

Серия основана в 1976 году

Ф.М. Фролов

Эксплуатация водяных систем теплоснабжения

Москва
Стройиздат
1991

ББК 31.38
Ф 91
УДК 697.4.004.2

Печатается по решению секции литературы по жилищно-коммунальному хозяйству редакционного совета Стройиздата

Редактор — А. А. Широкова

Фролов Ф. М.

Ф 91 Эксплуатация водяных систем теплоснабжения. — М.: Стройиздат, 1991. — 239 с.: ил. — (Б-ка работника жил.-коммун. хоз-ва).
ISBN 5-274-01223-X

Приведены сведения о центральном теплоснабжении. Описаны элементы систем теплоснабжения. Основное внимание уделено вопросам эксплуатации водяных систем отопления жилых зданий. Изложен материал по технико-экономическим расчетам, необходимым для практической деятельности мастеров.

Для мастеров и слесарей, занимающихся эксплуатацией и ремонтом водяных систем центрального отопления.

Ф $\frac{3401030000-}{047(01)-91}$ ББК 31.38

ISBN 5-274-0 ов, 1991

ПРЕДИСЛОВИЕ

Все вновь строящиеся и реконструируемые производственные и жилые здания, гостиницы, больницы, детские и бытовые учреждения, школы и государственные учреждения оборудуются новейшими системами отопления, вентиляции и горячего водоснабжения. Для обеспечения теплом городов и рабочих поселков строятся мощные ТЭЦ и отопительные котельные. Но недалеко то время, когда отдельные регионы нашей страны получат тепло для отопления не от котельных и ТЭЦ, а из недр земли. Подсчитано, что запасы подземной горячей воды в Западной Сибири составляют тысячи кубических километров. Притом они постоянно пополняются за счет просачивания вод с поверхности земли. Эти фонтаны горячей воды могут отапливать целые города, поселки и села. Такие неиссякаемые источники теплоты имеются и в других регионах нашей страны.

Потребности в тепловой энергии в промышленности для производственных процессов в основном удовлетворяются паром, а для отопления помещений как промышленных, так и жилых и общественных — горячей водой. Водяное отопление считается наиболее гигиеничным и экономичным по сравнению с паровым и другими видами отопления. Оно прочно вошло в быт жизни наших людей. Однако в практике эксплуатации водяных систем отопления встречаются случаи, когда качество отопления отдельных объектов теплоснабжений в силу ряда причин бывает недостаточным. В этих случаях возникают вопросы: какие принять меры, чтобы устранить неисправности в работе системы отопления и как добиться ее нормальной работы?

К теплоснабжению жилых зданий предъявляют особые требования, так как потребителям теплоты необходима круглосуточная бесперебойная ее подача в течение всего отопительного сезона. Даже кратковременные перерывы в подаче теплоты нарушают интересы ее потребителей, вносят ряд неудобств персонально для каждого жителя жилого дома. Посудите, когда в квартире холодно — человеку не уютно, сковывается его деятельность и все его помыслы направлены на ликвидацию неудобств путем включения электрических нагревательных приборов, работа которых невыгодна для семейного бюджета людей и экономики страны в целом. Известны случаи, когда наблюдались перерывы в теплоснабжении целых городов в ряде регионов страны.

Настоящая книга поможет мастерам и слесарям в решении множества вопросов по устранению неисправностей и налаживанию нормальной эксплуатации водяной системы отопления.

Глава 1. ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

1.1. ОРГАНИЗАЦИЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Система центрального теплоснабжения представляет собой ряд крупных инженерных сооружений и устройств для производства тепловой энергии, ее транспортировки, распределения и использования. Она состоит из следующих взаимно связывающих между собой элементов (рис. 1): 1) источника теплоснабжения, вырабатывающего тепловую энергию для теплоснабжения ее потребителей; 2) тепловых сетей, соединяющих источник теплоснабжения с тепловыми пунктами, а также служащими для правильного распределения теплоты по потребителям (значимость второй задачи огромна, так как тепловая сеть рассчитана на прохождение определенного количества теплоносителя, циркулируемого в теплопроводах тепловых сетей. Поэтому правильное распределение количества теплоносителя по тепловым сетям является основой надежной и экономичной эксплуатации системы центрального теплоснабжения); 3) тепловых пунктов, предназначенных для распределения, регулирования и учета расхода теплоты потребителями; 4) систем отопления потребителей теплоты, которые служат для передачи ее на нагревание воздуха внутри закрытых помещений зданий. Системы отопления в свою очередь связаны с системами горячего водоснабжения и вентиляции отапливаемых зданий.

Основная задача центрального теплоснабжения состоит в обеспечении потребителей теплотой со строго установленными параметрами (количества, давления и температуры теплоносителя). При этом существуют определенные обязанности по организации теплоснабжения потребителей теплоты; 1) источник теплоснабжения должен обеспечивать выработку тепловой энергии со строго установленными параметрами бесперебойно в течение отопительного сезона; 2) теплоснабжающая организация (управление тепловых сетей города) по ведомственным тепловым сетям от источника теплоснабжения до распределительных

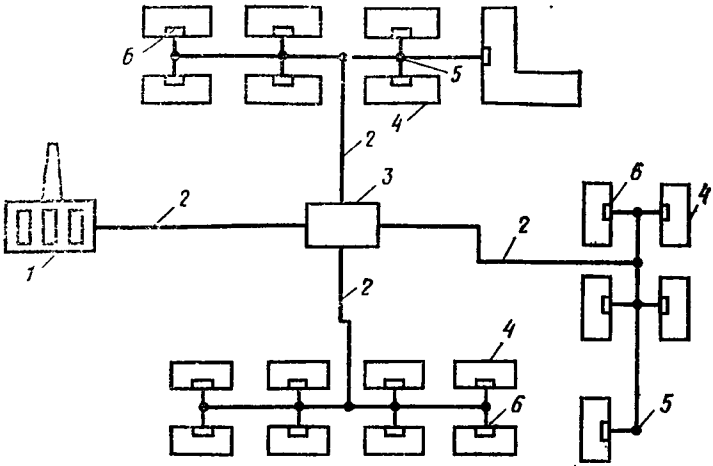


Рис. 1. Элементы системы центрального теплоснабжения

1 — источник теплоснабжения. *2* — тепловые сети; *3* — центральный тепловой пункт (ЦТП); *4* — потребители тепла (жилые здания); *5* — теплофикационные камеры (колодцы); *6* — индивидуальные тепловые пункты (ИТП) жилых зданий

центральных тепловых пунктов (ЦТП) должна обеспечить надежную транспортировку теплоносителя и нести полную ответственность за соответствие параметров теплоносителя, поступающего в ЦТП и из ЦТП до индивидуальных тепловых пунктов (ИТП) потребителей теплоты — жилых зданий и других зданий различного назначения. Ремонт и эксплуатацию тепловых сетей от источника теплоснабжения до ЦТП осуществляет теплоснабжающая организация, а от ЦТП до ИТП — соответствующие службы жилищно-коммунального хозяйства города или рабочего поселка.

Во время отопительного сезона теплоснабжающая организация должна: а) обеспечивать бесперебойную подачу теплоты из ЦТП на все ИТП жилых зданий; б) поддерживать на вводах в ИТП установленные параметры теплоносителя; в) регулировать режим эксплуатации тепловых сетей так, чтобы достигалась максимальная экономия теплоты. В свою очередь владелец объектов потребления теплоты в течение отопительного сезона обязан поддерживать на вводах в отапливаемые здания установленные параметры

теплоносителя; обеспечивать высокую культуру эксплуатации ведомственных тепловых сетей, ИТП и системы отопления потребителей теплоты; правильно распределять теплоту по объектам его потребления; вести контроль за неисправностями в работе ИТП, систем отопления зданий, ведомственных тепловых сетей и устранять их в самое короткое время; экономно расходовать теплоту на объектах его потребления.

1.2. ИСТОЧНИКИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Источниками теплоснабжения являются ТЭЦ и отопительные котельные. ТЭЦ, как правило, располагаются вдали от потребителей теплоты. Транспортировка теплоносителя от ТЭЦ подчас осуществляется на расстояния 30—50 км. Отопительные котельные строятся непосредственно в районе расположения потребителей теплоты или вблизи их. ТЭЦ оборудуют паровыми котлами среднего, высокого и сверхвысокого давлений, водогрейными котлами большой теплопроизводительности, а отопительные котельные — паровыми котлами низкого, среднего и высокого давлений, а также водогрейными котлами малой и большой теплопроизводительности. Принцип и метод транспортировки теплоносителя потребителям теплоты как от ТЭЦ, так и от отопительных котельных с искусственной (насосной) циркуляцией не имеет существенных различий.

На ТЭЦ (рис. 2) выработанный в паровых котлах пар направляется в паровые турбины, где часть его тепловой энергии превращается в механическую и электрическую энергию. Другая часть тепловой энергии в виде пара после расширения в паровых турбинах направляется в основной бойлер, где сетевая вода, поступающая из обратного теплопровода тепловых сетей, нагревается до 100—115 °С. В холодное время года, когда потребность в теплоте резко возрастает, включают в работу пиковый бойлер. В этом случае сетевая вода из основного бойлера направляется в пиковый бойлер, в котором подогрев ее достигает 130—150 °С. Подогретая вода в бойлерах поступает в подающий теплопровод тепловых сетей, а из него в ЦТП и далее в ИТП потребителей теплоты и системы отопления зданий. Из систем оотопления зданий

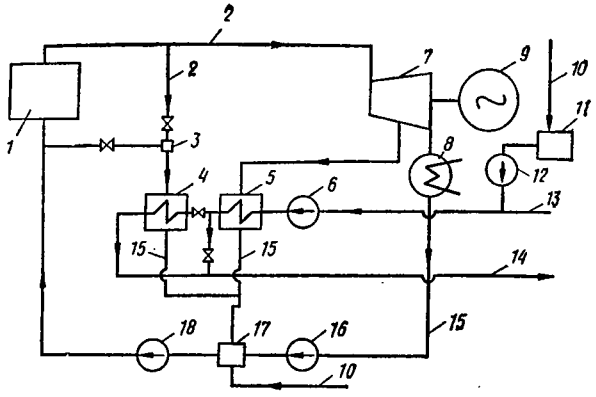


Рис. 2. Источник теплоснабжения ТЭЦ

1 — паровой котел; *2* — паропровод; *3* — редукционно-охладительная установка; *4* — пиковый пароводяной подогреватель; *5* — основной пароводяной подогреватель; *6* — сетевой насос; *7* — паровая турбина; *8* — конденсатор; *9* — генератор; *10* — трубопровод химочищенной воды; *11* — бак запаса подпиточной воды; *12* — подпиточный насос; *13* — обратный теплопровод; *14* — подающий теплопровод; *15* — конденсатопровод; *16* — конденсатный насос; *17* — питательный бак; *18* — питательный насос

охлажденный теплоноситель по обратному теплопроводу вновь возвращается в источник теплоснабжения.

В отопительных котельных, оборудованных паровыми котлами (рис. 3), выработанный пар в паровых котлах также поступает вначале в основной бойлер, а затем в пиковый бойлер для подогрева теплоносителя до заданной температуры. В отопительных котельных в отличие от ТЭЦ отсутствуют паровые турбины. Если отопительная котельная оборудована только водогрейными котлами (рис. 4), то охлажденный теплоноситель от потребителей теплоты сетевым (циркуляционным) насосом подается на подогрев непосредственно прямо в котлы или в котлы через водяной экономайзер.

Таким образом, рабочими телами для выработки тепловой энергии источником теплоснабжения являются топливо, вода и воздух. Воздух при этом участвует в выработке тепловой энергии для поддержания горения топлива и для его более полного сжигания в топках котлов. Сетевая вода, поступающая для целей теплоснабжения, не является источником тепловой энергии, а служит только носителем этой энергии

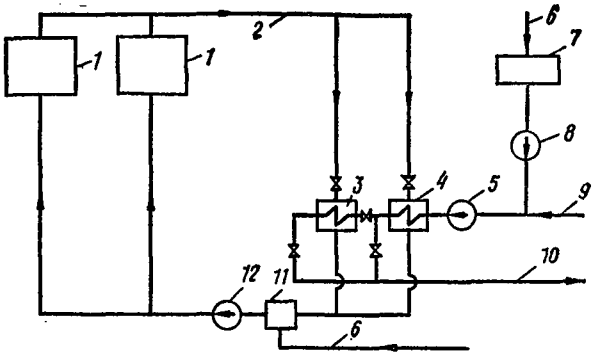


Рис. 3. Источник теплоснабжения отопительная котельная с паровыми котлами

1 — паровые котлы; *2* — паропровод; *3* — пиковый пароводяной подогреватель; *4* — основной пароводяной подогреватель; *5* — сетевой насос; *6* — трубопровод химочищенной воды; *7* — бак запаса подпиточной воды; *8* — подпиточный насос; *9* — обратный теплопровод; *10* — подающий теплопровод; *11* — питательный бак; *12* — питательный насос

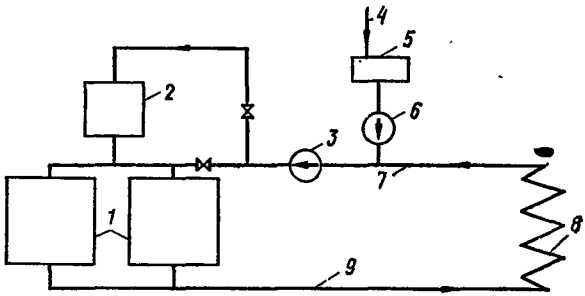


Рис. 4. Источник теплоснабжения отопительная котельная с водогрейными котлами

1 — водогрейные котлы; *2* — водяной экономайзер; *3* — сетевой насос; *4* — трубопровод химочищенной воды; *5* — бак запаса подпиточной воды; *6* — подпиточный насос; *7* — обратный теплопровод; *8* — система отопления здания; *9* — подающий теплопровод

и поэтому она называется теплоносителем. Подогреваемая в бойлерах или водогрейных котлах вода для целей теплоснабжения называется сетевой водой. Насосы, предназначенные для перекачки сетевой воды в системе теплоснабжения, называются сетевыми или циркуляционными. Насосы, которые служат для подпитки тепловых сетей подпиточной водой, называются подпиточными.

1.3. ТЕПЛОВЫЕ СЕТИ

Тепловая энергия, выработанная источником теплоснабжения, поступает потребителям теплоты по теплопроводам, называемым тепловыми сетями. Один из теплопроводов является подающим, а другой — обратным. Кроме подающего и обратного теплопроводов могут быть проложены теплопроводы горячего водоснабжения. По подающему теплопроводу направлено движение теплоносителя от источника теплоснабжения до потребителей теплоты, а по обратному теплопроводу производится возврат охлажденного теплоносителя от потребителей теплоты в источник теплоснабжения.

Тепловые сети прокладывают в проходных и непроходных каналах, на мачтах, кронштейнах и подвесках, а также применяют и бесканальную их прокладку. Прокладка тепловых сетей наглядно показана на рис. 5. Теплопроводы монтируют из бесшовных стальных труб. Поверхности труб покрывают теплоизоляционным материалом. Это делается с целью предохранения от коррозии, механических повреждений и предотвращения потерь теплоты в окружающую среду. Изолируют не только поверхности труб, но и запорную арматуру, а также их фланцевые соединения (рис. 6). Заметим, что только плохо изолированные теплопроводы вызывают перерасход топлива на выработку тепловой энергии в размере до 8 %.

Проходные каналы для тепловых сетей устраивают в том случае, когда необходима прокладка большого количества труб. Такой способ прокладки тепловых сетей часто применяется на территориях промышленных предприятий и крупных жилых районов, где недопустимы перебои в подаче теплоты и требуется особый контроль за работой тепловых сетей. Тепловые сети в населенных пунктах прокладывают подчас в непроходных каналах и по возможности как можно ближе к поверхности земли. Это уменьшает объем земляных работ, а при разрыве труб достигается более быстрое вскрытие тепловых сетей для устранения повреждений. Прокладка тепловых сетей на мачтах и кронштейнах производится в основном на площадках промышленных предприятий, а на подвесках — внутри производственных

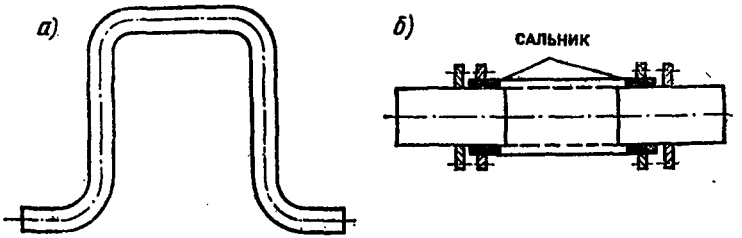


Рис. 7. Компенсаторы

а — П-образный компенсатор; *б* — сальниковый компенсатор

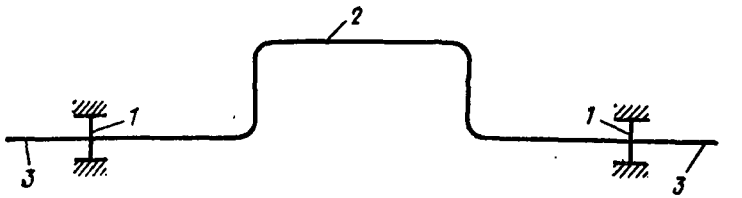


Рис. 8. Расположение компенсатора

1 — неподвижные опоры; *2* — П-образный компенсатор; *3* — теплопровод тепловых сетей

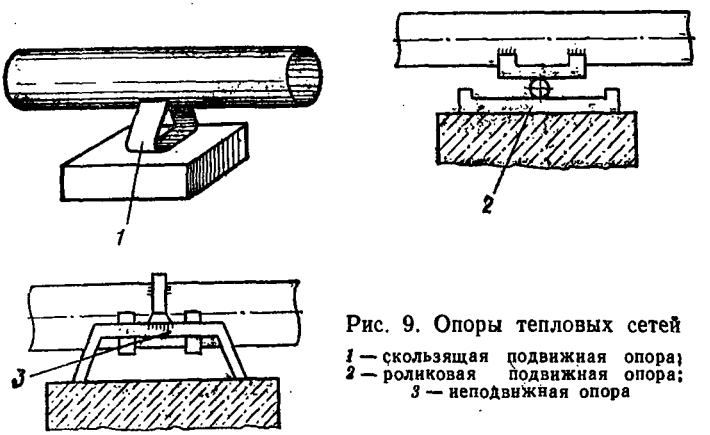


Рис. 9. Опоры тепловых сетей

1 — скользящая подвижная опора; *2* — роликовая подвижная опора; *3* — неподвижная опора

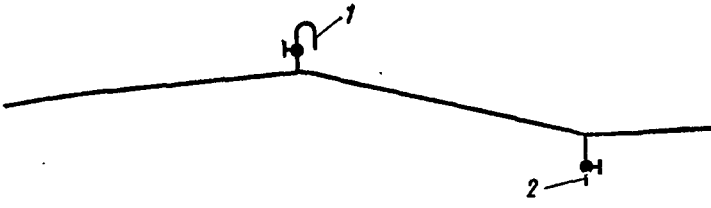


Рис. 10. Прокладка тепловых сетей с переломами

1 — патрубок для удаления воздуха; *2* — патрубок для спуска воды из тепловых сетей

с кранами или вентилями для удаления воздуха из теплопроводов, а нижние точки — патрубками для спуска воды из теплопроводов во время аварийных ситуаций, ремонтных работ, промывки тепловых сетей и т. д.

Для нормальной работы системы отопления к тепловым сетям предъявляют следующие требования по режиму давлений сетевой воды: в системе отопления с чугунными нагревательными приборами должно поддерживаться давление не свыше 0,6 МПа (6 кгс/см^2), а давление в обратном теплопроводе для предупреждения подсоса воздуха и вскипания воды в тепловых сетях и системе отопления должно быть выше атмосферного (в противном случае возникает нарушение циркуляции сетевой воды в теплопроводах и происходит усиление коррозии внутренних стенок трубопроводов системы отопления и теплопроводов тепловых сетей); в системе отопления со стальными нагревательными приборами давление должно быть не более 1 МПа (10 кгс/см^2); для устойчивой работы сетевых насосов во всасывающей камере должно поддерживаться давление не ниже 0,05 МПа (0,5 кгс/см^2).

1.4. ТЕПЛОВЫЕ ПУНКТЫ

В системе центрального теплоснабжения центральные и индивидуальные тепловые пункты должны выполнять следующие функции: а) учет расхода теплоты потребителям (при наличии приборов учета расхода теплоты); б) распределение теплоты по местным системам отопления потребителей теплоты; в) подготов-

ку горячей воды для горячего водоснабжения с параметрами, требуемыми на санитарно-бытовые нужды населения; г) регулирование и поддерживание параметров теплоносителя в соответствии с графиком температуры теплоносителя в зависимости от температуры наружного воздуха; д) регулирование и поддержание давления теплоносителя по потребителям теплоты; е) регулирование и поддержание расхода теплоты по потребителям; ж) сбор, а иногда и очистку конденсата греющего пара и перекачку его в источник теплоснабжения (на ТЭЦ или отопительную котельную); з) использование пара вторичного вскипания и охлаждение конденсата; и) диспетчеризацию работы местных систем отопления потребителей теплоты.

Из перечисленных функций на ЦТП и ИТП, снабжающих теплотой местные системы отопления жилищно-коммунальных потребителей, отдельные пункты могут не выполняться, так как местные системы отопления указанных потребителей теплоты, как правило, водяные. Диспетчеризация осуществляется на крупных ЦТП, от которых снабжаются теплотой крупные районы городов или крупные населенные пункты. ЦТП размещают в отдельных зданиях, внутри которых должны быть: водопровод, освещение и вентиляция помещений, туалетные комнаты. Для связи с потребителями теплоты должна быть обязательно телефонная связь. ИТП размещают в основном в подвальных помещениях зданий потребителей теплоты или в специально отведенных помещениях (если здание не имеет подвального помещения). ИТП потребителей теплоты жилищно-коммунального хозяйства имеют различные схемы в зависимости от тепловой нагрузки: ИТП только для отопления; ИТП для отопления и горячего водоснабжения.

По признаку гидравлической зависимости схемы присоединения систем отопления к тепловым сетям делятся на зависимые и независимые. При *независимых схемах* присоединения систему отопления подключают к тепловой сети через подогреватель (рис. 11). При этом теплоноситель по подающей теплосети из ТЭЦ поступает в подогреватель *1* ЦТП или ИТП, где подогревается сетевая вода, циркулируемая в системе отопления *2* с помощью сетевого насоса *4*. Подпитка водой системы отопления осуществляется из

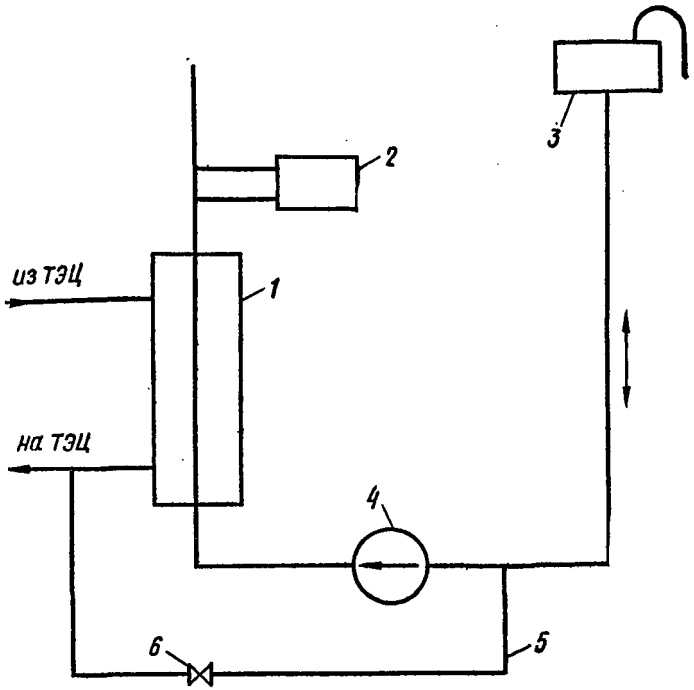


Рис. 11. Схема ИТП независимого присоединиения системы отопления к тепловым сетям

обратной теплосети по обводной линии *5* через задвижку *6*. Во избежание вскипания воды в верхних точках системы отопления предусмотрена установка расширительного бака *3*, который должен быть на 2,5—3 м выше самой верхней точки системы отопления. При этом подогреватель изолирует систему отопления от гидравлического режима тепловой сети. Циркуляция воды в системе отопления обеспечивается либо сетевым насосом, либо за счет гравитационного давления в самой системе отопления.

Подавляющее большинство жилищно-коммунальных зданий (80—85 %) в настоящее время присоединены и продолжают присоединяться к тепловым сетям по зависимой схеме. При этом присоединения могут быть с элеватором, с насосами для смещения на перемычке или с насосами на подающей

или обратном теплопроводах, а также с непосредственным присоединением тепловых сетей к системам отопления (см. рис. 4). Эта схема в сравнении с предыдущими схемами является наипростейшей, т. е. сетевая вода из тепловой сети в системы отопления поступает без предварительного смешения. Такое присоединение возможно, когда расчетные параметры теплоносителя тепловой сети и системы отопления совпадают, что наблюдается при теплоснабжении жилищно-коммунальных зданий от котельных с подогревом сетевой воды до 95 °С.

Таким образом, наличие в независимой схеме подогревателя, насосов, расширительного бака увеличивает стоимость оборудования и его монтажа, требует увеличение размеров помещения тепловых пунктов, расходов на обслуживание оборудования, его ремонта и возникают расходы по оплате за электроэнергию на работу насосов. Однако наряду с недостатками независимая схема имеет следующие достоинства: система отопления предохранена от повышения и понижения давления в тепловых сетях; предохраняет систему отопления от замерзания при аварийных ситуациях на трассе тепловых сетей; позволяет более точно регулировать количество циркулируемой сетевой воды в системе отопления; дает возможность для автоматизации регулирования работы системы отопления, а также присоединения систем отопления многоэтажных зданий (от 14 и более этажей); гидравлическая изоляция системы отопления предохраняет ее от опорожнения при авариях на трассе тепловых сетей.

В отличие от независимой схемы гидравлический режим зависимой схемы полностью определяется режимом давлений в наружной тепловой сети. Поэтому все зависимые схемы применяются при условии, если давление в обратной линии у потребителя теплоты не будет превышать рабочего давления в системе отопления, а перепад давлений будет обеспечивать работу смесительного устройства и системы отопления. В настоящее время большинство систем отопления зданий присоединяется к тепловым сетям по зависимой схеме. Преимущественное распространение этой схемы вызвано низкой величиной начальных капиталовложений, меньшими затратами на обслужива-

ние и ремонт по сравнению с независимой схемой, простота эксплуатации оборудования. Все эти преимущества и последнее в частности сделали зависимую схему присоединения наиболее предпочтительной.

ИТП для отопления (рис. 12) работает следующим образом. Из ЦТП *1* по тепловым сетям *2* теплоноситель поступает в ИТП. Далее через открытую задвижку *4* подающего теплопровода *5* теплоноситель поступает в грязевик *6*, где сетевая вода очищается от примесей грязи. Водомер *7* измеряет количество теплоносителя, поступающего в систему отопления *13*. Давление теплоносителя, поступающего в ИТП, измеряется манометром *3*, а давление теплоносителя после элеватора *9* — манометром *12*. Термометр *8* измеряет температуру теплоносителя, поступающего в ИТП, а термометр *11* — температуру теплоносителя после его смешения с охлажденным теплоносителем, поступающий в элеватор по перемычке *17* из обратного теплопровода *22*. В этом случае в элеваторе происходит снижение температуры теплоносителя перед поступлением в систему отопления до установленных санитарно-бытовых норм (не выше +95 °С). Из системы отопления охлажденный теплоноситель по обратному теплопроводу проходит через открытую задвижку *16*, затем часть теплоносителя по перемычке *17* поступает в элеватор на смешение, а другая часть — проходит грязевик *18* и очищается от примесей грязи. Далее, пройдя водомер *19*, где измеряется количество возвращаемого теплоносителя из системы отопления в обратный теплопровод, теплоноситель проходит через открытую задвижку *20* и поступает в теплосеть. Измерение давления теплоносителя, поступающего в ИТП из системы отопления, осуществляется манометром *14*, а температура — термометрами *15* и *21*. Разность показаний давления, измеряемого манометрами *12* и *14*, указывает на потерю давления в системе отопления (располагаемый перепад давления в системе отопления) здания. Эта разность после наладки системы отопления должна быть в пределах (1,0 м вод. ст.). Разность показаний манометров *3* и *23* укажет располагаемый перепад в тепловых сетях.

Исходя из экономических соображений работы источника теплоснабжения и тепловых сетей, широкое

потребителям не прекращается. При этом задвижки *10* и *12* в ИТП находятся в закрытом положении, отключив этим самым ИТП от систем отопления. Подогрев водопроводной воды для нужд горячего водоснабжения осуществляется по изложенному выше принципу. Для измерения давления и температуры теплоносителя и водопроводной воды ИТП оснащено манометрами и термометрами. Схема ИТП (рис. 14) почти повторяет схему ИТП. Отличие состоит в том, что в ЦТП все оборудование больших размеров и имеются два распределительных коллектора *4* и *5*. В некоторых ЦТП вместо элеватора устанавливают не менее двух подмешивающих насосов.

1.5. СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Отопление помещений различных зданий за счет тепловой энергии, получаемой от ТЭЦ и отопительных котельных, называется центральным. Для передачи теплоты помещениям служит система отопления. Системы отопления делятся на системы с естественной и искусственной циркуляцией. По радиусу действия системы отопления подразделяют на местные и центральные. В зависимости от применения теплоносителя системы отопления могут быть водяные, паровые, воздушные и комбинированные; по способу разводки магистральных трубопроводов они бывают с верхней, нижней и средней разводкой; по способу присоединения нагревательных приборов к стоякам — однотрубные и двухтрубные. По типу применяемых нагревательных приборов системы отопления могут быть конвекционные, лучистые и конвекционно-лучистые; по ходу движения теплоносителя в магистральных трубопроводах их подразделяют на тупиковые и попутные.

Система центрального водяного отопления состоит из следующих взаимно связывающих частей; ИТП, подающего и обратного магистральных трубопроводов, стояков (они могут быть подающие и обратные), нагревательных приборов, подводок к нагревательным приборам (они могут быть подающими и обратными), трубопроводной арматуры, воздухосборников

и расширительного бака. В отдельных системах отопления некоторые из перечисленных частей могут отсутствовать. Это зависит от вида применяемой системы отопления. Так, в системе отопления с искусственной циркуляцией и нижней разводкой магистральных трубопроводов может не быть воздухосборников, которые заменены воздушными кранами, устанавливаемыми на нагревательных приборах. Расширительный бак в системе отопления с искусственной циркуляцией для большого числа отапливаемых зданий устанавливается один на целый район потребителей теплоты, а не на каждом отапливаемом здании. Функции воздухосборника в системе отопления одновременно с естественной циркуляцией выполняет расширительный бак.

В системе отопления с естественной циркуляцией (рис. 15) вода до необходимой температуры нагревается в водогрейном котле. Поскольку нагретая вода в котле имеет меньшую плотность, чем холодная, то она из котла вытесняется более холодной водой и поднимается по главному стояку, а затем поступает в нагревательные приборы. В нагревательных приборах горячая вода, отдав часть теплоты воздуху обогреваемых помещений, уже охлажденная по обратному стояку поступает вновь в котел. Движение воды по схеме: котел — подающий магистральный трубопровод — подающий стояк — нагревательные приборы — обратный стояк — обратный магистральный трубопровод — котел создает непрерывный циркуляционный контур. Чем выше будут расположены нагревательные приборы над котлом, тем больше будет создано давление воды в циркуляционном контуре, тем лучше будет теплоотдача нагревательных приборов.

Итак, в системе отопления с естественной циркуляцией движение воды осуществляется за счет разности плотностей горячей и охлажденной воды. Чем больше будет разность плотностей воды, тем больше будет скорость циркуляции воды в системе отопления. Увеличение объема воды от нагревания в системе отопления воспринимается расширительным баком. Кроме того, расширительный бак в этом случае служит и воздухосборником. Для более эффективного удаления воздуха из расширительного бака магистральный

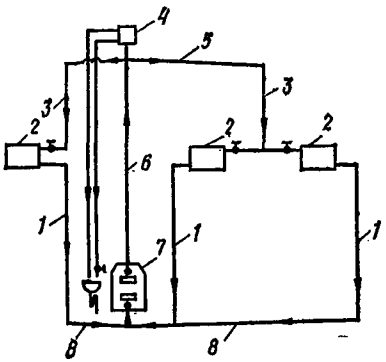


Рис. 15. Принцип работы системы отопления с естественной циркуляцией.

1 — обратный стояк; *2* — нагревательные приборы; *3* — подающий стояк; *4* — расширительный бак; *5* — подающая магистраль; *6* — главный подающий стояк; *7* — водогрейный котел; *8* — обратная магистраль

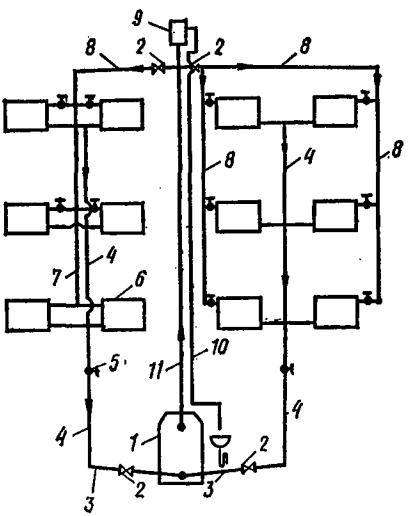


Рис. 16. Двухтрубная система водяного отопления с естественной циркуляцией и верхней разводкой

1 — водогрейный котел; *2* — задвижки; *3* — обратная магистраль; *4* — обратный стояк; *5* — краны; *6* — нагревательные приборы; *7* — подающий стояк; *8* — подающая магистраль; *9* — расширительный бак; *10* — переливная труба расширительного бака; *11* — главный подающий стояк

трубопровод прокладывают с определенным уклоном в сторону движения воды.

Системы отопления с естественной циркуляцией подразделяют на две группы: двухтрубные и однотрубные, которые в свою очередь могут быть с верхней и нижней разводкой подающих магистральных трубопроводов. На рис. 16 показана двухтрубная система водяного отопления с естественной циркуляцией и *верхней разводкой*. В данной системе подающие магистральные трубопро-

воды расположены выше нагревательных приборов, т. е. они расположены на чердаке или под потолком верхнего этажа. При этом горячая вода из котла подается по главному подающему стояку вверх, где она разделяется на потоки, направленные по подающим магистральным трубопроводам. Из подающих магистральных трубопроводов горячая вода поступает вниз в подающие стояки, от которых по подводящим трубам поступает в нагревательные приборы. Охлажденная вода из нагревательных приборов по обратным стоякам поступает в обратные магистральные трубопроводы, из которых она стекает снова в котел для последующего нагрева. Обратные магистральные трубопроводы расположены в подвале или в подпольных каналах первого этажа, а в отдельных случаях над полом, если длина их позволяет выдержать необходимый уклон труб. Воздух и избыток воды из системы отопления удаляется через расширительный бак.

В двухтрубной системе водяного отопления с естественной циркуляцией и с *нижней разводкой* (рис. 17) подающие магистральные трубопроводы прокладывают в подвале или в подпольном канале первого этажа. Горячая вода из подающих магистральных трубопроводов поступает в подающие стояки и затем в нагревательные приборы. Охлажденная вода из нагревательных приборов по обратным стоякам направляется в обратные магистральные трубопроводы, расположенные там же, где и подающие магистрали. Удаление воздуха из системы отопления можно производить через воздушные краны, установленные на нагревательных приборах верхнего этажа, либо через специальную воздушную трубу, которая соединяет подающие стояки с расширительным баком. Чтобы не возникала циркуляция воды по воздушной трубе, необходимо ее смонтировать в виде петли для образования в ней воздушного мешка. Если такое устройство воздушной трубы расположить на чердаке, то она будет заморожена. В этом случае воздушную трубу лучше всего располагать под потолком верхнего этажа.

Двухтрубная система водяного отопления с естественной циркуляцией и *нижней разводкой* имеет следующие преимущества перед такой же системой, но с *верхней разводкой:* а) меньше потерь теплоты

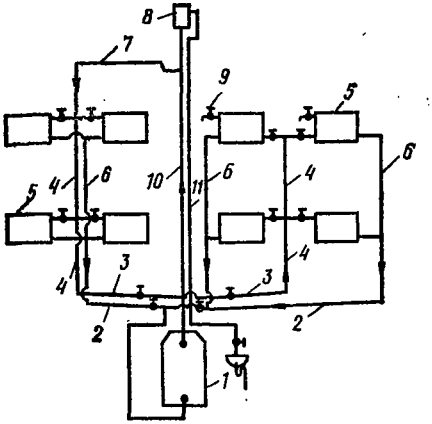


Рис. 17. Двухтрубная система водяного отопления с естественной циркуляцией и нижней разводкой

1 — водогрейный котел; *2* — обратная магистраль; *3* — подающая магистраль; *4* — подающий стояк; *5* — нагревательные приборы; *6* — обратный стояк; *7* — воздушная труба; *8* — расширительный бак; *9* — кран для удаления воздуха; *10* — главный подающий стояк; *11* — переливная труба расширительного бака

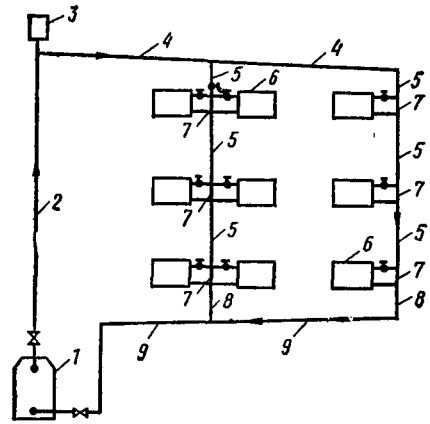


Рис. 18. Однотрубная система водяного отопления с естественной циркуляцией н с замыкающими участками

1 — водогрейный котел; *2* — главный подающий стояк; *3* — расширительный бак; *4* — подающая магистраль; *5* — подающий стояк; *6* — нагревательные приборы; *7* — замыкающие участки; *8* — обратный стояк; *9* — обратная магистраль

из-за отсутствия магистральных трубопроводов на чердаке; б) при строительстве здания появляется возможность пуска работы системы отопления поэтажно; в) ремонт системы отопления верхних этажей можно производить без отключения нижних этажей; г) упрощается обслуживание системы отопления, так как запорно-регулирующая арматура на подающих и обратных магистральных трубопроводах сосредоточена в одном месте — в узле управления.

Двухтрубная система водяного отопления с естественной циркуляцией и *верхней разводкой* имеет

следующие преимущества перед такой же системой с *нижней разводкой:* а) в подающих стояках циркуляционное давление всегда больше, чем в системе с нижней разводкой; б) удаление воздуха производится без вмешательства ручного труда обслуживающего персонала; в) при заполнении системы отопления водой отпадает необходимость в участии обслуживающего персонала для производства удаления воздуха из системы отопления; г) отпадает необходимость прокладки воздушной трубы, что удешевляет стоимость монтажных работ и упрощает обслуживание системы отопления.

За последние годы широкое применение получила однотрубная система водяного отопления с замыкающими участками и естественной циркуляцией (рис. 18). В этой системе отопления нагретая вода из котла поднимается по главному подающему стояку, из которого поступает в подающие магистральные трубопроводы, затем из магистральных трубопроводов направляется в стояки и нагревательные приборы верхнего этажа. Часть горячей воды, минуя нагревательные приборы верхнего этажа, по замыкающему участку смешавшись с охлажденной водой из нагревательных приборов верхнего этажа, поступает в нагревательные приборы нижележащего этажа и т. д. Однотрубная система водяного отопления по сравнению с двухтрубной системой отопления имеет следующие преимущества: более эстетична с меньшей стоимостью монтажных работ. Монтажные работы возможно заканчивать в более короткие сроки.

Системы отопления с естественной циркуляцией устраивают для сравнительно небольших зданий, где циркуляционное давление измеряется только десятками миллиметров водяного столба. Применение этих систем отопления для больших зданий влечет за собой установку труб значительных размеров, что делает ее дорогостоящей. Кроме того, источник теплоснабжения (котельная) должен быть расположен в подвале этого здания или около этого здания, так как радиус действия таких систем теплоснабжения не должен превышать более 30 м. В настоящее время в жилищно-коммунальном хозяйстве объекты потребления теплоты оборудуют системами водяного отопления с искусственной (насосной)

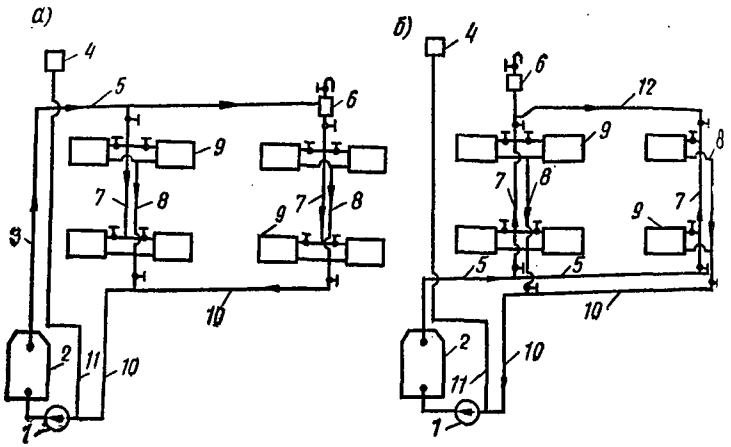


Рис. 19. Двухтрубные системы водяного отопления с искусственной циркуляцией

а — с верхней разводкой; *б* — с нижней разводкой; *1* — сетевой насос; *2* — водогрейный котел; *3*—главный подающий стояк; *4* — расширительный бак; *5* — подающая магистраль; *6* — воздухосборник; *7* — подающий стояк; *8* — обратный стояк; *9* — нагревательные приборы; *10* — обратная магистраль; *11* — расширительная труба; *12* — воздушная труба

циркуляцией, где источником теплоснабжения являются ТЭЦ и отопительные котельные. Такие системы отопления лишены указанных недостатков. Давление в системе отопления измеряется десятками метров водяного столба и создается оно сетевыми насосами, а утечки воды из системы отопления зданий и тепловых сетей пополняются подпиточной водой с помощью подпитывающих насосов.

Рассмотрим принцип работы ряда систем отопления с искусственной циркуляцией. **Двухтрубная система** водяного отопления с искусственной циркуляцией так же, как и с естественной циркуляцией подразделяется на системы отопления с *верхней* и *нижней разводкой магистральных трубопроводов* (рис. 19). Устройство двухтрубной системы водяного отопления с искусственной циркуляцией в сущности не имеет никаких различий по сравнению с такой же системой отопления с естественной циркуляцией. Однако в системах отопления с искусственной циркуляцией применяют трубы меньшего диаметра, а давление в системе отопления создается сетевым насосом,

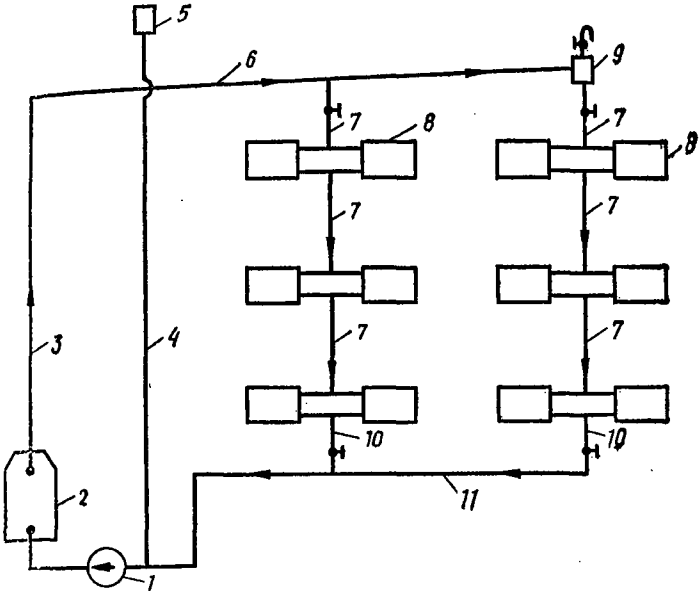


Рис. 20. Однотрубная вертикальная проточная система водяного отопления с искусственной циркуляцией

1 — сетевой насос; *2* — водогрейный котел; *3* — главный подающий стояк; *4* — расширительная труба; *5* — расширительный бак; *6* — подающая магистраль; *7* — подающий стояк; *8* — нагревательные приборы; *9* — воздухосборник; *10* — обратный стояк; *11* — обратная магистраль

расширительный бак присоединен к обратному магистральному трубопроводу перед всасывающим патрубком сетевого насоса.

За последние десятилетия для жилых зданий разработан ряд однотрубных систем водяного отопления, которые вытесняют двухтрубные системы как более дорогостоящие. Однотрубные системы водяного отопления с искусственной циркуляцией устраивают вертикальными и горизонтальными. На рис. 20 показана схема однотрубной вертикальной проточной системы отопления. Горячая вода из стояков вначале поступает в нагревательные приборы верхнего этажа. Выйдя из них, вода далее направляется вниз по подающим стоякам в нагревательные приборы нижележащего этажа и т. д. В нагревательные приборы самого нижнего этажа вода поступает менее горячей. Для равно-

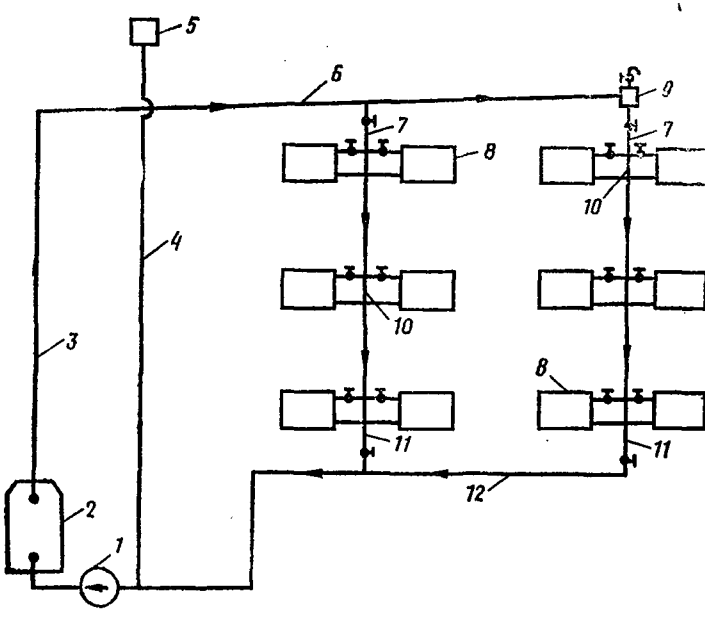


Рис. 21. Однотрубная вертикальная система водяного отопления с замыкающимн участками и с искусственной циркуляцией

1 — сетевой насос; *2* — водогрейный котел; *3* — главный подающнй стояк; *4* — расширительная труба; *5* — расширительный бак; *6* — подающая магистраль; *7* — подающий стояк; *8* — нагревательные приборы; *9* — воздухосборник; *10* — замыкающие участки; *11* — обратный стояк; *12* — обратная магистраль

мерной теплоотдачи во всех помещениях число секций нагревательных приборов, установленных по этажам, будет различной. В нижних этажах их будет больше, чем в верхних. Такая система отопления чаще всего применяется для производственных помещений, клубов, административных зданий. Для жилых зданий эта система применяется довольно редко.

