях от основных потерь:

Расход теплоты на нагрев поступающего воздуха в жилые помещения в результате действия естественной вытяжной вентиляции (организованный приток):

$$Q_{инф} = 0,28 \cdot L_n \cdot \rho_e \cdot c \cdot (t_e - t_n) \cdot k, \text{ Вт} \quad (3)$$

где L_n – расход предварительно не подогреваемого приточного инфильтрующегося воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$;

$$L_n = 3 \cdot F_n, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (4)$$

где F_n – площадь пола отапливаемого помещения, м^2 ;

ρ_e – плотность воздуха помещения, $\text{кг}/\text{м}^3$, определяемая по формуле:

$$\rho = \frac{353}{273 + t_e}, \text{ кг}/\text{м}^3 \quad (5)$$

где c – удельная теплоемкость воздуха, равная $1 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$;

k – коэффициент учета влияния встречного теплового потока в ограждающих конструкциях, равный 1,0 – для окон со стеклопакетами.

Потери тепла для первого этажа с учетом коридора составили: 39600 Вт.

Потери тепла для промежуточного этажа с учетом коридора составили: 29224 Вт.

Потери тепла для последнего (пятого) этажа с учетом коридора составили: 34975 Вт.

Потери тепла на лестничной площадке: 1012 Вт.

Всего в здании потери тепла: 104811 Вт.

Тепловой расчет. Выбираем алюминиевые секционные радиаторы с односторонней боковой подводкой «Ferroli» для двухтрубной поквартирной системы водяного отопления (трубы проложены скрыто в конструкции пола в защитной трубе типа пещель). Отопительный прибор располагаем без ниши под подоконником у наружной стены под окном.

Гидравлический расчет. Гидравлический расчет выполняется для того, чтобы подобрать диаметры трубопроводов, регулировочные и балансировочные клапаны.

Расчет выполняют по аксонометрической схеме трубопроводов системы отопления. На схеме находят циркуляционные кольца, делят их на участки, наносят тепловые нагрузки каждого отопительного прибора, равные расчетной тепловой нагрузке помещения. Гидравлический расчет выполняется с использованием первого направления расчета. Оно состоит в том, что диаметры труб и потери давления в кольце определяются по задаваемой оптимальной скорости движения теплоносителя на каждом участке основного циркуляционного кольца. Оптимальная расчетная скорость движения воды для труб из полиэтилена должна определяться по рекомендациям изготовителей трубопроводов, в большинстве случаев скорость составляет 0,3-0,5 м/с, удельная потеря давления на трение R в среднем 150-250 Па/м.

Произведем гидравлический расчет двухтрубной системы водяного отопления квартиры на последнем этаже многоэтажного жилого дома. Расчетные параметры системы отопления $t_r=85^\circ\text{C}$, $t_o=60^\circ\text{C}$. Система отопления присоединяется к тепловым сетям посредством индивидуального теплового пункта. Подключение отопительных приборов выполнено боковое одностороннее с угловыми термостатическими клапанами "TS-FV" фирмы Herz (Австрия) на подающем трубопроводе и угловыми запорно-регулирующими клапанами "Штрёмакс" фирмы "Herz" на обратном трубопроводе. Расчетный требуемый тепловой поток отопительного прибора:

$$Q_m = Q_{np} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2, \text{ Вт} \quad (6)$$

Расход воды в отопительном приборе определяется по формуле:

$$G_{np} = \frac{0,86 \cdot Q_m}{t_r - t_o}, \text{ кг/ч} \quad (7)$$

В качестве основного расчетного циркуляционного кольца выбираем кольцо через самый нагруженный отопительный прибор квартиры. Диаметры трубопроводов подбираем по таблице каталога "KAN-therm" [1, прил. 6] для полиэтиленовых труб.

Гидравлический расчет каждой квартиры ведем независимо друг от друга.

Потери давления в термостатическом клапане и в запорном клапане определяется по формуле:

$$\Delta P = 0,1 * \left(\frac{G}{k_v}\right)^2, \text{ Па}, \quad (8)$$

где G – расход воды на участке, кг/ч;

k_v – пропускная способность клапана, м³/ч.

Для бесшумности работы клапанов рекомендуется задавать значение потерь давления $\Delta P_{\text{т.кл.}}$ каждого из ТК не более 20...25 кПа. С другой стороны, для эффективного регулирования расходов в параллельных кольцах двухтрубной системы отопления, не рекомендуется задаваться значением $\Delta P_{\text{т.кл.}}$ менее 4 кПа. Исходя из этих соображений, для основного расчетного кольца следует задаться максимально возможным открытием диапазона гидравлически настроек n , но при этом иметь потерю давления на клапане не менее 4 кПа.

Для того, чтобы убедиться в правильности подбора настроек для клапанов, необходимо определить внешний авторитет термостатического клапана:

$$a = \frac{\Delta P_{\text{ТК}}}{\Delta P_{\text{на трубах}} + \Delta P_{\text{ЗК}} + \Delta P_{\text{ТК}}}, \quad (9)$$

Рекомендуемые пределы 0,3-0,7 для внешнего авторитета термостатического клапана. Результаты гидравлического расчета главных колец сводим в таблицу 1.

