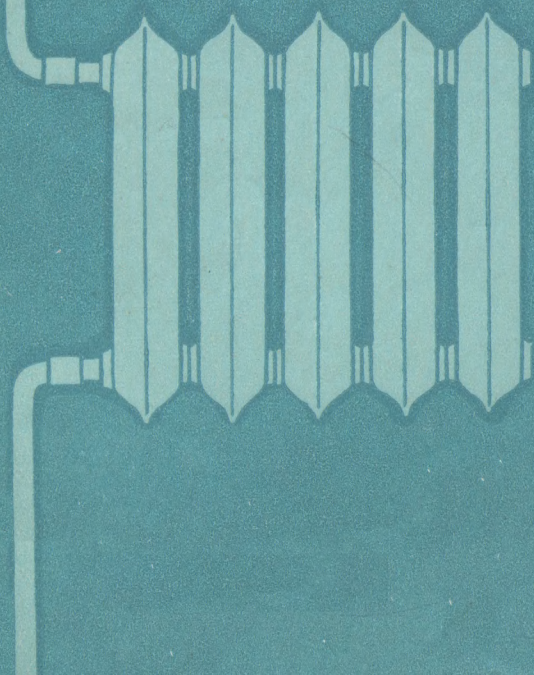


н.м. артюшенко

ВОДЯНОЕ ОТОПЛЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ДОМОВ



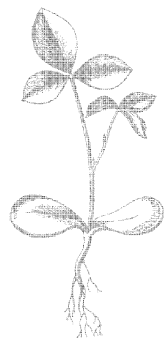
КИЕВ-1972

Н. М. АРТЮШЕНКО

ВОДЯНОЕ ОТОПЛЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ДОМОВ

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ, ИСПРАВЛЕННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «БУДІВЕЛЬНИК»
К И Е В — 1972



Scan AAW

Артюшенко Н. М.

Водяное отопление индивидуальных домов.
Издание второе, исправленное и дополненное.
Киев, «Будівельник», 1972, стр. 56.

В брошюре рассматриваются вопросы устройства систем водяного квартирного отопления малоэтажных зданий, рекомендуются наиболее экономичные схемы разводок трубопроводов холодного и горячего водоснабжения.

Приводятся конструкции печи-котла, имеющей хорошие теплотехнические показатели, и водонагревателей для хозяйственных нужд, дается пример расчета теплопотерь, подбора нагревательных приборов, определения потребной теплопроводности котла.

Брошюра рассчитана на инженеров-сантехников и индивидуальных застройщиков.

Рисунков 22, таблиц 11.

Артюшенко Николай Матвеевич

ВОДЯНОЕ ОТОПЛЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ДОМОВ

Редактор *М. А. Отрешко*
Обложка художника *П. Х. Андросчук*
Художественный редактор *Я. М. Яковенко*
Технический редактор *З. П. Золотарева*
Корректор *Н. И. Курбанова*

БФ 06099. Сдано в набор 14. I. 1972 г. Подписано к печати 5. IV. 1972 г. Бумага типографская № 1, 60×90¹/₁₆=1,75 бумажных, 3,5 физ., 3,5 усл. печ., 3,53 уч.-изд. листов. Тираж 29 000. Цена 20 коп. Зак. 53.

Издательство «Будівельник», Киев, Владимирская, 24.
Киевская книжная типография № 6, Киев, Выборгская, 84.

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 здесь в малоэтажных жилых домах принято устраивать так называемые квартирные системы отопления.

Такие системы имеют самостоятельный генератор тепла и рассчитаны на одну квартиру из 2—3—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 проще по своему устройству, надежно и эффективно в работе и к тому же позволяет без особых затрат создавать такие дополнительные удобства, как горячее водоснабжение, сушилки для одежды и посуды, термосы для приготовления пищи и поддержания 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.

Основное оборудование системы состоит из генератора тепла и отопительных приборов. Генератором тепла может быть чугунный секционный котел, змеевик, вмонтированный в печь, или водогрейная колонка на природном сетевом газе. В качестве отопительных приборов применяют радиаторы — чугунные, керамические, фаянсовые. Котлы, трубы, радиаторы и другое необходимое оборудование выпускает промышленность, продаются они через специализированные магазины, главным образом — промысловой кооперации.

При выборе конструкции генератора тепла необходимо учитывать следующие обстоятельства.

Стоимость топлива составляет основные расходы по эксплуатации 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.

Систему отопления обслуживают сами жильцы, люди чаще всего технически несведущие. Значит генератор тепла должен быть максимально простым по устройству, 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 должна быть устроена так, чтобы не ухудшать санитарно-гигиенических условий квартиры. Кирпичную кладку топливника рекомендуется облицовывать глазурованной керамической плиткой или кафелем, что придает ей приятный внешний 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 брошюру.

СИСТЕМЫ КВАРТИРНОГО ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Системы квартирного водяного отопления бывают с повышенной и нормальной водяной емкостью.

В системе с нормальной водяной емкостью топка генератора тепла производится периодически, а водяная емкость рассчитывается с учетом аккумуляирования тепла, необходимого для компенсации тепловпотерь в период между топками.

В системе с нормальной водяной емкостью топка генератора производится непрерывно.

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 разделяют на две части, что возможно при размещении генератора тепла в центре квартиры. При этом подающая магистраль получается общей, а обратных магистралей — две.

В настоящее время широко распространены 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.

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 труб больших диаметров ($1\frac{1}{4}$ — $1\frac{1}{2}$ дюйма) с уклоном по высоте 40—50 см от потолка

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

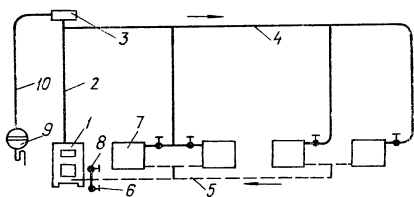


Рис. 1. Схема двухтрубной системы отопления

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 — вентиль для наполнения системы из водопровода; 9 — раковина; 10 — переливная труба. Сплошной линией показана подающая магистраль, пунктиром — обратная

системе проходит все нагревательные приборы последовательно; регулировка воды производится краном. При необходимости обвода дверных проемов трубопровод прокладывается над дверьми и для выпуска воздуха подсоединяется к разводящей линии, прокладываемой под потолком. Подсоединение осуществляется в

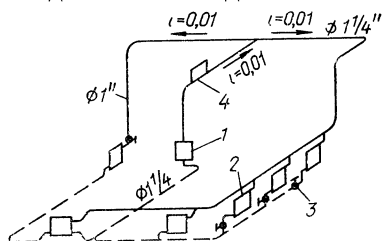


Рис. 2. Схема двухтрубной системы отопления с подоконной разводкой подающих трубопроводов.

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

нагревательных приборов. Для увеличения циркуляционного напора в системе принят проточный расширительный сосуд.

Для помещений, имеющих низкие подоконники, подающие магистрали нужно прокладывать по оси верхних радиаторных отверстий. Обратная магистраль прокладывается у пола. Время прогрева всех нагревательных приборов систем составляет 30—40 мин.

На рис. 3 приведена квартирная система отопления проточного типа, предложенная А. И. Орловым. Вода по этой

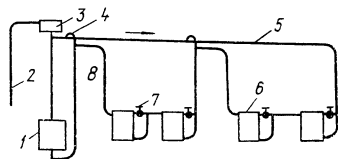


Рис. 3. Схема проточной системы отопления:

1 — котел; 2 — переливная линия, идущая от расширителя к раковине, 3 — расширительный сосуд, 4 — воздушная петля; 5 — разводящий трубопровод; 6 — нагревательный прибор; 7 — регулирующая арматура, 8 — обвод дверных проемов

виде петель, что обеспечивает удаление воздуха и не допускает перетекания воды из разводящего трубопровода в подъемные участки. Петли можно изготавливать из труб минимального диаметра ($1/2$ дюйма и менее).

Однотрубная система квартирного отопления может быть рекомендована при достаточном циркуляционном напоре, который

обеспечивается установкой котла в подвальном помещении или применением проточного расширительного сосуда, водо-водяного подогревателя на подающей магистрали и высоко расположенного нагревательного прибора в виде двух труб большого диаметра ($2\frac{1}{2}$ — 3 дюйма).

Однотрубные системы квартирного отопления с нижней разводкой магистрали имеют пока незначительное применение. Все тепловыделения этой системы являются полезными, так как трубопроводы проложены в нижней части помещения, а их длина минимальна. Наличие воздушных кранов в верхней пробке радиатора не является недостатком системы. Краны необходимо открывать только во время наполнения системы водой.

Некоторое распространение нашли системы водяного отопления с прокладкой обратной магистрали под потолком. Однако устройство такой системы требует большого количества труб.

Большое распространение имеют системы отопления с размещением котла в полуподвальном или подвальном помещении.

Такое размещение дает возможность увеличить циркуляционный напор, значительно уменьшить диаметры трубопроводов, позволяет оборудовать склад топлива в том же помещении, где установлен котел. Для загрузки склада топливом в подвале устраивают люк или специальное окно. Люк может быть чугунным ($d=700$ мм) или деревянным. Дерево необходимо хорошо антисептировать. Зимой загрузочное устройство желательно утеплять, устраивая второе днище, засыпанное опилками или покрытое теплыми матами и другими теплоизоляционными материалами. Труба в загрузочном устройстве может быть черепичной, чугунной, асбестоцементной. При заглублении котла увеличивается высота дымовой трубы, и, следовательно, усиливается тяга в топке.

Если нельзя установить котел ниже уровня нагревательных приборов, его можно размещать на одном уровне с ними и даже несколько выше. В этом случае циркуляция теплоносителя обеспечивается за счет охлаждения воды в трубопроводах, находящихся выше котла.

ЭЛЕМЕНТЫ ОБОРУДОВАНИЯ

Оборудование квартирных водяных систем отопления состоит из следующих основных элементов: генератора тепла, нагревательных приборов, трубопроводов, расширительного сосуда, запорно-регулирующей арматуры.

Генераторы тепла

В отличие от систем центрального отопления, имеющих, как правило, два котла (рабочий и резервный), в квартирных системах устанавливается только по одному котлу.

Генераторы тепла (котлы) для квартирных систем изготавливаются из стали, чугуна или другого материала. В зависимости от конструкции они работают на твердом, газообразном или жидком топливе и устанавливаются изолированно или в комбинации с кухонной плитой.

В настоящее время промышленностью выпускаются малометражные чугунные котлы КЧМ-1 и водонагреватели АГВ-80 и АГВ-120.

К числу наиболее удачных конструкций генераторов тепла, разработанных для газообразного топлива, следует отнести котел-стояк КГС, разработанный А. Н. Самгиным, и водонагреватели типа ПОГ-1, ПОГ-2. Эти водонагреватели одобрены газовой, санитарной и пожарной инспекциями и применяются при условии устройства автоматики безопасности.

Чугунный секционный котел КЧМ-1 (табл. 1) выпускается Кировским чугунолитейным заводом и Каунасским заводом сантехнических изделий.

Т а б л и ц а 1. Основные технические показатели котла КЧМ-1

Наименование показателей	Поверхность нагрева, м ²			
	1,31	1,73	2,06	2,48
Количество секций, шт.:				
средних	2	3	4	5
крайних	2	2	2	2
Теплопроизводительность котла, ккал/ч	14000	18000	22000	27000
Емкость котла, л	27,2	30,5	33,8	37,1
Площадь колосниковой решетки, м ²	0,060	0,086	0,112	0,138
Топочный объем, м ³	0,030	0,043	0,056	0,069
Габариты котла, м:	Для всех размеров 1,032			
высота	То же			
ширина	0,45			
длина	0,340	0,425	0,510	0,595
Вес котла номинальный, кг	224	260	294	331

Есть 7 моделей такого котла с числом секций от 4 до 10 и поверхностью нагрева от 1,31 до 3,65 м². Теплосъем с 1 м² поверхности нагрева — 10000 ккал/ч, к. п. д. котла 65—70%. Применяемое топливо — высококалорийный сортированный каменный уголь, кокс, брикеты или газ. Топка — верхнего горения.

