

Научно-техническая фирма  
**ООО «ВИТАТЕРМ»**

**РЕКОМЕНДАЦИИ**  
по применению терморегулирующей  
и запорно-регулирующей арматуры  
фирмы «Honeywell»  
(вторая редакция)

Москва - 2009

### **Уважаемые коллеги!**

**Научно-техническая фирма ООО «Витатерм» предлагает вашему вниманию вторую редакцию рекомендаций по применению терморегулирующих клапанов (термостатов) и запорно-регулирующей арматуры известной американской фирмы «Honeywell», разработанную по заданию ЗАО «Хоневелл».**

**Рекомендации составлены на базе результатов гидравлических, эксплуатационных и прочностных испытаний характерных образцов терморегулирующей арматуры фирмы «Honeywell», изготовленных на германском заводе MNG. Испытания проведены в отделе отопительных приборов и систем отопления ОАО «НИИсантехники» и в ООО «Витатерм».**

**Авторы рекомендаций: канд. техн. наук Сасин В.И., инженеры Богуславский В. Л., Кушнир В.Д. и Прокопенко Т.Н.**

**Замечания и предложения по материалу рекомендаций авторы просят направлять по адресу: Россия, 111558, Москва, Зелёный проспект, 87–1–23, директору ООО «Витатерм» Сасину Виталию Ивановичу или по тел./факс. (495) 482–38–79 и тел. (495) 918–58–95; e-mail: [vitatherm@yandex.ru](mailto:vitatherm@yandex.ru) .**

### **Основные характеристики испытанных термостатов фирмы «Honeywell»**

Наименование показателей	Единица измерения	Значения
Максимальное рабочее избыточное давление теплоносителя в системе отопления	МПа	1
Максимальная температура теплоносителя	°С	130
Рекомендуемый предел перепада давления на термостате при эксплуатации	МПа	0,2
Чувствительность датчика с жидкостным наполнителем	мм/1°С	0,22
Чувствительность датчика с парафиновым наполнителем	мм/1°С	0,22
Открытие клапана при настройке термостата на режим 2°С (2К)	мм	0,44
Пределы водородного показателя рН	-	4-9,5

## О Г Л А В Л Е Н И Е

	Стр.
1. Общая характеристика терморегулирующей арматуры фирмы «Honeywell»	4
2. Основные принципы работы ТРК и их классификация	5
3. Гидравлические характеристики терморегулирующих клапанов	12
4. Результаты испытаний терморегулирующих клапанов фирмы «Honeywell»	17
5. Характеристики запорно-регулирующих клапанов Verafix и результаты их испытаний	26
6. Основные требования к монтажу и эксплуатации ТРК и запорно-регулирующей арматуры	30
7. Выводы	33
8. Список использованной литературы	34
<i>Приложение 1.</i> Динамические характеристики стальных водогазопроводных труб	35
<i>Приложение 2.</i> Номограмма для определения потери давления в медных трубах	37

## 1. Общая характеристика терморегулирующей арматуры фирмы «Honeywell»

1.1. Американская фирма «Honeywell» представляет на российском рынке широкую номенклатуру терморегулирующей арматуры как для автоматического, так и для ручного регулирования. Она включает **терморегулирующие клапаны (ТРК)** различных модификаций для двухтрубных и одноктрубных систем отопления, термостатические головки (элементы) со встроенными, дистанционными и другими исполнениями датчиков как с жидкостным, так и с твёрдым (парафиновым) чувствительным элементом, специальные **ТРК** для установки на обратном теплопроводе у отопительного прибора, для встраивания в отопительный прибор, а также для регулирования оборудования для панельного отопления и охлаждения, в том числе и для тёплого пола.

Особого внимания заслуживает широкая номенклатура устройств для электрического, электронного и радиочастотного регулирования температуры теплоносителя и воздуха в помещениях «умных» домов, обслуживаемых комплексно системами теплоснабжения, отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (комнатные термостаты, хронотермостаты и контроллеры).

С учётом современных требований о повышении энергоэффективности инженерных сетей зданий различного назначения, уменьшении непроизводительного расхода теплоты и обеспечении оптимального микроклимата в помещениях отапливаемых зданий актуальна задача комплексной автоматизации систем отопления и теплоснабжения. Решение этой задачи предполагает местное регулирование параметров теплоносителя в центральном или, лучше, в индивидуальном тепловом пункте (соответственно в ЦТП или ИТП), местное регулирование тепловым потоком от отопительного прибора, а также автоматическое поддержание гидравлических режимов в теплопроводах системы отопления.

С учётом изложенного, согласно СНиП 41-01-2003 [1] отопительные приборы в жилых помещениях должны, как правило, оснащаться автоматическими терморегуляторами, т.е. при соответствующем обосновании, например, для оснащения отопительных приборов на лестничных клетках, возможно применение ручной регулирующей арматуры. Отметим, что московские нормы МГСН 2.01-99 [2] и аналогичные нормативы, введённые в ряде других регионов России, более жёстко требуют установку термостатов у отопительных приборов в жилых и в некоторых общественных помещениях.

1.2. Интересы фирмы «Honeywell» в России представляет эксклюзивный дилер ЗАО «Хоневелл» (Россия, 119048, г. Москва, Лужники, д.24, 4-й этаж, тел. (495) 796-98-00, 796-98-20, факс (495) 796-98-92).

1.3. По заданию ЗАО «Хоневелл» Научно-техническая фирма ООО «Витатерм» провела гидравлические, эксплуатационные и прочностные испытания наиболее часто используемых в России типов терморегулирующего оборудования фирмы «Honeywell» с целью получения гидравлических характеристик в форме, принятой в отечественной практике проектирования, а также оценки их надёжности в условиях эксплуатации, типичных для российских инженерных сетей.

1.4. Настоящие рекомендации характеризуют лишь малую долю продукции фирмы «Honeywell» и касаются наиболее распространённых в отечественном строительстве типов терморегулирующих клапанов, используемых в двухтрубных и одноктрубных системах отопления. Корпуса всех испытанных образцов были выполнены в прямом (проходном) и угловом исполнениях, отлиты из литой коррозионностойкой бронзы Rg 5 (стандарт DIN1705), как правило, никелированной.

Все они рассчитаны на работу в системах отопления с теплоносителем горячей водой с максимальными температурой 130°C и избыточным давлением 1 МПа или на паре низкого давления с максимальными температурой 110°C и соответствующим избыточным давлением (0,05 МПа).

Максимальный диапазон допустимых значений рН по теплоносителю воде у большинства образцов находились в пределах 4...9,5, у некоторых 8...9,5.

Вся терморегулирующая арматура фирмы «Honeywell» основана на использовании жидкостных и парафиновых датчиков, отвечает требованиям EN 215 «Термостатические радиаторные клапаны» и широко используется в системах отопления различных стран мира, в том числе и в России.

1.5. Все испытанные образцы ТРК и запорно-регулирующей арматуры были изготовлены на германском заводе MNG фирмы «Honeywell».

1.6. Настоящие рекомендации разработаны с учётом отечественной практики гидравлических расчётов систем отопления [3], [4].

Согласно исследованиям ООО «Витатерм» полученные в ходе наших испытаний гидравлические характеристики отопительных приборов и арматуры соответствуют примерно 3 годам их эксплуатации в системах отопления, в которых теплоноситель отвечает «Правилам технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации» [5], а монтаж систем отопления проводится согласно требованиям СНиП 3.05.01-85 [6].

При составлении рекомендаций была использована первая редакция рекомендаций по применению термостатов фирмы «Honeywell» [7].

## 2. Основные принципы работы ТРК и их классификация

2.1. **Терморегулирующий клапан (ТРК) или термостат** - это прибор, предназначенный для автоматического поддержания постоянной температуры в помещении и осуществления её индивидуального регулирования для экономии энергоресурсов и обеспечения оптимального микроклимата в этом помещении.

**ТРК** обеспечивает регулирование теплового потока отопительного прибора системы отопления путём изменения расхода теплоносителя через прибор в зависимости от изменения температуры воздуха в обслуживаемом помещении. Принцип конструктивного исполнения **ТРК** показан на рис. 2.1., а разрез терморегулирующего клапана фирмы «Honeywell» - на рис. 2.2.

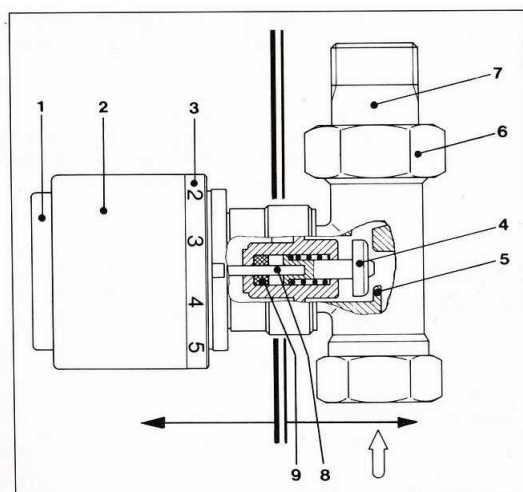


Рис. 2.1. Принципиальная конструктивная схема терморегулирующего клапана:

**термостатический элемент:**

1 - термобаллон; 2 - пластмассовый корпус; 3 - настроечная шкала;

**корпус клапана:** 4 - тарель, 5 - седло, 6 - накидная гайка, 7 - соединительный патрубок, 8 - шпindel, 9 - клапанная вставка

Отметим, что иногда под ТРК подразумевают «термостатический радиаторный клапан», но данное в первом абзаце определение более общее, т. к. термостат используется при оснащении не только радиаторов, но и конвекторов.

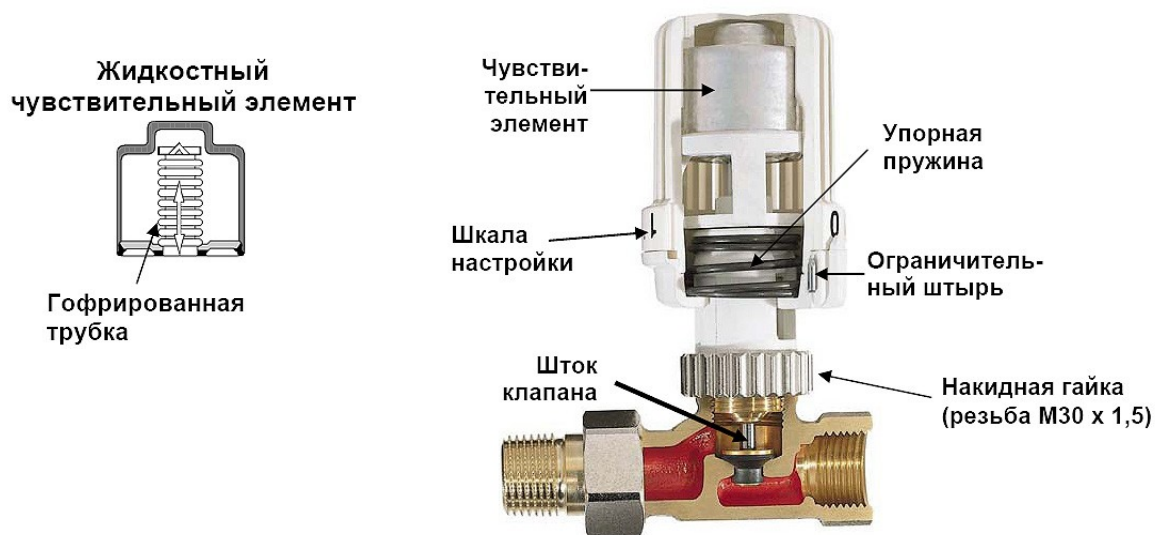


Рис. 2.2. Термостатический клапан фирмы «Honeywell» в разрезе

На рис. 2.1 и 2.2 показано, что ТРК включает в себя два обязательных компонента - корпус клапана, в который вворачивается клапанная вставка (п. 9 на рис. 2.1), и термостатический элемент с термобаллоном (п.1 на рис. 2.1).

Отметим, что в ряде случаев термоэлемент включает специальный датчик с клеммами для подвода электротока (актюатор) или электромеханический привод, позволяющий по сигналу из диспетчерской регулировать степень открытия или закрытия ТРК. Такие термоэлементы используются обычно при оснащении системы отопления «умных домов» с централизованным управлением всего инженерного оборудования. В массовом строительстве, как правило, применяют термоэлементы с автономными датчиками (рис. 2.1 и 2.2).

Изменения температуры воздуха в отапливаемом помещении воспринимаются термобаллоном (чаще с сильфоном - гофрированной трубкой), обычно заполненным легкоиспаряющейся жидкостью или твёрдым наполнителем (парафином) и установленным в корпусе термостатического элемента. При нагревании наполнитель расширяется. Сильфон, встроенный в термобаллон, изменяет свои размеры (удлинняется). Через шток и клапанную вставку это изменение (обычно поступательное движение) передается на клапан, который перекрывает проход теплоносителя. Система пружин обеспечивает удержания штока в равновесном положении при любом значении задаваемой температуры.

По мере остывания отопительного прибора и, соответственно, понижения температуры воздуха в обслуживаемом помещении, происходит изменение объема наполнителя термобаллона и, соответственно, геометрических размеров сильфона (сжатие). Клапан корпуса открывается и через отопительный прибор возобновляется циркуляция теплоносителя.

На рис. 2.3 представлена диаграмма «а» с обобщённой характеристикой терморегулирующего клапана, определяющая зависимость степени его открытия от температуры воздуха в обслуживаемом помещении, и диаграмма «б», опреде-

ляющая гистерезис, характеризующий различие регулировочных характеристик клапана при его открытии и закрытии.

На рис. 2.3а –  $X_p$  – зона пропорциональности в  $^{\circ}\text{C}$ . В соответствии с требованиями EN 215  $\Delta X_p=2^{\circ}\text{C}$  (обычно в технической литературе вместо  $\Delta X_p=2^{\circ}\text{C}$  указывается  $X_p=2^{\circ}\text{C}$  или  $X_p=2\text{K}$  без  $\Delta$ ). Это означает, что клапан ТРК закроется полностью, когда температура воздуха в помещении превысит температуру настройки на шкале, на которую установлен термобаллон, на  $2^{\circ}\text{C}$ . То есть, при установленном значении  $20^{\circ}\text{C}$  клапан полностью перекроет проход теплоносителю в отопительный прибор при температуре в помещении  $22^{\circ}\text{C}$ . Соответственно, когда температура в помещении снизится до  $18^{\circ}\text{C}$ , клапан откроется полностью. В принципе возможна настройка клапана и на другие значения  $\Delta X_p$ .

В последние годы по требованию заказчика предъявляются как более жёсткие нормативы регулирования ( $X_p=0,5^{\circ}\text{C}$ ,  $X_p=1,0^{\circ}\text{C}$ ,  $X_p=1,5^{\circ}\text{C}$ ), так и менее жёсткие ( $X_p=3^{\circ}\text{C}$ ,  $X_p=4^{\circ}\text{C}$ ,  $X_p=5^{\circ}\text{C}$ ), но  $X_p=2^{\circ}\text{C}$  является наиболее часто встречающимся нормативом погрешности регулирования.

