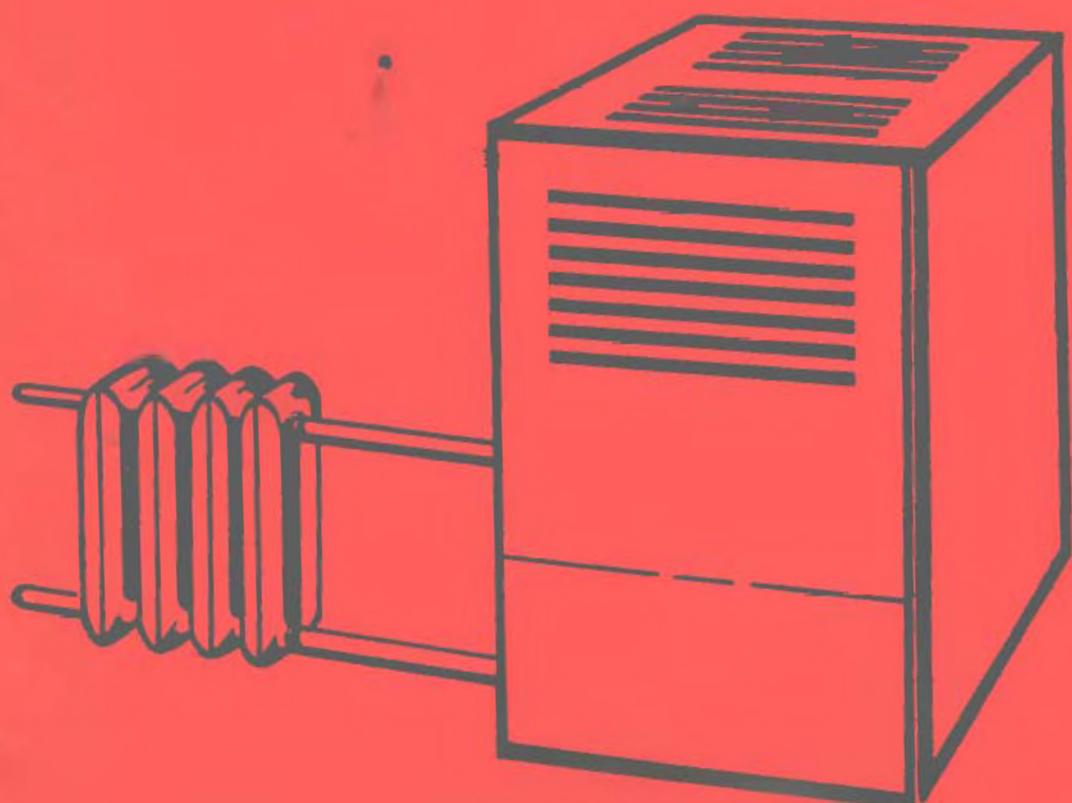


Н.М. АРТЮШЕНКО

# **Водяное отопление индивидуальных домов**



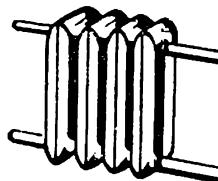
*будівельник*

Н.М. АРТЮШЕНКО

# Водяное отопление индивидуальных домов

Издание 3-е,  
переработанное и дополненное

[www.janko.front.ru](http://www.janko.front.ru)



КИЕВ «БУДІВЕЛЬНИК» 1980

**ББК 38.762**  
**€С9.4**  
**А8з**

**УДК 397.4 : 696.43**

**Водяное отопление индивидуальных домов / Артюшенко Н. М.— 3-е р. — пере-  
раб. и доп. — Кнів. Будівельник. 1980.— 64 с.**

В книге рассмотрены системы водяного отопления малоэтажных зданий. Писаны наиболее экономические схемы разводки трубопроволов холодного и горячего водоснабжения, подбора конструкции печи-котла и водонагревателя приборов. Приведены простейшие примеры расчета систем отопления.

Издание дополнено комплектами поквартирного отопления — котлы, водительные приборы и трубы, которые выпускают в настоящее время. Нормативные данные приведены по состоянию на 01.07. 79. Книга рассчитана на индивидуальных застройщиков. Гл. 27. Табл. 18.

*В. П. Шкредко*

Редакция литературы — авторский супер совету и озеленению  
Заведующая редакцией Н. С. Красник

A 30216—061  
31213(04)—89 00—80 3206000000

© Издательство «Будівельник», 1980, изменения и дополнения

## **ВВЕДЕНИЕ**

В сельской местности, в небольших рабочих поселках, а также в дачных пригородах из-за малой плотности жилой застройки централизованное теплоснабжение обычно оказывается нецелесообразным как по техническим, так и по экономическим соображениям. Поэтому в малоэтажных жилых домах принято устраивать индивидуальные квартирные системы отопления. Такие системы имеют самостоятельный генератор тепла и рассчитаны на одну квартиру, состоящую из 2–4 комнат.

В зависимости от вида теплоносителя и типа нагревательных приборов квартирное отопление бывает водяным, воздушным, лучистым. Лучшим, как показывает практика, является водяное отопление. Оно надежнее и эффективнее в работе и к тому же позволяет без особых затрат создавать такие удобства, как горячее водоснабжение, сушилки для одежды и посуды, термосы для приготовления пищи и поддерживания ее в горячем состоянии (подобно русской печи).

Топливом для квартирной системы водяного отопления служат каменный сортированный уголь, дрова, разного рода брикеты, природный сетевой газ, соляровое масло, керосин.

В последние годы в связи с увеличившейся добычей природного газа и нефти в СССР начался массовый перевод на газ существующих отопительных и отопительно-варочных печей. Применение газообразного и жидкого топлива для отопления имеет ряд существенных преимуществ по сравнению с другими его видами. Процессы горения отопительных аппаратов, работающих на этом топливе, автоматизируются, в эксплуатации они более гигиеничны и экономически выгоднее чем системы, работающие на твердом топливе. При сжигании газа и жидкого топлива можно легко организовать непрерывное горение, при этом размеры печи или котла могут быть уменьшены, а конструкция максимально облегчена.

В настоящее время разработано несколько видов отопительных аппаратов, работающих на жидком топливе, кроме того, почти все малометражные котлы, после незначительного переустройства, можно перевести на газообразное и жидкое топливо.

Основными элементами системы является генератор тепла и отопительные приборы. Генератором тепла могут быть котлы стальные и чугунные секционные. В качестве нагревателя воды в системе квартирного отопления используется змеевик, монтированный в печь.

Для нужд горячего водоснабжения применяются всевозможные водонагревательные аппараты, работающие на жидким и газообразном топливе, которые широко используются так же, как генераторы тепла.

В качестве нагревательных приборов желательно использовать легкие стальные радиаторы, выпуск которых освоен нашими заводами, а также традиционные чугунные радиаторы М-140-АО. Котлы, трубы, радиаторы и другое необходимое оборудование выпускается в комплекте и реализуется через торговую сеть в магазинах строительных материалов, а также через магазины промкооперации.

При выборе конструкции генератора тепла следует помнить, что стоимость топлива составляет основные расходы на эксплуатацию жилого дома. Подсчитано, что на севере Украины стоимость топлива за 40 лет при печном отоплении равна трем стоимостям самого дома. Следовательно, генератор тепла должен иметь высокий коэффициент полезного действия (к. п. д.).

Систему отопления обслуживают сами жильцы, люди чаще всего технически несведущие. Следовательно, устройство генератора тепла должно быть максимально простым и не требовать сложного ухода и непрерывного надзора в течение длительного времени за горением в топливнике.

Генератор тепла устанавливается в непосредственной близости от жилых комнат. Поэтому топка генератора должна быть устроена так, чтобы не ухудшались санитарно-гигиенические условия квартир. Кирпичную кладку топливника рекомендуется облицовывать глазурованной керамической плиткой или кафелем, что придает ей приятный вид.

Застройщики, как правило, монтируют системы квартирного водяного отопления с естественной циркуляцией теплоносителя (воды), избегая применения центробежных насосов и моторов, которые требуют специального квалифицированного ухода и периодической замены. Это позволяет продлить сроки амортизации системы, упростить ее ремонт.

Квартирная система водяного отопления с естественной циркуляцией к тому же более надежна и бесшумна, что является немалым ее преимуществом.

Для того чтобы правильно и наиболее рационально устроить в квартире систему водяного отопления, необходимо располагать основными сведениями о конструкции и свойствах генератора тепла, отопительных приборов и приспособлений для приготовления горячей воды, о порядке и способах монтажа санитарно-технического оборудования и трубопроводов, о методике расчета отдельных элементов оборудования и системы в целом, а также о правилах эксплуатации и технике безопасности. Эти сведения читатель сможет получить, прочитав предлагаемую книгу.

## **СИСТЕМЫ КВАРТИРНОГО ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ**

Системы квартирного водяного отопления бывают с повышенной и нормальной водяной емкостью. В системе с повышенной водяной емкостью топка генератора тепла производится периодически, а водяная емкость рассчитывается с учетом аккумулирования тепла, необходимого для компенсации теплопотерь в период между топками. В системе с нормальной водяной емкостью топка генератора тепла производится непрерывно в период наиболее холодной пятидневки, температура которой для данного района принята согласно СНиП.

В строительной практике системы с повышенной водяной емкостью не находят применения как из-за трудности расчета и отсутствия свободной площади в жилом помещении для установки бака аккумулятора, так и из-за сложности эксплуатации системы.

При устройстве квартирного водяного отопления генератор тепла устанавливается обычно на полу на несгораемом основании, а приборы отопления — под окнами. Циркуляция теплоносителя (воды) в трубопроводах происходит, главным образом, в результате ее охлаждения в нагревательных приборах и трубопроводах, находящихся выше центра нагрева котла. Необходимо учитывать, что с увеличением протяженности трубопроводов возрастает общее гидравлическое сопротивление системы отопления. Для уменьшения сопротивления систему отопления делят на две части, что возможно при размещении генератора тепла в центре квартиры. При этом подающая магистраль получается общая, а обратных магистралей — две.

Долгое время широкое распространение имели двухтрубные системы отопления с нормальной водяной емкостью с прокладкой подающей магистрали под потолком, обратной — у пола (рис. 1). Положительными качествами такой системы являются: увеличение циркуляционного напора за счет охлаждения воды в трубопроводах, прокладываемых под потолком помещения; равномерность прогрева всех нагревательных приборов, возможность регулировки и отключения отдельных нагревательных приборов. В настоящее время требования к эстетическому виду системы изменились, ввиду этого трубопроводы прокладываются на уровне подоконника или выше под ним.

При установке чугунных радиаторов в помещении, имеющем низкие подоконники, подающие магистрали можно прокладывать

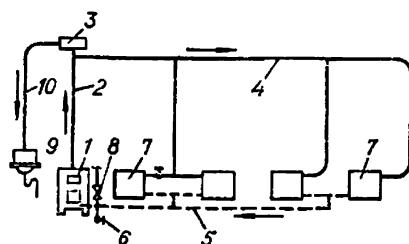


Рис. 1. Схема двухтрубной системы отопления:

1 — котел; 2 — главный стояк; 3 — расширительный сосуд; 4 — подающая магистраль; 5 — обратная магистраль; 6 — кран для выпуска воды из системы; 7 — нагревательный прибор; 8 — вентили для наполнения системы из водопровода; 9 — раковина; 10 — переливная труба.

по оси верхних радиаторных отверстий. Обратная магистраль прокладывается у пола. Время прогрева всех нагревательных приборов системы 30—40 мин.

При прокладке трубопроводов во всех случаях должны быть соблюдены уклоны, которые обеспечили бы сток воды и удаление воздуха из системы отопления.

Следует отметить, что при прокладке под потолком труб больших диаметров (32—40 мм) с уклоном ухудшается интерьер комнаты, увеличиваются теплопотери через верхние части стен и потолок. Для устранения этих недостатков, а также для сокращения расхода металла применяется схема разводки горячих магистралей под подоконниками (рис. 2.) Отрицательным в такой схеме является более медленный прогрев нагревательных приборов. Для увеличения циркуляционного напора в системе принят проточный расширительный сосуд.

При выборе схемы разводки трубопроводов системы квартирного водяного отопления необходимо руководствоваться следующими соображениями. Циркуляционное давление в системах отопления с естественной циркуляцией обеспечивается термосифонным эффектом нагрева воды в котле и охлаждением ее в разводящих трубопроводах и нагревательных приборах. Величина циркуляционного давления  $H$ , кг/м<sup>3</sup>, определяется по формуле

$$H = h (\gamma_{\text{охл}} - \gamma_r),$$

где  $h$  — расстояние между центром нагрева котла и центром охлаждения воды в радиаторе, м.

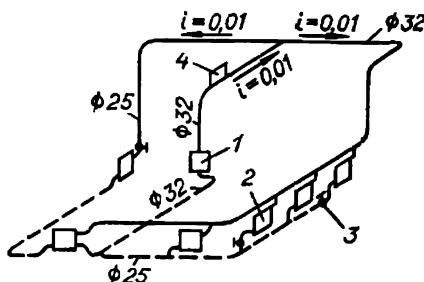
$\gamma_{\text{охл}}$ ,  $\gamma_r$  — объемная масса воды соответственно охлажденной и горячей, кг/м<sup>3</sup>.

Из формулы видно, чем больше расстояние ( $h$ ) между центром нагрева и центром охлаждения, тем больше величина циркуляционного напора, что обеспечивает хороший прогрев всей системы отопления.

Увеличение расстояния между центром нагрева и центром охлаждения обычно обеспечивается установкой котла в подвальном помещении, или же применением таких дополнительных устройств в системе отопления, как установкой проточного расширительного сосуда, водоподогревателя (под потолком помещения) или высокорасположенного нагревательного прибора.

Рис. 2. Схема двухтрубной системы отопления с подоконной разводкой подающих трубопроводов:

1 — котел; 2 — нагревательный прибор; 3 — регулирующий кран; 4 — расширительный сосуд; сплошной линией показана подающая магистраль, пунктиром — обратная магистраль.



Высокорасположенным нагревательным прибором может быть опуск подающей магистрали при подоконной разводке трубопроводов. С этой целью диаметр его увеличивают до 75—100 мм или же прокладывают две трубы параллельно диаметром по 70 мм каждая. Такой прибор может увеличить циркуляционный напор на 15—20%. Как установлено многими исследователями и подтверждается расчетом проточный расширительный сосуд также увеличивает циркуляционный напор на 12—15%.

Для обеспечения быстрого и равномерного прогрева всех нагревательных приборов системы отопления необходимо схему трубопроводов принимать такую, при которой длина циркуляционных колец была бы минимальной, а следовательно, их сопротивление будет меньше. С этой целью лучше делать 2 или даже 3 циркуляционных кольца, а установку котла — в центре отопительных нагрузок.

Подающий стояк желательно теплоизолировать, расположив его так, чтобы он имел минимальное расстояние до проточного расширительного сосуда. На разводящих магистралях и подводках рекомендуется использовать только отводы, так как они имеют меньшее гидравлическое сопротивление движущего теплоносителя.

Разводящие трубопроводы прокладываются с уклоном в сторону движения теплоносителя, для того чтобы обеспечить полное воздухоудаление из всех участков системы отопления. При быстром наполнении системы водой образуются «воздушные пробки», чтобы этого не возникало, систему необходимо наполнять медленно в течение 30—40 мин.

Устройство однотрубных систем квартирного водяного отопления с нижней разводкой трубопроводов у пола помещения, возможно в двухэтажных домах при достаточном циркуляционном напоре. При такой разводке в верхних радиаторных пробках необходимо предусмотреть воздушные краны для удаления воздуха из системы при заполнении ее водой.

Дополнительные устройства (водонагреватель, высокорасположенный нагревательный прибор) и всю разводку подающей магистрали устанавливают в подсобных помещениях, чтобы они не портили интерьера помещения.

Размещение котла в подвале позволит оборудовать склад топлива там же, где установлен котел. Для загрузки склада топливом

в подвале устраивают загрузочное устройство — люк или специальное окно. Люк может быть чугунным ( $\varnothing$  700 мм) или деревянным. Деревянные части необходимо хорошо антисептировать. Зимой загрузочное устройство желательно утеплять, устраивая второе днище, засыпанное опилками или покрытое теплыми матами.

### Элементы оборудования

Оборудование системы квартирного водяного отопления состоит из следующих основных элементов: генератора тепла (котла), нагревательных приборов, трубопроводов, фитингов, расширительного сосуда, запорно-регулирующей арматуры.

**Генераторы тепла.** В настоящее время промышленность выпускает малометражные котлы стальные (ГОСТ 22451—77) и чугунные (ГОСТ 20548—75).

Для отопления квартир малоэтажных зданий применяют малометражные котлы КЧМ-1, КЧМ-2 и микрометражный котел КЧММ-2, которые рассчитаны на рабочее давление до 2 кгс/см<sup>2</sup> и температуру горячей воды до 95° С (табл. 1, 2, 3).

Чугунные котлы изготавливают следующих типов:  
*универсальные* — для работы на твердом топливе, конструкция которых предусматривает переоборудование их для работы на жидком или газообразном топливе;

*специализированные* — для работы либо только на твердом топливе, либо только на жидком или газообразном топливе.

Чугунные котлы выпускают двух моделей:  
малая (КЧММ) — тепловой мощностью до 23 Мкал/ч;  
большая (КЧМ) — тепловой мощностью от 9,5 до 73 Мкал/ч.

Стальные котлы (табл. 4, 5)\* изготавливают следующих типов:

*универсальные* — для работы на твердом топливе, конструкция которых предусматривает переоборудование их для работы на жидком или газообразном топливе.

*специализированные* — для работы на жидком или газообразном топливе.

Данные, приведенные в таблицах, определяются при сжигании следующих видов топлива: антрацита Донецкого бассейна класса 25-50 (ГОСТ 8188—74), природного газа (ГОСТ 5542—50\*), печного бытового легкого жидкого топлива (ГОСТ 4753—68\*).

Срок службы чугунного котла — 20, стального — 10 лет. Средний ремонт чугунного котла производят не менее чем через 20 000 ч, стального — не менее чем через 8000 ч.

В комплект котлов входит: расширительный бачок, термометр в оправе, ерш для чистки газоходов. Для котлов, работающих на твердом топливе, в комплект дополнительно должны входить

\* Буквами Г, Ж в типоразмерах котлов обозначен вид топлива (газообразное и жидкое).

Таблица 1. Техническая характеристика котла КЧММ-2

Основные параметры	Площадь поверхности нагрева, м <sup>2</sup>		
	0,9	1,17	1,44
Тепловая мощность, Мкал/ч К. п. д. при сжигании антрацита марки АО, %	9,05	12,1	15,1
Число секций, шт.	4	5	6
Вместимость, л	16,7	19,7	22,7
Размеры, мм:			
длина (с дымовым патрубком)	510	670	750
ширина		480	
высота		680	
Диаметр штуцеров,		40	
Масса, кг	150	172	192
Разряжение, кг/м <sup>2</sup> или мм вод. столба	1+1,5		

Примечание. Изготовлено Московским чугунолитейным заводом им. Войкова.

Таблица 2. Техническая характеристика котла КЧМ-1

Основные параметры	Площадь поверхности нагрева, м <sup>2</sup>			
	1,31	1,73	2,06	2,48
Тепловая мощность, Мкал/ч К. п. д. при сжигании антрацита марки АО, %	13,9	18,0	21,7	27,0
Число секций, шт.	4	5	6	7
Вместимость, л	27,2	30,5	33,8	37,1
Размеры, мм:				
длина	340	425	510	596
ширина		450		
высота		1040		
Диаметр входного и выходного патрубков, мм		50		
Масса, кг	222	258	292	329
Разряжение кг/м <sup>2</sup> или мм вод. столба	1,0	1,2	1,1	1,3

Примечание. Изготовители: Кировский чугунолитейный завод и Каунасский санитарно-технических изделий им. Греффенбергерис.

Таблица 3. Техническая характеристика котла КЧМ-2

Основные параметры	Площадь поверхности нагрева, м <sup>2</sup>			
	1,23	1,67	2,11	2,51
Тепловая мощность, Мкал/ч К. п. д. при сжигании антрацита марки АО, %	12,1	16,5	20,7	25,7
Число секций, шт.	77	78	77	77
Вместимость, л	3	4	5	6
	24,0	27,4	30,8	34,2

*Продолжение табл. 3*

Основные параметры	Площадь поверхности нагрева, м <sup>2</sup>			
	1,23	1,67	2,11	2,51
Размеры, мм:				
длина	300	390	480	570
ширина			470	
высота			1100	
Диаметр входного патрубка, мм			50	
Масса, кг	235 1,5	278 1,5	322 1,6	365 1,6
Разряжение кг/м <sup>2</sup> или мм вод. столба				

П р и м е ч а н и е. Изготовитель: Каунасский завод санитарно-технических изделий Грайфенбергериса.

