

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

КАФЕДРА ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для курсового проектирования по дисциплине

“Отопление“ на тему

**“Система водяного отопления жилого дома
с поквартирной разводкой”**

для студентов специальности 1-70 04 02 “Теплогазоснабжение,
вентиляция и охрана воздушного бассейна” для всех форм обучения,
слушателей ИПКиП специальности 1-70 04 71

“Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна”

Брест 2016

УДК 697.911 (075.8)

Настоящие методические указания для выполнения курсовой работы по отоплению многоквартирного жилого дома с поквартирной разводкой составлены в соответствии с программой курса "Отопление" для студентов специальности 1-70 04 02 "Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна".

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

Составители: В.Г. Новосельцев, к.т.н., доцент,
Д.В. Новосельцева, к.т.н.

Рецензент: Ю.Н. НОВИК, ведущий специалист сектора отопления

ОГЛАВЛЕНИЕ

	стр.
1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И СОСТАВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ	3
2. КОНСТРУИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ	4
3. ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ	8
4. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ С ПОДБОРОМ ТЕРМОСТАТИЧЕСКИХ И БАЛАНСИРОВОЧНЫХ КЛАПАНОВ	9
5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕПЛОВОГО ПУНКТА	15
6. КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ С ИНДИВИДУАЛЬНЫМ ГАЗОВЫМ КОТЛОМ	17
Литература	19
Приложения	20

1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И СОСТАВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

В курсовой работе требуется разработать систему водяного отопления с поквартирной разводкой для одного этажа многоэтажного жилого дома.

Исходными данными являются: район строительства, план типового этажа здания, ориентация его главного фасада по сторонам света, этажность здания, тип системы отопления, температура воды в системе отопления (t_T и t_0 , °C).

В состав курсовой работы входит пояснительная записка (до 20 страниц) и графическая часть (1 чертеж формата A1). Пояснительная записка включает следующие разделы:

Титульный лист, задание с исходными данными, реферат, введение, содержание;

1. Расчет потерь теплоты помещениями квартир на этаже;
2. Конструирование системы водяного отопления;
3. Тепловой расчет;
4. Гидравлический расчет системы водяного отопления с подбором термостатических и балансировочных клапанов;
5. Проектирование теплового пункта;
6. Конструирование и расчет системы водяного отопления с индивидуальным газовым котлом.

Заключение; Список использованной литературы.

Графическая часть содержит:

1. План типового этажа здания с нанесением элементов системы отопления (М 1:100);
2. Аксонометрическую схему теплопроводов системы отопления с указанием номеров расчетных участков, их длины и диаметров, уклонов, с установкой запорной, регулировочной и балансировочной арматуры, устройств для выпуска воздуха, опорожнения системы (М произвольный);
3. Схему теплового пункта (М произвольный);
4. Узлы системы отопления (М произвольный);
5. Аксонометрическую схему теплопроводов системы отопления с индивидуальным газовым котлом (М произвольный).

2. КОНСТРУИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Задачей конструирования системы водяного отопления является правильное размещение отопительных приборов, трубопроводов, устройств для удаления воздуха, запорно-регулирующей арматуры.

В соответствии с п. 6.14 изменений № 3 к [1] при проектировании отопления жилых зданий необходимо предусматривать регулирование и учет потребляемой теплоты каждым отдельным потребителем в здании (то есть каждой квартирой). Для этого счетчик расхода теплоты (теплосчетчик) устанавливается для каждой квартиры.

Отопительные приборы горизонтальной поквартирной системы отопления подсоединяются к системе отопления с помощью распределителя (распределительного коллектора, гребенки), который как бы разделяет систему отопления на две системы: систему теплоснабжения распределителей (между тепловым пунктом и распределителями) и систему отопления от распределителей (между распределителем и отопительными приборами). Распределитель показан на рис. 1.

Схема системы отопления выполняется, как правило, в виде отдельных схем:

- схема системы теплоснабжения распределителей;
- схемы систем отопления от распределителей.

В жилых зданиях у отопительных приборов следует устанавливать, как правило, автоматические терморегуляторы, обеспечивающие поддержание заданной температуры в каждом помещении и экономию подачи тепла за счет использования внутренних теплоизбытков (бытовые тепловыделения, солнечная радиация).

Конструирование системы заканчивают вычерчиванием схемы системы отопления с нанесением тепловых нагрузок отопительных приборов и расчетных участков циркуляционных колец.

Пример запроектированной системы отопления показан на рис. 2 и 3.

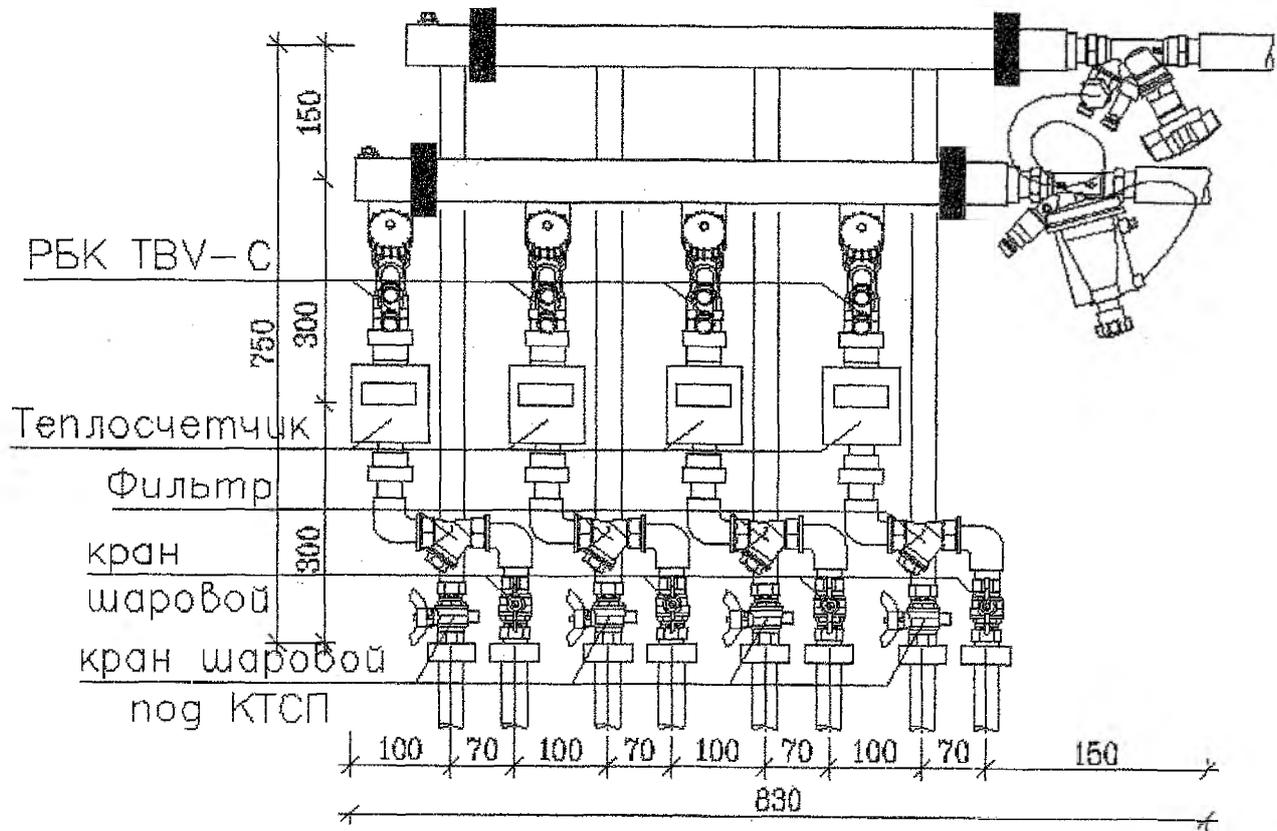


Рисунок 1 – Распределитель для подключения квартир (см. схему на рис. 4)