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

Котел предназначен для системы водяного отопления отдельных квартир и малоэтажных зданий при рабочем давлении до 2 атм и максимальной температуре нагрева воды 95° С.

Газогорелочные устройства и автоматику для котлов выпускает Московский ремонтно-механический завод Мосжилуправле-

ния. Этим же заводом выпускаются водонагреватели АГВ-80 и АГВ-120.

При установке котла на сгораемые конструкции здания под ним, а также перед топкой настилается слой из листового асбеста или войлока, смоченного в глиняном растворе, а по верху этого слоя укладываются стальные листы.

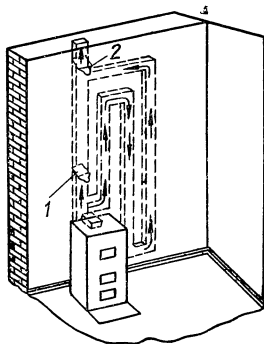
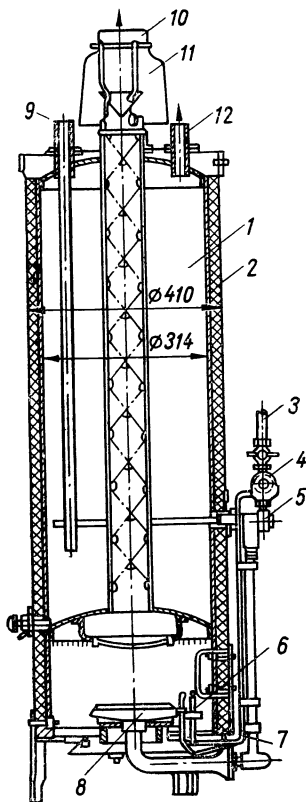


Рис. 4. Схема дымооборотов обогревательного щитка:

1, 2 — шиберы.

Рис. 5. Автоматический водонагреватель АГВ-80:

1 — резервуар для воды; 2 — кожух; 3 — газопровод; 4 — приборы автоматики и электромагнитный клапан; 5 — терморегулятор; 6 — термопара; 7 — запальник; 8 — горелка; 9 — патрубок для подвода холодной воды; 10 — патрубок для отвода продуктов сгорания; 11 — тягопрерыватель; 12 — патрубок для отвода горячей воды.



Котлы подсоединяются к дымовой трубе специальным патрубком с заслонкой, к системе отопления — двумя патрубками диаметром 2 дюйма.

На подающей от котла магистрали устанавливается термометр, на обратной — установка термометра не обязательна. Вентили на подающей и обратной магистралях не ставятся.

Чугунные котлы имеют высокую температуру отходящих газов (250—500° С), что вызывает пережог топлива и снижение к. п. д. генератора. Этого недостатка можно избежать, изменив подсоединение дымохода к вытяжной трубе. Рекомендуемая схема приведена на рис. 4. Такое подсоединение позволит при растопке и плохой тяге, открыв оба шиберы, направить продукты горения на

прямоток, а при хорошо установившейся тяге, перекрыв шибер 1, переключить отвод продуктов горения на обогревательный щиток.

Слабая тяга может наблюдаться также в переходной отопительный период (ранняя осень, поздняя весна), когда понижено атмосферное давление воздуха. Схема эта хорошо себя зарекомендовала и получила распространение в малоэтажных домах пригородов Киева.

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

Автоматические газовые водонагреватели АГВ-80 (рис. 5) и АГВ-120 имеют емкость соответственно 80 и 120 дм^3 и успешно применяются как генераторы тепла для квартирных систем отопления.

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

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

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

Недостатком АГВ-80 и АГВ-120 как генераторов тепла для квартирных систем отопления является то, что их центр нагрева расположен довольно высоко, вследствие чего ухудшается циркуляция воды в системе.

Автоматическое регулирование процесса горения производится в целях поддержания заданного температурного режима при соблюдении высоких показателей горения и безопасности сжигания газа, что значительно повышает экономичность установленного отопительного оборудования.

Комплексная автоматика состоит из следующих основных систем: автоматики регулирования; автоматики безопасности и теплотехнического контроля.

Схема газовой автоматики котла КЧМ-1 (рис. 6), разработанная институтом Мосгазпроект, состоит из двухпозиционного регулирующего автомата и автомата безопасности.

Командным прибором автоматики регулирования является терморегулятор (рис. 7), который автоматически поддерживает заданную температуру воды в генераторе тепла в соответствии с настройкой регулятора. При повышении температуры воды в котле клапан газопровода прикрывается, а с понижением — открывается. В котлах КЧМ-1 терморегулятор устанавливается в

верхнем отводе подающей трубы или в коллекторе. В водонагревателях АГВ-80 и АГВ-120 он помещается ниже средней линии корпуса нагревателя. Корпус терморегулятора помещается с внешней стороны, а трубка со стержнем — внутри генератора и омывается водой.

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

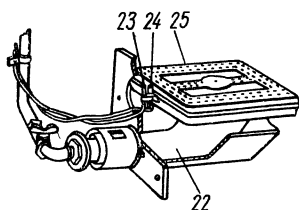
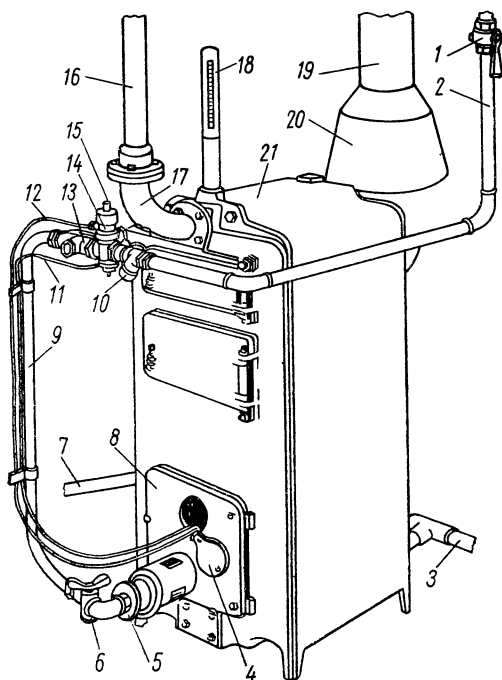


Рис. 6. Котел КЧМ-1 на газе с автоматом безопасности и терморегулятором:

1 — кран на опуске; 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.

том линейного расширения и инварового стержня с малым коэффициентом линейного расширения.

Изменение температуры воды в котле вызывает увеличение или уменьшение длины латунной трубки и, соответственно, перемещение закрепленного в ней с одного конца инварового стержня. Свободным концом стержень воздействует на систему рычагов, находящихся под натяжением пружины, вследствие чего газовый клапан закрывается или открывается.

Терморегулятором можно настроить котел на температуру 40—95° С. Это достигается изменением активной длины инварового стержня путем подвертывания его во втулке корпуса при помощи поводка.

Запальник устанавливается на кронштейне у головки горелки (см. рис. 6). Он дает два факела пламени: для нагрева термопары и зажигания горелки котла.

Автомат безопасности отключает поступление газа к горелке в случае затухания или отрыва пламени.

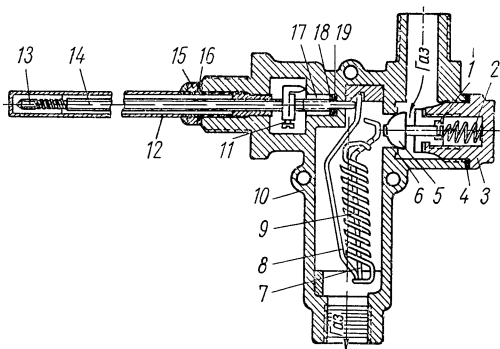


Рис. 7. Терморегулятор:

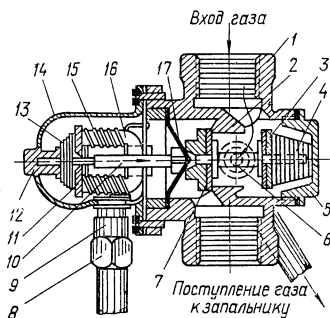
1 — направляющая втулка клапана; 2 — возвратная пружина клапана; 3 — крышка клапана; 4 — прокладка; 5 — клапан; 6 — седло клапана; 7, 8 — рычаги; 9 — пружина рычага; 10 — корпус терморегулятора; 11 — регулирующий поводок; 12 — латунная трубка; 13 — крепление инварового стержня; 14 — инваровый стержень;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

Автомат безопасности состоит из следующих элементов: электромагнитного клапана, термопары и запальника.

Электромагнитный клапан (рис. 8) представляет собой прибор, в передней части корпуса которого находится электромагнит (сердечник с обмоткой). Сердечник изготавливается из пермалоя (железоникелевый сплав с примесью углерода, кремния и марганца), обладающего большой магнитной проницаемостью. Концы обмотки сердечника выведены на штуцер, который соединя-

Рис. 8. Электромагнитный клапан:

1 — корпус; 2 — двойное седло; 3 — нижняя тарелка; 4 — пружина; 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



ется с накидной гайкой. Дисковый якорь помещается на штоке, который, будучи связан с гибкой мембраной, 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 опущенной кнопке пружина клапана передвинет 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 и копеля. Хромель представляет собой сплав никеля с хромом, он устойчив против высоких температур.

Электроды сваривают на конце копелем (сплав меди и никеля). 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 диаметром 4 мм необходимо направлять на горелку, так как оно и является запальником, малое же отверстие создает факел для обогрева спая термопары.

Отопительно-варочные печи представляют собой котлы в сочетании с плитами. Они изготавливаются из газовых труб или листовой стали. Этот материал в условиях топки сильно подвергается коррозии, вследствие чего период эксплуатации таких котлов непродолжителен.

На Украине широко распространен котел-плита конструкции К. А. Дмитриева. Это змеевик с самостоятельным подтопком. При облицовке стенок газурованными изразцами плита имеет хороший внешний вид. Рассчитана она на твердое топливо.

Автором брошюры разработана конструкция печи-котла (рис. 9), теплопроизводительностью 9000 ккал/ч. Схема кладки рядов печи-котла приведена на рис. 10. 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, НМ-150 менее желательно, так как при этом увеличатся размеры котла.

Колпаковая насадка, имеющая большой теплоаккумулирующий массив, создает равномерность прогрева котла, увеличивает длительность горения, понижает температуру отходящих газов до 80—100° С, благодаря чему значительно увеличивается к. п. д. печи-котла.

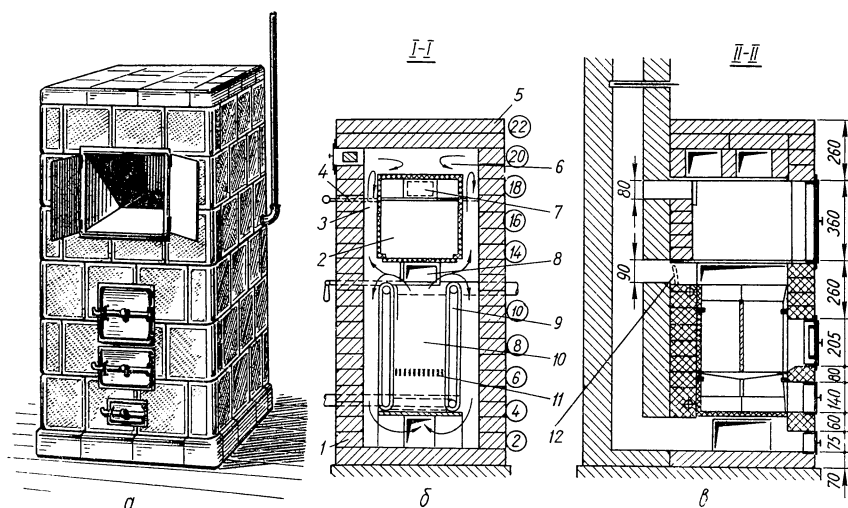


Рис. 9. Печь-котел:

а — общий вид; *б* — поперечный разрез; *в* — продольный разрез; 1 — обмуровка, 2 — духовка; 3 — стенки 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.