Вертикальная однотрубная система водяного отопления с *замыкающими участками* (рис. 21) широко применяется как для жилых, так и производственных помещений. В этой системе отопления горячая вода поднимается по главному стояку в подающие магистрали трубопроводов. Далее она растекается по стоякам, к которым подведены нагревательные приборы. Горячая вода в местах присоединения нагревательных приборов к стоякам распределяется

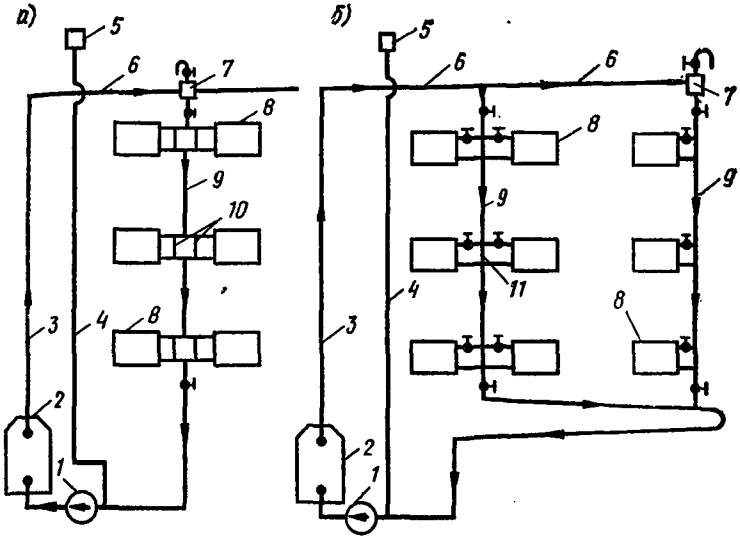


Рис. 22. Однотрубные вертикальные системы водяного отопления со смещенными перемычками, с замыкающими участками и попутным движением воды с искусственной циркуляцией

а — со смещенными перемычками; *б* — с замыкающими участками и попутным движением воды; *1* — сетевой насос; *2* — водогрейный котел; *3* — главный подающий стояк; *4* — расширительная труба; *5* — расширительный бак; *6* — подающая магистраль; *7* — воздухосборник; *8* — нагревательные приборы; *9* — подающий стояк; *10* — смещенные перемычки; *11* — замыкающие участки

на два потока: один поток направляется в нагревательные приборы, а второй — проходит по замыкающему участку (перемычке). Затем на выходе из нагревательных приборов и на выходе из замыкающего участка оба потока охлажденной и горячей воды смешиваются. Смесь воды поступает затем вниз к месту разделения потока на следующий этаж и т. д. Как и в однотрубной проточной системе отопления число секций нагревательных приборов на нижних этажах устанавливают больше, чем на верхних. Это объясняется тем, что на верхние этажи вода в нагревательные приборы поступает более горячей и их теплоотдача больше, чем на нижних этажах. Вертикальная однотрубная система водяного отопления *со смещенными перемычками* и система отопления с *замыкающими участками* с попутным движением воды (рис. 22) являются более усовершенствованными си-

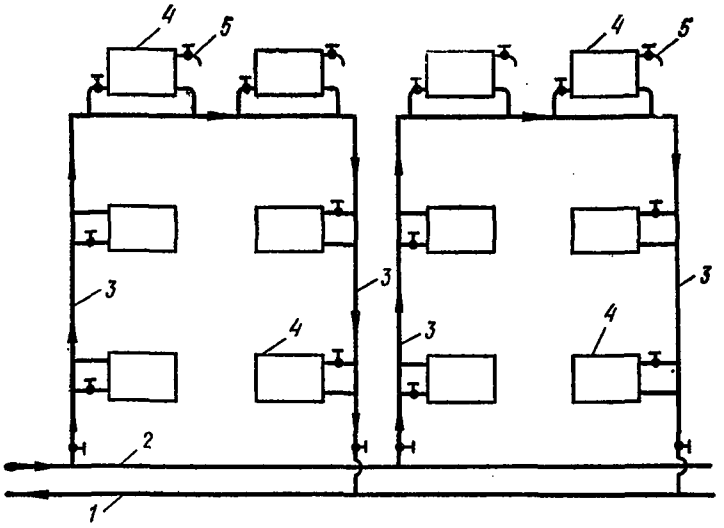


Рис. 23. Однотрубная вертикальная система водяного отопления с нижней разводкой и с искусственной циркуляцией

1 — обратная магистраль; *2* — подающая магистраль; *3* — подающие стояки; *4* — нагревательные приборы; *5* — краны для удаления воздуха

стемами отопления в сравнении с рассмотренными однотрубными системами отопления.

В связи с грандиозными масштабами строительства жилых зданий в нашей стране получили развитие и усовершенствование системы отопления. В настоящее время при строительстве жилых зданий предпочтение отдается широкому применению однотрубных систем отопления с верхней и нижней разводкой магистральных трубопроводов. Что характерно и важно, в этих системах отопления отсутствуют обратные стояки. Большой интерес представляет собой **однотрубная вертикальная система водяного** отопления с нижней разводкой (рис. 23). Именно этой системе отопления в настоящее время отдается наибольшее предпочтение. Подающие и обратные магистральные трубопроводы располагают в подвальном помещении. Выход трубопроводов на чердак зданий отсутствует, что уменьшает потери теплоты и упрощается обслуживание системы отопления. Воздух выпускается из системы отопления не через воздухо-

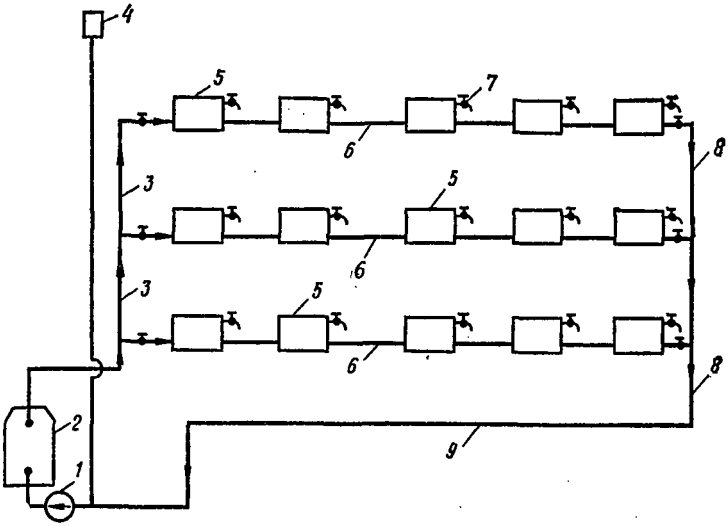


Рис. 24. Горизонтальная однотрубная проточная система водяного отопления с искусственной циркуляцией

1 — сетевой насос; *2* — водогрейный котел; *3* — главный подающий стояк; *4* — расширительный бак; *5* — нагревательные приборы; *6* — подающие стояки; *7* — краны для удаления воздуха; *8* — обратный стояк; *9* — обратная магистраль

сборники, а при помощи воздушных кранов, установленных на нагревательных приборах верхнего этажа. Подающие стояки в данной системе отопления разделяются на подъемные и опускные. Подъемный стояк от подающей магистрали прокладывают до верхнего этажа, где он переходит в опускной стояк, который в нижней точке (в подвале здания) присоединяют к обратной магистрали.

Горячая вода по подъемному стояку движется вначале вверх. В нагревательные приборы горячая вода поступает через нижние пробки и, выйдя охлажденной через верхние пробки, смешивается с потоком горячей воды и поднимается в верхнележащий этаж. Таким образом, поток воды проходит все нагревательные приборы при движении вверх. Пройдя нагревательные приборы верхнего этажа, вода затем движется по опускному стояку. Вход воды в нагревательные приборы осуществляется уже через верхние пробки, а выход — через нижние. Регулировка тепло-

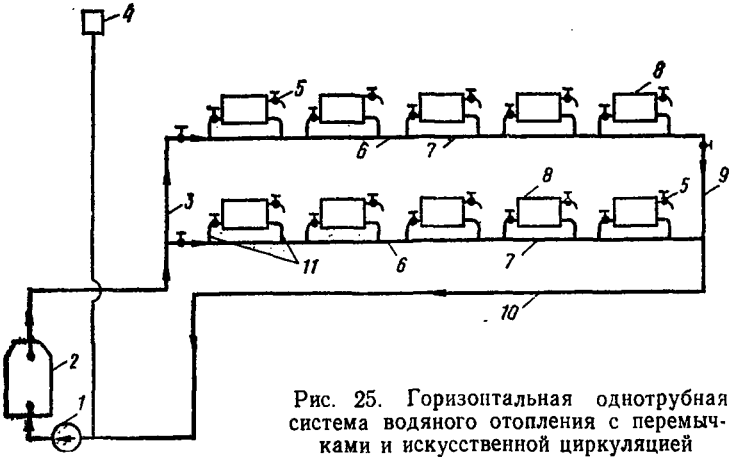


Рис. 25. Горизонтальная однотрубная система водяного отопления с перемычками и искусственной циркуляцией

1 — сетевой насос; *2* — водогрейный котел; *3* — главный подающий стояк; *4* — расширительный бак; *5* — краны для удаления воздуха; *6* — этажные подающие стояки; *7* — перемычки; *8* — нагревательные приборы; *9* — обратный стояк; *10* — обратная магистраль; *11* — подводки к нагревательным приборам

отдачи нагревательных приборов осуществляется кранами двойной регулировки, которые устанавливаются на подводках всех нагревательных приборов. Для строителей данная система отопления позволила устраивать здания с бесчердачной кровлей, а подвальные помещения без установки нагревательных приборов. Отопление подвальных помещений вполне обеспечивается теплоотдачей магистральных трубопроводов.

Горизонтальные однотрубные системы водяного отопления с искусственной циркуляцией разделяются на *проточные с перемычками и проточные без перемычек* (на сцепках). В горизонтальной однотрубной проточной системе отопления (рис. 24) горячая вода из главного вертикального стояка растекается с одинаковой температурой по горизонтальным стоякам этажей, к которым присоединены нагревательные приборы. При этом горячая вода последовательно проходит все нагревательные приборы, охлаждаясь постепенно, проходя один нагревательный прибор за другим. Теплоотдачу нагревательных приборов регулируют только поэтажно с помощью установленной арматуры перед первым по ходу воды нагревательным прибором и после последнего. Воздух из системы отопления удаляется через краны, установленные на каждом нагревательном приборе.

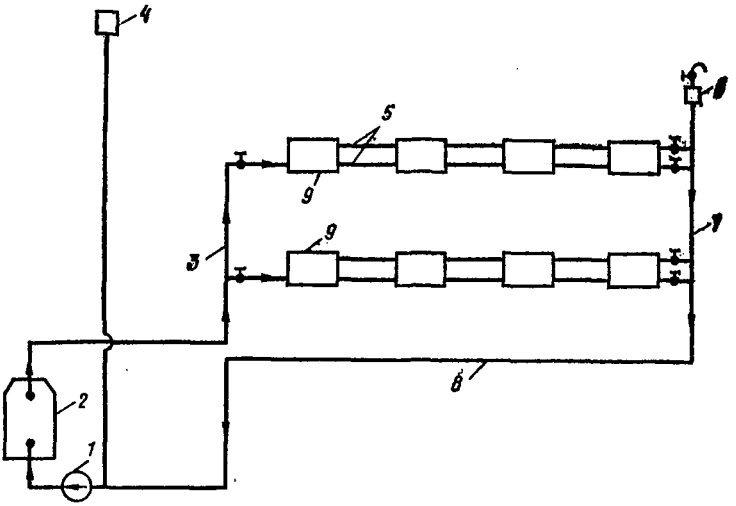


Рис. 26. Горизонтальная однотрубная система водяного отопления без перемычек с искусственной циркуляцией

1 — сетевой насос; *2* — водогрейный котел; *3* — главный подающий стояк; *4* — расширительный бак; *5* — сцепки; *6* — воздухосборник; *7* — обратный стояк; *8* — обратная магистраль; *9* — нагревательные приборы

Горизонтальная однотрубная система отопления с перемычками (рис. 25) отличается от проточной тем, что между подводками к нагревательным приборам вмонтированы перемычки. Кроме того, горячая вода по мере своего движения от одного нагревательного прибора к другому смешивается с охлажденной водой от каждого нагревательного прибора. В горизонтальной однотрубной системе б е з п е р е м ы ч е к (на сцепках) (рис. 26) нагревательные приборы друг с другом соединены с помощью трубных сцепок, по которым в верхнюю и нижнюю часть каждого нагревательного прибора одновременно поступает вода. В отличие от выше рассмотренных горизонтальных однотрубных систем водяного отопления воздух в рассматриваемой системе отопления удаляется через воздухосборник. Теплоотдачу нагревательных приборов можно регулировать поэтажно.

Горизонтальные однотрубные системы водяного отопления, как правило, чаще всего применяются для производственных и общественных зданий, а также

для жилых зданий только небольшой длины. Горизонтальные системы отопления проще в монтаже, чем вертикальные системы. При строительстве зданий с горизонтальной системой отопления имеется возможность включения системы отопления в работу по мере возведения здания, отпадает необходимость пробивать отверстия в междуэтажных перекрытиях за исключением только для главных стояков. Горизонтальные однотрубные системы отопления наряду с этим имеют недостатки: нагревательные приборы жестко соединены со стояками, что требует компенсации труб системы отопления при нагревании; расположение стояков над полом затрудняет уборки помещений; трубы часто прокладывают без уклонов, что не позволяет сливать всю воду из системы отопления.

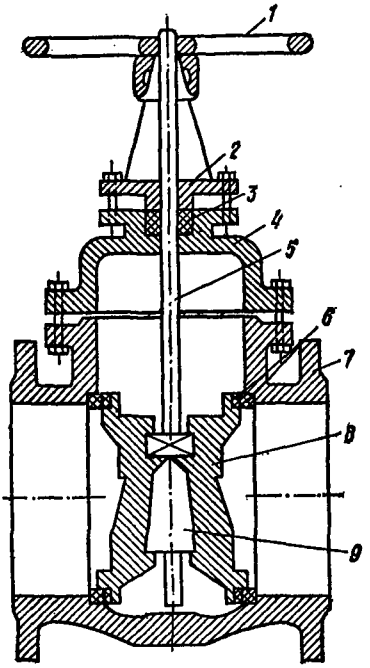
Глава 2. ОБОРУДОВАНИЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Надежность работы систем водяного отопления жилых зданий во многом зависит от исправности, правильности установки и технически грамотной эксплуатации ее вспомогательных устройств и оборудования. К оборудованию и вспомогательным устройствам систем водяного отопления жилых зданий относятся: трубопроводная арматура, контрольно-измерительные приборы, расширительные баки, воздухосборники, краны Маевского, грязевики, элеваторы, нагревательные приборы, подогреватели и центробежные насосы.

2.1. ТРУБОПРОВОДНАЯ АРМАТУРА

Трубопроводная арматура систем отопления жилых зданий состоит из: задвижек, вентилей, кранов и обратных клапанов. Трубопроводную арматуру устанавливают на трубопроводах ИТП, ЦТП, магистральных трубопроводах, стояках и подводках к нагревательным приборам, обвязке трубопроводами центробежных насосов и подогревателей, а также на теплопроводах тепловых сетей, без которой невозможна их эксплуатация.

Рис. 27. Задвижка



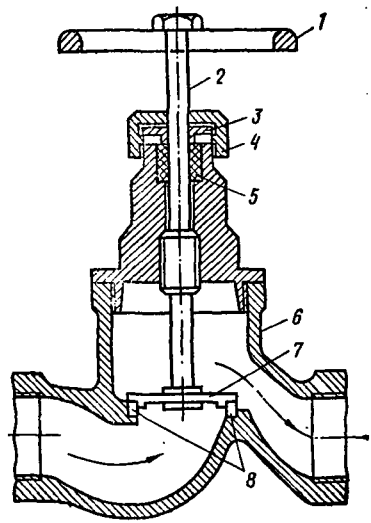


Рис. 28. Вентиль

Задвижки (рис. 27) служат для включения и выключения работы системы отопления, а также для регулирования количества проходящего теплоносителя через трубопроводы. Задвижка состоит из корпуса *7* с крышкой *4*, шпинделя *5*, маховика *1*, крышки сальника *2*, сальника *3* и разъемного шибера *8*, состоящего из двух дисков. Шиберы удерживаются на квадратной головке шпинделя с обоймой, между которыми расположен клин *9*. Клин скользит между шиберами при закрывании и открывании задвижки. В отверстиях корпуса и в шиберах запрессованы бронзовые или латунные уплотнительные кольца *6*, прилегающие плотно друг к другу в закрытом положении задвижки.

При вращении маховика в правую сторону шпиндель с шиберами и клином будет опускаться вниз на дно корпуса. Шиберы раздвинутся под действием клина и плотно прижмутся к уплотнительным кольцам отверстий корпуса. Задвижка в этом положении будет закрыта. При вращении маховика в левую сторону сначала вытаскивается клин, а затем поднимаются вверх шиберы. Задвижка с поднятыми вверх шиберами и шпинделем открывается. Во избежание выпадания шиберов на горизонтальном трубопроводе задвижку следует устанавливать только маховиком вверх, т. е. шпиндель задвижки должен быть строго перпендикулярен оси горизонтального трубопровода, на котором установлена эта задвижка. На вертикальном трубопроводе задвижку необходимо устанавливать плашмя, т. е. шиберы ее должны быть расположены перпендикулярно оси трубопровода. Открыв задвижку до отказа, маховик на $^1/_4$ его оборота поворачивают в обратную сторону, этим предохраняют от заклинивания шпиндель при нагревании задвижки от чрезмерно высокой температуры теплоносителя. Теплоноситель через задвижку может проходить в любую сторону.

В жилищно-коммунальном хозяйстве нашли наибольшее применение чугунные задвижки типа 30ч6бк для давления $p_y = 1$ МПа (10 кгс/см^2) и температуры среды до 90 °С, а также задвижки типа 30ч6бр для давления $p_y = 1$ МПа и температуры среды до 225 °С. Эти задвижки выпускают диаметрами: 50, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350 и 400 мм.

Вентили. Назначение вентиля (рис. 28) такое же, как и задвижки, но устройство его значительно проще. Он состоит из корпуса *6* с седлом *8*, шпинделя *2* с клапаном *7*, маховика *1*, гайки сальника *4*, втулки сальника *3* и сальника *5*. Корпус имеет два отверстия для входа и выхода теплоносителя. При установке на трубопроводе вентиль следует расположить так, чтобы поток теплоносителя был направлен по ходу под клапан. Это направление показано стрелкой на корпусе вентиля. При этом положение маховика или клапана по отношению к оси трубопровода не имеет значения. Вентили устанавливают на трубопроводах ИТП, ЦТП, на магистральных трубопроводах, стояках и подводках к нагревательным приборам систем отопления, на воздухосборниках, грязевиках и т. д. Они могут быть муфтовые и фланцевые. *Вентили муфтовые* из серого чугуна типа 15ч8к и 15ч8р рассчитаны на давление до 1 МПа (10 кгс/см²) и температуры среды до 50 °С, типа 15ч8бр — на давление до 1,6 МПа (16 кгс/см²) и температуры среды до 225 °С выпускаются диаметрами: 15, 20, 25, 32, 40, 50, 65 (70), 80 мм. *Вентили фланцевые* из серого чугуна типа 15ч14бр рассчитаны на давление среды до 1,6 МПа (16 кгс/см²) и температуры среды до 225 °С выпускают диаметрами: 65 (70), 80, 100, 125, 150 и 200 мм.

Пробковые краны (рис. 29) служат только как запорная арматура. Если задвижки и вентили применяются как запорно-регулирующая арматура, то пробковыми кранами регулирование расхода теплоносителя не дает должного эффекта. Устройство и принцип работы пробковых кранов очень простое, теплоноситель через них может проходить в обе стороны. Пробковые краны могут быть *сальниковые* и *бессальниковые*. В системе отопления чаще всего применяют *сальниковые* пробковые краны. Пробковый кран открывают и закрывают гаечным ключом, поворачивая его четырехгранную головку на 90°. На торце головки *1* имеются риски, указывающие положение отверстия *5* пробки *4* внутри корпуса *6* крана. Сальник *3* зажимается крышкой сальника *2*. Если риска установилась по оси трубопровода, то отверстие пробки открыто для прохода теплоносителя и наоборот. Если риска установлена перпендикулярно оси трубопровода, то отверстие пробки закрыто и проход

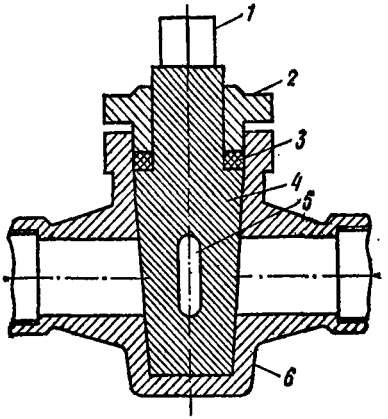


Рис. 29. Сальниковый пробковый кран

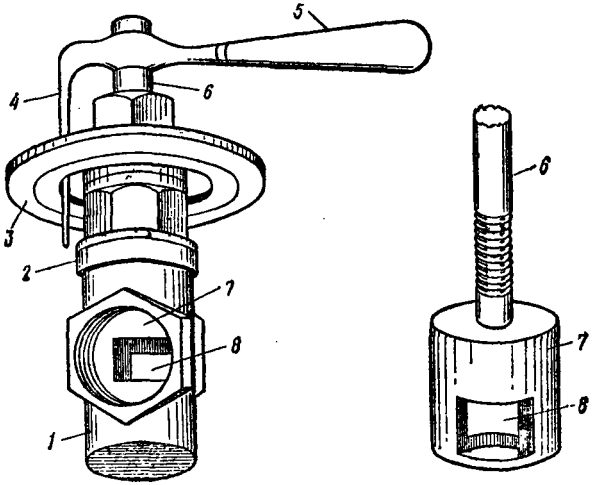


Рис. 30. Краи двойной регулировки

теплоносителя через кран прекратится. Устанавливают пробковые краны чаще всего на магистральных трубопроводах, стояках и на подводках к нагревательным приборам. В системах отопления в основном применяют муфтовые пробковые краны сальниковые типа 11Бсбк, рассчитанные на давление среды до 1 МПа (10 кгс/см^2) и температуры до 100 °С диаметрами: 15, 20, 25, 32, 40, 50 мм.

Краны двойной регулировки (рис. 30) служат для регулирования количества теплоносителя,

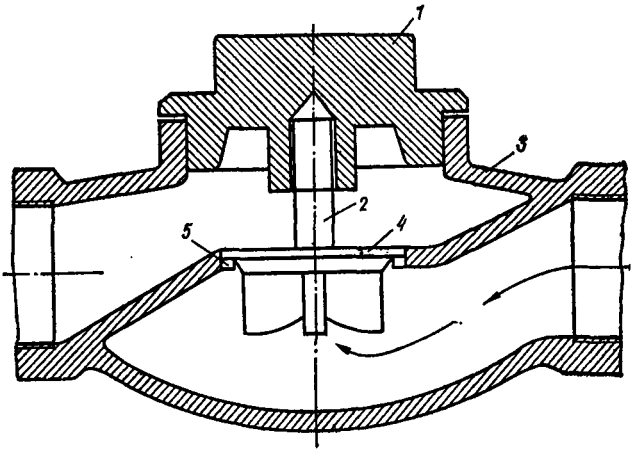


Рис. 31. Обратный клапан

поступающего в нагревательные приборы. Запорным устройством он служить не может, так как не обладает достаточной для этого герметичностью. Кран двойной регулировки состоит из корпуса *1*, прижимной гайки *2*, диска с отверстием *3*, упорного пальца *4*, рукоятки *5*, шпинделя *6* и стакана *7* с отверстием *8*. Вращая рукоятку крана на 90 °, надетую на шпиндель, упорным пальцем можно поднимать или опускать стакан с отверстием. При этом отверстие для прохода теплоносителя уменьшается или увеличивается, таким образом производится регулировка теплоотдачи нагревательных приборов.

Обратный клапан служит для обеспечения движения теплоносителя только в одном направлении, как показано на рис. 31. Он состоит из корпуса *3*, клапана *4*, седла *5*, крышки корпуса *1* и штока *2*. Устройство обратного клапана за исключением некоторых отличий напоминает устройство вентиля. Обратный клапан в отличие от вентиля не имеет выхода штока за пределы внутренней полости корпуса, клапан открывается под давлением среды, находящейся под клапаном, а закрывается под действием обратного потока среды в случае изменения направления давления среды. Таким образом, открывание и закрыва-

ние запирающего устройства в обратном клапане осуществляется без вмешательства человека. Обратный клапан устанавливают на трубопроводах, где возможно возникновение давления противоположно направлению потока среды, а именно: на нагнетательной линии сетевых насосов, на обводных линиях водогрейных котлов, на питательных линиях паровых котлов, на трубопроводах подачи воды в водяные экономайзеры и т. д.

2.2. РАСШИРИТЕЛЬНЫЙ БАК

Все тела, в том числе и вода, хотя и незначительно, при нагревании увеличиваются в объеме. В водяные системы отопления вода поступает с различной степенью нагрева, а поэтому ее объем может быть разный. При чрезмерном увеличении объема воды могут возникнуть разрывы трубопроводов, нагревательных приборов и других устройств, связанных с системой отопления. Для восприятия избыточного объема воды в самой высшей точке системы отопления устанавливают расширительный бак (рис. 32). Такой точкой может быть чердак самого высокого здания или отопительная котельная, если она расположена на местности выше отапливаемых зданий. Расширительный бак предотвращает вскипание воды в трубопроводах и выполняет функции пополнителя водой при возникновении ее утечки из системы отопления. Поскольку расширительный бак в системе отопления с естественной циркуляцией присоединяется к подающему магистральному трубопроводу системы отопления, то он при этом дополнительно выполняет и функции воздухосборника.

Расширительный бак связан системой трубопроводов: расширительная труба связывает расширительный бак с обратной и подающей магистральными трубопроводами системы отопления: переливная труба служит для отвода воды из расширительного бака в случае его переполнения, а также для удаления воздуха из системы отопления; сигнальная труба от расширительного бака выводится к месту постоянного пребывания обслуживающего персонала. Для того, чтобы вода в расширительном баке не замерзла, к нему дополнительно присоединяют циркуляционную

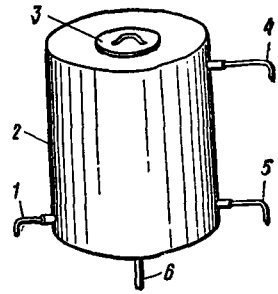


Рис. 32. Расширительный бак

1 — циркуляционная труба; *2* — корпус; *3* — крышка; *4* — переливная труба; *5* — сигнальная труба; *6* — расширительная труба

трубу, в результате чего в расширительном баке происходит беспрерывная циркуляция воды. Дополнительной мерой может служить утепление бака теплоизоляционным материалом и помещение расширительного бака в утепленной будке. При естественной циркуляции воды и верхней разводке системы отопления расширительную трубу расширительного бака присоединяют к высшей точке подающего магистрального трубопровода системы отопления, а при искусственной циркуляции — к обратному магистральному трубопроводу системы отопления.

Принцип работы расширительного бака заключается в следующем: как только вода начнет выливаться из сигнальной трубы, следует закрыть кран, установленный на этой трубе. Это подскажет обслуживающему персоналу, что система отопления заполнена водой. Появление воды из переливной трубы указывает на наличие избыточного объема воды в системе отопления. Запорную арматуру на переливной трубе не устанавливают, что создает благоприятные условия свободного удаления избытка воды из системы отопления. Объем расширительного бака при перепаде температуры теплоносителя в системе отопления 95—70 °С определяют по формуле, л:

$$V_{\text{расш.бак}} = (Q/V_{\text{сист}})\,0{,}45, \qquad (1)$$

где Q — расход теплоты на отопление здания или группы зданий, Дж/ч (тыс. ккал/ч); $V_{\text{сист}}=10$ л — вместимость системы отопления на 1 тыс. Дж/ч (1 тыс. ккал/ч) теплоты.

2.3. ГРЯЗЕВИКИ

Осаждение и удаление взвешенных веществ из потока циркулируемой воды в системе отопления с искусственной циркуляцией достигается с помощью грязевиков (рис. 33). Для системы отопления с естественной циркуляцией грязевики не устанавливают, так как гидравлическое сопротивление их настолько велико, что при их установке может не быть или будет весьма незначительная скорость циркуляции воды в системе. Грязевики устанавливают на вводах тепловых сетей в отапливаемые здания в ИТП, а также в ЦТП и в бойлерных источниках теплоснабжения.

Вода, пройдя входной патрубок, попадает во внутреннюю полость грязевика, где взвешенные частицы выпадают из потока воды на днище. Из внутренней полости грязевика вода проходит металлическую сетку, с помощью которой производится очистка воды от взвешенных частиц, она попадает в систему отопления или в тепловую сеть очищенной. Скопившийся шлам из грязевика периодически удаляют через нижний патрубок, а во время прекращения отопительного сезона снимают нижнее днище и удаляют грязь с сетки и из внутренней полости грязевика. Через верхний патрубок с краном удаляется воздух из верхней части внутренней полости грязевика. Установка грязевиков на теплопроводах в ИТП и ЦТП в значительной степени уменьшает загрязненность взвешенными частицами стояков и нагревательных приборов

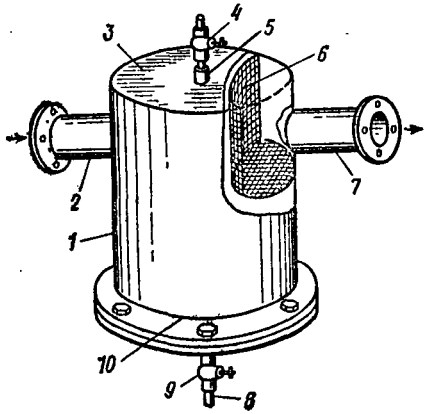


Рис. 33. Грязевик

1 — корпус; *2* — входной патрубок; *3* — верхнее днище; *4, 9* — вентили; *5, 8* — патрубки; *6* — металлическая сетка; *7* — выходной патрубок; *10* — нижнее днище

Таблица 1. **Размеры грязевиков (по данным института Сантехмонтажпроект), мм**

Диаметр трубопровода, на котором установлен грязевик, мм	Размеры грязевиков	
	высота	диаметр
32	250	159
40	270	159
50	310	159
70	400	273
100	500	273
125	600	273
150	700	377
200	900	377

системы отопления, а также теплопроводов тепловых сетей. Очистка сетевой воды с помощью грязевиков способствует улучшению теплоотдачи нагревательных приборов. Размеры грязевиков (по данным института Сантехмонтажпроекта) приведены в табл. 1.

2.4. ВОЗДУХОСБОРНИКИ

В трубопроводах воздух создает воздушные мешки, которые нарушают нормальный режим циркуляции воды в системе отопления, а в отдельных случаях прекращают ее. Поэтому воздух из системы отопления должен периодически удаляться. Для удаления воздуха применяют воздухосборники, устанавливаемые в самой верхней точке системы отопления. Воздухосборники могут быть автоматические и с ручным обслуживанием. Эксплуатационники предпочтение отдают проточным горизонтальным воздухосборникам с ручным обслуживанием. Они более надежны в работе, чем автоматические.

Воздухосборники с ручным обслуживанием подразделяют на проточные и непроточные (рис. 34). *Проточные* воздухосборники не замерзают даже в неотапливаемых помещениях, так как через них непрерывно циркулирует поток теплоносителя. Они достаточно хорошо улавливают из потока воды пузырьки воздуха и скапливают их в верхней полости корпуса. *Непроточные* воздухосборники лишены этих преимуществ: они могут устанавливаться только в отапливаемых помещениях и, если велика скорость

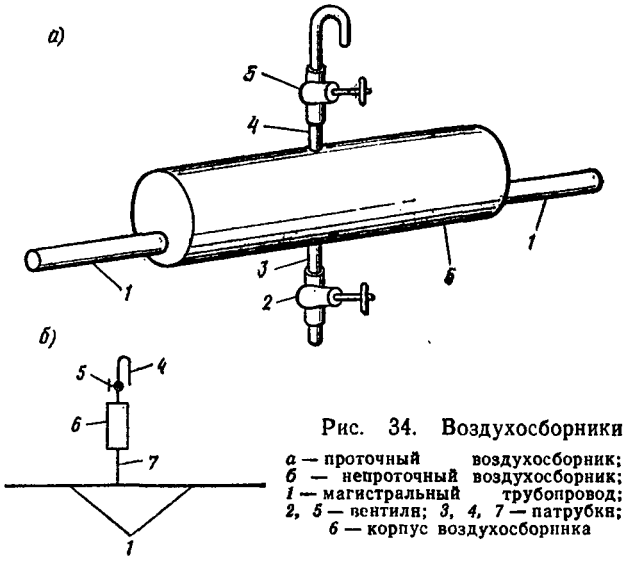


Рис. 34. Воздухосборники

а — проточный воздухосборник; *б* — непроточный воздухосборник; *1* — магистральный трубопровод; *2, 5* — вентиля; *3, 4, 7* — патрубки; *6* — корпус воздухосборника

циркулируемой воды, воздух нередко проходит с потоком воды мимо воздухосборника и увлекается в стояки и нагревательные приборы системы отопления. Чтобы удалить воздух из воздухосборника с ручным обслуживанием, нужно открыть кран на воздухоотводящем патрубке. Как только после выхода воздуха из патрубка пойдет вода, кран следует закрыть. Появление воды из патрубка указывает на то, что воздух из системы отопления удален. Данные ГПИ Сантехпроект по проточным горизонтальным воздухосборникам приведены в табл. 2.

Таблица 2. **Размеры проточных горизонтальных воздухосборников с ручным обслуживанием, мм**

Диаметр магистрального трубопровода системы отопления	Размеры воздухосборника	
	диаметр	длина
25	159	355
32—40	219	476
50	273	690

2.5. КРАНЫ МАЕВСКОГО

Краны Маевского (рис. 35) устанавливают на нагревательных приборах самого высокого этажа жилого здания с системой отопления с нижней разводкой магистральных трубопроводов. Если рассмотренные выше горизонтальные проточные воздухосборники служат для сбора и удаления воздуха из системы отопления, то краны Маевского служат только для удаления воздуха из нагревательных приборов. В

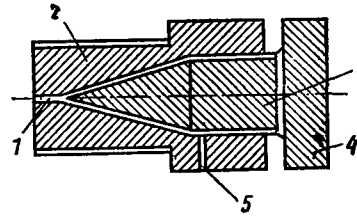


Рис. 35. Кран Маевского

1 — отверстие для прохода воздуха из нагревательного прибора; *2* — корпус; *3* — шпиндель; *4* — головка шпинделя; *5* — отверстие для удаления воздуха в атмосферу

этом случае нагревательные приборы являются сборниками воздуха. При поворачивании шпинделя *3* открывается отверстие *1* и воздух из нагревательного прибора поступает в полость крана и из отверстия *5* удаляется в атмосферу. После удаления воздуха шпиндель заворачивают и тем самым прикрывают отверстия *1* и *5*.

Краны Маевского изготавливают из стали и бронзы, но за последние годы нашли широкое применение краны, изготовляемые из пластмассы. Недостатком последних является то, что нередко при открывании или закрывании крана обламывается головка шпинделя *4* и возникают трудности удаления крана из отверстия пробки нагревательного прибора.

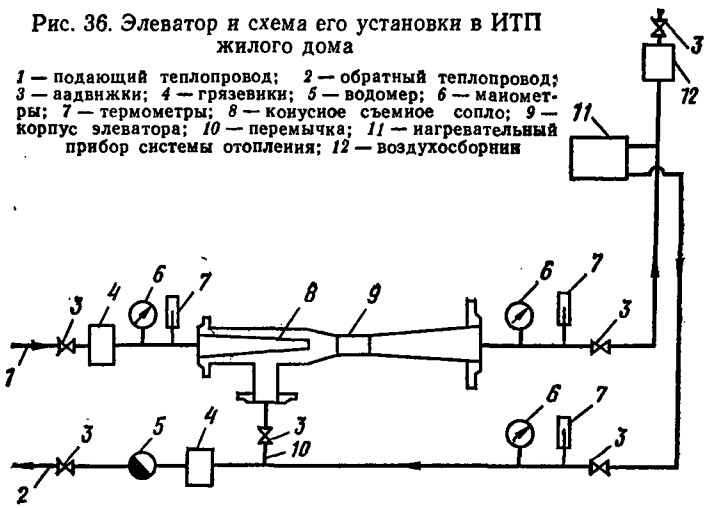
2.6. ЭЛЕВАТОРЫ

Для жилых и общественных зданий поступающая вода в нагревательные приборы по санитарным нормам не должна превышать температуру 95 °С. Следовательно, необходимо понижение температуры перегретой сетевой воды, поступающей от источника теплоснабжения при температуре 130—150 °С, до требу-

емой величины. Достигается это с помощью элеваторов (рис. 36). Элеватор работает следующим образом: перегретая сетевая вода из подающего теплопровода поступает в конусное съемное сопло, где скорость ее резко возрастает. Из обратного теплопровода часть охлажденной воды по перемычке за счет возросшей скорости перегретой воды на выходе из сопла подса-

Рис. 36. Элеватор и схема его установки в ИТП жилого дома

1 — подающий теплопровод; *2* — обратный теплопровод; *3* — вадвижки; *4* — грязевики; *5* — водомер; *6* — манометры; *7* — термометры; *8* — конусное съемное сопло; *9* — корпус элеватора; *10* — перемычка; *11* — нагревательный прибор системы отопления; *12* — воздухосборник



сывается во внутреннюю полость элеватора. При этом в элеваторе происходит смешение перегретой и охлажденной воды, поступающей из системы отопления. Таким образом, смесь воды с требуемой температурой по норме из элеватора поступает в нагревательные приборы системы отопления. Для защиты конуса элеватора от загрязнения взвешенными веществами перед элеватором устанавливается грязевик. Широкое применение для ИТП жилых зданий нашли элеваторы конструкции ВТИ и теплосети Мосэнерго, диаметры камер смещения которых следующие, мм: для элеватора № 1—15; № 2—20; № 3—25; № 4—30; № 5—35; № 6—47 и № 7—59.

2.7. НАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Для передачи теплоты теплоносителя воздуху помещений служат нагревательные приборы различных конструкций (рис. 37): регистры и змеевики, изготовляемые из стальных труб; чугунные радиаторы и ребристые трубы, бетонные отопительные панели, конвекторы и стальные штампованные приборы.

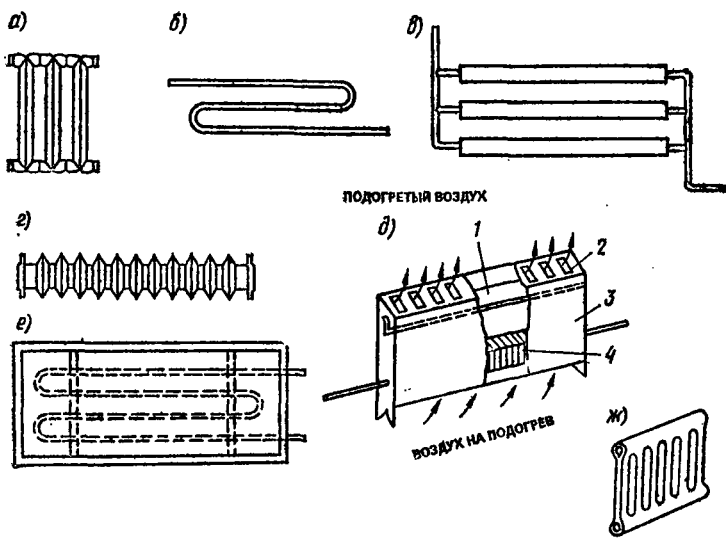


Рис. 37. Нагревательные приборы

а — чугунный радиатор; *б* — стальной змеевик; *в* — стальной регистр; *г* — чугунная ребристая труба; *д* — конвектор; *е* — бетонная отопительная панель; *ж* — стальной штампованный нагревательный прибор; *1* — клапан; *2* — решетка; *3* — кожух; *4* — ребристая труба

Регистры и *змеевики* очень дорогие нагревательные приборы. Применяют их только в производственных помещениях, где возможно падение на них различных предметов. *Ребристые трубы* устанавливают в производственных помещениях, где исключается возможность их механического повреждения. Чугунные *радиаторы* используют во всех помещениях, но однако при механических воздействиях на их поверхность они довольно часто выходят из строя. В произ-

водственных помещениях следует их ограждать от механических повреждений деревянными или металлическими решетками. Красивый вид помещению придают *конвекторы.* Конвектор состоит из стальной или чугунной ребристой трубы, расположенной в металлическом кожухе из листовой стали. Воздух для нагревания в конвектор поступает снизу, а выходит через решетку в верхней части кожуха. Благодаря кожуху, интенсивно происходит теплоотдача нагревательного прибора, регулирование которой осуществляется воздушным клапаном, расположенным внутри верхней части кожуха.

Наряду с перечисленными нагревательными приборами в практике строительства применяют бетонные *отопительные панели,* которые позволили уменьшить металлоемкость нагревательных приборов и улучшить их санитарно-технические качества. В последнее время широко стали применять стальные штампованные нагревательные приборы, рассчитанные на рабочее давление 0,6—1 МПа (6—10 кгс/см²). Они сделаны из двух штампованных стальных листов, соединенных сваркой. Достоинство их — незначительная металлоемкость по сравнению с остальными нагревательными приборами; недостаток — быстрое разрушение внутренних стенок приборов коррозией. Во избежание повреждения их от коррозии следует заполнение и подпитку системы отопления производить только обескислороженной водой в источнике теплоснабжения.

2.8. ВОДОВОДЯНЫЕ ПОДОГРЕВАТЕЛИ

Для нагрева циркулируемого теплоносителя в системе отопления, а также для нагрева водопроводной воды на цели горячего водоснабжения широкое применение нашли водоводяные подогреватели (ОСТ 34—588—68). Указанные водоводяные подогреватели (рис. 38) весьма просты по устройству и не вызывают затруднений при их эксплуатации. В корпусе *1* размещен пучок нагревательных трубок *2* диаметром 16 мм. Латунные нагревательные трубки ввальцованы в отверстия трубных решеток *3*, соединенных фланцами *4* с корпусом подогревателя. Секции I и II подогревателей соединены перемычкой *6*, соединяющей внутрен-

ние пространства корпусов этих секций. Кроме того, секции соединяются калачом *7*. Для входа и выхода теплоносителя подогреватель оснащен патрубками *5* и *8*.

Принцип работы водоводяных подогревателей также прост, как и их устройство. Водопроводная вода из сети водопровода на нагревание для целей горячего водоснабжения или отопления вначале поступает во II секцию и через патрубок *9* проходит внутри на-

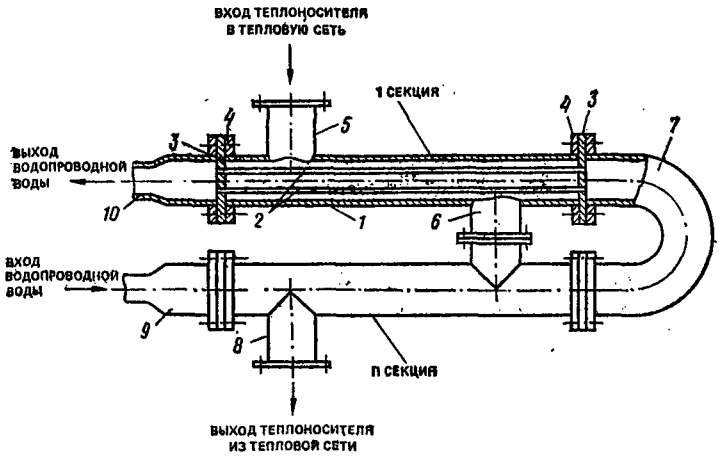


Рис. 38. Водоводяной подогреватель (ОСТ 34—588—68)

гревательных трубок. Из нагревательных трубок II секции вода через калач *7* поступает в нагревательные трубки I секции подогревателя. Нагретая вода из I секции подогревателя выходит через патрубок *10* и поступает в систему горячего водоснабжения или систему отопления. Теплоноситель из тепловой сети для нагревания водопроводной воды проходит во внутрь корпуса I секции подогревателя через патрубок *5* и нагревает снаружи нагревательные трубки, стенки которых передают теплоту водопроводной воде, проходящей внутри этих трубок. Затем теплоноситель по перемычке *6* поступает во II секцию корпуса подогревателя и нагревает поток подогретой воды в I секции подогревателя, проходящей по нагревательным

Таблица 3. Техническая характеристика водоводяных подогревателей (по ОСТ 34—588—68)

Обозначение подогревателя	Длина трубок, мм	Внутренний диаметр корпуса, мм	Площадь поверхности нагрева одной секции, м²	Число трубок	Площадь живого сечения, м²	
					межтрубного пространства	одного хода трубок
01 ОСТ 34—588—68	2000	50	0,37	4	0,00116	0,00062
02 ОСТ 34—588—68	4000	50	0,75	4	0,00116	0,00062
03 ОСТ 34—588—68	2000	69	0,65	7	0,00233	0,00108
04 ОСТ 34—588—68	4000	69	1,31	7	0,00233	0,00108
05 ОСТ 34—588—68	2000	82	1,11	12	0,00287	0,00185
06 ОСТ 34—588—68	4000	82	2,24	12	0,00287	0,00185
07 ОСТ 34—588—68	2000	106	1,76	19	0,005	0,00293
08 ОСТ 34—588—68	4000	106	3,54	19	0,005	0,00293
09 ОСТ 34—588—68	2000	158	3,4	37	0,0122	0,0057
10 ОСТ 34—588—68	4000	158	6,9	37	0,0122	0,0057
11 ОСТ 34—588—68	2000	207	5,89	64	0,02079	0,00985
12 ОСТ 34—588—68	4000	207	12,0	64	0,02079	0,00985
13 ОСТ 34—588—68	2000	259	10,0	109	0,03077	0,01679
14 ОСТ 34—588—68	4000	259	20,3	109	0,03077	0,01679
15 ОСТ 34—588—68	2000	309	13,8	151	0,04464	0,02325
16 ОСТ 34—588—68	4000	309	28,0	151	0,04464	0,02325
17 ОСТ 34—588—68	2000	359	19,8	216	0,05781	0,03325
18 ОСТ 34—588—68	4000	359	40,1	216	0,05781	0,03325
19 ОСТ 34—588—68	2000	408	25,8	283	0,07191	0,04356
20 ОСТ 34—588—68	4000	408	52,5	283	0,07191	0.04356
21 ОСТ 34—588—68	2000	512	41,0	450	0,11544	0,06927
22 ОСТ 34—588—68	4000	512	83,4	450	0,11544	0,6927

трубкам II секции подогревателя. Теплоноситель из корпуса II секции подогревателя по патрубку *8* поступает в тепловую сеть. Техническая характеристика водоводяных подогревателей (ОСТ 34—588—68) приведена в табл. 3.

2.9. ЦЕНТРОБЕЖНЫЕ НАСОСЫ

Наличие неудовлетворительной работы систем отопления отдельных зданий наблюдается чаще всего на конечных участках тепловых сетей, где располагаемые перепады давлений в системах отопления этих зданий недостаточны. В этом случае в ИТП устанавливают центробежные насосы для смешения теплоно-

сителя и изменения давления теплоносителя в системе отопления здания. Кроме того, для улучшения условий гидравлического режима работы систем отопления зданий в отопительных котельных осуществляют замену сетевых насосов, предварительно проверив расчетом гидравлический режим работающих тепловых сетей. С помощью центробежных насосов создается возможность применения самых разнообразных схем регулирования давления и температуры теплоносителя в системах отопления зданий.

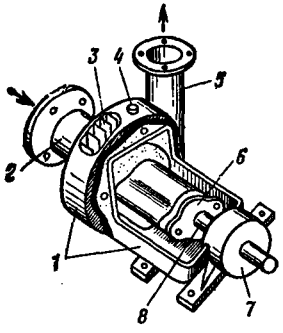


Рис. 39. Устройство центробежного насоса

1 — корпус; *2* — всасывающий патрубок; *3* — рабочее колесо с лопатками; *4* — отверстие с пробкой; *5* — нагревательный патрубок; *6* — крышка сальника (грундбукса); *7* — камера шарикоподшипника; *8* — вал

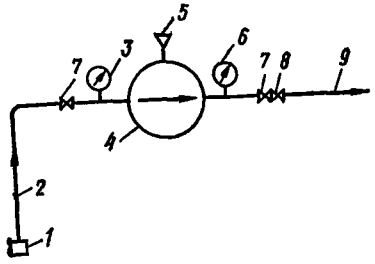


Рис. 40. Схема насосной установки

1 — всасывающий клапан; *2* — всасывающий трубопровод; *3* — вакуумметр; *4* — насос; *5* — воронка для заливки насоса водой; *6* — манометр; *7* — задвижки; *8* — обратный клапан; *9* — нагнетательный трубопровод

Наибольшее предпочтение отдается центробежным насосам типа К, которые просты по устройству, надежны в работе и сравнительно просты при обслуживании и ремонте. Центробежный насос типа К (рис. 39) состоит из: корпуса, рабочего колеса с лопатками, насаженного на вал; всасывающего и нагнетательного патрубков. В месте выхода вала из корпуса насоса расположено сальниковое уплотнение с крышкой (грундбуксой). При вращении рабочее колесо приводит воду, залитую в насос перед пуском в работу, во вращательное движение. Центробежная сила враща-

Таблица 4. Технические данные центробежных насосов типа К

Тип насосов по новому обозначению	Тип насосов по старому обозначению	Подача, м³/ч	Напор, м	Частота вращения, об/мин	Электродвигатель	
					тип	мощность, кВт
1,5К-8/19	1,5К-6	8	19	2900	АО2-21-2	1,5
2К-20/30	2К-6	20	30	2900	АО2-32-2	4
3К-6И	3К-6	43,2	50	2900	АО2-52-2	13
3К-45/90	3К-6	45	9	2900	АО2-72-2	30
3К-45/90а	3К-6	40	72	2900	АО2-72-2	30
3К-45/55	3К-6	45	55	2900	АО2-62-2	17
3КМ-6	3КМ-6	45	54	2900	А2-61-2	12
3К-45/30	3К-9	45	30	2900	АО2-42-2	7,5
4К-90/85	4К-6	90	85	2900	АО2-82-2	55
4К-90/55	4К-8	90	55	2900	АО2-71-2	22
4К-8	4КМ-8	90	55	2900	А2-62-2	22
4К-90/35	4К-12	90	35	2900	АО2-52-2	13
4КМ-12	4КМ-12	90	34	2900	А2-61-2	12
4К-90/20	4К-18	90	20	2900	АО2-42-2	7,5
6К-160/30	6К-8	160	30	1450	АО2-72-4	30
6К-160/20	6К-12	160	20	1450	АО2-61-4	13
6КМ-12	6КМ-12	162	20	1450	АО2-61-4	13
8К-290/30	8К-12	290	30	1450	АО2-81-4	40
8К-290/18	8К-18	290	18	1450	АО2-71-4	22

тельного движения рабочего колеса отбрасывает воду от центра рабочего колеса к переферии, к нагнетательноому патрубку. В результате этого движения воды в центре рабочего колеса создается разреженное пространство, которое беспрерывно заполняется водой, поступающей через всасывающий патрубок насоса. Так как действие центробежной силы непрерывно при работе насоса, то устанавливается также непрерывная подача воды в насос и из него к нагнетательному патрубку. Схема насосной установки с центробежными насосами показана на рис. 40. Технические данные центробежных насосов типа К приведены в табл.4.