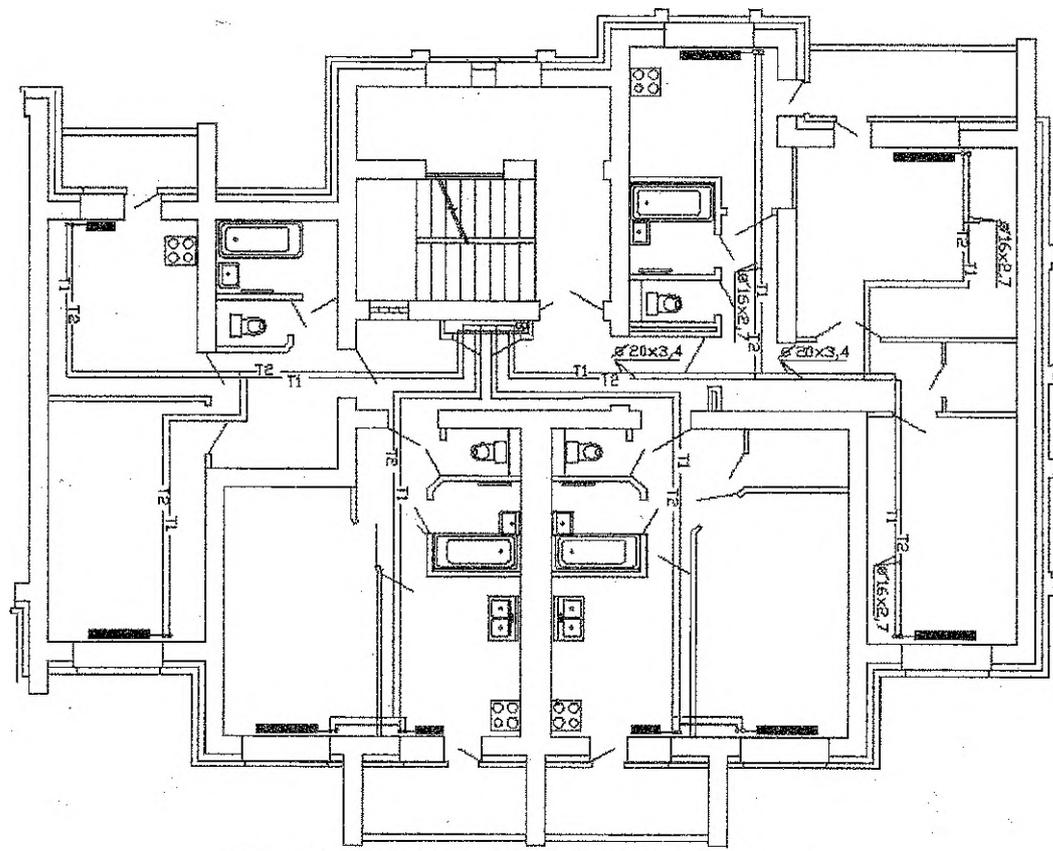


Рисунок 2 – План этажа с элементами систем отопления

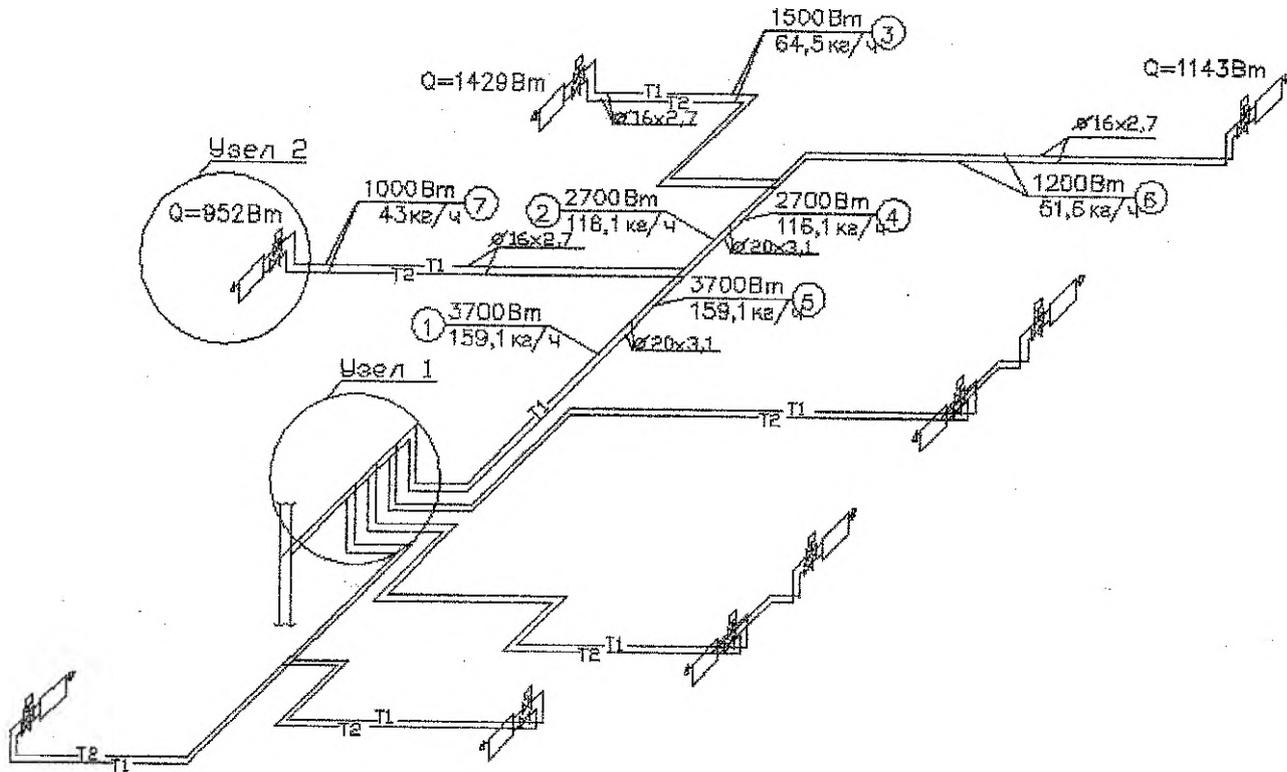


Рисунок 3 – Аксонометрическая схема системы отопления

3. ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ

Целью теплового расчета является выбор типа и количества секций (или размера) отопительного прибора.