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.

В колпаке может быть размещена духовка; если в ней нет необходимости, пространство колпака заполняется теплоаккумулирующей насадкой. Стенки духовки могут быть сделаны из огнеупорных плиток или листовой стали (1,5—2,0 мм). По схеме дымоходов печь-котел 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 стенка выполняется в $\frac{1}{2}$ кирпича. Для более надежной устойчивости кирпичной кладки печь-котел можно обвязать каркасом из уголкового стали размером 40×4 мм.

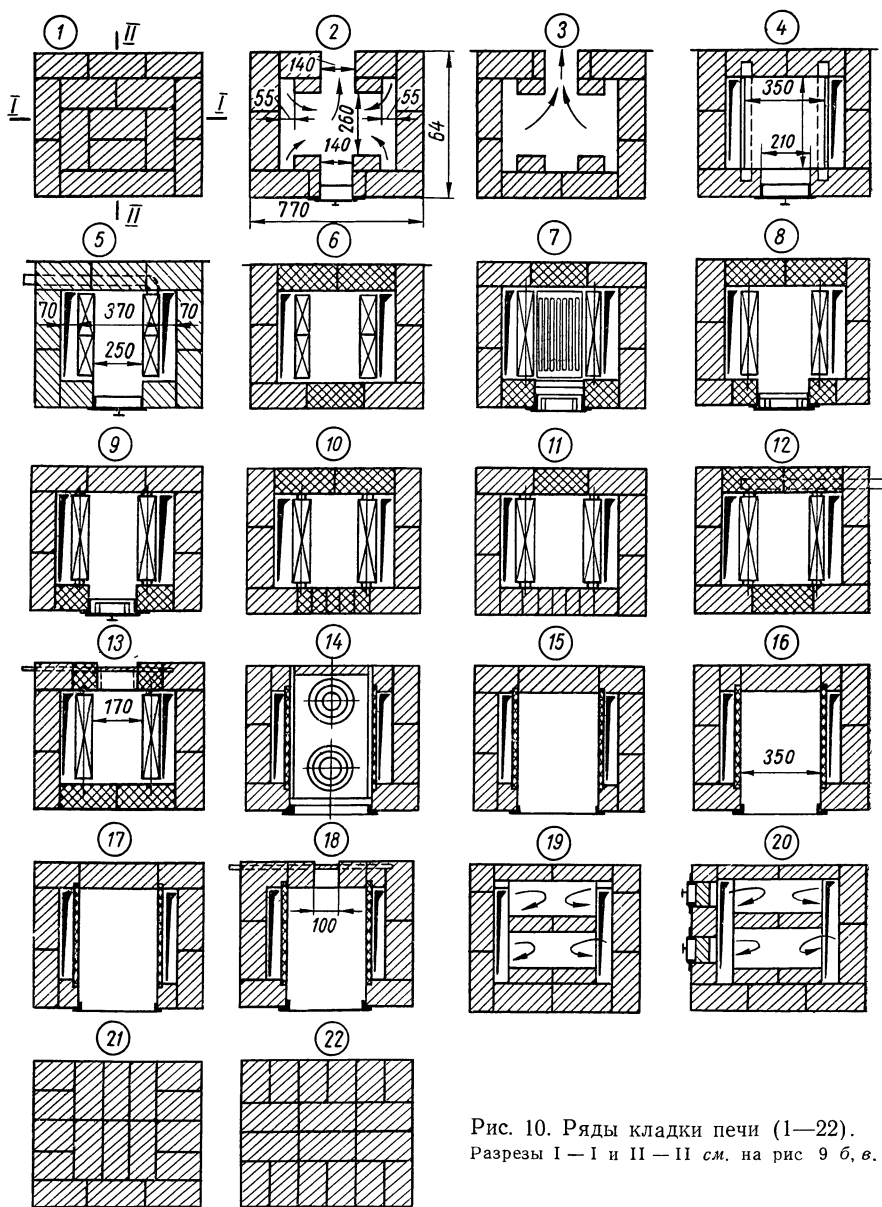


Рис. 10. Ряды кладки печи (1—22).
Разрезы I—I и II—II см. на рис 9 б, в.

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 шиберов или клапана. При зим-

нем 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 или горячего водоснабжения на подающей магистрали устанавливается теплообменник, который значительно увеличивает циркуляционный напор в системе.

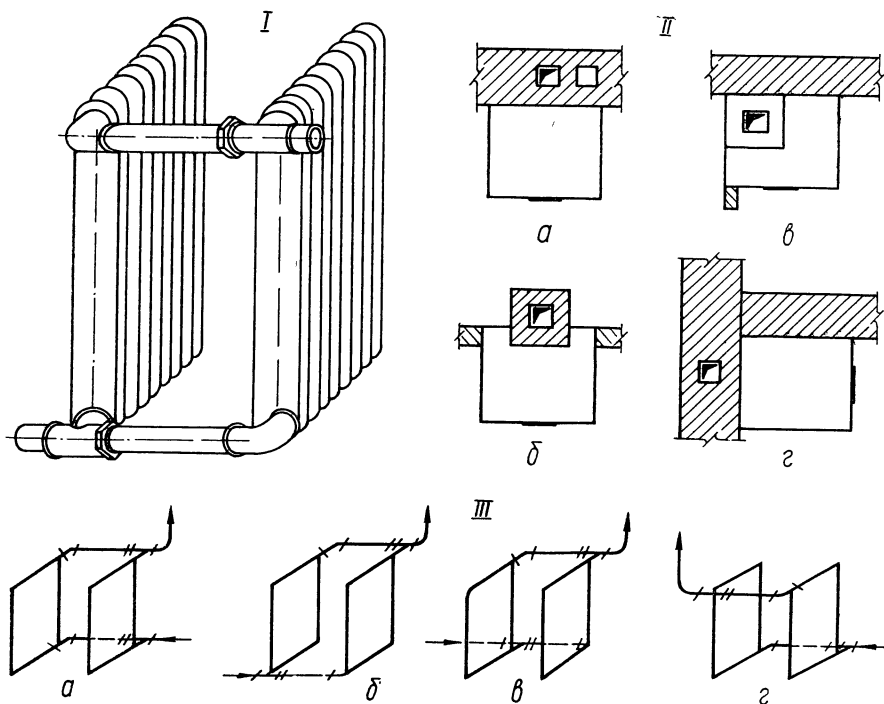


Рис. 11. Печь-котел:

I — чугунный нагревательный элемент; *II* — размещение котла в плане здания; *а* — дымоход в стенке; *б* — самостоятельный дымоход; *в* — насадный дымоход; *г* — боковое примыкание дымохода; *III* — схема подсоединения нагревательного элемента; *а* — одностороннее с тыльной стороны; *б* — диагональное с выходом у тыльной стороны; *в* — разностороннее у тыльной стороны; *г* — диагональное с выходом у фронта котла.

Благодаря компактному размещению нагревательной поверхности тепловое напряжение металла по сравнению с котлом КЧМ-1 увеличено в 4, а вес котла уменьшен 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. 11. 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 стенку топливника желательно выполнять из огнеупорного кирпича. Пе-

рекрытие 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.

Путем улучшения процесса горения в топливнике однооборотной печи, совмещенной с отопительным котлом, а также понижения температуры уходящих продуктов горения к.п.д. котла по оптимальному режиму получили 0,78; к.п.д. варочной плиты 0,8—0,12. Если принять значение нижнего предела, то суммарный к.п.д. составит 0,86.

Подбор котла для квартирной системы водяного отопления производится на основе специального расчета. Предварительный, ориентировочный подбор можно произвести, используя следующие паспортные данные котла КЧМ-1:

Строительный объем здания, м ³	350	460	570	675
Количество секций котла КЧМ-1	4	5	6	7
Поверхность нагрева котла, м ²	1,31	1,73	2,06	2,48

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

Нагревательные приборы

В системах квартирного водяного отопления применяются обычные чугунные радиаторы, предназначенные для многоэтажного строительства и рассчитанные на давление 60—70 кг/м². Работают они при малом статическом давлении (в двухэтажных помещениях до 7—8 и в одноэтажных до 3—4 кг/м²).

Малое рабочее давление позволяет применять нагревательные приборы из керамики, фарфора, сварные из листовой стали (толщиной 2—3 мм).

Керамические радиаторы изготавливаются на вертикальных трубных прессах с проклейкой днища и крышки вручную, а также способом литья. Изготовление керамических радиаторов освоено Киевским экспериментальным керамическим заводом. Такие радиаторы имеют довольно высокую механическую прочность (свыше 3 атм).

В неметаллических радиаторах одним из важных является узел подсоединения трубопроводов. Вследствие различного линейного температурного расширения труб в местах их присоединения появляется течь. Этот недостаток устраняется применением резиновой втулки.

Испытание разных уплотнителей (плоская эластичная резина, сальниковые набивки, пакля с суриком, конусная втулка из пористой резины) показали, что наилучшим уплотнителем является конусная втулка из пористой резины. При монтаже узла необходимо все места соприкосновения покрывать олифой.

Хороший внешний вид имеют фарфоровые радиаторы. К трубопроводам они крепятся болтами с уплотнением фланцевого соединения прокладкой.

Согласно действующим техническим условиям нагревательные приборы должны устанавливаться на расстоянии не менее 60 мм от пола и 50 мм от нижней поверхности подоконника. В связи с этим при установке радиатора высота подоконника должна быть не менее 700 мм. При меньшей высоте радиатор размещают у внутренней стены или в простенке между окнами. Бывает, что в угловом помещении одна из наружных стен не имеет окон. В таком случае второй радиатор целесообразно расположить у глухой стены.

При установке в одном помещении нескольких нагревательных приборов не следует предусматривать радиаторы с числом секций менее пяти. Лучше установить меньше радиаторов, но с большим числом секций в каждом из них. Не следует устанавливать радиаторы у внутренних стен. При таком размещении помещение неравномерно прогревается, ухудшается его внешний вид.

Расширительный сосуд

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 следует считать от уровня подключения горячей магистрали к сосуду до уровня переливной (воздушной) трубы (рис. 12).

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 водопровода или насосом, 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.

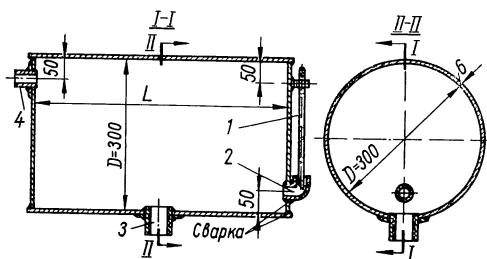
При установке расширительного сосуда в отапливаемом помещении вместо сигнальной трубки лучше закрепить указатель уровня воды.

Если в доме отсутствует водопровод, наполнять систему отопления водой можно через расширительный бак или ручным насосом БКФ-2, БКФ-4. Для облегчения первоначального наполне-

ния системы водой в одном из радиаторов вместо пробки устанавливается кран с лейкой. Незначительное количество воды дополняется через расширительный бак, который должен иметь крышку. Подпитку системы водой нужно производить не реже одного раза в месяц.

Расширительные сосуды бывают непроточные (см. рис. 12) и проточные.

Рис. 12. Расширительный сосуд:
1— водомерное стекло; 2— угольник;
3— муфта для подсоединения к горячему стояку; 4— муфта для подсоединения воздушной и переливной линий.



Для того чтобы внутренняя поверхность расширительного сосуда не ржавела, ее окрашивают свинцовым суриком (два раза). Разводящую магистраль из расширительного сосуда следует подсоединять 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 2—3 года) очищать и окрашивать.

ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ

Квартирная система горячего водоснабжения бывает раздельная и совмещенная с водяным квартирным отоплением.

При печном отоплении для горячего водоснабжения можно использовать металлическую водогрейную колонку (рис. 13), вмурованную в кухонный очаг. Корпус такой колонки делают из листовой стали толщиной 2—3 мм.