Т а б л и ц а 4. Техническая характеристика стальных котлов

Основные параметры	Марка котла			
	КС-1	КС-2	КС-3	КС-4
Тепловая мощность, Мкал/ч не менее, при сжигании топлива:				
твердого	10,0 (11,2 *)	12,0 (13,7 *)	15,0 (16,8 *)	22,0 (23,7 *)
жидкого и газообразного	8,2	10,3	12,8	—
К. п. д., %, не менее, при сжигании топлива:				
твердого		75 (77 *)	75 (76 *)	
жидкого		76 (77 *)	76 (78 *)	
газообразного		80 (81 *)	80 (82 *)	
Параметры теплоносителя:				
абсолютное давление, кг/см <sup>2</sup>			3,0	
температура, °C			95	
Разряжение, кг/м <sup>2</sup> или мм вод. столба, не более		1,5		2,5
Гидравлическое сопротивление, кг/м <sup>2</sup> или мм вод. столба, не более		3,0		10,0
Температура наружной поверхности кожуха, °C, не более			70 (55 *)	
Масса, кг, не более	100	130	175	
Время работы котла на твердом топливе, без обслуживания, ч, не менее			6 (8 *)	

\* Данные для котлов высшей категории качества.

Т а б л и ц а 5. Техническая характеристика стальных специализированных котлов

Основные параметры	Марка котла, работающего на топливе					
	жидким			газообразном		
	КС-1ЖС	КС-2ЖС	КС-3ЖС	КС-1ГС	КС-2ГС	КС-3ГС
Тепловая мощность, Мкал/ч не менее	7,0	12,0	16,0	9,8	19,6	29,4
К. п. д. при сжигании топлива, %		80 (82 *)			86 (88 *)	

*Продолжение табл. 5*

Основные параметры	Марка котла, работающего на топливе					
	жидким			газообразом		
	КС-1ЖС	КС-2ЖС	КС-3ЖС	КС-1ГС	КС-2ГС	КС-3ГС
Абсолютное давление теплоносителя, кг/см <sup>2</sup>				3,0		
Температура, °C				95		
Разряжение кг/м <sup>2</sup> или мм вод. ст., не более			3,5		2,5	
Гидравлическое сопротивление, кг/м <sup>2</sup> или мм вод. ст., не более				3,0		
Температура наружной поверхности кожуха, °C, не более					70 (55 *)	
Масса, кг, не более	90	130	170	85	100	

\* Данные для котлов высшей категории качества.

резак, совок для угля, кочерга, а для универсальных котлов, работающих на жидким и газообразном топливе дополнительно, еще и горелка с автоматом безопасности. Работа котлов на жидким и газообразном топливе без автомата безопасности не допускается. Комплект деталей для переоборудования топки поставляют в соответствии с рабочими чертежами. К комплекту котла должна быть приложена эксплуатационная документация: паспорт, инструкция по монтажу и эксплуатации котла, а также горелки и автомата безопасности.

Чугунные котлы состоят из отдельных секций, собранных в пакеты при помощи ниппелей и стяжных болтов.

Малометражные стальные котлы собирают из одного пакета секций, внутри которых располагается топка и зольник.

Чугунные малометражные котлы поставляются заводом-изготовителем в собранном виде — в металлическом кожухе с отводами для горячей и обратной воды и патрубком для подсоединения к дымоходу в комплекте с кочегарным инструментом.

В чугунных малометражных котлах при числе секций до 6 стволов для горячей воды можно устанавливать как спереди, так и сзади котла, а при числе секций более 6 — только спереди. В отличие от системы центрального отопления, имеющей, как правило, два котла (рабочий и резервный), в системе квартирного отопления устанавливается только один.

В зависимости от конструкции топки котлы работают на твердом газообразном или жидким бытовом топливе и устанавливаются изолированно или совмещенно с кухонной плитой. Малые стоячие котлы работают на естественной тяге и имеют только топку верхнего горения.

Малометражные котлы (стальные и чугунные) предназначены для работы на твердом высококалорийном топливе — грохоченных

каменных углях и антраците, коксе, а также на брикетированном малозольном топливе.

Загрузка угля в топку производится через 3—5 ч, чистка топки — один раз в сутки с последующим розжигом нового слоя топлива.

При необходимости эти котлы могут быть переоборудованы для сжигания в них газа или жидкого топлива путем установки соответствующих топливосжигающих устройств и автоматики безопасности, в этом случае используется жидкое топливо — керосин осветительный (ТУ 38-101656-76) и топливо печное бытовое.

Котлы присоединяются к дымовой трубе специальным патрубком с заслонкой, к системе отопления — двумя патрубками из труб диаметром 32—50 мм.

На подающей от котла магистрали устанавливают термометр, на обратной — установка термометра не обязательна.

Вентили и краны без необходимости на подающей и обратной магистрали не устанавливают из условия уменьшения гидравлического сопротивления.

При наличии горячего водоснабжения совмещенного с системой отопления на обратной магистрали устанавливают отключающий проходной сальниковый кран, которым при необходимости отключают систему отопления.

Из-за малых размеров вентивных газоходов чугунны

стальные котлы имеют высокую температуру отходящих газов (250—500° С), что вызывает пережог топлива и снижение к.п.д. генератора. Этого недостатка можно избежать, изменив схему подсоединения котла к вытяжной трубе через обогревательный щиток (рис. 3). Такое подсоединение позволит при растопке и при плохой тяге, открыв оба шибера, направить прямотоком продукты горения, а при хорошо установленной тяге, перекрыв шибер 1, переключить отвод продуктов горения на систему дымооборотов обогревательного щитка. Слабая тяга может наблюдаться также в переходной отопительный период (ранняя осень, поздняя весна), когда понижено атмосферное давление. Схема эта хорошо себя зарекомендовала и получила распространение в малоэтажных домах пригорода г. Киева.

На схеме показано 3 дымооборота, но их может быть больше — это зависит от высоты дымовой трубы и силы тяги.

При установке котла на горячие конструкции пола под котлом, а также перед топкой настилают слой листового асбеста или

войлока, смоченного в глиняном растворе, а по верху этого слоя укладываются стальные листы или кровельное железо.

Чугунные секционные котлы выпускаются заводами Министерства строительных материалов — Кировским чугунолитейным, Каunasским заводом сантехнических изделий и Братским заводом отопительного оборудования, кроме того, их выпуск осваивается заводами других министерств.

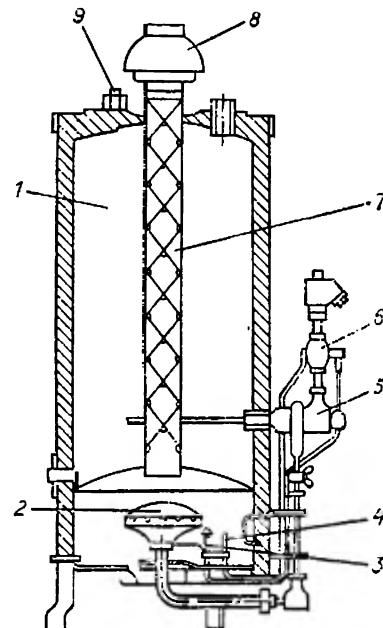
Стальные котлы выпускают заводы различных министерств, как товары народного потребления.

Газогорелочные и автоматические устройства для малометражных котлов, а также водонагреватели АГВ-80 и АГВ-120 выпускает Ростовский завод газовой аппаратуры, Московский ремонтно-механический завод Мосжилуправления и ряд других заводов Министерства коммунального хозяйства.

Автоматические газовые водонагреватели АГВ-80 (рис. 4) и АГВ-

Рис. 4. Автоматический водонагреватель АГВ-80:

1 — резервуар для воды; 2 — основная горелка; 3 — запальняющая горелка; 4 — термопара; 5 — терморегулятор; 6 — приборы автоматики и электромагнитный клапан; 7 — стабилизатор; 8 — тягопрерыватель; 9 — предохранительный клапан.



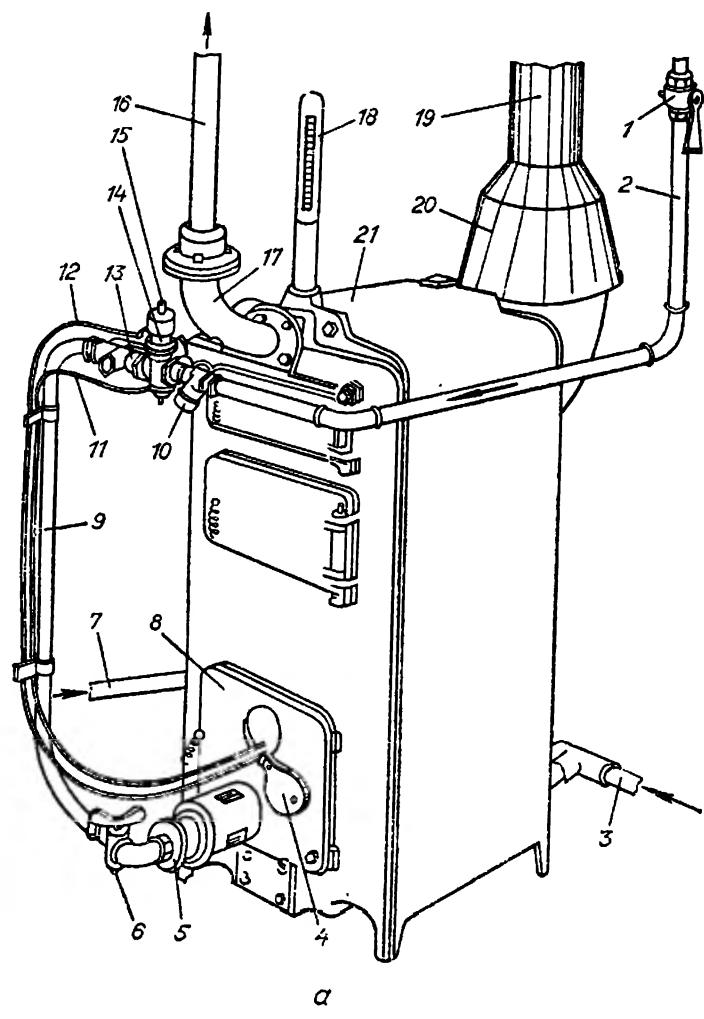
120 успешно применяются как генераторы тепла квартирных систем водяного отопления и имеют емкость соответственно 80 и 120 л.

Водонагреватель выполнен по схеме «труба в трубе». Через внутреннюю, малую трубу, омыываемую снаружи водой, удаляются продукты сгорания. Внутри малой трубы установлена винтовая спираль (стабилизатор), которая прижимает поток отходящих газов к стенкам трубы и тем самым усиливает их нагрев.

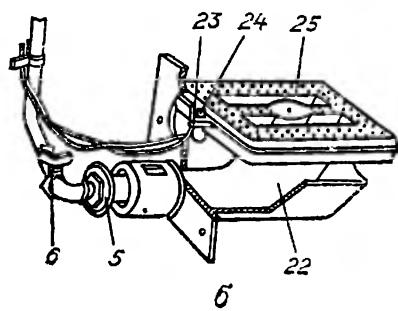
Для устранения излишних теплопотерь через поверхность наружной трубы водонагреватель покрывают теплоизоляцией (минеральная вата, мастика, асбест). Поверх изоляции надевают защитный кожух из листового железа, покрытого нитроэмалью.

Внизу водонагревателя расположено газогорелочное устройство. Для обеспечения постоянной тяги на дымоходе устанавливают тягопрерыватель. Продукты сгорания отводятся через тягопрерыватель в дымовой канал. Холодная вода подводится снизу, сверху отводится нагретая.

Недостатком АГВ-80 и АГВ-120, как генераторов тепла для квартирных систем отопления является то, что их центр нагрева расположек довольно высоко, вследствие чего ухудшается цирку-



a



b

Рис. 5. Общий вид котла КЧМ-1, работающего на газе с автоматом безопасности и терморегулятором:

1 — клапан на опускке; 2 — газопровод; 3 — трубопровод охлажденной воды из системы отопления; 4 — заслонка смотрового глазка; 5 — регулятор первичного воздуха; 6 — кран; 7 — водопровод; 8 — фронтальная плита горелки; 9 — газопровод горелки котла; 10 — газовый фильтр; 11 — трубка газопровода к запальнику; 12 — электропроводы от термопары с накидной гайкой; 13 — терморегулятор; 14 — электромагнитный клапан; 15 — кнопка электромагнитного клапана; 16 — трубопровод горячей воды; 17 — отвод; 18 — термометр в металлическом футляре; 19 — дымоход для отвода продуктов сгорания; 20 — тягопрерыватель; 21 — кожух котла; 22 — смеситель горелки; 23 — запальник горелки; 24 — термопара; 25 — насадка горелки.

ляния воды в системе отопления. В практике строительства АГВ-80 и АГВ-120 устанавливают в приямке на 300—400 мм ниже уровня пола.

Автоматическое регулирование процесса горения производится в целях поддержания заданного температурного режима при соблюдении высоких показателей горения и безопасности сжигания

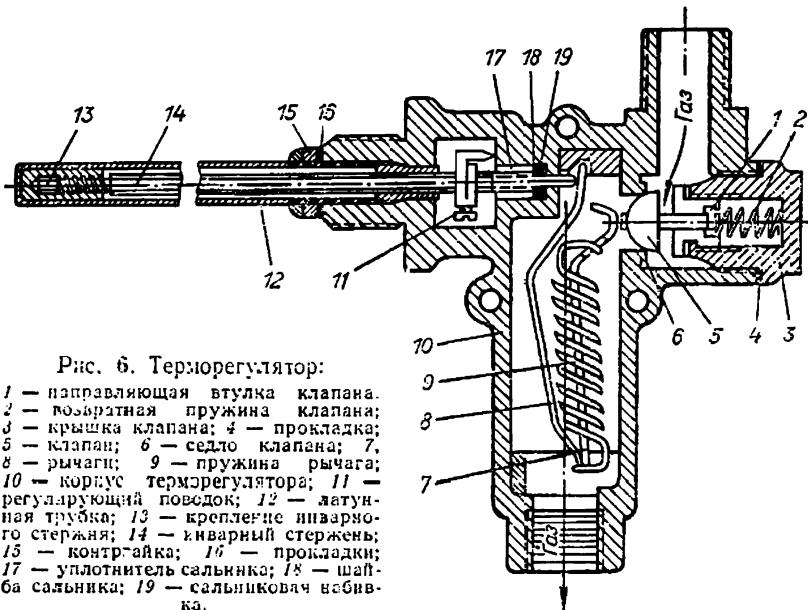


Рис. 6. Терморегулятор:

1 — направляющая втулка клапана; 2 — возвратная пружина клапана; 3 — крышка клапана; 4 — прокладка; 5 — клапан; 6 — седло клапана; 7, 8 — рычаги; 9 — пружина рычага; 10 — корпус терморегулятора; 11 — регулирующий поводок; 12 — матунная трубка; 13 — крепление инварного стержня; 14 — инварный стержень; 15 — контргайка; 16 — прокладки; 17 — уплотнитель сальника; 18 — шайба сальника; 19 — сальниковая набивка.

газа, что значительно повышает экономичность установленного отопительного оборудования.

Комплексная автоматика, применяемая в малых котлах и водонагревателях, состоит из следующих основных систем: автоматики регулирования и безопасности, теплотехнического контроля.

Система автоматики котла КЧМ-1, разработанная институтом Мосгазпроект (рис. 5), состоит из двухпозиционного регулирующего автомата — терморегулятора (рис. 6) и автомата безопасности.

Терморегулятор автоматически поддерживает заданную температуру воды в генераторе тепла в соответствии с настройкой регулятора. При повышении температуры воды в кotle клапан газопровода закрывается, а с понижением — открывается.

В котлах марки КЧМ терморегулятор устанавливается на выходе подающего трубопровода или в коллекторе котла. В водонагревателях АГВ-80 и АГВ-120 он расположен ниже средней линии корпуса нагревателя. Корпус терморегулятора помещается с внешней стороны водонагревателя, а трубка со стержнем, которая омывается водой,— внутри генератора.

Основной частью терморегулятора является чувствительный элемент, состоящий из латунной трубы с большим коэффициентом

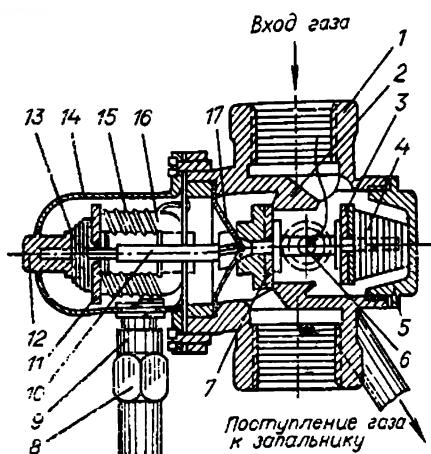


Рис. 7. Электромагнитный клапан:  
1 — корпус; 2 — двойное седло; 3 — нижняя тарелка; 4 — пружинка; 5 — крышка; 6 — отверстие для подвода газа к запальнику; 7 — верхняя тарелка; 8 — накидная гайка термопары; 9 — штуцер термопары; 10 — шток; 11 — дисковый якорь; 12 — кнопка; 13 — пружина кнопки; 14 — защитный колпачок; 15 — обмотка электромагнита; 16 — сердечник электромагнита; 17 — гибкая мембрана.

линейного расширения и инварного стержня — с малым коэффициентом линейного расширения.

При изменении температуры воды в кotle происходит увеличение или уменьшение длины латунной трубы, и, соответственно, перемещение закрепленного в ней с одного конца инварного стержня. Свободным концом стержень воздействует на систему рычагов, находящихся под натяжением пружины, вследствие чего газовый клапан закрывается или открывается.

Терморегулятором можно отрегулировать температуру котла в пределах  $40 \div 95^{\circ}\text{C}$ . Это достигается изменением активной длины инварного стержня путем подвертывания его во втулке корпуса при помощи поводка.

Запальник устанавливается на кронштейне у головки горелки. Она дает два факела пламени: для нагрева термопары и зажигания горелки котла.

Автомат безопасности отключает поступление газа к горелке в случае затухания или отрыва пламени и состоит из следующих элементов: электромагнитного клапана, термопары и запальника.

Электромагнитный клапан (рис. 7) представляет собой прибор, в передней части корпуса которого находится электромагнит (сердечник с обмоткой). Сердечник изготавливается из пермаллоя (железоникелевый сплав с примесью углерода, кремния и марганца), обладающего большой магнитной проницаемостью. Концы обмотки

сердечника выведены на штуцер, который соединяется с накидной гайкой. Лисковый якорь помещается на штоке, который, будучи связан с гибкой мемброй, может воздействовать на двойной тарельчатый клапан. Когда генератор тепла не работает, спиральная пружина прижимает тарелку клапана к камере входа газа к седлу клапана. В этом положении клапан перекрыт, газ не поступает ни к запальнику, ни к горелке.

Котел включается в работу при нажатии до отказа кнопки электромагнитного клапана. Якорь при этом прижимается к сердечнику электромагнита, стержень якоря в свою очередь передвигает клапан в камере выхода газа, и тарелка клапана, прижимаясь к своему седлу, закрывает проход к горелке котла. В камере входа газа тарелка клапана отойдет от седла и откроет проход газу к запальнику через отверстие в корпусе клапана, находящегося между седлами.

При нагревании спая термопары в цепи электромагнитного клапана возникает электродвижущая сила, способная удерживать якорь электромагнитом. При отпущенном состоянии пружина клапана передвигает его назад, по направлению к электромагниту. При этом тарелки клапана устанавливаются в промежуточном положении, седла открываются, и газ поступает к запальнику и горелке. Выходящий из горелки газ зажигается горящим запальником.

Источником тока в цепи электромагнитного клапана является термопара. Спай термопары состоит из хромеля (сплав никеля с хромом) и копеля (сплав меди и никеля).

Электроды сваривают на конце копелем. Одним из проводников тока, идущего от спая термопары, служит стержень, другим — медная трубка, изолированная от проходящего внутри стержня. Термопара устанавливается непосредственно у запальника, который нагревает ее. В колпачке запальника есть два отверстия диаметром 3 и 4 мм. Отверстие Ø 4 мм необходимо направлять на горелку, так как оно и является запальником. малое же отверстие создает факел для обогрева спая термопары.

В настоящее время завод тяжелого машиностроения (г. Жданов) выпускает специализированные котлы, работающие на газообразном топливе (отопительный аппарат марки АОГВ), который поступает в продажу в комплекте с элементами оборудования системы отопления или без них.

Для этого котла используют природный газ с теплотой сгорания 8500 ккал/м³ и давлением газа перед горелкой 65—200 мм вод. столба.