ПРИМЕР 1. Определить марку стального панельного радиатора «Лидея» для двухтрубной поквартирной системы водяного отопления (трубы проложены скрыто в конструкции пола в защитной трубе типа «пешель»), установленный без ниши под подоконником у наружной стены под окном (окно размером 1,5*1,5м) в жилой комнате, тепловые потери которой 1000Вт. Температура воды на входе в поквартирную систему $t_1=85^\circ\text{C}$, температура обратной воды $t_0=65^\circ\text{C}$, температура воздуха в комнате $t_w=18^\circ\text{C}$.

Решение.

Суммарное понижение температуры воды $\sum \Delta t_m \approx 0$, т. к. магистральные теплопроводы проложены в отапливаемой части здания.

Расход воды в отопительном приборе вычисляем по формуле:

$$G_{np} = \frac{0,86 \cdot Q_{np} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{t_n - t_o}$$

где Q_{np} – тепловая нагрузка прибора, Вт;

β_1 – коэффициент учета дополнительного теплового потока устанавливаемых отопительных приборов за счет округления сверх расчетной величины. Для предварительного принятого радиатора типа ЛК20 высотой 500мм $\beta_1=1,02$ [2];

β_2 – коэффициент учета дополнительных потерь теплоты приборами у наружных ограждений. При установке прибора у наружной стены под окном $\beta_2=1,03$.

$$\text{Температурный напор: } \Delta t_{cp} = \frac{t_n + t_o}{2} - t_w, \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Коэффициент приведения номинального теплового потока отопительного прибора к расчетным условиям:

$$\varphi = \left(\frac{\Delta t_{cp}}{\Delta t_n} \right)^{1+n} \cdot \left(\frac{G_{np}}{360} \right)^p$$

где n и p – эмпирические показатели, принимаемые по [2];

Δt_n – номинальный температурный напор, $\Delta t_n=70^\circ\text{C}$ по [2].

Теплоотдачу открыто проложенных в пределах помещения теплопроводов принимаем равной 0, т. к. трубопроводы проложены скрыто в конструкции пола в защитной трубе типа «пешель».

Расчетный требуемый тепловой поток отопительного прибора:

$$Q_1 = Q_{np} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2, \text{ Вт}.$$

Номинальный требуемый тепловой поток:

$$Q_{\text{нт}} = \frac{Q_1 \cdot \beta_4}{\varphi}, \text{ Вт},$$

где β_4 – коэффициент, учитывающий способ установки радиатора в помещении, $\beta_4 = 1,03$.

Таблица 1 – ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ

№ помещения	Температура воздуха в помещении, °С	Тепловая нагрузка на прибор Q _{пр} , Вт	Температура входящей воды в прибор, °С	Температура воды на выходе, °С	Поправочный коэффициент β ₁	Поправочный коэффициент β ₂	Расход воды в приборе G _{пр} , кг/ч, кг/с	Температурный напор, °С	Коэффициент приведения φ	Теплоотдача открыто расположенных трубопроводов Q _{тр} , Вт	Q ₁ , Вт	Номинальный требуемый тепловой поток Q _{нт} , Вт	Поправочный коэффициент β ₄	Марка отопительного прибора	Номинальный тепловой поток Q _н , Вт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
101	18	1000	85	65	1,02	1,03	45,2	57	0,73	0	1051	1473	1,03	лк 20-511	1478

По требуемой величине Q_{нт} подбираем по каталогу производителя [2] отопительный прибор, номинальный тепловой поток которого Q_н должен быть близким к значению Q_{нт}, а также может быть меньше требуемого, но не более чем на 5 % или на 60 Вт.

Длина выбранного отопительного прибора составляет 1100 мм, таким образом, он перекрывает более 75% оконного проема. В случае несоблюдения этого условия необходимо выбрать другой тип и (или) другую марку прибора.

4. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ С ПОДБОРОМ ТЕРМОСТАТИЧЕСКИХ И БАЛАНСИРОВОЧНЫХ КЛАПАНОВ

Цель гидравлического расчета – подобрать диаметры трубопроводов, регулировочные и балансировочные клапаны.

Гидравлический 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.

Расчет выполняется отдельно для систем отопления от распределителей (между распределителем и отопительными приборами) и отдельно для системы теплоснабжения распределителей (между тепловым пунктом и распределителями). 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 полимерных трубопроводов 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 100...200 Па/м.

Например, по рекомендациям известного производителя полимерных трубопроводов фирмы KAN, за скорость в металлополимерных и полиэтиленовых трубопроводах, проходящих в конструкции пола, следует принимать значения, соответствующие экономичным гидравлическим сопротивлениям $R_{экон} = 150 + 250 \text{ Па/м}$:

$$\text{Ø}12 \times 2 \quad v = 0,25 \div 0,35 \text{ м/с}$$

$$\text{Ø}14 \times 2 \quad v = 0,3 \div 0,4 \text{ м/с}$$

$$\text{Ø}16 \times 2 \quad v = 0,35 \div 0,45 \text{ м/с}$$

$$\text{Ø}18 \times 2 \quad v = 0,4 \div 0,5 \text{ м/с}$$

$$\text{Ø}20 \times 2 \quad v = 0,45 \div 0,6 \text{ м/с}$$

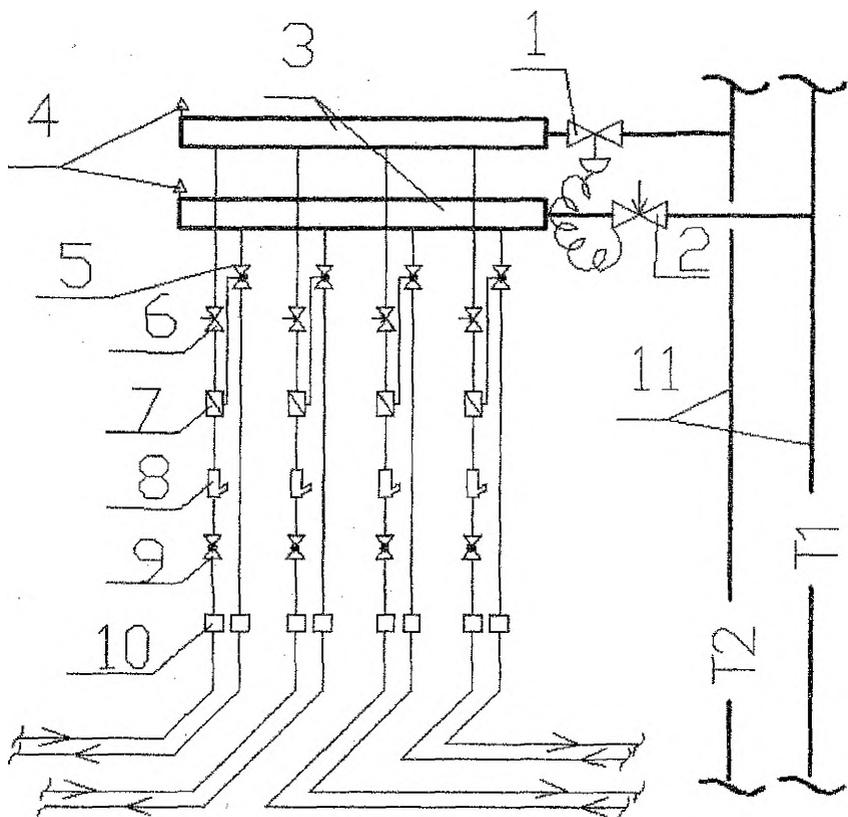
В горизонтальных трубопроводах, проходящих в конструкции пола, следует принимать значение скорости воды не ниже 0,11 м/с, учитывая удаление воздуха из системы. Таблицы для подбора диаметров трубопроводов приведены в приложениях 1, 4, 5 методических указаний.