2.10. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Надежная и безопасная эксплуатация систем водяного отопления определяется исправностью их состояния. Возникновение аварий и неисправностей

в работе систем отопления в большинстве случаев является следствием нарушения обслуживающим персоналом правил эксплуатации этих систем и недостаточностью оснащения оборудования систем контрольно-измерительными приборами или неисправного состояния последних. Контрольно-измерительные приборы позволяют обслуживающему персоналу обеспечивать надежную работу, экономически выгодно соблюдать ее режим, вести учет работы систем отопления. Для осуществления контроля за работой систем отопления жилых зданий применяют следующие контрольно-измерительные приборы: а) манометры для измерения давления теплоносителя; б) термометры для измерения температуры теплоносителя; в) водомеры для измерения расхода теплоносителя и водопроводной воды.

К контрольно-измерительным приборам предъявляют следующие требования: приборы должны быть защищены кожухами во избежание их. повреждения, работать они должны надежно в течение длительного времени, иметь достаточную точность показаний, быстро реагировать на изменения измеряемых величин. При эксплуатации систем водяного отопления жилых зданий и ИТП устанавливают в основном манометры с одновитковой трубчатой пружиной, ртутные термометры и водомеры.

Манометры. Манометры с одновитковой трубчатой пружиной (рис. 41) состоят из следующих деталей: корпуса *8*, стрелки *4*, шкалы *1*, одновитковой пружины *2*, спиральной пружины *3*, зубчатого сектора *5*, поводка (тяги) *6*, стойки *7* и ниппеля *9*. Сетевая вода через отверстие в ниппеле создает давление на внутреннюю стенку трубчатой пружины, один конец которой соединен с ниппелем, а другой запаян. Под действием создавшегося давления в трубке запаянный ее конец будет стремиться разогнуться. Трубка при помощи поводка соединена с зубчатым сектором. При повышении давления в трубке запаянный ее конец потянет за собой поводок, передвинет зубчатый сектор, повернет шестерню с осью и стрелку прибора, являющуюся указателем давления на шкале. При длительной работе манометра трубчатая пружина со временем растягивается и теряет свои упругие свойства, вследствие чего прибор будет указывать невер-

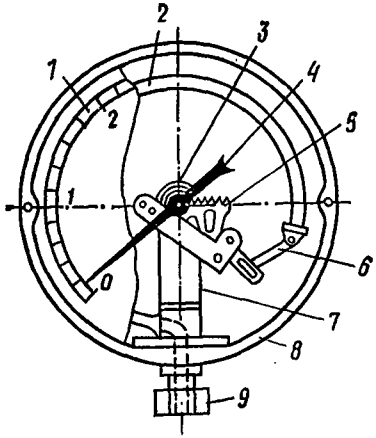


Рис. 41. Манометр с трубчатой одновитковой пружиной

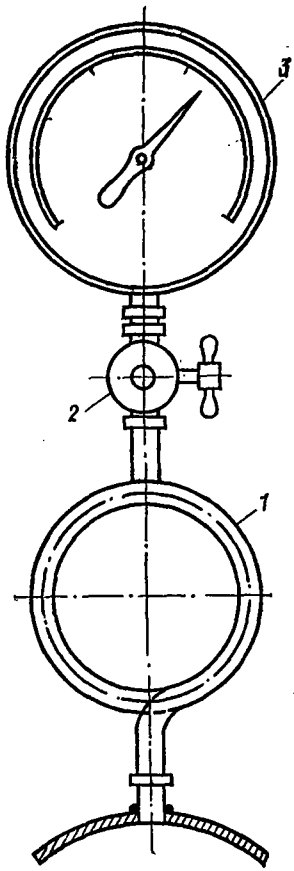
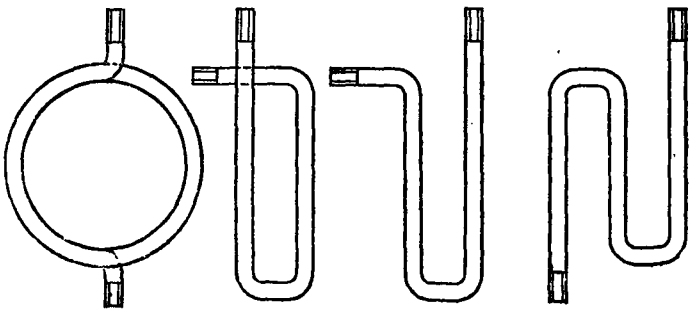


Рис. 42. Правила установки манометра

1 — сифонная труба; *2* — трехходовой кран; *3* — манометр

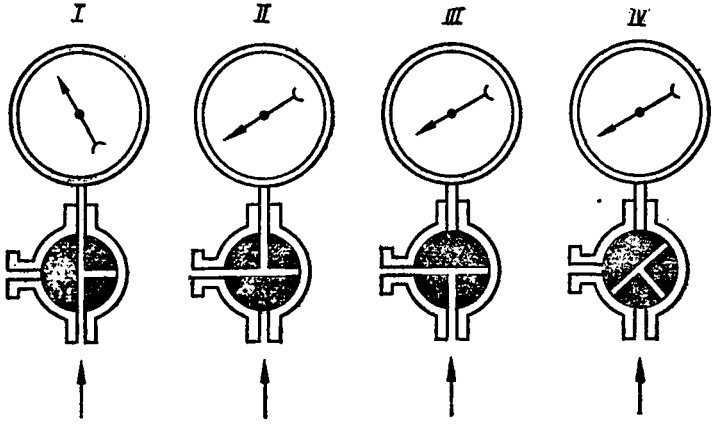
Рис. 43. Формы изгибов сифонных трубок



ные показания. С целью увеличения срока службы прибора и обеспечения наименьшей погрешности показания прибора следует использовать в качестве рабочей части только $^2/_3$ шкалы прибора. При этом трубчатая пружина будет нагружена не полностью и будет работать в благоприятных для нее условиях.

Кроме того, манометры должны быть защищены от действия высокой температуры и нагрев его свыше 60 °С не допускается. При измерении давления теплоносителя с температурой свыше 90 °С перед манометром следует устанавливать сифонную трубку (рис. 42). Назначение сифонной трубки — не допускать перегрева трубчатой пружины манометра. Формы изгибов сифонных трубок приведены на рис. 43. Таким образом, изгиб сифонной трубки удаляет трубчатую пружину от среды, имеющей высокую температуру. Между сифонной трубкой и манометром устанавливается трехходовой кран, который может быть поставлен в пять положений (рис. 44): I — рабочее положение — манометр соединен с измеряемой средой; II — проверка манометра на нуль — сквозной канал соединен с атмосферой, а поперечный канал обращен к манометру; III — продувка сифонной трубки — сквозной канал соединен с атмосферой, а поперечный канал обращен к сифонной трубке; IV — накопление конденсата в сифонной трубке перед постановкой трехходового крана в рабочее положение — поперечный и сквозной каналы обращены к стенке корпуса крана (это положение применяется в том случае, когда осуществляется измерение давления пара); V — проверка рабочего манометра по контрольному манометру — сквозной канал соединен с прибором и измеряемой средой, поперечный канал повернут к фланцу крана, к которому присоединен контрольный манометр. Технические данные манометров с одновитковой трубчатой пружиной приведены в табл. 5.

Термометры. В природе все тела от нагревания расширяются. На этом принципе основана работа ртутных стеклянных термометров. Спиртовые стеклянные термометры, как правило, применяются чаще для измерения низких температур. Ртутный термометр (рис. 45) состоит из баллона с ртутью *1*, капиллярной трубки *3*, шкалы *4*, защищенной стеклянной оболочкой *5* и хвостовой части *2*. Принцип работы ртутного



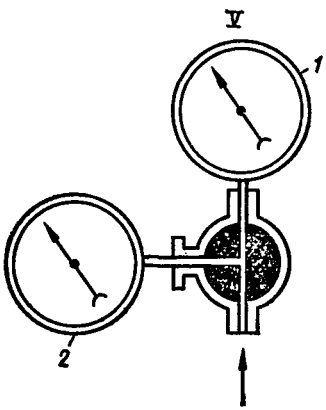


Рис. 44. Положения трехходового крана

I — рабочее положение; *II* — проверка манометра на нуль; *III* — продувка сифонной трубки; *IV* — накапливание конденсата в сифонной трубке (если производится измерение давления пара); *V* — проверка рабочего манометра по контрольному манометру; *1* — рабочий манометр; *2* — контрольный манометр

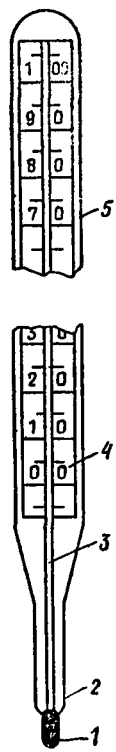


Рис. 45. Ртутный технический термометр

Таблица 5. **Технические данные манометров с одновитковой трубчатой пружиной**

Тип прибора	Вид манометра и его класс точности	Предел измерения, МПа (кгс/см²)	
		нижний	верхний
ОБМ-100	Манометр в корпусе диаметром 100 мм:		
	класс точности 2,5	0	04; 06; 1 (4; 6; 10)
	класс точности 1,5	0	1,6 и 2,5 (16 и 25)
ОБМ-160	Манометр в корпусе диаметром 160 мм:		
	класс точности 2,5	0	04; 06; 1 (4; 6; 10)
	класс точности 1,5	0	1,6 и 2,5 (16 и 25)
М-250	Манометр в корпусе диаметром 250 мм, класс точности	0	1; 1,6; 2,5 (10; 16; 25)

Примечание. Класс точности указывает на допустимое отклонение показаний прибора от действительного значения в %.

термометра основан на свойстве тел расширяться при нагревании. Ртуть в баллоне, нагреваясь, будет расширяться и поднимется по капиллярной трубке, а на шкале укажет величину измеряемой среды.

Технические ртутные термометры изготовляют прямыми и изогнутыми под углами 90°, 120° и 135°. Точность показаний термометров при замере температуры среды зависит во многом от правильности их установки. В практике используются два способа установки термометров: в защитных металлических гильзах и путем непосредственного погружения термочувствительной части прибора в измеряемую среду, находящуюся под значительным давлением (рис. 46). Для лучшей теплоотдачи от измеряемой среды к термочувствительной части прибора при измерении температуры среды до +150 °С в гильзу заливают машинное масло, а при измерении температуры среды

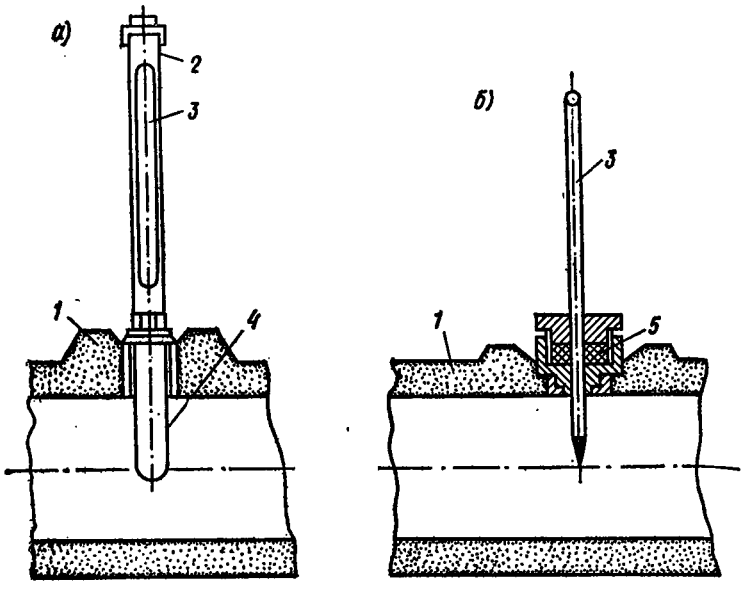


Рис. 46. Способы установки ртутных термометров

а — установка термометра в защитной гильзе; *б* — установка термометра без защитной гильзы; *1* — термоизоляция трубопровода; *2* — защитный чехол; *3* — термометр; *4* — защитная гильза; *5* — сальник

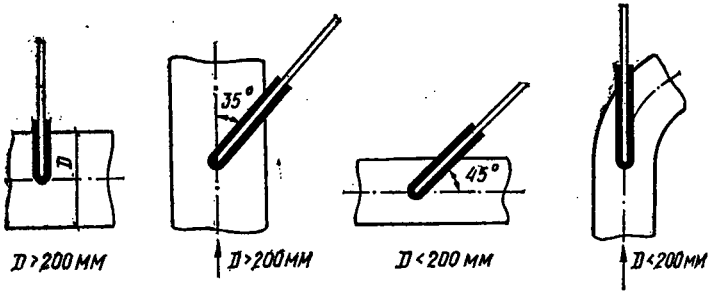


Рис. 47. Способы установки термометров на трубопроводах

свыше +150 °С гильзу заполняют опилками из красной меди. Верхнюю часть гильзы заполняют асбестом.

Не менее важна для точности измерения температуры правильность установки термометров на трубо-

проводах. Прежде всего необходимо, чтобы конец гильзы или термочувствительной части прибора находился в центре потока измеряемой среды. На рис. 47 наглядно показаны правила установки ртутных термометров. При этом следует заметить, что приборы, устанавливаемые под углом, термочувствительной частью должны быть направлены навстречу потоку измеряемой среды. Технические ртутные термометры достаточно надежны в эксплуатации и обладают сравнительно небольшой погрешностью. Ниже приведены данные о ртутных термометрах.

Тип прибора	Прямые и угловые 90°, 120°, 135° с длиной погружаемой части 80, 130—530 мм
Пределы измерения температуры, °С:	
нижней	0
верхней	50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400

Водомеры. Для измерения расхода теплоносителя и водопроводной воды в ИТП устанавливают водомеры, которые подразделяются на крыльчатые и турбинные. Принцип действия водомеров основан на измерении числа оборотов крыльчатки прибора, приводимой в движение струей воды, проходящей через прибор. Скорость движения воды пропорциональна скорости вращения крыльчатки или турбины прибора.

Крыльчатый одноструйный водомер (рис. 48) состоит из следующих основных частей: корпуса *12* с крышкой *11* циферблата *10*; крыльчатки *2* с камерой *1*, опирающейся на подшипник *3* и несущей на себе ось *7*; передаточного механизма-редуктора *6* и механизма счетчика *9*. Механизм счетчика отделен от редуктора и полости корпуса водонепроницаемой перегородкой *8*. Ось, соединяющая с механизмом счетчика в месте прохода ее через перегородку, имеет сальник *13*. При работе прибора через сетку-фильтр *5*, а затем по сужающему каналу входного патрубка *4* со струевыпрямителем *15* вода поступает на лопасти крыльчатки и приводит ее во вращение. Это вращение через редуктор с помощью лопастей *14* передается механизму счетчика, который суммируя число оборотов крыльчатки, тем самым суммирует количество прошедшей воды через прибор.

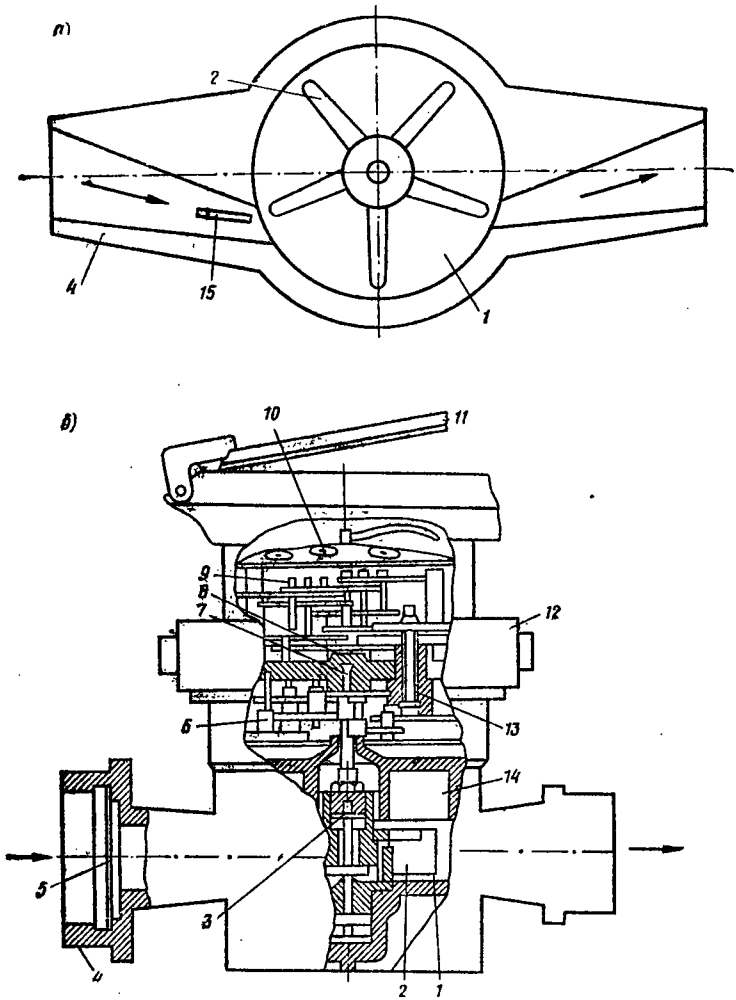


Рис. 48. Крыльчатый одноструйный водомер

Крыльчатый многоструйный водомер (рис. 49) состоит из следующих основных частей: корпуса *1* с крышкой *2*, крышки циферблата *3*, крыльчатки *8*, оси *9*, камеры крыльчатки *7*, редуктора *6* и механизма счетчика *4*. Механизм счетчика так же, как и у одноструйного водомера, отделен от редуктора и полости корпуса водонепроницаемой перегородкой с сальни-

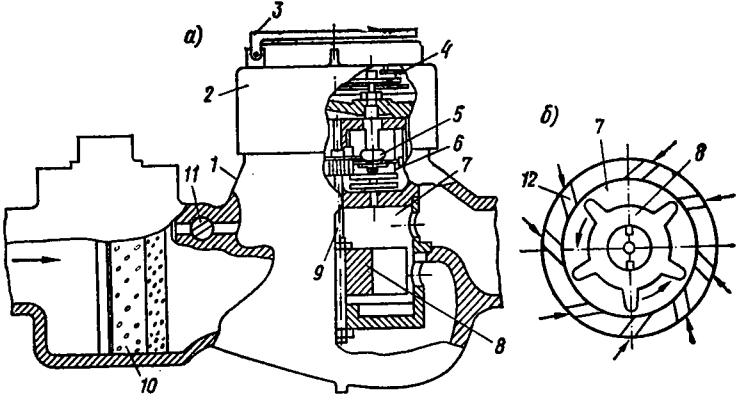


Рис. 49. Крыльчатый многоструйный водомер

а — разрез прибора; *б* — схема движения воды в многоструйном водомере; *1* — корпус; *2* — крышка корпуса; *3* — крышка циферблата; *4* — механизм счетчика; *5* — сальник; *6* — редуктор; *7* — камера крыльчатки; *8* — крыльчатка; *9* — ось; *10* — сетка-фильтр; *11* — регулятор; *12* — направляющие отверстия

ком *5*. При работе водомера вода через отверстие входного патрубка и сетку-фильтр *10* поступает в нижнюю полость корпуса. Затем вода через нижний ряд направляющих отверстий *12* поступает несколькими струями на лопасти крыльчатки, приводит ее во вращение и удаляется через верхний ряд направляющих отверстий в верхнюю полость корпуса, откуда вода поступает к выходному патрубку прибора. Вращение крыльчатки через редуктор передается механизму счетчика, где суммируется расход воды.

Турбинный водомер (рис. 50) состоит из следующих основных частей: корпуса *2*, крышки со стеклом *12*, вертушки (турбинки) *1*, горизонтальной оси *5*, струевыпрямителя *6*, редуктора *7* и механизма счетчика *9*. При работе прибора через струевыпрямитель вода поступает на лопатки вертушки и приводит ее во вращение. Это вращение через винт *16*, ось *14* передается редуктору, а от него через передаточную ось, проходящую через сальник *8* в водонепроницаемой перегородке *13* к механизму счетчика.

Водомеры предназначены для учета расхода холодной воды с температурой до +30 °С и горячей воды с температурой до +90 °С. Для холодной воды

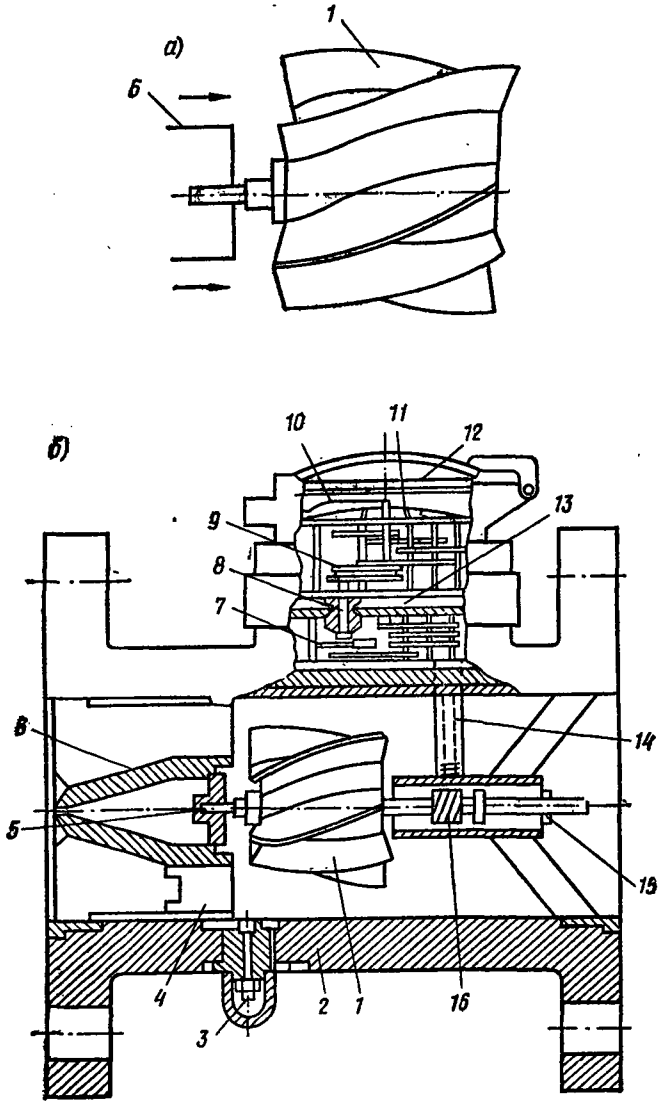


Рис. 50. Турбинный водомер

а — схема движения воды в приборе; *б* — разрез прибора; *1* — вертушка (турбина); *2* — корпус; *3* — рычажный привод; *4* — лопасть регулятора; *5* — горизонтальная ось; *6* — струевыпрямитель; *7* — редуктор; *8* — сальник; *9* — механизм счетчика; *10* — большая стрелка; *11* — малые стрелки; *12* — крышка стекла; *13* — водонепроницаемая перегородка; *14* — ось червячной шестерни; *15* — винт; *16* — червячный винт

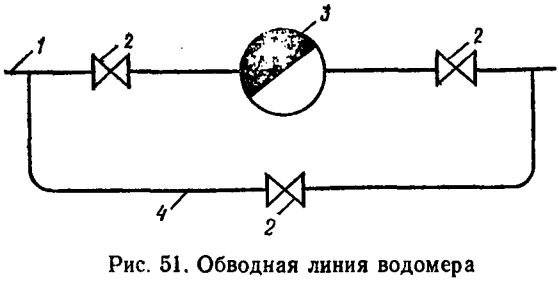


Рис. 51. Обводная линия водомера

1 — водопровод; *2* — задвижка; *3* — водомер; *4* — обводная линия водомера

Таблица 6. Технические данные крыльчатых и турбинных водомеров

Тип водомера	Условный проход, мм	Верхний кратковременный расход, м³/ч	Максимальный расход эксплуатационный, м³/ч	Нижний предел измерения, м³/ч
Водомеры для холодной воды				
УВК-15	15	1,5	1,0	0,04
УВК-20	20	2,5	1,6	0,06
ВКОС-20	20	2,5	1,6	0,15
ВКОС-1,6	20	2,5	1,6	0,15
УВК-25	25	3,5	2,2	0,08
УВК-32	32	5,0	3,2	0,105
ВКОС-3,2	32	5,0	3,2	0,35
УВК-40	40	10,0	6,3	0,17
ВТ-50	50	22	15	3
ВВ-50	50	22	15	3
ВТ-80	80	80	42	6
ВВ-80	80	80	45	6
УВТ-100	100	140	75	8
УВТ-150	150	320	160	12
ВВ-200	200	550	265	18
Водомеры для горячей воды				
ВКОС-3,2	32	8	3,2	0,35
ВКСМ-40Г	40	7	6,3	1
ВКОС-6,3	40	12,6	6,3	0,5
ВТГ-50	50	22	15	3
ВВГ-50	50	22	15	3
ВТГ-80	80	80	45	6
ВВГ-80	80	80	45	6
УВТГ-100	100	140	75	8
ВВГ-100	100	140	75	8
УВТГ-150	150	320	160	12

крыльчатка или вертушка выполнена из пластмассы, а для горячей воды — из латуни. Для замены, ремонта и в случае выхода из строя водомера предусмотрено устройство обводной линии, позволяющей производить отключение водомера, не нарушая режима водоснабжения или отключения воды на цели горячего водоснабжения или отопления (рис. 51). При этом между водомером и задвижкой должен быть обязательно прямой участок трубопровода длиной не менее 6—8 диаметров данного трубопровода. Технические данные крыльчатых и турбинных водомеров приведены в табл. 6.

Глава 3. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ТЕПЛОИСПОЛЬЗУЮЩИХ УСТАНОВОК И ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

При расчете систем теплоснабжения различают два вида тепловых нагрузок: расчетные тепловые нагрузки и тепловые нагрузки, отличные от расчетных. О их сопоставлении в практике эксплуатации систем отопления зданий и тепловых сетей возникает необходимость при регулировании систем отопления и тепловых сетей. Расчетные тепловые нагрузки на отопление и вентиляцию зданий зависят от температуры наружного воздуха для данного района, наружного объема зданий и их удельных тепловых характеристик. Под расчетной тепловой нагрузкой на горячее водоснабжение понимают максимальный часовой расход теплоты за сутки наибольшего водопотребления.

Расчетные тепловые нагрузки позволяют определить расход теплоносителя, мощность источника теплоснабжения, расход топлива на выработку тепловой энергии источником теплоснабжения, диаметры теплопроводов тепловых сетей. Однако при наличии проектной документации расчетные тепловые нагрузки и расходы теплоносителя следует принимать по проектным данным. Но нередко проектная документация теряется эксплуатационниками и расчеты режима работы систем отопления и тепловых сетей выполнить не представляется возможным. Поэтому ниже описана методика технико-экономических расчетов работы теплоиспользующих установок и тепловых сетей.

Таблица 7. Удельные тепловые характеристики для отопления и вентиляции зданий и температуры воздуха внутри отапливаемых помещений

Здания	Наружный объем зданий, тыс. м³, V	Удельные тепловые характеристики зданий 10^3·кДж/(м³·ч °С) [ккал/(м³·ч °С)]		Температура воздуха внутри помещений, °С, $t_{вн}$
		для отопления x_o	для вентиляции $x_в$	
1	2	3	4	5
Жилые здания	До 3	1,76 [0,41]	—	18
	5	1,59 [0,38]	—	18
	10	1,47 [0,35]	—	18
	15	1,38 [0,33]	—	18
	20	1,30 [0,31]	—	18
	25	1,26 [0,30]	—	18
	30	1,17 [0,28]	—	18
	Св. 30	1,09 [0,26]	—	18
Гостиницы, общежития	До 3	1,76 [0,42]	—	18
	5	1,59 [0,38]	—	18
	10	1,42 [0,34]	—	18
	15	1,34 [0,32]	—	18
	20	1,30 [0,31]	—	18
	25	1,26 [0,30]	—	18
	Св. 25	1,17 [0,28]	—	18
Административные здания, учреждения, конторы	До 5	1,80 [0,43]	0,38 [0,09]	18
	10	1,59 [0,38]	0,34 [0,08]	18
	15	1,47 [0,35]	0,29 [0,07]	18
	Св. 15	1,34 [0,32]	0,67 [0,16]	18
Клубы	До 5	1,59 [0,38]	1,08 [0,26]	16
	10	1,42 [0,34]	0,96 [0,23]	16
	Св. 10	1,34 [0,32]	0,83 [0,20]	16
Кинотеатры	До 5	1,50 [0,36]	1,80 [0,43]	14
	10	1,34 [0,32]	1,63 [0,39]	14
	Св. 10	1,26 [0,30]	1,59 [0,38]	14
Театры	До 10	1,21 [0,29]	1,67 [0,41]	15
	15	1,13 [0,27]	1,68 [0,40]	15
	20	0,92 [0,22]	1,59 [0,38]	15
	30	0,83 [0,20]	1,5 [0,35]	15
	Св. 30	0,75 [0,18]	1,42 [0,34]	15

Продолжение табл. 7

Здания	Наружный объем зданий, тыс. м³, V	Удельные тепловые характеристики зданий $10^3 \cdot$ кДж/(м³·ч °С) [ккал/(м³·ч °С)]		Температура воздуха внутри помещений, °С, $t_{вн}$
		для отопления x_0	для вентиляции $x_в$	
1	2	3	4	5
Универмаги, магазины	До 5	1,59 [0,38]	—	15
	10	1,38 [0,33]	0,34 [0,08]	15
	Св. 10	1,30 [0,31]	1,17 [0,28]	15
Детские сады и ясли	До 5	1,59 [0,38]	0,46 [0,11]	20
	Св. 5	1,42 [0,34]	0,42 [0,10]	20
Школы	До 5	1,63 [0,39]	0,38 [0,09]	16
	10	1,47 [0,35]	0,34 [0,08]	16
	Св. 10	1,38 [0,33]	0,29 [0,07]	16
Высшие заведения и техникумы	До 10	1,47 [0,35]	—	16
	15	1,38 [0,33]	0,42 [0,10]	16
	20	1,23 [0,30]	0,34 [0,08]	16
	Св. 20	1,21 [0,29]	0,34 [0,08]	16
Поликлиники, диспансеры	До 5	1,68 [0,40]	—	20
	10	1,50 [0,36]	1,04 [0,25]	20
	15	1,34 [0,32]	0,96 [0,23]	20
	Св. 15	1,26 [0,30]	0,92 [0,22]	20
Больницы	До 5	1,68 [0,40]	1,21 [0,29]	20
	10	1,50 [0,36]	1,17 [0,28]	20
	15	1,34 [0,32]	1,08 [0,26]	20
	Св. 15	1,23 [0,30]	1,04 [0,25]	20
Бани	До 5	1,17 [0,28]	4,19 [1,0]	25
	10	1,04 [0,25]	3,98 [0,95]	25
	Св. 10	0,96 [0,23]	3,77 [0,90]	25
Прачечные	До 5	1,59 [0,38]	3,35 [0,80]	15
	10	1,38 [0,33]	3,27 [0,78]	15
	Св. 10	1,30 [0,31]	3,14 [0,75]	15
Фабрики-кухни, столовые рестораны	До 5	1,47 [0,35]	2,93 [0,70]	16
	10	1,38 [0,33]	2,72 [0,65]	16
	Св. 10	1,26 [0,30]	2,51 [0,60]	16

Продолжение табл. 7

Здания	Наружный объем зданий, тыс. м³, V	Удельные тепловые характеристики зданий 10^3·кДж/(м³·ч °С) [ккал/(м³·ч °С)]		Температура воздуха внутри помещений, °С, $t_{вн}$
		для отопления x_0	для вентиляции $x_в$	
I	2	3	4	5
Лаборатории	До 5	1,55 [0,37]	4,19 [1,0]	16
	10	1,47 [0,35]	3,98 [0,95]	16
	Св. 10	1,38 [0,33]	3,77 [0,90]	16
Гаражи	До 2	2,93 [0,70]	—	12
	3	2,51 [0,60]	—	12
	5	2,30 [0,55]	2,93 [0,70]	12
	Св. 5	2,10 [0,50]	2,72 [0,65]	12
Деревообделочные цехи	До 5	2,51 [0,60]	2,1 [0,50]	15
	10	2,30 [0,55]	2,1 [0,50]	15
	50	1,88 [0,45]	1,68 [0,40]	15
Ремонтные цехи	5—10	2,51 [0,60]	0,83 [0,20]	15
	10—20	2,1 [0,50]	0,63 [0,15]	15
Склады химикатов, красок и т. д.	До 1	3,56 [0,85]	—	10
	1—2	3,14 [0,75]	—	10
	2—5	2,72 [0,65]	2,51 [0,60]	10
Чугунолитейные цехи	10—50	1,26 [0,30]	4,6 [1,1]	5
	50—100	1,04 [0,25]	4,19 [1,0]	5
	100—150	0,83 [0,20]	3,77 [0,9]	5
Меднолитейные цехи	5—10	1,47 [0,35]	10,47 [2,5]	5
	10—20	1,26 [0,30]	8,38 [2,0]	5
	20—30	1,04 [0,25]	6,28 [1,5]	5
Термические цехи	До 10	1,47 [0,35]	5,44 [1,3]	5
	10—30	1,26 [0,30]	5,02 [1,2]	5
	30—75	1,04 [0,25]	4,19 [1,0]	5
Механические цехи, слесарные мастерские	5—10	2,10 [0,50]	1,26 [0,3]	15
	10—50	1,88 [0,45]	1,04 [0,25]	15
	50—100	1,59 [0,38]	0,63 [0,15]	15
Цехи металлоконструкций	50—100	1,59 [0,38]	2,1 [0,50]	15

Продолжение табл. 7

Здания	Наружный объем зданий, тыс. м³, V	Удельные тепловые характеристики зданий 10^3 кДж/(м³·ч °С) [ккал/(м³·ч °С)]		Температура воздуха внутри помещений, °С, $t_{вн}$
		для отопления x_o	для вентиляции $x_в$	
1	2	3	4	5
Локомотивное депо	До 5	2,93 [0,70]	1,47 [0,35]	10
	5—10	2,72 [0,65]	1,26 [0,30]	10
Склады моделей и главные магазины	1—2	3,14 [0,75]	—	10
	2—5	2,72 [0,65]	—	10
Проходные с бюро пропусков	До 0,5	5,23 [1,25]	—	18
	0,15—2	3,77 [0,90]	—	18
	2—5	2,51 [0,60]	0,42 [0,1]	18

3.1. РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ ТЕПЛОТЫ И РАСХОДА СЕТЕВОЙ ВОДЫ НА ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЮ ЗДАНИЙ

Расчетную потребность теплоты на отопление и вентиляцию зданий определяют по формулам, Дж/ч (ккал/ч):

$$Q_{о.р} = a x_о V (t_{вн} - t_н); \quad (2)$$

$$Q_{в.р} = x_в V \left(t_{вн} - t'_н \right), \quad (3)$$

где a — поправочный коэффициент для жилых и общественных зданий; $x_о$ — удельная тепловая характеристика здания для отопления, Дж/(м³·ч·°С) [ккал/(м³·ч·°С)] (принимают по табл. 7); V — наружный объем здания, м³; $t_{вн}$ — температура воздуха внутри отапливаемых помещений зданий, °С (принимают по табл. 7); $t_н$ — температура наружного воздуха для отопления для данного района, °С (принимают по табл. 8); $Q_{в.р}$ — расчетная потребность теплоты на вентиляцию зданий, Дж/ч (ккал/ч); $x_в$ — удельная тепловая характеристика здания для вентиляции, Дж/(м³·ч·°С) [ккал/(м³·ч·°С)] (принимают по табл. 7); $t'_н$ — температура наружного воздуха для вентиляции для данного района, °С (принимают по табл. 8).

$$a = (0{,}54 + 22)/(t_{вн} - t_н).$$

Если в табл. 8 не указан искомый населенный пункт, то необходимые данные можно получить в про-

Таблица 8. Температуры наружного воздуха и продолжительность отопительного сезона по городам СССР

Города	Температура наружного воздуха для отопления, °С, $t_н$	Среднегодовая температура наружного воздуха, °С, $t^{ср}_н$	Продолжительность отопительного сезона, сут, Z	Температура наружного воздуха для вентиляции, °С, $t'_н$
1	2	3	4	5
РСФСР				
Архангельск	—32	—4,7	254	—17
Амдерма	—37	—7,6	365	—26
Астрахань	—22	—2	171	—11
Анадырь	—40	—10,7	312	—25
Алдан	—39	—13,7	265	—31
Барнаул	—38	—8,1	224	—23
Благовещенск	—35	—10,7	221	—27
Белгород	—23	—2,5	191	—12
Брянск	—23	—2,2	196	—12
Баргузин	—42	—11,3	241	—30
Белозерск	—27	—4,2	232	—16
Барабинск	—40	—9,7	228	—25
Бодайбо	—45	—14,6	253	—37
Бугуруслан	—31	—6	214	—19
Балашов	—27	—4,2	295	—15
Березово	—40	—9,9	270	—28
Биробиджан	—34	—10,3	222	—25
Бельск	—29	—4,6	239	—17
Владивосток	—24	—4,7	205	—16
Владимир	—27	—4,5	217	—16
Волгоград	—25	—3,6	178	—14
Вологда	—28	—4,2	232	—16
Воронеж	—25	—3,7	195	—14
Выборг	—24	—2,2	228	—12
Волоколамск	—26	—3,4	219	—14
Великие Луки	—23	—2	212	—12
Вольск	—28	—4,8	204	—16
Вязьма	—25	—3,2	211	—14
Воркута	—41	—9,9	299	—26
Воткинск	—32	—6,5	228	—21
Верхоянск	—63	—24,2	281	—55
Вилюйск	—51	—18,4	262	—48
Глазов	—32	—6,1	233	—20
Грозный	—16	+0,3	156	—8
Дербент	—10	—3,5	145	—2
Дно	—23	—2	216	—12
Диксон	—43	—12,3	365	—34
Дудинка	—45	—14,4	310	—36
Енисейск	—42	—9,8	249	—28

Продолжение табл. 8

Города	Температура наружного воздуха для отопления, °С, $t_н$	Среднегодовая температура наружного воздуха, °С, $t_н^{ср}$	Продолжительность отопительного сезона, сут, T	Температура наружного воздуха для вентиляции, °С, $t'_н$
1	2	3	4	5
Ейск	−19	−0,1	167	−8
Елец	−26	−3,6	206	−14
Зима	−41	−10,3	239	−29
Златоуст	−32	−6,4	235	−20
Иваново	−28	−4,4	223	−16
Иркутск	−35	−8,8	243	−23
Игарка	−48	−14,5	292	−36
Котлас	−31	−5,5	238	−19
Камышин	−28	−4,8	198	−16
Калининград	−18	+0,9	194	−6
Калуга	−25	−3,5	215	−13
Кемерово	−39	−8,6	239	−25
Киров	−31	−5,9	231	−19
Кострома	−28	−4,4	226	−16
Краснодар	−17	−1,3	149	−6
Красноярск	−37	−7,5	231	−22
Куйбышев	−29	−5,8	208	−18
Курган	−35	−8,3	222	−23
Курск	−25	−3,1	200	−13
Кандалакша	−28	−4,1	275	−17
Казань	−29	−5,9	217	−18
Комсомольск на Амуре	−37	−11,1	225	−29
Липецк	−26	−3,8	200	−14
Ленинград	−24	−2	223	−12
Махачкала	−13	+2,4	152	−4
Майкоп	−16	+1,9	146	−5
Минусинск	−40	−8,2	230	−26
Магадан	−30	−9,6	285	−22
Москва	−26	−3,7	212	−15
Мурманск	−26	−3,2	281	−14
Магнитогорск	−33	−7,7	221	−22
Нарьян-Мар	−37	−7,4	292	−22
Нальчик	−16	+0,1	169	−8
Новороссийск	−12	+4,1	125	−4
Новгород	−24	−2,9	225	−12
Новосибирск	−39	−8,9	229	−24
Находка	−22	−5,2	212	−14
Нижний Новгород	−28	−4,9	217	−17
Нижний Тагил	−33	−6,5	233	−21
Николаевск-на-Амуре	−35	−9,8	251	−27

Продолжение табл. 8

Города	Температура наружного воздуха для отопления, °С, $t_н$	Среднегодовая температура наружного воздуха, °С, $t^{ср}_н$	Продолжительность отопительного сезона, сут, T	Температура наружного воздуха для вентиляции, °С, $t'_н$
1	2	3	4	5
Омск	—36	—8,9	227	—24
Оренбург	—28	—6,8	204	—20
Орел	—25	—3,5	203	—14
Владикавказ	—16	+0,4	175	—8
Охотск	—35	—10,1	284	—27
Петропавловск-Камчатский	—21	—2,1	257	—13
Петрозаводск	—26	—2,9	237	—4
Пенза	—28	—4,7	211	—17
Пермь	—31	—6,4	226	—20
Псков	—23	—1,8	212	—11
Пятигорск	—16	+0,2	176	—8
Ростов-на-Дону	—22	—1,4	175	—10
Рязань	—27	—4	209	—15
Суоярви	—27	—3,8	245	—15
Сыктывкар	—32	—6,1	245	—20
Сочи	—22	+6,2	88	0
Сызрань	—29	—5,3	205	—18
Саранск	—28	—4,8	210	—16
Сальск	—20	—0,5	170	—9
Саратов	—28	—4,5	196	—17
Свердловск	—32	—6,5	233	—21
Смоленск	—24	—2,6	213	—13
Ставрополь	—20	—0,4	183	—9
Сургут	—40	—9,9	261	—28
Туапсе	—3	+5,3	105	—2
Тура	—53	—15,4	278	—41
Тихвин	—25	—3	227	—14
Тамбов	—27	—4,2	203	—15
Тверь	—25	—3,3	215	—13
Томск	—39	—8,7	238	—25
Тобольск	—35	—8,1	235	—24
Тула	—26	—3,4	211	—14
Тюмень	—33	—7,2	226	—22
Тикси	—46	—14,7	347	—37
Уфа	—31	—6,2	218	—19
Улан-Удэ	—36	—10,8	239	—28
Ухта	—37	—7,2	259	—23
Ульяновск	—29	—5,4	213	—18
Хабаровск	—33	—9,3	220	—25

Продолжение табл. 8

Города	Температура наружного воздуха для отопления, °С, $t_н$	Среднегодовая температура наружного воздуха, °С, $t_{ср}$	Продолжительность отопительного сезона, сут, T	Температура наружного воздуха для вентиляции, °С, $t'_н$
1	2	3	4	5
Черемхово	—40	—8,8	243	—28
Чита	—38	—11,7	243	—30
Чебоксары	—29	—5,4	220	—18
Элиста	—22	—1,5	175	—10
Ярославль	—27	—3,8	219	—15
Украинская ССР				
Винница	—21	—0,6	186	—10
Ворошиловград	—22	—1,7	180	—11
Днепропетровск	—21	—1,2	176	—9
Донецк	—22	—1,5	176	—10
Дрогобыч	—16	—0,5	184	—8
Евпатория	—15	+2,2	154	—4
Житомир	—21	—0,8	189	—9
Запорожье	—21	—0,8	176	—9
Измаил	—13	+1,5	147	—5
Кривой Рог	—21	—0,9	173	—9
Киев	—21	—1,2	191	—10
Кировоград	—21	—0,8	180	—9
Керчь	—13	—1,9	153	—4
Львов	—16	+0,2	185	—7
Мелитополь	—19	0	169	—7
Николаев	—18	+0,5	165	—7
Одесса	—15	+1,1	160	—7
Полтава	—23	—2,1	189	—11
Ровно	—20	—0,6	186	—11
Севастополь	—9	—4,1	132	—4
Симферополь	—15	—1,2	151	—7
Сумы	—23	—2,5	194	—12
Харьков	—23	—2,5	190	—11
Херсон	—18	+0,5	165	—7
Черкассы	—22	—1,1	186	—10
Чернигов	—22	—1,7	193	—10
Ялта	—8	+5	127	—3

Продолжение табл. 8

Города	Температура наружного воздуха для отопления, °С, $t_н$	Среднегодовая температура наружного воздуха, °С, $t_н^{ср}$	Продолжительность отопительного сезона, сут, T	Температура наружного воздуха для вентиляции, °С, $t'_н$
1	2	3	4	5
Белорусская ССР				
Брест	—19	0	187	—8
Витебск	—23	—2	209	—11
Гомель	—22	—1,7	195	—11
Гродно	—20	—0,3	194	—8
Минск	—22	—1,4	206	—10
Могилев	—23	—2,1	205	—11
Пинск	—20	—0,5	195	—9
Полоцк	—22	—1,6	209	—11
Узбекская ССР				
Андижан	—16	+1,1	131	—7
Бухара	—12	+2,5	120	—7
Самарканд	—12	+2,9	124	—3
Термез	—8	+4,4	95	0
Ташкент	—13	+2	131	—4
Ургенч	—17	—1,7	151	—9
Фергана	—15	+1,1	131	—6
Казахская ССР				
Актюбинск	—29	—7,1	206	—21
Алма-Ата	—24	—3	179	—13
Аральск	—27	—6,3	201	—18
Гурьев	—23	—3,6	181	—15
Джамбул	—20	—0,3	166	—9
Караганда	—32	—7,2	217	—20
Кзыл-Орда	—25	—3,2	171	—14
Кокчетав	—33	—7,4	219	—21
Кустанай	—35	—8,4	217	—23
Петропавловск	—36	—8,8	255	—24
Павлодар	—35	—8,9	212	—23
Семипалатинск	—36	—7,5	210	—21
Уральск	—28	—6,3	201	—19
Чимкент	—19	+0,8	144	—8
Грузинская ССР				
Боржоми	—15	+1	178	—7
Гори	—13	+2	149	—5
Кутаиси	—2	+5,5	86	—1
Поти	—2	+6,2	77	0
Тбилиси	—7	+2,3	150	—2
Сухуми	—1	+6,2	77	0
Батуми	0	+6,8	75	+1

Продолжение табл. 8

Города	Температура наружного воздуха для отопления, °С, $t_н$	Среднегодовая температура наружного воздуха, °С, $t_н^{ср}$	Продолжительность отопительного сезона, сут, T	Температура наружного воздуха для вентиляции, °С, $t'_в$
1	2	3	4	5
Азербайджанская ССР				
Агдам	—6	+3,8	127	—2
Баку	—3	+4,8	110	—1
Кировобад	—7	+3,3	132	—3
Ленкорань	—4	+4,8	110	0
Нахичевань	—20	+0,9	130	—9
Сумгаит	—5	+4,2	118	0
Шемаха	—12	+2,3	154	—4
Литва				
Вильнюс	—21	—0,7	201	—9
Каунас	—20	+0,3	198	—8
Клайпеда	—18	+0,9	208	—6
Шауляй	—20	—0,5	206	—9
Молдова				
Кишинев	—16	+0,6	167	—7
Тирасполь	—16	+0,6	167	—7
Латвия				
Валмиера	—21	—0,8	211	—10
Вентспилс	—17	—0,7	208	—6
Даугавпилс	—21	—1,2	206	—10
Елгава	—20	—0,1	210	—8
Рига	—19	—0,4	212	—8
Киргизская ССР				
Джалал-Абад	—13	+1,8	130	—5
Ош	—15	+1	152	—7
Нарын	—31	—6,2	209	—19
Фрунзе	—21	—0,5	159	—10
Таджикская ССР				
Гарм	—17	—0,9	148	—4
Душанбе	—10	+3,8	109	—2
Ленинабад	—13	+2,4	125	—4
Армянская ССР				
Ереван	—18	—0,2	151	—9
Кафан	—12	+2,8	133	—3
Кировакан	—17	+0,2	181	—8
Ленинакан	—23	—1,8	188	—14
Севан	—21	—1,6	208	—12

Продолжение табл. 8

Города	Температура наружного воздуха для отопления, °С, $t_н$	Среднегодовая температура наружного воздуха, °С, $t^{ср}_н$	Продолжительность отопительного сезона, сут, T	Температура наружного воздуха для вентиляции, °С, $t'_н$
1	2	3	4	5
Туркменская ССР				
Ашхабад	—11	+4,9	111	—6
Красноводск	—5	+4,3	104	—4
Мары	—4	+3,5	106	—6
Чарджоу	—11	+3,3	113	—6
Эстония				
Валга	—22	—1,1	216	—10
Кохтла-Ярве	—22	—1,5	220	—11
Нарва	—23	—1,4	226	—11
Пярну	—21	—0,7	213	—9
Таллинн	—21	—0,6	224	—10
Тарту	—22	—1,5	216	—10

ектном институте областного или республиканского центра. Зная тепловую нагрузку для отопления и вентиляции, можно определить общую нагрузку для теплоснабжения здания или группы зданий по формуле, Дж/ч (ккал/ч):

$$Q_{общ} = Q_{о.р} + Q_{в.р}. \quad (4)$$

Следовательно, отсюда расход сетевой воды для теплоснабжения здания составит, т/ч:

$$G_р = Q_{общ}/(t_п - t_о)\,1000, \quad (5)$$

где $t_п$ — температура сетевой воды в подающем трубопроводе после элеватора, °С (для расчета принимают $t_п$=95 °С); $t_о$ — температура сетевой воды в обратном трубопроводе после системы отопления, °С (для расчета принимают $t_о$=70 °С).