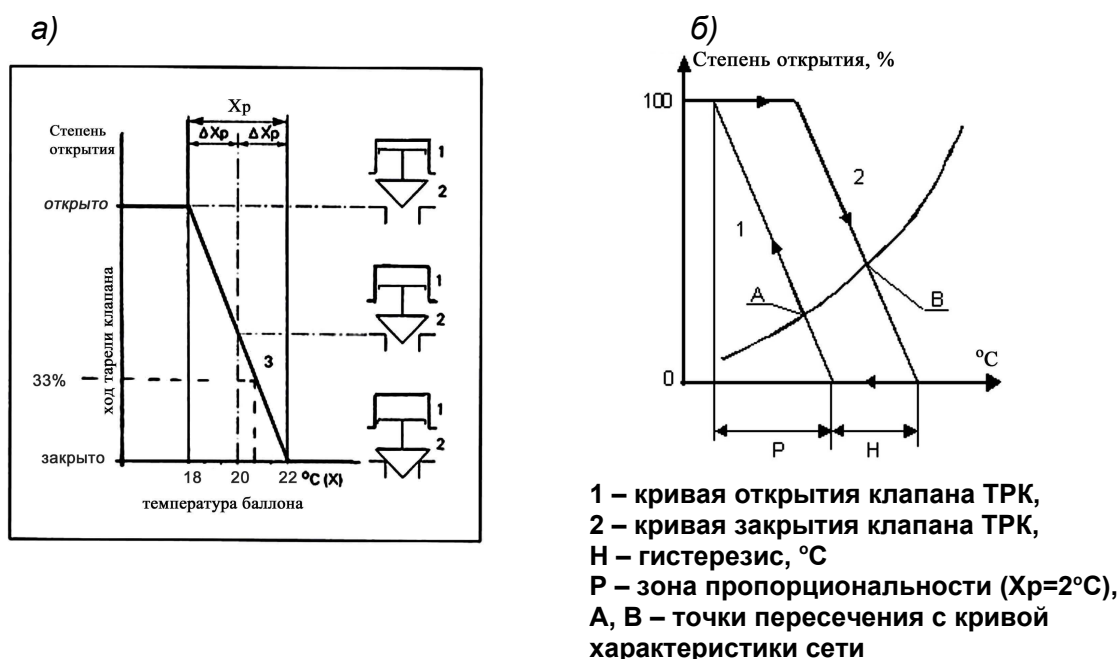


Рис. 2.3. Диаграммы, характеризующие работу ТРК

На диаграмме б (рис 2.3) построена характеристика полного реального цикла работы ТРК, смонтированного у отопительного прибора, показывающая, что в реальности ход кривых открытия и закрытия клапана ТРК не совпадает. Чем меньше это несовпадение («гистерезис»), тем лучше осуществляется регулирование температуры воздуха в помещении. Обычно  $H=1-1,2^{\circ}\text{C}$ .

2.2. В системах отопления применяются в основном следующие типы терморегулирующих клапанов, классифицируемые в первую очередь по форме корпуса клапана и его назначению (рис. 2.4).

2.2.1. Угловые ТРК (рис. 2.4а) устанавливаются на подводках к отопительным приборам в случаях, когда применена скрытая прокладка теплопроводов. Ось клапана и ось термоголовки - в одной плоскости и параллельны стене. Направление движения теплоносителя через ТРК показано стрелкой на его корпусе.

2.2.2. Прямые или проходные ТРК (рис. 2.4б) – устанавливаются на подводках теплопроводов к отопительным приборам (горизонтальных или вертикальных). Ось клапана и ось термоголовки в одной плоскости и параллельны стене.

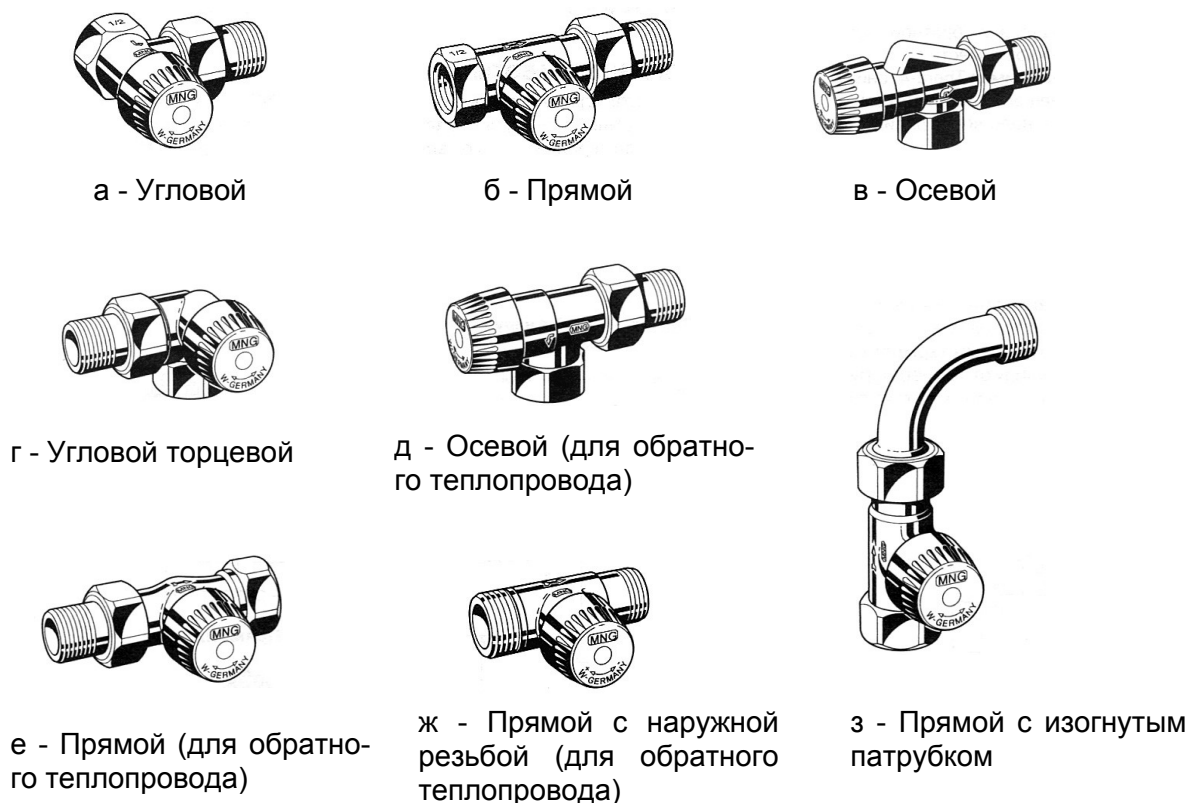


Рис.2.4. Общий вид термостатических клапанов

2.2.3. Осевой, специальный (рис. 2.4в) – с подключением головки по оси с присоединительными патрубками к отопительному прибору.

2.2.4. На рис. 2.4 (г, д, е, ж, з) показаны другие специальные модификации клапанов, используемых при различных вариантах их установки на теплопроводе.

2.2.5. Трёхходовой (трёхосевой) клапан (рис. 2.5) устанавливается на месте соединения подводящей трубы и замыкающего участка (байпаса). Применяются только в однотрубных системах отопления с замыкающим участком.

При использовании трёхходовых ТРК рекомендуется на отводящей трубе (участок после отопительного прибора до замыкающего участка) устанавливать так называемый «циркуляционный тормоз» (рис. 2.6) - устройство, предотвращающее затекание греющей воды в отводящую трубу из замыкающего участка при отключении подачи греющей воды в отопительный прибор и, соответственно, нагрев отопительного прибора (непроизводительная потеря теплоты и снижение уровня комфортности помещения).

Установка трёхходового ТРК (рис. 2.7) позволяет часть воды подать в отопительный прибор, а часть - в замыкающий участок в случае, когда температура воздуха в помещении достигает расчётного значения (или того, которое выбрано потребителем и установлено как предел регулирования), весь поток горячей воды направляется в байпас. На схеме этого рисунка указаны возможные процентные распределения потоков теплоносителя через прибор и байпас, причём положение термостатического элемента показано условно вертикальным.

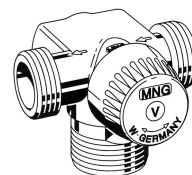


Рис. 2.5.



Рис. 2.6.





Рис. 2.7. Схема установки трёхходового ТРК у отопительного прибора

На рис. 2.8 схематично показан ход теплоносителя в трёхходовом клапане.

2.3. При изготовлении ТРК используются, как правило, следующие материалы:

- латунь, бронза, сталь – корпус (рис. 2.2);
- латунь, нержавеющая сталь – клапанная вставка (рис. 2.2);
- уплотнительные (полимерные) материалы – на тарели клапана, сальниковое уплотнение клапанной вставки;
- латунь, сталь – соединительный комплект (патрубок, накидная гайка – рис. 2.1, поз. 6 и 7).

Установка ТРК на подводящем теплопроводе к отопительному прибору выполняется на резьбовом соединении. В России начали применять ТРК со стальным корпусом, подсоединяемые к теплопроводам на сварке.

2.4. На рис. 2.9 показаны основные типы термостатических элементов и электромеханических приводов ТРК:

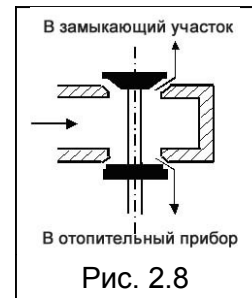


Рис. 2.8

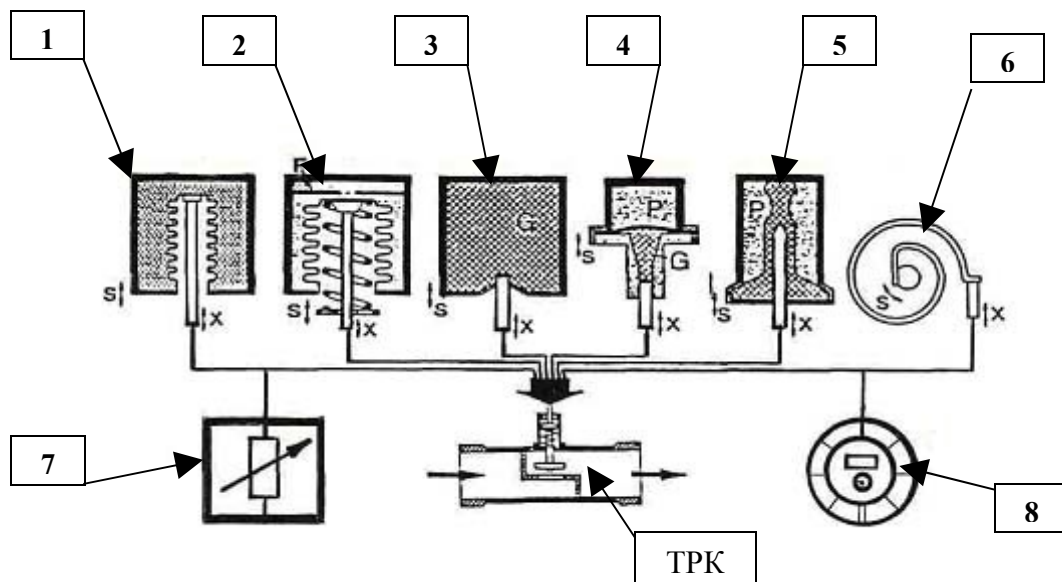


Рис. 2.9.

- термобаллон с жидкостным наполнителем (петролеум, ацетон и т.п.) (1);
- термобаллон с двухфазным наполнителем (газоконденсатным) (изобутан, фреон и т.п.) (2);
- термобаллон с твердым наполнителем (полимерный каучукообразный материал) (3);

- термобаллон с парафинообразным наполнителем. Этот тип термоголовок имеет обычно большее по сравнению с термозлементом с жидкостным или двухфазным наполнителем время срабатывания, что в некоторой степени уменьшает экономический эффект в случае применения таких термоголовок. В последнее время для улучшения характеристик термоголовок такого типа применено добавление в наполнитель медной дроби с целью увеличения теплопроводности наполнителя и снижения времени срабатывания (4);

- термобаллон с парафинообразным наполнителем (5);

- с биметаллической пружиной (6);

- термоэлектрический актюатор (привод) (7);

- электромеханический привод (8); открытие и закрытие клапана выполняется малооборотным компактным электродвигателем, установленным в корпусе привода.

В термоэлектрических актюаторах к капсуле с парафинообразным наполнителем подводится электроток. При прохождении электротока через наполнитель, последний нагревается и происходит увеличение его объема, за счет которого происходит движение штока. Шток, в свою очередь, давя на шпindelь клапана, перекрывает тарелью клапана проход греющей воды в отопительный прибор. Отключение электротока приводит к остыванию наполнителя в капсуле и уменьшению его в объеме. Шток возвращается в исходное положение. Соответственно клапан в ТРК открывается и возобновляется циркуляция греющей воды. Подачей электротока управляет электронный термостат, установленный в обслуживаемом помещении, или система автоматического контроля и управления микроклиматом.

2.5. Фирма «Honeywell» представляет на рынке термостатические элементы в основном с жидкостным и парафиновым (восковым) наполнителем.

В табл. 2.1 приведены сравнительные характеристики термозлементов фирмы «Honeywell» с жидкостным и парафиновым наполнителем, соответственно, **Thera-4 Design** и **Thera-100** (рис. 2.10) с учётом требований европейского стандарта EN 215 к терморегулирующей арматуре.

**Thera-4 Design**



**Thera-100**

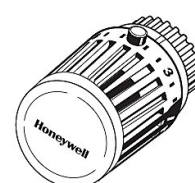


Рис. 2.10. Термостатические элементы

**Таблица 2.1. Сравнение характеристик ТРК с термостатическими элементами Thera-4 Design (с жидкостным наполнителем) и Thera-100 (с парафиновым наполнителем) с требованиями стандарта EN215**

Наименование показателей	Характеристики		Требования Стандарта EN215
	Thera-4 Design	Thera-100	
Мин. задаваемая температура	6°C	6°C	5...12°C
Макс. задаваемая температура	28°C	26°C	≤ 32°C
Задержка возврата (гистерезис)	≤ 0,3К	0,8К	≤ 1,0 К
Влияние перепада давления на клапане	0,1-0,5К	0,7К	≤ 1,0 К
Влияние статического давления в клапане	0,4К	0,8К	≤ 1,0 К
Влияние состава теплоносителя	1К	0,7К	≤ 1,5 К
Время реакции	30 мин.	20 мин.	≤ 40 мин.

Как видно из материалов таблицы 2.1 оба наполнителя обеспечивают работу термостатов согласно требованиям EN 215 с небольшим различием по гистерезису. Однако, учитывая, что термостатические элементы с парафиновым наполнителем, в частности «Thera-100» и их модификации, существенно дешевле термоэлементов с жидкостным наполнителем, их можно рекомендовать для широкого использования в отечественной строительной практике, например, при оснащении отопительных приборов, изготовляемых ОАО «Сантехпром» для капитального ремонта жилых зданий в г. Москве.

2.5. На рис. 2.11 показаны наиболее характерные примеры установки термостатов фирмы «Honeywell» на подводках к отопительным приборам.