Для увеличения емкости нагревателя под потолком помещения можно установить бак-аккумулятор и соединить его с водонагревателем циркуляционными трубами диаметром 1—1¼ дюйма. Холодная вода в колонку поступает из водопровода через шаровой кран. 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.

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

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

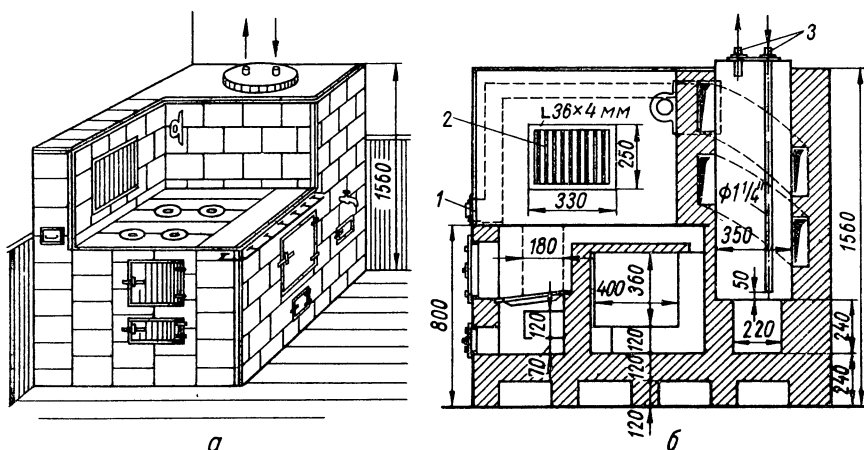


Рис. 13. Водогрейная колонка в общей обмуровке с кухонной плитой:

а — общий вид; *б* — разрез; 1 — канал для самовара; 2 — вентиляционная решетка; 3 — циркуляционная труба.

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

Водонагреватели квартирных систем горячего водоснабжения бывают безнапорными (со свободно открывающимися крышками) и напорными.

Совмещенная система квартирного отопления и горячего водоснабжения приведена на рис. 14.

При подаче воды в водоподогреватель 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 $\frac{1}{2}$, а $\frac{3}{4}$ дюйма.

Если давление в сети городского водопровода выше 2 атм, 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 уравни-

тельный бак. Уравнительный бак снабжается краном, соединяется с баком горячей воды и монтируется 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 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 открыванием крана. Подпитка системы водой может происходить через подпиточный бачок, который представляет собой резервуар с шаровым клапаном и 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 вентиль.

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 будет работать только на подогрев воды для горячего водоснабжения.

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

Разборная линия горячего водоснабжения подсоединяется на определенном расстоянии от дна расширительного сосуда, с тем чтобы при большом водоразборе нельзя было его полностью опо-

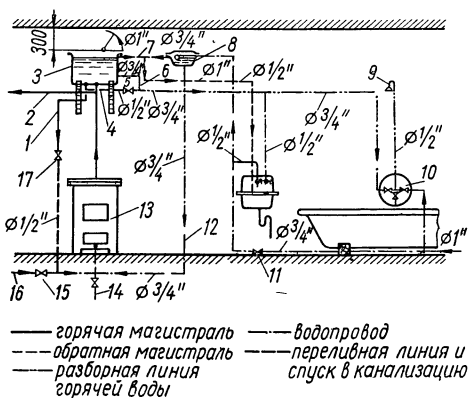
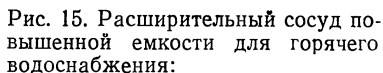


Рис. 14. Схема горячего водоснабжения, совмещенного с квартирным отоплением, при непосредственном подогреве воды в генераторе тепла:

1 — циркуляционная перемычка; 2 — трубопровод к нагревательным приборам; 3 — расширительный сосуд повышенной емкости; 4 — трубопровод для выпуска воды; 5, 15, 17 — краны; 6 — линия водоразбора горячей воды; 7 — переливная линия; 8 — уравнительный бачок; 9 — душевая сетка; 10 — смеситель; 11 — вентиль; 12 — подпитка системы; 13 — котел; 14 — штуцер для выпуска воды из системы; 16 — трубопровод из системы.

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



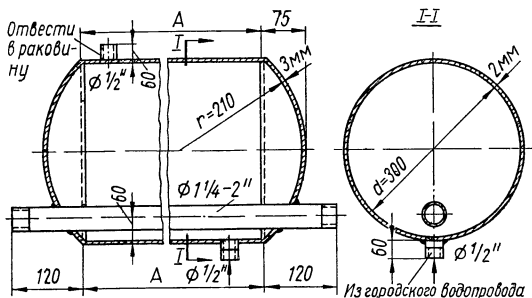
1 — патрубок для разбора горячей воды; 2 — циркуляционная перемычка; 3 — подсоединение главного стояка; 4 — водомерное стекло; 5 — переливная линия; 6 — крышка.

Конструкция расширительного сосуда для горячего водоснабжения дана на рис. 15, а его типоразмеры — в табл. 2.

Т а б л и ц а 2. Типоразмеры расширительного сосуда

Полезная емкость, л	Размеры, мм			Общий вес, 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

Конструкция напорного емкостного водонагревателя дана на рис. 16, а размеры теплообменника в зависимости от емкости — в табл. 3.



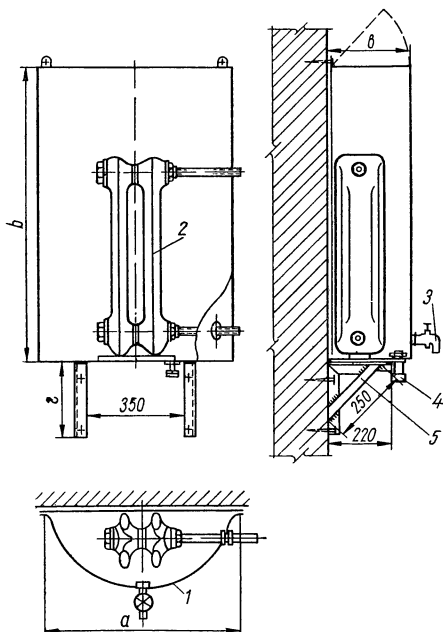
Т а б л и ц а 3. Размеры теплообменника

Емкость, л	Длина, мм	Вес без воды, кг
40	500	12,5
70	800	18,6
110	1300	28,7

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

Рис. 17. Безнапорный емкостный водонагреватель для горячего водоснабжения:

1 — корпус; 2 — нагревательный элемент; 3 — водоразборный кран; 4 — спускная пробка; 5 — кронштейн.



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 бак-теплообменник, совмещенный с системой отопления (рис. 17). Конструктивные размеры водонагревателя приведены в табл. 4.

Т а б л и ц а 4. Характеристика водонагревателя

Емкость, л	Размеры, см				Вес, 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

Расход материалов на изготовление одного водонагревателя емкостью 30, 60, 90 л следующий:

Секция радиатора М-140	2 шт.
Кран водоразборный диаметром $\frac{1}{2}$ дюйма	1 »
Кронштейн и уголок 25×25×4	2 »
Контргайка диаметром $\frac{1}{2}$ дюйма	8 »
Прокладки резиновые диаметром 89×3 мм	6 »
Шайба стальная диаметром 89×3 мм	6 »
Труба водогазопроводная диаметром $\frac{1}{2}$ дюйма	0,5 м
Спускная пробка диаметром $\frac{1}{2}$ дюйма	1 шт.
Детали крепления	0,5 кг

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

Нагретая поверхность бака является источником тепла, однако при площади кухни больше 6 м² бак-нагреватель и отопительный котел ее не перегревают. Вода в бак наливается через крышку по мере ее расхода. Температуру воды можно регулировать краном, установленным на горячей магистрали. Летом система отопления отключается краном, установленным на обратной магистрали.

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

МОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ

Работы по монтажу систем квартирного 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 для 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—52).

Соединение «цилиндр на цилиндр» характерно тем, что наружной цилиндрической резьбе трубы соответствует такая же цилиндрическая резьба внутри соединительной или фасонной части из ковкого чугуна. Между внутренней и наружной резьбой укладывается уплотнитель. При таком типе соединения муфта или фасонная часть должна наворачиваться на нарезной конец трубы от руки с некоторым усилием, которое служит доказательством того, что зазор между наружной и внутренней резьбой настолько мал, что при правильно уложенном уплотнителе и при заклинивании муфты примерно на половине длины сбег, соединение не расшатается под действием температурных деформаций.

Сбегом называют последние, неполные по глубине профиля, нитки резьбы, как в цилиндрической, так и в конусной резьбах. По ГОСТ 6357—52 для труб диаметром 15—20 мм длина сбег равна 4 мм; для остальных размеров — 5 мм. Величина сбег включается в длину резьбы.

Расшатывание разбегового соединения всегда ведет к тому, что в момент сокращения длины трубы зазор для одной какой-либо щеки резьбового витка сужается, для другой — расширяется. При увеличении длины трубы происходит обратное явление. В результате происходит сжатие уплотнителя справа вдоль одной щеки витка, затем вдоль другой. Между тем в правильно выполненном резьбовом соединении уплотнитель должен быть сжат только 1 раз — в момент наворачивания и натягивания муфты или иной фасонной части — и устойчиво держаться в сжатом состоянии. При возникновении чередующихся дополнительных сжатий уплотнительного материала, лишнего упругости, вдоль всего зазора образуется сквозная винтообразная канавка, через которую под действием гидростатического давления вытесняется вода.

Уплотнительные материалы в соединениях на резьбе выбирают 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 прядь с суриковой замазкой или специальные пасты.

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

Для составления суриковой замазки свинцовый сурик разбавляют в натуральной олифе в пропорции: две части по весу сурика на одну часть олифы. Льняную прядь перед укладыванием на резьбу тщательно рассучивают и пропитывают в замазке, затем дают ей подсохнуть, пока она не станет клейкой; в таком виде она обеспечивает большую плотность соединения. Укладывать не подсохшую 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 кратко-временно, 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 с запасом в две-три нитки. Такую резьбу называют длинной, а само 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 суриковой замазкой и ссученный из той же льняной пряди жгутик, а 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 атм, и при условии, что уплотняющий материал жгутика соответствует техническим условиям, а контргайка, примыкающая к муфте, не создает перекоса, и муфта с контргайкой соответственно обработаны. Обработка заключается в заточке или запиливание 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 выдавлен вяжущий материал, и сгон окажется свернутым «насухо».

Соединение труб на сварке

Все без исключения сварные швы трубопроводов являются усиленным, т. е. имеющими валик. По положению, в котором они находятся, различают швы: нижние, горизонтальные, вертикальные и потолочные.

Нижним (наиболее легко выполнимым) называется шов, свободно наблюдаемый сварщиком в процессе сварки в направлении сверху вниз, например, верхний участок шва на горизонтально расположенном трубопроводе. Горизонтальный шов бывает расположен в горизонтальной плоскости, например, сварной шов на главном стояке. Вертикальный шов наваривается на боковом участке горизонтального расположенного трубопровода. Потолочным называют сварной шов, расположенный над головой сварщика.

При нижнем шве различают два условия сварного процесса: одно — когда во время сварки трубу можно повернуть вокруг оси, что значительно облегчает работу сварщика; другое — когда трубу повернуть невозможно. Поэтому существует разделение сварных стыков еще на поворотные и неповоротные.

Обработка труб

Обработка труб состоит из таких операций: перерезка трубы; нарезание резьбы; развальцовка 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, увеличить сопротивление сети. Внутренние заусенцы, кроме того, служат обычно местами скопления взвешенных в теплоносителе веществ и потому могут вызывать засоры.

Ручным инструментом для перерезки труб служат ножовка и труборез (рис. 18,а). Ножовка перерезает трубу медленнее трубореза, но почти не оставляет заусенцев; труборез работает быстро, но дает заусенцы (рис. 18,б), которые приходится удалять, следовательно, производить хотя и кратковременную, но все же добавочную операцию.