Величина $G_р$, найденная по формуле 5, позволяет определить диаметры теплопроводов тепловых сетей для транспортировки сетевой воды на теплоснабжение здания или группы зданий и подобрать необходимые типы насосов для перекачки этого количества сетевой воды в отопительной котельной.

Для составления годового плана потребления теплоты необходимо иметь следующие данные: V — объ-

ФОРМА № 1

Расчет годового плана потребления теплоты на отопление на 199 год по жилищно-коммунальному хозяйству

Показатель расчета	Условное обозначение	Единица измерения	Месяцы года												Год
			январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	
Поправочный коэффициент	a														
Удельная тепловая характеристика здания на отопление	x_0	Дж/(м³·ч °С) [ккал/(м³·ч °С)]													
Объем отапливаемых зданий	V	м³													
Температура воздуха внутри отапливаемых зданий	$t_{вн}$	°С													
Среднемесячные температуры наружного воздуха по данным местной метеостанции	$t_н^{мес}$	°С													
Количество часов в планируемом месяце	$T^{мес}$	ч													
Количество теплоты	$Q_{р.с}$	Дж (ккал)													

ИТОГИ

потребления теплоты на отопление зданий на 199__ год по жилищно-коммунальному хозяйству

Показатели, Дж (ккал)	Месяцы года												Год
	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	
1. Плановые													
2. Фактические													
3. Экономия ( ), перерасход ( )													

ем отапливаемых зданий, м^3; x_0 — удельные тепловые характеристики зданий, Дж/(м^3·ч·°С [(ккал/(м^3·ч·°С)]; $t_{вн}$ — температура воздуха внутри отапливаемых помещений, °С; $t_н^{мес}$ — среднемесячные температуры наружного воздуха для данного района, °С (эти данные можно получить в местной метеостанции); $T^{мес}$ — число часов в каждом месяце года. Тогда плановое месячное потребление теплоты на отопление можно подсчитать по формуле, Дж/мес (ккал/мес):

$$Q_{р.о}^{мес} = ax_0 V \left(t_{вн} - t_н^{мес} \right) T^{мес}. \qquad (6)$$

Расчет годового плана потребления на отопление рекомендуется вести по форме № 1. Заполнив данные первых пяти показателей на 12 мес и за год, подсчет последнего показателя (количество теплоты) производят путем умножения первых пяти показателей. Затем полученные результаты плана переносят в первую строку формы 2. Следует отметить, что местной метеостанцией средние величины установлены по наблюдению ряда лет и являются достоверными данными для производства расчетов. Для сопоставления

плановых показателей с фактическим потреблением теплоты определяют фактическое потребление теплоты по формуле, Дж/мес (ккал/мес):

$$Q_{\text{ф.о}}^{\text{мес}} = a x_{\text{о}} V \left(t_{\text{вн}} - t_{\text{н}}^{\text{мес.ф}} \right) T^{\text{мес}}, \qquad (7)$$

где $t_{\text{н}}^{\text{мес.ф}}$ — температура наружного воздуха за прошедший месяц по фактическому замеру местной метеостанцией, °С (указанные данные имеются на метеостанции по истечению месяца через 1—2 дня).

Итоги фактического потребления теплоты на отопление рекомендуется вести по форме № 1, где вместо $t_{\text{н}}^{\text{мес.}}$ должно быть $t_{\text{н}}^{\text{мес.ф}}$. Итоги потребления теплоты по месяцам года рекомендуется вести по форме № 2.

3.2. РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ И ТЕПЛОТЫ НА ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ

Вода в системе горячего водоснабжения, как и для целей отопления, должна отвечать требованиям качества «Вода питьевая» (ГОСТ 2874—82*). Нормы расхода горячей воды приведены в табл. 9 и 10. Расход горячей воды и соответственно расход теплоты на приготовление этой воды в системе горячего водоснабжения резко колеблется в течение недель, дней и часов суток. Для определения максимального расхода горячей воды предварительно находят показатель вероятности использования водоразборных приборов $P_{\text{г}}$ по формуле

$$P_{\text{ч}} = \frac{g_{\text{и.ч}} U}{3600 K_{\text{и}} g N}, \qquad (8)$$

где $g_{\text{и.ч}}$ — наибольшее потребление горячей воды, л/ч (принимают по табл. 9); N — общее число водоразборных приборов, установленных в здании; $K_{\text{и}}$ — безразмерный коэффициент использования водоразборных приборов за 1 ч наибольшего водопотребления (принимают по табл. 11); g — расход горячей воды из водоразборного прибора, л/ч (принимают по табл. 11); U — число потребителей горячей воды в здании, чел.

Затем определяют максимальный часовой расход горячей воды, кг/ч:

$$G^{\text{макс}} = 18 g K_{\text{н}} \alpha_{\text{ч}} 1000, \qquad (9)$$

где $\alpha_{\text{ч}}$ — безразмерная величина (принимают по табл. 12 и 13).

Таблица 9. Нормы расхода горячей воды (СНиП 2.04.01—85), л

Потребитель	Единица измерения	Средняя за сутки $g_{ж}$	Наибольшее потребление за сутки $g_{ж}$	Наибольшее потребление за час $g_{ж}$
1	2	3	4	5
Жилые дома квартирного типа оборудованные:				
умывальниками, мойками и душами	1 житель	85	100	7,9
сидячими ваннами и душами	»	90	110	9,2
ваннами длиной от 1500 до 1700 мм и душами	»	105	120	10,0
Жилые дома квартирного типа при высоте зданий более 12 этажей и при повышенных требованиях к их благоустройству	»	115	130	10,9
Общежития с общим душами	»	60	60	6,5
Общежития с общими душами, столовыми и прачечными	»	80	80	6,5
Гостинницы, мотели, пансионаты с общими ваннами и душами	»	70	70	8,2
Гостиницы с ваниамн в номерах:				
в 25 % общего числа номеров	»	100	100	10,4
в 75 % общего числа номеров	»	160	160	15,3
во всех номерах	»	200	200	16,0
Гостиницы с душамн во всех номерах	»	140	140	12,0
Больницы, санаторин общего типа, дома отдыха с большими ваннами и душами	1 койка	180	180	10,5

Продолжение табл. 9

Потребитель	Единица измерения	Средняя за сутки $g_ж$	Наибольшее потребление за сутки $g_и$	Наибольшее потребление за час $g_{и.ч}$
1	2	3	4	5
Санатории, дома отдыха с ваннами при всех жилых комнатах	1 койка	200	200	13,0
Поликлиники, амбулатории	1 посетитель	6	6	0,8
Здания и помещения учреждений управлений и управлений предприятиями	1 работающий	5	7	2
Учебные заведения, общеобразовательные школы с душевыми при гимнастических залах	1 учащийся	6	8	1,2
Школы-интернаты	1 место	100	100	7,5
Детские ясли-сады с дневным пребыванием детей	1 ребенок	30	30	4,5
Детские ясли-сады с круглосуточным пребыванием детей	»	35	35	4,5
Общественные здания	1 работающий в смену	7	7	3
Душевые в вспомогательных зданиях и помещениях предприятий и спортивных сооружениях	1 душевая сетка	—	—	270
Клубы, дома культуры, театры с душами:				
индивидуальными	»	—	—	110
общими	»	—	—	180
Столовые, кафе, чайные, кондитерские и магазины	1 водоразборная точка	—	—	280

Продолжение табл. 9

Потребитель	Единица измерения	Средняя за сутки $g_{ж}$	Наибольшее потребление за сутки $g_{н}$	Наибольшее потребление за час $g_{нч}$
1	2	3	4	5
Холодильники:				
мойка полов	1 м²	3	3	3
мойка инвентаря	1 м² поверхн.	4	4	4
мойка подъемно-транспортных средств	1 маш.	150	150	150
Метрополитены (уборка помещений)	1 кран	—	—	150
Цехи с избытком теплоты более 20 ккал на 1 м³ помещения в 1 ч	1 работ. в смену	24	24	8,4
Остальные цехи	»	11	11	4,4

Примечание. Средняя температура горячей воды принимается +65 °С, а норму расхода воды по данной таблице следует принимать с коэффициентом 0,85.

Максимальный расход теплоты кДж/ч (ккал/ч) на горячее водоснабжение подсчитывают по формуле

$$Q_{г.в}^{макс} = G^{макс} \gamma c \left(t_{г.в} - t_{х.в} \right) q, \qquad (10)$$

где γ — плотность воды, 960 кг/м³; c — теплоемкость воды, 1 кДж/(кг·°С) [1 ккал/(кг·°С)]; $t_{г.в}$ — температура горячей воды (65 °С); $t_{х.в}$ — температура холодной воды в сети водопровода, °С (принимают зимой +5 °С, летом +15 °С); q — коэффициент, учитывающий потери теплоты в системе горячего водоснабжения здания (1,1—11,5).

3.3. РАСЧЕТ ЭЛЕВАТОРА

Элеватор рассчитывают с целью определения диаметра камеры смешения (горловины) $d_г$ и диаметра отверстия сопла элеватора $d_с$. Поскольку из-за неудовлетворительного теплоснабжения зданий эксплуатационники систем отопления часто прибегают к под-

Таблица 10. **Нормы расхода горячей воды на объектах, не предусмотренных СНиП 2.04.01—85, л**

Потребитель	Единица измерения	Средняя норма за сутки $g_{ис}$	Наибольшее потребление за сутки $g_{и}$	Наибольшее потребление за час $g_{ич}$
1	2	3	4	5
Прачечные:				
немеханизированные	1 кг сух. белья	15	15	15
механизированные	то же	25	25	25
Предприятия общественного питания:				
приготовление пищи, потребляемой в предприятии	1 блюдо	2	2	2
приготовление пищи, продаваемой на дом	»	1,5	1,5	1,5
Продовольственные магазины	1 рабочее место	100	100	9,6
Парикмахерские	то же	70	70	4,7
Стадионы, спортзалы с душами	1 спортсмен	30	30	2,5
Плавательные бассейны с душами	»	60	60	5
Бани:				
мыльная с душем	1 посетит	120	120	120
мыльная с оздоровительными процедурами	»	190	190	190
душевая кабина	»	290	290	290
ванная	»	360	360	360

бору или замене элеваторов или замене диаметра отверстия сопла, расчет элеватора поясним на примере. Для расчета элеватора имеем следующие данные: $Q_{о.р}=0{,}83\cdot10^4$ ГДж/ч (0,2 Гкал/ч) — расчетный расход теплоты на отопление жилого здания; $t_{п.в}=150\,°C$ — температура перегретой воды на вводе жилого здания; $t_о=70\,°C$ — температура охлажден-

Таблица 11. **Нормы расхода горячей воды водоразборными приборами и значения коэффициента использования водоразборных приборов $K_и$**

Прибор	Расход воды, л/с, g	Характерный расход воды, л/ч, $g_ж$	$K_и$
1	2	3	4
Смесители:			
умывальника	0,07	80	0,32
мойки	0,14	100	0,2
душа	0,1	150	0,42
ванны	0,2	200	0,28
ножной ванны	0,08	175	0,6
проходного ножного душа в бассейнах	0,14	430	0,85
ручной ванны	0,1	250	0,7
полудуша	0,1	215	0,6
контрастного микробассейна, оздоровительного душа	0,5	1620	0,4
плескательного детского бассейна с душем	0,2	125	0,17
Кран:			
раковины	0,2	145	0,2
мойки	0,2	280	0,39
водоразборной колонки в мыльной	0,4	1000	0,7
моечной ванны	0,3	1080	1,0
оздоровительной ванны	0,4	490	0,34
Душ в групповых установках	0,2	360	0,5
Виде	0,07	—	—
Посудомоечная машина	0,3	1080	1,0

ной воды в системе отопления жилого здания; $t_п$ = =95 °С — температура сетевой воды после элеватора; $\Delta h_р$ = 1,0—1,2 м вод. ст. — потеря напора в системе отопления, соответствующая наиболее экономичной величине. Для расчета эту величину принимаем в размере 1,2 м вод. ст.

Определим расход сетевой воды на отопление жилого здания

$$G_р = \frac{Q_{о.р} \cdot 10^6}{t_{пв} - t_о} = \frac{0{,}2 \cdot 10^6}{150 - 70} = 2500 \text{ кг/ч} = 2{,}5 \text{ т/ч}. \qquad (11)$$

Найдем коэффициент смешения элеватора

$$U = \frac{t_{пв} - t_п}{t_п - t_о} = \frac{150 - 95}{95 - 70} = 2{,}2. \qquad (12)$$

Таблица 12. Значения безразмерных величин $\alpha_ч$ ($P_ч < 0{,}1$ при любом N и $P_ч > 0{,}1$ при $N > 200$)

$NP_ч$	$\alpha_ч$	$NP_ч$	$\alpha_ч$	$NP_ч$	$\alpha_ч$	$NP_ч$	$\alpha_ч$	$NP_ч$	$\alpha_ч$
0,02	0,215	2	1,437	25	8,192	130	32,7	420	96,2
0,03	0,237	3	1,84	30	9,457	140	34,96	440	100,49
0,04	0,256	3,5	2,029	35	10,7	150	37,21	460	104,77
0,05	0,273	4	2,21	40	11,92	160	39,46	480	109,05
0,06	0,289	4,5	2,386	45	13,13	170	41,7	500	113,32
0,07	0,304	5	2,558	50	14,32	180	43,95	520	117,58
0,08	0,318	5,5	2,726	55	15,51	190	46,19	540	121,84
0,09	0,331	6	2,891	60	16,69	200	48,43	560	126,1
0,1	0,343	6,5	3,053	65	17,85	220	52,8	580	130,35
0,2	0,449	7	3,212	70	19,02	240	57,19	600	134,6
0,3	0,543	7,5	3,369	75	20,18	240	57,19	620	138,84
0,4	0,61	8	3,524	80	21,33	260	61,57	640	143,08
0,5	0,678	8,5	3,677	85	22,48	280	65,94	660	147,39
0,6	0,742	9	3,828	90	32,62	300	70,29	680	151,55
0,7	0,803	9,5	3,978	95	24,77	320	74,63	700	155,77
0,8	0,860	10	4,126	95	24,77	340	78,96	720	160,0
0,9	0,916	15	5,547	100	24,91	360	87,28	740	164,22
1,0	0,968	15	5,547	110	28,18	380	87,6	760	168,44
1,5	1,215	20	6,893	120	30,44	400	91,9	780	172,66

Таблица 13. Значения безразмерных величин $\alpha_ч$ ($P_ч > 0{,}1$ при $N \leqslant 200$)

	Значения $\alpha_ч$ при $P_ч$, равном									
N	0,1	0,125	0,16	0,2	0,25	0,316	0,4	0,5	0,63	0,8
2	0,39	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
6	0,72	0,78	0,83	0,9	0,97	1,04	1,1	1,16	1,2	1,2
10	0,95	1,04	1,14	1,24	1,38	1,52	1,66	1,81	1,94	1,97
14	1,14	1,27	1,41	1,57	1,75	1,95	2,17	2,4	2,63	2,75
18	1,32	1,47	1,65	1,85	2,09	2,35	2,55	2,97	3,24	3,53
20	1,41	1,57	1,77	1,99	2,25	2,55	2,88	3,24	3,6	3,92
30	1,8	2,04	2,32	2,65	3,03	3,48	3,99	4,56	5,27	5,89
40	2,16	2,47	2,83	3,26	3,77	3,38	5,05	5,83	6,91	7,84
60	2,83	3,27	3,79	4,34	5,16	5,98	7,05	8,31	10,2	11,8
80	3,45	4,02	4,7	5,42	6,49	7,58	9,06	10,79	13,4	15,7
100	4,05	4,74	5,58	6,5	7,81	9,18	11,1	13,3	16,5	19,6
120	4,65	5,46	6,46	7,58	9,13	10,81	13,14	15,87	19,5	23,6
140	5,25	6,18	7,34	8,66	10,45	12,45	15,18	18,34	22,7	27,5
160	5,81	6,9	8,22	9,74	11,73	14,09	17,22	20,86	25,6	32,3
180	6,37	7,55	9,1	10,82	13,01	15,73	19,26	23,38	28,5	35,4
200	6,89	8,96	9,96	11,9	13,4	17,4	21,3	25,9	31,8	39,5

Примечание. Промежуточные значения определяются интерполяцией.

Коэффициент смешения U означает, что на каждую единицу массы высокотемпературной сетевой воды должно приходиться при смешении 2,2 единицы охлажденной воды, возвращаемой из системы отопления. Для подбора номера элеватора типа ВТИ в теплосети Мосэнерго находим диаметр камеры смешения по формуле

$$d_г = 8{,}5\sqrt{\frac{G_р^2(1+U)^2}{\Delta h_р}} = 8{,}5\sqrt{\frac{2{,}5^2(1+2{,}2)^2}{1{,}2}} = 23 \text{ мм}. \quad (13)$$

По табл. 3 находим номер элеватора по диаметру камеры смешения. Заметим, что элеватор следует подбирать с меньшим ближайшим диаметром камеры смешения, так как при завышении диаметра резко снижается КПД элеватора. Принимаем элеватор № 2 с $d_г = 20$ мм. Затем определяем расчетный напор перед элеватором

$$H_э = \Delta h_р(0{,}54U^2 + 2{,}12U + 1{,}58) = 1{,}2(0{,}54 \cdot 2{,}2^2 + 2{,}12 \cdot 2{,}2 + 1{,}58) = 10{,}6 \text{ м вод. ст.} \quad (14)$$

Диаметр отверстия сопла подсчитываем по формуле

$$d_с = 9{,}2\sqrt[4]{\frac{G_р^2}{H_э + 0{,}5\Delta h_р}} = 9{,}2\sqrt[4]{\frac{2{,}5^2}{10{,}6 + 0{,}5 \cdot 1{,}2}} = 8{,}1 \text{ мм}. \quad (15)$$

Если известен располагаемый напор $H_р$ перед элеватором, то диаметр отверстия сопла равен:

$$d_с = \sqrt{\frac{0{,}64G_р^2}{H_р}} \text{ см}. \quad (15')$$

После установки элеватора и запуска его в работу следует по показаниям манометров, установленных на подающем и обратном теплопроводах в ИТП до элеватора, и после элеватора, проверить расчетные показатели $H_э$ и $\Delta h_р$.

3.4. РАСЧЕТ ВОДОВОДЯНЫХ ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ

При расчете водоводяных подогревателей ставится, как правило, единственная задача в определении требуемой поверхности нагрева подогревателя. По

табл. 4 ориентировочно подбираем водоводяной подогреватель и составляем исходные данные для расчета: F — площадь поверхности нагрева подогревателя, м^2; $f_{тр}$ — площадь живого сечения трубок, м^2; $f_{м.тр}$ — площадь межтрубного пространства, м^2; $d_{вн}$ = =0,0014 м — внутренний диаметр нагревательных трубок; $d_{экв}$=0,02 м — эквивалентный диаметр; $Q_р$— расход теплоты на нагрев водопроводной воды, кДж/ч (ккал/ч); $t_п$ — температура греющей воды на входе в подогреватель, °С; $t_о$ — температура греющей воды на выходе из подогревателя, °С; $t_{гв}$ — температура нагретой воды на выходе из подогревателя, °С; $t_{хв}$— температура водопроводной воды на входе в подогреватель, °С. Необходимо определить требуемую поверхность нагрева подогревателя $F_{тр}$. Расчет $F_{тр}$ производим в следующей последовательности.

Расход греющей воды, кг/ч:

$$G_{гр} = Q_{г.в}^{макс}/(t_п - t_о), \quad (17)$$

где $Q_{гв}^{макс}$ — расход теплоты на горячее водоснабжение, определяемый по формуле (10), кДж/ч (ккал/ч).

Расход нагреваемой водопроводной воды, кг/ч:

$$G_{нагр} = Q_{гв}^{макс}/(t_{гв} - t_{хв}). \quad (18)$$

Скорость греющей воды в межтрубном пространстве, м/с:

$$w_{гр} = G_{гр}/3600 f_{м.тр}. \quad (19)$$

Скорость нагреваемой водопроводной воды в трубках подогревателя, м/с:

$$w_{нагр} = G_{нагр}/3600 f_{тр}. \quad (20)$$

Средняя температура греющей воды, °С:

$$t_{гр}^{ср} = (t_п - t_о)/2. \quad (21)$$

Средняя температура нагреваемой водопроводной воды, °С:

$$t_{нагр}^{ср} = (t_{гв} - t_{хв})/2. \quad (22)$$

Коэффициент теплоотдачи от греющей воды к стенкам трубок подогревателя, кДж/(м·ч·°С) [ккал/(м^3× ×ч·°С)]:

$$\alpha_{м.тр} = (A_{бгр} w_{гр}^{0,8})/d_{экв}^{0,2}. \quad (23)$$

Коэффициент теплоотдачи от стенок трубок нагреваемой водопроводной воде, кДж/(м·ч·°С) [ккал/(м·ч·°С)]:

$$\alpha_{тр} = \left(A_{5нагр}\, w^{0,8}_{нагр}\right)/d^{0,2}_{вн}. \qquad (24)$$

При этом $A_{5гр}$ принимают по табл. 14 по соответствующей $t^{ср}_{гр}$, а $A_{5нагр}$ — по соответствующей $t^{ср}_{нагр}$.

Расчетный коэффициент теплопередачи подогревателя, кДж/(м²·ч·°С), [ккал/(м²·ч·°С)]:

$$k = \frac{\beta}{\frac{1}{\alpha_{м.тр}} + \frac{1}{\alpha_{тр}}}, \qquad (25)$$

где $\beta = 0{,}65—0{,}85$ — поправочный коэффициент на загрязнение поверхности нагрева подогревателя отложениями накипи.

Среднелогарифмическая разность температур в подогревателе, °С:

$$\Delta t_{ср} = \frac{(t_{п} - t_{гв}) - (t_{гв} - t_{хв})}{2{,}3 \lg \frac{t_{п} - t_{гв}}{t_{о} - t_{хв}}}. \qquad (26)$$

Требуемая площадь нагрева подогревателя равна, м²:

$$F_{тр} = Q^{макс}_{гв}/\left(k\Delta t_{ср}\right). \qquad (27)$$

Если $F \geqslant F_{тр}$, то расчет считают законченным. Выбранный подогреватель обеспечит тепловую производительность в расчетном режиме. Однако, если вели-

Таблица 14. **Температурные множители $A_{5гр}$ и $A_{5нагр}$ в зависимости от температуры воды**

Температура воды, °С	Температурные множители $A_{5гр}$ и $A_{5нагр}$, $10^3 \times$ кДж/м²·ч·°С [ккал/(м²·ч·°С)]	Температура воды, °С	Температурные множители $A_{5гр}$ и $A_{5нагр}$, $10^3 \times$ кДж/м²·ч·°С [ккал/(м²·ч·°С)]
20	7316 [1746]	90	11480 [2740]
30	7961 [1900]	100	11941 [2850]
40	8648 [2064]	110	12390 [2957]
50	9272 [2213]	120	12805 [3056]
60	9847 [2350]	130	13198 [3150]
70	10433 [2490]	140	13555 [3235]
80	10961 [2616]	150	13877 [3312]

Таблица 15. Коэффициент n

Вид ограждения	n
Наружные стены, бесчердачные покрытия (совмещенные крыши и перекрытия над проездами)	1,0
Чердачные перекрытия и бесчердачные перекрытия (совмещенные крыши с вентилируемыми продухами)	0,9
Перекрытия над холодными подпольями, расположенными выше уровня земли	0,75
Перекрытия над неотапливаемыми подвалами при наличии окон в наружных стенах подвала	0,6
То же, при отсутствии окон	0,4

чина $F<F_{тр}$, то следует увеличить значение F и произвести повторный расчет подогревателя.

Пример расчета водоводяного подогревателя. Необходимо определить требуемую поверхность нагрева подогревателя $F_{тр}$ для целей отопления, предварительно предположив, что необходимы 3 секции водоводяного подогревателя (14 ОСТ 34—588—68), которому соответствуют следующие данные: $F=60{,}9$ м²; $f_{тр}=0{,}01679$ м²; $f_{м.тр}=0{,}03077$ м²; $d_{вн}=0{,}0014$ м; $d_{экв}=0{,}02$ м.

Кроме того, для расчета принимаем следующие исходные данные: $Q_р=2\cdot10^4$ ккал/ч, $t_п=150$ °С; $t_о=80$ °С; $t_{пв}=95$ °С, $t_{хв}=70$ °С, $\beta=0{,}85$.

Расчет требуемой поверхности нагрева водоводяного подогревателя $F_{тр}$ производим в следующей последовательности.

Расход греющей воды, кг/ч:

$$G_{гр}=\frac{2\cdot10^4}{150-80}=28\,600. \qquad (28)$$

Расход нагреваемой водопроводной воды, кг/ч:

$$G_{нагр}=\frac{2\cdot10^4}{95-70}=80\,000. \qquad (29)$$

Скорость греющей воды, м/с:

$$w_{гр}=\frac{28\,600}{3600\cdot0{,}03077}=0{,}26. \qquad (30)$$

Скорость нагреваемой воды, м/с:

$$w_{нагр}=\frac{80\,000}{3600\cdot0{,}01679}=1{,}5. \qquad (31)$$

Средняя температура греющей воды, °С:

$$t_{гр}^{ср}=\frac{150-80}{2}=115. \qquad (32)$$

Средняя температура нагреваемой воды, °С:

$$t^{ср}_{нагр} = \frac{95 - 70}{2} = 82{,}5. \quad (33)$$

Коэффициент теплоотдачи от греющей воды к стенкам трубок, кДж/(м²·ч·°С) [ккал/(м²·ч·°С]:

$$\alpha_{м.тр} = \frac{3056 \cdot 0{,}26^{0{,}8}}{0{,}02^{0{,}2}} = 8\,937\,000\ [2133]. \quad (34)$$

Коэффициент теплоотдачи от стенок трубок нагреваемой воде, кДж/(м²·ч·°С) [ккал/(м²·ч·°С)]:

$$\alpha_{тр} = \frac{2616 \cdot 1{,}5^{0{,}8}}{0{,}0014^{0{,}2}} = 35\,686\,000\ [8517]. \quad (35)$$

Коэффициент теплопередачи подогревателя, кДж/(м²·ч·°С) [ккал/(м²·ч·°С)]:

$$k = \frac{0{,}85}{\frac{1}{2133} + \frac{1}{8517}} = 5{,}702\,000\ [1361]. \quad (36)$$

Среднелогарифмическая разность температур в подогревателе, °С:

$$\Delta t_{ср} = \frac{(150 - 95) - (95 - 70)}{2{,}3 \lg \frac{150 - 95}{80 - 70}} = 26{,}4.$$

Требуемая площадь поверхности нагрева подогревателя, м²:

$$F_{тр} = \frac{2 \cdot 10^4}{1361 \cdot 26{,}4} = 55{,}7.$$

Таким образом, при расчете оказалось, что $F > F_{тр}$, следовательно, водоводяной подогреватель обеспечит необходимую тепловую производительность в расчетном режиме.

3.5. РАСЧЕТ ПОВЕРХНОСТИ НАГРЕВА НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Для поддержания в помещениях комфортной температуры необходимо постоянно компенсировать системой отопления количество теряемой теплоты помещениями здания. Эти потери теплоты $Q_{пот}$ через ограждения конструкций зданий определяют, кДж/ч (ккал/ч):

$$Q_{пот} = Fkn\,(t_{вн} - t_{н}), \quad (37)$$

где F — площадь ограждений здания (пола, стен, потолка) помещения, м²; k — коэффициент теплопередачи ограждающих поме-

Таблица 16. Коэффициенты теплопередачи k некоторых строительных ограждений

Конструкция	Толщина стены или утеплителя, мм	k, 10^3·кДж/м²×ч·°С [ккал/(м²·ч·°С)]
1	2	3
Сплошная кладка из обыкновенного кирпича на тяжелом растворе	395 525 655 785	5,53 [1,32] 4,44 [1,06] 3,73 [0,89] 3,18 [0,76]
То же, на легком растворе	395 525 655 785	5,28 [1,26] 4,23 [1,01] 3,52 [0,84] 3,02 [0,72]
Сплошная кладка из силикатного кирпича на тяжелом растворе	395 525 655 785	5,90 [1,41] 4,77 [1,14] 3,90 [0,93] 3,39 [0,81]
Сплошная кладка из дырчатого кирпича на тяжелом растворе	395 525 655	4,69 [1,12] 3,72 [0,89] 3,10 [0,74]
Сплошная кладка из легкобетонных трехпустотных камней с перевязкой тычковыми рядами	405 605	5,36 [1,28] 3,81 [0,91]
Сплошная кладка из легкобетонных камней со щелевидными пустотами	205 405 505	6,84 [1,64] 4,15 [0,99] 3,44 [0,82]
Стены из крупных шлакобетонных блоков с наружным фактурным слоем (20—30 мм)	300 500	3,90 [0,93] 2,56 [0,61]
Сплошная кладка из бута на тяжелом растворе	600 800 1000	8,21 [1,96] 6,87 [1,64] 5,91 [1,41]
Стена деревянная рубленая	200 220	3,14 [0,75] [0,68]

Продолжение табл. 16

Конструкция	Толщина стены или утеплителя, мм	k, 10^3 · кДж/м²×ч·°С [ккал/(м²·ч·°С)]
То же, брусчатая	150	3,56 [0,85]
	200	2.76 [0,66]
Чердачные перекрытия железобетонные из сборных ребристых плит с утеплителем шлаком	150	4,69 [1,12]
	200	3,85 [0,92]
	250	3,22 [0,77]
Бесчердачные перекрытия железобетонные с двухпустотным сборным настилом с рулонной кровлей и утеплителем пенобетоном или пеносиликатом	40	5,74 [1,37]
	60	4,90 [1,17]
	80	4,23 [1,01]
	100	3,73 [0,89]
	120	3,31 [0,79]
	140	3,00 [0,72]
	160	2,72 [0,65]
Деревянный настил с рулонной кровлей и утеплителем пенобетоном	40	6,24 [1,49]
	60	5,23 [1,25]
	80	4,48 [1,07]
	100	3,90 [0,93]
	120	3,48 [0,83]
	140	3,14 [0,75]

щение конструкций, кДж/(м²·ч·°С) [ккал/(м²·ч·°С)] (принимают по табл. 16); n — поправочный коэффициент (принимают по табл. 18); $t_{вн}$ — температура воздуха внутри помещений, °С (принимают по табл. 7); $t_н$ — температура наружного воздуха, °С (принимают по табл. 8).

Необходимая температура воздуха внутри отапливаемых помещений должна поддерживаться в соответствии с температурным графиком. Поступающая сетевая вода в систему отопления здания не должна превышать +95 °С, а температура сетевой воды на выходе из системы отопления должна быть не выше +70 °С. Однако нередко установленные нагревательные приборы в помещениях не создают комфортных условий и в помещениях температура воздуха ниже, чем требуется по санитарным нормам. В этом случае возникает потребность в определении необходимой поверхности нагрева нагревательных приборов для обеспечения комфортных условий в помещениях.

Таблица 17. **Коэффициент теплопередачи k', ккал/(м²·ч·°С), нагревательных приборов в зависимости от направления движения сетевой воды**

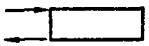
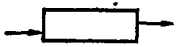
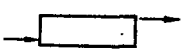
$\frac{t_п+t_0}{2}$	Направление движения сетевой воды			
				
35	5,59	5,54	4,77	5,11
40	5,81	5,66	4,87	5,22
45	6,01	5,75	4,96	5,31
50	6,26	5,84	5,04	5,39
55	6,45	5,93	5,11	5,47
60	6,63	6,0	5,17	5,54
65	6,81	6,08	5,24	5,61
70	6,97	6,15	5,3	5,67
75	7,13	6,21	5,35	5,73
80	7,24	6,27	5,4	5,79
85	7,32	6,33	5,45	5,84
90	7,55	6,38	5,5	5,89
95	7,69	6,44	5,54	5,94
100	7,82	6,49	5,59	5,99
105	7,94	6,54	5,63	6,03
110	8,06	6,58	5,67	6,07

Таблица 18. Техническая характеристика нагревательных приборов

Тип приборов	Единица измерения	Поверхность нагрева нагревательных приборов	
		м²	экм
1	2	3	4
Радиаторы чугунные секционные			
М-140-АО	1 секция	0,299	0,35
М-140	»	0,244	0,31
М-140-АО-300	»	0,17	0,217
М-90	»	0,2	0,26
РД-90с	»	0,203	0,275
Ребристые трубы чугунные			
Трубы с круглыми ребрами, м:			
0,75	»	1,5	1,03
1,0	»	2,0	1,38
1,5	»	3,0	2,07
2,0	»	4,0	2,76
Радиаторы стальные штампованные панельные колончатые			
Одиночные:			
М-3-500-1	1 панель	0,64	0,83
М-3-500-2	»	0,96	1,27
М-3-500-3	»	1,2	1,56
М-3-500-4	»	1,6	2,08
М-3-350-1	»	0,425	0,6
М-3-350-2	»	0,637	0,89
М-3-350-3	»	0,828	1,16
М-3-350-4	»	1,062	1,49
Спаренные:			
2М3-500-1	1 комплект	1,28	0,41
2М3-500-2	»	1,92	2,12
2М3-500-3	»	2,4	2,65
2М3-500-4	»	3,2	3,53
2М3-350-1	»	0,85	1,01
2М3-350-2	»	1,275	1,52
2М3-350-3	»	1,656	1,97
2М3-350-4	»	2,125	2,52
Радиаторы стальные штампованные панельные змеевиковые			
Одиночные:			
3С-11-3	1 панель	0,73	0,97
3С-11-4	»	0,93	1,24
3С-11-5	»	1,13	1,51
3С-11-6	»	1,35	1,81
3С-11-7	»	1,6	2,13

Продолжение табл. 18

Тип приборов	Единица измерения	Поверхность нагрева нагревательных приборов	
		м²	зкм
1	2	3	4
Спаренные:			
3С-21-3	1 комплект	1,46	1,65
3С-21-4	»	1,86	2,1
3С-21-5	»	2,26	2,57
3С-21-6	»	2,7	3,08
3С-21-7	»	3,2	3,62
Конвекторы плинтусные стальные без кожуха			
15 КП-0,5	1 конвектор	0,37	0,25
15 КП-0,75	»	0,55	0,34
15 КП-1,0	»	0,73	0,46
15 КП-1,25	»	0,95	0,6
15 КП-1,5	»	1,14	0,7
15 КП-1,75	»	1,37	0,86
20 КП-0,5	»	0,49	0,28
20 КП-0,75	»	0,68	0,48
20 КП-1,0	»	0,91	0,57
20 КП-1,25	»	1,15	0,72
20 КП-1,5	»	1,43	0,89
20 КП-1,75	»	1,67	1,04
Конвекторы стальные «Прогресс»			
«Прогресс-15»:			
№ 1	»	0,88	0,5
№ 2	»	1,11	0,63
№ 3	»	1,33	0,75
№ 4	»	1,55	0,88
№ 5	»	1,77	1,0
№ 6	»	1,99	1,13
№ 7	»	2,21	1,25
№ 8	»	2,43	1,38
№ 9	»	2,65	1,5
«Прогресс-20»:			
№ 1	»	0,88	0,48
№ 2	»	1,1	0,6
№ 3	»	1,32	0,72
№ 4	»	1,54	0,84
№ 5	»	1,76	0,96
№ 6	»	1,98	1,08
№ 7	»	2,2	1,2
№ 8	»	2,42	1,32
№ 9	»	2,64	1,45
Конвекторы плинтусные чугунные			
ЛТ-10-03	»	0,27	0,265
ЛТ-10-06	»	0,54	0,54

Необходимую поверхность нагрева нагревательных приборов определяют по формуле, м²:

$$F_{пр} = \frac{Q_{пот} \cdot 1,15}{k' \left(\frac{t_п + t_о}{2} - t_{вн} \right)}, \qquad (38)$$

где k' — коэффициент теплопередачи нагревательного прибора, кДж/(ч·м²·°С) [ккал/(ч·м²·°С)] (принимают по табл. 17); $t_п$ — температура сетевой воды на входе в систему отопления, °С; $t_о$ — температура сетевой воды на выходе из системы отопления, °С; $t_{вн}$ — температура воздуха внутри помещения, °С; 1,15 — поправочный коэффициент.

Нагревательные приборы подбирают по табл. 18.

Пример расчета. В жилой квартире в одной из комнат неудовлетворительная комфортная обстановка по обеспечению ее теплотой. Необходимо произвести расчет требуемой поверхности нагрева нагревательных приборов для обеспечения комфортных условий.

Исходные данные для расчета: $F = 150$ м², $t_{вн} = 18$ °С; $t_н = -32$ °С (по табл. 8 для города Архангельска); $n = 0,75$; $k = 5530$ кДж/(м²·ч·°С) = 1,32 ккал/(м²·ч·°С); $k' = 30325$ кДж/(м²×ч·°С) = 7,24 ккал/(м²·ч·°С); 1,15 — поправочный коэффициент.

Расчет производим в следующей последовательности.

Потери теплоты через ограждающие конструкции здания, кДж/ч (ккал/ч):

$$Q_{пот} = 150 \cdot 1,32 \cdot 0,75 [18 - (-32)] = 3\,119455 = 744,5.$$

Требуемая поверхность нагрева нагревательных приборов, м²:

$$F_{пр} = \frac{744,5 \cdot 1,15}{7,24 \left[\frac{95 + 70}{2} - (+18) \right]} = 1,84.$$

По табл. 18 определяем, что для радиаторов чугунных М-140 для указанной комнаты необходимо следующее количество секций

$$1,84 : 0,244 \approx 8 \text{ секций.}$$

3.6. СПОСОБЫ ИЗМЕНЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ

Нередко во время эксплуатации систем теплоснабжения возникают ситуации, когда установленная сетевая насосная установка в котельной, ЦТП или ИТП не обеспечивает нормальной работы тепловых сетей и систем отопления зданий. Основными характеристиками центробежных насосов являются: подача, напор, мощность электродвигателя и число оборотов электродвигателя. Увеличивая или уменьшая число оборотов

электродвигателя можно изменить одновременно подачу и напор насоса, а также и мощность электродвигателя.

Расчет характеристик центробежного насоса производят по следующим формулам:

$$Q_1 = Q\,(n_1/n)\ \text{м}^3/\text{ч}; \tag{39}$$

$$H_1 = H\,(n_1/n)^2\ \text{м вод. ст.} \tag{40}$$

$$N_1 = N\,(n_1/n)^3\ \text{кВт}, \tag{41}$$

где Q_1 — измененная подача насоса, м³/ч; H_1 — измененный напор насоса, м вод. ст.; n_1 — измененное число оборотов электродвигателя, об/мин; N_1 — измененная мощность электродвигателя, кВт; Q — подача насоса, м³/ч; H — напор работающего насоса, м вод. ст.; n — число оборотов работающего электродвигателя, об/мин; N — мощность работающего электродвигателя, кВт.

Таким образом, увеличив число оборотов электродвигателя, достигают одновременного увеличения подачи насоса, напора насоса и мощности электродвигателя. И наоборот, уменьшив число оборотов электродвигателя одновременно уменьшают подачу и напор насоса, а также мощность электродвигателя.

Пример. Для увеличения производительности и напора у центробежного насоса типа 6К-160-30 с $Q=160$ м³/ч, $H=30$ м вод. ст, $n=1450$ об/мин, $N_1=30$ кВт. Необходимо увеличить число оборотов электродвигателя по $n_1=2900$ об/мин. Характеристики центробежного насоса при этом изменяются:

$$Q_1 = 160\,(2900/1450) \approx 320\ \text{м}^3/\text{ч};$$

$$H_1 = 30\,(2900/1450)^2 \approx 120\ \text{м вод. ст.};$$

$$N_1 = 30\,(2900/1450)^3 \approx 240\ \text{кВт}.$$

3.7. РАСЧЕТ ПОТЕРИ ТЕПЛОТЫ ОТ УТЕЧКИ СЕТЕВОЙ ВОДЫ ИЗ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ И ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Утечки сетевой воды из системы отопления зданий и тепловых сетей часто возникают из-за различных неисправностей. Кроме разрушения теплоизоляции и поверхности металла теплопроводов (от влаги разрушается оболочка теплоизоляции, а на поверхности металла возникает коррозия) утечки сетевой воды снижают в значительной степени экономические показатели работы систем центрального теплоснабжения. Можно установить, насколько это явление экономически убыточно. Предположим, что в подающем

теплопроводе тепловых сетей образовалась утечка сетевой воды. Для расчета утечки сетевой воды из подающего теплопровода тепловых сетей примем следующие исходные данные: $p_{изб}=0{,}4$ МПа (4 кгс/см^2) избыточное давление (напор) в подающем теплопроводе тепловой сети, которое определяют по показаниям манометра в ближайшем ИТП или ЦТП; $t_п=$ $=100$ °С — температура сетевой воды в подающем теплопроводе, определяемая по показаниям термометра в ближайшем ИТП или ЦТП; $F=1$ см^2 — площадь отверстия в подающем теплопроводе, через которое произошла утечка сетевой воды; $\rho=1000$ кг/м^3 — плотность сетевой воды; $\mu=1$ — принятый для расчета коэффициент расхода (утечки сетевой воды).

По имеющимся исходным данным определяем потерю напора в подающем теплопроводе тепловой сети по формуле

$$\Delta H=\frac{p_{изб}\,g\,10^4}{\rho g}=\frac{4\cdot 9{,}81\cdot 10^4}{1000\cdot 9{,}81}=40 \text{ м вод. ст.} \qquad (42)$$

Откуда утечка сетевой воды в 1 сек составляет

$$G_{ут}=\rho\mu F\cdot 10^{-4}\sqrt{2g\Delta H}=1000\cdot 1\cdot 1^2\cdot 10^{-4}\sqrt{2\cdot 9{,}81\cdot 40}=2{,}8 \text{ кг/с.} \qquad (43)$$

Утечка сетевой воды, предположим, была установлена работниками гортеплосети в 8 часов утра и об этом было сообщено диспетчеру жилищно-коммунального хозяйства (владельца квартальных тепловых сетей) для обнаружения и ее ликвидации. Сантехническая служба жилищно-коммунального хозяйства на поиски утечки и ликвидацию ее затратила 6 ч. Определяем размер утечки сетевой воды за 6 ч

$$G'_{ут}=G_{ут}\,3600\cdot 6=2{,}8\cdot 3600\cdot 6=60480 \text{ кг.} \qquad (44)$$

Затем находим количество потерянной теплоты с утечкой сетевой воды из тепловой сети

$$Q_{ут}=G'_{ут}\,t_в=60480\cdot 100=253\,410 \text{ ГДж},\quad 6{,}048 \text{ Гкал.} \qquad (45)$$

Глава 4. ПОДГОТОВКА ОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ К ЗИМЕ

4.1. УЧЕТ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В РАБОТЕ ТЕПЛОИСПОЛЬЗУЮЩИХ УСТАНОВОК И ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Жилищно-коммунальное хозяйство со своими специфическими задачами и проблемами является многоотраслевым хозяйством любого города. И из многих проблем подготовка надежной работы систем теплоснабжения жилых зданий в зимнее время является одной из главных проблем. Непозволительно решение этой проблемы отодвигать на последнюю строку плана повседневной работы. Подготовку к зиме объектов теплопотребления в жилищно-коммунальном хозяйстве следует начинать задолго до окончания отопительного сезона. На начальном этапе она заключается в том, что на протяжении отопительного сезона выявляются неисправности в работе систем отопления жилых зданий и подведомственных жилищно-коммунальному хозяйству тепловых сетей. Отдельные неисправности устраняются тотчас после их возникновения, а часть из них: нарушение утепления жилых зданий, теплоизоляции труб систем отопления и теплопроводов тепловых сетей, возникшие утечки сетевой воды, заполнение каналов тепловых сетей и теплофикационных камер водой, неплотности сварных и фланцевых соединений, нарушения герметичности запорной арматуры и т. д., устранение которых нередко отодвигается на летнее время (т. е. на ремонтный период времени) из-за невозможности их устранить в зимнее время. Поэтому как только была обнаружена первая неисправность в работе тепловых сетей и системы отопления жилых зданий и она была только частично устранена и отложена на окончательное устранение ее на летний ремонт, с этого момента можно считать, что подготовка к новой зиме уже началась. Все подобные неисправности, обнаруженные во время отопительного сезона, должны обязательно учитываться.

Находящиеся в эксплуатации теплоиспользующие установки и тепловые сети в жилищно-коммунальном хозяйстве через определенное время нуждаются в те-

кущем и капитальном ремонте. От качества ремонта зависит надежность, бесперебойность и, наконец, экономичность работы оборудования систем теплоснабжения в течение всего отопительного сезона. Подготовку к летнему ремонту следует начинать заблаговременно, выявляя все неисправности, которые не могут быть в полной мере устранены в зимнее время. Мастера-сантехники должны их записывать в «Журнал учета неисправностей в системе отопления жилых зданий и тепловых сетей», который предлагается вести по форме № 3.

ФОРМА № 3

ЖУРНАЛ

учета неисправностей в системе отопления жилых зданий и тепловых сетей по Управлению жилищно-коммунального хозяйства в отопительном сезоне 1988—1989 года

№ п. п.	Дата обнаружения неисправностей	Характер неисправностей	Причины возникновения неисправностей	Наименование объектов, где обнаружены неисправности	Необходимые меры для устранения неисправностей	Наименование материалов и оборудования и их количество для ликвидации неисправностей
Пример заполнения						
1	15.01.88	Утечка сетевой воды из тепловых сетей	Предполагается коррозия теплопроводов тепловых сетей	На участке тепловых сетей от ТК-5 до ТК-6	Вскрыть короба на участке и заменить теплопроводы	Трубы стальные цельнотянутые $d=108\times4$ мм в количестве 50 м

К основным неисправностям оборудования теплоиспользующих установок и тепловых сетей относятся: коррозия теплопроводов тепловых сетей и трубопроводов систем отопления; разрушение тепловой изоляции теплопроводов тепловых сетей, подогревателей, трубопроводов систем отопления жилых зданий; нарушения плотности закрытия запорной арматуры; износ набивки сальников сальниковых компенсаторов; перекоса сальниковых компенсаторов; нарушение

плотности фланцевых и сварных соединений теплопроводов и трубопроводов систем отопления; течи из-под гильз термометров и штуцеров манометров; неисправности неподвижных и скользящих опор теплопроводов тепловых сетей; нарушения плотности вальцовочных соединений нагревательных трубок подогревателей и т. д.

При производстве капитального ремонта теплоиспользующих установок и тепловых сетей в первую очередь производят следующие работы: замену вышедших из строя теплопроводов и трубопроводов систем отопления вследствие их коррозии; восстановление нарушенной теплоизоляции теплопроводов и трубопроводов систем отопления; устранение неисправностей запорной арматуры, установленной на теплопроводах тепловых сетей; восстановление или замену поврежденных опор теплопроводов тепловых сетей; очистку от накипи нагревательных трубок подогревателей; восстановление разрушенных каналов и теплофикационных камер тепловых сетей; замену пришедшего в негодность оборудования ИТП и ЦТП.

Как правило, учет неисправностей в работе теплоиспользующих установок и тепловых сетей в жилищно-коммунальном хозяйстве не ведется, полагаясь на память слесарей-сантехников и мастеров. Отсутствие такого учета затрудняет впоследствии составление мероприятий по подготовке к зиме. Если были учтены все неисправности и после окончания отопительного сезона в период летнего ремонта теплового хозяйства они были устранены, то это дает определенную гарантию на бесперебойное теплоснабжение жилых зданий в течение всей зимы.

4.2. ПОДГОТОВКА ТЕПЛОИСПОЛЬЗУЮЩИХ УСТАНОВОК И ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ К РАБОТЕ В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ

Независимо от региона страны руководители жилищно-коммунального хозяйства не позднее февраля должны издать приказ о проведении мероприятий по подготовке систем отопления, горячего водоснабжения жилых зданий и тепловых сетей к работе в зимних условиях предстоящей зимы. Затем этот приказ

рассылают руководителям ДЭЗ, которые на основании данных «Журнала учета неисправностей в системе отопления жилых зданий и тепловых сетей» и других данных намечают проведение этих мероприятий по форме № 4. Намеченные ДЭЗ мероприятия представляют управлению жилищно-коммунального хозяйства

ФОРМА № 4

Утверждаю
Начальник управления жилищно-коммунального хозяйства

И. И. Иванов

« » марта 1988 года

Мероприятия

по подготовке системы отопления, горячего водоснабжения жилых зданий и тепловых сетей к работе в зимних условиях 1988—1989 года на УЖКХ

№ п. п.	Наименование объектов	Наименование мероприятий	Наименование и количество необходимых материалов оборудования	Срок выполнения мероприятий	Фамилия, имя, отчество, должность лица ответственного за выполнение мероприятий
		Пример заполнения			
1	ДЭЗ № 1 Участок тепловых сетей от ТК-5 до ТК-6	Вскрыть короба участка теплосети, произвести замену подающего и обратного теплопроводов и произвести теплоизоляцию теплопроводов с использованием бывшей в употреблении теплоизоляции	Стальные цельнотянутые $d=108\times\times4$ мм, $l=50$ мм. Стекловата 2 м^3	15.06.88	Сидоров П. П.—мастер по теплоснабжению
2					

Главный инженер управления
Начальник производственного отдела управления

Главный механик управления
Главный энергетик управления

для составления свода мероприятий и утверждения их одним из первых руководителей этого хозяйства. В свою очередь управление жилищно-коммунального хозяйства не позднее марта должно составить сводные мероприятия, утвердить их, разослать исполнителям настоящих мероприятий и произвести выборку материалов и оборудования для их выполнения. Далее предстоит самая ответственная работа — приобретение материалов и оборудования для выполнения намеченных мероприятий. Тут все зависит, какому ведомству подчинено жилищно-коммунальное хозяйство и отношение руководства этого ведомства к нуждам жилищно-коммунального хозяйства. Там, где руководство понимает значимость комфорта рабочих и инженерно-технических работников, проживающих в жилых районах этого ведомства, там нерешенных вопросов, как правило, не бывает.