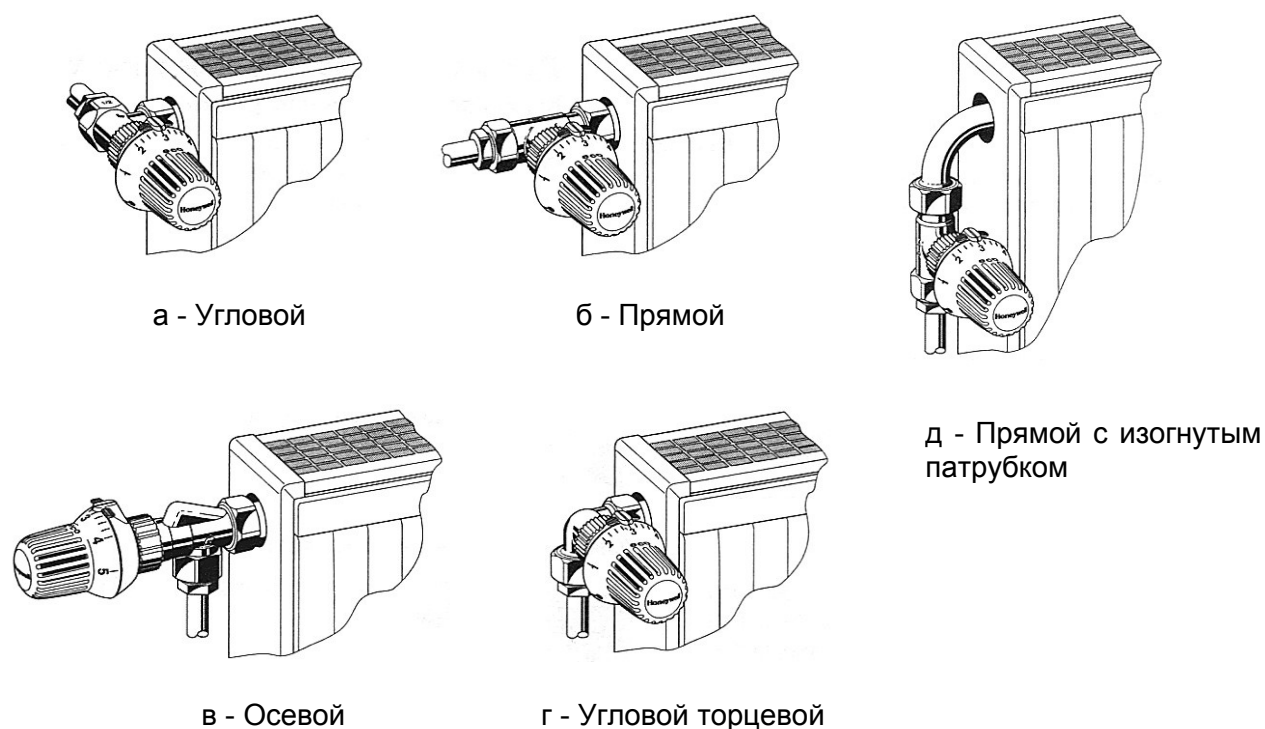


Рис. 2.11. Примеры установки термостатов фирмы «Honeywell» на подводках к отопительным приборам

2.6. Характерные примеры использования термостатов и запорно-регулирующей арматуры показаны на рис. 2.12 применительно к вертикальным двухтрубным (а, б), однотрубным (в, г) системам отопления и горизонтальным однотрубным (д) системам отопления.

На рис. 2.12 (а, б, в) показана установка термостата на горячей подводке и запорной или запорно-регулирующей арматуры на обратной. Фирма «Honeywell» предлагает широкую номенклатуру такой арматуры, результаты испытаний представительных образцов которой приведены в настоящих рекомендациях.

Показанная на рис. 2.12 (д) схема подключения отопительных радиаторов к однотрубной горизонтальной системе отопления обеспечивается за счёт применения встраиваемых в прибор термостатов и Н-блоков, предлагаемых фирмой «Honeywell» на российском рынке.

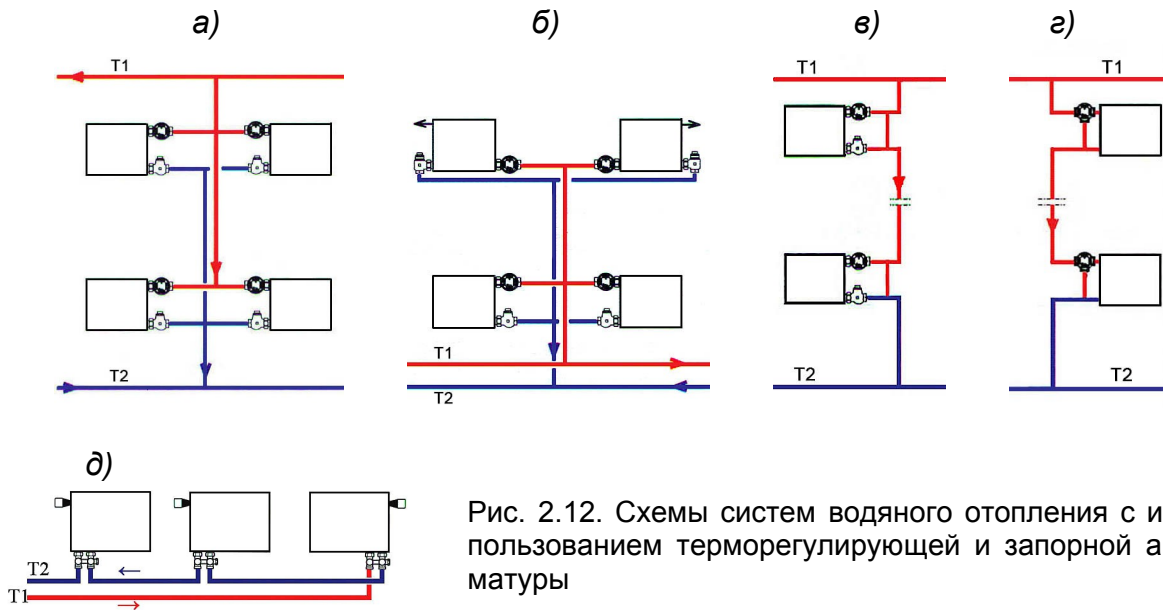


Рис. 2.12. Схемы систем водяного отопления с использованием терморегулирующей и запорной арматуры

### 3. Гидравлические характеристики терморегулирующих клапанов

3.1. Гидравлический расчёт систем отопления, включающих наряду с трубами, отопительными приборами и другими элементами системы запорно-регулирующую и регулирующую арматуру, проводится по существующим методикам с применением основных расчётных зависимостей, изложенных в специальной справочно-информационной литературе [1], [8] и [9] с учётом данных, приведённых в настоящих рекомендациях.

Особо подчеркнём, что терморегулирующие клапаны (термостаты) являются только регулирующей, но не запорно-регулирующей арматурой.

3.2. В общем случае при гидравлическом расчёте систем отопления потери давления на трение и преодоление местных сопротивлений следует определять по методу «характеристик сопротивления»

$$\Delta P = S \cdot M^2 \quad (3.1)$$

или по методу «удельных линейных потерь давления»

$$\Delta P = R L + Z, \quad (3.2)$$

где  $\Delta P$  - потери давления на трение и преодоление местных сопротивлений, Па;

$S=A \zeta'$  - характеристика сопротивления участка теплопроводов, равная потере давления в нём при расходе теплоносителя 1 кг/с, Па/(кг/с)<sup>2</sup>;

$A$  - удельное скоростное давление в теплопроводах при расходе теплоносителя 1 кг/с, Па/(кг/с)<sup>2</sup> (для стальных труб принимается по приложению 1);

$\zeta' = [(\lambda / d_{вн}) \cdot L + \Sigma \zeta]$  - приведённый коэффициент сопротивления рассчитываемого участка теплопровода;

$\lambda$  - коэффициент трения;

$d_{вн}$  - внутренний диаметр теплопровода, м;

$\lambda/d_{\text{ен}}$  - приведённый коэффициент гидравлического трения, 1/м (для стальных теплопроводов см. приложение 1);

$L$  - длина рассчитываемого участка теплопровода, м;

$\sum \zeta$  - сумма коэффициентов местных сопротивлений на рассчитываемом участке сети;

$M$  - массный расход теплоносителя, кг/с;

$R$  - удельная линейная потеря давления на 1 м трубы, Па/м;

$Z$  - местные потери давления на участке, Па .

3.3. Гидравлические характеристики регулирующей арматуры в отечественной практике обычно представлены коэффициентом местного сопротивления  $\zeta$  и характеристикой сопротивления  $S$  или перепадом сопротивления (потерями давления)  $\Delta P$  на рассматриваемом участке при различных расходах теплоносителя  $M$  и различных уровнях предварительной монтажной и текущей настроечной регулировок. При нахождении гидравлических характеристик термостатов  $\zeta = \zeta'$ .

В зарубежной практике для характеристики термостатов используются расходные коэффициенты  $K_v$  и  $K_{vs}$ . Первый определяет расход теплоносителя  $M$  в м<sup>3</sup>/ч при определённом положении устройства предварительной монтажной настройки, подъёме тарели шпинделя над седлом клапана, соответствующем настроечному режиму погрешности регулирования (на 1°C, 2°C или на 3°C), второй при максимальном подъёме тарели шпинделя (при снятых термостатической головке и защитном колпачке) и максимальном открытии устройства для монтажной настройки при перепаде давления на клапане  $\Delta P$  равном 1 бару (0,1 МПа).

Значение  $K_v$  (и  $K_{vs}$  при указанных выше условиях) вычисляют по формуле

$$K_v = \frac{M}{\sqrt{\Delta P}} \quad (m^3 / ч)(бар)^{-1/2}. \quad (3.3)$$

Следует отметить, что эта формула весьма своеобразна, т.к. фактически вольно обращается с размерностью:  $M$  в м<sup>3</sup>/ч (в некоторых изданиях в т/ч, тогда вместо  $K_v$  следует принимать обозначение  $K_m$ ) и  $\Delta P$  в барах, причём чаще показывают  $K_v$  (или  $K_m$ ) не по полной размерности, а лишь как расходную характеристику – м<sup>3</sup>/ч (или т/ч) – без учёта размерности перепада давления.

После преобразования формул (2.1), (2.2) и (2.3), имеем

$$K_v = \frac{M}{\sqrt{A \cdot \zeta \cdot M^2}} \quad , \quad (m^3 / ч)(бар)^{-1/2} \quad , \quad (3.4)$$

затем, устраняя несоответствия в размерностях и принимая значения  $A$  по приложению 1, получим

$$\zeta = \frac{c_1}{K_v^2} \quad (3.5)$$

или для полного открытия клапана

$$\zeta_{vs} = \frac{c_1}{K_{vs}^2} \quad , \quad (3.6)$$

где  $c_1$  – коэффициент, устраняющий несоответствие в размерностях, использованных в формуле аргументов (с некоторой погрешностью из-за температурного фактора).

В первом приближении с допустимой для практических гидравлических расчётов можно принять при  $d_y$  15 мм  $c_1 = 97,3$  и при  $d_y$  20 мм  $c_1 = 324$  при условии, что находимый при испытаниях расход теплоносителя определяется в кг/с, а перепад давления  $\Delta P$  при тех же испытаниях определяется в Па, а температура теплоносителя в среднем равна 50°C [10].

Очевидно, что из тех же формул можно получить, что

$$S = \frac{c_2}{K_v^2}, \text{ Па}/(\text{кг}/\text{с})^2, \quad (3.7)$$

и

$$S_{vs} = \frac{c_2}{K_{vs}^2}, \text{ Па}/(\text{кг}/\text{с})^2. \quad (3.8)$$

Значения  $c_1$  и  $c_2$  зависят также от температуры теплоносителя при испытаниях и округления соотношения *бар* и *Па*, причём  $c_2=1,37 \cdot c_1$  при  $d_y 15$  и  $c_2=0,412 \cdot c_1$  при  $d_y 20$ , т.е. в обоих случаях  $c_2=133,3$ . Очевидно, что размерность  $S$  соответствует указанной для уравнения (3.1).

Следует учесть, что принятый при определении  $K_v$  перепад давления на клапане в 1 бар не всегда практически выполним: максимальный перепад давления на клапане обычно не должен превышать 0,2-0,3 бар. Отметим, что рекомендуемый предел этого перепада для большинства конструкций термостатов составляет от 0,1 до 0,2 бар (иначе нарушается нормальная работа термостата, в частности эквивалентный уровень шума может превышать 25 дБ). Поэтому, согласно EN 215, в качестве нормативного перепада принят  $\Delta P=0,1$  бар (0,01 МПа), а номинальное значение расходных коэффициентов  $K_v$  или  $K_{vs}$  определяется расчётным способом по формуле (3.3), хотя при этом вносится погрешность из-за неквадратичности зависимости перепада давления от расхода теплоносителя, различной у разных термостатов.

Для нормальной работы ТРК необходимо обеспечить и минимальный перепад на клапане. Обычно он равен 0,003 ... 0,005 МПа.

Согласно российским нормативам, ориентированным на однотрубные системы отопления, расход теплоносителя через отопительный прибор  $M_{пр}$  принят равным 0,1 кг/с (360 кг/ч) [11]. Очевидно, что при монтаже термостата у отопительного прибора в однотрубной системе и необходимой при этом установке замыкающего участка (байпаса), доля теплоносителя, проходящего через прибор  $M_{пр}$ , существенно меньше 0,1 кг/с и определяется коэффициентом затекания  $\alpha_{пр}$  согласно зависимости

$$M_{пр} = \alpha_{пр} \cdot M_{ст}, \quad (3.9)$$

где  $M_{ст}$  – массный расход теплоносителя по стояку однотрубной системы отопления при одностороннем подключении узла отопительного прибора, кг/с.

Согласно данным ООО «Витатерм» значения коэффициента затекания при использовании термостатов относительно низкого гидравлического сопротивления ( $\zeta=25-65$ ) находятся обычно в пределах 0,15-0,3, т.е. характерный расход через прибор в этих условиях должен составлять 50-100 кг/ч.

В двухтрубных системах отопления при расчётных параметрах теплоносителя 95-70°C обычно  $M_{пр}=25-75$  кг/ч, а при зарубежных рекомендациях по этим параметрам (75-65°C) этот же расход составляет 50-150 кг/с [10], [12].

С учётом рекомендаций EN 215 номинальный расход теплоносителя может быть равным и 36 кг/ч, поэтому в общем случае целесообразно давать значения  $\zeta$  и  $S$  при различных расходах теплоносителя, например, при 36 и 90 кг/ч, т.к. значения  $\zeta$  и  $S$ , как указывалось, не являются постоянными из-за фактической неквадратичности зависимости  $\Delta P$  от  $M_{пр}$ . В то же время, если различие  $\zeta$  и  $S$  при разных расходах теплоносителя не столь значительно, то их можно определять при усреднённых расходах теплоносителя, например, в пределах 60-72 кг/ч (для случаев оснащения отопительных приборов термостатами).

При осуществляемых ООО «Витатерм» разработках рекомендаций по применению отопительных приборов авторы рекомендаций в последнее время ориентируются обычно на значения  $M_{пр}=60$  кг/ч и  $M_{пр}=360$  кг/ч, что учтено в настоящем издании.

3.4. Применяя ТРК, необходимо учитывать следующее важное обстоятельство. ТРК оказывает существенное влияние на работу системы отопления. Точнее, на его пропускную способность и величину гидравлического сопротивления. В двухтрубных системах, где расходы теплоносителя на отопительный прибор составляют, как указывалось, 50...90 кг/ч ( $K_v$  в пределах 0,5...0,9 т/ч), высокое гидравлическое сопротивление - положительный фактор, так как легче выполняется увязка все отопительных приборов на стояке многоэтажного здания (на ТРК можно погасить до 80-85% располагаемого напора и обеспечить требуемый уровень потерь давления в широком диапазоне). Но в однотрубных системах, где средний расчётный расход теплоносителя по стояку и соответственно через отопительный прибор при полном открытии регулятора на этот прибор составляет около 360 кг/ч, необходимо иметь ТРК с пониженным гидравлическим сопротивлением.

Очевидно в однотрубных системах важно обеспечить высокие значения коэффициента затекания  $\alpha_{пр}$ , который определяется согласно формуле (3.9) как отношение количества теплоносителя, подаваемого в отопительный прибор  $M_{пр}$ , к общему расходу в стояке (или магистрали)  $M_{ст}$  (рис. 2.7):

$$\alpha_{пр} = M_{пр} : M_{ст} , \quad (3.10)$$

т.к. чем выше значение  $\alpha_{пр}$ , тем выше теплоотдача отопительного прибора и меньше требуемая для установки площадь его теплоотдающей поверхности нагрева.