#### Техническая характеристика котла

Теплопроизводительность, ккал/ч	8000
Расход природного газа, м³/ч	1,2
Теплопроизводительность горелки, ккал/ч	10 000
К. п. д., %	80
Интервал настройки температуры нагрева воды, °С	50—95
Площадь поверхности нагревателя, м²	0,9
Диаметр дымоотводящего патрубка, мм	180

Диаметр подводящих труб, мм	40
Габаритные размеры, мм:	
высота	850
ширина	400
глубина	600
Масса, кг	85

Котел (рис. 8) выполнен в виде прямоугольной тумбы, облицовочные поверхности которой выштампованы из листовой стали и покрыты эмалью светлых тонов. Внутри его в теплоизоляционном кожухе расположена горелка и секционный нагреватель, состоя-

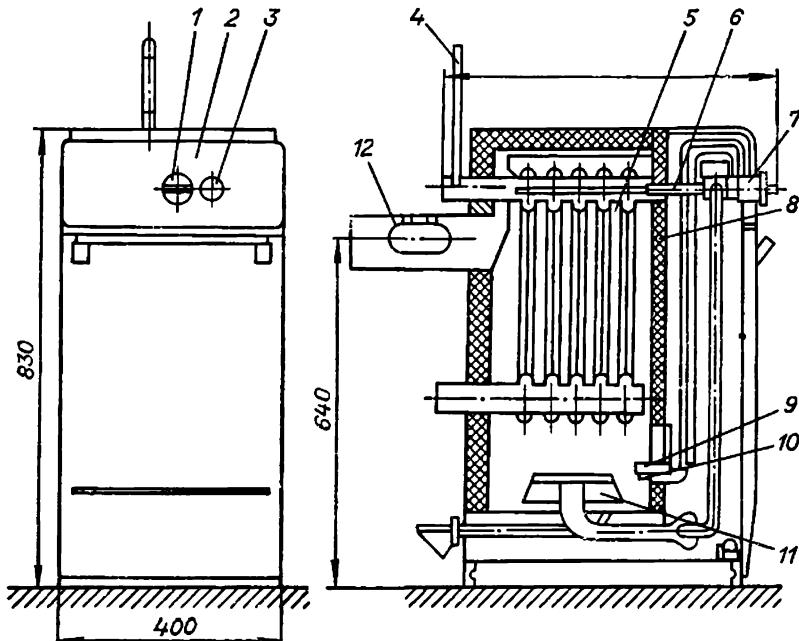


Рис. 8. Котел, работающий на газообразном топливе:  
 1 — рукоятка крана; 2 — щиток; 3 — кнопка электромагнитного клапана;  
 4 — термометр; 5 — водяная рубашка котла; 6 — терморегулятор; 7 — элек-  
 тромагнитный клапан; 8 — теплозащитный кожух топки; 9 — запальник; 10 —  
 термопара; 11 — колышевая горелка; 12 — латчик газов.

щий из 5 штампованных секций. Котел также снабжен автоматом регулирования температуры воды и автоматом безопасности, который состоит из электромагнитного клапана с термопарой, являющейся датчиком пламени запальника и тяги.

В последнее время Новокраматорским машиностроительным заводом им. В. И. Ленина для отопления малоэтажных зданий освоен выпуск котлов, работающих на жидкое топливо, с дозатором.

## Техническая характеристика котла

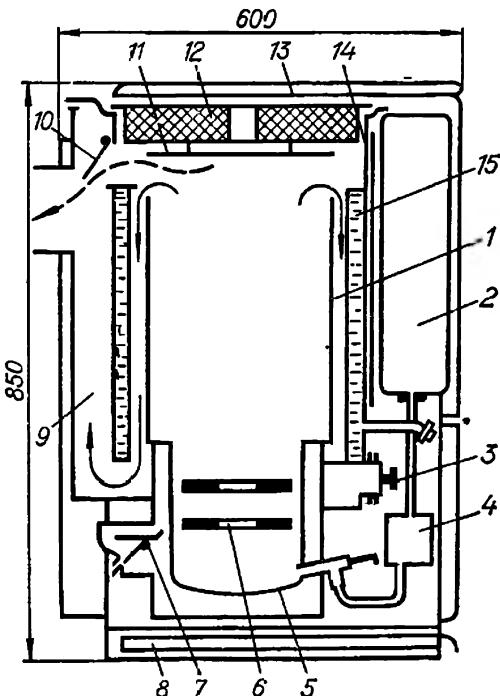
Теплопроизводительность, ккал/ч 8000  
 Расход топлива, л/ч:  
     минимальный 0,24

максимальный	1,1
К. п. д., % . . . . .	70
Тепловая нагрузка горелки, ккал/ч, не более	9000
Емкость топливного бака, л . . . . .	15
Диаметр дымоотводящего патрубка, мм	140
Диаметр патрубков по воде, мм	40
Габаритные размеры, мм:	
ширина	450
глубина	605
высота	855

Этот котел (рис. 9) выполнен в виде напольного шкафа прямоугольной формы, лицевая сторона которого закрыта щитком и откидной дверцей внизу, обеспечивающей доступ к дозатору 4. Съемные боковые поверхности котла образованы двумя штампованными декоративными стенками. Всех перекрыт откидной крышкой 13, обеспечивающей свободный доступ к топливному баку 3 и теплообменнику 15.

Основные узлы котла: теплообменники 15, дозатор 4, обеспечивающий равномерное поступление топлива в горелку 5. Постоянство его расхода в заданном режиме работы котла независимо от уровня топлива в топливном баке; горелка 5 цилиндрическая ис-

Рис. 9. Разрез котла, работающего на жидкое топливо:  
1 — жаровая трубка; 2 — топливный бак; 3 — крышка люка; 4 — дозатор топлива; 5 — испарительная горелка; 6 — кольца горелки; 7 — воздухорегулятор; 8 — поддон; 9 — дымовой колпачок; 10 — перекидной дымоход; 11 — отражатель; 12 — крышка теплообменника; 13 — откидная крышка; 14 — экран топливного бака; 15 — водяная субашка (теплообменник).



парительного типа. Внутри горелки на упоре установлено два кольца 6, предназначенные для лучшего смешивания воздуха и паров топлива при горении и образования стабильного факела горения. Экран 14, исключает чрезмерное нагревание топлива в топливном баке. Поддон 8 предохраняет пол под аппаратом от перегревания и попадания на него топлива, пролитого при заправке аппарата или в случае неисправности топливной системы.

Принцип котла основан на сжигании в горелке 5 смеси паров топлива с воздухом и обогрева теплообменника 15. Наличие жаровой

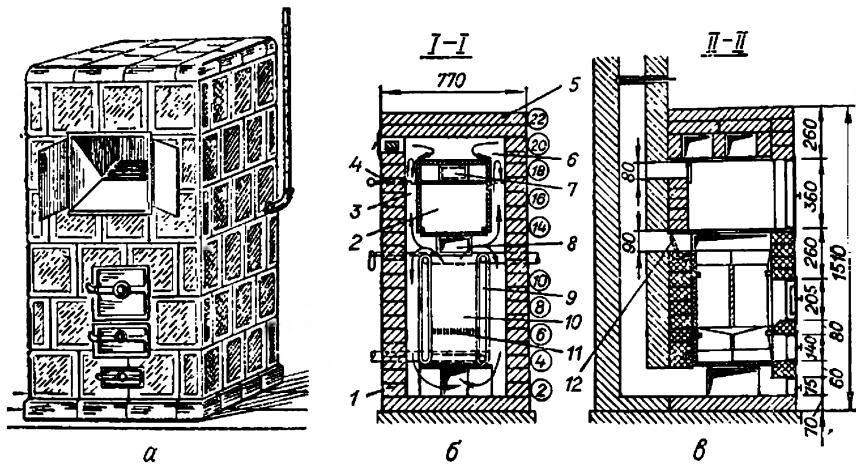


Рис. 10. Печь-котел:

*a* — общий вид; *b* — попеченный разрез; *c* — продольный разрез; 1 — обмуровка; 2 — духовка; 3 — стеки духовки; 4 — шибер духовки; 5 — перекрытие; 6 — газоход; 7 — вытяжка из духовки; 8 — газоход летнего хода; 9 — чугунный нагреватель воды; 10 — топливник; 11 — колосниковая решетка; 12 — шибер летнего хода.

трубы исключает теплообмен топки и теплообменника, повышает температуру топочной камеры, что способствует более полному сжиганию топлива. Жаровая труба 1, кроме того, создает второй дымовой газоход (кольцевой). При неустановившейся тяге во время розжига необходимо открыть перекидной клапан 10, а когда тяга установится его необходимо перекрыть. В результате чего образуется колпаковая насадка, при которой автоматически регулируется равномерный прогрев по всему периметру жаровой трубы. Жаровая труба при таком дымообороте прогревается более интенсивно и, кроме направленного потока продуктов горения, теплообменник прогревается от жаровой трубы.

*Отопительно-варочные* печи представляют собой котлы в сочетании с варочными плитами. Водонагреватели изготавливают из водогазопроводных труб или листовой стали. Этот материал в условиях топки сильно подвергается коррозии, поэтому период эксплуатации таких котлов непродолжителен.

Автором данной книги разработана конструкция печи-котла (рис. 10, 11), теплопроизводительностью 9000 ккал/ч. Котел представляет собой отопительную однооборотную печь колпакового типа, стенки топливника которой выполнены из четырех блоков радиатора типа «тепловая панель». Нагреватель печи-котла можно изготовить из листовой стали толщиной 2—3 мм, сохранив при этом основные его размеры. Устройство нагревателя из обычных чугунных радиаторов М-140-АО, РД-90 менее желательно, так как при этом увеличиваются размеры котла.

Колпаковая насадка, имеющая большой теплоаккумулирующий массив, создает равномерность прогрева котла, увеличивает длитель-

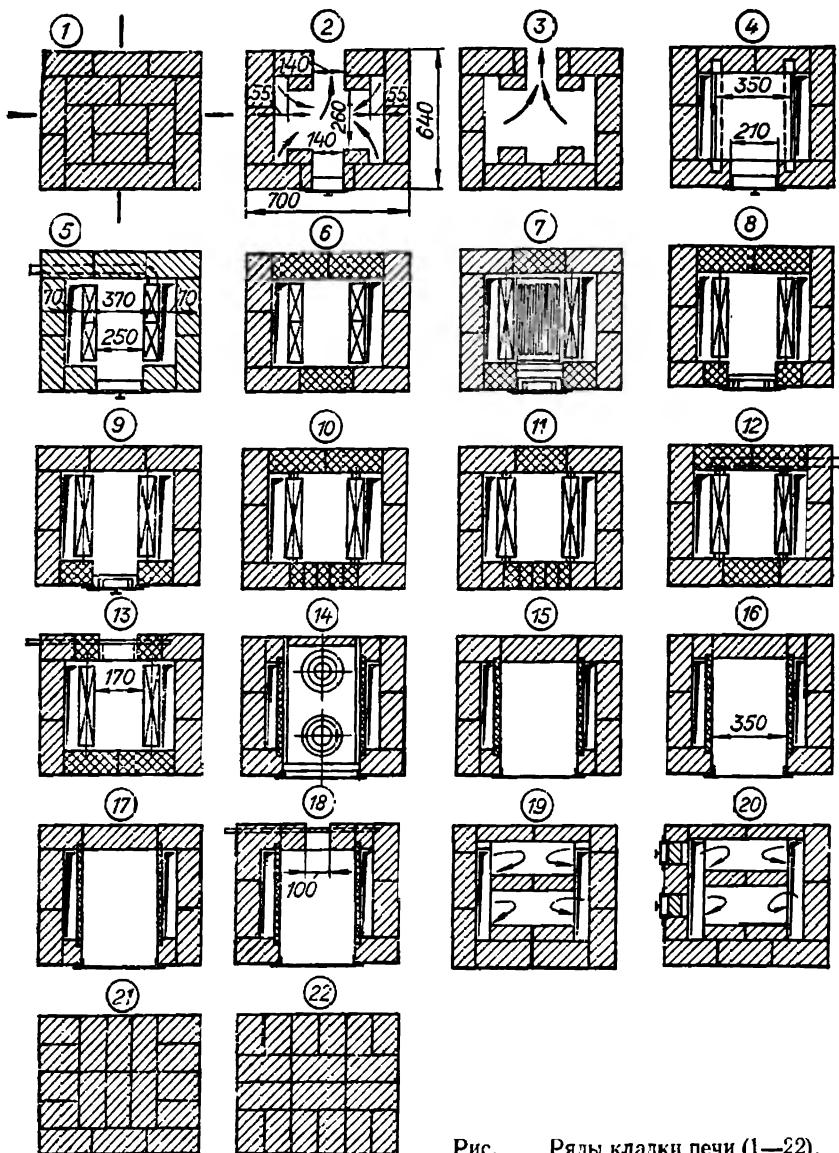


Рис. Ряды кладки печи (1—22).

нность горения, понижает температуру отходящих газов до 80—100° С, благодаря чему значительно увеличивается к. г. д. печи-котла.

Работает печь-котел следующим образом. Топливо, сгорая в камере, обогревает поверхность котла, обращенную внутрь топливника. Для увеличения тепловоспринимающей поверхности нагрева котла оребренная часть блока обращена в сторону газохода.

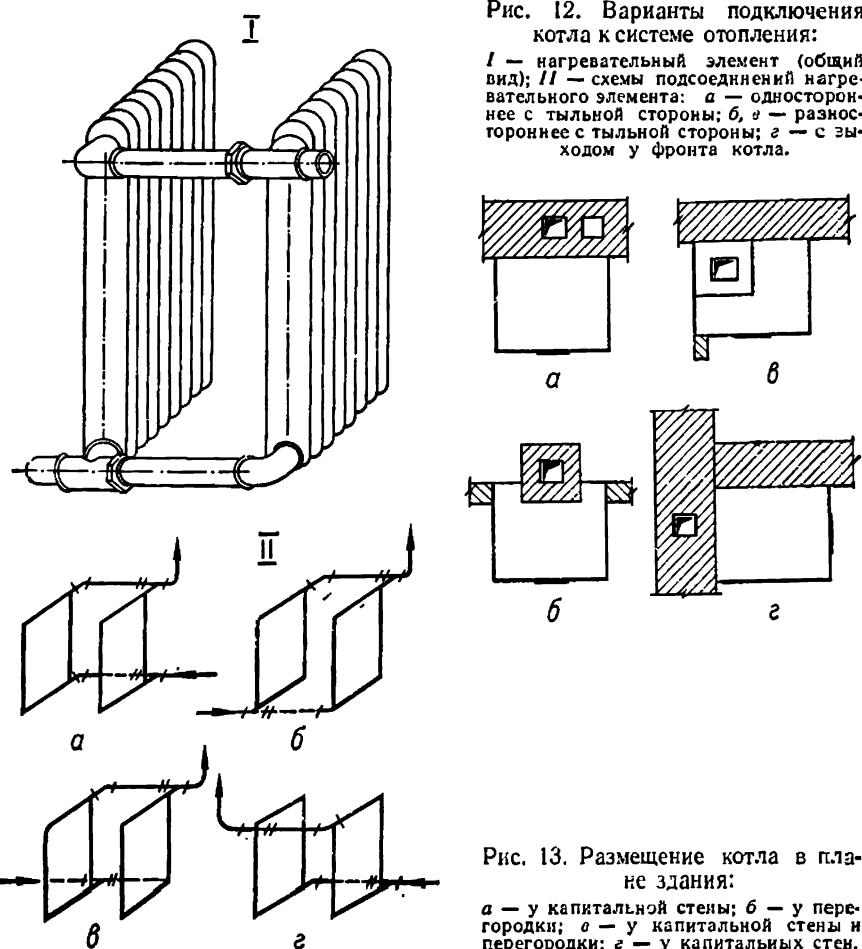


Рис. 12. Варианты подключения котла к системе отопления:

I — нагревательный элемент (общий вид); II — схемы подсоединения нагревательного элемента: а — одностороннее с тыльной стороны; б, в — разностороннее с тыльной стороны; г — с выходом у фронта котла.

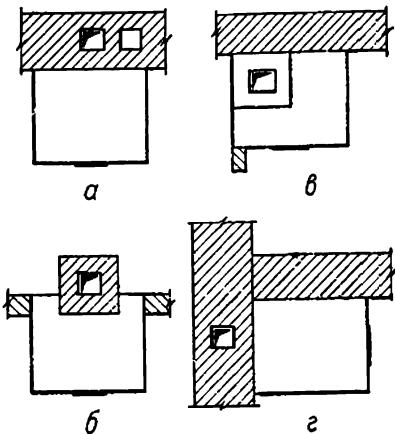


Рис. 13. Размещение котла в плане здания:

а — у капитальной стены; б — у перегородки; в — у капитальной стены и перегородки; г — у капитальных стен.

В колпаке может быть размещена духовка; если в ней нет необходимости, то пространство колпака заполняется теплоаккумулирующей насадкой. Стенки духовки могут быть сделаны из огнеупорных плиток или листовой стали (1,5—2,0 мм). Схема дымоходов печи-котла — однооборотная, колпакового типа.

Духовка обогревается горячими газами, которые из топливника поднимаются по каналам и после некоторого охлаждения опускаются у наружной стены. Обогрев внешнюю поверхность нагревателя, газы выходят в дымовую трубу.

Наружные стенки печи-котла при облицовке монолитными изразцами выполняются в четверть кирпича, при отсутствии изразцов — в 1/2 кирпича. Для более надежной устойчивости кирпичной кладки печь-котел можно обвязать каркасом из уголковой стали размером 40 × 4 мм.

Утолщение стенок печи-котла является хорошим теплоаккумулятором системы отопления, а также предохраняет помещение кухни от перегрева. Для удаления водяных паров и газов, образующихся при приготовлении пищи в варочной камере, предусмотрена вытяжка с установкой шибера или клапана. При зимнем режиме работы печи-котла шибер летнего хода должен быть плотно закрыт. Колосниковая решетка находится в нижнем положении. В летний период она поднимается. При необходимости получения горячей воды для бытовых нужд на подающей магистрали устанавливается теплообменник, который значительно увеличивает циркуляционный напор в системе.

Благодаря компактному размещению нагревательной поверхности греющего элемента печи-котла тепловое напряжение металла по сравнению с котлом КЧМ-1 увеличено в 4, а масса котла уменьшена в 3,7 раза. Температура уходящих газов при сжигании антрацита 60—90° С.

Варианты подключения котла к системе отопления и его размещения в плане здания приведены на рис. 12, 13. С целью понижения центра нагрева котла перекрытие газохода желательно выполнять из чугунной плиты или тонких керамических плиток на опорах из уголковой стали (40 × 4 мм). Заднюю и переднюю стенки топливника желательно выполнять из огнеупорного кирпича. Перекрытие колпака, чтобы избежать его перегрева, делают толщиной не менее 12—18 см.

Для удаления возможного скопления сажи и несгоревших частиц топлива в печи необходимо предусмотреть чистки, расположенные в нижней части дымооборотов.

Улучшение процесса горения в топливнике однооборотной печи, совмещенной с отопительным котлом, а также понижение температуры уходящих продуктов горения дало возможность получить к. п. д. котла 78%, варочной плиты 8—12%. Если принять значение нижнего предела, то суммарный к. п. д. составит 86%.

Подбор котла для квартирной системы водяного отопления производится на основе специального расчета, однако возможен предварительный и ориентировочный подбор.

#### Данные для ориентировочного подбора котла

Строительный объем здания, м <sup>3</sup>	350	460	570	675
Количество секций котла КЧМ-1, шт.	4	5	6	7
Площадь поверхности нагрева котла, м <sup>2</sup>	1,31	1,73	2,03	2,48

Объем здания определяется наружным обмером. Если предполагается использовать котел иной марки, чем КЧМ-1, то количество секций определяется по указанной выше поверхности нагрева.

**Нагревательные приборы.** Рабочее давление в системах квартирного водяного отопления незначительное, для двухэтажных зданий составляет 0,7—0,8 кгс/см<sup>2</sup>, для одноэтажных — 0,3 —

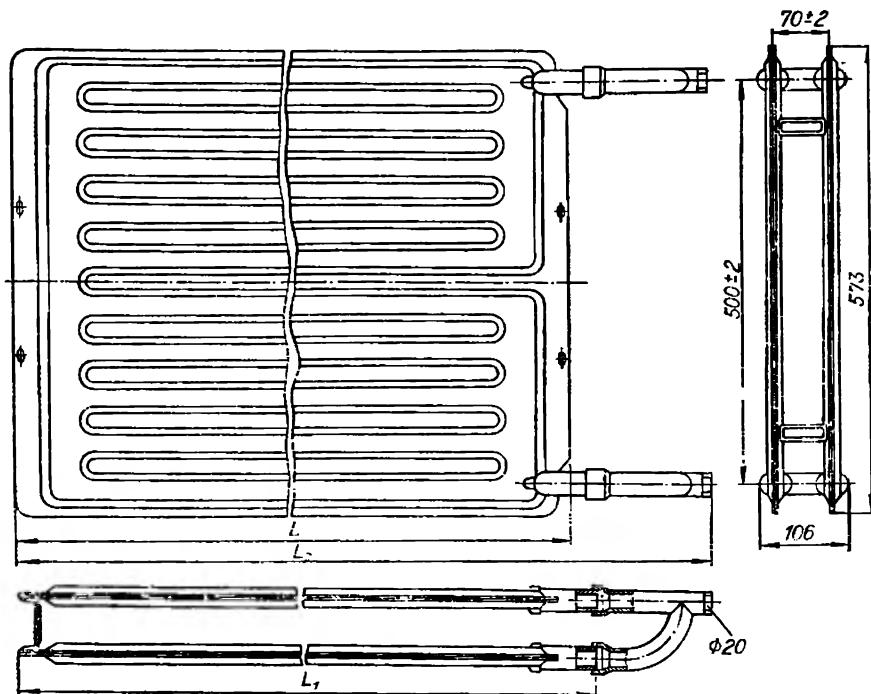


Рис. 14. Стальной панельный радиатор РСГ-2 в двухрядном исполнении.