Предварительная подготовка к зиме (ведение «Журнала учета неисправностей в системе отопления жилых зданий и тепловых сетей», составление мероприятий, определение потребности материалов и оборудования) позволяет заблаговременно определить объем работ, потребность материалов и оборудования, и самое главное, до окончания отопительного сезона произвести запас материалов и оборудования на первоначальный этап ремонтных работ в летнее время. Выполнение мероприятий по подготовке теплоиспользующих установок и тепловых сетей к зиме должно быть направлено на увеличение длительности непрерывной работы этого оборудования, восстановление и замену изношенных элементов, улучшения его технико-экономических показателей.

4.3. ПОДГОТОВКА ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ К ОТОПИТЕЛЬНОМУ СЕЗОНУ

Началу отопительного сезона, кроме ремонта тепловых сетей и систем отопления, должна предшествовать большая работа по утеплению жилых зданий. Нередко работники жилищно-коммунальных хозяйств этой работе отводят второстепенное значение. Однако опыт подсказывает, что в хорошо утепленных к зиме зданиях система отопления работает намного надежнее, чем в неутепленных Жалоб на некачественное

отопление из утепленных зданий поступает меньше, а подчас их не бывает за весь отопительный сезон. Для утепления жилых зданий необходимо окна квартир и коридоров, двери наружные, квартирные, балконные и чердачные отремонтировать, смотровые окна чердаков и подвалов застеклить, чердачные перекрытия утеплить достаточной толщиной теплоизоляционного материала, что весьма важно для уменьшения потерь теплоты зданиями. Выполнение указанных требований, кроме уменьшения потерь теплоты зданиями, облегчает работу по регулировке систем отопления, обеспечивает устойчивость высокого качества отопления, исключает возможность замерзания отдельных участков трубопроводов систем отопления при кратковременном прекращении циркуляции и при пуске системы отопления в работу в зимнее время.

4.4. РЕМОНТ ОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Перед началом ремонтных работ руководитель жилищно-коммунального хозяйства должен издать приказ о создании комиссии по контролю за ходом подготовки теплоиспользующих установок и тепловых сетей к работе в зимних условиях предстоящей зимы под председательством главного инженера жилищно-коммунального хозяйства и установить режим ее работы до окончания ремонтных работ. Эта мера весьма важна и пренебрегать ей недопустимо. Там, где четко осуществлен контроль за ходом ведения ремонтных работ, можно быть уверенным, что оборудование систем теплоснабжения будет работать надежно. Для этого необходимо организовать звенья и бригады слесарей-сантехников по ремонту систем отопления и тепловых сетей так, чтобы эти же звенья и бригады обслуживали отремонтированное оборудование в зимнее время, на которых они осуществляли ремонт. Эта мера повысит заинтересованность слесарей-сантехников к производству ремонтных работ с более высоким качеством.

Для производства ремонтных работ в летнее время необходимо заблаговременно подготовить инструмент, приспособления и материалы. Ремонтные бригады и звенья должны быть обеспечены необходимым

инструментом и приспособлениями, различными деталями для замены изношенных. Каждое жилищно-коммунальное хозяйство должно иметь в своем распоряжении механическую мастерскую, которая должна иметь: станок токарный — 1 шт.; станок сверлильный — 1 шт.; тиски — 4—5 шт.; трубный прижим — 2 шт.; точило наждачное с электроприводом — 1 шт.; верстаки слесарные — 2—3 шт.; насосы для откачки воды — 1—2 шт.; домкраты — 2 шт.; тали ручные — 2—3 шт.; металлические треноги для подвески талей — 2—3 шт.; электро- и газосварочные агрегаты — 3—4 шт.; тележки для перевозки сварочных агрегатов — 3—4 шт.; кузнечный горн — 1 шт.; автокран — 1—2 шт.; автомашина грузовая для перевозки материалов — 1 шт.; бульдозер — 1 шт.; экскаватор — 1 шт.; автомашина для перевозки рабочих — 1 шт. В зависимости от местных условий количество перечисленного оборудования и приспособлений для механических мастерских устанавливается руководством жилищно-коммунального хозяйства.

Надежная эксплуатация и долговечность работы оборудования систем теплоснабжения в основном определяется качеством профилактического его ремонта. Все оборудование должно пройти тщательную ревизию, ремонт и испытания. Своевременность и качество ремонта оборудования систем теплоснабжения позволяет увеличить нормы межремонтного ресурса этого оборудования. Первые попытки создания таких норм были сделаны работниками Академии коммунального хозяйства имени К. Д. Памфилова. В табл. 19 приведены нормы межремонтного ресурса оборудования систем теплоснабжения и сроки его службы. Нормы расхода материалов на капитальный и текущий ремонты оборудования систем теплоснабжения приведены в табл. 20, 21, 22, 23, 24.

Для повседневной работы и проведения текущего ремонта оборудования систем теплоснабжения в кладовой слесарной мастерской повседневно должны быть: прокладки паронитовые каждого размера диаметром 50—150 мм — 4 шт.; диаметром 200—300 мм — 4 шт., диаметром 350—1200 мм — 2 шт.; резина техническая термостойкая толщиной 3—4 мм — 10 кг; прокладки для крышек задвижек каждого размера по 1 шт.; набивка сальниковая толщиной 12,5—25 мм —

Таблица 19. **Нормы межремонтного ресурса и сроков службы оборудования систем теплоснабжения**

Элементы оборудования систем теплоснабжения	Сроки ремонтов		Срок службы, лет
	капитального	текущего	
1	2	3	4
Теплопроводы тепловых сетей	По мере вызванной необходимости	Ежегодно	30
Трубопроводы системы отопления жилых зданий	По мере вызванной необходимости	»	30
Задвижки чугунные на трубопроводах систем отопления и тепловых сетей	В 3 года 1 раз	»	5—7
Задвижки чугунные на трубопроводе холодной воды	То же	»	4—6
Задвижки чугунные на трубопроводе горячего водоснабжения	»	»	2,5—3
Задвижки стальные	»	»	30
Вентили муфтовые	»	»	5
Грязевики	»	»	30
Воздухосборники	»	»	30
Элеваторы стальные	»	»	30
Водоводяные подогреватели для систем отопления	В 7 лет 1 раз	»	7—9
Водоводяные подогреватели для систем горячего водоснабжения	В 3 года 1 раз	»	3—5
Насосы для холодной воды	В 4 года 1 раз	»	4—6
Насосы для систем отопления	В 6 лет 1 раз	»	5—7
Насосы для горячего водоснабжения	В 3 года 1 раз	»	2—3
Водомеры	Ежегодно	»	3
Обратные клапаны на трубопроводе системы отопления	—	»	4—6
Обратные клапаны на трубопроводе холодной воды	—	»	2—4
Обратные клапаны на трубопроводе горячего водоснабжения	—	»	1—2

Таблица 20. Нормы расхода материалов

Материал	Диаметр						
	50	80	100	150	200	250	300
1	2	3	4	5	6	7	8
	Водяная двухтрубная тепловая						
Трубы стальные, т	0,415	0,665	0,975	1,6	2,83	4,4	5,9
Прокат черных металлов, т	0,051	0,063	0,066	0,071	0,14	0,146	0,167
Электроды, кг	2,3	3,6	5,2	8,4	14,8	22	30,4
Кислород, л	115	180	260	420	740	1100	1520
Ацетилен, л	21	33	47	76	153	200	274
Задвижки стальные на 10 км, шт.	2	2	2	2	2	2	2
Сальниковые компенсаторы на 10 км, шт.	1	1	1	1	1	1	1
Листовая сталь толщиной 35—60 мм, т	—	—	—	—	0,064	0,1	0,127
Битумный праймер, т	0,005	0,008	0,008	0,013	0,017	0,022	0,027
Изольная мастика, т	0,024	0,037	0,043	0,065	0,086	0,108	0,131
Изол (два слоя толщиной до 2 мм), тыс. м²	0,041	0,064	0,072	0,108	0,143	0,18	0,218
Крафт-бумага, тыс. м²	0,024	0,037	0,043	0,065	0,086	0,108	0,131
Минераловатные скорлупы, м³	1,71	1,9	1,96	2,66	3,42	—	—
Минераловатные маты, м³	—	—	—	—	—	4,94	5,68
Металлическая сетка № 12, тыс. м²	—	—	—	—	—	0,1	0,113
Проволока оцинкованная диаметром 0,8—1,2 мм, т	0,012	0,013	0,014	0,017	0,018	0,018	0,019
Асбест сорта VI—VII, т	—	—	—	—	—	0,54	0,612
Цемент 300, т	—	—	—	—	—	2,06	2,36
Паронит вальцованный, т	0,084	0,153	0,204	0,288	0,473	0,595	0,768
Асбошнур, кг	0,17	0,31	0,41	0,69	1,28	1,52	2,08
Термостойкая резина, кг	0,086	0,156	0,208	0,344	0,64	0,76	1,04
Бетон 200, м³	1	1	1	1	—	—	—
Бетон 300, м³	—	—	—	—	1,24	1,24	1,6
Сталь Ст3, т	0,055	0,055	0,055	0,055	0,093	0,093	0,136
Кирпич красный, шт	100	100	100	100	100	100	100
Строительный лес, м³	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Пиломатериалы, м³	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
	Водиная двухтрубная тепловая сеть в проходных,						
Трубы стальные, т	0,338	0,54	0,812	1,33	2,36	3,66	4,9
Прокат черных металлов, т	0,042	0,05	0,045	0,059	0,1	0,11	0,124
Электроды Э-42, кг	2	3	4,3	7	12,3	18,6	25,3
Кислород, л	100	150	215	350	615	930	1265
Ацетилен, л	18	27	89	63	110	167	228

на капитальный ремонт 1 км тепловых сетей в год

труб, мм								
350	400	500	600	700	800	900	1000	1200
9	10	11	12	13	14	15	16	17
сеть в непроходных каналах								
6,85	6,93	8,28	9,83	11,3	14,45	18,05	22	28,75
0,175	0,481	0,645	0,658	0,835	0,995	1,172	1,39	1,97
33,2	35,2	41,5	52	69,6	76	94,5	115	151
1660	1760	2080	2600	3480	3800	4740	5750	7550
300	317	373	468	626	684	850	1035	1360
2	2	2	2	2	2	2	2	2
1	1	1	1	1	1	1	1	1
0,173	0,242	0,435	0,615	0,722	0,878	1,188	1,488	1,8
0,03	0,032	0,04	0,048	0,055	0,062	0,07	0,077	0,09
0,149	0,162	0,2	0,239	0,273	0,312	0,35	0,386	0,462
0,248	0,27	0,334	0,398	0,445	0,52	0,582	0,645	0,77
0,149	0,162	0,2	0,239	0,273	0,312	0,35	0,386	0,462
—	—	—	—	—	—	—	—	—
6,37	8,48	10,1	11,6	18	20	22,1	24,05	28,8
0,127	0,141	0,168	0,193	0,224	0,249	0,277	0,3	0,36
0,021	0,023	0,027	0,029	0,037	0,039	0,045	0,049	0,06
0,696	0,755	0,93	1,05	1,255	1,36	1,49	1,63	1,92
2,67	2,9	3,44	4,08	4,9	5,44	5,96	6,5	7,67
0,92	1,04	1,44	1,72	1,84	2,08	2,24	2,4	2,64
2,92	5,16	12,9	11,83	12,8	14,5	16,3	17,9	21,1
1,44	1,55	3,28	3,56	3,84	4,76	4,88	5,12	6,03
—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,6	2,8	2,8	2,8	—	—	—	—	—
0,136	0,241	0,241	0,241	—	—	—	—	—
100	100	100	100	100	100	100	100	100
0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
полупроходных каналах и открытых местах								
5,7	5,52	6,9	8,22	9,46	12,05	15	18,33	23,9
0,127	0,37	0,49	0,498	0,63	0,732	0,861	1,033	1,4
29,3	29,3	34,6	43,4	49,7	63,2	78,6	95,6	126
1465	1465	1730	2170	2490	3160	3930	4780	6300
264	264	312	390	447	570	703	860	1135

Материал	Диаметр						
	50	80	100	150	200	250	300
1	2	3	4	5	6	7	8
Задвижки стальные на 10 км, шт.	2	2	2	2	2	2	2
Сальниковые компенсаторы на 10 км, шт.	—	—	—	—	1	1	1
Листовая сталь толщиной 35—60 мм, т	—	—	—	—	0,664	0,1	0,12
Битумный праймер, т	0,004	0,006	0,007	0,011	0,014	0,018	0,022
Изольная мастика, т	0,02	0,031	0,036	0,054	0,072	0,09	0,109
Изол (два слоя толщиной по 2 мм), тыс. м²	0,033	0,052	0,06	0,09	0,119	0,15	0,182
Крафт-бумага, тыс. м²	0,02	0,031	0,036	0,054	0,072	0,05	0,109
Минераловатные скарлупы, м³	1,38	1,5	1,63	2,22	2,84	—	—
Минераловатные маты, м³	—	—	—	—	—	4,13	4,73
Металлическая сетка № 12, тыс. м²	—	—	—	—	—	0,082	0,094
Проволока оцинкованная диаметром 0,8—1,2 мм, т	0,009	0,01	0,011	0,014	0,017	0,012	0,016
Асбест сорта VI—VII, т	—	—	—	—	—	0,45	0,51
Цемент 300, т	—	—	—	—	—	1,805	2,04
Пароизит вальцованный, кг	0,072	0,13	0,17	0,24	0,39	0,5	0,63
Асбошнур, кг	0,143	0,26	0,34	0,57	1,07	1,26	1,73
Термостойкая резина, кг	0,072	0,13	0,17	0,28	0,53	0,63	0,86
Кирпич красный, шт.	100	100	100	100	100	100	100
Строительный лес, м³	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033
Пиломатериалы, м³	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066
	Водяная двухтрубная тепловая						
Трубы стальные, т	0,507	0,81	1,22	2	3,54	5,5	7,37
Прокат черных металлов, т	0,063	0,07	0,076	0,085	0,182	0,171	0,208
Электроды Э-42, кг	3	4,5	6,5	10	18,5	28	38
Кислород, л	150	225	325	500	925	1400	1900
Ацетилен, л	27	41	59	90	166	252	342
Задвижки стальные на 10 км, шт.	2	2	2	2	2	2	2
Сальниковые компенсаторы, на 10 км, шт.	—	—	—	—	1	1	1
Цемент 300—400, т	2,07	2,4	2,64	3,31	4,35	5	5,75

труб, мм

350	400	500	600	700	800	900	1000	1200
9	10	11	12	13	14	15	16	17
2	2	2	2	2	2	2	2	2
1	1	1	1	1	1	1	1	1
0,173	0,242	0,435	0,615	0,722	0,878	1,181	1,488	1,8
0,025	0,027	0,033	0,04	0,045	0,052	0,058	0,064	0,077
0,124	0,135	0,167	0,199	0,227	0,26	0,291	0,321	0,385
0,206	0,225	0,278	0,332	0,378	0,443	0,485	0,536	0,641
0,124	0,135	0,167	0,199	0,227	0,26	0,291	0,321	0,385
—	—	—	—	—	—	—	—	—
5,3	7,05	8,48	9,65	15	16,65	18,4	20,2	24
0,105	0,117	0,14	0,161	0,186	0,207	0,229	0,25	0,3
0,018	0,019	0,022	0,024	0,032	0,032	0,037	0,041	0,049
0,58	0,63	0,64	0,876	1,02	1,13	1,24	1,36	1,6
2,31 0,766	2,52 0,875	2,96 1,2	3,5 1,43	4,08 1,53	4,53 1,73	4,96 1,73	5,41 2	6,4 2
2,43 1,2	4,3 1,29	9,4 2,8	9,85 2,96	10,85 3,2	12,1 3,63	13,55 4,06	14,95 4,25	17,55 5,03
100	100	100	100	100	100	100	100	100
0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033
0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066

сеть при бесканальной прокладки

8,55	9,3	10,35	12,3	14,1	18,05	22,55	27,6	—
0,219	0,602	0,806	0,823	1,04	1,245	1,465	1,74	—
44	44	52	65	75	85	118	144	—
2200 395 2	2200 396 2	2660 468 2	3250 585 2	3750 675 2	4750 585 2	5900 1060 2	7200 1298 2	— — —
1	1	1	1	1	1	1	1	—
6,9	7,41	9,05	10,6	11,85	13,18	15	16,5	—

Материал	Диаметр						
	50	80	100	150	200	250	300
1	2	3	4	5	6	7	8
Песок мармалит, т	0,83	0,93	1,02	1,42	2,04	2,18	2,76
Проволока для армопенобетона диаметром 3,5 мм, т	0,155	0,18	0,19	0,2	0,211	0,22	0,23
Битуморезиновая мастика, т	0,322	0,373	0,394	0,53	0,65	0,75	0,86
Бризол теплоустойчивый, тыс. м³	0,266	0,308	0,326	0,44	0,535	0,625	0,712
Проволока оцинкованная диаметром 1,2 мм, т	0,0012	0,0014	0,0015	0,002	0,002	0,0022	0,0022
Металлическая сетка № 12, тыс. м²	0,065	0,075	0,079	0,11	0,126	0,145	0,164
Асбест сорта VI, т	0,312	0,361	0,382	0,49	0,577	0,577	0,75
Паронит вальцованный, кг	0,11	0,2	0,26	0,36	0,59	0,67	0,95
Асбошнур диаметром 8—32 мм, кг	0,22	0,39	0,52	0,86	1,61	1,9	2,6
Термостойкая резина диаметром 8—32 мм, кг	0,11	0,2	0,26	0,43	0,8	0,95	1,3
Строительный лес, м³	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Пиломатериалы, м³	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

10—20 кг; льняная сухая подмотка — 15—20 кг; сурик — 30 кг; графит (порошок) — 2 кг; масло машинное — 5 кг; заглушки из листовой стали толщиной 3 мм каждого размера фланцевых соединений трубопроводов — по 2 шт.; металлические заглушки для муфт диаметром 15—50 мм — по 8 шт.; муфты диаметром 15—50 мм — по 10 шт.; тройники диаметром 15—32 мм — по 6 шт.; крестовины диаметром 15—32 мм — по 6 шт.; уголки диаметром 15—32 мм — по 6 шт.; порошки или паста для притирки трубопроводной арматуры — 1 кг; ключи газовые № 1, 2, 3, 4 по 3 комплекта; ключи рожковые диаметром 12—41 мм — 2 комплекта; фонари аккумуляторные — 2 шт.; противогазы промышленные — 3 комплекта; очки защитные — 10 шт.; респираторы — 3 шт.; сапоги резиновые — 4 пары; костюмы ватные — 3 комплекта; костюмы брезентовые — 4 комплекта; костюмы прорезиненные — 4 комплекта; рукавицы резиновые —

труб, мм								
350	400	500	600	700	800	900	1000	1200
9	10	11	12	13	14	15	16	17
3,6 0,246	3,9 0,255	4,9 0,312	5,9 0,312	6,6 0,376	7,6 0,443	8,46 0,505	9,4 0,63	— —
0,95	1,02	1,19	1,39	1,56	1,75	1,95	2,12	—
0,785	0,845	0,995	1,155	1,305	1,455	1,62	1,78	—
0,0025	0,003	0,0034	0,0038	0,004	0,005	0,005	0,006	—
0,182	0,193	0,228	0,263	0,291	0,331	0,367	0,4	—
0,83	0,88	1,03	1,17	1,315	1,47	1,63	1,775	—
1,15	1,3	1,8	2,15	2,3	2,6	2,8	3	—
3,65	6,45	13,65	14,8	16	18,1	20,4	22,4	—
1,3	1,93	4,1	4,45	4,8	5,45	6,1	6,4	—
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	—
0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	—

4 пары; рукавицы брезентовые — 10 пар; предохранительные пояса с веревками — 2 комплекта; газоанализатор — 1 шт.; трубы стальные каждого размера по 20—30 м; керосин — 2 л; кислород — 5 баллонов; ацетилен — 3 баллона; карбид кальция — 100 кг; ветошь — 30 кг; гвозди разные — 10 кг; пиломатериалы — 1 м^3.

Своевременная ликвидация аварий в системах тепснабжения во многом зависит от наличия определенного запаса материалов, инструмента, запасных частей, спецодежды в кладовой слесарной мастерской. Из расчета на 1000 м протяженности тепловых сетей и 100 единиц установленной трубопроводной арматуры необходимо содержать аварийный запас материальных ресурсов в кладовой в следующем количестве: трубы стальные каждого размера по 7—11 мм; болты с гайками М9—М25 каждого размера — по 10 шт.; муфты каждого размера диаметром 15—

Таблица 21. **Нормы расхода материалов на капитальный ремонт 1 шт. трубопроводной арматуры в год**

Материал	Диаметры трубопроводов обвязки оборудования, мм												
	25	50	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Для задвижек													
Набивка сальниковая (прографиченная), кг	—	0,06	0,08	0,1	0,12	0,14	0,16	0,19	0,22	0,25	0,31	0,38	0,46
Паронит, резина техническая, кг	—	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,8	1	1,2
Болты с гайками, кг	—	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,8	1	1,2
Бронза, кг	—	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9
Порошок притирочный, кг	—	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1	0,12	0,15	0,18	0,22
Масло индустриальное, кг	—	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9
Керосин, л	—	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	1	1,2	1,5	1,8
Ветошь обтирочная, кг	—	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9
Солидол, кг	—	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9
Для кранов муфтовых и фланцевых													
Набивка сальниковая (прографиченная), кг	0,08	0,12	0,18	0,25	0,31	—	—	—	—	—	—	—	—
Паронит, резина техническая, кг	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—
Болты с гайками, кг	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—
Бронза, кг	0,15	0,24	0,36	0,48	0,6	—	—	—	—	—	—	—	—
Порошок притирочный, кг	0,04	0,06	0,09	0,12	0,16	—	—	—	—	—	—	—	—
Масло индустриальное, кг	0,15	0,24	0,36	0,48	0,6	—	—	—	—	—	—	—	—

Керосин, л	0,3	0,5	0,7	1	1,2	—	—	—	—	—	—	—	—
Ветошь обтирочная, кг	0,15	0,24	0,36	0,48	0,6	—	—	—	—	—	—	—	—
Солидол, кг	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—
Для вентилей запорных и регулирующих													
Набивка сальниковая (прографиченная), кг	0,08	0,09	0,12	0,14	0,15	0,19	—	—	—	—	—	—	—
Паронит. резнна техническая, кг	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	—	—	—	—	—	—	—
Порошок притирочный, кг	0,04	0,04	0,06	0,07	0,07	0,09	—	—	—	—	—	—	—
Масло индустриальное, кг	0,15	0,18	0,22	0,27	0,3	0,38	—	—	—	—	—	—	—
Керосин, л	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,8	—	—	—	—	—	—	—
Ветошь обтирочная, кг	0,15	0,18	0,22	0,27	0,3	0,38	—	—	—	—	—	—	—
Метизы, кг	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	—	—	—	—	—	—	—
Солидол, кг	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	—	—	—	—	—	—	—
Для клапанов обратных													
Набивка сальниковая (прографиченная), кг	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,4	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09
Резина технпческая термостойкая, кг	0,15	0,18	0,22	0,27	0,33	0,36	0,46	0,55	0,64	0,73	0,76	0,82	0,91
Порошок притирочный, кг	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09
Масло индустрнальное, кг	0,14	0,18	0,22	0,27	0,32	0,36	0,45	0,54	0,63	0,72	0,76	0,81	0,9
Краска масляная, кг	0,04	0,05	0,06	0,08	0,09	0,1	0,13	0,15	0,18	0,2	0,21	0,23	0,25
Бронза, кг	0,12	0,15	0,18	0,22	0,27	0,3	0,37	0,45	0,52	0,6	0,63	0,67	0,75
Болты с гайками, кг	0,06	0,07	0,09	0,11	0,13	0,15	0,18	0,22	0,26	0,29	0,31	0,31	0,36

Продолжение табл. 21

Материал	Диаметры трубопроводов обвязки оборудования, мм												
	25	50	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Керосин, л	0,06	0,07	0,09	0,11	0,13	0,15	0,18	0,22	0,26	0,29	0,31	0,33	0,36
Ветошь обтирочная, кг	0,12	0,15	0,18	0,22	0,27	0,3	0,37	0,45	0,52	0,6	0,63	0,67	0,75
Солидол, кг	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9
Для сальниковых компенсаторов													
Набивка сальниковая (прографиченная), кг	—	—	1,9	2,2	2,9	3,7	4,4	—	—	—	—	—	—
Болты с гайками, кг	—	—	2,8	3,3	4,3	5,4	6,5	—	—	—	—	—	—
Масло индустрнальное, кг	—	—	1,6	1,8	2,4	3	3,6	—	—	—	—	—	—
Ветошь обтирочиая, кг	—	—	1,3	1,5	2	2,5	3	—	—	—	—	—	—
Солидол, кг	—	—	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	—	—	—	—	—	—
Прокладочные матерналы, кг	—	—	1,8	2	2,7	3,4	4,1	—	—	—	—	—	—
Керосин, л	—	—	0,6	0,7	1	1,2	1,5	—	—	—	—	—	—

Таблица 22. Расход материалов на капитальный ремонт одного водоводяного подогревателя (ОСТ 34—588—68)

Материал	Поверхность нагрева, м²										
	0,37	0,75	0,65	1,31	1,11	2,24	1,76	3,54	3,4	6,9	5,89
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Сталь листовая, кг	11,6	12,5	11,8	13,8	13	15,1	14,6	18,3	18	24,4	28,2
Фланцы стальные, шт.	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Болты и гайки, кг	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	1,2	1,2	1	1
Сетка металлическая, м²	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,85	0,8	1,6	1,6	3,2	3,1
Трубы латунные, кг	21	22	22	24	24	28	26	52	52	104	96
Электроды, кг	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,7	0,7	1,1	1
Асбозурит, м³	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04
Паронит, кг	2,2	2,3	2,3	2,6	2,4	2,8	2,7	3,2	3,1	4,6	4
Краска масляная, кг	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,25	0,3	0,3	0,4	0,4
Хлопчатобумажная ткань, м²	0,8	0,9	0,9	1	0,9	1,8	1,6	3	63	6	6
Сода каустическая, кг	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4
Краны трехходовые, шт.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Манометры, шт.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Термометры, шт.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Керосин, кг	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,8	0,9	0,9	1,1	1
Ветошь обтирочная, кг	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4

Продолжение табл. 22

Материал	Поверхность нагрева, м²										
	12	10	20,3	13,8	28	19,8	40,1	25,8	52,5	41	83,4
1	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Сталь листовая, кг	38,7	32,7	52,1	39,4	66,1	52	87,3	60	31,4	88	156
Фланцы стальные, шт.	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Болты и гайки, кг	2	2	4	2,2	5,0	2	8	5,3	10,6	16	32
Сетка металлическая, м²	6,4	6	12	6,6	25,4	12	24	24,8	49,2	24	48,2
Трубы латунные, кг	192	180	360	210	410	360	720	380	740	720	1450
Электроды, кг	1,6	1,2	2,4	1,3	3,2	2,3	4,8	3	6,1	4,9	9,9
Асбозурит, м³	0,07	0,06	0,1	0,08	0,12	0,1	0,2	0,15	0,3	0,3	0,4
Паронит, кг	6,8	6,1	13,6	6,9	13,8	13,2	24,4	13	26	24,4	88,3
Краска масляная, кг	0,6	0,5	0,8	0,6	1,3	0,8	1,6	1,2	2,2	1,6	3,2
Хлопчатобумажная ткань, м²	11,7	11	22	11,8	23,8	21,7	44	23,1	23,1	46,2	88
Сода каустическая, кг	0,6	0,7	1	0,8	1,2	1	2	1,5	3,1	2,2	4,4
Краны трехходовые, шт.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Манометры, шт.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Термометры, шт.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Керосин, кг	1,8	1,7	3,6	2	4,2	3,4	7,1	4,1	8,2	7,1	14,2
Ветошь обтирочная, кг	0,7	0,6	1	0,8	1,2	1,7	2	1,5	3	2	4

50 мм — по 4 шт.; заглушки к муфтам каждого диаметра — 15—50 мм — по 4 шт.; заглушки из листовой стали толщиной 3 мм для фланцевых соединений каждого размера — по 2 шт.; отводы стальные каждого размера — по 1 шт.; краны или вентили диаметром 15 — 50 мм — по 2 шт.; краны трехходовые диаметром 15 мм — 2 шт.; задвижки стальные диаметром 50—350 мм — каждого размера по 1 шт.; задвижки чугунные каждого размера по 1 шт.; компенсаторы сальниковые каждого размера по 1 шт.; элеваторы каждого номера по 1 шт.; рабочие колеса по 1 комплекту на все работающие насосы; валы по 1 шт. на каждый установленный насос; подшипники по 1 комплекту на каждый работающий насос; электродвигатели по 1 шт. на каждый тип работающих насосов; фланцы стальные каждого размера — по 2 шт.

За время отопительного сезона слесари-сантехники в системе отопления жилых зданий места утечек сетевой воды на стояках и поводках к нагревательным приборам устраняют с помощью металлических хомутов без остановки работы системы отопления. Подобных хомутов особенно в зданиях старой застройки к концу отопительного сезона накапливается значительное количество. Записав установку их в «Журнал неисправностей», оставляют дефектные трубопроводы системы отопления здания до летнего ремонта. Нередко во время отопительного сезона обнаруживаются непрогревы отдельных нагревательных приборов из-за засорения их взвешенными веществами, контроуклонов подводок к ним, засорения одной из подводок в местах сварных или резьбовых соединений труб, завышенного диаметра замыкающей перемычки между подводками. Все эти неисправности должны быть занесены в «Журнал неисправностей», так как качество ремонта системы отопления квартир жилого здания тогда оценивается в должной мере, когда все неисправности будут устранены.

В зависимости от объема работ ремонт системы отопления жилого здания может осуществляться следующими методами: а) отключением одного стояка, если звено слесарей-сантехников состоит из 2—3 человек для ремонта одного жилого здания; б) одновременным отключением группы стояков, если для ремонта одного жилого здания привлечено несколько

Таблица 23. **Нормы расхода материалов на текущий ремонт**

Материал	Диаметр труб, мм					
	50	80	100	150	200	300
1	2	3	4	5	6	7
Болты диаметром 16—27 мм с гайками, шт.	20	20	20	20	30	30
Краны и вентили бронзовые диаметром 15—50 мм на 10 км, шт.	2	2	2	2	2	2
Манометры 10—16 кгс/см² на 10 км, шт.	2	2	2	2	2	2
Люки чугунные для камер на 10 км, шт.	1	1	1	1	1	1
Минераловатные скорлупы, м³	1,9	2,2	2,45	3,35	4,25	—
Минераловатные маты, м³	—	—	—	—	—	6,2
Металлическая сетка № 12, тыс. м²	—	—	—	—	—	0,14
Проволока оцинкованная диаметром 0,8—1,2 мм, т	0,015	0,018	0,02	0,021	0,025	0,02
Асбест сорта VI—VII, т	—	—	—	—	—	0,76
Паронит вальцованный толщиной 4—5 мм, кг	0,5	1	1,5	2,2	3,5	5,7
Асбошнур диаметром 8—32 мм, кг	1	2	3,1	5,2	9,6	15,6
Термостойкая резина диаметром 8—32 мм, кг	0,5	1	1,5	2,1	5,1	7,8
Масло индустриальное СУ-50, кг	0,2	0,4	0,62	1,04	1,92	3,12
Автол, кг	0,1	0,2	0,31	0,52	0,96	1,56
Графит (порошок), кг	0,03	0,06	0,09	0,16	0,29	0,47
Солидол, кг	0,2	0,4	0,62	1,04	1,92	3,12
Трубы, кг	18,5	29,5	51,7	76,4	142	211

звеньев слесарей-сантехников; в) одновременным отключением всех стояков жилого здания, если на ремонт системы отопления привлечена бригада слесарей-сантехников. Для отключения стояка системы отопления (рис. 52) необходимо закрыть вентили *2* и *8*, в результате чего поступление и выход сетевой воды через стояк *1* прекращается. Затем открыть кран Маевского *4* и вентиль *9* на сбросном патрубке *7*. После выполненных операций сетевая вода будет сброшена из системы отопления стояка в дренаж. Если же при этом не будет открыт кран Маевского, то сетевая

1 км двухтрубных тепловых сетей в год

Диаметр труб, мм								
350	400	500	600	700	800	900	1000	1200
8	9	10	11	12	13	14	15	16
40	40	50	50	50	50	50	50	50
2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2
1	1	1	1	1	1	1	1	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—
7,1	7,95	10,6	12,6	14,5	22,5	25	27,6	36
0,16	0,18	0,21	0,24	0,28	0,31	0,35	0,38	0,45
0,03	0,03	0,034	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,08
0,87	0,94	1,12	1,32	1,53	1,7	1,87	2,03	2,4
6	7,8	10,8	12,9	13,8	15,6	16,8	18	20
21,9	38,7	82	89	96	109	122	128	151
10,8	11,6	24,6	26,7	28,8	32,7	36,6	38,4	45,3
4,38	7,75	16,4	17,8	19,2	21,8	24,4	25,6	30,2
2,19	3,87	8,2	8,9	9,6	10,9	12,2	12,8	15,1
0,66	1,66	2,46	2,67	2,88	3,27	3,67	3,85	4,54
4,38	7,75	16,4	17,8	18,6	19,8	22,3	25,8	30,2
284	320	401	480	520	625	781	976	981

вода не опорожнит стояк полностью и на каком-то уровне «зависнет» вследствие создавшегося разрежения (вакуума) в верхней части стояка. После опорожнения стояка снимают хомут *6* и неплотность в стояке заваривают электро- или газовой сваркой. Если же этот участок стояка подвержен значительной коррозии, то его заменяют новым участком труб. Далее устраняют другие неисправности, отмеченные ранее.

После ремонта стояк заполняют снова сетевой водой в следующей последовательности: сначала закрывают вентиль на сбросном патрубке, а затем откры-

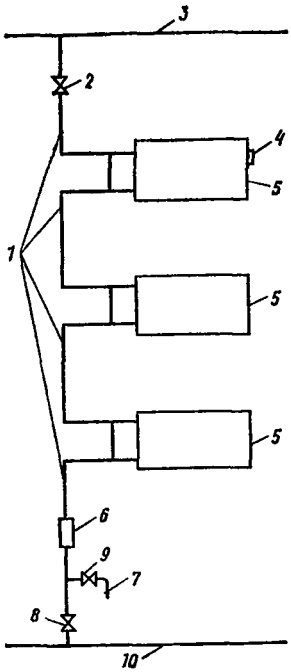


Рис. 52. Ремонт стояка системы отопления с установлением хомутом

1 — стояк; *2, 8, 9* — вентили: *3* — подающий магистральный трубопровод; *4* — кран Маевского; *5* — нагревательные приборы; *6* — хомут на стояке; *7* — сбросный патрубок; *10* — обратный магистральный трубопровод

Таблица 24. Расход материалов и запасных частей на капитальный ремонт одного центробежного насоса типа К

Материалы и запасные части	Количество	Материалы и запасные части	Количество
Вал, шт.	1	Резина техническая, кг	0,6
Подшипники, шт.	1	Паронит, кг	3,9
Рабочее колесо, шт.	1	Набивка сальниковая, прографиченная, кг	0,6
Грундбукса, шт.	1		
Болты с гайками, кг	1,5	Смазка универсальная, кг	0,8
Электроды, кг	2,9		
Ацетилен, кг	2,6	Краска масляная, кг	1,4
Кислород, баллон	1	Ветошь, кг	3
Керосин, кг	3,5		

вают кран Маевского и вентиль *8*. С этого момента стояк начнет заполняться водой. Как только из крана Маевского начнет выходить струя воды, его закрывают и следует считать, что стояк заполнен водой и в нем отсутствует воздух. Далее открывают вентиль *2*.

После выполнения этих операций проверяют состояние отремонтированных элементов стояка системы отопления — они не должны пропускать сетевую воду через соединения и заваренные участки труб. Таким же методом отключают и группу стояков. Отключение всех стояков производится в ИТП через сбросной патрубок, установленный на обратном магистральном трубопроводе. До опорожнения системы отопления необходимо предварительно закрыть задвижки на вводе теплопроводов в ИТП, а затем открыть воздухосборники или краны Маевского.

Из трех методов подготовки системы отопления к ремонту наиболее приемлемы два первых метода, так как в этих случаях система отопления находится опорожненной на весьма незначительное время при хорошей организации ремонта. По третьему методу система отопления может находиться опорожненной на более продолжительное время при недостаточном количестве ремонтного персонала. По третьему методу часто осуществляют ремонт системы отопления вследствие неисправности отключающих на стояках вентилей *2 и 8*.

Опорожнение тепловых сетей для производства ремонта производят по участкам. Если же отключающие участок задвижки пропускают воду, то ремонтируемый участок теплосети отключают от заполненных водой участков теплосетей металлическими заглушками, устанавливаемыми на фланцевых соединениях теплопроводов. Ремонт оборудования ИТП и ЦТП производят после отключения их от наружных тепловых сетей и систем отопления зданий. Особое внимание при проведении ремонтных работ следует обратить на то, чтобы отключение оборудования систем теплоснабжения производилось на самое минимальное время. Чем меньше простой оборудования после опорожнения из него воды, тем меньше оно будет подвержено коррозии. Поэтому прежде чем проиводить спуск сетевой воды из системы отопления, тепловых сетей, подогревателей, нужно подготовить буквально все до мелочей (набивку, прокладку, болты с гайками, запасные части, смазочные материалы, запорную арматуру, инструмент, приспособления и т. д.). Убедившись, что все необходимые ресурсы для ремонта

имеются в наличии, только тогда можно приступать к спуску воды из оборудования. Нормы простоя оборудования систем теплоснабжения в ремонте приведены в табл. 25 и 28.

Таблица 25. **Нормы простоя оборудования системы теплоснабжения в ремонте (дней)**

Оборудование	Диаметр ввода, мм		
	до 150	до 250	300 и выше
ИТП с насосным подмешиванием	4	5	7
ИТП с элеваторным подмешиванием	3	4	6
ИТП с подогревателями для отопления	5	6	9
ИТП с подогревателями для горячего водоснабжения	7	10	12
ИТП с узлом смешения для непосредственного водоразбора	5	7	9
Участок тепловой сети	2	3	4

Примечание. При обнаружении утечки сетевой воды из теплосети во время отопительного сезона отключение участков тепловой сети или системы отопления здания допустимо при температуре наружного воздуха не ниже —15°С на срок не более четырех часов. Отключение тепловой сети и системы отопления при более низких температурах допускается только при аварийных ситуациях.

Таблица 26. **Нормы простоя системы отопления жилого здания в ремонте**

Методы отключения системы отопления жилого здания	Простой, дней
Отключение для текущего ремонта одного стояка	1
Одновременное отключение для текущего ремонта 1/4 стояков	2—3
Одновременное отключение для текущего ремонта всех стояков жилого здания	4—5

4.5. ИСПЫТАНИЕ ТЕПЛОИСПОЛЬЗУЮЩИХ УСТАНОВОК И ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Надежность работы оборудования систем теплоснабжения в течение зимы после летнего ремонта проверяют его испытанием. Трубопроводы систем тепло-

снабжения, на которых наиболее часто возникают аварийные ситуации, после окончания монтажных или ремонтных работ должны быть испытаны на прочность и герметичность гидравлической и пневматической опрессовкой. Пневматическую опрессовку, как правило, применяют тогда, когда гидравлическая опрессовка не может быть произведена вследствие низкой температуры наружного воздуха в зимнее время или отсутствия на месте опрессовки воды. Опрессовку подземных теплопроводов тепловых сетей, проложенных в траншеях и непроходных каналах, следует производить в два приема — предварительно и окончательно. Остальные же теплопроводы, которые доступны осмотру во время эксплуатации или ремонта, испытывают в один прием — окончательно. Предварительную опрессовку производят после окончания монтажных или ремонтных работ до засыпки траншей или закрытия коробами непроходных каналов. Окончательную опрессовку в этом случае производят после завершения работ и установки на теплопроводах задвижек, воздушных и спускных кранов. Результаты опрессовки оформляют актом, который прикладывают к паспорту тепловых сетей.

Теплопроводы (подающие и обратные) тепловых сетей подвергают опрессовке пробным давлением, равным 1,25 рабочего давления, но не менее 1,6 МПа (16 кгс/см^2). В жилищно-коммунальном хозяйстве водяные тепловые сети и тепловые пункты с источником теплоснабжения (котельной с чугунными котлами) подвергают гидравлической опрессовке пробным давлением, равным 1,25 рабочего давления, но не менее 0,6 МПа (6 кгс/см^2). Пневматическую опрессовку теплопроводов тепловых сетей производят пробным давлением, равным рабочему 1,25, но не менее 1,6 МПа (16 кгс/см^2) для подающих теплопроводов и 1 МПа (10 кгс/см^2) — для обратных теплопроводов. Поставленные условия по ряду причин часто выполнить не представляется возможным. При этом допускается предварительную опрессовку производить воздухом под давлением 0,6 МПа (6 кгс/см^2). Под давлением испытываемый трубопровод выдерживается в течение 30 мин, а затем давление воздуха снижают до 0,3 МПа и приступают к его осмотру. Утечки воздуха выявляют путем покрытия стыков сварных сое-

динений теплопроводов раствором мыла. После предварительной опрессовки окончательную опрессовку осуществляют гидравлическим способом.

Оборудование тепловых пунктов и все подземные, подвальные, надземные теплопроводы тепловых сетей вторичного теплоносителя, а также магистральные трубопроводы и оборудование систем водяного отопления и горячего водоснабжения подвергают гидравлической опрессовке пробным давлением, равным 1,25 рабочего, но не ниже: 1,6 МПа (16 кгс/см²) для ЦТП; 1,2 МПа (12 кгс/см²) для ИТП; 1 МПа (10 кгс/см²) для водоводяных подогревателей систем отопления и горячего водоснабжения; 1,2 МПа (12 кгс/см²) для трубопроводов вторичного теплоносителя; 0,75 МПа (7,5 кгс/см²) для систем водяного отопления с чугунными нагревательными приборами; 1 МПа (10 кгс/см²) для систем водяного отопления с конвекторами, стальными регистрами и стальными штампованными нагревательными приборами; 0,9 МПа (9 кгс/см²) для калориферных установок систем отопления и вентиляции; 0,75 МПа (7,5 кгс/см²) для систем горячего водоснабжения, подсоединенных к открытым тепловым сетям на плотность и до 10 кгс/см² — на прочность.

Способ гидравлической опрессовки систем отопления со змеевиком в панелях указывают в проекте. Если же такие указания отсутствуют, то пробное давление принимают равным не менее 1 МПа (10 кгс/см²). Падение давления не должно превышать более 0,01 МПа (0,1 кгс/см²) в течение 15 мин. Производить одновременно гидравлическую опрессовку системы отопления, горячего водоснабжения и ИТП запрещается. Испытуемая система должна быть надежно отключена от других систем закрытием задвижек. При неудовлетворительной их герметичности следует установить металлические заглушки с резиновыми прокладками.

Гидравлическую опрессовку системы отопления производят в такой последовательности (рис. 53): открывают воздушные краны *1* воздухосборника *2*; заполняют трубопроводы системы водой через открытую задвижку *6* (задвижка *7* закрыта, кран *3* также закрыт). Как только из воздухосборника появится вода, закрывают кран *1* и задвижку *6* на трубопроводе обратной магистрали; затем открывают кран *3*, гидро-

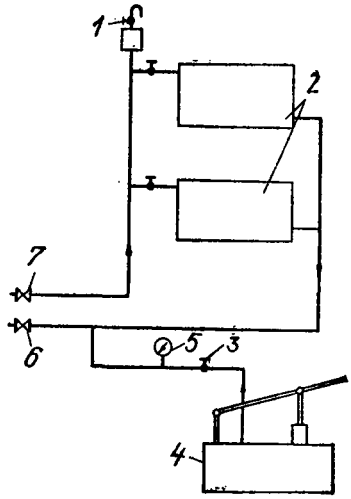


Рис. 53. Схема гидравлической опрессовки системы отопления жилого здания

Таблица 27. **Нормы расхода сетевой воды на испытание теплопроводов тепловых сетей на максимальную температуру**

Диаметр теплопроводов тепловых сетей, мм	Расход сетевой воды на испытание, м³/ч	Диаметр теплопроводов тепловых сетей, мм	Расход сетевой воды на испытание, м³/ч
100	10	600	350
125	15	700	450
250	60	800	600
300	100	900	850
350	125	1000	950
400	150	1200	1300
500	250		

прессом *4* поднимают давление в испытуемой системе до установленной величины, которая контролируется по манометру *5*, диаметром не менее 150 мм. Класс точности манометра не ниже 1,5 со шкалой на номинальное давление. Как только давление поднимется до установленной величины, кран *3* закрывают и в течение 5 мин ведут наблюдение за показанием манометра, а слесари-обходчики проверяют прочность соединений трубопроводов и особенно места, подвергнутые ремонту. Если же давление в течение указанного времени не снизилось ниже 0,02 МПа

(0,2 кгс/см²), то система считается испытанной; если же давление снизилось ниже установленного, следует обследовать тщательно систему, найти место утечки воды и устранить ее. После устранения утечки опрессовку повторяют в той же последовательности. После опрессовки давление снижают до рабочего и систему оставляют заполненной водой до момента промывки.

Перед гидравлической опрессовкой тепловые сети разбивают на участки и испытывают отдельно каждый участок. Задвижки на концах участков должны быть закрыты. Если они пропускают воду, то следует вместо них установить глухие фланцы или отключить испытуемый участок металлическими заглушками. Подаваемая через обратный теплопровод вода на гидравлическую опрессовку должна быть с температурой в пределах +5—40 °С. При этом системы отопления жилых зданий должны быть герметично отключены от тепловых сетей. Гидравлическую опрессовку теплопроводов тепловых сетей в зимнее время производят с выполнением следующих требований: а) участок испытуемых сетей должен быть как можно короче (не более 1 км); б) на теплопроводах в самых нижних точках должны быть спускные устройства, обеспечивающие спуск воды из теплопроводов в течение не более одного часа; в) в самых верхних точках должны быть устройства для удаления воздуха из теплопроводов; г) заполнение теплопроводов холодной водой допускается только при температуре наружного воздуха не ниже —5 °С. Пробное давление при гидравлической опрессовке выдерживается в течение 10 мин, необходимого для осмотра состояния теплопроводов. Теплопроводы считаются выдержавшими опрессовку, если за указанное время падение давления не превысило 0,025 МПа (0,25 кгс/см²).

Помимо гидравлической или пневматической опрессовки тепловых сетей последующим этапом их испытывают на расчетную (максимальную) температуру. Это испытание производят с целью проверки надежности монтажа или ремонта конструкций теплопровода, прочности установленной арматуры и теплопроводов. При проведении испытания определяют также работу компенсаторов, для чего производят замеры хода компенсатора по рискам до и после подъ-

ема температуры. Прочность же теплопроводов определяется величиной подпитки тепловых сетей. Если же при испытании подпитка увеличивается, то это указывает на наличие утечки, образовавшейся в результате испытания, хотя этой утечки не было при гидравлической опрессовке. Образовавшуюся утечку можно обнаружить путем осмотра теплофикационных камер. Наличие воды и пара в камере указывает ориентировочно на место утечки. Точнее ее можно определить после остывания воды в теплопроводах.

Указанные испытания необходимо проводить при соблюдении следующих требований: а) отключить от тепловых сетей системы отопления детских и лечебных учреждений, системы отопления с непосредственным присоединением к тепловым сетям, открытые системы горячего водоснабжения, а также неавтоматизированные закрытые системы горячего водоснабжения; б) время проведения испытаний сообщить потребителям теплоты заблаговременно (не менее чем за 48 часов); в) разбить тепловые сети на участки; г) назначить дежурных на время испытаний в ИТП жилых зданий и слесарей обходчиков для наблюдения за состоянием тепловых сетей во время испытаний; д) проверить правильность установки и состояние запорной арматуры и контрольно-измерительных приборов, а также соответствие установки заглушек, предусмотренных программой испытаний; е) для охлаждения теплоносителя при проведении испытаний остановить подключенные к тепловым сетям системы отопления со смесительными устройствами, водоподогреватели систем отопления и горячего водоснабжения с автоматическими регуляторами температуры; ж) испытание подающего теплопровода производится теплоносителем, нагретым до расчетной температуры; при испытании обратного теплопровода — температура теплоносителя не должна превышать 100 °С; з) длительность испытаний определяется периодом повышения температуры теплоносителя до расчетной и последующим снижением температуры до первоначального значения на вводах источника теплоснабжения; скорость повышения или снижения температуры теплоносителя не должна превышать 30 град/ч; и) не допускать повышения температуры теплоносителя сверх предела, установленного программой испыта-

ний; к) в любой точке тепловой сети должно поддерживаться давление, обеспечивающее невскипание воды при расчетной температуре; л) при резком увеличении подпитки тепловых сетей подпиточной водой следует прекратить повышение температуры теплоносителя и снизить давление в подающем теплопроводе до минимального, обеспечивающего невскипание воды в тепловой сети (до выявления и устранения утечки); м) при заполнении тепловых сетей теплоносителем проверить состояние подвижных опор, компенсаторов, запорной арматуры, фланцев, прокладок, сварных соединений, отремонтированные участки теплопроводов.