При оснащении отопительных приборов в однотрубных системах ТРК каждый узел подключения прибора должен иметь, как указывалось, замыкающий участок (байпас), обеспечивающий пропуск теплоносителя через стояк или магистраль к другим приборам, если один из пользователей перекроет свой прибор, причём на нём запрещена установка какой-либо арматуры.

Поскольку от характеристики узла присоединения прибора, в частности от соотношения диаметров подводок и замыкающего участка, а также от гидравлического сопротивления прибора и ТРК сильно зависит значение  $\alpha_{пр}$  и, как следствие, теплоотдача прибора, то стараются, во-первых, выполнять замыкающий участок смещённым и, по возможности, меньшего диаметра, чем у подводок, и, во-вторых, как указывалось, уменьшать гидравлическое сопротивление термостата.

3.5. Обычно фирмы, представляющие свои термостаты, сопровождают проспекты на них графиками зависимостей  $\Delta P = f(M)$  при различных режимах монтажной настройки (степени открытия). Для термостатов двухтрубных систем отопления – это линии в логарифмических координатах при 1-м, 2-м и последующих настроечных режимах, а также при полном открытии клапана (при снятой термостатической головке) при температурной настройке на режим 2К.

Для термостатов однотрубных систем отопления, не имеющих монтажной регулировки, аналогичные зависимости даются при настройке термостатической головки на температурный режим 2К (2°C), иногда дополнительно на 1К и 3К, а также на полное открытие клапана. Эти данные затем используются при гидравлических расчётах системы отопления, а на основе значений  $K_v$  или после расчёта их на значения  $\zeta$  вычисляются коэффициенты затекания и определяются необходимые площади нагрева отопительных приборов.

ООО «Витатерм» в своих рекомендациях по применению отопительных приборов приводит усреднённые значения  $\alpha_{пр}$  при различных соотношениях диаметров труб узлов присоединения в однотрубных системах отопления при их настройке на режим 2К.

В первом приближении при  $\alpha_{пр} = 0,2; 0,25$  и  $0,3$  площадь поверхности нагрева отопительных приборов при этом режиме придётся принимать с увеличением соответственно примерно на 22, 15 и 8% по сравнению со случаем, когда  $\alpha_{пр}=1$ .

Если расчёт ведётся на режим 1К, то «запас» по теплоотдающей поверхности должен увеличиться примерно вдвое, на режим 3К – уменьшится вдвое от приведенных выше значений.

Согласно данным ООО «Витатерм», для однотрубных систем отопления допустимо применять термостаты с  $K_v \geq 1,2$  (при настройке на режим 2К). Лучше, если эти значения превышают 1,5 и приближаются к 2 [13].

3.6. Практически любые термостаты можно применять при использовании Н-образных узлов при донном (нижнем) подключении отопительного прибора (или его подключении к подводкам в стене), но в этом случае надо тщательно подбирать насосы соответствующих напоров и мощностей.

Для двухтрубных систем монтажная установка определяет гидравлическое сопротивление термостата также при настройке на режим 2К и в конечном итоге общее сопротивление системы и выбор типа насоса.

3.7. Гидравлические испытания проведены согласно методике НИИсантехники [4]. Она позволяет определять значения приведённых коэффициентов местного сопротивления  $\zeta_{\text{ну}}$  и характеристик сопротивления  $S_{\text{ну}}$  при нормальных условиях (при расходе воды через прибор 0,1 кг/с или 360 кг/ч) после периода эксплуатации, в течение которого коэффициенты трения мерных участков стальных новых труб на подводках к испытываемым отопительным приборам достигают значений, соответствующих коэффициенту трения стальных труб с эквивалентной шероховатостью 0,2 мм, принятой в качестве расчётной для стальных теплопроводов отечественных систем отопления.

Согласно эксплуатационным испытаниям различных типов отопительных приборов и ТРК, проведённым ООО «Витатерм», гидравлические характеристики, определённые в соответствии с упомянутой методикой [4], в среднем, как указывалось, соответствуют трёхлетнему сроку их работы в отечественных системах отопления, в которых теплоноситель отвечает требованиям «Правил технической эксплуатации ...» [5].

3.8. При гидравлическом расчёте систем отопления со стальными теплопроводами рекомендуется использовать данные приложения 1, с медными теплопроводами - данные приложения 2.

3.9. В 4 разделе настоящих рекомендаций приводятся результаты гидравлических испытаний представительных образцов терморегулирующих клапанов фирмы «Honeywell». Все испытания проведены без установки терморегулирующего элемента. Подъём тарели шпинделя ТРК над седлом соответствует режиму настройки на 2К, т.е.  $2 \times 0,22 = 0,44$  мм. В тех случаях, когда указываются другие условия настройки, подъём шпинделя пропорционален соответствующему значению допустимого температурного отклонения (1К, 3К и т.д.).

## 4. Результаты испытаний терморегулирующих



## клапанов фирмы «Honeywell»

4.1. Были проведены испытания прямых (проходных) и угловых автоматических терморегулирующих клапанов (термостатов) **концепции АТ**, предназначенных для оснащения отопительных приборов, используемых в основном в двухтрубных системах отопления, и типа **Н** высокой пропускной способности для отопительных приборов, применяемых обычно в однетрубных системах отопления.

Термостаты, отвечающие АТ- концепции (серии V2000), имеют стандартизированную конструкцию корпусов с едиными размерами (рис. 4.1, табл. 4.1) под вставки различных модификаций.

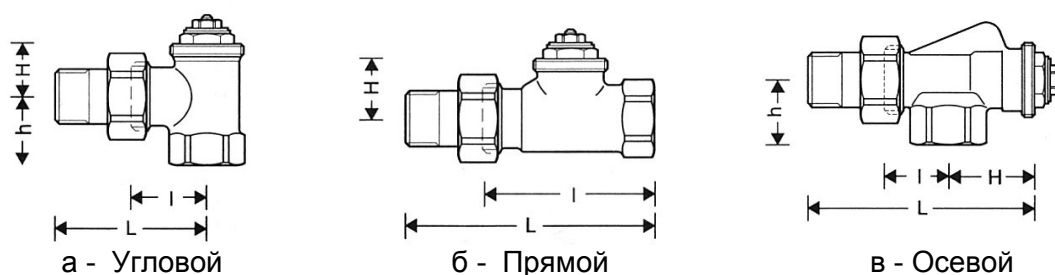


Рис. 4.1. Конструкции и габаритные размеры термостатов

Табл.4.1. Габаритные размеры корпусов ТРК серии V2000

Тип корпуса	№ рисунка	dy	Габаритные размеры, мм			
			l	L	H	h
Угловой	4.1 а	15	29	58	20	26
		20	34	66	19	29
Прямой	4.1 б	15	66	95	25	-
		20	74	106	25	-
Осевой	4.1 в	15	26	54	35	26

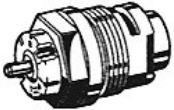
Все вставки **UBG, BB, KV, GB, SL, VF, V** и **SC** (табл. 4.2) могут быть заменены одна на другую, а их названия практически определяют название ТРК.

Отметим, что замена вставки может производиться без опорожнения системы отопления.

У всех модификаций термостатов широкая область применения: бесшумная работа, возвратная пружина не соприкасается с теплоносителем и возможно присоединение ко всем типам теплопроводов условным диаметром от 10 до 20 мм.

4.2. В ходе испытаний определялись гидравлические характеристики угловых и прямых (проходных) ТРК **BB** и **UBG** со стандартизированными размерами типа D согласно DIN 3841. Фирма «Honeywell» предлагает заказчикам дополнительно аналогичные компактные термостаты типа F согласно DIN 3841. Данные по этим моделям приведены в техническом каталоге фирмы «Honeywell» [14].

Таблица 4.2. Сменные вставки для клапанов серии V2000

Тип вставки	Эскиз	Краткая характеристика	КОД (из каталога)
UBG		Для однотрубных и двухтрубных систем отопления с величиной расхода от среднего до высокого. Поставляется с белым защитным колпачком для чёткой идентификации	VS1200UB01
BB		Стандартный тип. Вставка с заводской настройкой пропускной способности в то же время не является настраиваемой, применяется для небольших систем отопления или систем с приблизительно равным расходом теплоносителя через каждый отопительный прибор. Поставляется с чёрным защитным колпачком	VS1200BB01
V		Предварительно настраиваемый удобный диск клапана, антивандальное выполнение настройки. Чёрный защитный колпачок с нанесённой литерой V для чёткой идентификации, на вставке клапана нанесена бежевая шкала.	VS1200VS01
FV		Предварительно настраиваемый посредством удобного настроечного диска клапана для систем отопления с низким значением расхода, Коричневый защитный колпачок с нанесёнными литерами FV для чёткой идентификации	VS1200FS01
KV		Со специально разработанными дисками для 3-х значений Kv для систем отопления со средним значением потока. Поставляется с красным (K3), синим (K4) или зелёным (K5) защитным колпачком и надписью "3", "4" или "5" на вставке для чёткой идентификации.	VS1200K301 VS1200K401 VS1200K501
SL		Настраиваемое ограничение рабочего хода. Чёрный защитный колпачок с нанесёнными сверху буквами SL. Бронзовая вставка с чёрной шкалой.	VS1200SL01
SC		При снятии термостата клапан закрывается, Замену вставки клапана можно производить в процессе работы системы без опорожнения системы (под давлением)	VS1200SC01

4.3. Все указанные термостаты маркированы заказными номерами V2000 с добавлением индекса E для угловых или индекса D для прямых моделей, условным диаметром присоединительных патрубков 15 или 20 мм и типом вставки (**BB**, **UBG** и т.п.). При разработке настоящих рекомендаций были испытаны термостаты типа **BB**, **UBG**, **V** и **SL**.

4.4. **Терморегулирующие клапаны типа BB**, стандартные, пониженной шумности, с максимально допустимым перепадом на клапане 1 бар (0,1 МПа) с широким допуском по значениям водородного числа теплоносителя рН от 4 до

9,5. Корпус изготовлен из никелированной бронзы Rg5, накидная гайка из никелированной бронзы, патрубки из бронзы. Защитный колпачок - чёрного цвета.

Вставка клапана - из бронзы с уплотнительными кольцами из EPDM резины, мягкими уплотнениями и штоком из нержавеющей стали. Область применения указана в табл. 4.2. Максимальное избыточное рабочее давление теплоносителя 10 бар (1 МПа), максимальная температура - 130°C.

На рис. 4.2 показаны разрезы прямого (заводской номер V2000DBB) и углового (заводской номер V2000EBB) термостатов **ВВ**.

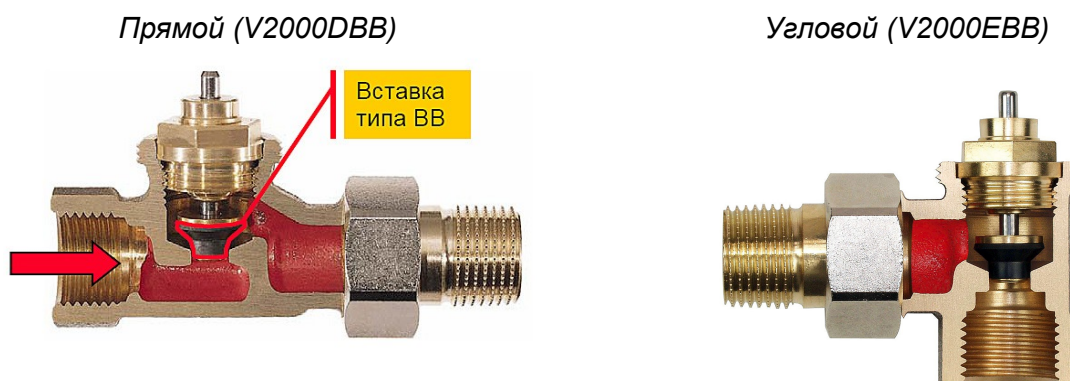


Рис. 4.2. Терморегулирующие клапаны ВВ

Вставка **ВВ** конусного типа обеспечивает плавную регулировку расхода теплоносителя, но это приводит к низким значениям  $K_v$  и  $K_{vs}$ , поскольку даже при полном подъеме штока перекрывается значительная часть проходного сечения.

В табл. 4.3 приведены результаты испытаний термостатов **ВВ** при условных диаметрах подводящих теплопроводов  $d_v$  15 (1/2") и  $d_v$  20 (3/4"). Отметим, что расходные характеристики  $K_v$  и характеристики сопротивления  $S$  при патрубках обоих диаметров у этих термостатов совпадают.

**Таблица 4.3. Гидравлические характеристики термостатов ВВ при диаметрах подводок 1/2" и 3/4"**

Наименование показателя	Размерность	Значения показателя для прямого (углового) термостата при настройке на режим 2 К(°С)		Значения показателя при полном открытии клапана прямого (углового) термостата	
		По каталогу фирмы	По испытаниям	По каталогу фирмы	По испытаниям
$K_v$	$\frac{м^3}{ч}$	0,45 (0,45)	0,43 (0,43)	-	-
$K_{vs}$	$\frac{бар^{1/2}}{м^3/ч}$	-	-	0,62 (0,62)	0,72 (0,69)
$\zeta$ (1/2")	-	-	526 (526)	-	188 (204)
$\zeta$ (3/4")	-	-	1752 (1752)	-	625(680)
$S$	$\frac{Па}{(кг/с)^2}$	-	721 (721)	-	257(280)

4.5. **Терморегулирующие клапаны UBG** с плоским диском - клапаны пониженной шумности. Максимальный перепад давления на клапане 1 бар (0,1 МПа) с широким диапазоном допустимых значений рН по теплоносителю (4 – 9,5). Как и большинство термостатов фирмы «Honeywell», в клапане **UBG** гильзу и уплотнительное кольцо круглого сечения можно менять, не сливая воду и сохраняя давле-

ние в системе отопления. Материал и максимальные значения давления и температуры теплоносителя такие же, как и для ТРК **ВВ**. Поставляется без ограничения пропускной способности с белым защитным колпачком. На рис. 4.3. показаны разрезы прямого и углового клапана **UBG**.



Рис. 4.3. Терморегулирующие клапаны UBG

Результаты испытаний термостатов типа **UBG** при условных диаметрах подводящих теплопроводов  $d_y 15$  ( $1/2''$ ) и  $d_y 20$  ( $3/4''$ ) приведены в табл. 4.5.