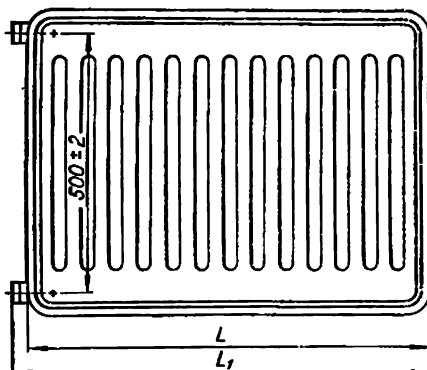


Рис. 15. Стальной панельный радиатор РСВ в однорядном исполнении.

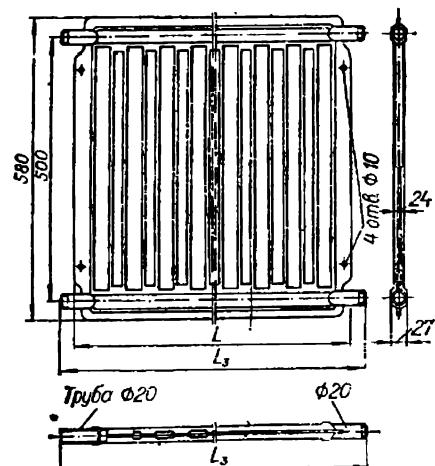


Рис. 16. Стальной панельный проходной радиатор типа РСВ в однорядном исполнении.

0,4 кгс/см<sup>2</sup>. В многоэтажных зданиях рабочее давление в системе от 6 до 9 кгс/см<sup>2</sup>, т. е. больше в 10—20 раз, чем в одноэтажных, поэтому в квартирных системах водяного отопления индивидуальных домов желательно применять более облегченные нагревательные приборы.

В настоящее время производятся радиаторы чугунные М-140-АО и стальные штампосварные типа РСГ — радиатор стальной с горизонтальными каналами (рис. 14) и РСВ — радиатор стальной с вертикальными каналами (рис. 15, 16).

Стальные панельные радиаторы по сравнению с чугунными имеют ряд преимуществ: повышенные гигиенические качества; меньшую массу на 1 экм \*; более удобные в монтаже; малотеплоинерционные (быстрее прогреваются); имеют меньшую строительную глубину.

#### Строительная глубина (ширина) радиаторов, мм

Чугунного радиатора М-140-АО . . .	140
Стальных штампосварных одинарных . . .	21
Стальных штампосварных в двухрядном исполнении	106

Гидравлическое сопротивление стальных штампосварных радиаторов сопоставимо с сопротивлением чугунных радиаторов, поэтому замена чугунных радиаторов на стальные и наоборот производится по величине площади поверхности нагрева (табл. 6).

Условное обозначение радиаторов должно включать: тип радиатора, количество рядов, расстояние между центрами штуцеров, давление, на которое рассчитан радиатор, площадь поверхности нагрева в экм и обозначение стандарта.

Пример условного обозначения радиатора с вертикальными каналами в однорядном исполнении с расстоянием между центрами штуцеров 500 мм, рассчитанными на давление до 9 кгс/см<sup>2</sup> и площадью поверхности нагрева 1,4 экм:

РСВ 1-500-9-1,4 ГОСТ 20335—74

Пример условного обозначения стального панельного радиатора с горизонтальными каналами в двухрядном исполнении, с расстоянием между центрами штуцеров 300 мм, рассчитанным на давление до 6 кг/см<sup>2</sup> и площадью поверхности нагрева 1,32 экм:  
РСГ2-300-6-1,32 ГОСТ 20335—74.

Стальные штампосварные радиаторы изготавливаются из стали толщиной 1,5 мм, штуцеры — из водогазопроводных или стальных бесшовных труб диаметром 20 мм.

Радиаторы изготавливаются из двух штампованных листов путем электроконтактной сварки. Штуцеры присоединяются к панели газовой, электродуговой или электроконтактной сваркой.

Каждый радиатор заводом-изготовителем подвергается гидравлическому или пневматическому испытанию пробным давлением

\* Экм (эквивалентный квадратный метр) — площадь поверхности прибора, отдающая в окружающую среду 435 ккал тепла в час при разности средних температур теплоносителя и воздуха 64,5° С и расходе теплоносителя 17,4 кг/ч.

Замена чугунных радиаторов на стальные типа РСГ2 без пересета системы отопления

**П р и м е ч а н и е.** Радиаторы в двухрядном исполнении следует применять только при невозможности применения их в однорядном исполнении.

до 9 кгс/см<sup>2</sup>. Наружная поверхность его должна быть огрунтована под окраску.

Стальные сварные радиаторы должны храниться в закрытом сухом помещении. Хранение радиаторов совместно с различными химикатами не допускается.

Гарантийный срок для радиаторов — два года со дня отгрузки их с завода-изготовителя.

Стальные панельные отопительные радиаторы изготавливаются двух типов, различных типоразмеров в однорядном и двухрядном исполнениях (табл. 7, 8).

Установка кранов, вентилей, как правило, в квартирных системах водяного отопления не рекомендуется из соображений, что это приводит к увеличению гидравлического сопротивления движения теплоносителя.

При тупиковой разводке системы концевые радиаторы, наиболее удаленные от котла, прогреваются слабее, поэтому диаметры подводок к первым радиаторам, находящимся вблизи котла, следует уменьшить или установить регулирующую арматуру (установка кранов на подводках к концевым радиаторам не рекомендуется).

Регулирование температуры помещений в поквартирной системе отопления может быть обеспечено режимом горения котла.

**Расширительный сосуд.** Это бак для воды, рассчитанный на увеличение ее объема при нагревании.

Общая вместимость расширительного сосуда, в зависимости от кубатуры помещения, составляет примерно от 20 до 45 л, а полезный объем его следует считать от уровня подключения горячей магистрали к сосуду до уровня переливной (воздушной) трубы.

Расширительный сосуд может быть прямоугольной или круглой формы. Изготавливается он из листовой стали толщиной 2—3 мм или отрезка трубы большого диаметра. Если прямоугольный расширительный сосуд изготавливается из листовой стали, необходимо предусмотреть в нем съемную крышку на болтах для периодического осмотра и чистки.

Расширительный сосуд, установленный на чердаке, должен быть хорошо утеплен и иметь циркуляционную линию для предотвращения замерзания воды. Если подпитка системы отопления производится от напорной сети водопровода, расширительный сосуд можно изготовить без люка. Во избежание аварии переливную трубу от расширительного сосуда, установленного на чердаке, необходимо вывести не на крышу здания, а в отапливаемое помещение.

При установке расширительного сосуда в отапливаемом помещении вместо сигнальной трубы лучше закрепить указатель уровня воды.

Если в доме отсутствует водопровод, наполнять систему отопления водой можно через расширительный бак или ручным насосом типа «Родник» или БКФ-4. Для обеспечения первоначального наполнения системы водой в одном из радиаторов вместо пробки

Таблица 7. Характеристика радиаторов РСВ1 с расстоянием между штуцерами 500 мм на рабочее давление 6 кг/см<sup>2</sup>

Типоразмеры	Длина, мм			Площадь поверхности нагрева		Масса, кг	
	панели, <i>L</i>	монтажная, <i>L<sub>1</sub></i>		экм			
		концевых *. <i>L<sub>2</sub></i>	проходных **. <i>L<sub>3</sub></i>				
<i>Однорядное исполнение</i>							
РСВ1-1-6-0,89	538	563	648	0,73	0,89	7,60	
РСВ1-1-6-1,20	724	749	834	0,93	1,20	10,10	
РСВ1-1-6-1,51	910	935	1020	1,13	1,51	12,65	
РСВ1-1-6-1,82	1096	1124	1206	1,35	1,82	15,15	
РСВ1-1-6-2,13	1282	1307	1394	1,60	2,13	17,68	
<i>Двухрядное исполнение</i>							
РСВ1-2-6-1,55	538	563	648	—	1,55	16,15	
РСВ1-2-6-2,09	724	749	834	—	2,09	21,18	
РСВ1-2-6-2,62	910	935	1020	—	2,62	26,22	
РСВ1-2-6-3,16	1096	1168	1206	—	3,16	28,70	
РСВ1-2-6-3,70	1262	1340	1394	—	3,70	33,38	

\* Концевые радиаторы имеют два штуцера.

\*\* Проходные — четыре.

Таблица 8. Характеристика радиаторов РСГ с расстоянием между штуцерами 500 мм на рабочее давление 6 кг/см<sup>2</sup>

Типоразмеры	Площадь поверхности нагрева		Теплоотдача, ккал/ч	Мощность, Вт *	Длина, мм		Масса, кг	Вместимость, л
	м²	экм			панели	монтажная		
<i>Однорядное исполнение</i>								
РСГ2-1-0,90	0,65	0,90	392	456	570	600	8,3	2,85
РСГ2-1-1,12	0,84	1,12	487	566	720	750	10,4	3,5
РСГ2-1-1,36	1,06	1,36	592	688	880	910	12,3	4,6
РСГ2-1-1,62	1,28	1,62	705	820	1060	1090	15,1	5,3
РСГ2-1-1,87	1,51	1,87	813	946	1240	1270	17,1	6,25
РСГ2-1-2,14	1,76	2,14	933	1085	1430	1460	19,6	7,0
РСГ2-1-2,40	1,98	2,40	1045	1215	1600	1630	22,1	8,2
<i>Двухрядное исполнение</i>								
РСГ2-2-1,50	1,30	1,50	653	760	570	730	16,9	5,7
РСГ2-2-1,86	1,68	1,86	812	944	720	880	21,1	7,0
РСГ2-2-2,26	2,10	2,26	984	1144	880	1040	24,9	9,2
РСГ2-2-2,69	2,56	2,69	1174	1365	1060	1220	30,5	10,6
РСГ2-2-3,11	3,02	3,11	1354	1575	1240	1400	34,5	12,5
РСГ2-2-3,99	3,96	3,99	1737	2020	1600	1760	44,5	16,4

\* Мощность, в ваттах, дана для стандартных условий при разности средних температур теплоносителя и воздуха  $\Delta t = 64,5^\circ\text{C}$  и расхода теплоносителя  $G = 17,4 \text{ кг/ч экм}$  ( $\text{Вт} = 0,86 \text{ ккал/ч}$ ).

Рис. 17. Проточный расширительный сосуд:

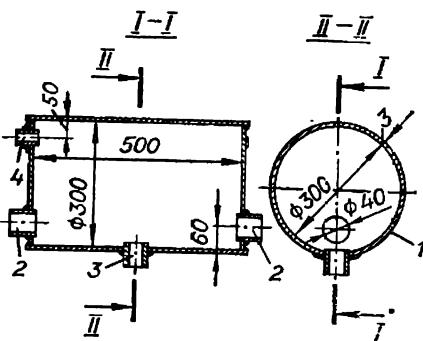
1 — корпус; 2 — штуцер  $\Phi 40$  мм; 3 — штуцер для спуска воды; 4 — штуцер для подсоединения воздушной и переливной линий.

устанавливается кран с воронкой. Незначительное количество воды доливается через расширительный бак, который должен иметь крышку. Подпитку системы водой нужно производить не реже одного раза в месяц.

Расширительные сосуды бывают непроточные и проточные (рис. 17).

Для того, чтобы внутренняя поверхность расширительного судна не ржавела, ее окрашивают свинцовыми сурником за два раза.

Разводящую магистраль из расширительного сосуда следует присоединять выше днища на 30—40 мм. При таком подсоединении взвешенные частицы (окалина и др.) будут оседать на дне бака, не попадая в систему. Расширительный сосуд необходимо периодически (через два — три года) очищать и окрашивать.



#### Расчет системы

При расчете системы квартирного водяного отопления первоначально определяют величину теплопотерь здания, на основании чего производится тепловой расчет котла, нагревательных приборов и гидравлический расчет трубопроводов.

Расчет теплопотерь производится по удельной тепловой характеристике здания.

Необходимая площадь поверхности нагрева котла  $H_k$ ,  $\text{м}^2$ , определяется по формуле

$$H_k = 1,1 \div 1,2 \frac{Q}{K}, \quad (1)$$

где  $Q$  — расчетная величина теплопотерь здания, ккал/ч;  $K$  — максимально допустимое тепловое напряжение поверхности нагрева котла, ккал/ч  $\text{м}^2$ ; 1,1 и 1,2 — коэффициенты запаса.

Для малых котлов при естественной циркуляции теплоносителя тепловое напряжение составляет 8000—10 000 ккал/ч  $\cdot \text{м}^2$ .

Ввиду незначительного циркуляционного напора расчет нагревательных приборов и трубопроводов системы квартирного отопления имеет свои особенности.

При расчете систем квартирного водяного отопления определяется ориентировочное циркуляционное давление в системе и по нему предварительно подбираются диаметры трубопроводов. Затем определяется степень охлаждения воды в трубах и фактически действующее давление.

Ориентировочное давление  $H$ , кг/м<sup>2</sup>, в расчетных циркуляционных колцах квартирной системы водяного отопления определяется по формуле

$$H = bh_r(l + h_r) \pm h(\gamma_{\text{окл}} - \gamma_r), \quad (2)$$

где  $h_r$  — высота верхней горячей магистрали над центром нагрева воды в кotle, м;  $l$  — горизонтальное расстояние расчетного стояка от главного (подъемного) стояка при верхней разводке горячих магистралей, м;  $h$  — вертикальное расстояние от центра нагрева воды в кotle до середины нагревательного прибора, м (со знаком «плюс», если середина прибора находится выше центра нагрева воды в кotle, со знаком «минус», когда середина прибора расположена ниже центра нагрева воды в кotle);  $\gamma_{\text{окл}}$ ,  $\gamma_r$  — объемная масса воды соответственно выходящей из нагревательного прибора и поступающей в него, кг/м<sup>3</sup>;  $b$  — безразмерный коэффициент, принимаемый равным 0,4 при изолированном главном стояке и неизолированных трубах, 0,34 — при неизолированном обратном трубопроводе и главном стояке, 0,16 — при изолированных трубопроводах.

В формуле (2) выражение  $bh_r(l + h_r)$  означает величину давления воды в зависимости от ее охлаждения в трубах, а произведение  $\pm h(\gamma_{\text{окл}} - \gamma_r)$  — величину давления воды в зависимости от ее охлаждения в нагревательных приборах.

Применив эту формулу, ориентировочно определяем расположение давление воды для каждого циркуляционного кольца системы. Зная длину циркуляционных колец, находим наименьшую величину общей удельной потери давления воды на трение и местные сопротивления  $R_{\text{cp}}$ , приходящуюся на 1 м длины трубопровода.

Расчет трубопроводов системы отопления начинают с циркуляционного кольца, имеющего наименьшее значение  $R_{\text{cp}}$ , которое определяют по формуле

$$R_{\text{cp}} = \frac{H}{\Sigma l}, \quad (3)$$

где  $H$  — ориентировано подсчитанное давление в кольце, кг/м<sup>2</sup>;  $\Sigma l$  — длина циркуляционного кольца, м.

Расчетом трубопроводов по удельной потере давления воды на трение производим предварительный подбор диаметров участков циркуляционных колец (табл. 9).

На расчетную систему квартирного отопления наносят номера участков и нагревательных приборов, их тепловые нагрузки и длину участков (участки подразделяются на вертикальные и горизонтальные). На схему наносят также расстояние от уровня нагрева воды в кotle до центра нагревательных приборов и до верхнего распределительного трубопровода.

Определив предварительным расчетом диаметры труб циркуляционных колец, подсчитываем величины охлаждения воды в трубах, т. е. начальную ( $t_a$ ) и конечную ( $t_k$ ) температуру воды на участках. Все элементы этого расчета заносятся в расчетную таблицу.

Таблица 9. Подбор диаметров трубопроводов (ГОСТ 3262—75 \*) водяной системы отопления

Потеря напора на 1 м трубы, кг/м <sup>2</sup>	Диаметр, мм						
	15	20	25	32	40	50	70
0,060	11 0,016	25 0,02	52 0,025	112 0,03	166 0,035	316 0,04	654 0,05
0,090	14 0,02	32 0,025	62 0,03	149 0,04	190 0,04	397 0,05	785 0,06
0,120	17 0,025	38 0,03	83 0,04	186 0,05	238 0,05	476 0,06	915 0,07
0,180	21 0,03	44 0,035	92 0,045	204 0,058	265 0,06	556 0,07	1177 0,09
0,200	23 0,035	51 0,04	103 0,05	223 0,06	333 0,07	635 0,08	1307 0,10
0,290	29 0,04	64 0,05	124 0,06	261 0,07	370 0,08	794 0,10	1569 0,12
0,340	33 0,045	70 0,058	144 0,07	298 0,08	428 0,09	874 0,11	1700 0,13
0,40	36 0,05	76 0,06	154 0,075	335 0,09	475 0,10	953 0,12	1941 0,15
0,48	38 0,053	83 0,065	165 0,08	352 0,095	523 0,11	1032 0,13	2092 0,16
0,50	42 0,058	89 0,07	175 0,085	372 0,10	570 0,12	1112 0,14	2223 0,17
0,60	43 0,06	102 0,08	186 0,09	409 0,11	618 0,13	1191 0,15	2354 0,18
0,70	47 0,065	108 0,085	206 0,10	447 0,12	665 0,14	1270 0,16	2484 0,19
0,80	50 0,07	115 0,09	227 0,105	484 0,13	713 0,15	1430 0,18	2615 0,20
0,90	53 0,075	121 0,095	238 0,11	521 0,14	760 0,16	1509 0,19	2877 0,22
1,00	57 0,08	127 0,10	248 0,12	558 0,15	808 0,17	1588 0,20	3138 0,24
1,20	64 0,09	142 0,11	268 0,13	633 0,17	855 0,18	1747 0,22	3400 0,26
1,40	67 0,095	153 0,12	309 0,15	670 0,18	950 0,20	1906 0,24	3661 0,28
1,60	70 0,10	165 0,13	330 0,16	744 0,20	1045 0,22	2065 0,26	3923 0,30
1,80	77 0,11	178 0,14	351 0,17	783 0,21	1095 0,23	2224 0,28	4184 0,32

Продолжение табл. 9

Потеря на- пора на 1 м трубы, кг/м <sup>2</sup>	Диаметр, мм						
	20	25	32	40	50	70	
2,0	85 0,12	192 0,16	372 0,18	819 0,22	1140 0,24	2383 0,30	4446 0,34
2,30	92 0,13	204 0,17	413 0,20	893 0,24	1236 0,26	2541 0,32	4969 0,38

П р и м е ч а н и е. В числителе показано количество тепла при перепаде температуры воды в 1° С, ккал/ч, в знаменателе — скорость воды, м/сек.

Подсчитав по формуле  $\frac{t_h + t_k}{2}$  средние значения температуры воды в стояках, приборах и приняв для этих температур соответствующую объемную массу воды, определяют фактически действующее давление воды в расчетных кольцах системы.

Давление воды в трубах систем отопления с прокладкой трубопровода для горячего водоснабжения под потолком, для холодного — под приборами, с расположением центра охлаждения воды в нагревательном приборе определяют по формуле

$$H = 0,9h_{ct}(\gamma_{ct} - \gamma_r) + 0,5h_{np}(\gamma_{np} - \gamma_r) \pm h(\gamma_{ohl} - \gamma_r), \quad (4)$$

где  $H$  — фактическое действующее давление, кг/м<sup>2</sup>;  $h_{ct}$  — высота стояка, по которому вода движется вниз, м;  $\gamma_{ct}$  — объемная масса воды в стояке, кг/м<sup>3</sup>;  $h_{np}$  — высота нагревательного прибора, м;  $\gamma_r$  — объемная масса воды, выходящей из котла, кг/м<sup>3</sup>;  $\gamma_{np}$  — объемная масса воды, поступающей в нагревательный прибор, кг/м<sup>3</sup>;  $\gamma_{ohl}$  — объемная масса воды, выходящей из нагревательного прибора, кг/м<sup>3</sup>;  $h$  — вертикальное расстояние между центром нагрева воды в котле и центром нагревательного прибора, м.

Если центр охлаждения воды в нагревательном приборе будет ниже центра нагрева воды в котле, то в формуле (4) величину  $h(\gamma_{ohl} - \gamma_r)$  следует вычесть, если выше — необходимо прибавить.

При устройстве системы отопления необходимо учитывать следующие особенности: понижение центра нагрева системы увеличивает циркуляционный напор; понижение центра охлаждения системы уменьшает циркуляционный напор; подогрев воды в системе создает давление, обратное давлению, возникающему при ее охлаждении.

При определении фактически действующего давления воды в системе водяного отопления учитывается только охлаждение воды в вертикальных частях участков трубопровода.

Фактически действующее давление воды (4) сравниваем с потерями давления  $\Sigma Rl + z$ , подсчитанными при ориентировочном подборе диаметров участков в кольце.

При невязке величины потери давления в кольцах от 0 до +15% диаметры труб сохраняют согласно предварительному расчету, а при невязках от 0 до -15% и от +16 до +30% изменяют ди-

метры некоторых участков с тем, чтобы потери давления в кольце составляли 85—100% от фактически действующих давлений. При более значительных невязках в давлениях следует произвести полный перерасчет системы отопления.