ПРИМЕР 2.

Произвести гидравлический расчет двухтрубной системы водяного отопления квартиры на одном этаже здания от одного распределителя и подобрать термостатические и запорные клапаны. План этажа с элементами системы отопления показан на рис. 2, схема системы отопления – на рис. 3.

Расчетные тепловые нагрузки приборов показаны на рис. 3. Расчетные параметры системы отопления $t_1 = 90^\circ\text{C}$, $t_2 = 70^\circ\text{C}$. Система отопления присоединяется к тепловым сетям посредством индивидуального теплового пункта. Системы отопления квартир присоединяются через распределители, расположенные на каждом этаже в штробах стен лестничной клетки. Система теплоснабжения распределителей выполняется из стальных труб, систем отопления от распределителей – полипропиленовых труб фирмы «Wavin» (Чехия) скрыто в стяжке пола в защитной трубе типа «пешель». На вводе каждого из распределителей проектируется автоматический регулятор перепада давления в паре с ручным балансировочным клапаном (клапан-партнером) фирмы TA (Швеция). От распределителя на ответвлениях к каждой квартире устанавливается ручной балансировочный клапан, фильтр, теплосчетчик и запорная арматура.

Подключение отопительных приборов выполнено боковое одностороннее с прямыми термостатическими клапанами V-exakt фирмы Heimeier (Германия) на подающем трубопроводе и прямыми запорно-регулирующими клапанами «Regotec» фирмы «Heimeier» на обратном трубопроводе.



1 – автоматический балансировочный клапан, 2 – клапан-партинер, 3 – распределители (гребенки), 4 – ручной воздухоотводчик, 5 – шаровой кран с разъемом под датчик температуры, 6 – ручной балансировочный клапан, 7 – теплосчетчик, 8 – фильтр, 9 – шаровой кран, 10 – переход от металлической трубы на полипропиленовую, 11 – магистральные стояки

Рисунок 4 – Узел подключения систем отопления квартир к распределительному коллектору (узел 1)

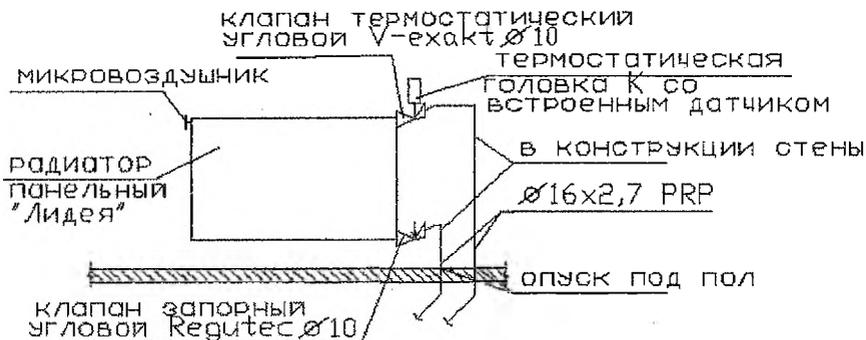


Рисунок 5 – Узел подключения радиатора (узел 2)

Решение.

Так как на ответвлении в каждую квартиру установлен ручной балансировочный клапан, то гидравлический расчет каждой квартиры ведем независимо друг от друга. В дальнейшем настройками балансировочных клапанов выставим расчетные расходы в каждой квартире.

Расчетный требуемый тепловой поток отопительного прибора:

$$Q_m = Q_{np} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2, \text{ Вт}.$$

Расход воды в отопительном приборе вычисляем по формуле:

$$G_{np} = \frac{0,86 \cdot Q_m}{t_2 - t_o}, \text{ кг/ч},$$

где Q_{np} – тепловая нагрузка прибора, Вт;

β_1 – коэффициент учета дополнительного теплового потока устанавливаемых отопительных приборов за счет округления сверх расчетной величины (для радиатора типа ЛК20 высотой 500мм $\beta_1=1,02$ [2]);

β_2 – коэффициент учета дополнительных потерь теплоты приборами у наружных ограждений. При установке прибора у наружной стены под окном $\beta_2=1,03$.

В качестве основного расчетного циркуляционного кольца выбираем кольцо через самый нагруженный отопительный прибор квартиры. Диаметры трубопроводов подбираем по таблице каталога «Wavin» (приложение 1). Расчет сведен в таблицу 2 и 3.

Таблица 2 – Гидравлический расчет

№ участка	тепловая нагрузка $Q_{тв}$, Вт	расход воды на участке G , кг/ч	длина участка, м	диаметр, мм	скорость движения воды, W , м/с	удельная потеря давления, Па/м	потери давления на трение, Па	сумма коэффициентов местных сопротивлений	потери давления в местных сопротивлениях, Па	суммарные потери давления, Па	примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	3700	159,1	6	20×3,4	0,34	124	744	3	173	917	
2	2700	116,1	3	20×3,4	0,22	70	210	1,1	27	237	
3	1500	64,5	13	16×2,7	0,18	75	975	16,2	262	1237	4000+147
4	2700	116,1	3	20×3,4	0,22	70	210	1,1	27	237	
5	3700	159,1	6	20×3,4	0,34	124	744	3	173	917	
										3545	
Потери давления СВО квартиры от распределителя к отопительным приборам 3545+4000+147=7692 Па											

Таблица 3 – Расчет коэффициентов местных сопротивлений

№ участка	Наименование сопротивления	Коэффициент местного сопротивления	Сумма коэффициентов местного сопротивления
1,5	2 отвода $\perp 90^\circ$	1,5	3
2,4	Тройник на проходе	1,1	1,1
3 (без термостатич. и запорн. клапанов)	2 тройника на проходе 8 отводов $\perp 90^\circ$ радиатор панельный	1,1·2 1,5·8 2	16,2

На участке 3 потеря давления в запорно-регулирующем клапане определяется по формуле:

$$\Delta P = 0,1 \cdot \left(\frac{G}{K_v} \right)^2, \text{ Па,}$$

где G – расход воды на участке, кг/ч;

K_v – пропускная способность клапана (по каталогу изготовителя [3]), м³/ч

$$\Delta P = 0,1 \cdot \left(\frac{64,5}{1,68} \right)^2 = 147 \text{ Па.}$$

По соображениям бесшумности работы клапанов рекомендуется задавать значение потерь давления $\Delta P_{т.кл.}$ каждого из термостатических клапанов не более 20...25 кПа. С другой стороны, для эффективного регулирования расходов в параллельных кольцах двухтрубной системы отопления не рекомендуется задаваться значением $\Delta P_{т.кл.}$ менее 3 кПа. Исходя из этих соображений, для основного расчетного кольца следует задаться максимально возможным открытием диапазона гидравлических настроек n , но при этом иметь потерю давления на клапане не менее 3 кПа. Задаемся гидравлической настройкой $n=5$ и

соответствующей ей потерей давления $\Delta P_{т.кл.} = 4000$ Па (см. диаграмму клапана в зоне 2К – приложение 2). Внешний авторитет термостатического клапана составляет $4000/7692=0.52$, что входит в рекомендуемые пределы 0,3...0,7.