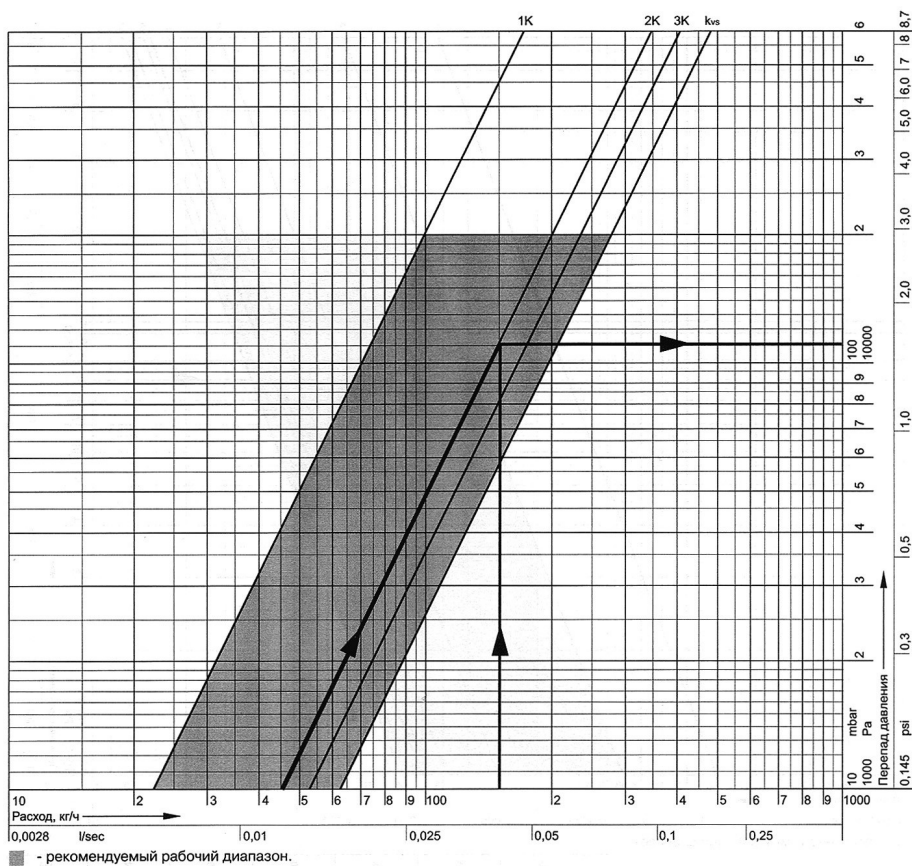
**Таблица 4.5. Гидравлические характеристики термостатов UBG при диаметрах подводов  $1/2''$  и  $3/4''$**

Наименование показателя	Размерность	Условный диаметр	Значения показателя для прямого (углового) термостата при настройке на режим 2К ( $^{\circ}\text{C}$ )		Значения показателя при полном открытии клапана прямого (углового) термостата	
			По каталогу фирмы	По испытаниям	По каталогу фирмы	По испытаниям
$K_v$	$\frac{\text{м}^3/\text{ч}}{\text{бар}^{1/2}}$	$1/2''$	0,6(0,6)	0,61 (0,8)	-	-
		$3/4''$	0,6(0,6)	0,61 (0,8)	-	-
$K_{vs}$	$\frac{\text{Па}}{(\text{кг}/\text{с})^2}$	$1/2''$	-	-	1,85 (1,85)	1,84 (1,91)
		$3/4''$	-	-	1,95 (1,95)	1,6 (2,1)
$\xi$	-	$1/2''$	-	262 (152)	-	28,7 (27,7)
		$3/4''$	-	871 (506)	-	126 (73,5)
S	$\frac{\text{Па}}{(\text{кг}/\text{с})^2}$	$1/2''$	-	358 (208)	-	39,4 (36,5)
		$3/4''$	-	358 (208)	-	52,1 (30,2)

Усреднённые данные фирмы практически совпали с нашими данными, хотя отметим, что у клапанов **UBG** угловые модели имеют несколько меньшие гидравлические сопротивления, чем прямые.

С учётом результатов испытаний при подборе термостатов **ВВ** и **UBG** можно использовать фирменные диаграммы гидравлических характеристик (рис. 4.4).

а)



б)

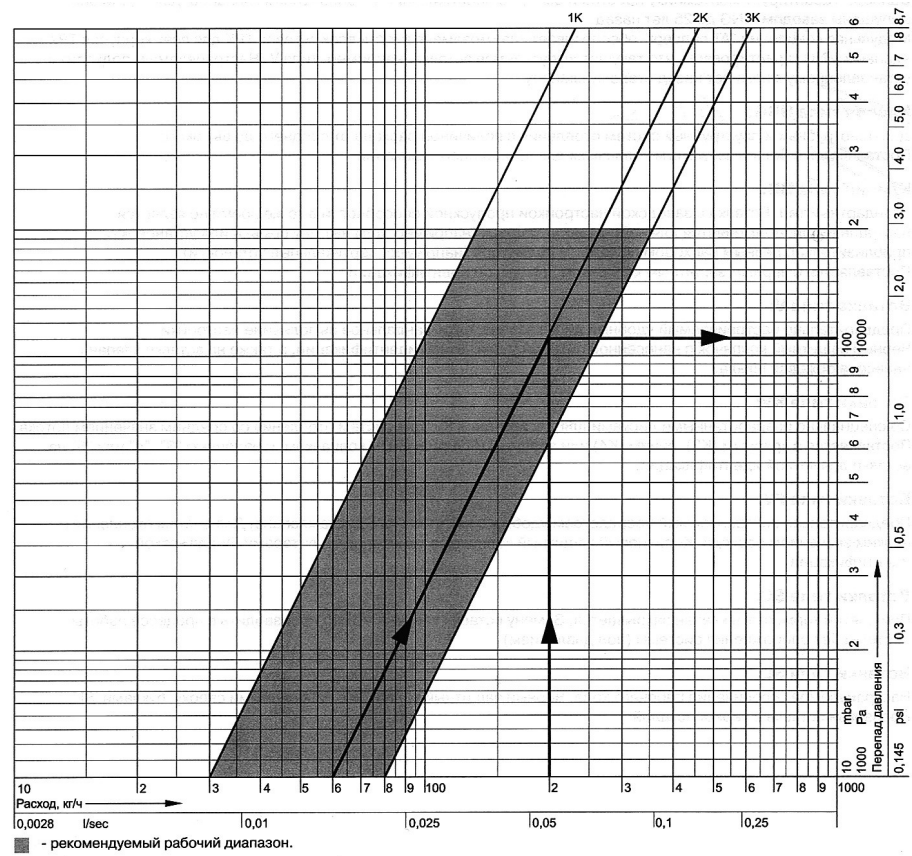


Рис. 4.4. Гидравлические характеристики термостатических клапанов фирмы «Honeywell»: а - клапан BB; б - клапан UBG

4.6. **Терморегулирующие клапаны V** представляют собой изготовленные из бронзы Rg 5 клапаны пониженной шумности с V-образной гильзой и характеризуются в отличие от **BB** и **UBG** возможностью осуществления предварительной монтажной регулировки по 8 основным и 7 промежуточным позициям; так же как и предыдущие термостаты рассчитан на работу в системах отопления с избыточным давлением до 1 МПа, но допускает перепад давлений до 0,2 МПа (предыдущие до 0,1 МПа, обычный термостат до 0,03 МПа). Максимальные давление и температура теплоносителя соответственно 10 бар (1МПа) и 130°C, допускается широкий диапазон значений pH (от 4 до 9,5). У этого термостата можно менять гильзу клапана и уплотнительное кольцо круглого сечения, не сливая воду и сохраняя давление теплоносителя в системе отопления. Защитный колпачок чёрного цвета с нанесённой литерой V для чёткой идентификации, на вставке клапана нанесена шкала бежевого цвета.

Согласно нашим испытаниям гидравлические характеристики клапанов с условным диаметром 15 и 20 мм прямых и угловых практически совпадают.

При полном открытии клапана с присоединительными патрубками 1/2" и предварительной регулировке на 8 позицию (максимальное открытие)  $K_v=0,39$ , а при других позициях настройки соответственно на 7 – 0,43, на 6 – 0,37, на 5 – 0,32, на 4 – 0,27, на 3 – 0,2, на 2 – 0,13, на 1 – 0,073. При настройках на 1-ую и 2-ую позицию отмечен неустойчивый режим работы термостата. Соответственно значения коэффициента местного сопротивления (при трубах 1/2") составят: на 8 позиции – 405, на 7 – 526, на 6 – 711, на 5 – 950, на 4 – 1335, на 3 – 2432, на 2 – 5757, на 1 – 18259.

Здесь и далее мы в ряде случаев опускаем размерность  $K_v$  и  $K_{vs}$ , которую следует принимать согласно формулам (3.3) и (3.4).

Значение  $K_{vs}=0,5$ , соответственно  $\zeta =389$  при подводках 1/2" и  $\zeta =1296$  при 3/4", во всех случаях  $S=533 \text{ Па}/(\text{кг}/\text{с})^2$ .

Пользуясь формулой 3.5 и указанными выше значениями  $k_v$ , при разных позициях предварительной настройки, указанных выше, можно определить  $\zeta$  при подводках 3/4", хотя среди термостатов типа V наиболее широко применяется модель с присоединительным размером 1/2".

При настройке на режим 2°C (2K) (открытие на 0,44 мм) и предварительной регулировке на позицию 8 значение  $k_v=0,4$ , соответственно  $\zeta= 608$  при подводках 1/2",  $\zeta = 2025$  при подводках 3/4" и  $S = 833 \text{ Па}/(\text{кг}/\text{с})^2$ .

При других предварительных монтажных регулировках и настройке на 2°C, гидравлические характеристики определяются исходя из поправочного коэффициента на значение  $k_v$  при 8-ой позиции, указанной выше, умноженные на 0,8.

ООО «Витатерм» при характерных для отечественной практике условиях эксплуатации настройку на 1 и 2 позиции не рекомендует.

4.7. **Терморегулирующие трёхходовые распределительные клапаны MNG** (рис. 4.5) изготавливаются также из бронзы Rg 5. В Россию поставляются со штуцерами только 1/2" (на все три подсоединения). Они характеризуются пониженной шумностью и позволяют обеспечить коэффициент затекания в прибор при его одностороннем подсоединении к стояку (1/2") и замыкающему участку (1/2") от 0,35 до 0,6.

Максимальные параметры теплоносителя: избыточное давление 1 МПа, температура 130°C, перепад давления 0,02 МПа. Рекомендуемые пределы значений pH – от 8 до 9,5.

Расходный коэффициент  $k_v$  на приборном узле при открытии клапана, отъюстированного на стандартный коэффициент затекания в прибор 0,35 при увели-

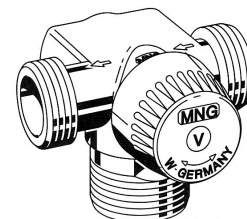


Рис. 4.5



чении этого коэффициента до 0,6, снижается до 0,51 ( $\zeta = 374$ ,  $S = 512$ ), т.е. этот трёхходовой клапан может быть использован только при насосном побуждении. При стандартной настройке (коэффициент затекания 0,35) соответствующее значение  $K_{vs}$  составляет 2,1 ( $\zeta = 22$ ,  $S = 30$ ).

Были также испытаны **термостаты пониженного гидравлического сопротивления** для использования как в двухтрубных, так и в однетрубных насосных системах отопления, т.к. они рассчитаны на пропуск большого расхода теплоносителя. Среди них **терморегулирующие клапаны SL** (рис. 4.6) с ограничением хода (путём ограничения рабочего хода) в прямом и угловом исполнениях. Корпус клапана изготавливается из бронзы Rg 5, патрубки из латуни. Термостаты **SL** рассчитаны на максимальные значения: температуры  $130^{\circ}\text{C}$ , избыточного давления 1 МПа, перепада давления 0,1 МПа. Для обеспечения бесшумности рекомендуется, чтобы перепад давления не превышал 0,025 МПа (2,5 м вод. ст.). Корпуса этих термостатов могут выполняться и в компактном исполнении (в среднем короче обычного исполнения на 3 мм).

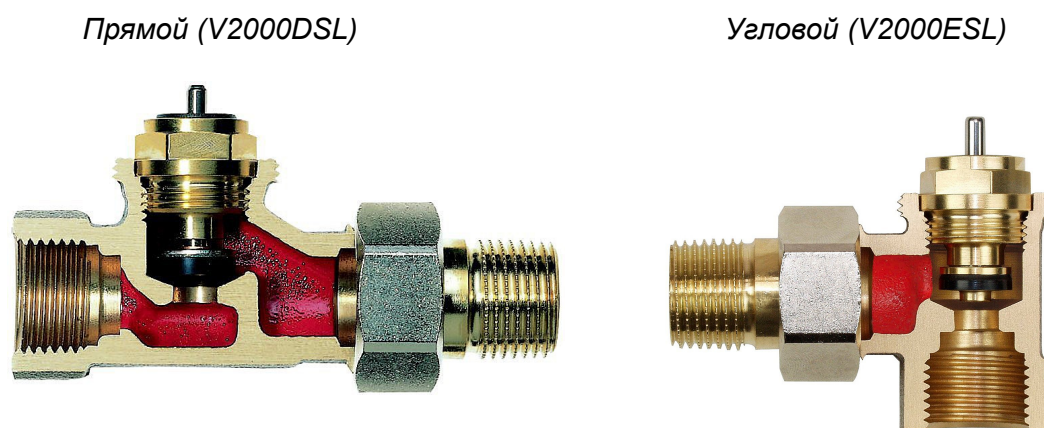


Рис. 4.6. Терморегулирующие клапаны SL

С учётом свойств материалов патрубков, шпинделя и уплотнения эксплуатация рекомендована при значениях pH в пределах от 8 до 9,5.

Замену вставки клапана можно производить в процессе работы системы отопления без спуска воды.

Термостат SL даёт возможность предварительной монтажной настройки от 1 до 10 позиции. Согласно испытаниям при установке на позицию 17,5 – полное открытие:  $k_{vs} = 1,77$ ; при настройке на 1-ую позицию  $k_v = 0,2$ , на 2 – 0,48, на 3 – 0,73, на 4 – 0,92, на 5 – 1,13, на 6 – 1,29, на 7 – 1,38, на 8 – 1,43, на 9 – 1,48, на 10 – 1,48.

При установке на монтажную позицию 17,5 (в термостатах с присоединительными размерами  $\frac{1}{2}$ " ) и настройке на режим  $2^{\circ}\text{C}$  (2K)  $k_v = 0,78$ ,  $\zeta = 160$  и  $S = 219$  Па/(кг/с)<sup>2</sup>.

**4.8. Терморегулирующие клапаны H** (рис. 4.7, табл. 4.6) рассчитаны на большой расход теплоносителя. Максимальные параметры теплоносителя: температура  $130^{\circ}\text{C}$ , избыточное давление 1 МПа, перепад давления 0,03 МПа. Корпус этих термостатов изготавливается из бронзы Rg 5, вставки клапана – из латуни с кольцевыми уплотнениями и уплотнениями седла из EPDM резины, штоки – из нержавеющей стали, накидные гайки и патрубки – из латуни. Помимо прямых и угловых термостатов для установки на горячей подводке выпускаются угловые модели для монтажа на обратной подводке (от отопительного прибора).

Угловой (V2050EH0)

Прямой (V2050DH0)

Осевой (V2050HH0)

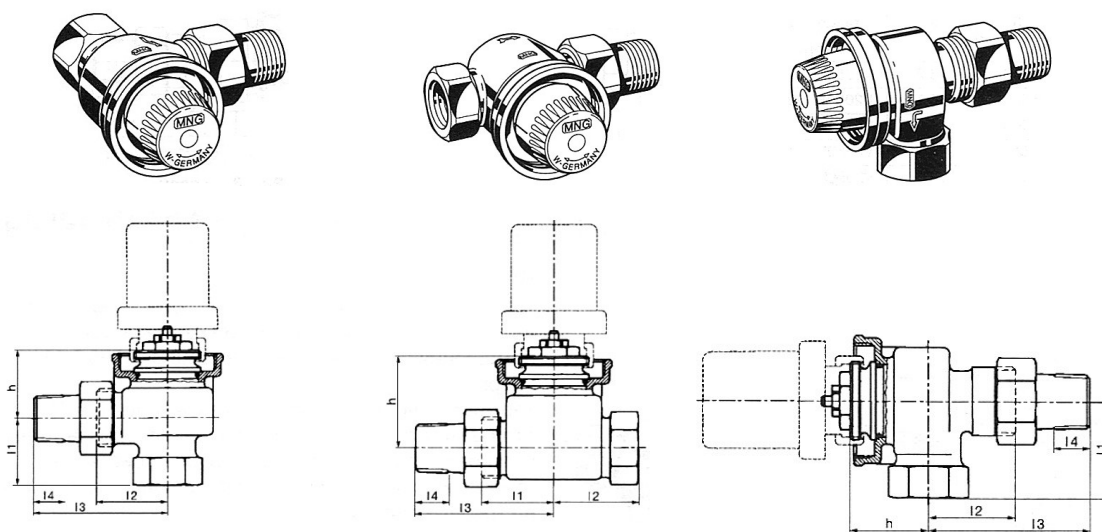


Рис. 4.7. Термостатические клапаны Н

Таблица 4.6. Габаритные размеры клапанов типа Н

Тип корпуса	dy	h	l1	l2	l3	l4
Угловой	15	39,5	31,0	36,5	59,0	13,2
	20	39,5	34,5	40,5	66,5	14,5
Прямой	15	30,5	30	32	60	13,2
	20	32,0	34,0	36,0	68,0	14,5
Осевой	15	30,5	37,0	30,0	58,0	13,2
	20	32,0	40,0	34,0	66,0	14,5

Гидравлические характеристики этих термостатов, получены на образцах с условным диаметром только 15 мм. Они практически совпали с данными фирменного каталога (расходные коэффициенты  $K_v$  и  $K_{vs}$  выше паспортных на 10-14%), поэтому для определения этих характеристик рекомендуется пользоваться более подробными данными фирменного каталога «Honeywell» [14], представленными в табл. 4.7 и на рис.4.8.