Теплоотдача участков труб определяется по формуле

$$Q_{\text{пол}} = b Q_{\text{общ}}, \quad (5)$$

где  $Q_{\text{пол}}$  — полезное количество тепла, идущее для возмещения теплопотерь, ккал/ч;  $Q_{\text{общ}}$  — общее тепловыделение трубопровода, ккал/ч;  $b$  — безразмерный коэффициент.

#### Значения безразмерного коэффициента

Стояк . . . . .	0,5
Подводки к прибору . . . .	1,0
Трубопровод охлажденной воды .	0,75
Трубопровод горячей воды (под потолком)	0,25

При расчете нагревательных приборов полезная теплоотдача труб вычитается из  $Q$  теплопотерь ограждений этого помещения.

Расчетные параметры теплоносителя для квартирных систем отопления 70—95°

При снижении температуры воды в обратном трубопроводе количество циркулирующей воды сокращается и одновременно уменьшает ее скорость. При этом система отопления работает менее устойчиво. Низкая температура в магистрали свидетельствует о заниженных диаметрах трубопроводов.

Для наглядности определим необходимые диаметры трубопроводов квартирной системы водяного отопления и горячего водоснабжения, совмещенного с квартирной системой отопления (рис. 18, 19). Схема разводки магистралей следующая: в подсобных помещениях подающая — под потолком, в жилых — под подсолнечником. Обратная магистраль прокладывается у пола.

Номера участков заключены в кружки у выносной линии, длина участков — под выносной чертой, а тепловые нагрузки — над нею.

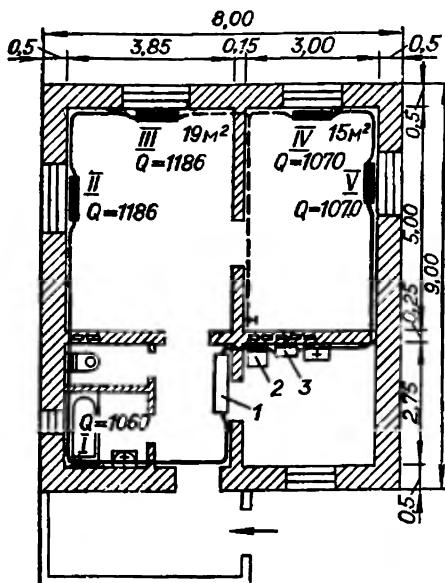
Исходные данные для расчета:

температурный перепад в системе отопления  $t_r - t_{\text{охл}} = 95 - 70 = 25^\circ$ ; температура жилых помещений + 18°C, ванной + 25°C;  $t_{\text{р.о}}$  — расчетная отопительная температура (для Киева 21°C); трубы, проходящие в помещениях, не изолированы.

Расчет трубопровода начинаем с циркуляционного кольца, имеющего наименьшую величину  $R_{\text{ср}}$ .

Для выделения циркуляционного кольца определяем ориентировочные давления для обоих циркуляционных колец систем отопления и по ним находим значение  $R_{\text{ср}}$ .

Для циркуляционного кольца, проходящего через приборы I и III, ориентировочное давление  $H_{\text{I-III}}$ , кг/м<sup>2</sup>, определяем по формуле (2) с учетом охлаждения воды в водонагревателе (на 7°C) и высокорасположением нагревательном приборе I в ванной



(на 5,6°) без учета охлаждения воды в трубопроводах.

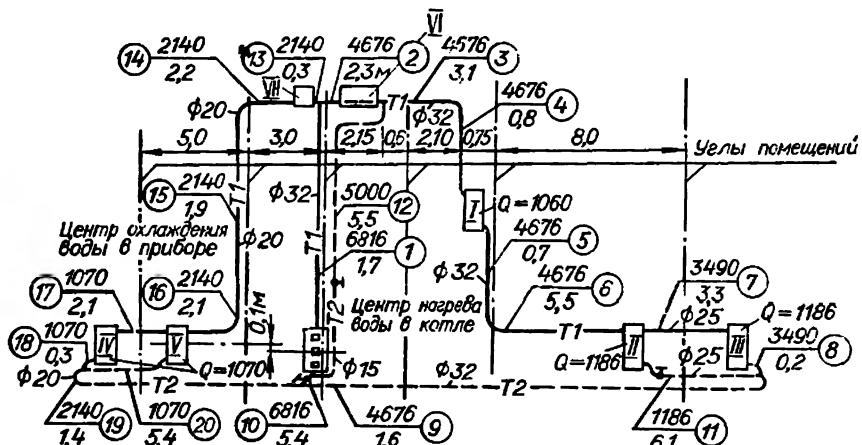
$$\begin{aligned}
 H_{\text{I-III}} &= bh_r (l + h_r) + \\
 &+ h_r (\gamma_{88^\circ} - \gamma_{95^\circ}) + h_l (\gamma_{83^\circ} - \\
 &- \gamma_{88^\circ}) + h_{\text{II}} (\gamma_{70^\circ} - \gamma_{83^\circ}) = \\
 &= 0,34 \cdot 2,2 (7,1 + 2,2) + \\
 &+ 2,2 (966,68 - 961,92) + \\
 &+ 1,1 (969,91 - 966,08) + \\
 &+ 0,1 (977,81 - 969,91) = \\
 &= 22,49 \text{ кг/м}^2,
 \end{aligned}$$

Рис. 18. План квартиры с расположением нагревательных приборов котла и трубопроводов:

1 — водонагреватель; 2 — котел; 3 — расширительный сосуд; 4 — V — радиаторы.

Рис. 19. Расчетная схема трубопроводов системы отопления:

I—V — радиаторы; VI — водонагреватель; VII — расширительный сосуд.



где  $h_r$  — расстояние между центром нагрева котла и центром охлаждения участка, м;  $h_l$ ,  $h_{\text{II}}$  — высота расположения приборов I и II над центром нагрева котла, м;  $l$  — протяженность горячей магистрали, м;  $\gamma_{88^\circ}$ ,  $\gamma_{83^\circ}$ ,  $\gamma_{70^\circ}$  — объемная масса воды на расчетном участке при соответствующей температуре;  $b$  — безразмерный коэффициент.

При длине этого кольца 24,4 м значение  $R_{\text{cp}}$  по формуле (3) составляет:

$$R_{\text{cp}} = \frac{22,49}{24,4} = 0,94 \text{ кг/м}^2.$$

Сопротивления трубопроводов слагаются из линейных сопротивлений (на трение) и местных (в фасонных частях).

В предварительных расчетах обычно принимают 50% давления на линейные  $R_{tp}$  и 50% на местные сопротивления ( $Z$ )

$$R_{tp} = 0,94 \cdot 0,5 = 0,47 \text{ кг/м}^2.$$

Для циркуляционного кольца, проходящего через приборы IV и V, давление с учетом охлаждения воды в проточном расширительном сосуде (на  $4^\circ$ ) будет ориентировочно равно

$$H_{IV-V} = 0,34 \cdot 2,2 (3,2 + 2,2) + 2,2 (964,67 - 961,92) + \\ + 1,1 (977,81 - 964,67) = 11,4 \text{ кг/м}^2.$$

При длине циркуляционного кольца 17,4 м через приборы IV—V  $R_{cp} = \frac{11,4}{17,4} = 0,656 \text{ кг/м}^2$ . С учетом местных сопротивлений около 50%  $R_{tp}$  составит

$$R_{tp} = 0,656 \cdot 0,5 = 0,328 \text{ кг/м}^2.$$

Для циркуляционного кольца через водонагреватель (участок 12) при выключенном системе отопления располагаемый напор составит

$$H_{нагр} = 0,34 - 2,2 (2,3 + 2,2) + 2,2 (977,81 - 961,92) = 38,36 \text{ кг/м}^2.$$

Время нагрева принято 2 ч, поэтому часовая тепловая нагрузка составит  $\frac{10\,000}{2} = 5000 \text{ ккал/ч}$ .

Перепад температур при охлаждении воды в водонагревателе или в нагревательном приборе  $\Delta t^\circ \text{C}$  определяется по формуле

$$\Delta t = \frac{Q}{G}, \quad (6)$$

где  $\Delta t$  — перепад температуры,  $^\circ\text{C}$ ;  $Q$  — тепловая нагрузка данного прибора, ккал/ч;  $G$  — количество воды, проходящей через этот прибор, л/ч.

Количество воды определяется путем деления всей тепловой нагрузки на принятый температурный перепад в системе  $95-70^\circ$

Тепловую нагрузку по циркуляционным кольцам определим по удельной тепловой характеристике здания. Размеры здания по наружным замерам  $9,0 \times 8,0 \text{ м}$ ; высота — 4 м; объем  $V_{зд} = 9,0 \times 8,0 \times 4,0 = 283 \text{ м}^3$ . Удельную тепловую характеристику здания ( $q$ ) принимаем равной  $0,68 \text{ ккал/м}^3 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Теплопотери здания  $Q_{зд}$ , ккал/ч составляют

$$Q_{зд} = V_{зд} q (t_{вн} - t_{нагр}) = 288 \cdot 0,68 [18^\circ - (-21^\circ)] = 7834 \text{ ккал/ч}, \quad (7)$$

где  $t_{вн}$  — температура воздуха в помещении,  $^\circ\text{C}$  (СНиП II-33-75);  $t_{нагр}$  — температура наружного воздуха,  $^\circ\text{C}$  (СНиП II-A.6-72).

Потребная теплопроизводительность котла равна

$$Q_к = Q_{зд} \cdot 1,2 = 7834 \cdot 1,2 = 9400 \text{ ккал/ч},$$

где 1,2 — безразмерный коэффициент запаса.

Принимаем 4-секционный котел марки КЧММ-2 теплопроизводительностью 9050 ккал/ч (9,05 Мкал/ч) по табл. 1.

Теплопотери по отдельным помещениям распределяем в зависимости от величины наружных ограждений (стен), периметр которых составляет  $2(9 + 8) = 34$  м. Теплопотери на 1 м стены составляют  $\frac{7834}{34} = 231$  ккал/ч.

Найденную величину общих теплопотерь здания распределяем по отдельным помещениям (табл. 10).

Таблица 10. Теплопотери в различных помещениях здания

Помещение	Длина наружных стен, м	Теплопотери здания, ккал/ч
Жилая комната	10,5	2366
То же	9,25	2140
Кухня	6,7	1540
Коридор, ванная, санузел	7,7	1780

Расход тепла на горячее водоснабжение для нагрева 125 л (объем водонагревателя) воды с температурой от +5 до +85° С составляет

$$Q_b = GC(t_r - t_{x,0}) = 125 \cdot 1 \cdot (85^\circ - 5^\circ) = 10\,000 \text{ ккал/ч}, \quad (8)$$

где  $Q_b$  — потребное количество тепла на горячее водоснабжение, ккал/ч;  $C$  — теплоемкость воды, равная 1, ккал/кг °С;  $G$  — расход воды, кг/ч.

Принимаем, что подогрев воды происходит в течение всего периода топки котла, т. е. 8 ч.

$$\text{Часовой расход тепла } Q_u = \frac{10\,000}{8} = 1250 \text{ ккал/ч.}$$

После подсчета тепловых нагрузок и замера длин участка трубопроводов данные наносятся на расчетную схему и записываются в табл. 11. Пользуясь графой 3 и величиной  $R_{tp}$ , определяют диаметры трубопровода. Полученные значения заносят в графы 5, 6, 7.

Путем умножения участка  $l$  (графа 4) на величину потерь напора на трение получаем значение  $Rl$  и заносим его в графу 8.

Для определения величины местных сопротивлений, возникающих в фасонных частях системы (табл. 12), для каждого участка выписывают значения коэффициентов, суммируют их только для этого участка и заносят в графу 9 табл. 11.

$$\text{Запас напора составляет } \frac{22,49 - 12,192}{22,49} \cdot 100 = 45,4\%.$$

Необходимость изменения диаметра трубопроводов уточним после теплового расчета.

Таблица 11. Гидравлический расчет трубопроводов квартирной системы водяного отопления

№ участка	Температура на- груженка ккал/ч, при			Диаметр труб, мм	Скорость тепло- носителя, м/сек	Потери на трение, кг/м <sup>2</sup>	Сумма коэффи- циентов местного сопротивле- ния $\sum z_i$	Потери на мест- ные сопротивле- ния $Z_1$ , кг/м <sup>2</sup>	Общее сопротив- ление участка ( $Rl + Z_1$ ), кг/м <sup>2</sup>	
	$\Delta t = 25^\circ \text{C}$	$\Delta t = 1^\circ \text{C}$	Длина участ- ка $l$ , м							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Циркуляционное кольцо через приборы</i>										
I, II и III при $H_{1-\text{III}} = 22$ , кг/м <sup>2</sup> ; $R_{1-\text{IV}} = 0,45$ кг/м <sup>2</sup>										
1	6816	273	1,7	32	0,075	0,34	0,578	1,5	0,42	0,908
2	4676	187	2,3	32	0,052	0,15	0,345	3,5	0,475	0,82
3	4676	187	3,1	32	0,052	0,15	0,465	1,0	0,135	0,60
4	4676	157	0,8	32	0,052	0,15	0,12	3,0	0,40	0,52
5	4676	187	0,7	32	0,052	0,15	0,105	3,0	0,40	0,505
6	4676	187	5,5	32	0,052	0,15	0,825	3,0	0,40	1,225
7	3490	140	3,3	25	0,068	0,32	0,05	4,0	0,90	1,95
8	3490	140	0,2	25	0,068	0,32	0,064	2,0	0,45	0,514
9	4676	187	1,6	32	0,052	0,15	0,24	1,0	0,135	0,375
10	6816	273	5,4	32	0,075	0,34	0,865	10,0	2,82	4,685
Итого:										12,19
<i>Циркуляционное кольцо через приборы</i>										
IV и V при $H_{\text{IV}-\text{V}} = 11,4$ кг/м <sup>2</sup> ; $R_{\text{IV}-\text{V}} = 0,328$ кг/м <sup>2</sup>										
11	6816	275	1,7	32	0,075	0,34	0,578	1,5	0,42	0,908
13	2140	86	0,3	20	0,067	0,41	0,123	2,5	0,57	0,693
14	2140	86	2,2	20	0,067	0,41	0,9	0,5	0,11	1,01
15	2140	86	1,9	20	0,067	0,41	0,877	3,0	0,68	1,557
16	2140	86	2,1	20	0,067	0,41	0,86	2,5	0,57	1,43
17	1070	43	2,1	20	0,034	0,14	0,394	6,5	0,401	0,795
18	1070	43	0,3	20	0,034	0,14	0,042	2,5	0,152	0,194
19	2140	86	1,4	20	0,067	0,41	0,573	1,5	0,34	0,913
10	6816	275	5,4	32	0,075	0,34	1,865	10,0	2,82	4,685
Итого:										12,275
<i>Циркуляционное кольцо через замыкающий участок 12 при включенной системе отопления при <math>H = 38,36</math> кг/м<sup>2</sup></i>										
12	5000	200	5,5	20	0,155	2,3	12,65	10,5	12,64	25,29

Таблица 12. Значения коэффициента местного сопротивления

Вид арматуры и фасонные части	Условный диаметр трубы, мм					
	15	20	25	32	40	50 и более
Вентиль обыкновенный	16	10	9	9	8	7
Кран: проходной двойной регулировки с цилиндрической пробкой	4	2	2	2	—	—
	4	2	2	2	—	—

*Продолжение табл. 12*

Вид арматуры и фасонные части	Условный диаметр трубы, мм					
	15	20	25	32	40	50 и более
Вентиль «Косва»	3	3	3	2,5	2,5	2
Задвижка параллельная	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Угольник	2	2	1,5	1,5	1	1
Отвод 90° и утка	1,5	1,5	1	1	0,5	0,5
Скоба	3	2	2	2	2	2
Отвод:						
двойной узкий	2	2	2	2	2	2
широкий	1	1	1	1	1	1

Гидравлическая невязка расчетного сопротивления (участок 12) по сравнению с действующим напором

$$\frac{11,4 - 12,265}{11,4} = -0,685 \text{ кг/м}^2$$

или

$$\frac{11,4 - 12,265}{11,4} \cdot 100\% = -7\%.$$

Невязка имеющегося напора и сопротивление системы отрицательные. Однако перерасчет трубопроводов можно не производить, так как недогрев жилой комнаты меньшей площади компенсируется тепловыделениями от отопительного щитка.

Запас напора составляет  $38,36 - 25,29 = 13,07 \text{ кг/м}^2$ .

Сопротивление общих участков 1 и 10 значительно меньше запаса располагаемого напора.

#### Коэффициенты местных сопротивлений для систем водяного отопления

Котлы:		
чугунные		2,5
стальные . . . . .		2,0
Радиаторы двухколонные		2
Внезапное расширение		1,0
Внезапное сужение		0,5
Отступы		0,5
Тройники:		
проходные		1,0
поворотные		1,5
на противоток . . . . .		3,0
штанообразные на противотоке		1,5
Крестовины:		
проходные		2,0
поворотные		3,0
Компенсаторы:		
П-образные и лирообразные		2,0
сальниковые		0,5

П р и м е ч а н и е. Значение коэффициента местного сопротивления в чугунных и стальных котлах соответствует скорости теплоносителя в подводящих трубах (обратная, подающая).

Коэффициенты местных сопротивлений на участках определяем по данным табл. 12:

*Участок 1*

Угольник (из котла) $\varnothing 50$ мм . . . . .	$\xi = 1,0$
Внезапное сужение (переход с 50 мм на 32 мм)	$\xi = 0,5$
	$\Sigma \xi = 1,5$

*Участок 2*

Два отвода $90^\circ \varnothing 32$ мм	$\xi = 1,0 \cdot 2 = 2,0$
Тройник поворотный	$\xi = 1,5$
	$\Sigma \xi = 3,5$

*Участок 3*

Тройник проходной	$\xi = 1,0$
-------------------	-------------

*Участок 4*

Два отвода $90^\circ \varnothing 32$ мм . . . . .	$\xi = 1,0 \cdot 2 = 2,0$
Внезапное расширение (половина радиатора)	$\xi = 1,0$
	$\Sigma \xi = 3,0$

*Участок 5*

Внезапное сужение (половина радиатора)	$\xi = 1,0$
Утка $\varnothing 32$ мм . . . . .	$\xi = 1,0$
Отвод $90^\circ \varnothing 32$ мм	$\xi = 1,0$
	$\Sigma \xi = 3,0$

*Участок 6*

Отвод $90^\circ \varnothing 32$ мм	$\xi = 1,0$
Половина радиатора	$\xi = 1,0$
Утка $\varnothing 32$ мм	$\xi = 1,0$
	$\Sigma \xi = 3,0$

*Участок 7*

Радиатор 2-колонный	$\xi = 2,0$
Два отвода $\varnothing 32$ мм	$\xi = 2,0$
	$\Sigma \xi = 4,0$

*Участок 8*

Половина радиатора .	$\xi = 1,0$
Отвод двойной (утка)	$\xi = 1,0$
	$\Sigma \xi = 2,0$

*Участок 9*

Тройник проходной	$\xi = 1,0$
-------------------	-------------

*Участок 10*

Тройник на противоток	$\xi = 3$
Котел чугунный	$\xi = 2,5$
Угольник $\varnothing 50$ мм . . . . .	$\xi = 1,0$

Внезапное сужение (переход $\varnothing 32$ мм на $\varnothing 50$ мм) . .	$\xi = 0,5$
Утка $\varnothing 32$ мм	$\xi = 1,0$
	$\Sigma \xi = 8,0$
 Участок 11 Тройник поворотный Внезапное расширение	 $\xi = 1,5$ $\xi = 1,0$
	$\Sigma \xi = 2,5$
 Участок 12 Внезапное сужение	 $\xi = 0,5$
 Участок 13 Половина радиатора . . . . . Вентиль «Косва» или кран проходной	 $\xi = 1,0$ $\xi = 3,0$
	$\Sigma \xi = 4,0$
 Участок 14 Тройник поворотный Внезапное расширение	 $\xi = 1,5$ $\xi = 1,0$
	$\Sigma \xi = 2,5$
 Участок 15 Внезапное сужение	 $\xi = 0,5$
 Участок 16 Отвод $90^\circ \varnothing 25$ мм	 $\xi = 1,5 \cdot 2 = 3,0$
 Участок 17 Половина радиатора Отвод $90^\circ \varnothing 25$ мм	 $\xi = 1,0$ $\xi = 1,5$
	$\Sigma \xi = 2,5$
 Участок 18 Утки (две) $\varnothing 20$ мм . . Радиатор 2-колонный Отвод $90^\circ \varnothing 20$ мм	 $\xi = 2 \cdot 1,5 = 3,0$ $\xi = 2,0$ $\xi = 1,5$
	$\Sigma \xi = 6,5$
 Участок 19 Половина радиатора Утка $\varnothing 20$ мм	 $\xi = 1,0$ $\xi = 1,5$
	$\Sigma \xi = 2,5$
 Участок 20 Тройник поворотный . . . . . . . . .	 $\xi = 1,5$

<i>Участок 21</i>	$\xi = 1,0$	
Половина радиатора	$\xi = 1,5$	
Утка $\varnothing 20$ мм	$\Sigma \xi = 4,0$	

<i>Участок 22 (от водонагревателя)</i>	$\xi = 1,5 \cdot 2 = 3,0$	
2 тройника поворотных	$\xi = 3 \cdot 1,5 = 4,5$	
3 отвода $90^\circ \varnothing 20$ мм . .	$\xi = 3,0$	
Вентиль «Косва» $\varnothing 20$ мм	$\Sigma \xi = 10,5$	

По сумме коэффициентов и скорости теплоносителя (табл. 11 графа 6) определяем величину местного сопротивления и заносим в графу 10.