В руках малоопытного слесаря ножовка легко дает перекося. В современном труборезе ролик имеет по обе стороны достаточных размеров (по диаметру и по ширине) ступицы, благодаря которым он хорошо удерживается в плоскости перереза. Пользуясь труборезом современной конструкции, слесарь малой квалификации более быстро и доброкачественно выполнит 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 асбестовый шнур уплотнителя и тем самым разрушить уплотни-

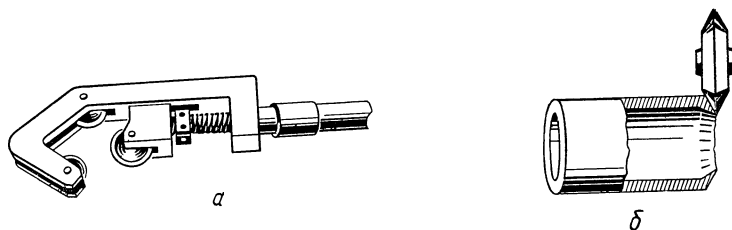


Рис. 18. Труборез: *а* — общий вид; *б* — отрезка трубы.

тельный 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. Также тщательно необходимо очищать и внутренние резьбы соединительных и фасонных частей, а также муфтовой арматуры. Следует помнить, что стружки и другие посторонние твердые тела помешают расположиться уплотнителю по всей глубине профиля резьбы, и это ослабит уплотнение и вызовет подтекание или парящие места в сети трубопровода.

Клуппы служат для нарезания резьб на трубах вручную. Независимо от конструкции клупп всегда состоит из плашек, направляющей детали и корпуса. Плашки являются режущей деталью; их изготовляют 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 резьб.

Корпус клуппа конструируется в зависимости от типа плашек, которые должны быть в нем надежно закреплены. Наиболее

простого, а следовательно, и наиболее дешевого корпуса потребует неразрезная лерка. Более сложен корпус клуппа для сближающихся плашек, разрезанных на две дольки и требующих приспособления для перемещения этих долек, например, клупп Маевского. Самый сложный корпус для четырехдольных плашек, например, клупп «Дуплекс» (рис. 19,а), в котором поворотом план-

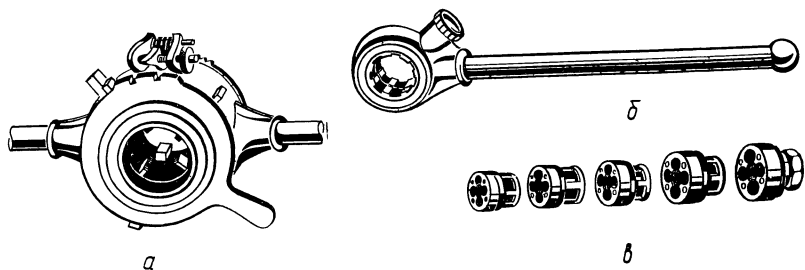


Рис. 19. Клуппы: а — клупп «Дуплекс»; б — трехщеточный клупп; в — плашки для различных диаметров труб.

шайбы достигается одновременное сближение или развод четырех режущих частей.

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

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 облегчения операции клуппы для конусных резьб снабжены трехщеточным механизмом. Образец такого клуппа представлен на рис. 19,б. 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 трехщеточные 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 (по «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 монтажного порядка, так как изгиб получается громоздким; образуется слишком большой относ. 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 способом 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° . В изгибе сварной трубы диаметром 15—20 мм не должно обнаружиться ни деформации сечения, превышающей допуск на овальность (большая или меньшая ось овала может разниться от нормального диаметра не больше чем на 1%), ни расхождения по шву.

Если труба имеет сварной шов, то линия шва будет слабым местом трубы, а потому 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. 20). Таким образом в процессе гнутья будут действовать изгибающие моменты противоположных знаков. Поскольку описанный процесс протекает непрерывно, он непременно

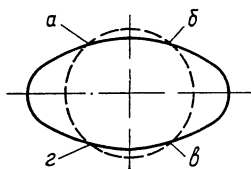


Рис. 20. Схема возникающих усилий при гнутье труб:
а, б, в, г — точки нулевых усилий.

но пройдет через нулевые точки сечения, т. е. неподвижные в процессе гнутья, которыми являются точки *а, б, в, г*.

Совершенно очевидно, что долевы́е полосы трубы, проходящие через 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 труб оно нередко влечет за собой разрыв трубы по шву.

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

Трубы 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.

РАСЧЕТ СИСТЕМЫ КВАРТИРНОГО ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

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 СНиП II-Г.6—62 или ориентировочно определяется по удельной тепловой характеристике здания.

Необходимая поверхность нагрева котла, m^2 , определяется по формуле

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

где Q — расчетная величина теплопотерь здания, $ккал/ч$;
 K — максимально допустимое тепловое напряжение поверхности нагрева котла, $ккал/ч \cdot m^2$;

1,1 и 1,2 — коэффициенты запаса.

Для малых котлов при естественной циркуляции теплоносителя тепловое напряжение составляет 8000—10000 $ккал/ч$.

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 воды в кольцах квартирной системы водяного отопления определяется по эмпирической формуле

$$H = bh_r(l + h_r) \pm \Delta h (\gamma_{охл} - \gamma_r), \quad (1)$$

где h_r — высота верхней горячей магистрали над центром нагрева воды в котле, m ;

l — горизонтальное расстояние расчетного стояка от главного (подъемного) стояка при верхней разводке горячих магистралей, m ;

Δh — вертикальное расстояние от центра нагрева воды в котле до середины нагревательного прибора, m (со знаком +, если середина прибора находится выше центра нагрева воды в котле, со знаком —, когда

середина прибора расположена ниже центра нагрева воды в котле);

$\gamma_{\text{охл}}$, $\gamma_{\text{г}}$ — объемный вес воды, соответственно, выходящей из нагревательного прибора и поступающей в него, кг/м^3 ;

b — безразмерный коэффициент, принимаемый равным 0,4 при изолированном главном стояке и изолированных трубах, 0,34 — при неизолированном обратном трубопроводе и главном стояке, 0,16 — при изолированных трубопроводах.

В формуле (1) выражение $bh_{\text{г}}(l+h_{\text{г}})$ означает величину давления воды в зависимости от ее охлаждения в трубах, а произведение $\pm \Delta h (\gamma_{\text{охл}} - \gamma_{\text{г}})$ — величину давления воды в зависимости от ее охлаждения в нагревательных приборах.

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

Расчет трубопроводов системы отопления начинают с циркуляционного кольца, имеющего наименьшее значение $R_{\text{ср}}$, которое определяют из формулы

$$R_{\text{ср}} = \frac{H}{\Sigma l},$$

где H — ориентировочно подсчитанное давление в кольце, кг/м^2 ;

Σl — длина циркуляционного кольца, м.

Пользуясь табл. 5, с помощью расчета трубопроводов по удельной потере давления воды на трение производим предварительный подбор диаметров участков циркуляционных колец.

На расчетную схему 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 котле 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 ($t_{\text{н}}$) и конечную ($t_{\text{к}}$) температуру воды на участках. Все элементы этого расчета заносятся в расчетную таблицу.

Подсчитав по формуле $\frac{t_{\text{н}} + t_{\text{к}}}{2}$ средние значения температуры воды в стояках и приборах и приняв для этих температур соответствующие объемные веса воды, определяют фактически действующее давление воды в расчетных кольцах системы.

Таблица 5. Подбор диаметров трубопроводов водяной системы отопления

Потеря напора на 1 м трубы, кг/м ³	Номинальный диаметр, мм						
	13,0	19,0	25,0	32,0	38	50	65
	Внутренний диаметр, мм						
	15,75	21,25	27,0	35,75	41,0	53,0	68
0,060	<u>11</u> 0,016	<u>25</u> 0,02	<u>52</u> 0,025	<u>112</u> 0,03	<u>166</u> 0,035	<u>316</u> 0,04	<u>654</u> 0,05
0,090	<u>14</u> 0,02	<u>32</u> 0,025	<u>62</u> 0,03	<u>149</u> 0,04	<u>190</u> 0,04	<u>397</u> 0,05	<u>785</u> 0,06
0,120	<u>17</u> 0,025	<u>38</u> 0,03	<u>83</u> 0,04	<u>186</u> 0,05	<u>238</u> 0,05	<u>476</u> 0,06	<u>915</u> 0,07
0,180	<u>21</u> 0,03	<u>44</u> 0,035	<u>92</u> 0,045	<u>204</u> 0,058	<u>285</u> 0,06	<u>556</u> 0,07	<u>1177</u> 0,09
0,200	<u>23</u> 0,035	<u>51</u> 0,04	<u>103</u> 0,05	<u>223</u> 0,06	<u>333</u> 0,07	<u>635</u> 0,08	<u>1307</u> 0,10
0,290	<u>29</u> 0,04	<u>64</u> 0,05	<u>124</u> 0,06	<u>261</u> 0,07	<u>370</u> 0,08	<u>794</u> 0,10	<u>1569</u> 0,12
0,340	<u>33</u> 0,045	<u>70</u> 0,058	<u>144</u> 0,07	<u>298</u> 0,08	<u>428</u> 0,09	<u>874</u> 0,11	<u>1700</u> 0,13
0,40	<u>36</u> 0,05	<u>76</u> 0,06	<u>154</u> 0,075	<u>335</u> 0,09	<u>475</u> 0,10	<u>953</u> 0,12	<u>1941</u> 0,15
0,48	<u>38</u> 0,053	<u>83</u> 0,065	<u>165</u> 0,08	<u>352</u> 0,095	<u>523</u> 0,11	<u>1032</u> 0,13	<u>2092</u> 0,16
0,50	<u>42</u> 0,058	<u>89</u> 0,07	<u>175</u> 0,085	<u>372</u> 0,10	<u>570</u> 0,12	<u>1112</u> 0,14	<u>2223</u> 0,17
0,60	<u>43</u> 0,06	<u>102</u> 0,08	<u>186</u> 0,09	<u>409</u> 0,11	<u>618</u> 0,13	<u>1191</u> 0,15	<u>2354</u> 0,18
0,70	<u>47</u> 0,065	<u>108</u> 0,085	<u>206</u> 0,10	<u>447</u> 0,12	<u>665</u> 0,14	<u>1270</u> 0,16	<u>2484</u> 0,19
0,80	<u>50</u> 0,07	<u>115</u> 0,09	<u>227</u> 0,105	<u>484</u> 0,13	<u>713</u> 0,15	<u>1430</u> 0,18	<u>2615</u> 0,20
0,90	<u>53</u> 0,075	<u>121</u> 0,095	<u>238</u> 0,11	<u>521</u> 0,14	<u>760</u> 0,16	<u>1509</u> 0,19	<u>2877</u> 0,22
1,00	<u>57</u> 0,08	<u>127</u> 0,10	<u>248</u> 0,12	<u>558</u> 0,15	<u>808</u> 0,17	<u>1588</u> 0,20	<u>3138</u> 0,24
1,20	<u>64</u> 0,09	<u>142</u> 0,11	<u>268</u> 0,13	<u>633</u> 0,17	<u>855</u> 0,18	<u>1747</u> 0,22	<u>3400</u> 0,26
1,40	<u>67</u> 0,095	<u>153</u> 0,12	<u>309</u> 0,15	<u>670</u> 0,18	<u>950</u> 0,20	<u>1906</u> 0,24	<u>3661</u> 0,28

Потеря напора на 1 м трубы, кг/м ³	Номинальный диаметр, мм						
	13,0	19,0	25,0	32,0	38	50	65
	Внутренний диаметр, мм						
	15,75	21,25	27,0	35,75	41,0	53,0	68
1,60	$\frac{70}{0,10}$	$\frac{165}{0,13}$	$\frac{330}{0,16}$	$\frac{744}{0,20}$	$\frac{1045}{0,22}$	$\frac{2065}{0,26}$	$\frac{3923}{0,30}$
1,80	$\frac{77}{0,11}$	$\frac{178}{0,14}$	$\frac{351}{0,17}$	$\frac{783}{0,21}$	$\frac{1095}{0,23}$	$\frac{2224}{0,28}$	$\frac{4184}{0,32}$
2,0	$\frac{85}{0,12}$	$\frac{192}{0,16}$	$\frac{372}{0,18}$	$\frac{819}{0,22}$	$\frac{1140}{0,24}$	$\frac{2383}{0,30}$	$\frac{4446}{0,34}$
2,30	$\frac{92}{0,13}$	$\frac{204}{0,17}$	$\frac{413}{0,20}$	$\frac{893}{0,24}$	$\frac{1236}{0,26}$	$\frac{2541}{0,32}$	$\frac{4969}{0,38}$

Примечание. В числителе показано количество доставляемого тепла при перепаде температуры воды в 1° С, ккал/ч, в знаменателе — скорость воды, м/сек.