Таблица 4.7. Значения расходных коэффициентов  $K_v$  и  $K_{vs}$  клапана типа Н

Тип клапана	DN	Значения $K_v$ при настройке на:					Значения $K_{vs}$
		1K	2K	3K	5K	7K	
Угловой, угловой обратный	15	0,7	1,25	1,8	3,0	3,5	5,0
	20, 25	0,7	1,25	1,8	3,0	4,3	7,0
Прямой	15	0,7	1,25	1,8	2,5	3,0	3,5
	20, 25	0,7	1,25	1,8	2,7	3,7	5,0



В зависимости от указанного режима настройки (от 1К до 7К) подъём клапана составляет от  $1 \times 0,22 = 0,22$  мм до  $7 \times 0,22 = 1,54$  мм. Очевидно, значения  $K_{vs}$  имеют место при снятом термостатическом элементе или защитном колпачке.

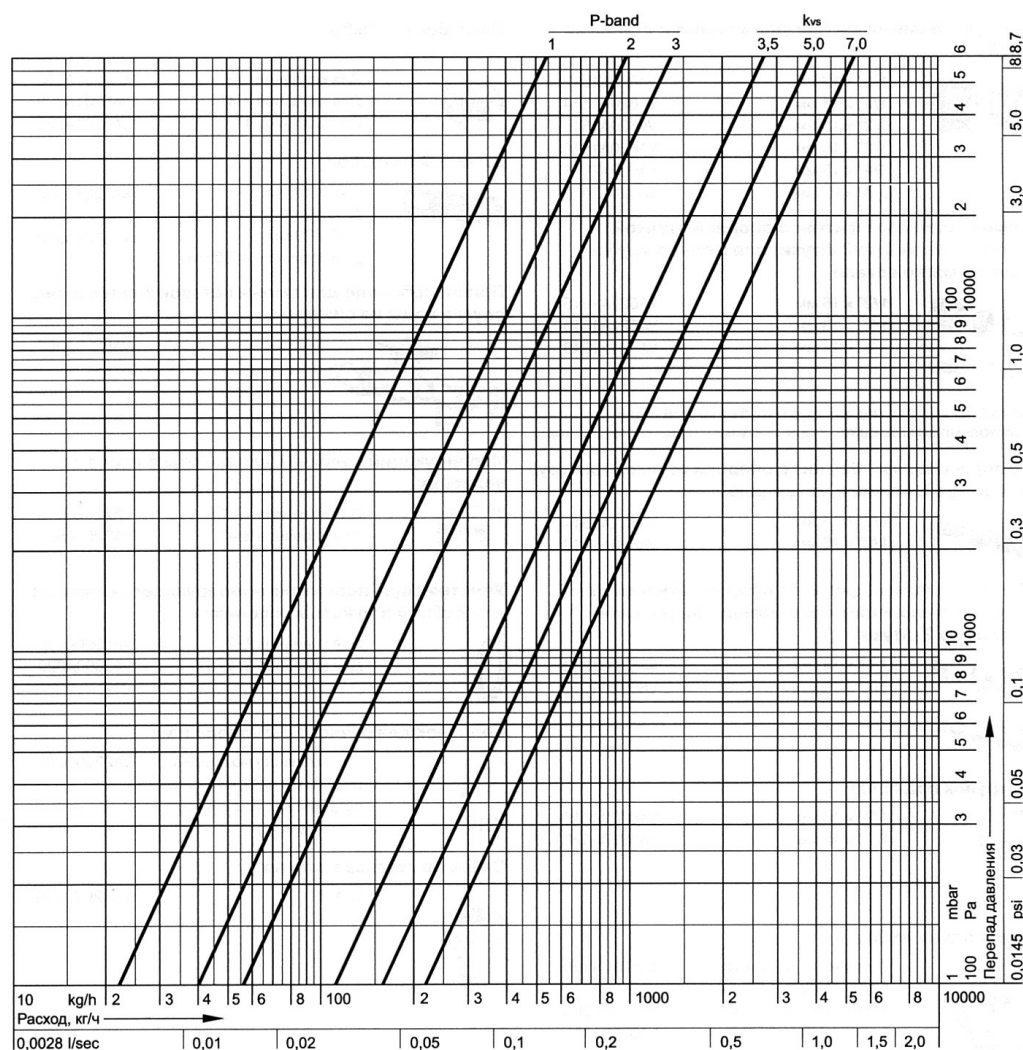


Рис. 4.8. Гидравлические характеристики термостатического клапана **H**

Результаты испытаний показали, что при использовании термостатов типа **H** с  $K_v = 1,25 \text{ (м}^3/\text{ч)}(\text{бар})^{-1/2}$  в однотрубных системах отопления при условных диаметрах стояка и подводок 20 мм и замыкающего участка 15 мм коэффициент затекания составляет в среднем  $0,185 \div 0,195$ , что обеспечивает нормальную работу отопительного прибора. Таким образом, термостат типа **H** может применяться в однотрубных системах отопления.

## 5. Характеристики запорно-регулирующих клапанов Verafix и результаты их испытаний

5.1. Известно, что при проектировании вертикальных двухтрубных систем водяного отопления многоэтажных зданий возникает сложная задача увязки гидравлических сопротивлений отопительных приборов на разных этажах, особенно, если зона по высоте превышает 10-12 этажей. Это связано со значительным влиянием естественного циркуляционного давления, возникающего из-за различия гидростатического давления столбов теплоносителя в горячих и обратных стояках на различных этажах зданий. Очевидно, что в таких системах естественное давление неодинаково влияет на циркуляцию теплоносителя (воды) через каждый прибор, что в результате затрудняет обеспечение расчётного распределения теплоносителя по отопительным приборам [15]. Чтобы отрегулировать двухтрубную вертикальную систему, приходится на каждом этаже обеспечивать соответствующий гидравлический напор на подводке к прибору. Наиболее просто эту задачу можно реализовать с помощью термостатов с предварительной монтажной настройкой, например, типов **V** (V2000VS), **FV** (V2000FS) и при определённых условиях **SL** (V2000SL).

Обычно настройка на заданный перепад давления производится при выбранной проектировщиком или заказчиком характеристике настройки системы, другими словами, погрешности регулирования клапана (чаще в пределах 2K) при соответствующей его настройке на ту или иную позицию.

Для упомянутых выше термостатов настройка ведётся на необходимые значения расходных коэффициентов  $K_v$  или коэффициентов местного сопротивления  $\zeta$  с 1 по 7 позицию. Напомним, что при полном открытии клапана, т.е. при снятом термостатическом элементе имеет место максимальный расход через прибор, характеризующийся расходным коэффициентом  $K_{vs}$ . Чем больше значение этого коэффициента, тем больше возможностей качественного заполнения системы отопления при запуске, а также при её эксплуатации без загрязнения.

5.2. Согласно анализу отечественного опыта эксплуатации вертикальных двухтрубных систем отопления очень часто имеет место установка приборов в зонах с 17-25 этажами. В этих условиях на ряде этажей (обычно верхних) преднастройку термостатов приходится вести на 1 или 2 позицию. При этом термостаты очень часто загрязняются и выходят из строя. Поэтому ООО «Витатерм» рекомендует вместо термостатов с преднастройкой монтировать на горячей подводке простые и удобные в работе термостаты без преднастройки (например, **BB** и **UBG**), а на обратной подводке устанавливать запорно-регулирующие клапаны.

Фирма «Honeywell» представляет возможность оснащения отопительных приборов комбинацией термостата без преднастройки и запорно-регулирующего клапана **Verafix** серии V2400 (рис. 5.1) или его модификаций [14].

5.3. Клапаны **Verafix** выпускаются в прямом и угловом исполнениях с наружной или внутренней резьбой для соединения с трубами условным диаметром 10, 15 и 20 мм. Размеры запорно-регулирующего клапана **Verafix** серии 2400 представлены на рис. 5.2 и в табл. 5.1.

Клапан **Verafix** состоит из корпуса, выполненного из никелированной красной бронзы, латунной вставки с регулирующим диском и уплотнением из EPDM резины, латунных крышки, накидной гайки и патрубка.



Рис. 5.1

Эти клапаны работают в системах водяного отопления и охлаждения при температуре воды 2-130°C, в паровых системах низкого давления (при температуре до 110°C), а также в системах, заполненных антифризом.

Максимальное давление воды 10 бар (1 МПа), пара - 0,5 бар (0,05МПа).

Угловой (V2400E00)

Прямой (V2400D00)

Прямой с нар. резьбой (V2406D00)

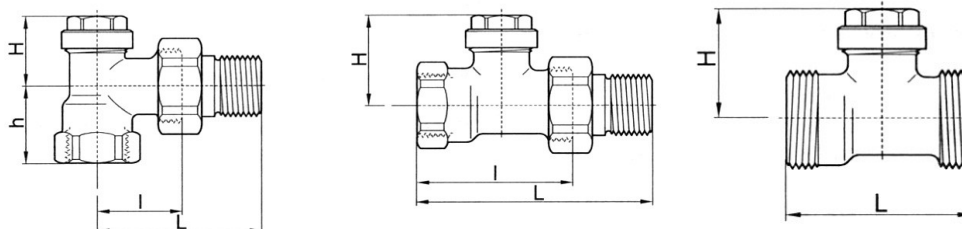


Рис. 5.2. Запорно-регулирующие клапаны Verafix

Таблица 5.1. Габаритные размеры клапанов Verafix

Тип корпуса	dy	Размеры, мм			
		L	l	H	h
Угловой	15	58	29	25	26
	20	66	34	29	29
Прямой	15	80	51	32	-
	20	91	59	32	-
Прямой с наружн. резьбой	15	51	-	32	-

5.4. Общий вид угловой модели клапана **Verafix**, подключённой к обратному патрубку панельного радиатора, оснащённого термостатом типа **UBG**, показан на рис. 5.3, а разрез клапана и вид регулирующего диска (со стороны снятой крышки) - на рис. 5.4.

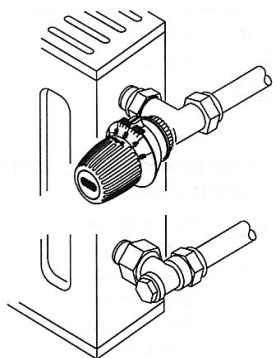


Рис. 5.3

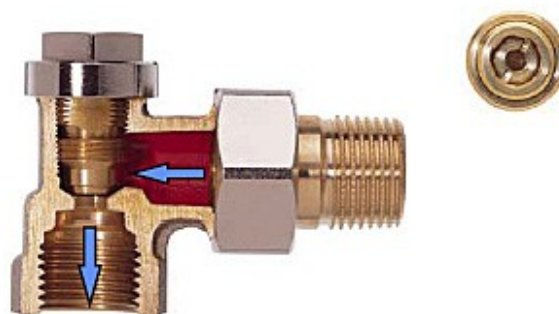


Рис. 5.4

5.5. Запорно-регулирующий клапан **Verafix** - это регулируемый клапан, предусмотренный для установки на обратных подводках к отопительным приборам. Клапаны обеспечивают возможность предварительной настройки гидравлического сопротивления, перекрытие теплопровода, слива воды из прибора или системы отопления и их заполнения.

В связи с этим их можно использовать в двухтрубных системах отопления особенно, если качество воды (теплоносителя) делает проблематичным применение термостатов с предварительной монтажной настройкой, хотя в ряде случаев их можно применять и в однотрубных системах водяного отопления для отключения и регулирования отдельных отопительных приборов.

Схема установки клапанов **Verafix** в двухтрубной системе отопления показана на рис. 5.5.

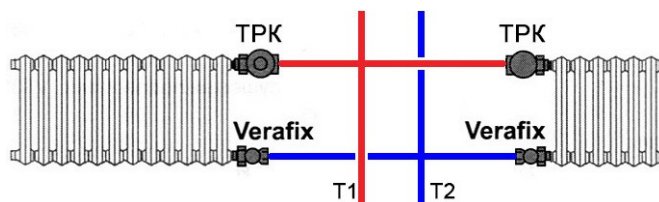


Рис. 5.5. Схема установки ТРК и запорно-регулирующих клапанов на подводках к радиаторам в двухтрубной системе отопления

5.6. Настройка клапана осуществляется специальным ключом при открытой крышке поворотом настроечного диска на необходимое количество оборотов, соответствующее определённому значению расходного коэффициента  $K_v$  (при полном открытии - на значение  $K_{vs}$ ), определённому при проектировании системы отопления. При повороте диска изменяется зазор между вставкой и седлом (рис. 5.4) и таким образом меняется гидравлическое сопротивление клапана и, как следствие, расход теплоносителя через него.

При частичном или полном закрытии клапана ограничивается или прекращается движение теплоносителя и сводится к минимуму остаточная теплоотдача прибора, т.е. клапан выполняет роль циркуляционного тормоза.

5.7. Опорожнение или заполнение отопительного прибора и системы отопления осуществляется при помощи дренажного адаптера, поставляемого фирмой «Honeywell» по заказу из номенклатуры «Принадлежности» [14]. Опорожнение отдельного прибора через клапан **Verafix** не влияет на работу двухтрубной системы отопления при условии перекрытия термостата, причём предварительная настройка пропускной способности остаётся неизменной при перекрытии клапана или дренаже.