Суммируя значение граф 8 и 16, получим общее сопротивление участка. Далее переходим к подсчету температуры охлаждения воды в трубах, начиная от котла.

Тепловыделение трубопроводам  $Q_{tp}$ , ккал/ч, подсчитывают по формуле

$$Q_{tp} = ql(t_{tp} - t_b)(1 - \eta), \quad (9)$$

где  $q$  — удельная температура трубы длиной 1 пог. м при разности перепада температур  $1^\circ\text{C}$ , ккал/ $\text{м}^2\text{ С}$ ;  $l$  — длина трубопровода, м;  $t_{tp}$  — температура поверхности трубы,  $^\circ\text{C}$ ;  $t_b$  — температура воздуха в помещении,  $^\circ\text{C}$ ;  $\eta$  — поправочный безразмерный коэффициент.

Потери тепла неизолированными трубами длиной 1 м, при  $t_{tp} - t_b = 1^\circ\text{C}$  ккал/ч, приведены в табл. 13.

Таблица 13. Потери тепла неизолированными трубами

Диаметр трубы, мм	15	25	32	40	50	70
Тепловыделение, ккал/ч	0,78	0,97	1,22	1,54	1,75	2,09

Температурный перепад воды на участке подсчитывается по формуле (8).

Конечная температура на участке  $t_k$ ,  $^\circ\text{C}$ , подсчитывается по формуле

$$t_k = t_b - \Delta t, \quad (10)$$

где за начальную температуру теплоносителя  $t_b$  принимают конечную температуру предыдущего участка по ходу движения воды, а  $\Delta t$  — разность температур.

Расчет начинаем с участка 2, начальная температура воды которого известна. Первые четыре графы табл. 11 заполняются данными согласно схеме (рис. 19), а значения последующих граф вычисляются.

Таблица 14. Тепловой расчет охлаждения воды в трубах

№ расчетного участка	Тепловая нагрузка при $\Delta t = 1^\circ\text{C}$	Длина участка, м	Диаметр трубы, мм	Начальная температура теплоносителя, $^\circ\text{C}$	Температура воздуха в помещении, $^\circ\text{C}$	Разность температур между теплоносителем и воздухом помещения, $^\circ\text{C}$	Теплоотдача 1 м трубы при $\Delta t = 1^\circ\text{C}$	Коэффициент эффективной теплоизоляции	Теплопотери трубы, ккал/ч	Температурный перепад, $^\circ\text{C}$	Конечная температура теплоносителя на участке, $^\circ\text{C}$
1	273	1,7	32	95	—	—	—	—	—	—	95
2	187	2,3	32	95	18	77	1,54	1	272	1,4	93,6
Водонагреватель				93,6	—	—	—	—	1250	7	86,6
3	187	3,1	32	86,6	25	61,6	1,54	1	294	1,5	85,1
4	187	0,8	32	85,1	25	60,1	1,54	1	74	0,4	84,6
Прибор I	—	—	—	84,6	—	—	—	—	1060	5,6	79,0
5	187	0,7	32	79,0	25	54,1	1,54	1	58	0,2	78,8
6	187	5,5	32	78,8	25	53,8	1,54	1	459	2,5	76,3
Прибор II	—	—	—	76,3	—	—	—	—	119	0,6	75,7
7	140	5,3	25	75,7	18	59,7	1,22	1	386	2,7	73,0
Прибор III	—	—	—	73	—	—	—	—	1186	—	70,0
8	140	0,2	25	70	18	52	1,22	1	12,6	0,1	69,0
9	187	1,6	32	68,0	18	51,9	1,54	1	128	0,7	67,3
10	273	5,4	32	67,4	18	49,4	1,54	1	410	1,5	65,3
11	47	6,1	25	70	18	52	1,22	1	384	8,2	61,8
13	86	0,3	20	95	18	77	0,97	1	22	0,3	94,7
14	86	2,2	20	94,7	18	76,7	0,97	1	162+396	6,2	88,5
15	86	1,9	20	88,5	18	70,5	0,97	1	130	1,5	87,0
16	86	2,1	20	87,0	18	69,0	0,97	1	138	1,6	85,4
Прибор V	—	—	—	—	—	—	—	—	1070× ×0,1=	1,2	84,2
17	43	2,1	20	84,2	18	66,2	0,97	1	134	3,1	81,1
Прибор IV	—	—	—	81,1	—	—	—	—	—	—	70
18	43	0,3	20	70	18	52	0,97	1	15	0,4	69,6
19	86	1,4	20	68,6	18	50,8	0,97	1	87,0	1,0	67,6
Прибор V	—	—	—	85,4	—	—	—	—	—	—	70
20	43	2,8	20	70	18	52	0,97	1	140	3,3	66,7

П р и м е ч а н и я: 1. Конечная температура участка 2 определена с учетом расхода тепла  $Q = 1250$  ккал/ч на горячее водоснабжение и остывание в трубе 750 ккал/ч.

2. Конечная температура участка 6 определена с учетом частичного охлаждения в приборе I. Расчетом принято, что вода, проходящая через прибор I транзитом, отдает тепло в размере 10% его тепловой нагрузки ( $\frac{1180 \cdot 0,1}{100} = 118$  ккал/ч).

3. Температура воздуха для участка 6 принята  $25^\circ\text{C}$ , т. е. теплопотери трубы будут несколько занижены. Это создает запас тепла, который учитывается при подборе нагревательного прибора.

4. Начальная температура участка 9 равна температуре смешанной воды после приборов II и III, а для участка 19 — после приборов IV и V, т. е. участков 8, 11 и участков 18, 20.

5. Начальная температура участка 10 равна температуре смешанной воды после участков 9 и 19.

6. Конечная температура участка 14 определена с учетом охлаждения воды в расширительном сосуде ( $Q = 396$  ккал/ч).

Данные расчета охлаждения воды в трубах приведены в табл. 14.

Определив температуру по всем участкам, переходим к определению действительного напора.

Рассчитываем циркуляционное кольцо прибора III.

Действительный циркуляционный напор  $H_d$ , кг/м<sup>2</sup>, определяем по формуле

$$H_d = 0,9 [h_4 (\gamma_{cp_4} - \gamma_r) + h_{pri} (\gamma_{cp_{pri}} - \gamma_r) + h_b (\gamma_{cp_b} - \gamma_r) + 0,5 h_{ppIII} (\gamma_{r_{ppIII}} - \gamma_r) + 0,1 (\gamma_{okl_{ppIII}} - \gamma_r)],$$

где  $h_4$  — высота участка 4, равная 0,8 м; средняя температура воды в участке 4

$$t_{cp_4} = \frac{85,1 + 84,6}{2} = 84,9^\circ\text{C}.$$

Объемная масса воды, соответствующая средней температуре

$$\gamma_{cp_4} = 968,71 \text{ кг/м}^3;$$

$\gamma_r$  — объемная масса горячей воды при  $t = 95^\circ\text{C}$ ;

$$\gamma_r = 961,92 \text{ кг/м}^3;$$

$h_{pri}$  — высота прибора, равная 0,5 м;

$$t_{cp_{pri}} = \frac{84,6 + 79,1}{2} = 81,9^\circ\text{C};$$

$$\gamma_{81,9^\circ} = 970,63 \text{ кг/м}^3;$$

$h_b$  — высота участка 5, равная 0,7 м;

$$t_{cp_{ppIII}} = \frac{79,1 + 78,8}{2} = 78,95^\circ\text{C};$$

$$\gamma_{78,95^\circ} = 972,54 \text{ кг/м}^3;$$

$h_{ppIII}$  — высота прибора, равная 0,5 м;

$\gamma_{r_{ppIII}}$  — объемная масса воды, входящей в прибор III при

$$t_{r_{ppIII}} = 73^\circ\text{C};$$

$$\gamma_{73^\circ} = 976,07 \text{ кг/м}^3;$$

$\gamma_{okl_{ppIII}}$  — объемная масса воды, выходящей из прибора III;

$$t_{okl_{ppIII}} = 70^\circ\text{C};$$

$$\gamma_{70^\circ} = 977,81 \text{ кг/м}^3;$$

0,9 — коэффициент, учитывающий охлаждение воды в обратных трубопроводах. Участки 4,5 и прибор I рассматриваются как подающий стояк.

$$H_d = 0,9 \cdot 0,8 (968,71 - 961,92) + 0,5 (970,63 - 961,92) + 0,7 (972,54 - 961,92) + 0,5 \cdot 0,5 (976,07 - 961,92) + 0,1 (977,81 - 961,92) = 20,95 \text{ кг/м}^2.$$

Невязка между действительным напором и сопротивлением трубопроводов составляет

$$\frac{20,95 - 12,195}{20,95} \cdot 100\% = 41\%.$$

Учитывая периодичность работы водоразбора из водонагревателя, который создает до 50% напора

$$H_b = 2,2 (\gamma_{86,6^\circ} - \gamma_{93,6^\circ}) = 2,2 (967,61 - 962,84) = 10,4 \text{ кг/м}^2,$$

расчет системы трубопроводов оставляем без изменения, так как гидравлическая невязка соответствует норме (2,2 — высота водонагревателя).

Аналогично определяем фактический напор циркуляционного кольца через приборы IV—V.

Средняя температура и объемная масса воды в стояке (участок 15)

$$t_{cp-st} = \frac{87,7 + 85,9}{2} = 86,8^\circ\text{C};$$

$$\gamma_{86,8^\circ} = 967,48 \text{ кг/м}^3.$$

Температура и объемная масса воды, входящей и выходящей из прибора IV

$$t_{r_{ppIV}} = 79,1^\circ\text{C}; \quad \gamma_{79,1^\circ} = 972,39 \text{ кг/м}^3;$$

$$t_{okl_{ppIV}} = 70^\circ\text{C}; \quad \gamma_{70^\circ} = 977,81 \text{ кг/м}^3;$$

Температура и объемная масса воды, выходящей из котла

$$t_r = 95^\circ\text{C}; \quad \gamma_{95^\circ} = 961,92 \text{ кг/м}^3,$$

тогда действительный напор  $H_d$  в кольце равен

$$H_d = 2,2 (967,48 - 961,92) + 0,5 \cdot 0,5 (972,39 - 961,92) + 0,1 (977,81 - 961,92) = 16,45 \text{ кг/м}^2.$$

$\frac{16,45 - 12,265}{16,45} \cdot 100\% = +25,5\%$  — из-за большой гидравлической невязки производят тепловой перерасчет.

Снова определяем действительный напор в циркуляционном кольце прибора IV.

Средняя температура и объемная масса воды в стояке (участок 15)

$$t_{cp-st} = \frac{85,5 + 87}{2} = 86,3^\circ\text{C}; \quad \gamma_{86,3^\circ} = 967,80 \text{ кг/м}^3.$$

Температура и объемная масса воды, входящей и выходящей из прибора IV

$$t_{r_{ppIV}} = 81,1^\circ\text{C}; \quad \gamma_{81,1^\circ} = 971,14 \text{ кг/м}^3;$$

$$t_{okl_{ppIV}} = 70^\circ\text{C}; \quad \gamma_{70^\circ} = 977,81 \text{ кг/м}^3.$$

Температура и объемная масса воды, выходящей из котла

$$t_r = 95^\circ\text{C}; \quad \gamma_{95^\circ} = 961,92 \text{ кг/м}^3;$$

$$H_a = 2,2(967,80 - 961,92) + 0,5 \cdot 0,5(971,14 - 961,92) + \\ + 0,1(977,81 - 961,92) = 15,5 \text{ кг/м}^3$$

Невязка составляет  $\frac{15,5 - 12,275}{15,5} \cdot 100\% = 21,5\%$ , что находится в пределах нормы.

Запас напора можно оставить, так как уровень воды в проточном расширительном сосуде, работающем как высокорасположенный нагревательный прибор, будет изменяться, вследствие чего будет изменяться и его теплоотдача.

При расчете площади поверхности нагревательных приборов учитываем тепловыделения от труб, проходящих в этом помещении.

Полезные тепловыделения от труб подсчитываем по формуле (3).

Определяем площадь поверхности нагрева нагревательных приборов.

С прибором I в ванной комнате расположены трубы участков 4,5 и частично 3,6.

Полезная теплоотдача этих труб составит

$$Q_{\text{пол,тр}} = (47,5 \cdot 0,25) + (74 \cdot 1) + (58 \cdot 1) + (139 \cdot 1) = 282,9 \text{ ккал/ч.}$$

На участках 4, 5, 6 теплоотдачу труб принимаем равной величине теплоотдачи подводки к приборам и учитываем при расчете их.

Среднюю температуру воды в приборе I определяем по формуле

$$t_{\text{ср,прI}} = \frac{t_{\text{р,прI}} + t_{\text{окн,прI}}}{2} = \frac{84,6 + 79,0}{2} = 81,8^\circ\text{C}.$$

Необходимую площадь поверхности нагрева прибора I получим по формуле

$$F_{\text{прI}} = \frac{Q_1 - Q_{\text{пол,тр}}}{K(t_{\text{ср,прI}} - t_{\text{вн}})} = \frac{1060 - 282,9}{8,2(81,8 - 18)} = 1,5 \text{ м}^2.$$

где  $Q_1$  — тепловая нагрузка на прибор I, ккал/ч;  $K$  — коэффициент теплопередачи радиатора, который зависит от температуры его,  $t_{\text{вн}}$  — температура воздуха в помещении,  $^\circ\text{C}$ .

Для установки принимаем радиаторы М-140-АО. Полученную площадь поверхности нагрева (физическую) переводим в эквивалентную площадь поверхности нагрева (экм).

$$F_{\text{прI}} = 1,50 \cdot 1,22 = 1,67 \text{ экм.}$$

Переводной коэффициент для радиаторов М-140-АО равен 1,22.

Площадь поверхности нагрева одной секции радиатора М-140-АО в экм составляет 0,31.

Определим число секций прибора I

$$P_I = \frac{1,67}{0,31} = 5,4 \text{ шт., принимаем 5 шт.}$$

Аналогично определяем количество секций приборов II и III, для этого находим все необходимые величины;

$$Q_{\text{пол,прII,III}} = (164 \cdot 1) + (373 \cdot 1) + (12,2 \cdot 0,75) + (123 \cdot 0,75) + (387 \cdot 0,75) = 914,4 \text{ ккал/ч};$$

$$t_{\text{ср,прII}} = \frac{76,3 + 70}{2} = 73,2^\circ \text{C};$$

$$t_{\text{ср,прIII}} = \frac{73 + 70}{2} = 71,5^\circ \text{C};$$

$$F_{\text{прII}} = \frac{1186 - \frac{914,4}{2}}{7,9(73,2 - 18)} = 1,67 \text{ м}^2, \text{ или } 1,67 \cdot 1,22 = 2,04 \text{ экм.}$$

$$F_{\text{прIII}} = \frac{1186 - \frac{914,4}{2}}{7,9(71,5 - 18)} = 1,73 \text{ м}^2, \text{ или } 1,73 \cdot 1,22 = 2,1 \text{ экм.}$$

Количество секций  
в приборе II

$$\Pi_{\text{II}} = \frac{2,04}{0,31} = 6,6 \text{ шт., принимаем 7 шт.};$$

в приборе III

$$\Pi_{\text{III}} = \frac{2,1}{0,31} = 6,8 \text{ шт., принимаем 7 шт.}$$

Определим количество секций в приборах IV и V, для этого находим все необходимые величины

$$Q_{\text{пол,прIV,V}} = (161 \cdot 0,5) + (173 \cdot 1) + (131 \cdot 1) + (15 \cdot 0,75) + (140 \cdot 0,75) + (411 \cdot 0,75) = 904 \text{ ккал/ч};$$

$$t_{\text{ср,прIV}} = \frac{79,1 + 70}{2} = 74,6^\circ \text{C};$$

$$t_{\text{ср,прV}} = \frac{83,9 + 20}{2} = 77^\circ \text{C};$$

$$F_{\text{прIV}} = \frac{1070 - \frac{904}{2}}{7,9(74,6 - 18)} = 1,4 \text{ м}^2, \text{ или } 1,4 \cdot 1,22 = 1,69 \text{ экм};$$

$$F_{\text{прV}} = \frac{1070 - \frac{904}{2}}{7,9(77 - 18)} = 1,33 \text{ м}^2, \text{ или } 1,33 \cdot 1,22 = 1,62 \text{ экм.}$$

Количество секций в приборах равно

$$\Pi_{\text{IV}} = \frac{1,69}{0,31} = 5,15 \text{ шт., принимаем 5 шт.};$$

$$\Pi_{\text{V}} = \frac{1,62}{0,31} = 5,25 \text{ шт., принимаем 5 шт.}$$

Громоздкость точного расчета систем водяного квартирного отопления частично можно сократить за счет уменьшения числа участков и исключения расчета остывания воды в трубах при подборе нагревательных приборов. Можно также ограничиться расчетом циркуляционного напора по приближенным формулам.

### СИСТЕМА ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Квартирная система горячего водоснабжения бывает раздельная и совмещенная с водяным квартирным отоплением (рис. 20).

При печном отоплении для горячего водоснабжения можно использовать металлическую водогрейную колонку в обмуровке с

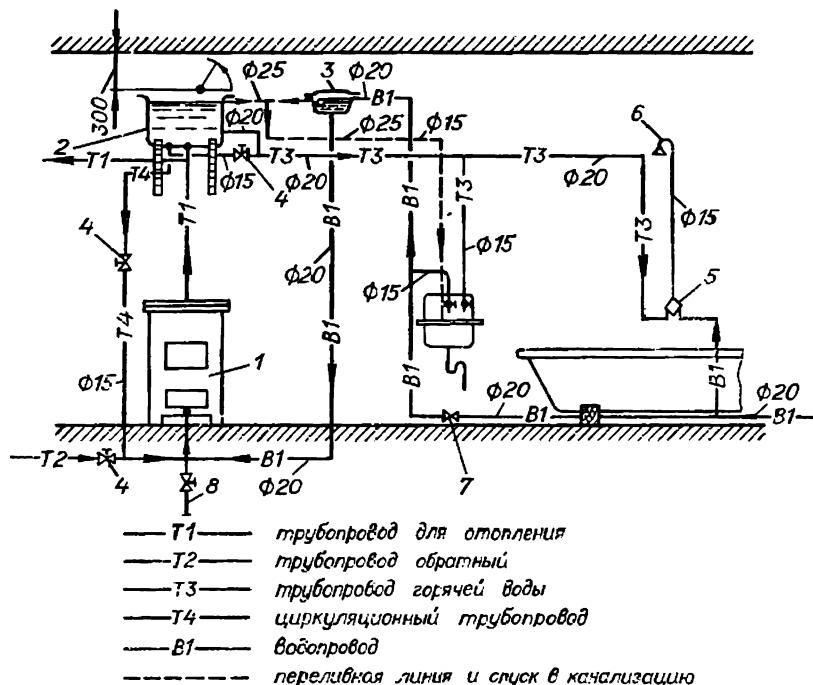


Рис. 20. Схема горячего водоснабжения, совмещенного с квартирным отоплением при непосредственном подогреве воды в генераторе тепла:

1 — котел; 2 — расширительный сосуд повышенной емкости; 3 — уравнительный бачок; 5 — смеситель; 6 — душевая сетка; 7 — вентиль; 8 — штуцер для выпуска воды из системы

кухонной плитой (рис. 21). Корпус такой колонки делают из листовой стали толщиной 2–3 мм.

Для увеличения емкости водонагревателя под потолком помещения можно установить бак-аккумулятор и соединить его с водонагревателем циркуляционными трубами диаметром 25–32 мм. Холодная вода в колонку поступает из водопровода через поплавковый

клапан. Устройство обособленной топки под колонкой обеспечивает быстрый нагрев воды. В нижней части корпуса для периодической промывки колонки от грязи устанавливается патрубок со спускным краном. Кроме надежности в работе, такая колонка удобна в эксплуатации, так как дает возможность подогревать воду во время приготовления пищи на кухонной плите. Общий недостаток водогрейных колонок — значительный расход листовой стали.

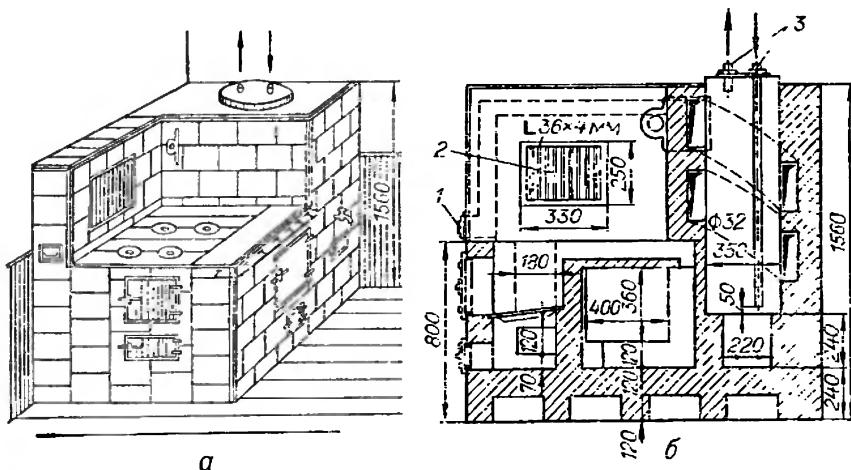


Рис. 21. Водогрейная колонка в общей обмуровке с кухонной плитой.  
а — общий вид, б — разрез; 1 — канал для самовара; 2 — вентиляционная решетка; 3 — циркуляционные трубы.