Дальше необходимо произвести гидравлический расчёт и расчёт местных сопротивлений второстепенных колец. Расчет сводится к тому, что необходимо приравнять потери давления на основном кольце к потерям давления на второстепенных кольцах.

Таблица 1. Результаты гидравлического расчета главных колец.

Квартира	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Потери давления в СВО с потерями на клапанах	20008	16115	12670	14768	11583	15809	9316	18758	17416	15797	15370

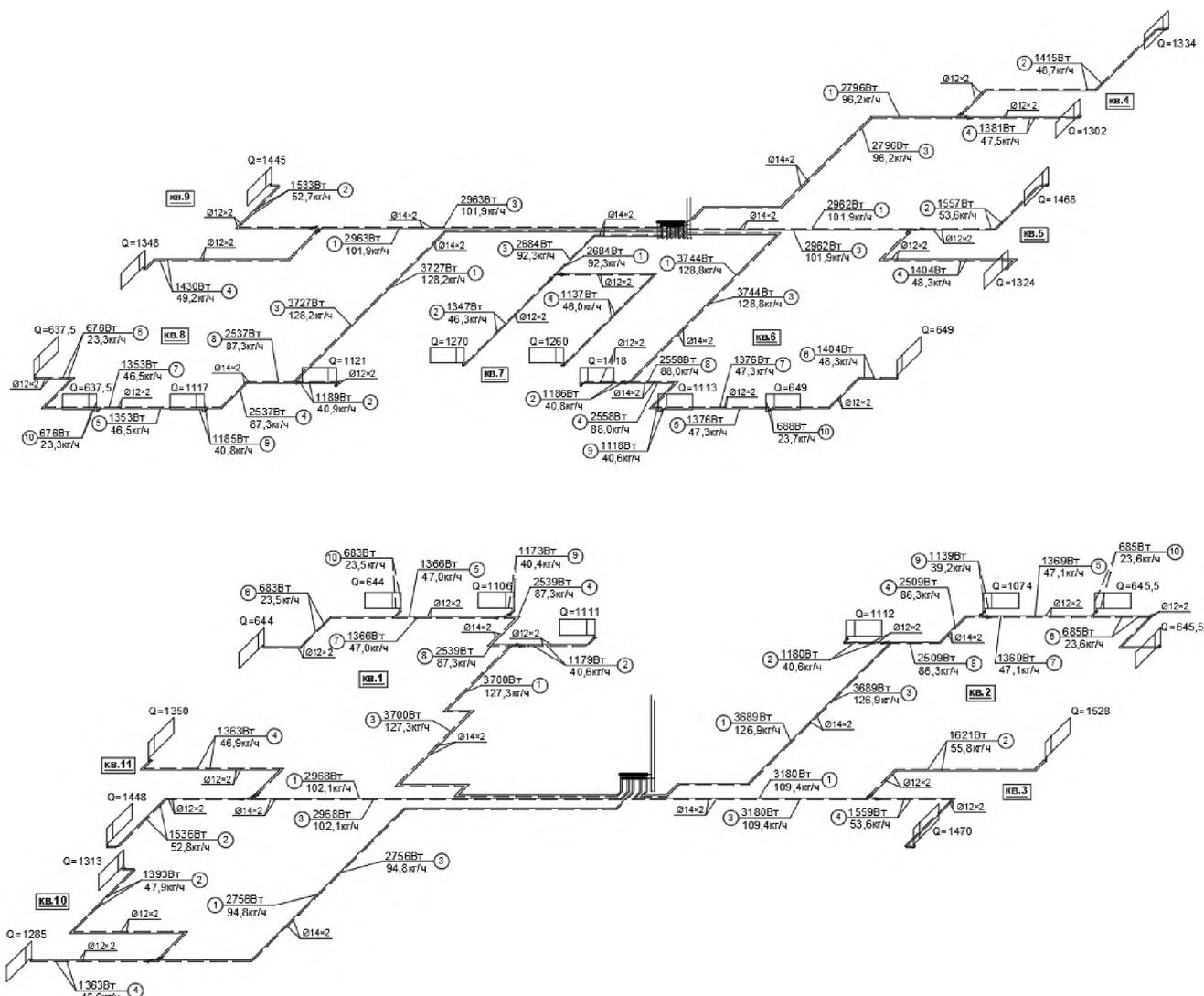


Рисунок 2. Аксонометрическая схема тепловодов системы отопления.

В работе рассмотрен один из вариантов современной системы водяного отопления с возможностью учета тепловой энергии потребителями. Эта система достаточно сложна, требует высокоточных расчетов, балансировки с применением специальных балансировочных клапанов и т.д. Однако существуют и другие, более простые варианты. Например, децентрализованная система водяного отопления с индивидуальными газовыми котлами в каждой квартире. Дальнейшим продолжением исследований будет являться анализ достоинств и недостатков этих систем.

Список использованных источников:

1. СНБ 4.02.01-03 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – Минск, 2004.
2. Каталог продукции “Ferroli”.
3. Покотиллов В.В. Системы водяного отопления. – Вена, 2008.