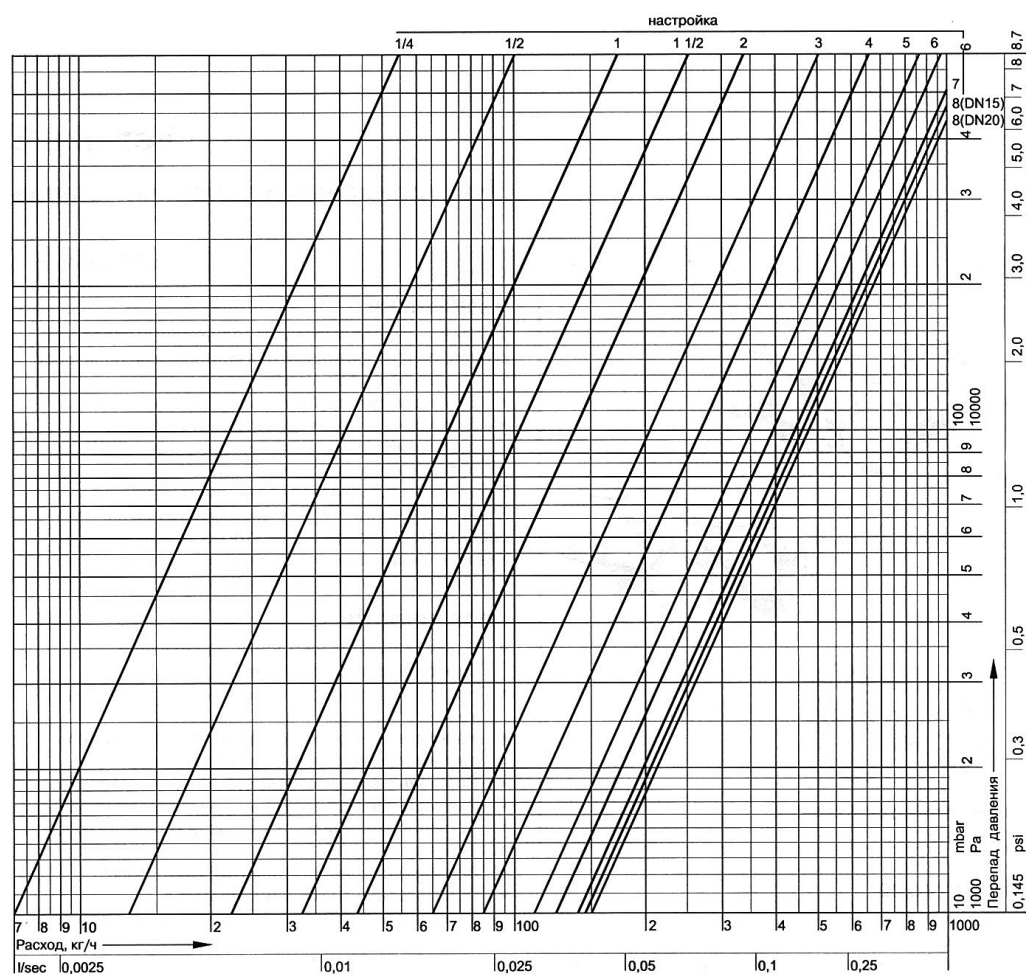
Важно отметить, что направление потока теплоносителя не влияет на рабочие функции клапана **Verafix**, поэтому стрелка направления потока на его корпус не наносится.

5.8. По результатам наших испытаний значения  $K_v$  и  $K_{vs}$  для прямых и угловых моделей несколько различаются (больше у угловых), но практически совпадают (табл. 5.2) с усреднёнными значениями расходных коэффициентов, приведёнными в каталоге фирмы «Honeywell» [14].

**Таблица 5.2 Усреднённые значения расходных коэффициентов  $K_{vs}$  клапана Verafix V2400**

Тип клапана	Условный диаметр, мм	Значения $K_{vs}$ , $(\text{м}^3 / \text{ч})(\text{бар})^{-1/2}$	
		По результатам испытаний	По данным каталога
Угловой	15 и 20	1,8	1,7
Прямой	15	1,5	1,45
	20	1,75	1,5

С учётом изложенного, при подборе прямых и угловых клапанов **Verafix** серии V2400 можно пользоваться диаграммами фирменного каталога [14]. В частности для клапанов с условным диаметром 15 и 20 мм такая диаграмма приведена на рис. 5.6.



Настройка (количество оборотов)	1/4	1/2	1	1 1/2	2	3	4	5	6	7	8=открыт	
											При dy 15	При dy 20
Значение $K_{VS}$	0,07	0,13	0,22	0,32	0,43	0,65	0,85	1,1	1,25	1,4	1,45	1,5

Рис. 5.6. Гидравлические характеристик запорно-регулирующих клапанов Verafix с условным диаметром 15 и 20 мм

Более подробно порядок выполнения работ при настройке клапана **Verafix**, а также при подготовке его к сливу воды из отопительного прибора рассмотрен в разделе 6 настоящих рекомендаций.

## 6. Основные требования к монтажу и эксплуатации ТРК и запорно-регулирующей арматуры

6.1. Для нормальной работы системы отопления, оснащённой терморегулирующими клапанами (ТРК), необходимо строго выполнять требования к качеству теплоносителя [5] и условия её эксплуатации. Это особенно актуально при необходимости преднастройки ТРК в двухтрубных системах отопления на позиции 1 и 2. Отметим, что согласно европейским требованиям преднастройка на 1 и 2 позиции допускается только при условии установки фильтра перед термостатом. При характерных для России условиях эксплуатации систем отопления ООО «Витатерм» не рекомендует выполнять преднастройку на 1 и 2 позиции, а при использовании чугунных радиаторов также и на 3 позицию. Поэтому мы рекомендуем как можно шире для двухтрубных систем отопления использовать комбинацию термостата без преднастройки на горячей подводке и запорно-регулирующего клапана на обратной.

6.2. При оснащении отопительных приборов автоматическими терморегуляторами не рекомендуется размещать автономные термостаты на расстоянии менее 150 мм от проёма балконной двери и менее 200 мм от низа подоконника. В этих случаях следует использовать термостаты с выносным датчиком. На рис. 6.1 показаны примеры правильного и неправильного монтажа термостатов у отопительных приборов.

6.3. На рис. 6.1 показано, в частности, что при использовании автоматических терморегуляторов установка терморстатических элементов должна исключать влияние на них теплового потока от прибора и теплопроводов. Ось датчика термоэлемента в этой связи необходимо размещать горизонтально, чтобы датчик термоэлемента не попадал в поток тёплого воздуха. При вертикальном расположении термоэлемента требуется установка выносного датчика.

6.4. Заполнение теплоносителем системы отопления производится при снятых терморстатических элементах, т.е. при полном открытии клапанов (при  $K_{vs}$ ). После заполнения системы теплоносителем термоэлемент монтируется на термостате и затем, при необходимости, подвергается преднастройке, если её не выполнили заранее.

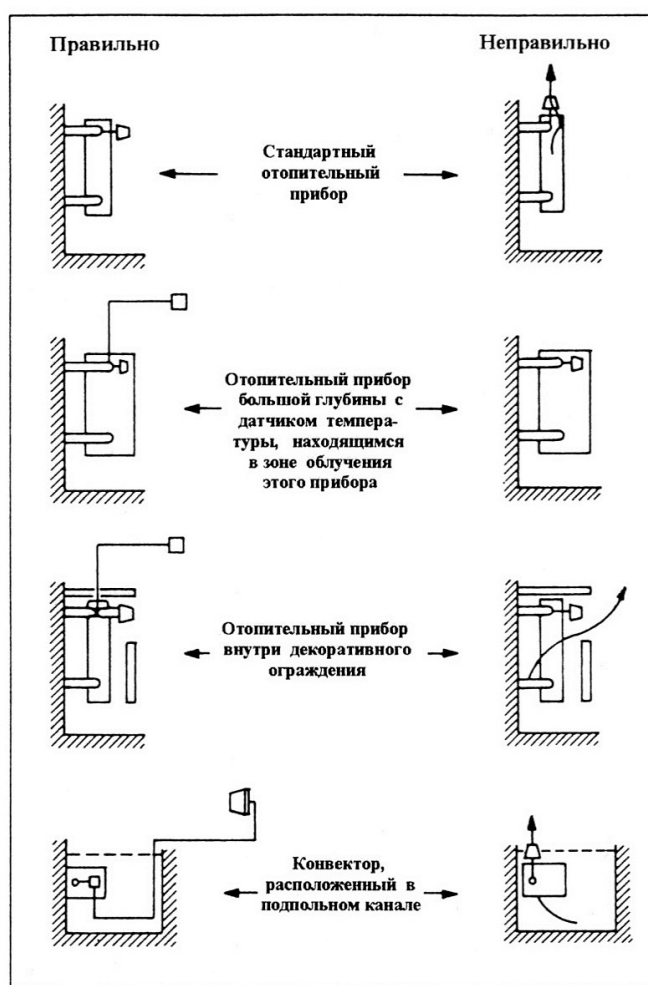


Рис. 6.1

6.5. При монтаже термостатического элемента следует предварительно повернуть настроечную рукоятку термoeлемента до упора в направлении максимальной позиции, затем надеть термoeлемент на клапан так, чтобы выступы основания термoeлемента вошли в шлицы клапана, зафиксировать термoeлемент гайкой при помощи динамометрического ключа с моментом затяжки 6 - 10 Н·м.

Термостатический элемент в условиях эксплуатации должен настраиваться на требуемую температуру в отапливаемом помещении поворотом его рукоятки с нанесённой на неё круговой шкалой. Для этого необходимо повернуть настроечную рукоятку до совмещения нужного индекса на шкале рукоятки с меткой на корпусе термостатического элемента. По истечении одного часа проверить температуру воздуха в помещении с помощью комнатного термометра. Если температура воздуха будет отличаться от значения, заданного на термостатическом элементе, скорректировать положение настроечной рукоятки.

Указанные величины температуры в °С являются только ориентировочными, так как фактическая температура в помещении часто отличается от температуры воздуха вокруг термoeлемента и зависит от условий его размещения.

Термочувствительный элемент не должен находиться при температуре выше 60°С.

6.6. Использование незамерзающего теплоносителя (антифриза) в системах отопления, оснащённых терморегуляторами, требует предварительного согласования с изготовителем или поставщиком термостатов.

В случае согласия изготовителей термостатов на их эксплуатацию в системах отопления, заполненных антифризом, не допускается применение масляной краски для герметизации резьбовых соединений шелковистым льном. Рекомендуется для этой цели использовать гермесил или анаэробные герметики, например, типа Loctite 542 и/или Loctite 55.

Антифриз должен строго соответствовать требованиям соответствующих технических условий. Заполнение системы антифризом допускается не ранее, чем через 2-3 дня после её монтажа.

6.7. При необходимости снятия отопительного прибора, например, для его ремонта или замены можно использовать термостат в качестве запорной арматуры только при выполнении работ в следующей последовательности:

- снять термостатический элемент;
- специальным металлическим или упрочнённым пластмассовым колпачком закрыть полностью термостат;
- снять отопительный прибор;
- со стороны снятого прибора на термостат установить заглушку.

Если эти требования не будут выполняться, то следует предусмотреть перед термостатом (по ходу теплоносителя) установку шарового крана. Запорный и запорно-регулирующий клапан установки дублирующего шарового крана не требуют.

6.8. При настройке запорно-регулирующего клапана **Verafix** серии V2400 для обеспечения расчётного режима эксплуатации системы отопления работа выполняется в следующем порядке (рис. 6.2):

- 1) снимается крышка (колпачок);
- 2) специальным ключом (шестигранник 4 мм) клапан закрывается по часовой стрелке до упора (обычно 4 оборота). Отметим, что заказчику клапан поставляется полностью открытым;
- 3) отвёрткой (7-9 мм) закручивается винт по часовой стрелке до упора;



4) не вынимая отвёртки из шлица винта, её поворачивают в обратную сторону (против часовой стрелки) на расчётное количество оборотов (максимум на 8) - количество оборотов определяется согласно диаграмме на рис. 5.6;

5) специальным ключом (шестигранник 4 мм) клапан открывается до упора;

6) крышка (колпачок) закрывается.

Настройку клапана **Verafix** рекомендуется вести до его установки в системе отопления, также её можно выполнить непосредственно в системе отопления (в частности, при необходимости перенастройки на новый режим).

Специальные ключи и другие принадлежности можно заказать в ЗАО «Хоневелл» (реквизиты фирмы указаны в п. 1.2 настоящих рекомендаций).

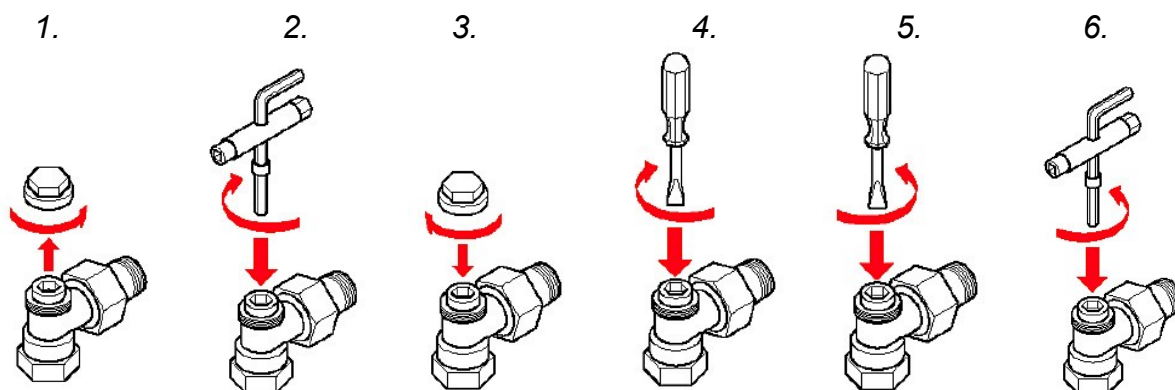


Рис. 6.2. Порядок настройки пропускной способности запорно-регулирующего клапана «Verafix» серии V2400

6.9. Клапан **Verafix** может быть использован для слива воды из отопительного прибора. В этом случае соблюдается следующий порядок работ:

1) при снятой крышке специальным ключом (шестигранник 4 мм) по часовой стрелке закрывается клапан (при этом одновременно обычно закрывается термостат на горячей подводке и открывается воздухоотводчик на приборе);

2) другим специальным ключом (шестигранник 10 мм) ослабляется против часовой стрелки затяжка верхней головки без её полного вывинчивания;

3) навинчивается по часовой стрелке сливной адаптер;

4) к адаптеру присоединяется сливная трубка;

5) специальным ключом против часовой стрелки открывается сливной адаптер;

6) после слива адаптер снова закрывается;

7) сливная трубка отсоединяется (вращение - против часовой стрелки);

8) адаптер снимается (вращение против часовой стрелки);

9) шестигранником 10 мм верхняя головка затягивается по часовой стрелке;

10) перед началом эксплуатации с помощью шестигранника 4 мм клапан открывается до расчётного открытого положения.

Более подробные сведения по комплектации терморегулирующей и запорно-регулирующей арматуры фирмы «Honeywell» и условиях её монтажа и эксплуатации представлены в техническом каталоге фирмы [14], а также в инструкции по монтажу, прилагаемой к арматуре при продаже.



## 7. Выводы

7.1. Фирма «Honeywell» представила на российском рынке широкую номенклатуру терморегулирующей и запорно-регулирующей арматуры, позволяющую отечественным специалистам на высоком современном уровне решить проблемы повышения энергоэффективности инженерных сетей зданий различного назначения, снижения непроизводительного расхода теплоты и обеспечения оптимального микроклимата в помещениях отапливаемых зданий.

Терморегулирующая арматура фирмы «Honeywell» отвечает требованиям EN 215, а её производство сертифицировано согласно DIN ISO 9001.

Сведения по номенклатуре изделий фирмы «Honeywell» представлены в подробных технических каталогах, прайс-листах и рекламных материалах, переизданных в расширенном варианте на русском языке в 2009 году.

7.2. Результаты гидравлических и прочностных испытаний представительных образцов терморегулирующих клапанов (ТРК) и запорно-регулирующей арматуры фирмы «Honeywell», проведённых в ООО «Витатерм» и в ОАО «НИИсантехники», практически совпали с паспортными фирменными данными. Небольшая разница в гидравлических характеристиках заключается в том, что фирменные расходные коэффициенты  $K_v$  и  $K_{vs}$ , представленные в техническом каталоге 2009 г. [14], усреднены для угловых и прямых (проходных) модификаций, по нашим же данным гидравлическое сопротивление угловых модификаций несколько ниже, чем у прямых (обычно, отклонения находятся в пределах 5-10% от средних значений). В этой связи материалы технических каталогов 2009 г. издания могут с высокой достоверностью использоваться при проектировании отечественных систем отопления без дополнительных проверок.

7.3. Все термостаты изготовлены из качественных материалов и позволяют применять их в широких пределах условий отечественных систем отопления: максимальная температура до 130°C, максимальное давление до 1 МПа, пределы pH от 4,5 до 9,5 (8-9,8).