Для остальных циркуляционных колец квартиры определяем требуемое значение потери давления на “регулируемых участках” (табл. 4).

Таблица 4

№ участка	тепловая нагрузка $Q_{тв}$, Вт	расход воды на участке G , кг/ч	длина участка, м	диаметр, мм	скорость движения воды, W , м/с	удельная потеря давления, Па/м	потери давления на трение, Па	сумма коэффициентов местных сопротивлений	потери давления в местных сопротивлениях, Па	суммарные потери давления, Па	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\Delta P_{расч.уч.6} = \Delta P_{уч.3} = 1237 + 4000 + 147 = 5384$ Па											
6	1200	51,6	11	16×2,7	0,14	50	550	13,6	133	683	
Требуемое значение $\Delta P_{кл. рег. уч. 4} = 5384 - 683 = 4701$ Па											
$\Delta P_{расч.уч.7} = \Delta P_{уч.2-4} = 5384 + 237 + 237 = 5858$ Па											
7	1000	43	12	16×2,7	0,12	38	456	10,6	76	532	
Требуемое значение $\Delta P_{кл. рег. уч. 7} = 5858 - 532 = 5326$ Па											

Выполним подбор запорно-регулирующих и термостатических клапанов на «регулируемых участках» 6, 7.

На участке 6 потеря давления в запорно-регулирующем клапане:

$$\Delta P = 0,1 \cdot \left(\frac{51,6}{1,68} \right)^2 = 94 \text{ Па.}$$

На участке 7 потеря давления в запорно-регулирующем клапане:

$$\Delta P = 0,1 \cdot \left(\frac{43}{1,68} \right)^2 = 66 \text{ Па.}$$

Требуемое сопротивление термостатического клапана на участке 6 $\Delta P_{т.кл.} = 4708 - 94 = 4614$ Па, на участке 7 $\Delta P_{т.кл.} = 5333 - 66 = 5267$ Па.

Результаты настроек термостатических клапанов сводим в табл. 5.

Таблица 5

№ участка	Расход воды на участке G , кг/ч	$\Delta P_{кл. рег. уч.}$, Па	$\Delta P_{кл. запорно-регул.}$, Па	$\Delta P_{т.кл.}$, Па	Гидравлическая настройка n
3	64,5	4147	147	4000 (задали)	5
6	51,6	4701	94	4607	5
7	43	5326	66	5260	4

Таким же образом рассчитываются остальные ветки системы отопления квартиры на этаже.

ПРИМЕР 3.

Произвести подбор ручных балансировочных клапанов (РБК), установленных на распределителе на 4 квартиры. По результатам гидравлического расчета диаметры ответвлений полипропиленовых трубопроводов на каждую квартиру 20 мм, гидравлические сопротивления и расходы теплоносителя СВО квартир: 1 квартира $\Delta P=4000$ Па, $G=60$ кг/ч; 2 квартира $\Delta P=5500$ Па, $G=75$ кг/ч; 3 квартира $\Delta P=7000$ Па, $G=95$ кг/ч; 4 квартира $\Delta P=8500$ Па, $G=110$ кг/ч.

Решение.

Принимаем РБК марки TBV фирмы TA диаметром 15 мм. Результаты подбора по номограмме каталога изготовителя [3] (приложение 3) сводим в табл. 6.

Таблица 6

№ квартир	G, кг/ч	$\Delta P_{расч.квартир}$, Па	Характеристика РБК		
			$\Delta P_{РБК}$, Па	Настройка n	K_v , м ³ /ч
1	60	4000	$8500+1500-4000=6000$	3	0,22
2	75	5500	$8500+1500-5500=4500$	5	0,31
3	95	7000	$8500+1500-7000=3000$	7	0,53
4	110	8500	1500	10	0,9

5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕПЛОВОГО ПУНКТА

Тепловой пункт – это комплекс трубопроводов, запорной арматуры, оборудования и приборов, обеспечивающий присоединение систем отопления, теплоснабжения, вентиляции, горячего водоснабжения к тепловым сетям. Индивидуальный тепловой пункт (ИТП) – тепловой пункт для присоединения систем теплоснабжения одного здания к тепловым сетям. В тепловых пунктах осуществляется: преобразование, регулирование расхода и контроль параметров теплоносителя, распределение его по системам потребления теплоты; отключение систем потребления теплоты; защита местных систем от аварийного повышения параметров теплоносителя; заполнение и подпитка систем потребления теплоты; учет тепла.

В курсовом проекте следует присоединить систему отопления к наружным тепловым сетям по независимой схеме. Схема ИТП при независимом присоединении системы водяного отопления к наружным тепловым сетям показана на рис. 6.

Обозначения к рис. 6: 1 – грязевик со встроенным фильтром, 2 – шаровый кран, **теплосчетчик**: 3 – вычислительный блок, 4 – датчик температуры горячей воды, 5 – датчик температуры охлажденной воды, 6 – счетчик воды; 7 – регулятор перепада давления, **регулятор теплового потока**: 8 – двухходовой клапан с электроприводом, 9 – блок автоматизации, 10- датчик температуры горячей воды, 11 – датчик температуры наружного воздуха; 12 – теплообменник, 13 – циркуляционный насос, 14 – мембранный закрытый расширительный бак, 15 – обратный клапан, 16-счетчик воды, 17 – фильтр, 18 – контрольно-спускной кран, 19 – термометр, 20 – манометр, 21 – предохранительный клапан.