Вместо водогрейных колонок иногда применяют змеевики из труб. Эти змеевики располагают под чугунным настилом кухонной плиты.

Малоэтажные здания, имеющие квартирные системы отопления, можно оборудовать горячим водоснабжением путем установки водоводяного теплообменника. Для бытовых нужд вода нагревается от генератора тепла без увеличения площади поверхности нагрева.

В зависимости от жесткости воды применяются различные системы горячего водоснабжения. При малой жесткости воды ( $8-10^{\circ}$ ) допускается непосредственный водоразбор из системы отопления, при более высокой — устанавливается водо-водяной теплообменник. Если котел небольшой теплопроизводительности, то устанавливают аккумулятор воды.

Водонагреватели квартирных систем горячего водоснабжения бывают безнапорными (непроточные) со свободно открывающимися крышками (рис. 22, табл. 15) и напорными (рис. 23, табл. 16).

При подаче воды в водонагреватель открытого типа через шаровой кран горячая вода в водоразборные краны и смесители поступает под малым давлением. Поэтому для того чтобы ванна быстрее наполнялась водой, к ней лучше подводить трубопровод диаметром не 15, а 20 мм.

Если давление в сети городского водопровода свыше 2 ати, холодная вода препятствует поступлению горячей, имеющей малое давление. Для создания устойчивой регулировки воды у водоразборного крана и душевой сетки холодную воду к смесителю умывальника и ванной рекомендуется подавать через уравнительный

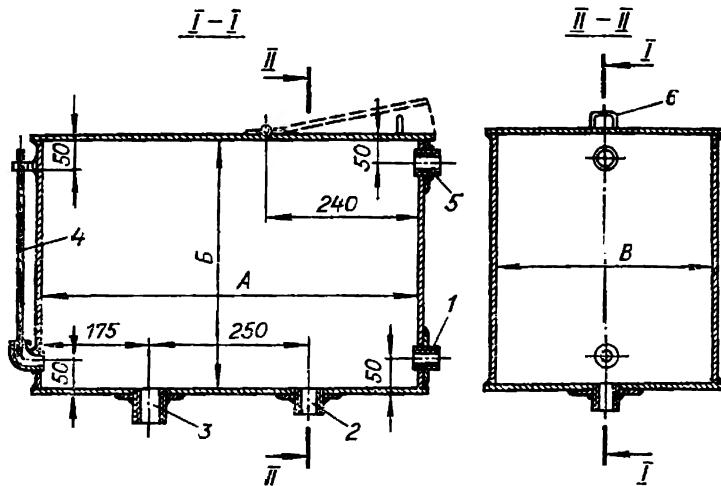


Рис. 22. Непроточный расширительный сосуд повышенной емкости для горячего водоснабжения:

1 — патрубок для разбора горячей воды; 2 — циркуляционная перемычка; 3 — подсоединение главного стояка; 4 — водомерное стекло; 5 — переливная линия; 6 — крышка.

бак. Уравнительный бак снабжается краном и соединяется с баком горячей воды так, чтобы уровни, а следовательно, и давление, создаваемое обоими бачками, были одинаковы.

В этой системе расширительный сосуд является и баком-аккумулятором горячей воды. Если нет разбора горячей воды, то

Таблица 15. Характеристика расширительного сосуда

Емкость, л	Размеры, мм			Масса, кг
	А	Б	В	
60	600	400	350	23
80	600	500	350	30
100	600	500	350	38
120	700	550	400	46
140	800	550	400	54

она поступает из котла в разводящий трубопровод к отопительным приборам.

Кран, установленный на циркуляционной перемычке, соединяющей расширительный сосуд с обратной магистралью, должен быть закрыт. Для ускорения подогрева воды расширительный сосуд

соединяется с котлом не только главным стояком, но и циркуляционной перемычкой, которая включается при открывании крана. Подпитка системы водой может происходить через подпиточный бачок, который представляет собой резервуар с шаровым краном и

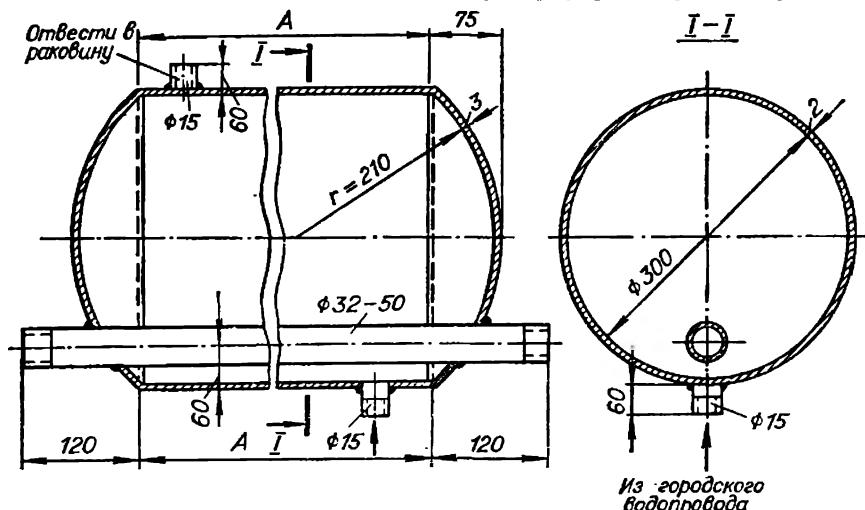


Рис. 23. Напорный емкостный водонагреватель для горячего водоснабжения совмещенного с системой отопления.

предназначен для автоматической подачи в систему воды по мере ее разбора. Установка такого бачка не обязательна. Если он отсутствует, необходимо систематически следить за уровнем воды. Спуск воды из системы производится через спускной кран.

При малом разборе горячей воды систему отопления можно не отключать, а при потребности в большом количестве воды циркуляция в системе отопления

может быть прекращена, для чего следует перекрыть кран на обратной магистрали системы отопления и открыть кран на циркуляционной перемычке для циркуляции воды через бак-аккумулятор. При таком положении кранов генератор тепла работает только на подогрев воды для горячего водоснабжения.

Устанавливать вентили вместо кранов не рекомендуется, так как гидравлическое сопротивление вентиля в 6 раз больше, чем крана.

Водоразборная линия горячего водоснабжения подсоединяется на расстоянии 20–30 мм выше дна расширительного сосуда с тем, чтобы при большом водоразборе нельзя было его полностью опорожнить. Для опорожнения расширительного сосуда предусмотрена специальная сливная труба с проходным краном.

Рис. 24. Безнапорный емкостный водонагреватель для горячего водоснабжения:  
1 — корпус; 2 — нагревательный элемент;  
3 — водоразборный кран; 4 — спускная пробка;  
5 — кронштейн.

Переливная линия обеспечивает слив воды в раковину при неисправном шаровом кране. Переливная труба выводится в кухонную раковину без установки на ней кранов и вентилей.

Днища в напорных водонагревателях делают выпуклыми. При давлении в сети водопровода больше 3 ати водонагреватель перед установкой необходимо испытать на полуторакратное рабочее давление водопровода. Поскольку давление воды в горячем и холодном трубопроводах перед смесителем одинаково, устанавливать уравнительные баки нет необходимости.

Напорный водонагреватель не требует периодических осмотров и окраски внутренней поверхности. Срок эксплуатации напорных водонагревателей равен сроку эксплуатации водопровода.

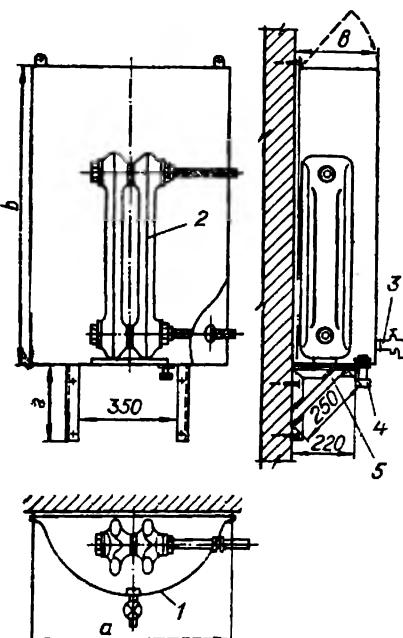
В зданиях без водопровода, но оборудованных системой квартирного отопления, для горячего водоснабжения на бытовые нужды устраивают безнапорный емкостный водонагреватель (рис. 24, табл. 17), совмещенный с системой отопления.

Таблица 17. Характеристика водонагревателя

Емкость, л	Размеры, мм				Масса, кг
	а	б	в	г	
30	500	630	220	250	24,1
60	600	730	220	350	26,6
90	600	930	220	350	28,2

Вода подогревается от секций радиаторов, установленных внутри бака. Ввиду того что подогрев воды в баке происходит от системы отопления в течение длительного времени, количество секций устанавливаемых радиаторов не имеет значения.

Нагретая поверхность бака является источником тепла, однако при площади кухни более 6 м<sup>2</sup> бак-нагреватель и отопительный котел ее не перегревают. Бак наполняется водой через крышку по мере ее расхода. Температуру воды можно регулировать краном, установленным на горячей магистрали. Летом система отопления отключается краном, установленным на обратной магистрали.



#### **Состав одного водонагревателя вместимостью 30, 60 или 90 л**

Корпус, шт .	1
Секция радиатора М-140-АО, шт.	2
Кран водоразборный Ø15 мм, шт.	1
Кронштейн из уголка 25 × 25 × 4 мм, шт.	2
Контргайка Ø15 мм, шт. . .	8
Прокладка резиновая Ø89 × 3 мм, шт.	6
Шайба стальная Ø89 × 3 мм, шт. .	6
Труба водогазопроводная Ø15 мм, м	0,5
Пробка спускная Ø15 мм, шт.	1
Детали крепления, кг	0,5

На горячей магистрали до расширителя нельзя устанавливать пробковый кран, так как увеличение объема расширяющейся воды может привести к аварии.

#### **ПРОИЗВОДСТВО МОНТАЖНЫХ РАБОТ**

Работы по монтажу систем квартиреного водяного отопления включают в себя подготовку труб и сборку трубопроводов. При сборке трубопроводов прямые участки и участки с поворотами и ответвлениями соединяются на резьбе, на фланцах и на сварке.

**Соединение труб на резьбе.** Для труб, соединяемых на резьбе, применяются муфтовые соединительные и фасонные части с внутренней газовой резьбой, изготовленные из ковкого чугуна или стали. При этом резьба на трубе, в отличие от механической, не является крепежной, и прочность резьбового соединения определяется лишь минимальным количеством ниток, при котором обеспечивается непроницаемость воды, протекающей по трубе под соответствующим давлением.

Различаются три типа соединений труб на резьбе: «цилиндр на цилиндр», «цилиндр на конус» и «конус на конус». В практике обычно встречается обыкновенная цилиндрическая резьба «цилиндр на цилиндр» (ГОСТ 6357—73).

Уплотнительные материалы в соединениях на резьбе выбираются в зависимости от конструкции соединения и от рода теплоносителя. Для уплотнения соединений на резьбе типа «цилиндр на цилиндр» и «цилиндр на конус» в системах водяного отопления с температурой теплоносителя не выше 95° служат льняная прянь с суриковой замазкой или специальные пасты.

Суриковая замазка изготавливается из свинцовового суртика и натуральной олифы. Нередко взамен свинцового суртика применяют железный. Следует предупредить застройщика, что такая замена ухудшает качество уплотнения. Недопустимо заменять натуральную олифу суррогатным маслом.

Для составления суриковой замазки свинцовый суртик разбавляют в натуральной олифе в пропорции: две части по весу суртика на одну часть олифы. Льняную прянь перед укладыванием на резьбу

тщательно рассчитывают и пролитывают в замазке, затем дают ей подсохнуть, пока она не станет клейкой; в таком виде она обеспечивает большую плотность соединения. Укладывать неподсохшую прядь не рекомендуется.

Если резьба была нарезана правильно, а в фасонных и соединительных частях из ковкого чугуна соблюдены допуски, то в процессе эксплуатации плотность соединения не только не будет ослаблена, но, наоборот, повысится за счет некоторого разбухания льна под действием теплоносителя и, сверх того, за счет возникновения нового добавочного наполнителя — ржавчины. Полезный для данной цели процесс ржавления длится кратковременно, пока уплотнитель не затвердел, а следовательно, пока не прекратился доступ влаги к виткам резьбы. Указанным обстоятельством и объясняется долговечность правильно выполненного резьбового соединения на доброкачественном уплотнителе.

*Разъемные и неразъемные соединения* применяются для водогазопроводных труб с внутренней резьбой. Длина резьбы соединяемых труб должна быть такой, чтобы между обоими концами ввернутых до отказа в соединительную часть труб оставался зазор не менее 5 мм; такие резьбы называют короткими. Чтобы разъединить соединение на короткой резьбе, необходимо один из концов трубы вывернуть из муфты; соединение, которое по условиям демонтажа разъединить невозможно, называют неразъемным.

Когда при резьбах типа «цилиндр на цилиндр» необходимо создать соединение разъемное при всех условиях, на одном конце трубы нарезают короткую резьбу, а на другом — резьбу такой длины, чтобы на нее можно было согнать контргайку и следом за ней муфту запасом в две-три шпильки. Такую резьбу называют длинной, соединение с навернутыми на нее муфтой и контргайкой — сгоном.

Сгон со стороны длинной резьбы нельзя уплотнять, как это делается на коротких резьбах, намоткой на резьбу льняной пряди. В этих случаях при теплоносителе с температурой не более 95° между контргайкой и торцом муфты ставится пропитанный суринковой замазкой и скрученный из той же льняной пряди жгутик, в системах паровых и с перегретой водой — тонкий асбестовый шнур, пропитанный графитовой замазкой.

Соединение на сгоне является менее надежным, чем соединение на короткой (цилиндрической) резьбе при том же давлении. Соединение на сгоне является водо- и паронепроницаемым лишь при давлениях, не превышающих 4 ати, и при условии, что уплотняющий материал жгуттика соответствует техническим условиям, контргайка, примыкающая к муфте, не создает перекоса, и муфта контргайкой соответственно обработана. Обработка заключается в заточке или запиливании у контргайки и у муфты фасок по плоскости прилегания контргайки к муфте. В образующейся таким путем кольцевой канавке жгутик находит свое место. Если установить уплотняющий жгутик без фасок, то при свертке из него будет выведен вяжущий материал, и сгон окажется свернутым «насухо».

**Обработка труб.** Этот процесс состоит из таких операций: перерезка трубы; нарезание резьбы; развалцовка трубы для закрепления на ней фланца; изгибание трубы.

Перерезка труб производится так, чтобы плоскость сечения по перерезу была перпендикулярна к оси трубы, а кромка получилась чистой, без внешних и внутренних заусенцев. Внешние заусенцы могут затруднить нарезку резьбы и привести к порче плашек, внутренние — сузить проходы трубы и, если их много, то увеличить гидравлическое сопротивление сети. Внутренние заусеницы, кроме того, служат обычно местами скопления взвешенных в теплоносителе веществ и потому могут вызывать засоры.

Ручным инструментом для перерезки труб служат ножовка и труборез. Ножовка перерезает трубу медленнее трубореза, но почти не оставляет заусенцев; труборез работает быстро, но дает заусенцы, которые приходится удалять, следовательно, производить хотя и кратковременную, но все же добавочную операцию.

В руках малоопытного слесаря ножовка легко дает перекос. В современном труборезе ролик имеет по обе стороны выступы достаточных размеров (по диаметру и ширине), благодаря которым он хорошо удерживается в плоскости перереза. Пользуясь труборезом современной конструкции, слесарь малой квалификации более быстро и доброкачественно выполняет перерез, чем если бы он производил ту же операцию ножовкой.

*Нарезание трубной резьбы*, независимо от того, цилиндрическая она или конусная, необходимо производить так, чтобы резьба была чистой, с металлически-блестящими витками; без заусенцев не только по обрезу, но и по виткам. Заусенцы на витках трубы могут при сборке соединения перерезать льняные волокна или асbestosовый шнур уплотнителя и тем самым разрушить уплотнительный слой. Резьба не должна иметь рванин; нитки с сорванной или неполной резьбой допускаются лишь в количестве не более 10% от требуемой длины резьбы. В местах частично сорванной резьбы слой уплотнителя не будет достаточно сжат и потому соединение получится неплотным.

Очень важно полностью удалить из трубы грязь и стружки, которые могут остаться в канавках резьбы после нарезания. Так же тщательно необходимо очищать и внутренние резьбы соединительных и фасонных частей, а также муфтовой арматуры. Следует помнить, что стружки и другие посторонние твердые тела помешают плотно расположиться уплотнителю по всей глубине профиля резьбы, что ослабит уплотнение его и вызовет подтекание в сети трубопровода.

Клу́ппы служат для нарезания резьб на трубах вручную. Независимо от конструкции клу́пп всегда состоит из плашек, направляющей детали и корпуса. Плашка является режущей деталью; ее изготавливают из твердой углеродистой стали марок У-10, У-11 и У-12 при соответствующей термической обработке. Тип плашек зависит от типа нарезаемой резьбы. Для цилиндрической резьбы,

требующей пригонки к внутренней резьбе муфты или фасонной части, необходимы плашки, у которых режущая часть (перья) могут сближаться. Наоборот, конусная резьба, нарезаемая за один проход, может быть выполнена цельной плашкой, так называемой леркой. При этом не требуется, по ходу нарезания, сближения режущих перьев.

Направляющая деталь обеспечивает устойчивое положение трубы во время работы, благодаря чему предотвращается возможность «перекоса» резьбы.

Корпус клуппа конструируется в зависимости от типа плашек, которые должны быть в нем надежно закреплены. Наиболее простого корпуса требует неразрезная лерка. Более сложен корпус клуппа для сближающихся плашек, разрезанных на две долеки и требующих приспособления для перемещения этих долек, например, клуппа Маевского. Самый сложный корпус для четырехдолльных плашек, например, клуппа «Дуплекс», в котором поворотом планшайбы достигается одновременное сближение или развод четырех режущих частей.

Существенное значение для получения доброкачественной резьбы имеет и масса клуппа: чем тяжелее клупп, тем при равных диаметрах он будет менее устойчив в руках слесаря. Клупп Маевского для резьбы диаметром до 25 мм весит около 5 кг; клупп «Дуплекс» для тех же диаметров — 8,2 кг.

Конусную резьбу можно нарезать только за один проход, так как повторный проход исказит неполный профиль резьбы, полученный после первого прохода. Однако, нарезая конусную резьбу, слесарь затрачивает больше физических усилий, чем при нарезании цилиндрической (последняя нарезается не менее чем с двух раз). Для обеспечения операции клуппы для конусных резьб снабжены трещеточным механизмом. В нем несдвигающиеся плашки составляют одно целое с направлением и храповым диском. Обычно такой клупп предназначен для труб диаметром не больше 25 мм, однако в настоящее время выпускаются трещеточные клуппы и для более крупных диаметров.

*Гнутье труб* холодным способом производится на специальном станке. Трубогибочные станки для труб диаметром от 15 до 40 мм имеются не только во всех центральных заготовительных мастерских, но и на различных объектах монтажа.

Основные требования при гнутье трубы: точное соблюдение угла отвода; плавность очертания без переломов; отсутствие деформации в поперечном сечении трубы; отсутствие разрывов по шву.

Радиус гнутья, так называемый радиус кривизны, зависит от диаметра трубы и толщины ее стенки. Чем меньше радиус кривизны, тем больше растягивается металл по выпуклой стороне отвода (то «затылку»), тем тоньше становятся стенки этой стороны, следовательно, тем больше ослабляется труба и в то же время возрастает гидравлическое сопротивление получаемого отвода. С другой стороны, увеличение радиуса кривизны создает затруднение мон-

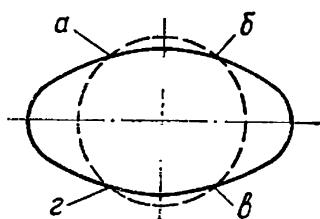


Рис. 25. Схема возникающих усилий при гнутье труб:  
а, б, в, г — точки нулевых усилий.

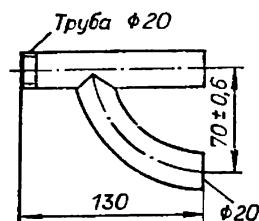


Рис. 26. Вилка для подсоединения спаренных радиаторов.

тажного порядка, так как изгиб получается громоздким; образуется слишком большой относительный отвод середины отвода от стены, а это создает неудобство при сборке труб крупных диаметров.

Таким образом, в интересах прочности и уменьшения гидравлических сопротивлений приходится стремиться гнуть трубу с возможно большим радиусом кривизны, в то время как по монтажным соображениям следует добиваться минимального радиуса. Следовательно, для каждого случая нужно находить оптимальное решение.