Радиаторный термостат типа **H** может быть использован в однетрубных системах отопления, характерных для российской практики, остальные могут быть рекомендованы для двухтрубных систем отопления.

Прямые (проходные) и угловые модификации термостатов близки по своим характеристикам и их можно считать взаимозаменяемыми при гидравлических расчётах систем отопления.

7.4. Предлагаемая фирмой «Honeywell» номенклатура терморегулирующей и запорно-регулирующей арматуры в полной мере позволяет реализовать предложения ООО «Витатерм» о широком внедрении в практику оснащения двухтрубных систем отопления комбинации простейших термостатов без преднастройки (например, **BB** и **UBG**), устанавливаемых на горячей подводке, и запорно-регулирующих клапанов **Verafix**, монтируемых на обратной подводке. Такая комбинация обеспечивает возможность точно установить у каждого отопительного прибора расчётный режим его эксплуатации, сведя к минимуму опасности загрязнения арматуры.

7.5. Согласно анализу материалов фирмы «Honeywell» является перспективным применение в отечественной практике дешёвых и надёжных термостатических элементов (головок) с парафиновым наполнителем (например, **Thera-100**).

Эта рекомендация особенно актуальна при оснащении термостатами систем отопления муниципальных зданий, в том числе при их капитальном ремонте, проводимом, в частности, в последние годы ОАО «Сантехпром» в г. Москве.

7.6. Для обеспечения надёжной эксплуатации систем отопления, оснащённых современной терморегулирующей и запорно-регулирующей арматурой, следует строго выполнять требования, изложенные в разделе 6 настоящих рекомендаций.

## 8. Список использованной литературы

1. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование. М., 2004.
2. МГСН 2.01-99. Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловодозлектроснабжению. М., 1999.
3. Рекомендации по применению конвекторов без кожуха «Аккорд» и «Север» / В.И. Сасин, Т.Н.Прокопенко, Б.В.Швецов, Л.А.Богацкая.- М.: НИИСантехники, 1990.
4. Кушнир В.Д., Сасин В.И. Гидравлические испытания отопительных приборов в условиях, близких к эксплуатационным //Сб.тр. НИИСантехники.- 1991.- вып. 65, с. 35 – 46.
5. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004.
6. СНиП 3.05.01–85. Внутренние санитарно-технические системы. М., 1986.
7. Рекомендации по применению термостатов и регулирующей арматуры фирмы «Honeywell» / В.И. Сасин, Богуславский В.Л. и Кушнир В.Д.- М: ФГУП «НИИСантехники», ООО «Витатерм», 2002.
8. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.1. Отопление / Под редакцией И.Г.Старовойрова.- М.: Стройиздат, 1990.
9. Альтшуль А.Д. и др. Гидравлика и аэродинамика.- М., Стройиздат, 1987.
10. В.И.Сасин. К вопросу о снижении расчётных параметров теплоносителя в системах отопления. «АКВА-ТЕРМ», 2002, № 1, с. 24-26.
11. Методика определения номинального теплового потока отопительных приборов при теплоносителе воде/ Г.А.Бершидский, В.И.Сасин, В.А.Сотченко.- М.: НИИСантехники, 1984.
12. В. Д. Кушнир. Холодно или жарко (Исследование конвекторов систем водяного отопления со встроенными термостатными вентилями). Строительный эксперт. 1999, № 18 (61).
13. Сасин В.И. Термостаты в российских системах отопления // АВОК, 2004, № 5, с. 64-68.
14. Оборудование для радиаторной обвязки. Технический каталог фирмы «Honeywell». М: ЗАО «Хоневелл», 2009.
15. Сканави А.Н., Махов Л.М. Отопление: Учеб. для вузов. – М.: Издательство АСВ, 2002.

## Приложение 1

**Таблица П 1.1. Динамические характеристики стальных водогазопроводных труб по ГОСТ 3262-75\* насосных систем водяного отопления при скорости воды в них 1 м/с**

Диаметр труб, мм			Расход воды при скорости 1 м/с, М/ч		Удельное динамическое давление		Приведённый коэффци. гидравлического трения $\lambda/d_{вн}$ , 1/м	Удельная характеристика сопротивления 1 м трубы	
Условного	Наружный $d$	$d_{вн}$ Внутренний							
			10	17	12,6	425	0,118	26,50	3,43
15	21,3	15,7	690	0,192	10,60	1,37	2,7	28,62	3,7
20	26,8	21,2	1250	0,348	3,19	0,412	1,8	5,74	0,742
25	33,5	27,1	2000	0,555	1,23	0,159	1,4	1,72	0,223
32	42,5	35,9	3500	0,97	0,39	0,0508	1	0,39	0,051
40	48	41	4650	1,29	0,23	0,0298	0,8	0,18	0,024
50	60	53	7800	2,16	0,082	0,01063	0,55	0,045	0,006

Примечания:

1)  $1 \text{ Па} = 0,102 \text{ кгс/м}^2$ ;  $1 \text{ Па}/(\text{кг/с})^2 = 0,788 \cdot 10^{-8} (\text{кгс/м}^2)/(\text{кг/ч})^2$ ;  $1 \text{ кгс/м}^2 = 9,80665 \text{ Па}$ ;  $1 (\text{кгс/м}^2)/(\text{кг/ч})^2 = 1,271 \cdot 10^8 \text{ Па}/(\text{кг/с})^2$ .

2) При других скоростях воды, соответствующих обычно ламинарной и переходной зонам, значения приведённого коэффициента гидравлического сопротивления и удельных характеристик следует корректировать согласно известным зависимостям (см., например, А.Д.Альтшуль и др. Гидравлика и аэродинамика.- М., Стройиздат, 1987). Для упрощения этих расчётов фактические гидравлические характеристики труб  $S$ ,  $\zeta'$  и коэффициентов местного сопротивления отводов, скоб и уток из этих труб  $\zeta$  при скоростях теплоносителя, соответствующих указанным зонам, в системах отопления с параметрами 95/70 и 105/70°C можно с допустимой для практических расчётов погрешностью (до 5%), определять, вводя поправочный коэффициент на неквадратичность  $\varphi_4$ , по формулам

$$S = S_T \cdot \varphi_4, \quad (\text{П 1.1})$$

$$\zeta' = \zeta'_4 \cdot \varphi_4, \quad (\text{П 1.2})$$

$$\zeta = \zeta_4 \cdot \varphi_4, \quad (\text{П 1.3})$$

где  $S_T$ ,  $\zeta'_4$  и  $\zeta_4$  - характеристики, принятые в качестве табличных при скоростях воды в трубах 1 м/с (см., в частности, табл. П 1.1 настоящего приложения).

Значения  $\varphi_4$  определяются по таблице П 1.2 в зависимости от диаметра условного прохода стальной трубы  $d_y$ , мм, и расхода горячей воды  $M$  со средней температурой от 80 до 90°C.

3) При средних температурах теплоносителя от 45 до 55°C значения  $\varphi_4$  определяются по приближённой формуле

$$\varphi_{4(50)} = 1,5 \varphi_4 - 0,5, \quad (\text{П1.4})$$

где  $\varphi_{4(50)}$  - поправочный коэффициент при средней температуре теплоносителя 50°C;

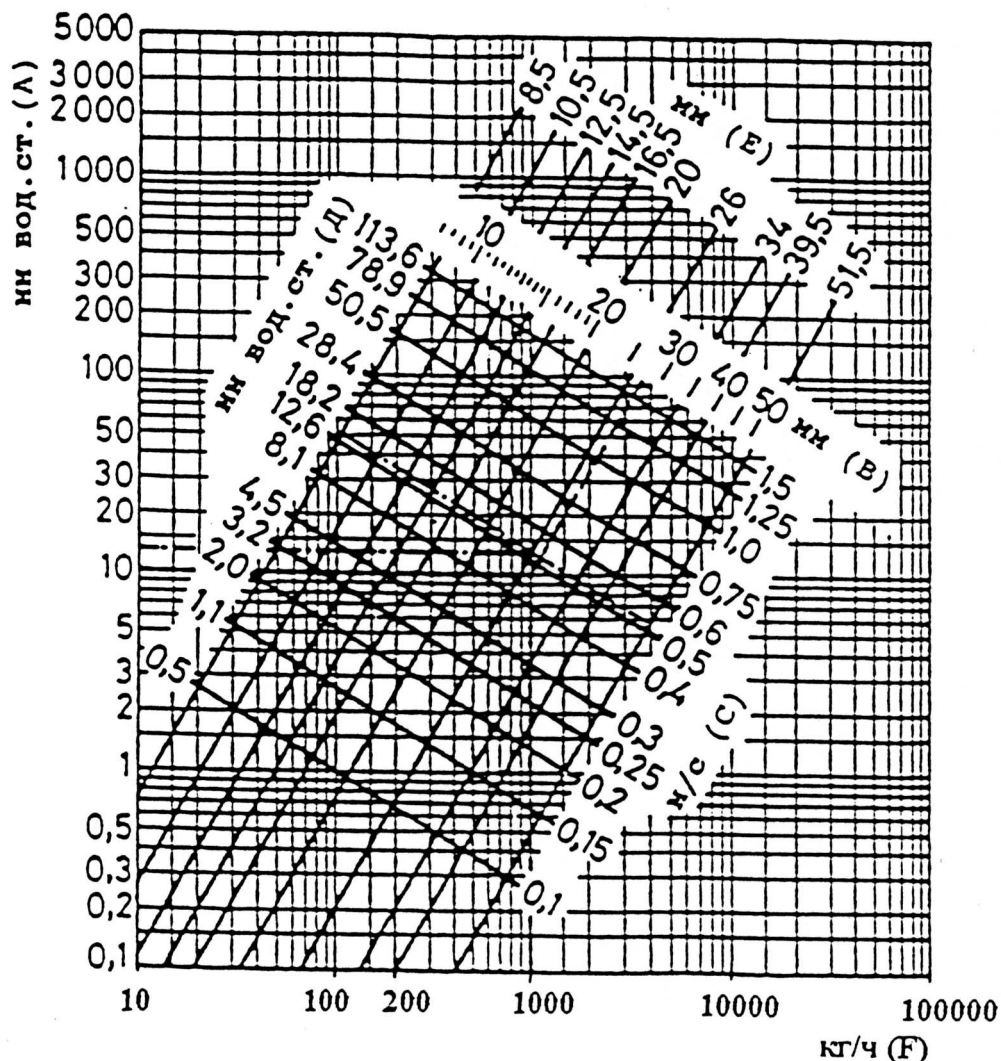
$\varphi_4$  - поправочный коэффициент при средней температуре теплоносителя 85°C, принимаемый по табл. П 1.2.

Продолжение приложения 1

Таблица П 1.2. Значения поправочного коэффициента  $\varphi_4$ 

$\varphi_4$	М	Расход горячей воды М в кг/с (верхняя строка) и в кг/ч (нижняя строка) при диаметре условного прохода труб $d_y$ , мм						
		10	15	20	25	32	40	50
1,02	кг/с	0,1724	0,2676	0,4879	0,7973	1,3991	1,8249	3,0495
	кг/ч	620,6	963,4	1754,4	2870,3	5036,8	6569,6	10978,2
1,04	кг/с	0,0836	0,1299	0,2368	0,3869	0,6790	0,8856	1,4799
	кг/ч	301,0	467,0	852,5	1392,8	2444,4	3188,2	5327,6
1,06	кг/с	0,0541	0,0840	0,1532	0,2504	0,4394	0,5731	0,9577
	кг/ч	194,8	302,4	551,5	901,4	1581,8	2063,2	3447,7
1,08	кг/с	0,0394	0,0612	0,1116	0,1823	0,3199	0,4173	0,6973
	кг/ч	141,8	220,3	401,8	656,3	1151,6	1502,3	2510,3
1,1	кг/с	0,0306	0,0475	0,0867	0,1416	0,2485	0,3241	0,5416
	кг/ч	110,2	171,0	312,1	509,8	894,6	1166,8	1949,8
1,12	кг/с	0,0248	0,0385	0,0701	0,1146	0,2011	0,2623	0,4383
	кг/ч	89,3	138,6	252,4	412,6	724,0	994,3	1577,9
1,14	кг/с	0,0206	0,0320	0,0584	0,0954	0,1674	0,2183	0,3649
	кг/ч	74,2	115,2	210,2	343,4	602,6	785,9	1313,6
1,16	кг/с	0,0175	0,0272	0,0496	0,0810	0,1423	0,1856	0,3101
	кг/ч	63,0	97,9	178,6	292,0	512,3	668,2	1116,4
1,18	кг/с	0,0151	0,0235	0,0428	0,0700	0,1229	0,1602	0,2678
	кг/ч	54,4	84,6	154,1	252,0	442,4	576,7	964,1
1,2	кг/с	0,0132	0,0205	0,0375	0,0612	0,1074	0,1401	0,2341
	кг/ч	47,5	73,8	135,0	220,3	386,6	504,4	842,8
1,22	кг/с	0,0117	0,0182	0,0331	0,0541	0,0949	0,1238	0,2068
	кг/ч	42,1	65,5	119,2	194,8	341,6	445,7	744,5
1,24	кг/с	0,0104	0,0162	0,0295	0,0482	0,0845	0,1103	0,1843
	кг/ч	37,4	58,3	106,2	173,5	304,2	397,1	663,5
1,26	кг/с	0,0093	0,0145	0,025	0,0432	0,0759	0,0989	0,1653
	кг/ч	33,5	52,2	95,4	155,5	273,2	356,0	595,1
1,28	кг/с	0,0084	0,0131	0,0239	0,0390	0,0685	0,0893	0,1492
	кг/ч	30,2	47,2	86,0	140,4	246,6	321,5	537,1
1,3	кг/с	0,0077	0,0119	0,0217	0,0354	0,0621	0,0810	0,1354
	кг/ч	27,7	42,8	78,1	127,4	241,6	291,6	487,4
1,32	кг/с	0,0070	0,0108	0,0198	0,0323	0,0566	0,0739	0,1235
	кг/ч	25,2	38,9	71,3	116,3	203,8	266,0	444,6
1,34	кг/с	0,0064	0,0099	0,0181	0,0295	0,0519	0,0676	0,1130
	кг/ч	23,0	35,6	65,2	106,2	186,8	243,4	406,8
1,36	кг/с	0,0059	0,0091	0,0166	0,0271	0,0476	0,0621	0,1038
	кг/ч	21,2	32,8	59,8	97,6	171,4	223,6	373,4
1,38	кг/с	0,0054	0,0084	0,0153	0,0250	0,0439	0,0573	0,0957
	кг/ч	19,4	30,2	55,1	90,0	158,0	260,3	344,5
1,4	кг/с	0,0050	0,0078	0,0142	0,0231	0,0406	0,0529	0,0885
	кг/ч	18,0	28,1	51,1	83,1	146,2	290,4	318,6

**Номограмма для определения потери давления  
в медных трубах в зависимости от расхода воды  
при её температуре 40°C**



- A** – потери давления на трение в медных трубах 1 м при температуре теплоносителя 40°C, мм вод. ст.;
- B** – внутренние диаметры медных труб, мм;
- C** – скорость воды в трубах, м/с;
- D** – потеря давления на местные сопротивления при коэффициенте сопротивления  $\zeta=1$  и соответствующем внутреннем диаметре подводящей медной трубы, мм вод. ст.;
- E** – внутренние диаметры медных труб, характерные для западноевропейского рынка, мм;
- F** – расход воды через трубу, кг/ч.

При средней температуре воды 80°C на значения потери давления, найденные по настоящей номограмме, вводить поправочный множитель 0,88; при средней температуре 10°C – поправочный множитель 1,25.