При гидравлическом испытании и испытании тепловых сетей на расчетную (максимальную) температуру теплоносителя запрещается: а) производить на испытываемых участках какие-либо работы, не связанные с испытаниями; б) находиться в теплофикационных камерах, туннелях и на тепловых пунктах посторонним лицам; в) находиться перед фланцевыми соединениями теплопроводов и перед запорной арматурой; вход в теплофикационные камеры разрешается в случае крайней необходимости только по указанию руководителя испытаний. Максимальный расход сетевой воды при испытании теплопроводов тепловых сете на расчетную (максимальную) температуру определяют по табл. 27.

4.6. ПРОМЫВКА ТЕПЛОПРОВОДОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ, СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ И ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ

Завершающим этапом подготовки оборудования систем теплоснабжения к зиме является промывка его с целью удаления из внутренних поверхностей отложений грязи и накипи. От чистоты внутренних поверхностей теплопроводов тепловых сетей, трубопроводов и нагревательных приборов систем отопления и подогревателей во многом зависит качество снабжения потребителей теплотой. Для обеспечения чистоты указанного оборудования в течение отопительного сезона в системе теплоснабжения должна циркулировать деаэрированная (обескислороженная) вода. Но если из-за чрезмерных утечек воды через сальники запорной арматуры, резьбовые, сварные и фланцевые

соединения трубопроводов, а также в результате значительного разбора сетевой воды из системы отопления на нужды горячего водоснабжения будет увеличена подпитка воды и притом подчас сырой, химически неочищенной, то на внутренних стенках труб и трубках подогревателей для отопления, а также в нагревательных приборах будет откладываться грязь и наслаиваться на трубках подогревателей накипь.

Отложения грязи в виде взвешенных частиц в стояках бывают настолько велики, что через них проходит ничтожно малое количество сетевой воды, а иногда прекращается проход ее через стояки. Загрязнение нагревательных приборов приводит к понижению их теплоотдачи. Отложения взвешенных частиц на внутренних стенках трубок подогревателей увеличивает толщину накипи, образуя при этом вторичную накипь, которая уменьшает передачу теплоты греющего пара или сетевой воды нагреваемой воде. Постоянной мерой защиты оборудования систем теплоснабжения от загрязнений служат грязевики, устанавливаемые на подающих и обратных теплопроводах источника теплоснабжения, ИТП и ЦТП. Не реже 1 раза в неделю обслуживающий персонал должен производить продувку грязевиков с целью удаления скопившейся в них грязи.

После проведения испытаний тепловые сети, системы отопления и горячего водоснабжения должны быть тщательно промыты. Промывку производят двумя способами: водой и водой в смеси со сжатым воздухом. Промывкой подогревателей этими способами достигается только удаление взвешенных веществ в виде грязи. Накипь с внутренних стенок подогревателей удаляют либо химическим способом с помощью различных кислот, либо механическим способом с помощью специальных шарошек. Промывка подогревателей кислотой нетрудоемкая операция по сравнению с механической очисткой шарошками, поэтому химический способ очистки трубок подогревателей нашел более широкое применение.

Промывку тепловых сетей водой производят не одновременно всех имеющихся сетей в данном жилом районе, а поочередно по участкам (рис. 54). Участок тепловых сетей перекрывают задвижками *1, 13, 6, 9.*

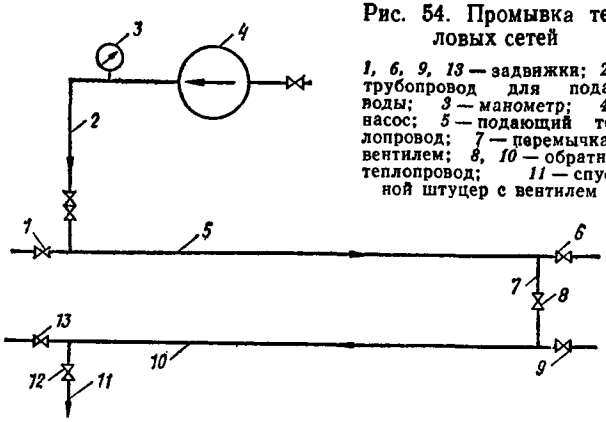


Рис. 54. Промывка тепловых сетей

1, 6, 9, 13 — задвижки; *2* — трубопровод для подачи воды; *3* — манометр; *4* — насос; *5* — подающий теплопровод; *7* — перемычка с вентилем; *8, 10* — обратный теплопровод; *11* — спускной штуцер с вентилем *12*

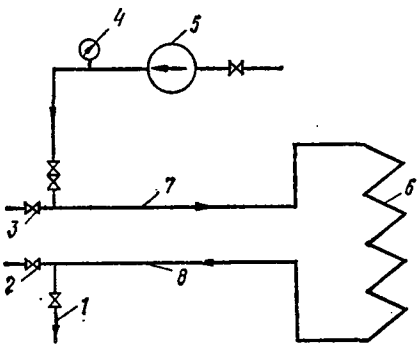


Рис. 55. Промывка системы отопления здания водой

1 — сбросная (дренажная) труба; *2, 3* — задвижки; *4* — манометр; *5* — насос; *6* — система отопления здания; *7* — подающий теплопровод; *8* — обратный теплопровод

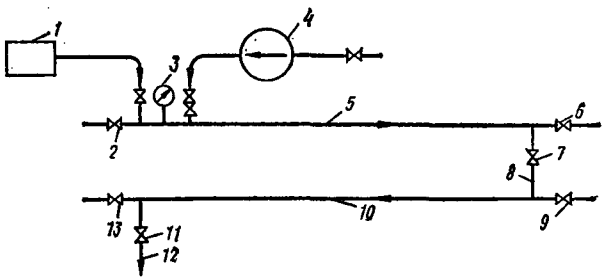


Рис. 56. Промывка тепловых сетей при помощи сжатого воздуха и воды

1 — компрессор; *2, 6, 9, 13* — задвижки; *3* — манометр; *4* — насос; *5* — подающий теплопровод; *8* — перемычка с вентилем *7*; *10* — обратный теплопровод; *12* — спускной штуцер с вентилем *11*

В подающий теплопровод *5* насос *4* по трубопроводу *2* подает воду, давление которой контролируется манометром *3*. По перемычке *7* с открытым вентилем *8* вода поступает в обратный теплопровод *10*. Загрязненная вода из теплопроводов выходит через спускной штуцер *11* в дренаж. Воду насосом подают до тех пор, пока из спускного штуцера не начнет выходить чистая вода. После промывки одного участка переходят на другой участок, затем на третий и т. д. Этим же способом можно промывать и систему отопления зданий (рис. 55). Для этого закрывают задвижки *3* и *2* на вводе здания. Воду подают насосом или, если достаточно давление, воду можно подавать на промывку из водопровода. По подающему теплопроводу *7* вода поступает в систему отопления *6*. Вода с отложениями грязи из системы отопления по обратному теплопроводу *8* выходит через спускной штуцер *1* в дренаж.

Промывка тепловых сетей и систем отопления зданий водой не всегда дает должный эффект, так как скорость воды для полного удаления отложений грязи порой бывает недостаточна. Лучший результат промывки достигается водой в смеси со сжатым воздухом (рис. 56). Задвижки на участке тепловых сетей *2, 13, 6* и *9* закрывают. Открывают вентиль *7* на перемычке *8*. Затем включают в работу насос *4* и заполняют участок водой. Открывают вентиль *11* на спускном штуцере *12* и включают в работу компрессор *1*. Давление сжатого воздуха, поступающего в подающий теплопровод *5*, контролируется манометром *3*, показания которого должны быть в пределах 0,2—0,3 МПа (2—3 кгс/см^2). Сжатый воздух при этом создает в теплопроводах бурное движение воды (барботаж). Грязь со стенок труб бурным потоком воды со сжатым воздухом уносится в дренаж. Промывка заканчивается, как только из спускного штуцера начнет выходить чистая вода.

Этим же способом можно промывать и системы отопления зданий. В этом случае задвижки на теплопроводах в ИТП закрывают, отключив тем самым систему отопления от тепловых сетей. При этом спуск загрязненной воды следует производить в самой низкой точке системы отопления. Такая промывка системы отопления позволяет в достаточной мере удалить из труб и нагревательных приборов скопившуюся

грязь, которая до промывки была основной причиной неудовлетворительного теплоснабжения. При этом нормы расхода воды для промывки определяются в зависимости от давления смеси воды со сжатым воздухом в сбросной линии и диаметра сбросной линии, которые указаны в табл. 28

Таблица 28. **Нормы расхода воды для промывки оборудования систем теплоснабжения, т/ч**

Давление смеси воды со сжатым воздухом в сбросной линии, МПа (кгс/см²)	Диаметры сбросной линии, мм					
	32	40	50	70	80	100
0,02 (0,2)	0,4	9,4	14,7	20,1	39,7	58,9
0,04 (0,4)	9,1	13,3	20,8	39,6	56,1	83,3
0,06 (0,6)	11.1	16,3	25,5	48,7	68,7	102,0
0,08 (0,8)	12,8	18,8	28,4	56.1	79,2	118,0
0,1 (1,0)	14,3	21,1	32,9	62,8	88,6	132,0
0,12 (1,2)	15,7	23,2	36,1	68,7	97,1	144,0
0,15 (1,5)	17,6	25,3	40,2	76,9	109,0	161,0
0,2 (2,0)	20,3	29,9	46,5	87,6	125,0	186,0

Несмотря на тщательную промывку тепловых сетей и систем отопления зданий, в зимнее время иногда наблюдаются жалобы на слабый прогрев отдельных нагревательных приборов из-за отложений в них грязи. Эксплуатационники в этом случае применяют способ промывки нагревательных приборов при помощи разрежения. Например, не прогревается один нагревательный прибор второго этажа. На рис. 57 этот прибор заштрихован. Для его промывки краны на стояках *1* и *2* закрывают. Один из слесарей должен находиться у крана *1*, где расположен спускной штуцер с краном *4*. Другой слесарь становится у нагревательного прибора, который подлежит промывке. Затем слесарь отвинчивает нижнюю пробку *3* загрязненного нагревательного прибора, предварительно подставив под нижнюю пробку тазик для сбора загрязненной воды. Как только будет отвинчена пробка, моментально отверстие следует закрыть ладонью руки. Затем, стукнув ключом по трубе стояка, слесарь у нагревательного прибора дает сигнал другому слесарю для начала открытия крана *4* на спускном штуцере. Спускной кран следует открывать плавно и медленно. Вода при этом будет выходить из отключенно-

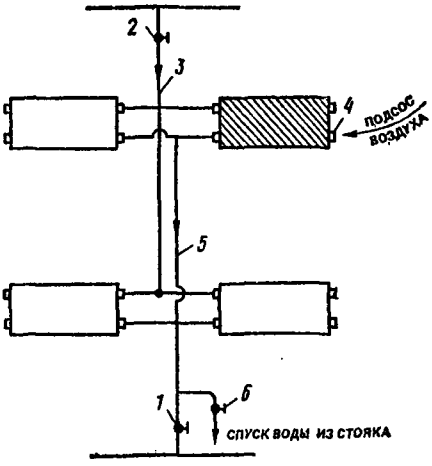


Рис. 57. Промывка нагревательного прибора при помощи разрежения

1, 2, 6 — краны; *3* — пробка; *4* — кран спускной; *5* — обратный стояк

го участка системы отопления в дренаж, создавая внутри этого участка разрежение.

Слесарь, находящийся у нагревательного прибора, в этот момент плавно открывает ладонью небольшое отверстие между пробкой и ладонью руки, а воздух за счет созданного разрежения внутри отключенного участка системы будет засасываться через это отверстие в нагревательный прибор, где, смешиваясь с водой, создает внутри нагревательного прибора барботаж воды. Благодаря барботажу воды, прилипшая грязь к стенкам нагревательного прибора взрыхляется и уносится потоком воды по обратному стояку в дренаж. Промывается при этом не только нагревательный прибор, но и стояк, так как прилипшие рыхлые отложения грязи смываются потоком воды со стенок труб и уносятся тоже в дренаж. Следует заметить, что не следует долго держать отверстие нагревательного прибора открытым для производства промывки. Для этого необходимо ладонью руки периодически открывать и закрывать отверстие. Этим самым создается пульсирующее движение воды внутри нагревательного прибора. Если нагревательный прибор еще недостаточно промыт, а вода из стояка израсходована

на промывку, пробку *3* снова завинчивают на нагревательном приборе, закрывают спускной кран *4* и открывают кран *1* для заполнения участка водой. Заполнив участок водой, снова отвинчивают пробку *3* и производят повторную промывку нагревательного прибора тем же способом, пока в дренаж пойдет чистая вода.

Таким методом промывают одновременно несколько нагревательных приборов. Только в этом случае на промывку выделяют столько пар слесарей, сколько подлежит промывке нагревательных приборов. Кроме того, способ промывки с помощью разрежения позволяет производить промывку нагревательных приборов даже в самые сильные морозы, дает возможность удалить загрязнения без отсоединения нагревательных приборов от стояка и, наконец, позволяет достаточно быстро обеспечить комфортные условия в отапливаемых помещениях.

Химический способ промывки поверхностей нагрева (нагревательных трубок) подогревателей является наиболее эффективным. Применяют для этих целей соляную, хромовую, лимонную, малеиновую, адипиновую, глутаровую, щавелевую, янтарную, плавиковую, сульфаминовую кислоты. Из перечисленных кислот чаще всего применяют соляную кислоту, обладающую большой скоростью взаимодействия с отложениями накипи. К недостаткам относится высокая ее агрессивность к металлам и сплавам. Для защиты металла от коррозии соляной кислотой в раствор кислоты добавляют ингибиторы: столярный клей в размере 10 г/кг кислотного раствора, желатин — 10 г/кг, формалин 3 г/кг, фурфурол — 5 г/кг, анилин — 5 г/кг, бензадин — 9 г/кг, тиомочевину — 3,7 г/кг, пиридин — 4 г/кг, хинолин — 8 г/кг, уротропин — 7 г/кг. Применять следует один из имеющихся ингибиторов. Если имеется в наличии ингибированная соляная кислота (разбавленная ингибитором на заводе-изготовителе), то добавка ингибитора в соляную кислоту не требуется. В практике в основном используют ингибированную соляную кислоту. Она достаточно доступна для приобретения.

Перед эксплуатационниками часто возникают трудности в определении концентрации и количества расхода соляной кислоты, необходимой для производ-

ства промывки подогревателей от накипи. Концентрация соляной кислоты и ее расход находятся в прямой зависимости от толщины слоя накипи на стенках трубок подогревателя. Следовательно, вначале нужно установить осмотром трубок подогревателя толщину накипи. Установив толщину накипи на стенках трубок подогревателя, определяют ее количество, кг:

$$G = (\delta H_{\text{п}} \gamma)/1000, \qquad (46)$$

где G — количество накипи на стенках трубок подогревателя, кг; δ — толщина накипи на стенках трубок подогревателя, мм; $H_{\text{п}}$ — поверхность нагрева подогревателя по паспорту или справочнику, м²; $\gamma = 2000$ кг/м³ — плотность накипи.

Для определения концентрации раствора соляной кислоты необходимо, чтобы этот показатель обеспечивал растворение отложений накипи, а концентрация раствора не должна быть слишком высокой во избежание чрезмерного усиления коррозии металла трубок подогревателя от кислоты. Концентрацию соляной кислоты в % определяют по формуле

$$C_{\text{р}} = (0{,}73G)/(10V), \qquad (47)$$

где $C_{\text{р}}$ — концентрация раствора соляной кислоты, необходимой для удаления накипи из внутренних стенок трубок подогревателя, %; 0,73 — количество соляной кислоты с концентрацией 100 % для растворения 1 кг накипи, кг; V — объем воды, залитой в бак для приготовления раствора соляной кислоты для удаления накипи, м³.

Для приготовления раствора соляной кислоты и производства промывки подогревателя достаточно изготовить бак из листовой стали вместимостью 2—3 м³. Определив концентрацию соляной кислоты, далее находим расход соляной кислоты по формуле, т:

$$Q_{\text{ск}} = (VC_{\text{р}})/C_{\text{т}}, \qquad (48)$$

где $Q_{\text{ск}}$ — расход соляной кислоты, т; $C_{\text{т}}$ — концентрация соляной кислоты полученной со склада, которую следует принимать для расчета, %.

Кислотную промывку подогревателя от накипи производят в такой последовательности (рис. 58). Предварительно в бак *4* вмонтируют стальной змеевик *7* или нагревательный прибор с подводкой к нему теплоносителя для подогрева раствора до 40 °С. Если есть возможность, то можно в бак для этих целей подавать пар. Затем заполняют бак водой в размере V с разведенным ингибитором, если применяется

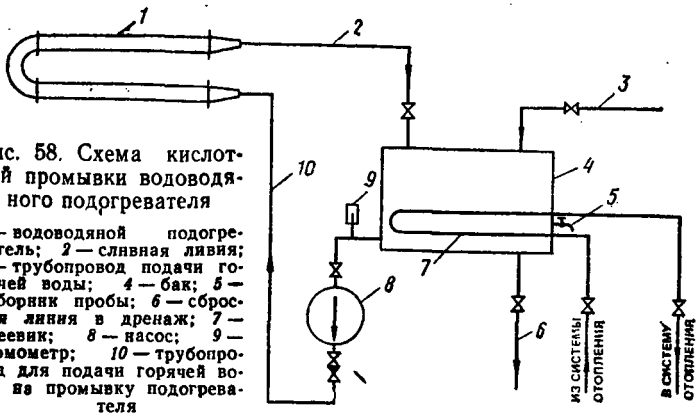


Рис. 58. Схема кислотной промывки водоводяного подогревателя

1 — водоводяной подогреватель; *2* — сливная ливия; *3* — трубопровод подачи горячей воды; *4* — бак; *5* — отборник пробы; *6* — сбросная линия в дренаж; *7* — змеевик; *8* — насос; *9* — термометр; *10* — трубопровод для подачи горячей воды на промывку подогревателя

техническая соляная кислота, а не ингибированная. После выполнения указанных работ включают в работу насос *8* и в течение 2—2,5 ч создают циркуляцию соляного раствора по замкнутому контуру: бак — насос — подающая линия *10* — подогреватель *1* — сливная линия *2* — снова бак *4* и т. д. Температура раствора контролируется термометром *9*. В процессе циркуляции раствора по замкнутому контуру концентрация его снижается. Отбирая пробы раствора от отборника пробы *5*, лаборант определяет концентрацию раствора через каждые 20—30 мин. Вначале циркуляции раствора концентрация его будет довольно быстро снижаться, а к концу промывки приобретет почти постоянную величину (0,2—0,5%), что служит сигналом для прекращения промывки подогревателя.

После промывки раствор соляной кислоты из бака удаляют в дренаж и приступают к промывке подогревателя горячей водой по этой же схеме до тех пор, пока щелочность удаляемой воды через отборник пробы не станет равной щелочности подаваемой воды для промывки подогревателя. Горячая вода для промывки подогревателя подается по трубопроводу *4*. Кислотная промывка подогревателя от накипи — ответственная операция, а поэтому одну-две операции следовало бы произвести под руководством специалиста, имеющего опыт в этой работе из числа работников городской ТЭЦ. При производстве кислотной промывки подогревателя зажигание спичек, курение во время

работы запрещается, так как выделяемый при промывке свободный водород в смеси с воздухом взрывоопасен. На месте работы или вблизи рабочего места необходимо иметь ведро с водяным раствором кальцинированой соды для смывания капель кислоты, попавшей на тело рабочего. При кислотной промывке все участники этой работы должны иметь: прорезиненный костюм, маску с защитными очками, резиновые перчатки и резиновые сапоги.

Пример расчета. Определить расход соляной кислоты для удаления накипи с трубок подогревателя.

Исходные данные для расчета: $\delta=2$ мм; $H_н=60{,}9$ м²; $\gamma=2000$ кг/м³; $V=3$ м³; $C_т=20$ %. Порядок расчета следующий:

1) определяют количества накипи на трубках подогревателя

$$G=\frac{2\cdot 60{,}9\cdot 2000}{1000}=243{,}6 \text{ кг}.$$

2) Определяют необходимую концентрацию соляной кислоты для промывки подогревателя

$$C_р=\frac{0{,}73\cdot 243{,}6}{10\cdot 3}=5{,}9\%.$$

3) Рассчитывают расход соляной кислоты

$$Q_{ск}=\frac{3\cdot 5{,}9}{20}=0{,}885 \text{ т}.$$

Применяемая соляная кислота в нашем примере была ингибированная.

Глава 5. ПУСК ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ, СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ И ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ В РАБОТУ

Теплопроводы тепловых сетей, трубопроводы и нагревательные приборы систем отопления и горячего водоснабжения после завершения отопительного сезона в целях уменьшения разрушения должны быть оставлены заполненными водой до наступления ремонтных работ. Затем в соответствии с разработанными мероприятиями по подготовке жилищно-коммунального хозяйства к зиме приступают к ремонту оборудования систем теплоснабжения. При этом системы отопления жилых зданий должны быть отключены от тепловых сетей, так как при опорожнении

тепловых сетей для ремонта неотключенные системы отопления будут соответственно также опорожнены и окажутся без воды. Ремонт тепловых сетей, систем отопления и горячего водоснабжения должен быть организован так, чтобы простой этого оборудования, не заполненного водой, был наименьший и должен завершиться испытанием и промывкой. Отремонтированные теплоиспользующие установки и тепловые сети должны быть вновь заполнены водой без промедления. В этом случае допускается использовать воду из системы водопровода.

5.1. ПУСК ТЕПЛОПРОВОДОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Пуск теплопроводов тепловых сетей производят в соответствии с «Правилами технической эксплуатации теплоиспользующих установок и тепловых сетей» с соблюдением техники безопасности для персонала пусковой бригады слесарей-сантехников в соответствии с «Правилами техники безопасности при эксплуатации теплоиспользующих установок и тепловых сетей». Перед пуском тепловые сети разбивают на участки, как показано на рис. 59. Начинают пуск тепловых сетей с I участка (рис. 60) при этом задвижки на ответвлениях теплопроводов *1, 2, 8, 7, 10, 11, 12, 13, 15, 16* должны быть закрыты. Спускной штуцер с краном *9* в ТК-1 должен быть также закрыт, краны с воздушниками *19, 20, 17, 18* необходимо открыть, а также открыть кран на перемычке *14* в конце участка *I* тепловой сети в ТК-16.

Руководитель пусковых работ должен в ТК-8 и ТК-16 поставить слесарей-сантехников для удаления воздуха из теплопроводов при заполнении их водой. Кроме того, назначить слесарей-обходчиков для осмотра соединений теплопроводов, состояния запорной арматуры и для устранения неисправностей и подачи сигналов в случае обнаружения утечек, которые невозможно устранить без прекращения заполнения теплопроводов водой. Тепловые сети I участка заполняют через обратный теплопровод *21*, открыв для этого задвижки *3, 4, 6*, а также кран *9* на спускном штуцере в ТК-1. Температура воды, подаваемая источником теплоснабжения через обратный теплопровод, не должна быть выше 70 °С. Во избежание нарушения

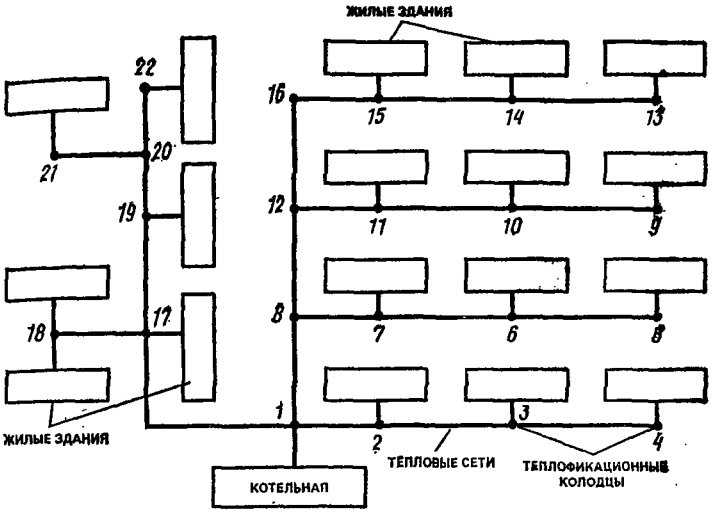


Рис. 59. Разбивка тепловых сетей на участки

I — участок тепловых сетей с колодцами *1, 8, 12, 16; II* — участок с колодцами *1, 2, 3, 4; III* — участок с колодцами *8, 7, 6, 5; IV* — участок с колодцами *12, 11, 10, 9; V* — участок с колодцами *16, 15, 14, 13; VI* — участок с колодцами *1, 17, 18, 19, 20, 21, 22*

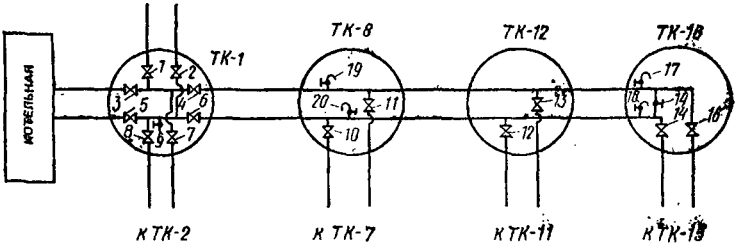


Рис. 60. Схема I участка тепловых сетей

плотности соединений теплопроводов повышение температуры сетевой воды в тепловой сети не должно превышать 30° в 1 ч. Заполнение теплопроводов сетевой водой с температурой выше 70 °С может привести к резкому расширению металла и изгибу теплопроводов, так как при первоначальном поступлении горячей воды ее поток начнет больше прогревать нижнюю часть теплопроводов, создавая в этом случае неравно-

мерное температурное расширение металла. Изгибы, в свою очередь, могут нарушить герметичность сварных, фланцевых и резьбовых соединений теплопроводов.

Для заполнения I участка задвижку *4* открывают полностью, а задвижку *3* открывают плавно, постепенно увеличивая поток воды, поступающей в обратный теплопровод. Слесари-сантехники у воздушных кранов следят за выходом воздуха из теплопроводов и как только начнет выходить из воздушников вода, краны на них закрывают. Заполняющая обратный теплопровод вода проходит через перемычку с краном *14* в ТК-16 и заполняет подающий теплопровод *22*. Выход воды из спускного штуцера с краном *9* укажет на то, что подающий теплопровод заполняется водой. После этого кран следует закрыть и снова повторить удаление воздуха из теплопроводов. Для создания циркуляции сетевой воды на данном участке тепловых сетей нужно плавно открыть задвижку *5*. Таким образом, I участок тепловых сетей запущен в работу. Следует отметить, что удаление воздуха из теплопроводов в течение нескольких часов после пуска их в работу повторяется.

Слесари-обходчики после начала циркуляции сетевой воды в теплопроводах участка проверяют состояние запорной арматуры, соединений теплопроводов и места, где ранее был произведен ремонт. Проверка считается законченной, когда запорная арматура и соединения теплопроводов находятся в удовлетворительном состоянии. Замеченная слесарями-обходчиками на первый взгляд незначительная течь воды в соединениях теплопровода или из сальника арматуры должна быть немедленно устранена. Если ее оставить без внимания, то дальнейшее размывание водой сальника арматуры, течь из-под прокладки фланцевого соединения или течь из-под сварного шва соединения теплопроводов может через некоторое время стать усилившейся течью, которая заполнит водой каналы тепловых сетей и нарушит этим самым теплоизоляцию теплопроводов. Кроме того, сетевая вода станет причиной ускорения наружной коррозии теплопроводов. Для твердой убедительности нужно проверить еще раз, закрыт ли спускной штуцер с краном *9*, так как незакрытый или не достаточно закрытый кран может

привести к заполнению водой каналов и теплофикационных камер, а также подвалов жилых зданий. Заполнив сетевой водой I участок тепловых сетей и пустив его в работу, приступают к пуску в работу остальных участков тепловых сетей.

5.2. ПУСК СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

После пуска в работу тепловых сетей жилого района приступают к заполнению сетевой водой систем отопления жилых зданий и пуску их в работу. Пуск в работу систем отопления жилых зданий производят также поочередно — одно здание за другим, т. е. не одновременно всех зданий жилого района. Перед пуском в работу систем отопления нужно с особой внимательностью проверить, правильно ли выдержаны уклоны магистральных трубопроводов, нет ли контруклонов, которые приводят к ослаблению циркуляции воды в системе отопления и замерзанию труб в зимнее время. Проверить, открыты ли полностью все краны и вентили на стояках, подводках к нагревательным приборам, на ответвлениях магистральных трубопроводов, что крайне важно для создания нормальной циркуляции воды при пуске системы отопления в работу. При проверке следует обратить внимание на неизолированные трубы или участки труб с нарушенной теплоизоляцией на чердаках и подвалах зданий. Неизолированные трубы или участки труб с нарушенной теплоизоляцией должны быть утеплены теплоизоляционным материалом, так как через неизолированные или плохо изолированные поверхности труб теряется значительное количество теплоты.

Если заполнение системы отопления здания водой производится по каким-либо причинам (после устранения неисправностей, после монтажа или ремонта элементов системы отопления) в зимнее время, нужно предварительно отключить стояки и нагревательные приборы на лестничных клетках, а также отсоединить или отключить вентилями (если они имеются) воздушные трубы. Эти элементы системы отопления больше всего подвергаются замораживанию при заполнении их водой в зимнее время. Начинать заполнение системы отопления водой и пуск ее в работу следует с ближайших зданий, расположенных от ис-

точника теплоснабжения, переходя по мере заполнения от одного здания к другому. Перед заполнением системы отопления здания водой мастер или бригадир доводит до сведения обязанности каждого слесаря-сантехника и уточняет сигналы, которые будут применяться в процессе заполнения водой и пуска в работу системы отопления. В здании выставляют посты слесарей у воздушных кранов воздухосборников для удаления воздуха и контроля за заполнением системы отопления водой, в ИТП ставят слесаря для выполнения операций по заполнению системы водой, а на лестничных клетках выставляют слесарей-обходчиков, которые следят за состоянием системы и устраняют неисправности по заявкам от квартиросъемщиков жилого здания.

Как только весь персонал слесарей занял свои рабочие места, дополнительно проверяют степень открытия арматуры на магистральных трубопроводах и стояках системы отопления. Убедившись, что арматура открыта полностью, мастер или бригадир стуком по стояку подает сигнал о начале заполнения системы отопления водой. В этот момент слесари открывают воздушные краны на воздухосборниках, а слесарь в ИТП плавно открывает задвижку *3* (рис. 61) на обратном теплопроводе. Такой способ заполнения системы водой дает условия для беспрепятственного выхода воздуха из нее. Следует заметить, что однотрубную систему отопления необходимо заполнять очень медленно, причем делают частые перерывы закрытием задвижки *3* на 1—2 мин.

Если по небрежности или спешке слесарь будет заполнять эту систему водой быстро, то при этом стояки заполнятся водой быстрей, чем нагревательные приборы, которым для заполнения нужно больше воды по сравнению со стояками. В этом случае находящийся воздух в нагревательных приборах, не успев уйти к воздушным кранам, будет окружен водой. Движение воды через нагревательные приборы будет остановлено воздушными мешками. После удаления воздуха из системы отопления воздушные краны закрывают, а в ИТП через стояк передают сигнал об окончании заполнения системы отопления водой. После подачи сигнала вентиль *2* на перемычке *5*, установленный на теплопроводах, закрывают и приступа-

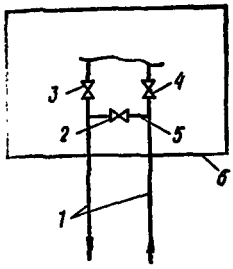


Рис. 61. Расположение арматуры на вводе в здание

1 — теплопроводы; *2* — вентиль; *3, 4* — задвижки; *5* — перемычка; *6* — жилое здание

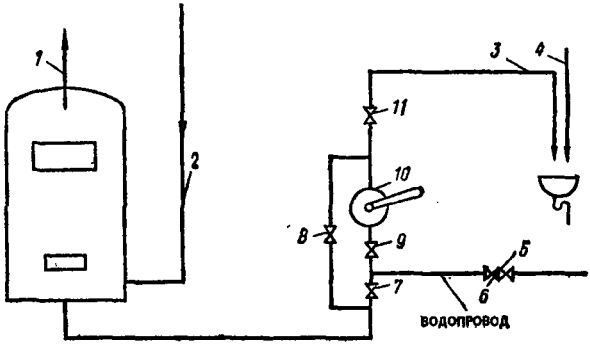


Рис. 62. Заполнение водой системы отопления с естественной циркуляцией

1 — главный подающий стояк; *2* — обратная магистраль; *3* — сливная труба; *4* — сигнальная труба расширительного бака; *5, 7, 8, 9, 11* — вентили; *6* — обратный клапан; *10* — ручной насос

ют к плавному открыванию задвижки *4* на подающем теплопроводе. Слесари-обходчики ведут наблюдение за степенью нагрева стояков и нагревательных приборов. В период начавшейся циркуляции воды снова открывают воздушные краны и проверяют наличие воздуха в системе отопления. Убедившись в том, что воздуха в системе отопления здания нет, переходят к заполнению системы отопления водой и пуск в работу следующих зданий.

Заполнение водой системы отопления зданий зимой производят по частям, т. е. вначале заполняют водой одну группу стояков, затем вторую, третью и т. д. Этим самым ускоряют процесс заполнения си-

стемы водой и создание циркуляции воды в стояках и нагревательных приборах, облегчают осмотр состояния заполненной части системы водой и устранение неисправностей, а самое главное, при этом исключают опасность замораживания отдельных частей системы отопления в зимнее время. Опасность замораживания труб при заполнении водой большого числа стояков возникает в системе отопления с верхней разводкой, поэтому эту систему разбивают на большое число частей с наименьшим числом стояков, подлежащих одновременному заполнению водой. Замерзание труб системы отопления с нижней разводкой не вызывает больших опасений при заполнении водой, поэтому число одновременно заполняемых стояков принимают большим, чем для системы отопления с верхней разводкой. Горизонтальные однотрубные системы отопления заполняют водой в такой последовательности: вначале заполняют водой стояк и нагревательные приборы одного этажа, затем второго, третьего и т. д.

В системе отопления с естественной циркуляцией, как правило, заполняют водой одновременно все стояки без разделения на части. Когда в водопроводе достаточно давление, систему отопления заполняют напором воды из водопровода (рис. 62). Открывают вентили *1* и *3*, а вентили *4*, *5*, *6* закрывают. В противном случае заполнение системы водой производят с помощью ручного насоса. При этом вентили *4*, *5* и *1* открывают, а вентили *3* и *6* находятся в закрытом положении. Контроль за заполнением системы водой осуществляется по сигнальной трубе расширительного бака. Выход из нее воды укажет на завершение заполнения системы водой. Удаление воздуха из системы отопления производится через расширительный бак. Ручной насос также может служить для откачки воды из нижних точек системы отопления. Откачиваемую воду удаляют по сливной трубе в дренаж.

5.3. ПУСК СИСТЕМЫ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Перед пуском в работу системы горячего водоснабжения закрывают вентили на смесителях. Оставляют открытыми только вентили смесителей верхнего этажа. Это делают для удаления воздуха из системы. Если в системе установлены воздухосборники,

то удаление воздуха осуществляется через них. Вначале заполняют систему холодной водой, открыв задвижку перед подогревателем на трубопроводе холодной воды. Холодная вода заполняет трубную систему подогревателя и стояки системы. Вода сливается через открытые вентили смесителей верхнего этажа. Затем открытием задвижки на вводе теплоносителя в подогреватель и на выходе теплоносителя из подогревателя систему считают пущенной в работу — с этого момента начинается подогрев воды для целей горячего водоснабжения. Вода подогревается до +65 °С.

Глава 6. РЕГУЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

6.1. ЗАДАЧИ РЕГУЛИРОВАНИЯ

В системе центрального теплоснабжения преобладающим видом нагрузки является отопление. Доля нагрузки горячего водоснабжения пока составляет всего лишь 10—15 % расчетного максимума нагрузки на отопление. Поэтому режим работы источника теплоснабжения и тепловых сетей ориентирован в основном на обеспечение работы систем отопления зданий. Задача регулирования систем отопления состоит в том, чтобы обеспечить отдачу теплоты нагревательными приборами, а температуру воздуха в отапливаемых помещениях поддерживать в соответствии с санитарными нормами (для жилых помещений +18 °С, для комнат детских садов и яслей +20—22 °С и т. д.). Температуру воздуха в помещениях замеряют термометрами на высоте 1,5 м от пола и на расстоянии 1 м от наружных стен. Регулирование систем центрального теплоснабжения состоит из регулирования следующих элементов: источника теплоснабжения, тепловых сетей, систем отопления и горячего водоснабжения зданий.

6.2. РЕГУЛИРОВАНИЕ ИСТОЧНИКА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Регулирование источника теплоснабжения сводится к обеспечению следующих условий: а) давление сетевой воды в обратном коллекторе не должно от-

клоняться от заданного более чем на ±10 %; б) разность давлений в подающем и обратном теплопроводах (располагаемый напор или перепад давления) на выходе из источника теплоснабжения не должна отклоняться от заданной более чем на ±5 %; в) температура сетевой воды в подающем теплопроводе на выходе из источника теплоснабжения не должна отклоняться от температуры заданного температурного графика более чем на ±2 °С; г) расход подпиточной воды (при отсутствии непосредственного водоразбора) должен быть не более 0,5 % емкости всей системы центрального теплоснабжения (источника теплоснабжения, тепловых сетей и систем отопления зданий); д) в воде для подпитки тепловых сетей при температуре 76—100 °С содержание кислорода должно быть не более 0,1 мг/кг, при температуре 101—200 °С — не более 0,05 мг/кг, карбонатная жесткость должна быть не более 0,7 мг-экв/кг, число pH должно быть в пределах 6,5—8,5, свободная углекислота должна отсутствовать, содержание взвешенных веществ не должно быть более 5 мг/кг; вода для подпитки тепловых сетей должна удовлетворять ГОСТ 2874—82* «Вода питьевая»; е) расход сетевой воды и температуры сетевой воды в обратном теплопроводе на вводе в источник теплоснабжения должны соответствовать значениям, определенным гидравлическим и тепловым режимами. По расходу сетевой воды допускается отклонение в пределах ±10 %, по температуре сетевой воды в обратном теплопроводе при наличии разнородных нагрузок — ±5 °С, а при наличии нагрузки на системы отопления — ±3 °С.

Источник теплоснабжения при нарушении указанных условий обязан выявить причины и устранить их до начала регулирования тепловых сетей и систем отопления зданий.

6.3. РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Тепловые сети должны выполнять следующие условия: а) подавать расчетное количество сетевой воды на каждую систему отопления; б) поддерживать температуру сетевой воды на вводах потребителей теплоты по температурному графику в зависимости от температуры наружного воздуха; в) поддерживать

давление в подающем и обратном теплопроводах в соответствии графика фактических давлений сетевой воды в тепловых сетях и на вводах потребителей теплоты.

Источник теплоснабжения может выполнить условия по части подачи расчетного количества сетевой воды, отпустить температуру сетевой воды в соответствии температурного графика, однако может не обеспечить нормальное теплоснабжение потребителей теплотой, если не будет обеспечен гидравлический режим работы тепловых сетей. Регулирование работы тепловых сетей — по меньшей мере на 95 % заключается в наладке их гидравлического режима. Регулирование гидравлического режима сводится к точному распределению всего количества циркулируемой сетевой воды в тепловых сетях по ЦТП и ИТП в соответствии с их фактическими тепловыми нагрузками и температурным графиком. Весьма важно, чтобы тепловые сети оставались отрегулированными на весь период отопительного сезона. Этого можно достигнуть, не изменяя расходы и давления сетевой воды по ЦТП и ИТП.

Нарушениями гидравлического режима тепловых сетей чаще всего являются засоры взвешенными веществами П-образных компенсаторов, задвижек, а также углы поворотов тепловых сетей и узлы ответвлений тепловых сетей. Немаловажным фактором нарушения гидравлического режима тепловых сетей могут стать перемычки, оставленные на теплопроводах. При негерметичности закрытых вентилей или кранов часть сетевой воды будет циркулировать через эти перемычки. Нарушение температурного режима может вызвать затопление каналов тепловых сетей верховыми и грунтовыми водами. При невозможности удаления этих вод из каналов тепловых сетей на источнике теплоснабжения повышают температуру сетевой воды в подающем теплопроводе или увеличивают диаметры сопл элеваторов или шайб у соответствующих потребителей теплоты.

6.4. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Гидравлический режим тепловых сетей оказывает решающее значение на качество теплоснабжения потребителей теплоты. В свою очередь гидравлический

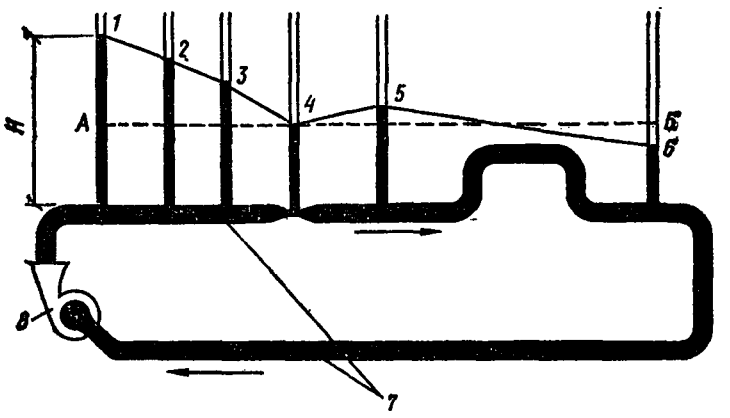


Рис. 63. Изменение давлений в теплопроводах тепловых сетей
1, 2, 3, 4, 5, 6 — участки теплопровода; *7* — тепловые сети; *8* — сетевой насос

режим в основном зависит: от характеристики сетевых насосов, установленных в источнике теплоснабжения; от профиля местности, на которой проложены тепловые сети; пропускной способности тепловых сетей и качества их эксплуатации и ремонта. При движении сетевая вода соприкасается со стенками теплопроводов и под влиянием трения слои воды, соприкасающиеся со стенками теплопроводов, имеют меньшую скорость движения по сравнению со слоями воды, движущимися в центре потока теплопроводов. Когда скорость движения воды в теплопроводах невелика, то это движение будет относительно равномерным по всему сечению теплопроводов. Такое движение воды называется ламинарным. При больших скоростях возникают завихрения движения воды, которое называется турбулентным. Поэтому как осуществляется движение сетевой воды в теплопроводах, судят о потере напора. При турбулентном движении увеличивается потеря напора и усложняется распределение скоростей потока воды и напора (давления).

Рассмотрим соотношение между скоростями движения воды в теплопроводах и давлением. На рис. 63 показаны тепловые сети, связанные с сетевым насосом. На определенных участках к теплопроводу присоединены вертикальные трубки для измерения давления

(напора). Если сетевой насос не будет работать, то вода по закону сообщающихся сосудов во всех трубках будет на одном уровне по линии АБ. Высота столба воды, находящейся в покое, будет указывать статистическое давление. Но как только включится в работу сетевой насос, сетевая вода в теплопроводах придет в движение. В подающем теплопроводе по ходу движения сетевой воды после сетевого насоса создается определенный напор, который на рис. 63 обозначен буквой Н. Измеряется напор в метрах водяного столба (м вод. ст.). При этом 10 м вод. ст. соответствует давлению 0,1 МПа (1 кгс/см^2).

На прямолинейном участке теплопровода *1—3*, где сечение его одинаковое, уровень воды в трубках будет постепенно и равномерно уменьшаться по направлению движения воды. На данном участке теплопровода одинаковое сечение и следовательно отсутствуют существенные сопротивления движению сетевой воде в теплопроводе. Вода перемещается с постоянной скоростью и равномерным падением напора. Потери напора на этом участке возникают из-за трения потока воды о стенки теплопровода. Эти потери будут называться линейными. Резкие сужения или расширения труб, повороты труб, установленные задвижки, вентили, компенсаторы и т. д. создают на пути движения потока воды дополнительные сопротивления, которые называются местными потерями.

На участке *3—4* имеется резкое сужение теплопровода. В этом месте скорость потока воды увеличивается, а напор будет резко падать. Но на участке *4—5* в месте расширения теплопровода скорость потока уменьшается, а напор увеличивается. На участке *5—6* поток воды проходит П-образный компенсатор и здесь наглядно видно продолжение падения напора. Если увеличить напор (т. е. установить насос в источнике теплоснабжения с большим напором) скорость движения воды в теплопроводах увеличится, возникнет большое сопротивление движению потока воды, а следовательно, падение напора тоже будет резко падать. Чем чище внутренняя поверхность теплопроводов, тем меньше сопротивление при движении в них потока воды. Это обстоятельство учитывают, когда планируют на летний период промывку тепловых сетей. Следует отметить еще одно немаловажное

обстоятельство. В местах разветвлений тепловых сетей поток воды в большем количестве устремится в теплопроводы с большим диаметром, чем в ответвления с малыми диаметрами.

Расчет гидравлического режима тепловых сетей ставит своей целью следующие задачи: а) давление в подающем и обратном теплопроводах должно обеспечивать надежную работу всех систем отопления потребителей теплоты (для элеваторных присоединений разность давлений между подающим и обратным теплопроводами перед элеватором должно быть не менее 15 м вод. ст.); б) давление в тепловой сети не должно превышать допустимого давления для работы систем отопления потребителей теплоты; в) давление во всех точках сети и в системах отопления не должно быть ниже атмосферного во избежание поступления воздуха в теплопроводы и системы отопления зданий; г) давление в теплопроводах или в какой-либо точке системы отопления, где температура сетевой воды выше 100 °С, не должно быть ниже давления парообразования во избежание гидравлических ударов и связанными с ним разрушениями систем отопления.

При регулировке гидравлического режима необходимо, чтобы как можно меньше терялся напор, развиваемый сетевыми насосами источника теплоснабжения, и как можно больше был избыток этого напора на вводах потребителей теплоты. При этом будут устойчивее работать тепловые сети и системы отопления. Поглощение избыточного напора на вводе потребителя теплоты достигается путем правильного расчета диаметра сопл и подбора элеваторов.

Предварительно определим по формулам (2), (3) и (10) расходы теплоты на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение зданий в кДж/ч (ккал/ч), подключенных к определенному участку тепловых сетей. Затем полученное количество теплоты преобразуем в ГДж/ч (Гкал/ч). Система теплоснабжения работает при стандартных температурных графиках: $\Delta t = 150—70$ °С, $\Delta t = 130—70$ °С, $\Delta t = 95—70$ °С. Итак, известными данными на первоначальную стадию расчета гидравлического режима должны быть обязательно: тепловая нагрузка участка тепловой сети в ГДж/ч (Гкал/ч) и температурный график в °С. По табл. 29 определяем по тепловой нагрузке два значения для

дальнейшего расчета: d — диаметр теплопроводов, м; R — удельная потеря давления на трение на 1 м протяженности теплопроводов, МПа (кгс/см²). Таким образом, линейные потери давления всего участка тепловых сетей определяют по формуле, МПа (кгс/см²):

$$\Delta p_{\text{л}} = Rl, \tag{49}$$

где l — длина участка тепловых сетей, м.

Для определения местных потерь давления на данном участке тепловых сетей нужно вначале определить расход сетевой воды G по имеющейся тепловой нагрузке в КДж/ч (ккал/ч) Q по формуле, кг/ч:

$$G = Q/\Delta t, \tag{50}$$

отсюда скорость движения сетевой воды на данном участке тепловой сети может быть определена по формуле, м/с:

$$w = (4G)/(\pi d^2 \cdot 3600), \tag{51}$$

Приняв для тепловых сетей эквивалентную шероховатость внутренних стенок теплопроводов $k_э = 0{,}5$ мм, определим значение критерия R_e:

$$R_e = 568\,(d/k_э). \tag{52}$$

Тогда коэффициент гидравлического трения стальных труб λ равен:

$$\lambda = 0{,}11\,(k_э/d + 68/R_e)^{0{,}25}, \tag{53}$$

Эквивалентную длину местных сопротивлений определяют по формуле, м:

$$l_э = (\Sigma\zeta d)/\lambda, \tag{54}$$

где $\Sigma\zeta$ — сумма коэффициентов местных сопротивлений. Эту величину принимают по табл. 30.

Тогда местные потери давления на участке тепловой сети составят, МПа (кгс/см²):

$$\Delta p_{\text{м}} = Rl_э. \tag{55}$$

Суммарное падение давления в теплопроводах участка тепловых сетей слагается из линейных и местных потерь и определяется по формуле, МПа (кгс/см²):

$$\Delta p = \Delta p_{\text{л}} + \Delta p_{\text{м}}. \tag{56}$$

При этом 0,1 МПа (1 кгс/см²) 10 м вод. ст. = = 10000 кгс/см² = 10000 мм вод. ст.