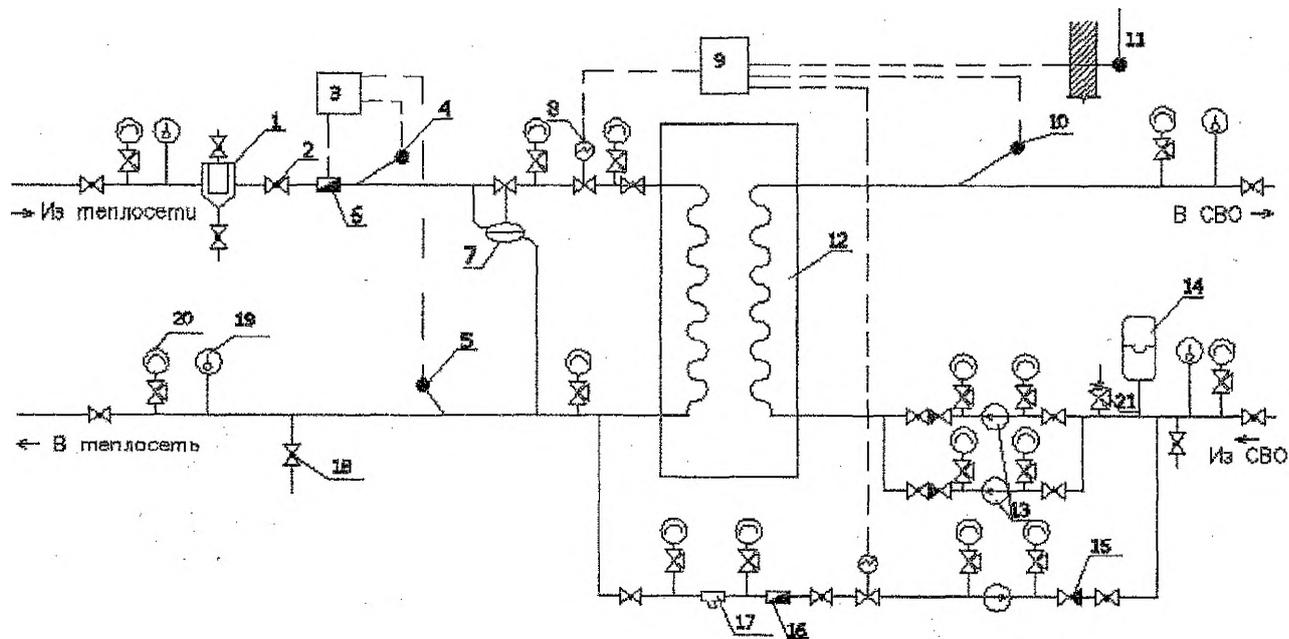


Рисунок 6 – Схема ИТП

6. КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ С ИНДИВИДУАЛЬНЫМ ГАЗОВЫМ КОТЛОМ

В качестве другого возможного варианта системы отопления современного жилого здания в курсовой работе необходимо запроектировать систему водяного отопления одной квартиры с индивидуальным газовым котлом.

В этом случае в кухне квартиры устанавливается настенный газовый двухконтурный котел с открытой или закрытой камерой сгорания мощностью 24 кВт, обеспечивающий и отопление горячее водоснабжение и включающий циркуляционный насос, предохранительный клапан, расширительный бак, воздухоотводчик.

В курсовой работе необходимо:

- подобрать котел любого производителя (например «Альфа-Калор» (Беларусь)), изучить его характеристики и принцип работы и привести их в пояснительной записке;
- выполнить проектирование системы отопления и вычертить ее аксонометрическую схему (пример см, на рис. 7 и 8);
- выполнить гидравлический расчет и подбор термостатических клапанов (аналогично примеру 2).

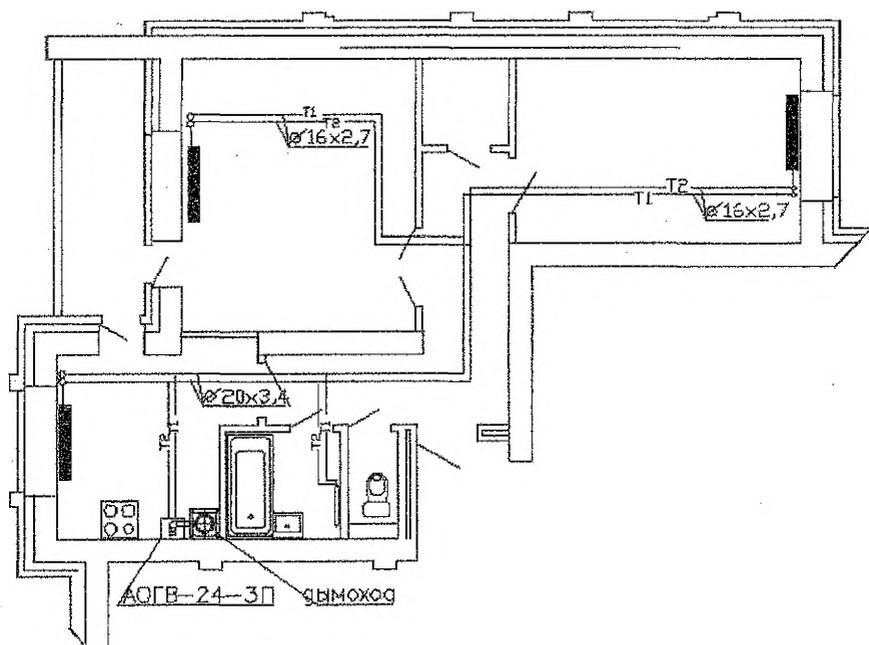


Рисунок 7 – План квартиры с элементами системы отопления

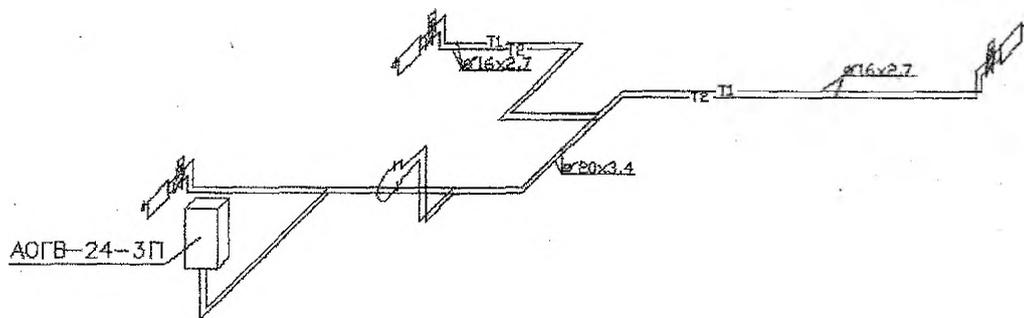


Рисунок 8 – Аксонометрическая схема системы отопления с индивидуальным газовым котлом

ЛИТЕРАТУРА

1. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: СНБ 4.02.01-03. – Минск, 2004.
2. Рекомендации по применению отопительных стальных панельных радиаторов «Лидея». – Лида-Москва, 2010
3. Технический каталог продукции компаний Heimeier и TA, 2014

ПРИЛОЖЕНИЯ

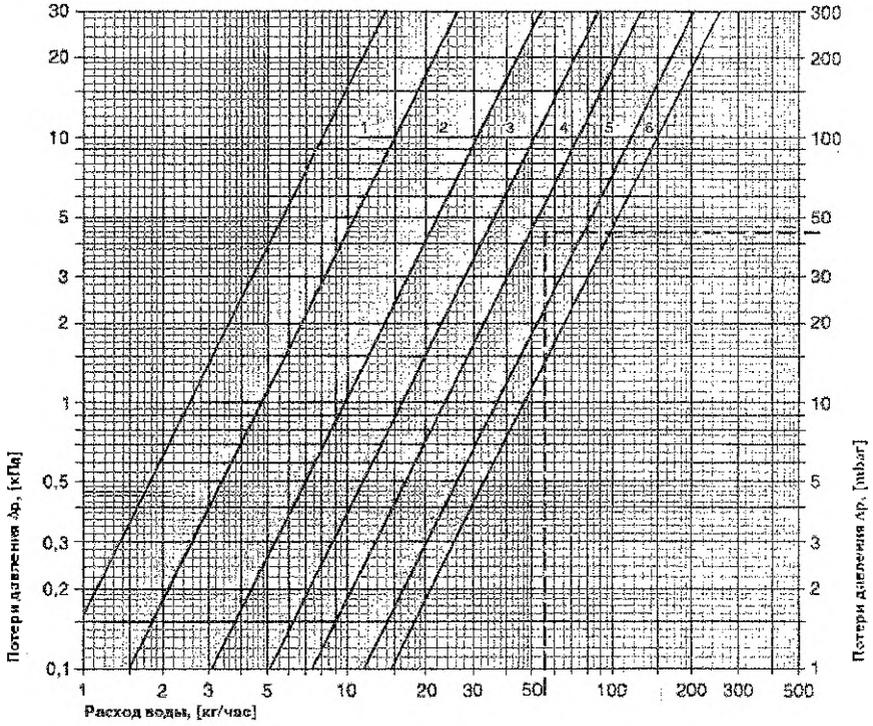
Приложение 1

Таблица для гидравлического расчета труб PPR
(полипропиленовых) фирмы «Wavin»