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

$$H = 0,9h_{\text{ст}}(\gamma_{\text{ст}} - \gamma_{\text{г}}) + 0,5h_{\text{пр}}(\gamma_{\text{г.пр}} - \gamma_{\text{г}}) \pm \Delta h(\gamma_{\text{охл}} - \gamma_{\text{г}}), \quad (2)$$

где H — фактическое действующее давление, кг/м²;

$h_{\text{ст}}$ — высота стояка, по которому вода движется вниз, м;

$\gamma_{\text{ст}}$ — объемный вес воды в стояке, кг/м³;

$h_{\text{пр}}$ — высота нагревательного прибора, м;

$\gamma_{\text{г}}$ — объемный вес воды, выходящей из котла, кг/м³;

$\gamma_{\text{охл}}$ — объемный вес воды, выходящей из нагревательного прибора, кг/м³;

$\gamma_{\text{г.пр}}$ — объемный вес воды, поступающей в нагревательный прибор, кг/м³;

Δh — вертикальное расстояние между центром нагрева воды в котле и центром прибора, м.

Если центр охлаждения воды в нагревательном приборе будет ниже центра нагрева воды в котле, в формуле (2) величину $\Delta h(\gamma_{\text{охл}} - \gamma_{\text{г}})$ следует вычитать, 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 (2) сравниваем с потерями давления $\Sigma Rl + Z$, подсчитанными при ориентировочном подборе диаметров участков в кольце.

При неувязке в давлениях от 0 до +15% диаметры труб сохраняют согласно предварительному расчету, а при неувязках в потере давлений от 0 до -15% и от +16 до +30% изменяют диаметры некоторых участков, с тем чтобы потери давления в кольце составляли 85—100% от фактически действующих давлений. При более значительных неувязках в давлениях следует произвести полный перерасчет системы отопления.

Теплоотдача участков труб определяется по формуле

$$Q_{\text{пол}} = bQ,$$

где $Q_{\text{пол}}$ — количество тепла, идущего для возмещения теплопотерь, ккал/ч;

Q — общее тепловыделение трубопроводом, ккал/ч;

b — безразмерный коэффициент, значения которого приведены ниже.

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 95—70°.

При занижении температуры воды в обратном трубопроводе количество циркулирующей воды сокращается и уменьшается 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. Схема разводки магистралей следующая: в подсобных помещениях подающая — под потолком, в жилых — под подоконником. Обратная магистраль прокладывается у пола.

Исходные данные для расчета:
температурный перепад в системе отопления

$$t_r - t_{\text{охл}} = 95 - 70 = 25^\circ;$$

температура жилых помещений +18° С, ванной +25° С;

$t_{\text{р.о}}$ — расчетная отопительная температура для Киева 21° С;

трубы, проходящие в помещениях, не изолированы.

Расположение нагревательных приборов и котла показано на плане (рис. 21). Тепловые нагрузки и разбивка на участки, длина расчетных участков показаны на расчетной схеме отопления (рис. 22).

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

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

Для выявления циркуляционного кольца определяем ориентировочные давления для обоих циркуляционных колец системы отопления и по ним находим значение $R_{ср}$.

Для циркуляционного кольца, проходящего через приборы I и III, ориентировочное давление определяем по формуле (1) с учетом охлаждения воды в водоподогревателе (на 7°) и высоко расположенном нагревательном приборе I в ванной (на 5°) без учета охлаждения воды в трубопроводах

$$H_{I-III} = bh_r(l + h_r) + h_r(\gamma_{88} - \gamma_{95}) + h_1(\gamma_{83} - \gamma_{88}) + h_2(\gamma_{70} - \gamma_{83}) = \\ = 0,34 \cdot 2,2(7,1 + 2,2) + 2,2(966,68 - 961,92) + 1,1(969,91 - 966,08) + \\ + 0,1(977,81 - 969,91) = 22,49 \text{ кг/м}^2.$$

При длине этого кольца 24,4 м значение $R_{ср}$ составляет

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

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

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

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

Для циркуляционного кольца, проходящего через приборы IV и V, ориентировочное давление с учетом охлаждения воды в точном расширительном сосуде на 4° будет равно

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

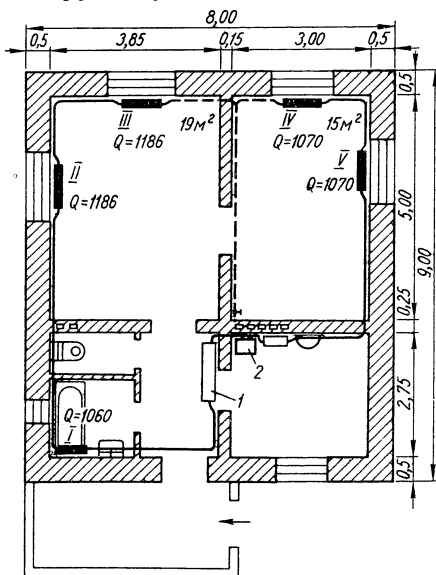


Рис. 21. План квартиры с расположением нагревательных приборов, котла и трубопроводов:

1 — водонагреватель; 2 — котел.

$$17,4 \text{ м } R_{\text{ср}} = \frac{11,4}{17,4} = 0,656 \text{ кг/м}^2. \text{ С учетом местных сопротивлений}$$

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

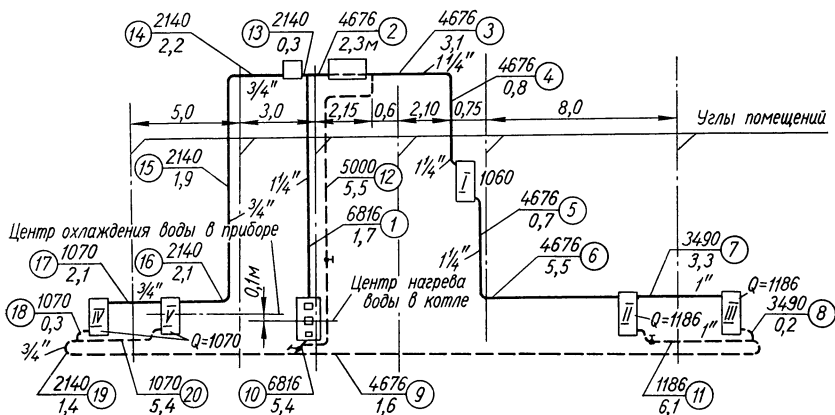


Рис. 22. Расчетная схема трубопроводов.

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

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

Время нагрева воды принято 2 ч, поэтому часовая нагрузка составит $\frac{10000}{2} = 5000$ ккал/ч.

Охлаждение воды в водоподогревателе или в нагревательном приборе определяется по формуле

$$\Delta t = \frac{Q}{G} \text{ ,}$$

где Δt — перепад температуры, град С;

Q — тепловая нагрузка этого 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°.

Тепловую нагрузку по циркуляционным кольцам определим по удельной тепловой характеристике здания. Размеры здания — по наружным замерам, $9,0 \times 8,0$ м. Высота — 4 м; объем $9,0 \times 8,0 \times 4,0 = 288$ м³. Удельную тепловую характеристику здания q принимаем равной 0,68 ккал/м³·ч.

Теплопотери здания составляют

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

Потребная теплопроизводительность котла

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

Принимаем 4-секционный котел ВНИИСТРО-Мч теплопроизводительностью 10000 ккал/ч по табл. 1.

Теплопотери по отдельным помещениям распределяем по величине наружных ограждений (стен).

$$\text{Периметр наружных стен } (9 \times 2) + (8 \times 2) = 34 \text{ м.}$$

$$\text{Теплопотери на 1 м стены составляют } \frac{7834}{34} = 231 \text{ ккал/ч.}$$

Найденную величину общих теплопотерь здания распределяем по отдельным помещениям (табл. 6).

Т а б л и ц а 6. Теплопотери в различных помещениях здания

Помещение	Длина наружных стен, м	Теплопотери здания, ккал/ч
1	10,5	2366
2	9,25	2140
3	6,7	1540
4 (коридор, ванная, санузел)	7,7	1780

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

$$Q_b = GC (t_{\text{г}} - t_{\text{хол}}) = 125 \cdot 1 \cdot (85 - 5^\circ) = 10\,000 \text{ ккал/ч,}$$

где Q_b — потребное количество тепла для горячего водоснабжения;

C — теплоемкость воды, равная 1.

Принимаем подогрев воды в течение всего периода топки котла 8 ч.

$$\text{Часовой расход тепла } \frac{10000}{8} = 1250 \text{ ккал/ч.}$$

После подсчета тепловых нагрузок и замера длин участка трубопроводов данные наносятся на расчетную схему и записываются в табл. 7.

Пользуясь графой 3 и величиной $R_{\text{тр}}$, определяют диаметры трубопровода. Полученные значения заносят в графы 5, 6, 7.

Путем умножения длины 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, по табл. 8 для каждого участка выписывают значения коэффициентов, суммируют их только для этого участка и заносят в графу 9 (см. табл. 7).

Т а б л и ц а 7. Гидравлический расчет трубопроводов квартирной системы водяного отопления

№ участка	Тепловая нагрузка ккал/ч, при		Длина участка l , м	Диаметр труб, дюймы	Скорость теплоносителя, м/сек	Потери на трение, кг/м ²		Сумма коэффициентов местного сопротивления $\sum \xi$	Потери на местные сопротивления Z , кг/м ²	Общие сопротивления участка $(R+Z)$, кг/м ²
	$\Delta t=25^\circ \text{C}$	$\Delta t=1^\circ \text{C}$				на 1 м R	на участке Rl			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Циркуляционное кольцо через приборы I, II и III при $H_{I-III}=22,49 \text{ кг/м}^2$;
 $R_{I-III}=0,45 \text{ кг/м}^2$.

1	6816	273	1,7	1 1/4	0,075	0,34	0,578	1,5	0,42	0,908
2	4676	187	2,3	1 1/4	0,052	0,15	0,345	3,5	0,475	0,82
3	4676	187	3,1	1 1/4	0,052	0,15	0,465	1,0	0,135	0,60
4	4676	187	0,8	1 1/4	0,052	0,15	0,12	3,0	0,40	0,52
5	4676	187	0,7	1 1/4	0,052	0,15	0,105	3,0	0,40	0,505
6	4676	187	5,5	1 1/4	0,052	0,15	0,825	3,0	0,40	1,225
7	3490	140	3,3	1	0,068	0,32	0,05	4,0	0,90	1,95
8	3490	140	0,2	1	0,068	0,32	0,064	2,0	0,45	0,514
9	4676	187	1,6	1 1/4	0,052	0,15	0,24	1,0	0,135	0,375
10	6816	273	5,4	1 1/4	0,075	0,34	0,865	10,0	2,82	4,685
										$\Sigma (Rl+Z)=$ =12,19

Циркуляционное кольцо через приборы IV и V при $H_{IV-V}=11,4 \text{ кг/м}^2$;
 $R_{IV-V}=0,328 \text{ кг/м}^2$

11	6816	275	1,7	1 1/4	0,075	0,34	0,578	1,5	0,42	0,908
13	2140	86	0,3	3/4	0,067	0,41	0,123	2,5	0,57	0,693
14	2140	86	2,2	3/4	0,067	0,41	0,9	0,5	0,11	1,01
15	2140	86	1,9	3/4	0,067	0,41	0,877	3,0	0,68	1,557
16	2140	86	2,1	3/4	0,067	0,41	0,86	2,5	0,57	1,43
17	1070	43	2,1	3/4	0,034	0,14	0,394	6,5	0,401	0,795
18	1070	43	0,3	3/4	0,034	0,14	0,042	2,5	0,152	0,194
19	2140	86	1,4	3/4	0,067	0,41	0,573	1,5	0,34	0,913
10	6816	275	5,4	1 1/4	0,075	0,34	1,865	10,0	2,82	4,685
										$\Sigma (Rl+Z)=$ =12,275

Циркуляционное кольцо через замыкающий участок 12 при включенной системе отопления при $H=38,36 \text{ кг/м}^2$

12	5000	200	5,5	3/4	0,155	2,3	12,65	10,5	12,64	25,29
----	------	-----	-----	-----	-------	-----	-------	------	-------	-------

Т а б л и ц а 8. Значение коэффициента местного сопротивления

Местное сопротивление	Условный диаметр трубы, мм					50 и более
	15	20	25	32	40	
Вентиль обыкновенный	16	10	9	9	8	7
Кран:						
проходной	4	2	2	2	—	—
двойной регулировки с цилиндрической пробкой	4	2	2	2	—	—
Вентиль «Косва»	3	3	3	2,5	2,5	2
Параллельные задвижки	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

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

Необходимость изменения трубопроводов уточним после теплового расчета.