Для производства расчета гидравлического режи-

Таблица 29. **Пропускная способность теплопровода тепловых сетей при $k_э$=0,5 мм, γ=958,4 кг/м³**

d, мм	Пропускная способность 10^4 ГДж/ч (Гкал/ч) при температурных графиках					
	Δt=150—70 °С				Δt=130—70 °С	
	Удельная потеря давления на трение R, МПа (кгс/см²) на 1 м протяженности теплопровода					
	0,5 (5)	1 (10)	1,5 (15)	2 (20)	0,5 (5)	1 (10)
25	0,17 (0,04)	0,2 (0,05)	0,29 (0,07)	0,33 (0,08)	0,125 (0,03)	0,17 (0,04)
32	0,29 (0,07)	0,37 (0,09)	0,46 (0,11)	0,50 (0,12)	0,21 (0,05)	0,29 (0,07)
40	0,46 (0,11)	0,63 (0,15)	0,80 (0,19)	0,93 (0,22)	0,34 (0,08)	0,50 (0,12)
50	0,84 (0,2)	1,17 (0,28)	1,42 (0,34)	1,67 (0,4)	0,63 (0,15)	0,88 (0,21)
80	3,14 (0,75)	4,4 (1,05)	5,45 (1,3)	6,28 (1,5)	2,35 (0,56)	3,31 (0,79)
100	5,24 (1,225)	7,33 (1,75)	9,28 (2,2)	10,47 (2,2)	3,90 (0,93)	5,53 (1,32)
125	9,2 (2,2)	13,4 (3,2)	16,34 (3,9)	18,85 (4,5)	7,42 (1,7)	10,05 (2,4)
150	15,5 (3,7)	21,4 (5,1)	26,4 (6,3)	30,75 (7,5)	11,73 (2,8)	15,9 (3,8)
200	36 (8,6)	50,3 (12)	62,9 (15)	71,23 (17)	26,87 (6,4)	38,10 (9,1)
250	58,6 (14)	90,2 (22)	108,9 (26)	125,7 (30)	46,09 (11)	67,04 (16)
300	105 (25)	142,5 (34)	176,0 (42)	201,1 (48)	79,6 (19)	108,9 (26)
350	151 (36)	213,7 (51)	264,0 (63)	305,8 (73)	113,1 (27)	285 (68)
400	222 (53)	314,3 (75)	385,5 (92)	444 (106)	167,6 (40)	235 (56)
450	301 (72)	431,6 (103)	523,7 (125)	615,9 (147)	226,3 (54)	323 (77)
500	402 (96)	565,7 (135)	687,2 (164)	804,5 (192)	301,7 (72)	427 (102)
600	628 (150)	888,2 (212)	1089 (260)	1274 (304)	473,5 (113)	666 (159)
700	905 (216)	1273,7 (304)	1542 (368)	1810 (432)	678,8 (162)	955 (228)
800	1273 (304)	1856,1 (443)	2179 (520)	2577 (615)	955,3 (228)	1358 (324)
900	1738 (415)	2451,2 (585)	2954 (705)	2457 (825)	1299 (310)	1831 (437)
1000	2262 (540)	3184,4 (760)	3897 (930)	4525 (1080)	1697 (405)	2388 (570)
1200	3582 (855)	5028 (1200)	6243 (1490)	7333 (1750)	2682 (640)	3771 (900)
1400	5363 (1280)	7710 (1840)	9386 (2240)	10726 (2560)	4022 (960)	5782 (1380)

Продолжение табл. 29

$d_н$, мм	Пропускная способность 10^4 ГДж/ч (Гкал/ч) при температурных графиках					
	Δt=130—70 °С		Δt=95—70 °С			
	Удельная потеря давления на трение R, МПа (кгс/см²) на 1 м протяженности теплопровода					
	1,5 (15)	2 (20)	0,5 (3)	1 (10)	1,5 (15)	2 (20)
25	0,21 (0,05)	0,25 (0,06)	0,04 (0,01)	0,07 (0,017)	0,08 (0,02)	0,10 (0,024)
32	0,34 (0,08)	0,37 (0,09)	0,08 (0,02)	0,12 (0,029)	0,10 (0,025)	0,12 (0,028)
40	0,59 (0,14)	0,67 (0,16)	0,143 (0,035)	0,2 (0,05)	0,25 (0,06)	0,29 (0,07)
50	1,09 (0,26)	1,26 (0,3)	0,25 (0,06)	0,38 (0,09)	0,46 (0,11)	0,5 (0,12)
80	4,06 (0,97)	4,60 (1,1)	0,96 (0 23)	1,38 (0.33)	1,68 (0,4)	1,47 (0,47)
100	6,91 (1,65)	7,96 (1,9)	1,63 (0,39)	2,3 (0,55)	2,85 (0,68)	3,31 (0,79)
125	12,1 (2,9)	14,24 (3,4)	2,93 (0,7)	4,19 (1,0)	5,15 (1,23)	5,87 (1,4)
150	19,7 (4,7)	23,46 (5,6)	4,81 (1,15)	6,7 (1,6)	7,95 (1,9)	9,63 (2,3)
200	46,1 (11)	54,47 (13)	11,3 (2,7)	15,9 (3,8)	19,7 (4,7)	22,62 (5,4)
250	83,8 (20)	96,4 (23)	—	—	—	—
300	134 (32)	150,8 (36)	—	—	—	—
350	197 (47)	230 (55)	—	—	—	—
400	289 (69)	331 (79)	—	—	—	—
450	389 (93)	461 (110)	—	—	—	—
500	415 (123)	603,3 (144)	—	—	—	—
600	817 (195)	955 (228)	—	—	—	—
700	1156 (276)	1357 (324)	—	—	—	—
800	1634 (390)	1927 (460)	—	—	—	—
900	2208 (527)	2585 (617)	—	—	—	—
1000	2338 (558)	3393 (810)	—	—	—	—
1200	4609 (1100)	5405 (1290)	—	—	—	—
1400	6888 (1680)	8045 (1920)	—	—	—	—

Таблица 30. Значения коэффициентов местных сопротивлений ζ в теплопроводах тепловых сетей

Элемент теплопровода	ζ
Задвижка нормальная	0,5
Вентиль с косым шпинделем	0,5
Вентиль с прямым шпинделем	0,6
Обратный клапан нормальный	7,0
Компенсатор сальниковый	0,3
Компенсатор П-образный	2,8
Отводы гнутые под углом 90° со складками:	
$R=3\,d$ трубы	0,8
$R=4\,d$ трубы	0,5
Отводы сварные одношовные под углом:	
120°	0,7
135°	0,3
150°	0,2
Отводы сварные двухшовные под углом 90°	0,6
Отводы сварные трехшовные под углом 90°	0,5
Отводы гнутые под углом 90° гладкие:	
$R=d$ трубы	1,0
$R=3\,d$ трубы	0,5
$R=4\,d$ трубы	0,3
Тройники при слиянии потока:	
проход	1,2
ответвление	1,8
Тройники при разделении потока:	
проход	1,0
ответвление	1,5
Тройник при встречном потоке	3,0
Внезапное расширение	1,0
Внезапное сужение	0,5

ма тепловых сетей необходимо иметь: а) схему тепловых сетей с указанием длин, арматуры, компенсаторов и фасонных частей; б) данные о расчетных расходах теплоты и сетевой воды на отдельных участках тепловых сетей; в) стандартный температурный график.

Нередко к существующим тепловым сетям присоединяют вновь построенные здания со своими системами отопления и иногда это осуществляется без проекта, даже без предварительного расчета гидравлического режима. При этом следует иметь в виду, что существует квадратичная зависимость расхода от

напора. Так, например, при увеличении расхода сетевой воды по тепловой сети необходимо увеличить напор в 4 раза. Увеличивая напор в 2 раза, расход увеличивается в 1,4 раза. При уменьшении диаметра теплопроводов тепловых сетей в 2 раза, падение напора возрастает в $2^{5,25}$ раз или почти в 26 раз. Существующие тепловые сети очень часто рассчитаны только для работы существующих потребителей теплоты и поэтому дополнительное подключение новых потребителей теплоты может нарушить гидравлический режим работы тепловых сетей и систем отопления всех отапливаемых зданий жилого района. Вместе с этим резко ухудшится теплоснабжение жилых зданий этого района.

6.5. РЕГУЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ЖИЛОГО ЗДАНИЯ

Регулирование системы отопления жилого здания является трудоемким мероприятием и требует определенных технических знаний. Эта работа должна производиться при установившемся тепловом режиме тепловых сетей, т. е. когда температура в подающем теплопроводе на вводе в жилое здание соответствует температуре наружного воздуха согласно температурному графику. Далее необходимо проверить фактический расход сетевой воды для теплоснабжения здания и сопоставить его с расчетным (в документации проекта строительства жилого здания, переданной жилищно-коммунальному хозяйству, имеется такая величина). Если же у эксплуатационников отсутствует этот проект (жилое здание весьма старой застройки), то расход сетевой воды необходимо рассчитать по формулам, приведенным в главе III. Для системы отопления, подключенной к тепловой сети через элеваторы или через подмешивающие насосы, соответствие фактического расхода сетевой воды расчетному определяют по формуле

$$y = \left[\left(t_{\text{п}} - t_0\right)\left(t'_{\text{см}} + t'_0 - 2t_{\text{н}}\right)\right] / \left[\left(t'_{\text{п}} - t'_0\right)\left(t_{\text{см}} + t_0 - 2t_{\text{н}}\right)\right], \tag{57}$$

где $t_{\text{п}}$ — температура подающей сетевой воды по расчету, °С; t_0 — температура обратной сетевой воды по расчету, °С; $t_{\text{см}}$ — температура смешанной воды по расчету, °С; $t'_{\text{п}}$ — температура

подающей сетевой воды по фактическому замеру, °С; $t'_о$ — температура обратной сетевой воды по фактическому замеру, °С; $t'_{см}$ — температура смешанной воды по фактическому замеру, °С; $t_н$ — температура наружного воздуха, при которой производились замеры температур на тепловом вводе в ИТП (фактическая температура наружного воздуха принимается по данным местной метеостанции), °С.

Если система отопления подключена непосредственно к тепловой сети (без элеватора и подмешивающего насоса), соответствие фактического расхода сетевой воды расчетному расходу подсчитывают по формуле

$$y = [(t_п - t_0)(t'_п + t'_0 - 2t_н)]/[(t'_п - t'_о)(t_п + t_о - 2t_н)], \quad (58)$$

Смену сопл и шайб производят при $0{,}9 > y > 1{,}15$, если температура воздуха в помещениях отличается от нормы. Скорректированный диаметр сопла элеватора (мм) подсчитывают по формуле

$$d_н = d_{ст}/\sqrt{y}, \quad (59)$$

где $d_{ст}$ — первоначальный диаметр отверстия сопла, мм.

Для элеватора необходимо определить фактический коэффициент смешения по формуле

$$U_ф = (t_п - t'_{см})/(t'_{см} - t'_о). \quad (60)$$

Если $U_ф/U_{расч}$, необходимо тщательно произвести ревизию элеватора. При этом проверить качество обработки камеры смешения, соосность корпуса элеватора с соплом, внутреннюю конусность сопла, расстояние от конца сопла до входа в камеру смешения (это расстояние для элеватора типа ВТИ и теплосети Мосэнерго составляет $1{,}5\,d_с$). Скорректированный диаметр (мм) отверстия шайбы на тепловом вводе определяют по формуле

$$d_н = \frac{d_{ст}}{\sqrt{y}} \sqrt{\frac{H_в - \Delta h_ф}{H_в - \Delta h/y^2}}, \quad (61)$$

где $H_в$ — располагаемый напор на вводе в жилое здание, м вод. ст.; $\Delta h_ф$ — фактическая потеря напора (перепада давления) в системе отопления после шайбы, м вод. ст.

Необходимые потери напора в системах отопления жилых зданий принимают в пределах 1,0—2,0 м вод. ст.

Если же эти пределы потерь напора нарушаются, то, следовательно, нарушается нормальная работа системы отопления. При уменьшении предела потерь напора в системе отопления уменьшается количество подаваемой теплоты в систему, при увеличении предела потерь напора — система отопления разрегулируется. В этом случае ближайшие к ИТП стояки с нагревательными приборами получают больше теплоты, а удаленные — меньше. Регулирование подачи теплоты для каждого стояка — это довольно сложная операция. Надежнее и быстрее это осуществить в ИТП каждого отапливаемого жилого здания. Если фактическую потерю напора в системе отопления измерить невозможно, то скорректированный диаметр отверстия шайбы можно определить по формуле

$$d_{\text{н}} = \frac{d_{\text{ст}}}{\sqrt{y}} \sqrt{\frac{H_{\text{в}} - \Delta h_{\text{р}} y^2}{H_{\text{в}} - \Delta h_{\text{р}}}}, \qquad (62)$$

где $\Delta h_{\text{р}}$ — расчетная потеря напора в системе отопления (принимается по данным проекта или принимается равной 1—2 м вод. ст.).

После замены сопла или шайбы на вводе в жилое здание проверяют температуру воздуха не менее чем в 15 % отапливаемых помещений. Если усредненное значение замеренных температур окажется ниже расчетного более чем на 0,5 °С или выше расчетного более чем на 2 °С. Необходимо вторично скорректировать диаметр сопла элеватора или шайбы (по формулам 3, 5, 6). Коэффициент y в этом случае следует пересчитать по формуле

$$y = \frac{(t_{\text{п}} - t_{\text{о}})(t_{\text{вн}} - t_{\text{н}})}{(t'_{\text{п}} - t'_{\text{о}})(t_{\text{вн.р}} - t_{\text{н}})}. \qquad (63)$$

При $y < 0{,}75$ проверяют соответствие площади поверхности нагревательных приборов и при необходимости устанавливают дополнительные нагревательные приборы. Небесполезна при этом будет подрегулировка системы отопления с помощью кранов или вентилей, установленных на стояках. Иногда из-за отсутствия вентилей и кранов на стояках подрегулировку выполнить невозможно, систему отопления можно отрегулировать с помощью шайб, располагаемых в сгонах на стояках. При этом шайбы следует уста-

навливать на всех стояках системы отопления жилого здания, а не выборочно.

Обеспечение нормального теплоснабжения и экономических режимов выработки теплоты источником теплоснабжения достигается регулированием отпуска теплоты. Регулирование может быть центральным и местным. Центральное регулирование температуры, расхода и давления производится непосредственно в пункте источника теплоснабжения, а местное — осуществляется на вводах или у нагревательных приборов потребителей теплоты. Однако в практике эксплуатации систем теплоснабжения не всегда удается ограничиться только центральным регулированием основных параметров теплоносителя (давления, температуры и расхода). Трудности вызываются тем, что подчас отпуск теплоты источником теплоснабжения производится не только на отопление жилых районов города, но и на производственно-вентиляционные нужды промышленных предприятий и для горячего водоснабжения жилых зданий и промышленных предприятий. В этом случае целесообразнее использовать местное регулирование.

Поскольку тепловые сети жилых районов чаще всего выполняются тупиковыми, то местное регулирование систем отопления производится, начиная с ближайших зданий от источника теплоснабжения. Это объясняется тем, что в эти здания теплоноситель поступает с бóльшей температурой и с бóльшим избытком давления. Чем дальше расположены здания от источника теплоснабжения, тем с меньшей температурой и меньшим давлением поступает в них теплоноситель. Вначале уменьшают избыток давления на вводе первого здания, расположенного от источника теплоснабжения. Для этого полностью открытые задвижки в ИТП на подающем и обратном теплопроводах прикрывают до такой степени, пока не достигнет по показаниям манометров значение проектного перепада давления в системе отопления этого жилого здания. Таким образом производят регулирование перепада давления в системе отопления остальных жилых зданий.

Однако регулирование перепада давления подчас на этом не заканчивается. Нередко приходится по несколько раз снова повторять регулирование, уточняя

значения перепада давления в системе отопления каждого жилого здания в отдельности, так как перепад давления одного жилого здания влияет на перепад давления другого здания, а подчас и целого ряда зданий данного участка тепловых сетей. После регулирования перепада давления на вводах в здания приступают к регулировке системы отопления зданий. Перед началом регулирования прогрева стояков и нагревательных приборов выпускают воздух из системы отопления и проверяют степень заполнения системы отопления водой по сигнальной трубе расширительного бака. Затем на ощупь проверяют прогрев нижних частей всех стояков и отмечают слабо и сильно нагретые стояки. На сильно нагретых стояках прикрывают краны до получения нормального прогрева. К концу регулирования степень прогрева всех стояков должна быть одинакова. Проверку равномерности прогрева подающих стояков лучше всего производить по температуре обратных стояков, степень прогрева которых должна быть одинакова.

Окончив регулирование прогрева стояков, приступают к регулированию прогрева нагревательных приборов по этажам. На сильно нагретых приборах прикрывают краны, тем самым увеличивая циркуляцию воды в слабо нагретых приборах. Лучше всего прогрев нагревательных приборов сравнивать на ощупь по обратной подводке к нагревательным приборам. Это позволяет более точно определить, какой из нагревательных приборов перебивает работу других. Регулирование продолжают до тех пор, пока все нагревательные приборы начнут прогреваться равномерно. Если в двухтрубной системе отопления перегрев нагревательных приборов происходит на верхних этажах и недогрев на нижних, то шайбы следует установить на обратных стояках между этими нагревательными приборами. Если же перегрев нагревательных приборов наблюдается в верхних этажах, можно шайбы установить на подводке к этим нагревательным приборам.

В однотрубной системе отопления с замыкающими участками при перегреве нагревательных приборов верхних этажей и недогреве нагревательных приборов нижних этажей шайбы устанавливают у нагревательных приборов верхних этажей. Но если принятая мера

не дает улучшения отопления помещений нижних этажей, то снимают перемычки на нижних этажах. В этой же системе отопления при недогреве нагревательных приборов верхних этажей и перегреве нагревательных приборов нижних этажей уменьшают коэффициент смешения путем прикрытия задвижки после элеватора. При недогреве нагревательных приборов верхних этажей на замыкающих участках устанавливают шайбы. При постоянном перегреве нагревательных приборов верхних этажей и недогреве нагревательных приборов нижних этажей вместо элеватора устанавливают подмешивающий насос, а на безэлеваторной системе отопления — элеватор.

В однотрубной проточной системе отопления регулирование осуществляют изменением поверхности нагрева нагревательных приборов или установкой замыкающих участков между входом и выходом воды из нагревательных приборов.

В условиях эксплуатации как бы ни хорошо была отрегулирована работа системы отопления, действительная температура воздуха в помещениях может быть различной. Более надежным показателем нормальной теплоотдачи нагревательных приборов является температура воды в обратных стояках. Если действительная температура воды в обратном стояке ниже нормальной, то это указывает на то, что система отопления недополучает из тепловой сети требуемого количества теплоносителя или низка его температура и наоборот, если действительная температура воды в обратном стояке выше нормальной, то это указывает на то, что источником теплоснабжения отпускается теплоноситель с перерасходом или теплоноситель поступает в систему отопления с температурой выше нормальной по температурному графику.

Иногда наблюдаются случаи при эксплуатации водяных систем отопления зданий, когда источником теплоснабжения выдерживаются параметры теплоносителя (давление, температура и расход), но от жителей ряда отапливаемых зданий поступают жалобы на неудовлетворительное качество отопления. Такое положение объясняется тем, что в отдельных зданиях на вводах имеется сверхдопустимый напор, а концевые здания испытывают недостаток этого напора. В зданиях, где на вводах имеется недостаток напора,

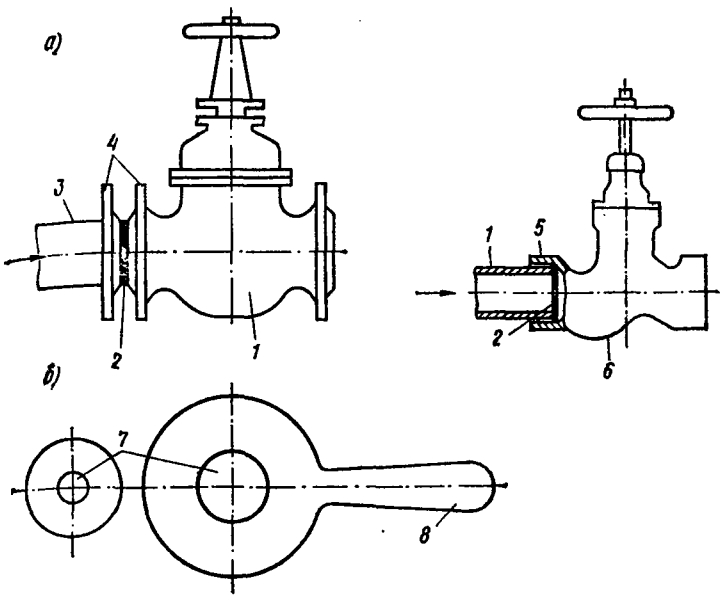


Рис. 64. Установка металлических шайб перед запорной арматурой

а — шайба для муфтовых вентилей; *б* — шайба для фланцевых вентилей и задвижек; *1* — задвижка; *2* — металлическая шайба; *3* — теплопровод на вводе в здание; *4* — фланцы; *5* — резьбовое соединение муфтового вентиля *6*; *7* — отверстие для прохода воды; *8* — хвостовик

возникает вялая циркуляция сетевой воды в системе отопления, здания недополучают теплоту для нормального комфорта в отапливаемых помещениях. Для гидравлической устойчивости работы системы отопления зданий необходимо снизить потери напора на вводах путем полного открытия задвижек, а избыток напора нужно поглотить установкой металлических шайб. Металлические шайбы вставляют между фланцами задвижек на подающем теплопроводе в ИТП или в сгоне муфтовых вентилей (рис. 64). Установка шайб позволяет достаточно точно отрегулировать гидравлическую устойчивость работы системы отопления, чего нельзя достичь с помощью задвижек и вентилей на вводах в здания.

Для расчета шайбы необходимо по показаниям манометров установить напор на вводе в здание. На-

пор (H, м вод. ст.) — это разность давлений по показаниям манометров на подающем и обратном теплопроводах на вводе в здание. Зная расход сетевой воды для теплоснабжения здания, рассчитанный по формуле (5), определяем диаметр, в мм отверстия шайбы по формуле

$$d_ш = 11{,}3\sqrt{G_р/H}. \qquad (64)$$

Следует напомнить, что регулировка систем отопления зданий с помощью шайб достигается в том случае, когда шайбы будут рассчитаны и установлены на вводах всех отапливаемых зданий жилого района. Кроме того, чтобы не происходило засорение отверстий шайб взвешенными частицами, нужно обязательно перед шайбами врезать штуцер с вентилем для удаления скопившейся грязи около шайб. Расстояние между продувочным штуцером и шайбой должно быть не более 50 мм. Из-за значительного гидравлического сопротивления установку грязевиков перед шайбами не предусматривать. Размер отверстий шайбы не должен быть менее 2,5 мм. Шайбы устанавливают после задвижек и вентилей по ходу теплоносителя.

6.6. ПРИМЕНЕНИЕ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

Для нормальной работы элеваторов ИТП необходим наибольший перепад давления сетевой воды перед элеватором. Для этого можно использовать такую схему ИТП, чтобы обеспечивалось достаточное смешение сетевой воды при более низких перепадах давления в ИТП. Такой схемой является схема с насосным смешением, которая применяется в тех случаях, когда при перепаде давления на ИТП элеватор не обеспечивает коэффициент смешения и особенно для крупных зданий с большой потерей напора. Нередко для повышения давления в подающей линии ИТП или для снижения давления в обратной линии возникает потребность в оборудовании ИТП установкой насосного смешения. Установка насоса в ИТП с работающим элеватором позволяет повысить коэффициент смешения и снизить температуру сетевой воды, подаваемой в систему отопления из подающего теплопровода тепловых сетей. По схеме на рис. 65 насос уста-

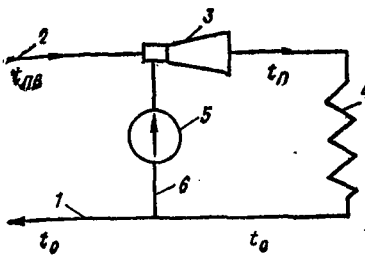


Рис. 65. Установка насоса на перемычке

1 — обратный теплопровод; *2* — подающий теплопровод; *3* — элеватор; *4* — система отопления; *5* — насос; *6* — перемычка

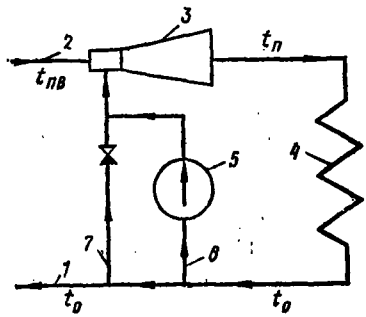


Рис. 66. Установка насоса на дополнительной перемычке для снижения давления в обратном теплопроводе

1 — обратный теплопровод; *2* — подающий теплопровод; *3* — элеватор; *4* — система отопления; *5* — насос; *6* — дополнительная перемычка с насосом; *7* — перемычка

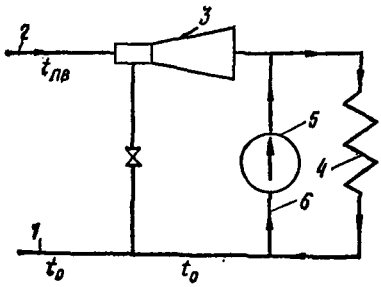


Рис. 67. Установка насоса на дополнительной перемычке с целью смешения воды и повышения давления в подающем теплопроводе

1 — обратный теплопровод; *2* — подающий теплопровод; *3* — элеватор; *4* — система отопления; *5* — насос; *6* — дополнительная перемычка

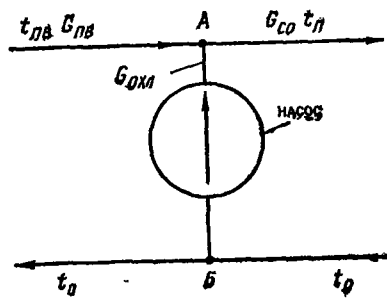


Рис. 68. Схема смесительной установки при помощи перемычки с насосом

навливают между подающим и обратным теплопроводами в ИТП в том случае, когда элеватор не обеспечивает достаточное смешение, т. е. коэффициент смешения слишком мал. При этом коэффициент смешения подсчитывается по формуле

$$U = (t_{пв} - t_{п})/(t_{п} - t_{о}), \quad (65)$$

где U — коэффициент смешения; $t_{пв}$ — температура перегретой сетевой воды до элеватора, °С; $t_{п}$ — температура сетевой воды после элеватора, °С; $t_{о}$ — температура сетевой воды после системы отопления, °С.

По данной схеме насосного смешения сетевая вода перекачивается из обратного теплопровода ровно столько, сколько необходимо, чтобы снизить $t_{пв}$ до $t_{п}$, необходимой для системы отопления (+95 °С). Если в обратном теплопроводе на выходе сетевой воды из системы отопления весьма высокое давление сетевой воды, устанавливают насос на обратном теплопроводе (рис. 66). Иногда возникает такая ситуация, когда в подающем теплопроводе ИТП весьма низкое давление сетевой воды. Для увеличения давления сетевой воды на подающем теплопроводе ИТП устанавливают насос на перемычке для подачи охлажденной сетевой воды в подающий теплопровод (рис. 67).

Для систем отопления группы зданий или на ЦТП для регулирования гидравлического режима тепловых сетей, систем отопления зданий и понижения высокотемпературной воды до допустимой для нормальной работы системы отопления применяют смесительные установки. Высокотемпературную воду с обратной охлажденной водой смешивают с помощью насосов. При этом количество высокотемпературной воды $G_{пв}$ в кг/ч для смешения с обратной водой из системы отопления подсчитывают по формуле

$$G_{пв} = Q_{со}/(t_{пв} - t_{о}), \quad (66)$$

где $Q_{со}$ — расход теплоты для системы отопления здания или группы зданий, кДж/ч (ккал/ч); $t_{пв}$ — температура сетевой воды в подающем теплопроводе до смешения, °С (принимается установленная температура в данном городе. Она может быть +150°С, 130 °С, 115 °С); $t_{о}$ — температура сетевой воды в обратном теплопроводе после системы отопления, °С (принимается для расчета +70 °С).

В этом случае величина $Q_{ос}$ будет тем меньше, чем

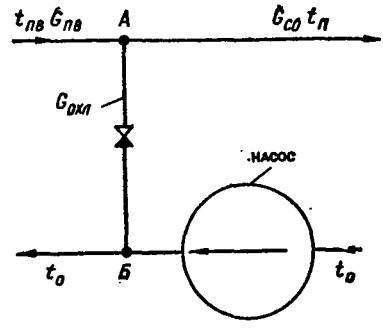


Рис. 69. Смесительная установка с перемычкой и установкой насоса на обратном теплопроводе

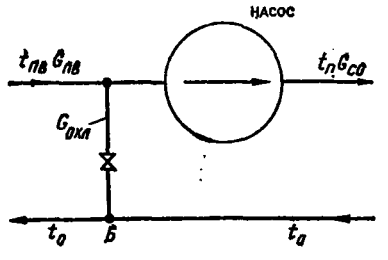


Рис. 70. Смесительная установка с перемычкой и установкой насоса на подающем теплопроводе

выше будет $t_{пв}$. Коэффициент смешения тогда можно будет подсчитать по формуле:

$$U = (t_{пв} - t_о)/(t_п - t_о) - 1, \qquad (67)$$

где $t_п$ — температура подающей сетевой воды в систему отопления после смешения. Эта величина для расчета принимается +95 °С.

Рассмотрим схемы смесительных установок. По схеме смесительной установки, показанной на рис. 68, насос соединен с подающим и обратным теплопроводами перемычкой АБ. Насос на перемычке работает в благоприятных условиях: в насос поступает охлажденная вода из системы отопления с $t_о$. Насос перекачивает охлажденную воду в точку смешения А. Количество охлажденной сетевой воды $G_{охл}$ в кг/ч подсчитывают по формуле

$$G_{охл} = G_{со} - G_{пв}. \qquad (68)$$

Насос, установленный на обратном теплопроводе или на подающем теплопроводе (рис. 69, 70), перекачивает всю сетевую воду, необходимую для циркуляции в системе отопления. Насос, установленный на

подающем теплопроводе, работает не только для смешения, но и для усиления циркуляции сетевой воды в системе отопления высотных зданий. В этом случае смесительный насос дополнительно выполняет функции повысительного насоса. Смесительный насос, расположенный на обратном теплопроводе, (см. рис. 69) устанавливают в том случае, когда в обратной линии системы отопления одного здания или группы зданий наблюдается повышение давления. Эта схема позволяет более надежно поддерживать необходимый тепловой режим.

Глава 7. НЕИСПРАВНОСТИ В РАБОТЕ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И ИХ УСТРАНЕНИЕ

7.1. ПРИЧИНЫ НЕИСПРАВНОСТЕЙ И ИХ УСТРАНЕНИЕ

Надежность работы оборудования системы теплоснабжения определяется способностью этим оборудованием обеспечивать нормальное теплоснабжение потребителей. Однако из-за ряда причин возникают неисправности в работе этого оборудования, которые влекут за собой аварийные ситуации. Остановка работы тепловых сетей и системы отопления жилых зданий для производства ремонта особенно в зимнее время может допускаться только на строго ограниченный срок. Наиболее слабым звеном систем теплоснабжения являются тепловые сети. Основная причина ненадежности работы тепловых сетей — коррозия подземных теплопроводов и в первую очередь подающих теплопроводов, на которые приходится свыше 80 % всех повреждений. Службе по эксплуатации и ремонту системы теплоснабжения жилищно-коммунального хозяйства немало хлопот доставляют неисправности в работе тепловых сетей, систем отопления и горячего водоснабжения, насосных установок и т. д. Там, где слабо организована структура управления по организации эксплуатации и ремонту систем теплоснабжения, недостаточно грамотно подготовлен инженерно-технический и обслуживающий персонал, неисправности в работе системы принимают характер частых явлений.

Для ликвидации неисправностей и аварий служба теплоснабжения жилищно-коммунального хозяйства должна быть оснащена соответствующими машинами и механизмами, землеройной техникой, сварочным оборудованием, передвижными насосными станциями, передвижными мехмастерскими и т. д. Передвижная мехмастерская оборудована верстаком, на котором должны быть тиски и трубозажимы. В мастерской должен быть необходимый набор инструментов и приспособлений для ликвидации неисправностей и аварий. Рассмотрим наиболее характерные причины неисправностей в работе оборудования систем теплоснабжения в жилищно-коммунальном хозяйстве.

Коррозия труб и мероприятия по их защите. Теплопроводы тепловых сетей и трубопроводов систем отопления часто подвержены действию внутренней и наружной коррозии. Тепловая сеть, работающая с температурой сетевой воды 70—80 °С, наиболее подвержена действию наружной коррозии. При этой температуре сетевой воды в каналах тепловых сетей в условиях повышенной влажности процесс наружной коррозии происходит особенно интенсивно, так как теплоизоляция и поверхность труб находятся во влажном состоянии, а температура поверхности теплоизоляции и особенно труб достаточно высока. Для того, чтобы не развивалась наружная коррозия теплопроводов подземных тепловых сетей, необходимо их поверхность содержать сухой. Это особенно важно во время неотопительного периода. Нужно не реже одного раза в неделю повышать в подающем теплопроводе температуру сетевой воды до 100 °С и поддерживать ее в течение 30—40 час.

Наружная коррозия особенно интенсивна в местах подтопления водой, а также вследствие применения в качестве теплоизоляции теплопроводов шлака, торфа, опилок, которые очень хорошо поглощают влагу. Для защиты от наружной коррозии теплопроводов от воздействия влаги следует применять материалы, которые не поглощают влагу; не допускать воздействия влаги на наружные поверхности теплопроводов, для чего их покрывают антикоррозионными покрытиями (лаками, красками, битумом, цинком, борулином и т. д.). Особенно важно обеспечивать беспрерывный отвод влаги из каналов подземных тепловых сетей.

В городах с широкой сетью трамвайных линий наблюдаются случаи влияния через грунт на подземные теплопроводы тепловых сетей блуждающих токов, которые так же, как и влага, сильно разрушают металл. На рис. 71 показана схема коррозии подземных теплопроводов тепловых сетей блуждающими токами. Электрический ток поступает от подвижного транспорта электрофицированных железных дорог и трамваев на рельсы и частично попадает в грунт. В анодных зонах, в которых ток стекает с металла труб в грунт, происходит реакция коррозии поверхности труб.

Для защиты теплопроводов от коррозии блуждающих токов на поверхности труб наносят покрытия (битумперлит, асфальтоизол, битумный порошок и т. д.), имеющие большое электрическое сопротивление. Кроме того, для защиты теплопроводов от блуждающих токов применяют электродренаж этих токов, схема которого показана на рис. 72. Блуждающие токи, попавшие в теплопроводы по дренажному кабелю, направляются к рельсам трамвая и к трамвайной подстанции. Для предупреждения попадания блуждающих токов в теплопроводы тепловых сетей необходимо: рельсовые стыки трамвайных линий выполнять сварными; рельсы надежно соединять с отсасывающими проводами; в местах пересечения теплопроводов с трамвайными линиями следует предусматривать изоляцию между теплопроводами и трамвайными путями (лучшей мерой является воздушная подушка между трамвайными линиями и тепловыми сетями).

На подземных тепловых сетях в наиболее опасных местах для проверки состояния наружной коррозии и увлажнения теплопроводов и теплоизоляции один раз в 2 года следует производить шурфовку (вскрытие грунта) тепловой сети. Новые тепловые сети подвергают шурфовке с третьего года эксплуатации. На каждое вскрытие должен быть составлен соответствующий акт о состоянии тепловых сетей. Контроль за внутренней коррозией водяных тепловых сетей осуществляет, как правило, теплоснабжающая организация города — гортеплосеть. Один раз в 3 года производится электроразведка на предмет действия блуждающих токов.

Для нормальной работы тепловых сетей и систем

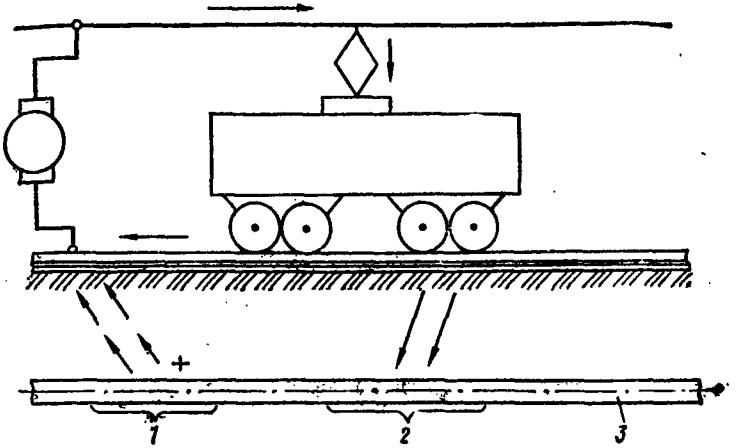


Рис. 71. Схема коррозии подземных тепловых сетей блуждающими токами электрифицированного транспорта

1, 2 — аварийные зоны; *3* — тепловые сети

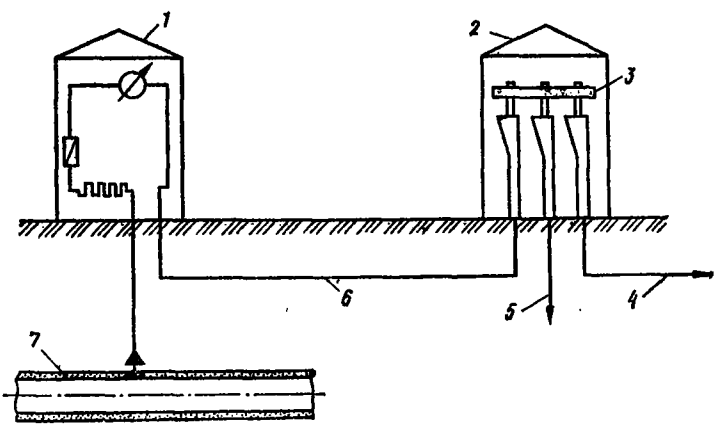


Рис. 72. Электродренаж блуждающих токов

1 — электродренажный ящик; *2* — трамвайный кабельный ящик; *3* — минусовая шина; *4* — обратный фидер к минусовой шине трамвайной подстанции; *5* — отсасывающий фидер от рельсов трамвая; *6* — дренажный кабель; *7* — теплопровод

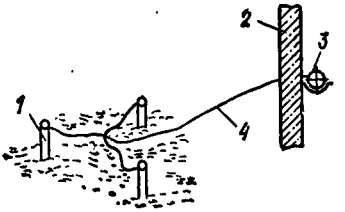


Рис. 73. Электродренаж переменного тока из системы отопления

1 — металлическая труба заземления; *2* — наружная стена отапливаемого здания; *3* — труба системы отопления, находящаяся под напряжением электрического тока; *4* — заземляющий провод

отопления среднегодовая утечка сетевой воды не должна превышать 0,25 % объема воды в системе теплоснабжения. Воду рек, озер и прудов нельзя применять для подпитки тепловых сетей из-за значительного содержания солей жесткости, растворенного кислорода и взвешенных веществ в этой воде. Если соли жесткости и взвешенные вещества загрязняют внутренние поверхности труб тепловых сетей и систем отопления, то растворенный кислород в воде вызывает внутреннюю коррозию стенок труб, корпусов подогревателей, стальных нагревательных приборов. Для обескислороживания подпиточной воды источником теплоснабжения осуществляют термическую обработку воды в специальных установках, которые называются деаэраторами. Вода, полученная в деаэраторах и обескислороженная, называется деаэрированной. От солей жесткости источник теплоснабжения воду на подпитку тепловых сетей пропускает через катионитовые фильтры, в которых сырая вода умягчается до требуемой величины содержания солей жесткости. От взвешенных веществ сырая вода источником теплоснабжения очищается в механических фильтрах.

Попадание переменного тока в трубы системы отопления. Помимо блуждающих токов возможны случаи попадания переменного тока в трубы системы отопления производственных цехов и жилых зданий, которое возникает при падении оголенных проводов под напряжением на трубы системы отопления или, когда трубы системы отопления используют в качестве заземляющего контура. Если слесарь-сантехник коснется металла труб, то образуется замкнутая цепь: труба — человеческое тело. В этой цепи будет действовать линейное напряжение. Если слесарь-сантехник обнаружил наличие тока в трубах и не смог найти причину его попадания в трубы, необходимо прекратить ре-

монтные работы и заземлить трубу, находящуюся под напряжением. Для этого во влажный грунт следует забить 3 трубы на глубину до 1 м, соединить их проводами, как показано на рис. 73, а конец провода (для этой цели лучше всего использовать электросварочный кабель) соединить с трубой, находящейся под напряжением. Если грунт земли сухой, то его следует увлажнить водой. Проводить работы на трубах системы отопления, находящихся под напряжением, категорически запрещается. Только после снятия напряжения в трубах системы отопления ремонтные работы могут быть возобновлены.

Утечки сетевой воды из тепловых сетей и системы отопления и их устранение. Величина утечки воды из тепловых сетей и систем отопления является одним из немаловажных показателей работы системы теплоснабжения. Если обнаружены утечки, то это означает не только потерю химически очищенной воды, но и потерю теплоты с этой водой. Кроме того, утечки воды способствуют ухудшению качества отопления, так как при этом убыль воды пополняется подпиточной водой, температура которой часто бывает значительно ниже сетевой. Если подпитка тепловых сетей производится водопроводной водой (химически неочищенной), то в этом случае усиливается коррозия внутренних стенок труб и нагревательных приборов, а в подогревательных установках ускоряется процесс образования накипи и коррозии. Признаком утечки воды является падение давления в манометрах, установленных на ИТП или ЦТП. При этом увеличивается подпитка воды для восполнения ее убыли и достижения заданного давления в тепловых сетях и системах отопления.

Для обнаружения утечки сетевой воды в первую очередь следует произвести внешний осмотр тепловых сетей. При этом следует обратить внимание на крышки теплофикационных камер. Если на крышке имеется растаявший снег или следы отпотевания, то нужно открыть ее и осмотреть фланцевые соединения и проверить состояние сальников арматуры, прослушать каналы сетей (если будет утечка, то из каналов будет слышен шум вытекающей воды), осветить каналы фонариком (при просвечивании утечка воды может быть обнаружена по парению воды, а в отдельных

случаях может быть обнаружена струя вытекающей воды из теплопровода). Утечка может быть обнаружена также и по выходу воды на поверхность земли. Обвалы земли и местное оголение земли от снега может достаточно точно указать место утечки сетевой воды. И, наконец, наличие повышенной температуры сверх обычной внутри теплофикационной камеры, отпотевание стенок камеры и арматуры укажет на наличие утечки воды в канале тепловых сетей, если она отсутствует в самой камере.

Кроме внешнего осмотра тепловых сетей производят проверку герметичности трубной системы подогревателей. Стоит только образоваться утечке воды даже через разрыв одной трубки, и она может оказаться достаточной для нарушения нормальной работы тепловых сетей и системы отопления зданий. Не вскрывая подогревателя обнаружить утечку можно путем химического анализа на жесткость и щелочность сетевой воды на выходе из подогревателя. Повышение жесткости и щелочности сетевой воды безошибочно укажет на наличие утечки сетевой воды в подогревателе. Если в ИТП или ЦТП установлено несколько работающих подогревателей, можно произвести поочередное отключение подогревателей и один из них укажет на наличие утечки падением давления в манометрах. При отключении неисправного подогревателя давление в теплопроводах в ИТП или ЦТП станет нормальным.

Если проверка герметичности подогревателей и внешний осмотр тепловых сетей не позволили обнаружить утечку, то необходимо произвести поочередное отключение одного участка тепловых сетей за другим, наблюдая при этом за величиной давления в тепловых сетях по показаниям манометров в ИТП или ЦТП. И если это не дало результатов, следует произвести отключение поочередно одного потребителя теплоты за другим. У потребителей теплоты наибольшая вероятность утечки сетевой воды может быть обнаружена в системе отопления с нижней разводкой магистральных трубопроводов. Как только будет обнаружен дефектный участок системы теплоснабжения, следует произвести немедленную подготовку к ремонтным работам и приступить к ликвидации утечки.

Необходимо заметить, что в течение всего времени,

пока ведется поиск утечки, тепловые сети должны беспрерывно пополняться подпиточной водой, а давление в сети и системе отопления поддерживаться в заданных пределах. В случае нарушения режима подпитки может произойти оголение наиболее высоких точек систем отопления, что приведет к длительному нарушению нормальной работы тепловых сетей и систем отопления. Слесарям-сантехникам при обходе тепловых сетей и проверке работы систем отопления нужно с особой тщательностью следить за утечками воды, так как основные потери сетевой воды в закрытых системах теплоснабжения образуются, как правило, в тепловых сетях и системах отопления жилых зданий.

Наиболее слабыми местами трубопроводов являются фланцевые, резьбовые и сварные соединения. Неплотность во фланцевом соединении возникает тогда, когда слабо затянуты болты или допущен перекос затянутых болтов, в результате чего фланцы будут установлены косо и не будет герметичности уплотнения между ними. Болты следует затягивать крест на крест с одинаковым усилием. Кроме того, неплотности могут быть из-за дефекта самой прокладки. Если подтяжка болтов не устранит утечку воды, следует разобрать соединение, зачистить зеркало фланцев и заменить прокладку. Нередко для устранения утечки воды во фланцевых соединениях через прокладки используют деревянные клинья, забиваемые в месте течи воды из-под прокладки фланцевого соединения. Такая временная мера устранения утечки воды допустима лишь в том случае, когда невозможно отключить данный трубопровод для замены прокладки.

Сварочные соединения трубопроводов признаны самыми надежными соединениями. Но из-за плохого качества сварочных работ, недостаточно прочного крепления трубопроводов, недостаточной компенсации или механического повреждения наблюдаются утечки воды и в сварочных соединениях. Подчеканка сварочного шва не дает должного эффекта. Необходимо подварить дефектный шов, но если и подварка не устранила утечки — неисправный шов нужно вырубить зубилом и вновь его заварить.

В резьбовых соединениях утечки воды довольно частое явление. Течь обнаруживают из-под муфты,

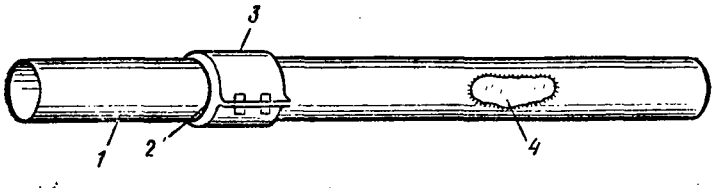


Рис. 74. Установка хомута и металлической заплаты на трубопроводе

1 — трубопровод; *2* — резиновая прокладка; *3* — металлический хомут; *4* — металлическая заплата

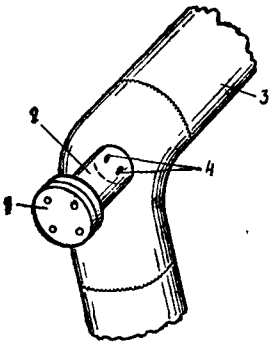


Рис. 75. Устранение свищей на трубопроводах с помощью патрубка

1 — глухой фланец; *2* — патрубок; *3* — теплопровод; *4* — свищи на трубопроводе

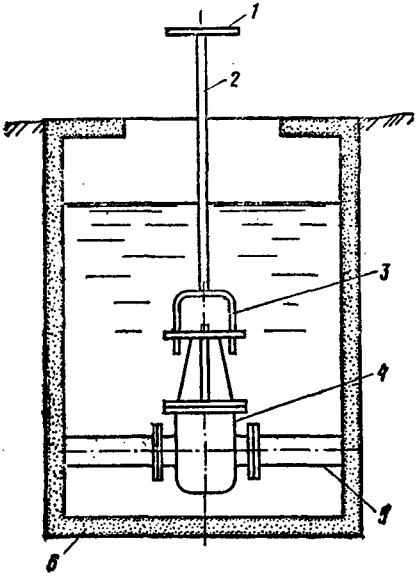


Рис. 76. Специальный ключ для открывания и закрывания задвижек

1 — ручка для поворота ключа; *2* — стойка ключа; *3* — рога ключа; *4* — задвижка; *5* — теплопровод тепловых сетей; *6* — теплофикационная камера

где нарушена герметичность соединения подмоткой. Иногда наблюдаются утечки воды через свищи и трещины в муфтах. Утечка воды может со временем появиться из-под глубоко нарезанной резьбы сгона, контргайки, или муфты. Если муфта исправна, то старую подмотку удаляют и заменяют новой. Глубоко нарезанную резьбу на муфте и других фасонных дета-

лях соединений трубопроводов заменяют новой муфтой и другими деталями с нормальными резьбами.

Обнаруженные утечки воды на гладкой поверхности труб устраняют установкой хомутов и приваркой металлических заплат (рис. 74). Под хомут подкладывают листовую резину. Затем хомут затягивают болтами. Для приварки заплаты место проржавевшей трубы зачищают металлической щеткой, а затем наждачной бумагой до металлического блеска. На отверстие накладывают заплату и приваривают. Допускается заделка свищей на стояках и подводках к нагревательным приборам лентами сырой резины. Трубопроводы с хомутами, с бандажами из сырой резины, фланцевые соединения с деревянными клиньями подлежат капитальному ремонту во время подготовки к новой зиме. До окончания отопительного сезона за дефектными местами на трубопроводах устанавливают постоянное наблюдение, так как именно в этих местах можно в любое время ожидать повторной утечки сетевой воды.