PN 20 κ=0,01	температура воды = 80°C							
	16x2,7 мм		20x3,4 мм		25x4,2 мм		32x5,4 мм	
Q, л/с	R, κПа/м	V, м/с	R, κПа/м	V, м/с	R, κПа/м	V, м/с	R, κПа/м	V, м/с
0,01	0,026	0,1	0,009	1,1				
0,02	0,087	0,2	0,030	1,1	0,010	0,1	0,003	0,1
0,03	0,179	0,3	0,062	0,2	0,021	0,1	0,006	0,1
0,04	0,299	0,5	0,104	0,3	0,035	0,2	0,011	0,1
0,05	0,446	0,6	0,155	0,4	0,051	0,2	0,016	0,1
0,06	0,619	0,7	0,214	0,4	0,071	0,3	0,022	0,2
0,07	0,818	0,8	0,282	0,5	0,094	0,3	0,029	0,2
0,08	1,042	0,9	0,359	0,6	0,119	0,4	0,037	0,2
0,09	1,291	1,0	0,443	0,7	0,146	0,4	0,045	0,3
0,10	1,565	1,1	0,536	0,7	0,177	0,5	0,054	0,3
0,12	2,186	1,4	0,746	0,9	0,245	0,6	0,075	0,3
0,14	2,905	1,6	0,988	1,0	0,323	0,6	0,099	0,4
0,16	3,719	1,8	1,261	1,2	0,412	0,7	0,126	0,5
0,18	4,630	2,0	1,565	1,3	0,510	0,8	0,155	0,5
0,20	5,636	2,3	1,900	1,5	0,617	0,9	0,188	0,6
0,30	12,09	3,4	4,031	2,2	1,296	1,4	0,391	0,8
0,40			6,918	2,9	2,206	1,8	0,661	1,1
0,50					3,346	2,3	0,995	1,4
0,60					4,712	2,8	1,395	1,7
0,70					6,304	3,2	1,858	2,0
0,80							2,384	2,3
0,90							2,974	2,5
1,00							3,626	2,8
1,20							5,121	3,4

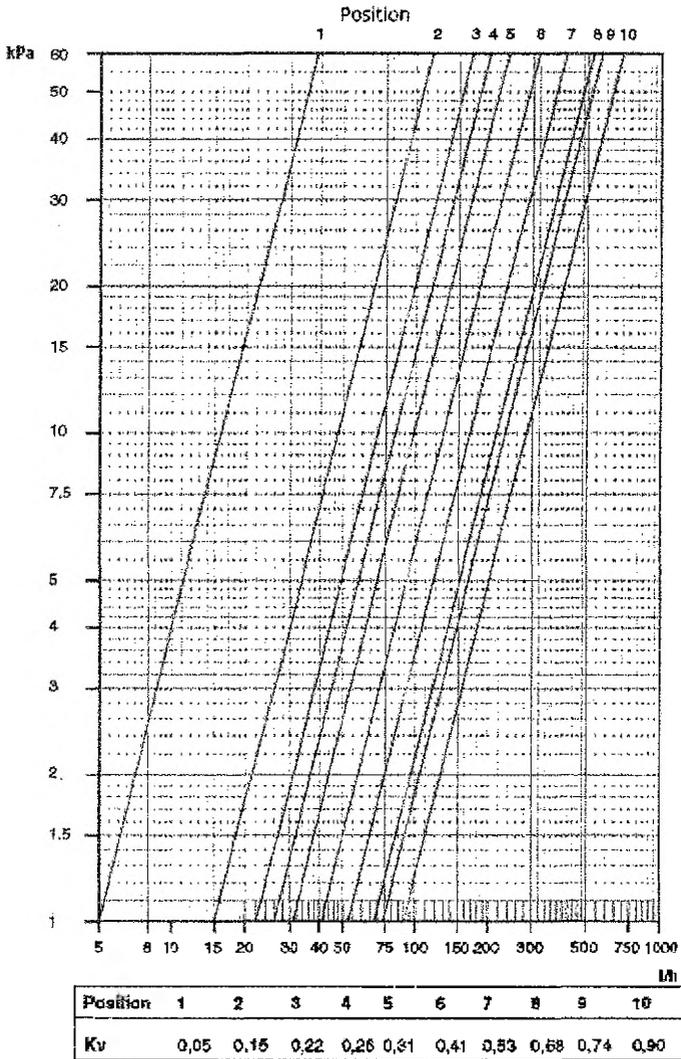
Приложение 2

Диаграмма для подбора термостатического клапана «V-еxакт»



Приложение 3

Диаграмма для подбора ручного балансировочного клапана ТВУ
(диаметром 15мм)



Приложение 4
Таблица для гидравлического расчета труб PE-Xc, PE-RT
(полиэтиленовых) фирмы «KAN»

m	Ø12×2		Ø14×2		Ø18×2		Ø18×2,5		Ø25×3,5		Ø32×4,4	
	V [м/с]	R [Па/м]										
4,3	0,024	4,3										
3,6	0,049	8,5					0,02	1				
12,9	0,073	12,8	0,05	6	0,02	1	0,03	2				
17,2	0,098	17,0	0,06	10	0,03	2	0,04	2				
21,5	0,122	26,3	0,08	15	0,04	3	0,05	3				
25,8	0,147	48,3	0,09	20	0,05	4	0,06	4				
30,1	0,171	73,4	0,11	26	0,06	5	0,07	5				
34,4	0,196	93,3	0,13	33	0,065	7	0,07	6				
38,7	0,220	114,5	0,14	40	0,07	8	0,08	9				
43,0	0,245	137,5	0,16	18	0,08	10	0,09	12	0,05	3		
47,3	0,269	162,4	0,17	56	0,09	12	0,10	16				
51,6	0,293	189,1	0,19	65	0,10	13	0,11	19	0,06	4		
55,9	0,318	217,6	0,20	74	0,105	15	0,12	22				
60,2	0,342	247,9	0,22	85	0,11	17	0,13	24	0,07	5		
64,5	0,367	280,0	0,23	95	0,12	19	0,14	28				
68,8	0,391	31,8	0,25	106	0,13	22	0,15	31	0,08	7		
73,1	0,416	349,3	0,27	118	0,14	24	0,16	34				
77,4	0,440	386,5	0,28	130	0,145	26	0,17	38	0,09	8		
81,7	0,465	425,5	0,30	143	0,15	29	0,18	41				
86,0	0,489	46,2	0,31	156	0,16	32	0,19	45	0,10	10	0,06	3
94,6	0,538	552,5	0,34	185	0,18	37	0,20	54				
103,2	0,587	645,6	0,38	215	0,19	43	0,2	62	0,12	13	0,07	4
111,8	0,636	745,2	0,41	247	0,21	50	0,24	72				
120,4	0,685	851,4	0,44	281	0,22	7	0,26	82	0,14	17	0,08	5
129,0	0,734	964,2	0,47	318	0,24	64	0,28	92	0,145	19	0,09	6
137,6			0,50	356	0,26	71	0,30	103	0,15	22	0,09	7
146,2			0,53	396	0,27	79	0,32	115	0,16	24	0,10	7
154,8			0,56	438	0,29	88	0,33	127	0,17	27	0,10	8
163,4			0,59	482	0,30	96	0,35	140	0,18	29	0,11	9
172,0			0,63	528	0,32	105	0,37	153	0,19	32	0,12	10
189,2			0,69	625	0,35	124	0,41	182	0,21	38	0,13	11
206,4			0,75	730	0,38	145	0,45	212	0,23	44	0,14	13
223,6			0,81	842	0,42	167	0,48	245	0,25	50	0,15	15
240,8			0,88	961	0,45	190	0,52	280	0,27	57	0,16	17
258,0			0,94	1113	0,48	215	0,56	317	0,29	65	0,17	20
279,5			1,02	1256	0,52	247	0,60	366	0,31	74	0,19	22
301,0			1,10	1435	0,56	282	0,65	418	0,34	85	0,20	26
322,5			1,17	1626	0,6	327	0,70	473	0,36	96	0,22	30
344,0			1,25	1827	0,64	358	0,74	532	0,39	107	0,23	32