Невязка 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 помещения 2 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:**

Радиаторы двухколонные	2
Котлы:	
чугунные	2,5
стальные	2,0
Внезапное расширение	1,0
Внезапное сужение	0,5
Отступы	0,5
Тройники:	
проходные	1,0
поворотные	1,5
на противоток	3,0
Штангообразные на противотоке	1,5

Крестовины:	
проходные	2,0
поворотные	3,0
Компенсаторы:	
П-образные и лирообразные	2,0
сальниковые	0,5

Примечание. Значение коэффициента местного сопротивления в чугунных и стальных котлах относится к скорости теплоносителя в подводящих трубах (обратная, подающая).

Коэффициенты местных сопротивлений на участках определяем по табл. 8.

Участок 1:	
Угольник (из котла) $d\ 2''$	$\xi = 1,0$
Внезапное сужение (переход с $2''$ на $1\ 1/4''$)	$\xi = 0,5$
<hr/>	
$\Sigma \xi = 1,5$	

Участок 2:	
Два отвода $90^\circ d\ 1\ 1/4''$	$\xi = 1,0 \cdot 2 = 2,0$
Тройник поворотный	$\xi = 1,5$
<hr/>	
$\Sigma \xi = 3,5$	

Участок 3:	
Тройник проходной	$\xi = 1,0$
Участок 4:	
Два отвода $90^\circ d\ 1\ 1/4''$	$\xi = 1,0 \cdot 2 = 2,0$
Внезапное расширение (половина радиатора)	$\xi = 1,0$
<hr/>	
$\Sigma \xi = 3,0$	

Участок 5:	
Внезапное сужение (половина радиатора)	$\xi = 1,0$
Утка	$\xi = 1,0$
Отвод $90^\circ d\ 1\ 1/4''$	$\xi = 1,0$
<hr/>	
$\Sigma \xi = 3,0$	

Участок 6:	
Отвод $90^\circ d\ 1\ 1/4''$	$\xi = 1,0$
Половина радиатора	$\xi = 1,0$
Утка $d\ 1\ 1/4''$	$\xi = 1,0$
<hr/>	
$\Sigma \xi = 3,0$	

Участок 7:	
Радиатор 2-колонный	$\xi = 2,0$
Два отвода $d\ 1\ 1/4''$	$\xi = 2,0$
<hr/>	
$\Sigma \xi = 4,0$	

Участок 8:	
Половина радиатора . . .	$\xi = 1,0$
Отвод двойной (утка) . . .	$\xi = 1,0$
<hr/>	
$\Sigma \xi = 2,0$	
Участок 9:	
Тройник проходной . . .	$\xi = 1,0$
Участок 10:	
Тройник на противоток . . .	$\xi = 3$
Котел чугунный . . .	$\xi = 2,5$
Угольник $d\ 2''$. . .	$\xi = 1,0$
Внезапное сужение (переход с $1\ 1/4''$ на $2''$) . . .	$\xi = 0,5$
Утка $d\ 1\ 1/4''$. . .	$\xi = 1,0$
<hr/>	
$\Sigma \xi = 8,0$	
Участок 11:	
Тройник поворотный . . .	$\xi = 1,5$
Внезапное расширение . . .	$\xi = 1,0$
<hr/>	
$\Sigma \xi = 2,5$	
Участок 12:	
Внезапное сужение . . .	$\xi = 0,5$
Участок 13:	
Половина радиатора . . .	$\xi = 1,0$
Вентиль «Косва» (или кран проходной $\xi=2,0$) . . .	$\xi = 3,0$
<hr/>	
$\Sigma \xi = 4,0$	
Участок 14:	
Тройник поворотный . . .	$\xi = 1,5$
Внезапное расширение . . .	$\xi = 1,0$
<hr/>	
$\Sigma \xi = 2,5$	
Участок 15:	
Внезапное сужение . . .	$\xi = 0,5$
Участок 16:	
Отвод $90^\circ\ d\ 1''$. . .	$\xi = 1,5 \cdot 2 = 3,0$
Участок 17:	
Половина радиатора . . .	$\xi = 1,0$
Отвод $90^\circ\ d\ 1''$. . .	$\xi = 1,5$
<hr/>	
$\Sigma \xi = 2,5$	
Участок 18:	
Утки (две) $d\ 3/4''$. . .	$\xi = 2 \cdot 1,5 = 3,0$
Радиатор 2-колонный . . .	$\xi = 2,0$
Отвод $90^\circ\ d\ 3/4''$. . .	$\xi = 1,5$
<hr/>	
$\Sigma \xi = 6,5$	
Участок 19:	
Половина радиатора . . .	$\xi = 1,0$
Утка $d\ 3/4''$. . .	$\xi = 1,5$
<hr/>	
$\Sigma \xi = 2,5$	

Участок 20:		
Тройник поворотный . . .	$\xi = 1,5$	
Участок 21:		
Половина радиатора . . .	$\xi = 1,0$	
Утка $d \frac{3}{4}''$. . .	$\xi = 1,5$	
		$\Sigma \xi = 4,0$
Участок 22 (от водоподогревателя)		
2 тройника поворотных . . .	$\xi = 1,5 \cdot 2 = 3,0$	
3 отвода $90^\circ d \frac{3}{4}''$. . .	$\xi = 3 \cdot 1,5 = 4,5$	
Вентиль «Косва» $d \frac{3}{4}''$. . .	$\xi = 3,0$	
		$\Sigma \xi = 10,5$

По сумме коэффициентов и скорости теплоносителя (см. графу 6 табл. 7) определяем величину местного сопротивления. Ее заносим в графу 10.

Суммируя значение граф 8 и 10, получим общее сопротивление участка.

Далее переходим к подсчету охлаждения воды в трубах, начиная от котла.

Тепловыделение трубопроводами подсчитывают по формуле

$$Q_{\text{тр}} = q l (t_n - t_b) (1 - \eta).$$

Потери тепла неизолированными трубами длиной 1 м при $t_{\text{тр}} - t_b = 1^\circ \text{C}$ ккал/ч приведены в табл. 9.

Т а б л и ц а 9. Потери тепла неизолированными трубами

Диаметр трубы, дюймы	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	1	$1 \frac{1}{4}$	$1 \frac{1}{2}$	2	$2 \frac{1}{2}$
Тепловыделения, ккал/ч	0,78	0,97	1,22	1,54	1,75	2,09	2,51

Температурный перепад воды на участке подсчитывается по формуле

$$\Delta t = \frac{Q}{G},$$

где Q — теплоотдача на участке;

G — количество проходящей по участку воды.

Конечная температура на участке подсчитывается по формуле

$$t_k = t_n - \Delta t,$$

где за начальную температуру принимают конечную температуру предыдущего участка по ходу воды.

Расчет начинаем с участка 2, начальная температура воды которого известна. Первые четыре графы заполняются из табл. 7, а данные последующих граф вычисляются.

Данные расчета охлаждения воды в трубах приведены в табл. 10.

Таблица 10. Тепловой расчет охлаждения воды в трубах

№ расчетного участка	Тепловая нагрузка при $\Delta t = 1^\circ\text{C}$	Длина участка, м	Диаметр трубы, дюймы	Начальная температура теплоносителя, град С	Температура воздуха помещения, град С	Разность температур между теплоносителем и воздухом помещения	Температура 1-й трубы при $\Delta t = 1^\circ\text{C}$	Коэффициент эффективной теплоизоляции	Теплопотери трубы, ккал/ч	Температурный перепад, град С	Конечная температура теплоносителя на участке, град С
1	273	1,7	1 1/4	95	—	—	—	—	—	—	95
2	187	2,3	1 1/4	95	18	77	1,54	1	272	1,4	93,6
Водонагреватель											
3	187	3,1	—	93,6	—	—	—	—	1250	7	86,6
4	187	0,8	1 1/4	86,6	25	61,6	1,54	1	294	1,5	85,1
Прибор I			1 1/4	85,1	25	60,1	1,54	1	74	0,4	84,6
5	187	0,7	—	84,6	—	—	—	—	1060	5,6	79,0
6	187	5,5	1 1/4	79,0	25	54,1	1,54	1	58	0,2	78,8
Прибор II			1 1/4	78,8	25	53,8	1,54	1	459	2,5	76,3
7	140	5,3	—	76,3	—	—	—	—	119	0,6	75,7
Прибор III			1	75,7	18	59,7	1,22	1	386	2,7	73,0
8	140	0,2	—	73	—	—	—	—	1186	—	70,0
9	187	1,6	1	70	18	52	1,22	1	12,6	0,1	69,9
10	273	5,4	1 1/4	68,0	18	51,9	1,54	1	128	0,7	67,3
11	47	6,1	1 1/4	67,4	18	49,4	1,54	1	410	1,5	65,3
13	86	0,3	1	70	18	52	1,22	1	384	8,2	61,8
14	86	2,2	3/4	95	18	77	0,97	1	22	0,3	94,7
			3/4	94,7	18	76,7	0,97	1	162 + 396	6,2	88,5
15	86	1,9	3/4	88,5	18	70,5	0,97	1	130	1,5	87,0
16	86	2,1	3/4	87,0	18	69,0	0,97	1	138	1,6	85,4
Прибор V	—	—	—	—	—	—	—	—	1070 × 0,1 = 107	1,2	84,2
17	43	2,1	3/4	84,2	18	66,2	0,97	1	134	3,1	81,1
Прибор IV			3/4	81,1	—	—	—	—	—	—	70
18	43	0,3	3/4	70	18	52	0,97	1	15	0,4	69,6
19	86	1,4	3/4	68,6	18	50,8	0,97	1	87,0	1,0	67,6
Прибор V			3/4	85,4	—	—	—	—	—	—	70
20	43	2,8	3/4	70	18	52	0,97	1	140	3,3	66,7

Примечания: 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 1. Расчетom принято, что вода, проходящая через прибор 1 транзитом, отдает тепло в размере 10% его тепловой нагрузки ($-\frac{1180}{100} \cdot 0,1 = -118$ ккал/ч).

3. Температура воздуха для участка 6 принята 25°C , т. е. теплопотери трубы будут несколько занижены. Это создает запас тепла при подборе нагревательного прибора.

4. Начальная температура участка 9 принята как температура смеси после приборов II и III, а для участка 19 — после приборов IV и V, т. е. участков 8, 11 и участков 18 и 20.

5. Начальная температура участка 10 принята как температура смеси участков 9 и 19.

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

7. Начальная температура участка 19 принята как температура смеси после участков 18 и 20

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

Циркуляционное кольцо прибора III.

Действительный циркуляционный напор определяем по формуле

$$H_9 = 0,9 [h_{ст4} (\gamma_{ср4} - \gamma_r) + h_{пр.I} (\gamma_{ср.пр.I} - \gamma_r) + h_6 (\gamma_{ср} - \gamma_r)] + 0,5 h_{пр.III} (\gamma_{г.пр.III} - \gamma_r) + 0,1 (\gamma_{охл.III} - \gamma_r),$$

где $h_{ст4}$ — высота участка 4, равная 0,8 м.