При гнутье труб как холодным, так и горячим способами приходится иметь дело с пластическим состоянием металла. При этом чем более пластичным окажется металл в процессе гнутья, тем более высокого качества получится изгиб. Возникающие в процессе гнутья напряжения при недостаточной пластичности металла или при неквалифицированном проведении операции могут привести к деформации и разрыву по шву. Опыт показывает, что напряжения возрастают с увеличением диаметра трубы и с уменьшением радиуса кривизны.

Обстоятельство это учитывается во время приемки при испытании труб на пластичность путем изгибания горячим способом отвода в  $90^\circ$ . В изгибе сварной трубы диаметром 15—20 мм не должно обнаружиться ни деформации сечения, превышающей допуск на овальность (большая или меньшая ось свала может отличаться от нормального диаметра не более чем на  $1\%$ ), ни расхождения по шву.

Если труба имеет сварной шов, то линия шва будет слабым местом трубы, поэтому возникает вопрос, где при гнутье располагать шов. Происходящая во время изгибания трубы деформация ее сечения влечет за собой возникновение изгибающих моментов, под действием которых будет наблюдаться: в плоскости изгиба — тенденция к спрямлению кривизны сечения, в плоскости же, перпендикулярной к плоскости изгиба, наоборот, — усиление кривизны (рис. 25). Таким образом, в процессе гнутья будут действовать изгибающие моменты противоположных знаков. Поскольку описанный процесс протекает непрерывно, он непременно пройдет через нулевые точки сечения, т. е. неподвижные в процессе гнутья, которыми являются точки а, б, в, г. Совершенно очевидно, что долевые полосы трубы, проходящие через эти точки, и будут теми

полосами, вдоль которых следует располагать наиболее слабое место трубы — его сварной шов. Местом же наиболее опасным является, как это видно из рисунка, шов сбоку трубы. При малых диаметрах труб, из-за повышенного удельного расхода на них металла, расположение шва сбоку не опасно; при крупных же диаметрах трубы оно нередко влечет за собой разрыв трубы по шву.

Чтобы избежать деформации сечения во время изгиба трубы горячим способом, ее набивают песком, который уплотняют, пристукивая трубу молотком.

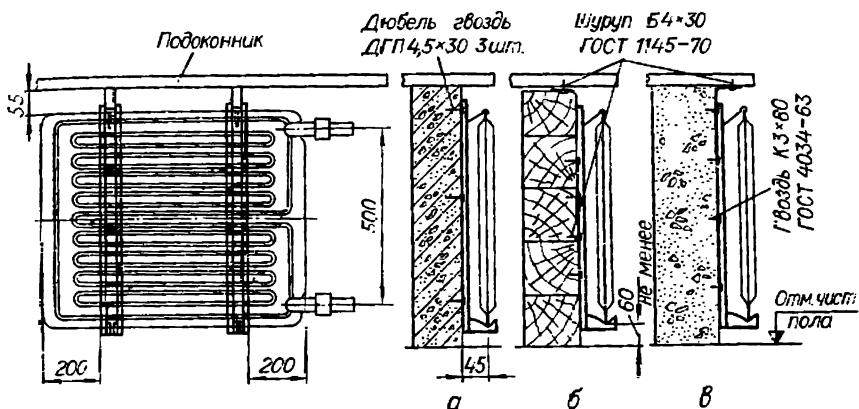


Рис. 27. Варианты крепления кронштейна стальных панельных радиаторов к различным видам стен:  
а — бетонным; б — деревянным; в — кирпичным.

Трубу нагревают до вишнево-красного цвета. Более сильное нагревание, при котором цвет накала приближается к белому, недопустимо, так как во время гнутья при таком нагреве значительно уменьшаются стенки трубы. При разогревании трубы рекомендуется трубу постепенно поворачивать, чтобы предотвратить перегрев ее снизу.

**Монтаж радиаторов.** Радиаторы, как правило, устанавливаются под оконным проемом с тем, чтобы устранить холодные потоки воздуха, поступающие в помещение.

При необходимости установки спаренных стальных панельных радиаторов применяется вилка (рис. 26).

Стальные панельные радиаторы могут крепиться к любым видам ограждающих конструкций здания (рис. 27).

#### ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМЫ КВАРТИРНОГО ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Системы квартирного водяного отопления должны быть в течение всего года заполнены водой. Таким путем внутренняя поверхность труб и нагревательных приборов предохраняется от коррозии.

Перед началом отопительного сезона необходимо провести пробную топку генератора тепла и тепловую проверку с тем расчетом, чтобы иметь возможность заблаговременно устранить обнаруженные неисправности.

### **Пуск системы**

Перед тем, как начать пробную топку, всю воду необходимо слить, а систему отопления тщательно промыть свежей водой. Для промывки системы трубопровод разъединяют в двух местах на подающий и обратный. К подающей магистрали в месте разъединения подключают гибкий шланг, по которому подают воду в систему. Пройдя через котел и трубы, вода в месте разъединения обратной магистрали сливается в канализацию. Если канализация отсутствует, сливаемую воду сбрасывают на расстояние 2—3 м от дома, чтобы не произошло замачивание грунта и осадки фундамента.

Промывка производится до тех пор, пока не пойдет чистая вода. Чем выше будет скорость воды, тем эффективней окажется промывка.

После промывки разобранные участки восстанавливаются и система медленно наполняется водой через обратный трубопровод. При отсутствии водопровода заполнение системы отопления водой также необходимо производить медленно с тем, чтобы в трубах не возникли «воздушные пробки».

При пробной топке системы температуру воды в кotle необходимо поднять до 95° и поддерживать ее в течение часа, при этом проверяется, как прогреваются все участки и одновременно из системы отопления удаляется свободный воздух.

Прогретая система отопления тщательно осматривается. После того, как обнаруженные при этом неплотности в трубопроводах и нагревательных приборах, а также другие неисправности будут устранены, проверяется равномерность прогрева нагревательных приборов и производится регулирование их теплоотдачи кранами. Температура воды в обратных подводках определяет величину прогрева приборов. При этом необходимо учесть, что колебание температур наощупь можно уловить только при температурах выше 40—50°. Возможная погрешность при этом в определении температур будет равна  $\pm 5 \div 6^\circ\text{C}$ .

Для быстрой ликвидации течи, которая может появиться в системе при пуске, необходимо иметь набор инструментов, а также материалы для уплотнения соединений — льняную прядь, сурик, разведенный в олифе, изоляционную ленту, хомуты с болтами, резину листовую, мягкую проволоку.

Течь на сгонах устраниют путем замены старой подмотки под контргайку на новую с последующим подтягиванием ее, а на неразъемных соединениях — установкой временных бандажей, стягиваемых болтами или полосовой резиной и мягкой проволокой.

Поскольку давление в трубопроводах небольшое, течи можно полностью устранить этими способами.

При пуске отопительной системы в зимнее время (после вынужденной остановки на ремонт или вследствие возобновления эксплуатации дома) необходимо помнить об опасности замерзания воды в системе и предварительно обогреть помещение, где проложены трубопроводы, до плюсовой температуры.

Таблица 18. Характеристика неисправностей котла, работающего на жидким топливе, и методы их устранения

Неправильность	Причина	Методы устранения
Топливо не поступает в горелку	Нет топлива в топливном баке Засорено отверстие штуцера топливного бака	Заполнить бак Закрыть отверстие подачи топлива из бака запорной иглой. Отсоединить от бака топливопровод (отсутствие подачи топлива через штуцер при вывернутой игле свидетельствует о неисправности). Снять бак, слить топливо и прочистить штуцер
Неудовлетворительный процесс горения	Плохая тяга (темно-красное коптящее пламя)	Прочистить газоходы котла, горелку и дымоход. Проверить плотность дымохода и уплотнения газоходов (возможен подсос воздуха). Прикрыть заслонку или при необходимости полностью открыть ее
Дозатор в процессе работы выключается	Слишком сильная тяга (пламя отрывается от горелки) Котел и, следовательно, дозатор стоит наклонно	Закрыть полностью передний клапан (нижнее положение рукоятки). Уменьшить подачу топлива в горелку Выставить котел строго горизонтально (при наклоне выше 3° дозатор работает неустойчиво)

Примечание. Более подробная характеристика неисправностей и способы их устранения изложены в прилагаемом паспорте к дозатору.

При подготовке котла, работающего на жидким топливе, к работе необходимо изучить эксплуатационную документацию, прилагаемую к нему, а до разжига горелки проверить:

установку колец (кольца должны быть расположены строго горизонтально);

кольцевой зазор между жаровой трубой и теплообменником;

совпадает ли окно отражателя с проемом перекидного клапана;

количество топлива в баке уровнемером;

завернута ли запорная топливная игла по ходу часовой стрелки до отказа.

После чего приступить непосредственно к разжигу котла. Для этого необходимо снять крышку котла, рычаг перекидного дымового клапана поставить в крайнее верхнее положение; повернуть рукоятку запорной иглы на 2—3 оборота против часовой стрелки; снять крышу дверцу котла и включить дозатор в соответствии с указа-

ниями паспорта на дозатор в пункте «Сдача в эксплуатацию»; через отверстие в крышке теплообменника, закрываемого лючком, отпустить на дно горелки на проволоке кусочек зажженного сухого горючего или горящий тампон (смоченный в керосине асбест или паклю) и проследить за поступлением топлива на дно горелки и его воспламенением. После воспламенения топлива убрать запальник, закрыть лючок и поставить на место крышку; через 5—12 минут, когда прогреется дымовая труба и установится тяга, рукоятку перекидного клапана отпустить в крайнее нижнее положение. Регулирование и режим горения производится поворотом регулирующей головки дозатора. Нормальное горение характеризуется равномерным кольцевым факелом соломенного цвета; при разжиге котла не допускается подача большого количества топлива в горелку, так как это ведет к интенсивному отложению сажи в аппарате и снижению его к. п. д.

Теплопроизводительность котла регулируется поддержанием нормальной температуры в помещении. Не допускается нестабильное коптящее пламя в горелке котла, возникающее при малых расходах топлива, недостаточной тяге в дымоходах и его разгерметизации.

При выключении котла перекрывается подача топлива из топливного бака запорной иглой. Самопроизвольное выключение котла происходит после срабатывания предохранительного устройства дозатора в случае превышения уровня выше нормативного.

Повторный разжиг котла производится только после его охлаждения. Разжиг горячего котла может привести к взрыву горючей смеси.

Не допускается сжигание в горелке бумаги и прочих отходов.

Периодически необходимо прочищать отверстие штуцера горелки чистилкой путем вращения и ее продольного перемещения.

Для обеспечения нормальной работы котла не реже раз в месяц производить очистку поверхностей теплообменника, жаровой трубы, горелки и колец. Очистка поверхностей производится скребком или металлической щеткой.

Сажа удаляется через люк.

Промывка фильтра топливного бака производится керосином, по мере необходимости при выключенном котле.

Характерные неисправности котла и методы их устранения приведены в табл. 18.

Перед растопкой генератора тепла необходимо убедиться в наличии тяги. При топке твердым топливом (древа, каменный уголь) на стенках дымохода осаждается много сажи, а в поворотах — золы, поэтому дымоходы необходимо периодически, не реже двух раз в году, очищать от сажи и золы.

При непрогретой дымовой трубе тяга всегда будет меньше, чем при прогретой. Плохая тяга наблюдается при низком атмосферном давлении (туман, дождь). Увеличить тягу можно, сжигая в основании дымового канала (чистке) топливо, дающее длинное пламя.

Топливо загружают через чистку, расположенную внизу дымовой трубы. Закончив загрузку, открывают шибер перед котлом и поддувальную дверку и в течение 5—6 мин вентилируют топку и газоходы трубы. Затем еще раз проверяют наличие тяги и уровень воды в расширительном сосуде.

При использовании плохо воспламеняющегося кускового топлива разжиг производят сухими дровами. Поддувальная дверка и шибер на дымоходе в это время должны быть полностью открыты. Когда на колосниковой решетке образуется ровный слой горящих углей, на них укладывают толстый слой основного топлива (каменный уголь, брикеты, кусковой торф). Если топку загружают через конфорку плиты, то поддувальную и загрузочную дверцы надо закрывать. Тогда подсос воздуха будет происходить через конфорку и дым из топки не выбьется наружу.

Топливо следует предварительно отсортировать на куски размером не более 60—70 мм и, засыпав, распределить ровным слоем по всей колосниковой решетке. Когда горение окончательно установится, топку загружают новой порцией топлива, в первую очередь заполняя образовавшиеся «прогары». Забрасывать топливо нужно быстрыми движениями, чтобы дверка не оставалась открытой долгое время и в топку не успевало поступать много воздуха.

Регулируют теплопроизводительность котла, изменяя количество воздуха, поступающего через колосниковую решетку. Для этого периодически приоткрывают поддувальную дверку и шибер за котлом.

Наиболее распространенный малый чугунный котел марки КЧМ-1 загружается топливом через каждые 4—5 ч. После загрузки теплопроизводительность котла немного падает, а затем повышается и достигает максимума, после чего постепенно снова снижается. Неравномерность теплосъема, однако, существенно не отражается на работе отопительной системы. Дело в том, что при правильно подобранный площади поверхности нагрева котла теплоустойчивость внутренних ограждающих конструкций зданий практически обеспечивает равномерную температуру воздуха в помещении.

Полнота горения зависит от равномерного подвода к топливу чугунного для горения воздуха. Поэтому нужно своевременно очищать от шлака колосниковую решетку и выгребать из зольника шлак и золу. Чистят решетку не менее двух раз в сутки, не прекращая топить котел. Для этого несколько уменьшают тягу, после чего горящее топливо сдвигают в сторону, освобождая половину колосниковой решетки, затем взламывают и выгребают шлак. Очистив первую половину решетки, сдвигают на нее горящее топливо и освобождают для чистки вторую половину.

Для удобства обслуживания генераторов тепла, работающих на кусковом топливе, следует иметь набор таких инструментов: лом с концом в форме резака, легкий гребок, кочергу-крюк, сковую лопатку, кувалду и молоток для дробления топлива. Длина лома, гребка и кочерги должны превышать глубину топки на 50 см.

Газовые генераторы тепла в квартирных системах отопления обязательно должны оборудоваться автоматическими устройствами, обеспечивающими безопасность их эксплуатации, а также нормальное горение и регулирование температуры. Правила обслуживания отопительной газовой установки регламентируются инструкцией, которую представитель организации, разрешающей эксплуатацию этой установки, обязан вручить застройщику.

Газогорелочные устройства генератора тепла должны быть отрегулированы так, чтобы к горелке поступало только предусмотрено расчетом количество воздуха — не больше и не меньше. При недостаточном поступлении воздуха горение будет неполным и произойдет потеря газа. При избыточном поступлении воздуха произойдет понижение температуры в топке и для сохранения заданного количества тепла понадобится дополнительный расход газа.

При полном сгорании газа пламя имеет бледно-синий цвет, при недостаточном количестве воздуха пламя имеет красный оттенок, при избытке — желтый.

В процессе эксплуатации производительность генератора тепла со временем падает. Происходит это по двум основным причинам: на наружной поверхности генератора осаждается сажа, а на внутренней отлагается накипь. В результате уменьшается передача тепла воде, и для получения первоначальной (паспортной) теплоизводительности котла расходуется повышенное количество топлива.

Очистку поверхности котла от сажи рекомендуется производить по мере накопления, не реже чем через месяц-полтора, при помощи металлической щетки (герша) или других приспособлений. Накипь на внутренней поверхности генератора удаляется химическим способом через 1—2 года эксплуатации. При повышенной жесткости воды очистку котла производят чаше.

Для удаления накипи используют соляную кислоту и специальное средство — антинакипин. После химической очистки необходимо промыть котел сначала каустической содой или другими нейтрализаторами, а после этого — обычной водопроводной водой.

### **Ремонт системы**

Останавливая систему на летний период, необходимо оставить маховички вентилей и краны у отопительных приборов в том же положении, в каком они находились во время работы системы отопления, чтобы не произошло разрегулирование системы.

При летнем ремонте системы обычно приходится устранять неплотности соединения трубопроводов и течи ниппельных соединений радиаторов, ликвидировать подсосы воздуха через неплотности в обмуровке и в чугунных котлах. Наиболее трудоемкими и сложными являются сварные работы, однако необходимость в них возникает сравнительно редко.

Неплотности соединения трубопроводов устраниют перепаковкой соединения с заменой льняной пряди, если резьба находится в хорошем состоянии. При повреждении нитей резьбы на трубопроводе не более чем на 15—20% резьбу можно перепаковать на ленте ФУМ. Если же резьба непригодна более чем на 50% и нет возможности в этом месте трубу заменить, делают kleевое соединение на эпоксидном клее.

Трубы с сорванной резьбой желательно заменить полностью, потому что устройство лишнего соединения увеличивает опасность аварии системы. Плохо выполненное соединение обычно становится местом засорения и увеличения гидравлического сопротивления. Трешины и свищи на трубах можно заварить автогенной или электросваркой, а также заклеить эпоксидным kleем с последующей обмоткой поврежденных мест двумя-тремя слоями стеклоткани, пропитанной эпоксидным kleем.

Если течи фланцевых соединений не удается устранить подтяжкой болтов, нужно проверить, нет ли перекоса фланцев и, обнаружив его, заново переварить фланцы. Фланцевые соединения уплотняют, устанавливая новые прокладки из листового паронита или картона толщиной 3—4 мм, проваренного в натуральной олифе. Учитывая малое гидравлическое сопротивление в системе, вместо одной прокладки толщиной 3—4 мм можно поставить две по 1,5—2 мм. Прокладки из обычной резины желательно применять на обратной магистрали, а из термостойкой — на подающей.

Течи ниппельных соединений радиаторов устраниют перепаковкой, для чего демонтируют радиатор и устанавливают новые прокладки. При заводской сборке применяются прокладки из термостойкой резины, в условиях квартирной системы отопления достаточно хорошо служат и прокладки из картона толщиной 2 мм, проваренного в натуральной олифе, или жгуты из прочесанной льняной пряди с замазкой из свинцового сурника на натуральной олифе.

Лопнувшие секции радиаторов заменяют новыми или восстанавливают автогенной сваркой, выполняемой по специальным правилам квалифицированным сварщиком. Трешины могут быть также заклеены эпоксидным kleем. Электросварка, пайка медью и заклейка карбонатным kleem дают худшие результаты.

Трешины в секциях чугунных котлов ликвидируются сваркой. Это сложная операция, и выполнить ее может только квалифицированный сварщик. При сварке здесь применяют чугунные электроды или специальный медный сплав с предварительным нагревом поврежденных секций.

Течи в ниппельных соединениях чугунных котлов устраниют подвальцовкой при цилиндрических ниппелях и подтягиванием стяжных болтов и заменой уплотняющего асBESTового шнуря толщиной 2—3 мм новым — при конических ниппелях. Течи в безниппельных соединениях устраниют тем же способом, что и в соединениях при конических ниппелях.

Течи в стальной поверхности генератора устраняют сваркой. Через неплотности в обмуровке генератора тепла и в металлических кожухах чугунных котлов КЧМ происходит подсасывание воздуха, что уменьшает теплопроизводительность котла и увеличивает расход топлива.

Трещины в обмуровке расширяют и промазывают глиняным раствором с очесами. При плохом состоянии обмуровки производится ее перекладка. После перекладки обмуровка медленно просушивается во избежание появления трещин.

Подсосы воздуха в чугунных котлах марки КЧМ-1 можно устранить, если переложить заново асbestosевые листы и добавить новые, добиваясь при этом плотного прилегания листов к кожуху котла.

При ремонте генераторов тепла необходимо тщательно укреплять топочные и поддувальные рамки при плотном прилегании дверок. Укрепляют рамки дверок в обмуровке не вязальной проволокой, как это часто делается, а лапками из полосовой стали длиной 150—180 мм. Лапки заводятся в кирпичную кладку.

Ввиду того, что линейные температурные расширения кирпича и металла различны, между кладкой обмуровки и металлической рамкой дверок необходимо прокладывать ленту из asbestosового картона или из 2—3 рядов шнура.

Прогоревшие полости должны своевременно заменяться новыми, желательно чугунными, срок эксплуатации которых более продолжительный.

Течи в арматуре устраняются периодическим подтягиванием контурной гайки, набивкой сальников или полной их заменой. Лучшей сальниковой набивкой считается жгут с графитовой пропиткой из пластмассовых материалов — шнур ФУМ.

## О ГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение</b>	3
<b>Системы квартирного водяного отопления</b>	
Элементы оборудования	8
Расчет системы	29
<b>Система горячего водоснабжения</b>	47
<b>Производство монтажных работ</b>	52
<b>Эксплуатация системы квартирного водяного отопления</b>	57
Пуск системы	58
Ремонт	62

НИКОЛАЙ МАТВЕЕВИЧ АРТЮШИЦКО

**Водяное отопление индивидуальных домов**

*Издание 3-*

Редактор Н. И. Чесноков  
Художественный редактор А. А.  
Технический редактор С. Г. Григорьев  
Корректор В. Б. Красильников

Издательство №

БФ

К.

«Графико-д

» Киев 57.