Продолжение таблицы

m	Ø12×2		Ø14×2		Ø18×2		Ø18×2,5		Ø25×3,5		Ø32×4,4	
	V [м/с]	R [Па/м]										
365,5					0,67	399	0,79	594	0,41	119	0,25	36
387,0					0,72	442	0,83	659	0,43	132	0,26	40
408,5					0,76	487	0,88	727	0,46	145	0,28	44
430,0					0,80	533	0,93	799	0,48	159	0,29	48
473,0					0,89	633	1,02	951	0,53	188	0,32	57
516,0					0,96	740	1,11	1115	0,58	220	0,35	67
559,0					1,04	856	1,20	1292	0,63	254	0,38	77
602,0					1,12	978	1,30	1481	0,68	289	0,41	88
645,0					1,19	1109			0,72	328	0,44	99
688,0					1,28	1247			0,77	368	0,47	111
731,0									0,82	410	0,49	124
774,0									0,87	455	0,52	138
817,0									0,92	501	0,55	152

Приложение 5

Таблица для гидравлического расчета труб PE-RT/AL/PE-HD
(металлополимерных) фирмы «KAN»

m	Ø14×2		Ø16×2		Ø20×2		Ø26×3	
	V [м/с]	R [Па/м]	V [м/с]	R [Па/м]	V [м/с]	R [Па/м]	V [м/с]	R [Па/м]
12,9	0,05	6	0,03	3				
17,2	0,06	10	0,04	3				
21,5	0,08	15	0,05	4				
25,8	0,09	20	0,07	5	0,04	2		
30,1	0,11	26	0,08	6	0,04	2		
34,4	0,13	33	0,09	10	0,05	2		
38,7	0,14	40	0,10	14	0,06	3		
43,0	0,16	48	0,11	19	0,06	3	0,04	1
47,3	0,17	56	0,12	24	0,07	5		
51,6	0,19	65	0,13	27	0,07	6	0,05	2
55,9	0,20	74	0,14	31	0,08	8		
60,2	0,22	85	0,15	36	0,09	9	0,06	3
64,5	0,23	95	0,16	40	0,09	10		
68,8	0,25	106	0,17	45	0,10	12	0,06	4
73,1	0,27	118	0,19	50	0,10	13		
77,4	0,28	130	0,20	55	0,11	14	0,07	5
81,7	0,30	143	0,21	61	0,12	15		
86,0	0,31	156	0,22	66	0,12	17	0,08	6
94,6	0,34	185	0,24	79	0,13	20	0,09	7
103,2	0,38	215	0,26	91	0,15	23	0,09	8
111,8	0,41	247	0,28	105	0,16	27	0,10	9
120,4	0,44	281	0,30	120	0,17	30	0,11	11
129,0	0,47	318	0,33	135	0,18	34	0,12	12
137,6	0,50	356	0,35	152	0,20	38	0,13	13
146,2	0,53	396	0,37	169	0,21	43	0,13	15
154,8	0,56	438	0,39	187	0,22	47	0,14	16
163,4	0,59	482	0,41	206	0,23	52	0,15	18
172,0	0,63	528	0,44	226	0,25	57	0,16	20
189,2	0,69	625	0,48	268	0,27	67	0,17	23
206,4	0,75	730	0,52	313	0,29	78	0,19	27
223,6	0,81	842	0,57	361	0,32	90	0,20	31
240,8	0,88	961	0,61	412	0,34	103	0,22	35
258,0	0,94	1113	0,65	467	0,37	116	0,24	40
279,5	1,02	1256	0,71	540	0,40	134	0,25	46

Продолжение таблицы

m	Ø20×2		Ø26×3		Ø32×3		Ø40×3,5	
	V [м/с]	R [Па/м]	V [м/с]	R [Па/м]	V [м/с]	R [Па/м]	V [м/с]	R [Па/м]
301,0	0,43	153	0,27	52	0,16	15	0,10	5
322,5	0,46	173	0,29	59	0,17	17	0,10	5
344,0	0,49	194	0,31	66	0,18	19	0,11	6
365,5	0,52	216	0,33	74	0,20	21	0,12	6
387,0	0,55	240	0,34	81	0,21	23	0,13	7
408,5	0,56	264	0,37	90	0,22	25	0,14	8
430,0	0,61	290	0,39	98	0,23	28	0,15	9
473,0	0,67	344	0,43	117	0,26	32	0,16	10
516,0	0,73	403	0,47	136	0,28	38	0,17	12
559,0			0,51	157	0,30	44	0,19	14
602,0			0,55	180	0,32	50	0,20	16
645,0			0,59	204	0,35	57	0,22	18
731,0			0,67	256	0,40	72	0,24	23
817,0			0,74	313	0,44	87	0,27	28
946,0			0,86	409	0,50	114	0,32	36
1076,4					0,58	143	0,36	45
1288,8					0,70	200	0,43	62
1720,8					0,93	337	0,56	106
2149,2					1,16	509	0,72	158
2581,2							0,86	221
3438,0							1,15	375
4298,4							1,44	567

Учебное издание

Составители:

Владимир Геннадьевич Новосельцев

Дина Владимировна Новосельцева

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для курсового проектирования по дисциплине
"Отопление" на тему

**"Система водяного отопления жилого дома
с поквартирной разводкой"**

для студентов специальности 1-70 04 02 "Теплогазоснабжение,
вентиляция и охрана воздушного бассейна" для всех форм обучения,
слушателей ИПКиП специальности 1-70 04 71
"Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна"

Ответственный за выпуск: Новосельцев В.Г.

Редактор: Боровикова Е.А.

Компьютерная верстка: Соколюк А.П.

Корректор: Никитчик Е.В.

Подписано в печать 02.12.2016 г. Формат 60x84¹/₁₆. Бумага «Performer».
Гарнитура «Times New Roman». Усл. печ. л. 1,63. Уч. изд. л. 1,75. Заказ № 1173. Тираж 50 экз.
Отпечатано на ризографе учреждения образования «Брестский государственный
технический университет». 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.