Средняя температура воды в участке

$$t_{ср4} = \frac{85,1 + 84,6}{2} = 84,9^\circ\text{C}.$$

Объемный вес воды, соответствующий средней температуре

$$\gamma = 968,71 \text{ кг/м}^3;$$

γ_r — объемный вес горячей воды при $t=95^\circ\text{C}$;

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

$h_{пр.I}$ — высота прибора, равная 0,5 м;

$$t_{ср.пр.I} = \frac{84,6 + 79,1}{2} = 81,9^\circ\text{C};$$

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

h_5 — высота участка 5, равная 0,7 м;

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

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

$h_{пр.III}$ — высота прибора, равная 0,5 м;

$\gamma_{г.пр.III}$ — объемный вес воды, входящей в прибор III при $t_{г.пр.III} = 73^\circ\text{C}$;

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

$\gamma_{охл.пр.III}$ — объемный вес воды, выходящей из прибора III;

$$t_{охл.пр.III} = 70^\circ\text{C};$$

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

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

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

Между действительным напором и сопротивлением трубопроводов невязка составляет $\frac{20,95 - 12,195}{20,95} \cdot 100\% = 41\%$.

Учитывая периодичность работы водоразбора из водонагревателя, который создает до 50% напора — $H_{\text{вп}} = 2,2 (\gamma 86,6^\circ \text{C} - \gamma 93,6^\circ \text{C}) = 2,2(967,61 - 962,84) = 10,4 \text{ кг/м}^2$, — расчет системы трубопроводов оставляем без изменения.

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

Средняя температура и объемный вес воды в стояке (участок 15)

$$t_{\text{ср.ст}} = \frac{87,7 + 85,9}{2} = 86,8^\circ \text{C};$$

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

Температура и объемный вес воды, входящей и выходящей из прибора IV:

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

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

Температура и объемный вес воды, выходящей из котла:

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

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

$$\frac{16,45 - 12,265}{16,45} \cdot 100\% = +25,5\% \text{ — тепловой перерасчет.}$$

Аналогично определяем действительный напор в циркуляционном кольце прибора IV.

Средняя температура и объемный вес воды в стояке (участок 15)

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

Температура и объемный вес воды, входящей и выходящей из прибора IV:

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

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

Температура и объемный вес воды, выходящей из котла:

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

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

$$\text{Невязка составляет } \frac{15,5 - 12,275}{15,5} \cdot 100\% = 21,5\%.$$

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

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

Полезные тепловыделения от труб подсчитываем по формуле

$$Q_{\text{пол.тр}} = Qb,$$

где Q — полезная теплоотдача труб на участках расчетных колец, ккал/ч ;

b — безразмерный коэффициент.

Прибор I.

С прибором I в ванной комнате расположены трубы участков 4, 5 и частично 3 и 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 и 6 трубы приняты как подводка к приборам.

Среднюю температуру воды в приборе I определяем по формуле

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

Необходимую поверхность нагрева прибора I получим по формуле

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

Для установки принимаем радиаторы М-140. Полученную поверхность нагрева (физическую) переводим в эквивалентную поверхность нагрева (ЭКМ).

Переводной коэффициент для радиаторов М-140 равен 1,22:

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

Поверхность нагрева одной секции радиатора М-140 в экм равна 0,31.

Число секций определим:

$$\Pi_{\text{I}} = \frac{1,67}{0,31} = 5,4.$$

Аналогично определяем количество секций для приборов II и III (помещение 1):

$$\begin{aligned} Q_{\text{пол. тр II, III}} &= (164 \cdot 1) + (373 \cdot 1) + (12,2 \cdot 0,75) + (123 \cdot 0,75) + \\ &+ (387 \cdot 0,75) = 914,4 \text{ ккал/ч.} \end{aligned}$$

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

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

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

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

Количество секций:
в приборе II

$$П_{\text{II}} = \frac{2,04}{0,31} = 6,6;$$

в приборе III

$$П_{\text{III}} = \frac{2,1}{0,31} = 6,8.$$

Для приборов IV и V (помещение 2):

$$Q_{\text{пол. тр IV, V}} = (161 \cdot 0,5) + (173 \cdot 1)(131 \cdot 1) + (15 \cdot 0,75) + (87 \cdot 0,75) + (140 \cdot 0,75) + (411 + 0,75) = 904 \text{ ккал/ч.}$$

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

$$t_{\text{ср. пр V}} = \frac{83,9 + 70}{2} = 77^{\circ}\text{C};$$

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

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

Количество секций:
в приборе IV $n = \frac{1,69}{0,31} = 5,15;$

в приборе V $n = \frac{1,62}{0,31} = 5,25.$

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.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ КВАРТИРНОГО ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Системы квартирного водяного отопления должны быть в течение круглого 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 систем отопления

Перед тем как начать пробную топку, всю воду необходимо слить, а систему отопления тщательно промыть свежей водой. Для промывки системы разъединяют в двух местах трубопровод — на подающей и обратной магистралях. К подающей магистрали в месте разъединения подключают гибкий шланг и подают по нему в систему воду. Пройдя через котел и трубы, вода в месте разъединения обратной магистрали сливается в канализацию. Если канализация отсутствует — сливаемую воду отводят как можно дальше от дома, чтобы не произошло замачивания 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 водой также необходимо производить медленно с тем, чтобы в трубах не возникли воздушные пробки.

При пробной топке системы, температуру воды в котле необходимо поднять до 95° и поддерживать ее в течение часа, при этом проверяется как прогреваются все участки и 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. Сравнение полного прогрева приборов следует определять по

температуре в обратных подводках. При этом необходимо учесть, что колебание температур на ощупь можно уловить только при температурах выше 40—50°. Возможные ошибки при этом в определении температур будет равна ± 5 —6°С.

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

Течи устраняют на сгонах — новой подмоткой под контргайку 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.

Растопка генераторов тепла и их эксплуатация

Перед растопкой генератора тепла необходимо убедиться в наличии тяги. При топке твердым топливом (дрова, 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 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 внизу 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 растопку 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 через нее не успевало поступать большое количество 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 КЧМ-1 загружается топливом через каждые 4—5 ч. После загрузки теплопроизводительность котла повышается и достигает максимума, затем постепенно снижается. Неравномерность съема тепла, однако, не отражается сколько-нибудь существенно на работе отопительной системы. Дело в том, что при правильно подобранной поверхности нагрева котла теплоустойчивость внутренних ограждающих конструкций зданий практически обеспечивает равномерную температуру воздуха в помещении.

В печи-котле (см. рис. 9 и 10) с помощью колпаковой насадки происходит саморегулирование тяги и, тем самым, регулирование скорости горения в топливнике на протяжении 15—18 ч.

Полнота горения топлива определяется по цвету пламени. При полном горении длиннопламенного топлива — пламя длинное прозрачное, соломенно-золотистого цвета. Белый цвет и более короткое пламя указывают на избыток воздуха. При неполном горении цвет пламени красный с темными прослойками. При нормальном горении антрацита пламя должно быть белым и коротким. Появление над горящим антрацитом синих язычков указывает на неполное сгорание. Выходящий из трубы дым при полном сгорании имеет прозрачно-серый цвет.

Полнота горения зависит от равномерного подвода к топливу нужного 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, 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, совковую лопату, 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 устройства-

ми, 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 предусмотренное расчетом количество воздуха — ни 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 заданной производительности 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 осажается сажа, а на внутренней отлагается накипь. В результате уменьшается передача тепла воде, и для получения первоначальной (паспортной) теплопроизводительности 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 (ерша) или других приспособлений. Накипь на внутренней поверхности генератора удаляется химическим способом через 1—2 года эксплуатации. При повышенной жесткости чистку производить чаще.

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.

Эксплуатационное регулирование системы отопления

Система водяного квартирного отопления должна обеспечить во всех помещениях постоянную температуру при переменной температуре наружного воздуха. Температура теплоносителя в генераторе тепла в зависимости от температуры наружного воздуха приведена в табл. 11. Таблицей не учтено влияние бытовых тепловыделений (например, приготовление пищи).

Вследствие периодичности работы генератора тепла среднесуточные колебания температуры воздуха помещения обычно не превышают 3—5° С (от +21° до +16°). Температуру наружного воздуха обычно наблюдают по наружному термометру в 9—10 часов вечера.

Т а б л и ц а 11. Температура воды в котле для обеспечения внутрикомнатной температуры +18° С при различных температурах наружного воздуха

Наружный воздух	Вода в котле	Наружный воздух	Вода в котле	Наружный воздух	Вода в котле
+4°С	+46°С	—10°С	+67°С	—24°С	+84°С
+3	+48	—11	+68	—25	+85
+2	+50	—12	+69	—26	+86
+1	+51	—13	+71	—27	+87
0	+53	—14	+72	—28	+88
—1	+54	—15	+73	—29	+89
—2	+56	—16	+74	—30	+90
—3	+57	—17	+76		
—4	+59	—18	+77		
—5	+60	—19	+78		
—6	+62	—20	+79		
—7	+63	—21	+80		
—8	+64	—22	+81		
—9	+66	—23	+82		

Ремонт систем водяного отопления

Останавливая систему на летний период, необходимо оставить маховички вентиляей и краны у отопительных приборов в том же положении, в каком они находились во время работы отопления. Делается это для того, чтобы не произошло разрегулирования системы.

При летнем ремонте системы обычно приходится устранять неплотности соединений 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 устраняют перепакровкой соединения с заменой льняной пряжи, 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 негодна больше чем на 50% и нет возможности заменить в этом месте трубу, делают клеевое 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 засора и увеличения гидравлического сопротивления. Трещины или свищи на трубах можно заварить автогенной или электросваркой или же заклеить эпоксидным клеем с последующей обмоткой поврежденных мест двумя-тремя слоями стеклоткани, пропитанной эпоксидным клеем.

Если течи фланцевых соединений не удастся устранить подтяжкой болтов, нужно проверить — нет ли перекоса фланцев и,

обнаружив его, заново переварить фланцы. Фланцевые соединения уплотняют устанавливая новые прокладки из листового паранита или картона толщиной 3—4 мм, проваренного в натуральной олифе. Учитывая малое гидравлическое давление в системе, вместо одной прокладки толщиной 3—4 мм можно поставить две прокладки. Прокладки из обычной резины желательно применять на обратной магистрали, а из термостойкой — на подающей.

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

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

Трещины 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 устраняют подвальцовкой — при цилиндрических ниппелях, и подтягиванием стяжных болтов и заменой уплотняющего асбестового шнура толщиной 2—3 мм новым — при конических ниппелях. Течи в безниппельных соединениях устраняют 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-1 происходит подсасывание воздуха, что уменьшает теплопроизводительность котла и увеличивает расход топлива.

Трещины в обмуровке расшивают 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 КЧМ-1 можно устранить, если переложить заново асбестовые листы и добавить новые, добиваясь при этом плотного прилегания листов к кожуху котла.

При ремонте генераторов тепла необходимо тщательно укреплять топочные и поддувные 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 асбестового картона или 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 Г Л А В Л Е Н И Е

Введение	3
СИСТЕМЫ КВАРТИРНОГО ВОДЯНОГО ОТОП- ЛЕНИЯ	5
ЭЛЕМЕНТЫ ОБОРУДОВАНИЯ	7
Генераторы тепла	7
Нагревательные приборы	17
Расширительный сосуд	18
ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ	19
МОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ	24
Соединение труб на резьбе	24
Соединение труб на сварке	27
Обработка труб	27
РАСЧЕТ СИСТЕМЫ КВАРТИРНОГО ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ	32
ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ КВАРТИРНОГО ВОДЯ- НОГО ОТОПЛЕНИЯ	50
Пуск систем отопления	50
Растопка генераторов тепла и их эксплуатация	51
Эксплуатационное регулирование системы отопления	53
Ремонт систем водяного отопления	54

20 коп.