Если трубы сильно зажаты в бетонных междуэтажных перекрытиях, то при температурных деформациях они трутся о бетон и со временем в этих местах образуются свищи. Для предупреждения истирания труб в междуэтажных перекрытиях в отверстиях устанавливают металлические гильзы для свободного перемещения в них труб. Нередко встречаются случаи, когда в теплопроводах тепловых сетей и разводке магистральных трубопроводов систем отопления возникают свищи, которые не удается устранить с помощью хомутов и бандажей на сварных или гнутых отводах и нет возможности остановить работу тепловых сетей и систем отопления для устранения неисправностей. В этом случае на место со свищем наваривают патрубок с предварительно приваренным фланцем, а затем патрубок закрывают глухим фланцем (рис. 75).

Если П-образные, лирообразные и другие виды бессальниковых компенсаторов не требуют ежегодного ремонта, достаточно внешним осмотром убедиться в том, что эти устройства исправны. Сальниковые компенсаторы требуют ежегодного ремонта. Движущая часть компенсатора — стакан при любом изменении температуры теплоносителя меняет свое положение,

скользя по сальниковой набивке. Сальниковая набивка часто изнашивается и становится причиной утечки сетевой воды. Для устранения утечки следует подтянуть шпильки грундбуксы. Если затяжка достигла предела, то следует добавить новую набивку и затянуть ее. Для набивки сальниковых компенсаторов применяют асбестовую, прографиченную и промасленную набивку квадратного сечения. В качестве уплотнения сальника применяют термостойкую резину, что значительно сокращает объем ремонтных работ и уменьшает число утечек сетевой воды и теплопроводов тепловых сетей.

В заключение следует отметить, что утечки воды в тепловых сетях нередко заполняют водой теплофикационные камеры с установленной в них арматурой. Отключение теплопроводов для ликвидации утечек в затопленных камерах горячей водой не представляется возможным. Для отключений и включений задвижек в таких ситуациях рекомендуется применять специальный ключ для открывания и закрывания задвижек (рис. 76). Рогами этого ключа захватывают маховик задвижки, а затем ручкой поворачивают в необходимом направлении и закрывают или открывают задвижки. Такой ключ можно изготовить в любой мастерской своими силами.

7.2. ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ В ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ И СИСТЕМАХ ОТОПЛЕНИЯ

Для нормальной работы систем отопления и тепловых сетей необходимо создание устойчивого давления в трубопроводах. Даже при наличии высокой температуры сетевой воды на выходе из источника теплоснабжения качество отопления в отдельных зданиях может быть неудовлетворительным. Такими факторами являются различные сопротивления на пути движения потока сетевой воды в трубопроводах. От характера движения сетевой воды в трубах (ламинарного или турбулентного) зависит сопротивление стенок труб потоку сетевой воды и величина создаваемого давления в трубах. Особенно на увеличение падения давления и распределение скоростей сетевой воды в трубах оказывает влияние завихренное (турбулентное) движение воды. Падение давления усили-

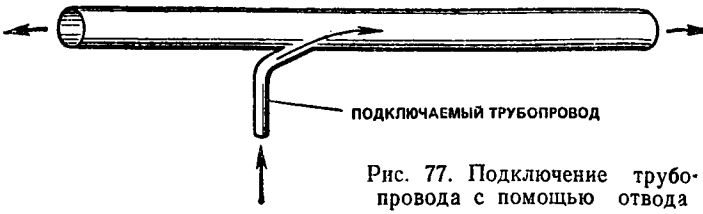


Рис. 77. Подключение трубопровода с помощью отвода

вается, если трубы загрязнены отложениями накипи и грязи. Чистоты внутренних стенок труб можно достигнуть тщательной промывкой их во время летнего ремонта оборудования системы теплоснабжения. Во время отопительного сезона утечки воды из систем отопления и тепловых сетей следует компенсировать подпиткой только деаэрированной водой. В прикрытой задвижке или вентиле будет происходить падение давления. Открывая или уменьшая проход потоку воды через арматуру, можно регулировать давление в трубопроводах в довольно широких пределах.

Значительные потери давления дополнительно могут быть при прохождении сетевой воды через тройники, крестовины, грязевики, водомеры, колена трубопроводов, компенсаторы и т. п. Так, падение давления при прохождении воды через П-образный компенсатор больше в несколько раз, чем через сальниковый компенсатор; через вентиль с прямым шпинделем больше, чем через параллельную задвижку; через грязевик больше, чем через колено трубопровода под углом 90° и т. д. Подключение трубопроводов под углом 90° следует производить с помощью отводов (рис. 77). В этом случае поток воды с бóльшим давлением будет эжектировать поток воды с меньшим давлением.

Величина давления может быть уменьшена, если к эксплуатируемым сетям были подключены системы отопления одного или нескольких жилых зданий с большой величиной теплопотребления. После подключения новых зданий производят регулировку перепада давления во всех зданиях, но если эта регулировка не дала должного эффекта, на соответствующих участках тепловых сетей необходимо произвести замену теплопроводов с бóльшим диаметром или установить сетевые насосы с большей производительностью и напором. При отключении одного или нескольких зданий на ремонт или для ликвидации аварии

в системе отопления на перемычке теплопроводов перед ИТП этих зданий вентиль следует открыть так, чтобы перепад давления в каждой перемычке соответствовал перепаду давления в системе отключенных зданий. Это позволит работать системе отопления других зданий без ощутимых изменений давления.

Иногда встречаются случаи, когда имеются избытки давления в системе отопления в ряде зданий или целого жилого района. Для погашения повышенного давления на вводе каждого здания устанавливают шайбы с предварительно рассчитанными отверстиями для прохода сетевой воды. Можно также ограничиться установкой регуляторов давления в ИТП жилых зданий. Таким образом, для нормальной работы системы отопления и тепловых сетей перепад давления перед ЦТП должен быть не менее 0,25—0,3 МПа (2,5—3,0 кгс/см^2), а в ИТП жилых зданий не менее 0,2—0,25 МПа (2,0—2,5 кгс/см^2), перепад давления в системе отопления после элеватора должно быть в пределах 1,0—2,0 м вод. ст. Во избежание выхода из строя нагревательных приборов давление в системе отопления не должно быть более 0,6—1 МПа (6,0—10 кгс/см^2) в зависимости от типа установленных нагревательных приборов.

7.3. ПОТЕРИ ТЕПЛОТЫ

Одним из участков системы теплоснабжения, где теряется наибольшее количество теплоты, являются тепловые сети. Нередко наблюдаются случаи, когда теплопроводы тепловых сетей заливаются грунтовыми и паводковыми водами, а также сетевой водой из тепловых сетей в результате утечек через различного рода неплотности. В наихудших условиях при этом находятся теплопроводы тепловых сетей, расположенных в нижних точках местности. Вода в этих точках заполняет каналы с теплопроводами, а также теплофикационные камеры с арматурой, разрушает их теплоизоляцию и охлаждает сетевую воду. В результате этого для поддержания заданной температуры сетевой воды по температурному графику источником теплоснабжения усиливается работа котлов, увеличивается расход пара на подогрев сетевой воды в бойлерах, возникает значительный перерасход топлива на

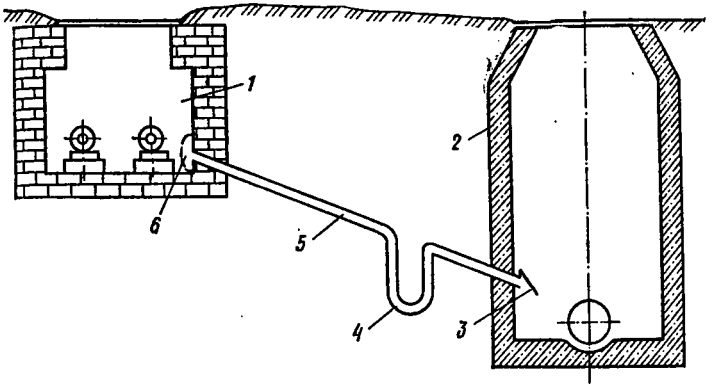


Рис. 78. Устройство дренажа воды из тепловых сетей в канализацию

1 — теплофикационный колодец; *2* — канализационный колодец; *3* — клапан; *4* — гидравлический затвор; *5* — дренажная труба; *6* — сетка

выработку тепловой энергии. Следствием заполнения теплопроводов тепловых сетей водой является то, что дренажные устройства тепловых сетей из-за несовершенства конструкции, как правило, забиваются грязью и перестают действовать.

Слесари-сантехники при обнаружении скопившейся воды в камерах или каналах тепловых сетей должны немедленно сообщить об этом мастеру. Последний принимает меры к удалению воды из каналов и камер тепловых сетей. Для откачки воды применяют ручные, электрические и механические насосы. Наибольшее предпочтение эксплуатационники отдают насосам типа С-245 с двигателем внутреннего сгорания, выпускаемым Андижанским заводом «Строймашина», которые очень удобны для транспортировки и, самое главное, они не требуют подключения их к электросети.

Эксплуатационники обычно знают места участков тепловых сетей, заполняемые грунтовыми и паводковыми водами. В затапливаемых местах рекомендуется прокладывать дренажные трубы для спуска воды из теплофикационных камер и каналов тепловых сетей в канализацию (рис. 78). Для этого из самой нижней точки тепловых сетей, затапливаемых водой, под

уклоном в сторону ближайшего канализационного колодца прокладывают дренажную трубу диаметром 76—100 мм. Конец этой трубы со стороны тепловых сетей заделывают металлической сеткой с ячейками не более 20×20 мм для предотвращения попадания мусора в канализацию. На другом конце трубы, расположенном в канализационном колодце, устанавливают клапан, предотвращающий допуск фекальных вод в каналы тепловых сетей при затоплении канализационного колодца фекальными водами. Дренажное устройство подобного типа простое по конструкции, надежно в эксплуатации и обеспечивает беспрерывный отвод притока воды в каналы и камеры тепловых сетей.

Значительное количество теплоты теряется неизолированными трубопроводами. Так, например, 1 м неизолированной трубы диаметром 76 мм теряет в год примерно 250000 ккал теплоты. Поэтому обслуживающему персоналу системы теплоснабжения нужно повседневно вести наблюдение за состоянием теплоизоляции трубопроводов и своевременно их ремонтировать. Если была нарушена теплоизоляция, ее нужно восстановить немедленно по окончании ремонтных работ. Разрушенную паводковыми водами теплоизоляцию в непроходных каналах восстанавливают путем вдувания теплоизоляционного материала в канал тепловых сетей струей воздуха от передвижного компрессора.

Подчас пренебрегают теплоизоляцией арматуры, считая, что потери теплоты неизолированной арматуры ничтожно малы. Но это не совсем так. При температуре сетевой воды 100 °С потери теплоты неизолированной задвижки равны потерям теплоты трубы того же диаметра длиной 5 м. Арматуру лучше всего изолировать минеральной ватой или обертывать несколькими слоями асбестового шнура. Теплоизоляцией покрывают не только трубы, но и сгоны на соединениях магистральных трубопроводов систем отопления и фланцевые соединения трубопроводов. Для того, чтобы можно было легко обнаружить, где на изолированной трубе расположен сгон, его поверх теплоизоляции обертывают проволокой.

Значительные потери теплоты наблюдаются в помещениях, где имеется перегрев нагревательных при-

боров. В этом случае нужно отрегулировать систему отопления так, чтобы не возникало излишней теплоотдачи нагревательных приборов. Экономии теплоты способствует также хорошее утепление здания. Там, где хорошо организована культура эксплуатации системы теплоснабжения, потери теплоты могут быть снижены до минимальных размеров.

7.4. УДАЛЕНИЕ ВОЗДУХА

Из множества встречающихся неисправностей в работе систем отопления следует также отметить образование воздушных мешков в трубах и нагревательных приборах. В системе отопления с естественной циркуляцией вода движется по трубам с малой скоростью, что способствует беспрепятственному скоплению воздуха в самой высокой точке системы отопления. Такой точкой является расширительный бак, через который беспрерывно удаляется из системы отопления воздух без вмешательства обслуживающего персонала и установки каких-либо устройств для удаления воздуха.

Совсем иное положение наблюдается в системе отопления с искусственной циркуляцией, где скорость движения воды во много раз больше, чем в системе отопления с естественной циркуляцией. Поэтому при больших скоростях воды скопившийся воздух в системе отопления увлекается быстрым потоком воды и движется вместе с ним. Однако не всегда воздух может двигаться вместе с водой. Застой воздуха и скапливание его очень часто наблюдается в местах контруклонов труб, которые могут быть образованы из-за недоброкачественного крепления труб, в результате чего происходит их провисание. Нередко наблюдаются случаи, когда из-за хождения по магистральным трубам разводок обслуживающего персонала, слесарей-сантехников также образуются контруклоны. Контруклоны на подающих магистральных трубопроводах нарушают подчас работу целой группы стояков, а вместе с этим возникает недогрев отдельных нагревательных приборов. Ухудшение теплоотдачи нагревательных приборов может быть и в том случае, когда подающая подводка к прибору проложена с контруклоном (рис. 79). При заполнении нагревательного прибора

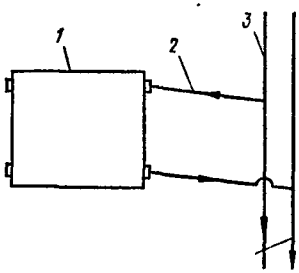


Рис. 79. Контруклон на подающей подводке к нагревательному прибору

1 — нагревательный прибор; *2* — контруклон; *3* — подающий стояк; *4* — обратный стояк

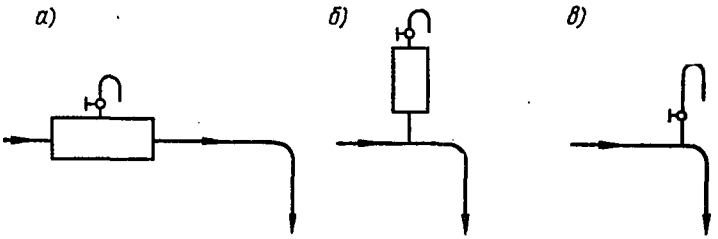
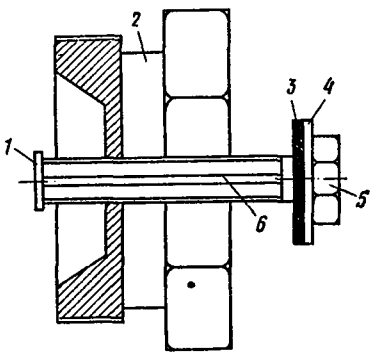


Рис. 80. Способы удаления воздуха из системы отопления зданий

Рис. 81. Приспособление для выпуска воздуха из нагревательных приборов

1 — расклепанная шляпка для предотвращения вывертывания болта из пробки; *2* — пробка нагревательного прибора; *3* — резиновая прокладка; *4* — металлическая шайба; *5* — болт диаметром 8—10 мм; *6* — продольная канавка размером 1×1 мм



водой часть воздуха из-за малой скорости движения воды может остаться в приборе. Застой воздуха в нагревательном приборе может уменьшить теплоотдачу нагревательного прибора или прекратить ее совсем.

Систему отопления с верхней разводкой выполняют так, чтобы подающая магистраль имела некоторый подъем к последним стоякам. Это позволяет в верхней точке подающей магистрали скапливаться,

если не всей массе воздуха, то значительной ее части. Для удаления воздуха из указанного места устанавливают воздухосборники. В практике эксплуатации оправдали себя проточные воздухосборники, в которых скорость потока воды снижается и воздух из потока выпадает и занимает положение в верхней части его корпуса (рис. 80, *а*). В проточных воздухосборниках вода не замерзает даже в самые сильные морозы. Другие конструкции воздухосборников лишены этого важного преимущества и почти не применяются. В случае установки непроточного воздухосборника воздух часто уносится с водой, пройдя воздухосборник, и попадает в стояки и нагревательные приборы системы отопления (рис. 80, *б*). Застой воздуха при этом возможен на отводе после воздухосборника. Такое же явление наблюдается и при наличии воздушной трубы, расположенной на близком расстоянии от отвода (рис. 80, *в*). Чтобы в воздухосборниках скапливался воздух, находящийся в системе отопления, их следует устанавливать на расстоянии 500—800 мм от места расположения отводов, так как завихрение потока воды в отводе мешает спокойному отделению воздушных пузырьков из воды и поступлению их в верхнюю часть воздухосборника.

Весьма удобен метод удаления воздуха из системы отопления путем остановки циркуляции воды. Для этого закрывают задвижки в ИТП на подающем и обратном теплопроводах на 8—10 мин. По мере постепенного прекращения циркуляции воды в системе отопления воздух в это время будет стремиться подняться вверх. Открыв вентили или краны на воздухосборниках по истечении указанного времени начинают на обратном теплопроводе медленно и плавно открывать задвижку. Заполняя систему отопления водой, воздух будет беспрепятственно вытесняться в атмосферу через воздухосборники. И как только из воздухосборников начнет выходить вода, вентили на воздухосборниках закрывают. Можно считать, что воздух из системы отопления удален. Воздух из системы отопления можно удалить и остановкой сетевого насоса на указанное время.

Нередко причиной непрогрева системы отопления является воздухосборник, снабженный воздухоотводящей трубой, выведенной вниз с чердака здания на

нижележащий этаж. В этом случае после предыдущего выпуска воздуха воздухоотводящая труба осталась заполненной водой. При очередном выпуске воздуха выход воды из воздухоотводящей трубы может неопытного слесаря-сантехника ввести в заблуждение. Он может ошибочно предположить, что в воздухосборнике воздуха нет и закроет вентиль, а воздух останется в воздухосборнике и через некоторое время в системе отопления может образоваться воздушная пробка. Избежать эту ошибку можно только при установке коротких воздухоотводящих трубок с кранами или вентилями в непосредственной близости воздухосборников.

Для удаления воздуха из системы отопления с нижней разводкой в верхних пробках нагревательных приборов верхних этажей в настоящее время устанавливают краны Маевского. Вместо них можно применять более упрощенное приспособление — болт диаметром 8—10 мм с выточеиной канавкой размером 1×1 мм по длине резьбы болта (рис. 81). Болт вворачивают в отверстие с резьбой в пробку нагревательного прибора. При выпуске воздуха достаточно сделать несколько оборотов влево и по канавке из нагревательного прибора начнет выходить воздух.

7.5. ВСКИПАНИЕ ВОДЫ В СИСТЕМЕ ОТОПЛЕНИЯ

Вскипание воды в системе отопления возникает в тех местах, где создается давление в трубопроводе ниже атмосферного. Таким местом в системе отопления может быть участок всасывающего трубопровода сетевого насоса. Вскипание воды вызывает парообразование, вследствие которого происходит разрыв струи циркулируемой воды, нарушение циркуляции воды в системе отопления, а через неплотности во всасывающем трубопроводе будет дополнительно засасываться воздух. Избежать этих нежелательных явлений можно присоединением расширительного бака к обратной магистрали перед всасывающим трубопроводом сетевого насоса. Такое присоединение позволяет за счет столба воды в расширительном баке создать во всасывающем трубопроводе насоса давление выше атмосферного.

Если расширительный бак присоединяют к обрат-

ной магистрали за пределом источника теплоснабжения в одном из отапливаемых зданий, необходимо, чтобы во всех точках системы отопления давление было выше атмосферного. Иногда в системе отопления с искусственной циркуляцией воды с собственной котельной расширительный бак присоединяют к подающей магистрали верхней разводки. При этом в подающей магистрали может произойти вскипание воды, так как во всей линии от места присоединения расширительного бака до места всасывания насоса будет создаваться разрежение. Чтобы избежать этого явления, следует расширительный бак поднять на 1—2 м над уровнем прокладки подающей магистрали.

7.6. НЕИСПРАВНОСТИ В РАБОТЕ АРМАТУРЫ

Наиболее частой неисправностью запорной арматуры является негерметичность уплотняющих устройств. Причинами негерметичности арматуры в закрытом положении может быть следующее: под уплотняющиеся устройства попала грязь, на уплотняющихся устройствах образовались царапины, выбоины и неравномерно стертые их поверхности. Если попала грязь, нужно несколько раз открыть и закрыть арматуру, этим самым дав возможность потоку воды смыть осевшую грязь с уплотняющих устройств. В противном случае следует разобрать арматуру и удалить грязь скребком из мягкого металла. Если обнаружены на уплотняющих поверхностях царапины, выбоины, раковины и другие неровности, то их устраняют притиркой уплотняющих устройств арматуры.

Притирку арматуры производят следующим образом. Уплотняющие поверхности смазывают чистым машинным маслом или керосином и посыпают измельченным в порошок стеклом или наждачной пылью. Затем притир вращают по притираемой поверхности равномерно влево и вправо до полного удаления грубых дефектов на уплотняющихся поверхностях. Окончательно притирку завершают специальной настой. После притирки уплотняющие поверхности протирают чистыми тряпками, смоченными в керосине, а потом насухо вытирают, обдувают сжатым воздухом.

Качество притирки проверяют на масло и каран-

даш. Проверку на масло производят так: одну из притертых поверхностей слегка смазывают минеральным маслом, накладывают на другую уплотняющую поверхность и, слегка прижимая, поворачивают плавно вправо и влево на угол не более 20° 10—12 раз. Затем поверхности насухо вытирают и просматривают на свет. При удовлетворительной притирке вся площадь поверхности должна блестеть. Если имеются отдельные выделяющиеся блестящие участки, штрихи или паутинки, то следует продолжить притирку пастой. При проверке на карандаш качества притирки на тертую поверхность наносят частые радиальные черточки графитовым карандашом. При удовлетворительной притирке штрихи карандаша должны быть стерты по всей поверхности на площади не менее 75 %. В противном случае притирку повторяют. Плотность прилегания уплотняющихся поверхностей арматуры проверяют гидравлическим испытанием.

Неисправности в работе задвижек. Задвижка пропускает воду в закрытом положении на горизонтальном трубопроводе. При этом приливы на дисках шиберов не плотно касаются стенок корпуса, диски сдвигаются с уплотнительных поверхностей корпуса и образуется зазор между дисками и корпусом задвижки. Эту неисправность устраняют наплавкой (наращиванием) приливов (рис. 82). После наплавки задвижка работает исправно при любом положении. В результате длительной эксплуатации задвижек порой клин недостаточно полно распирает уплотняющиеся поверхности и задвижка пропускает воду в закрытом положении. В этом случае производят наплавку (удлинение) хвоста клина (рис. 83).

Спадание бронзовых колец с дисков или корпуса. Уплотнительные бронзовые кольца следует насаживать на диски или на выточку в корпусе в горячем состоянии. В случае спадания старого кольца можно вместо нового кольца поставить старое и закрепить его медными шпильками. При этом под кольца следует уложить нить прографиченной или промасленной асбестовой набивки, или тонкую свинцовую проволоку, что впоследствии облегчит извлечение этих колец из выточки. Падение дисков шиберов из-за поломки стального хомути-

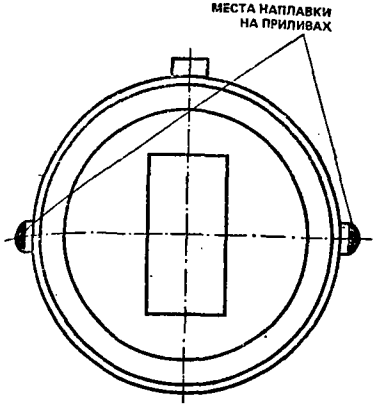


Рис. 82. Наплавка на приливах дисков шиберов задвижек

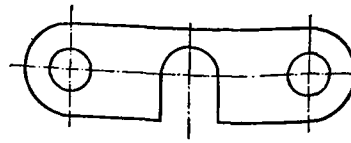


Рис. 84. Накладка для прекращения утечки воды через сальник задвижки

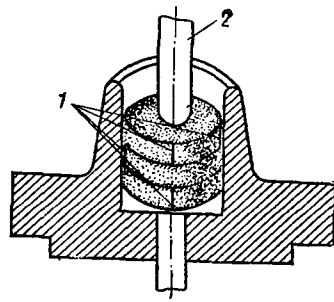


Рис. 85. Набивка сальника арматуры кольцами

1 — стык колец набивки; *2* — шпиндель

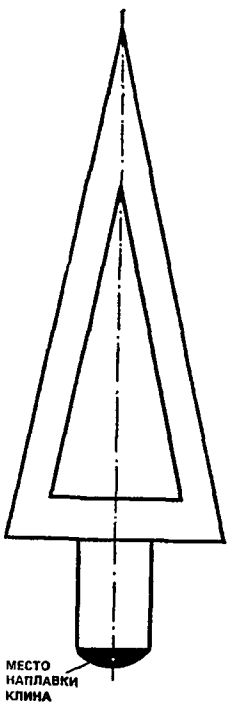


Рис. 83. Удлинение клина задвижки наплавкой

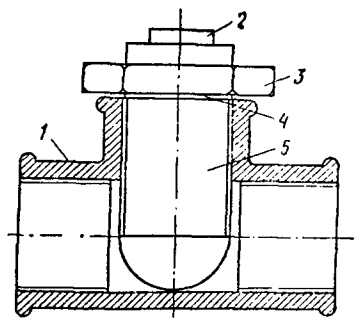


Рис. 86. Регулирующее приспособление, состоящее из тройника с пробкой

1 — тройник; *2* — головка для ключа; *3* — контргайка; *4* — прокладка; *5* — пробка

ка. В этом случае невозможно открыть и закрыть задвижку. При ремонте задвижки нужно хомутик из стали заменить хомутиком из меди или латуни. Можно в этом случае диски на шпинделе закрепить с помощью болтика.

Поломка крышки сальника сопровождается большой утечкой воды. Для немедленного устранения утечки воды без разборки задвижки можно использовать металлическую накладку (рис. 84), которую закрепляют поверх дефектной крышки сальника. Неисправность сальникового уплотнения увеличивает утечку сетевой воды. Если своевременно не будет устранена в первоначальном состоянии незначительная утечка воды через сальник, то впоследствии она может перейти в аварийный упуск сетевой воды. Кроме того, утечка воды через сальниковое уплотнение создает условия для эрозии (механического повреждения) металла шпинделя или сальниковой камеры арматуры. Утечка воды через сальниковое уплотнение может быть по следующим причинам: нарушение цилиндричности шпинделя или сальниковой камеры, неправильный выбор набивочного материала, неправильная укладка набивки в полость сальниковой камеры, недостаточное уплотнение сальниковой набивки при укладке. Последнее весьма часто становится причиной утечек сетевой воды через сальники арматуры.

При обнаружении утечки воды через сальник арматуры производят подтяжку сальниковой набивки. Если подтяжкой набивки не удалось устранить утечку воды, набивку заменяют новой. Старую набивку удаляют из сальниковой камеры с помощью скребка, изготовленного из мягкого металла. Затем сплетенный шнур разрезают на кольца длины окружности шпинделя. Кольца закладывают в сальниковую камеру так, чтобы их стыки были расположены в разбежку, перекрывая друг друга, как показано на рис. 85. Такое расположение колец набивки препятствует выходу воды через сальниковую камеру. Набивку заканчивают обжатием сальника крышкой (грундбуксой). Сальниковую крышку зажимают так, чтобы не было ее перекоса, заглубление ее в сальниковую камеру не превышало 3—5 мм, а шпиндель вращался легко, без применения больших усилий или рычагов. Набив-

ку сальника арматуры диаметром 15—40 мм можно производить цельным шнуром, не разрезая его на куски, как это делается для арматуры диаметром 50 мм и более. При этом шнур обвивают вокруг шпинделя, а образовавшуюся спираль набивки опускают в сальниковую камеру и зажимают гайкой сальника.

Разрывы чугунных задвижек. Такие случаи могут быть вследствие температурных удлинений трубопроводов, которые создают в металле задвижек сверх допустимых напряжений. Однако разрывы задвижек могут быть и по причине некачественного литья чугуна, а также в результате замораживания в них воды. Чугунные задвижки, установленные на ответвлениях теплопроводов и удаленные от неподвижных опор основных теплопроводов, испытывают боковые усилия на металл корпуса и могут быть раздавлены этими усилиями. Предотвратить разрыв чугунных задвижек можно следующим образом: а) обеспечить компенсацию теплопроводов так, чтобы не возникали высокие напряжения на изгиб и разрыв в металле корпусов; б) не допускать неравномерной затяжки болтов фланцевых соединений; в) не допускать работу надземных тепловых сетей с неизолированными задвижками; г) предохранять задвижки от механических воздействий при транспортировке и хранении.

При установке новой арматуры или замене вышедшей из строя следует учитывать ее гидравлическое сопротивление. На стояках лучше всего устанавливать вентили с косым шпинделем типа «Косва», которые имеют небольшое гидравлическое сопротивление. Замена этих вентилей на пробковые краны нецелесообразна, так как под влиянием высокой температуры сетевой воды пробка крана прикипает к корпусу, пробковые краны в результате попадания в них с водой песка и грязи очень быстро изнашиваются и уменьшается степень их герметичности в закрытом положении. Однако при перечисленных недостатках лучше устанавливать на стояках пробковые краны, чем вентили с прямым шпинделем. Установка вентилей с прямым шпинделем на стояках увеличивает гидравлическое сопротивление системы отопления по сравнению с другими видами арматуры. Вследствие этого не следует на подводках к нагревательным приборам устанавливать вентили с прямым шпинделем при отсутст-

вии кранов двойной регулировки или пробковых кранов. В этом случае лучше устанавливать на подводках к нагревательным приборам приспособление, состоящее из тройника с пробкой, показанной на рис. 86.

7.7. ПОВЫШЕННЫЙ И ПОНИЖЕННЫЙ ПЕРЕПАД ТЕМПЕРАТУР СЕТЕВОЙ ВОДЫ

Повышенный или пониженный перепад температур в подающей и обратной магистралях системы отопления может быть по различным причинам. *Повышение перепада температур* сетевой воды происходит из-за того, что сетевой насос не создает достаточного напора в системах отопления или не обеспечивает нормальную производительность. При этом в нагревательные приборы из-за недостаточной производительности насоса будет поступать меньшее количество теплоносителя и, следовательно, ее охлаждение будет ускорено. В этом случае устанавливают причины, вызвавшие неудовлетворительную работу сетевой насосной установки, делают расчет и устанавливают сетевые насосы с бóльшим числом оборотов и с большей производительностью.

Если воду во-время не очищают от взвешенных веществ, подпитка воды в систему поступает слишком большая и притом из водопровода без предварительной механической и химической обработки, то трубы системы отопления и нагревательные приборы постепенно покрываются отложениями грязи. Грязь на стенках труб и нагревательных приборов уменьшает сечение для прохода воды. Хотя напор воды в данном случае остается почти неизменным, а количество проходящей воды по трубам и нагревательным приборам уменьшается. При таком положении теплоотдача нагревательных приборов будет весьма мала. Для удаления грязи трубы стояков рассоединяют (если промывка до этого случая не дала должного эффекта) и прочищают их стальными прутками или стальными гибкими шлангами, после чего промывают струей горячей воды. Очистить трубы от грязи подчас водой достаточно трудно. В этом случае трубы заменяют, что трудоемко и дорого. Эта проблема должна решаться более дешевыми средствами. Необхо-

димо ежегодно промывать тепловые сети и системы отопления зданий водой с барботажем сжатым воздухом от передвижного компрессора. В ИТП установить недостающие на теплопроводах грязевики.

Котлы, работающие с естественной циркуляцией, установленные на более высокой отметке, чем было запроектировано, создают недостаточный напор в системе отопления, что в конечном итоге повышает перепад температур сетевой воды. Если нельзя углубить котлы, то нужно увеличить диаметры разводки труб системы отопления или установить насос для создания циркуляции воды в системе отопления. Повышенный перепад температур воды вызывает также отсутствие или неудовлетворительное состояние теплоизоляции трубопроводов, трубопроводы залиты водой или вместо теплоизоляции засыпаны землей. Работа трубопроводов системы отопления и тепловых сетей в таких условиях недопустима.

Пониженный перепад температур воды происходит от чрезмерно большого напора сетевых насосов. При этом вода из нагревательных приборов будет выходить с повышенной температурой, а теплоотдача нагревательных приборов будет больше нормы. Однако такое положение не очень огорчает потребителей теплоты. Для уменьшения температуры в помещениях открывают форточки и в атмосферу удаляется значительное количество теплоты. При этом источник теплоснабжения частично работает на обогрев воздуха атмосферы, работает со значительным перерасходом топлива на выработку тепловой энергии и перерасходом электроэнергии на работу сетевых насосов с большим напором.

Пониженный перепад температур воды может быть допустим в виде исключения для зданий, сданных в эксплуатацию осенью или зимой, в которых кладка стен еще не просохла, а на стенах и в оконных проемах могут образоваться щели или наружные стены не были во время оштукатурены. В этом случае пониженный перепад температур будет оправдан.

7.8. НЕДОСТАТОЧНАЯ ТЕПЛООТДАЧА НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Для нормальной теплоотдачи нагревательных приборов в жилых помещениях необходимо, чтобы нагревательный прибор был установлен строго вертикально и находился: от пола не ниже 60 см, от подоконника — 50 мм и от наружной стены — 30 мм. Нагревательные приборы нельзя застанавливать мебелью и другими предметами. Они могут быть установлены около них на расстоянии не ближе 60 мм. Если это требование не выполняется, то ухудшается теплоотдача нагревательного прибора, усложняется ремонт резьбовых соединений труб и в случае необходимости промывка нагревательных приборов.

Теплоотдача нагревательных приборов **не будет нормальной**, если подводка к ним выполнена с контруклонами, мешками и горбами, а также при наличии засоров в подводках. Нередко в крестовину стояка ввернут сгон так, что он своей удлиненной резьбой значительно перекрывает проход для воды к подводке нагревательного прибора. Засор может образоваться, если предварительно перед установкой у сгона не были удалены заусенцы, которые задерживают грязь, накапливают ее и создают засор. Наконец, отложившаяся грязь и скопившийся воздух во внутренней полости нагревательных приборов подчас является основной причиной недостаточности их теплоотдачи.

Иногда при односторонней подводке к нагревательному прибору наращивают дополнительные секции с целью увеличения площади теплоотдачи нагревательного прибора. После наращивания дополнительных секций может возникнуть обратное: наиболее удаленные от стояка секции будут прогревать-

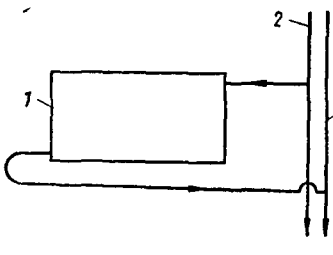


Рис. 87. Разносторонняя подводка к нагревательному прибору

1 — нагревательный прибор; *2* — подающий стояк; *3* — обратный стояк

ся недостаточно или совсем могут не прогреваться. Следует произвести перемонтаж подводки на разностороннюю, как показано на рис. 87, что в конечном счете улучшит циркуляцию воды через весь нагревательный прибор и его теплоотдачу.

7.9. ОТОГРЕВАНИЕ ЗАМОРОЖЕННЫХ ТРУБ И СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

Замораживание тепловых сетей и систем отопления жилых зданий чаще всего происходит в результате: а) аварий на магистральных теплопроводах тепловых сетей; б) выхода из строя сетевых насосов; в) низкой температуры сетевой воды; г) неудовлетворительной теплоизоляции теплопроводов тепловых сетей; д) отсутствия утепления подвальных помещений, где расположены ИТП и разводки магистральных трубопроводов систем отопления; е) проявленной медлительности и неорганизованности при ликвидации аварий; ж) неудовлетворительной структуры управления эксплуатацией и ремонтом оборудования систем теплоснабжения; з) неудовлетворительного утепления жилых зданий. Замороженные трубы и нагревательные приборы системы отопления чаще всего отогревают паяльной лампой, горячей водой, паром и реже электрическим током. Электрическим током чаще всего отогревают теплопроводы тепловых сетей. В исключительных случаях по согласованию с пожарной инспекцией отогревание теплопроводов производится открытым огнем костров.

Паяльной лампой замороженные трубы и нагревательные приборы отогревают в помещениях безопасных в пожарном отношении. Стены такого помещения должны быть из огнестойкого материала. Дополнительно при этом стены защищают листами асбестового картона в местах воздействия огня на ее поверхность. Пламя лампы при отогревании перемещают по ходу движения воды в системе отопления. Рассоединять трубы и держать пламя на одном месте нельзя. Из рассоединенных труб при отогревании может вырваться поток воды и залить помещение. Если пламя огня будет направлено только в одно место, может возникнуть перегрев металла и образоваться пар внутри отогреваемого трубопровода или нагрева-

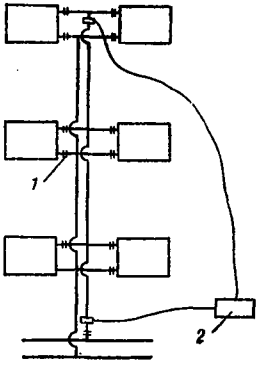


Рис. 88. Отогревание стояка при помощи электроэнергии

1 — места рассоединения труб; *2* — трансформатор

тельного прибора и создавшееся давление пара может разорвать металл трубы или нагревательного прибора.

Отогревание горячей водой труб и нагревательных приборов в противоположность описанному способу требует больших затрат рабочего времени и соблюдения мер безопасности от ожога рук горячей водой. На замороженные трубы и нагревательные приборы накладывают тряпки, а затем поливают их горячей водой до тех пор, пока не начнет циркулировать вода по отогретым частям системы отопления. *Отогревание паром* труб и нагревательных приборов производят в основном в производственных цехах, где есть паропроводы для технологических и других нужд предприятия. Широко применяются малогабаритные передвижные паровые котлы. Трубы малого диаметра до 100 мм отогревают струей пара, направленной на наружную поверхность трубы. Трубы диаметром свыше 100 мм рассоединяют и струю пара направляют прямо на ледяную пробку. При этом трубопровод должен быть отключен от действующих трубопроводов. Перед отогреванием теплопроводов тепловых сетей *кострами* теплоизоляцию замороженного участка снимают без разборки соединений теплопроводов.

Замороженные теплопроводы подземных теплосетей, а также стояки, скрытые строительными конструкциями здания, лучше всего *отогревать электрическим током.* Для чего применяют трансформатор напряжением 220/120 В и мощностью 35—50 кВА или

электросварочные трансформаторы типа СТЭ-22 и СТЭ-32. Перед отогреванием электрическим током (рис. 88) замороженный участок труб отсоединяют от остальных трубопроводов, концы труб, к которым будут подсоединены провода, очищают от изоляции, краски и ржавчины. Работы по отогреванию системы отопления с помощью электрического тока должны быть согласованы с пожарной инспекцией.

7.10. НЕИСПРАВНОСТИ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ

В жилищно-коммунальном хозяйстве центробежные насосы находят применение для оборудования смесительных установок и в отопительных котельных в качестве сетевых насосов. Каждая насосная установка должна иметь 100 %-ный запас, т. е. один насос в работе, второй должен быть резервным. Устанавливают их, как правило, параллельно (рис. 89). Если возникла необходимость работы двух параллельно установленных насосов, то это не значит, что производительность их должна быть равна сумме производительности двух работающих насосов. При этом режиме работы насосов производительность насосной установки увеличивается только на 40—50 %. Напор при этом остается без изменения.

Иногда производительность центробежного насоса удовлетворяет заданный режим, а напора не хватает. Из-за отсутствия насосов с большим напором однотипных по производительности и напору их устанавливают последовательно, как показано на рис. 90. При такой установке величина напора будет слагаться из суммы напоров двух насосов. Производительность же при такой работе будет равна производительности одного насоса. Работу центробежного насоса следует немедленно остановить, если: появилась вибрация установки, замечен шум и гудение в электродвигателе или насосе, повысилась потребляемая величина тока сверх установленной величины или снизилось напряжение в электрической сети ниже допустимого, ненормально нагрелась какая-либо часть насоса или электродвигателя, появился запах гари или дыма, снижается давление в нагнетательной линии при нормальной работе насоса и т. д. Рассмотрим характер-

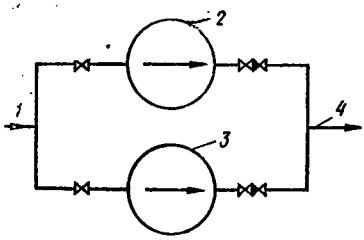


Рис. 89. Схема параллельной работы центробежных насосов

1 — общий всасывающий трубопровод; *2, 3* — центробежные насосы; *4* — общий нагревательный трубопровод

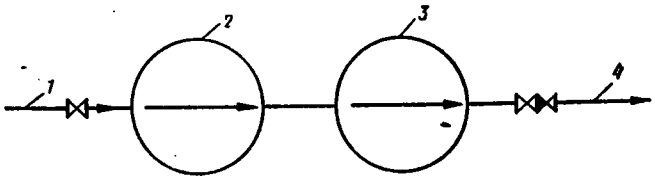


Рис. 90. Схема последовательной работы центробежных насосов

1 — общий всасывающий трубопровод; *2, 3* — насосы; *4* — общий нагнетательный трубопровод

ные неисправности в работе центробежных насосов и меры их устранения.

Насос не всасывает воду. Это может произойти по нескольким причинам: насос не залит водой, попал воздух во внутреннюю полость насоса через неплотности во всасывающем трубопроводе, засорен всасывающий клапан, сетка всасывающего клапана не полностью погружена в воду. Следует остановить насос, залить водой, устранить негерметичность во всасывающем трубопроводе, очистить всасывающий клапан от грязи и полностью погрузить его в воду. *Насос при пуске в работу потребляет бо́льшую мощность.* В этом случае мал зазор между лопатками рабочих колес и направляющими аппаратами или чрезмерно затянут сальник. Следует остановить насос, увеличить зазор между лопатками рабочих колес и направляющими аппаратами и проверить руками вращение вала и, если необходимо, оставить затяжку сальника. *Напор достиг максимальной величины, насос вращается правильно, но воды не подает.* При этом закрыта или недостаточно открыта задвижка на нагнетательном трубопроводе или заедает обратный клапан. Следует проверить исправность обратного клапана и открыть

задвижку на необходимую величину. Если положение не изменилось, то в этом случае выпали диски задвижки и перекрыли проход воды. Нужно вскрыть задвижку и устранить неисправность.

Насос не обеспечивает заданную подачу воды из-за того, что рабочие лопатки засорены крупными частицами взвешенных веществ, засорена сетка всасывающего клапана, засорен сам всасывающий клапан, который вследствие этого не открывается полностью, задвижка на всасывающем трубопроводе не открыта полностью. Следует полностью открыть задвижку, очистить всасывающий клапан от грязи. *Насос подает воду толчками* из-за большой высоты всасывания, что сопровождается сильным шумом и треском внутри насоса. Следует уменьшить высоту всасывания. Насос прекратил или значительно снизил подачу воды. При этом увеличился зазор между лопатками рабочих колес и направляющими аппаратами; износились лопатки рабочих колес, втулки или вал насоса. Следует отрегулировать зазор между лопатками и направляющими аппаратами до величины, указанной в паспорте насоса, заменить втулку, на изношенную часть вала сделать наплавку металла электросваркой и проточить его на токарном станке, изношенные рабочие лопатки заменить новыми.

При работе насоса появилась сильная вибрация, возникшая из-за ослабления крепления насосной установки к раме, неправильной центровки насосной установки, износа подшипников электродвигателя, ослабления крепления рабочих колес на валу насоса или уменьшения зазора между лопатками и направляющими аппаратами, большого износа втулок и вала насоса и большой высоты всасывания. Следует устранить указанные неисправности, как было указано выше. *Подача воды насосом происходит неравномерно.* При этом на всасывающем трубопроводе имеется подсос воздуха. Следует устранить неплотности во всасывающем трубопроводе.

Нагрев корпуса насоса происходит при длительной его работе при закрытой задвижке на нагнетательном трубопроводе. Следует плавно открыть задвижку на нагнетательном трубопроводе и, если подача воды насосом прекратилась, то остановить работу его, залить водой и снова включить в работу. *На-*

грев подшипников происходит из-за перекоса установленных подшипников и несоосности соответствующих деталей насосной установки, недостатка смазки, износа подшипников, загрязненности масла. Следует проверить правильность сборки подшипников и произвести центровку насосной установки, добавить масла до нормального уровня, заменить вышедшие из строя подшипники, промыть подшипники в керосине и заменить масло.

Нагрев разгрузочного диска в центробежных насосах с гидравлической разгрузкой. При этом засорен трубопровод гидравлической разгрузки насоса или уменьшился зазор между диском и кольцом. Следует устранить указанные неисправности. *Нагрев сальникового уплотнения* происходит из-за перекоса грундбуксы, чрезмерной затяжки сальника и загрязнения набивки. Следует ослабить затяжку гаек грундбуксы и выправить ее положение, заменить набивку сальника новой, если есть необходимость в этом. *Через сальник проходит слишком много воды.* Это происходит из-за того, что выработалась сальниковая набивка или она недостаточно уплотнена. Следует добавить или заменить сальниковую набивку новой.

Включенный в сеть электродвигатель не вращается из-за отсутствия напряжения на клеммах. Следует проверить исправность электрической сети. *Включенный в сеть электродвигатель не вращается,* а гудит. Это происходит из-за разрыва концов в фазе обмотки статора или непрерывно выведенных концов обмотки на клеммной доске. Следует устранить указанные неисправности.

Электродвигатель во время работы насоса гудит. Это может быть по следующим причинам: обрыв одной фазы в обмотке статора, перегорела вставка одного предохранителя, имеется витковое замыкание в обмотке статора, заклинило электродвигатель или насос. Следует устранить указанные неисправности. *Электродвигатель во время работы сильно греется* из-за замыкания проводов в обмотке статора. Следует отправить электродвигатель в ремонт. *Во время работы остановился электродвигатель* ввиду того, что в насос с водой попал посторонний предмет и заклинил его или вышли из строя подшипники. Следует немедленно остановить электродвигатель, провернуть вал насоса

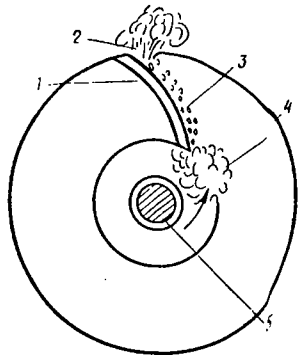


Рис. 91. Схема возникновения кавитации на лопатках рабочих колес центробежных насосов

1 — лопатка рабочего колеса насоса; *2* — область возникновения кавитации; *3* — движение пузырьков пара; *4* — область закипания воды; *5* — вал насоса

вручную и, если он не проворачивается, разобрать его и удалить из него посторонние предметы. Вышедшие из строя подшипники заменить новыми.

Уменьшение производительности насоса. При этом электродвигатель работает на пониженном напряжении, вследствие чего он не развивает полного числа оборотов. Следует проверить напряжение в сети. Рассмотренные неисправности относятся к одноколесным и многоколесным центробежным насосам, а также к центробежным насосам с гидравлической разгрузкой.

Очень часто при работе центробежных насосов возникают неисправности, вызванные кавитацией. При этом на концах рабочих лопаток образуется эрозия. Явление кавитации происходит следующим образом. При работе насоса в центре рабочего колеса создается разрежение. При снижении давления воды при подходе ее к центру рабочего колеса происходит парообразование в этой части насоса (рис. 91). Образовавшиеся пузырьки пара, двигаясь по рабочей лопатке к ее концу, попадают в область более высоких давлений. На концах рабочего колеса пар конденсируется и конденсат, ударяясь с большой силой о поверхность конца рабочей лопатки, разрушает металл. Кавитацией разрушаются не только лопатки рабочего колеса, но и другие детали насоса. Кавитация уменьшает напор и производительность насоса. Для предотвращения кавитации целесообразнее использовать тихоходные насосы, не допускать неплотности в соединениях всасывающего трубопровода, уменьшить высоту всасыва-

ния. Работа насоса при наличии кавитации сопровождается характерным шумом, а иногда вибрацией насосной установки.

7.11. НЕПРОГРЕВЫ В СИСТЕМЕ ОТОПЛЕНИЯ

Во время эксплуатации систем отопления жилых зданий встречаются случаи непрогрева отдельных частей системы отопления. Причинами непрогрева могут быть: образование воздушных мешков; в системе отопления недостаточное открытие крана, установленного на стояке; наличие засоров в стояках или подводках к нагревательным приборам, засор отверстия сопла элеватора. Если на стояке недостаточно открыт кран, то его следует открыть так, чтобы стояк прогревался нормально. Для устранения воздушных мешков выверяют уклоны магистральных трубопроводов, а в местах контруклонов, если не удается их устранить, устанавливают проточные воздухосборники. Засоры в сопле элеватора устраняют разборкой его и удалением из сопла грязи и сварочного грата, оставленного монтажниками строительной организации при монтаже системы отопления. Засоры в системе отопления устраняют после разборки соответствующей части системы отопления. Засоры чаще всего встречаются в местах установки арматуры, сужений диаметров труб, установки отводов, крестовин, тройников, сгонов и внутри нагревательных приборов. Причиной непрогрева всей системы отопления здания может стать исправность запорной арматуры, установленной в ИТП, а также засоренность отложениями грязи большинства труб системы отопления.

Рассмотрим наиболее часто применяемые варианты определения засоров в системах отопления жилых зданий.

Вариант 1. В двухтрубной системе отопления с нижней разводкой (рис. 92) не прогреваются нагревательные приборы I, II, III и IV двух верхних этажей. При этом сплошные засоры могут быть в точках *1* и *2* или несплошные засоры в точках *7* и *8*. **Вариант 2.** Не прогреваются нагревательные приборы IV и VI второго этажа. При этом засоры могут быть в точках *3* и *4* или в точках *5* и *6* на подводках к нагревательным приборам. **Вариант 3.** Не прогреваются нагреватель-

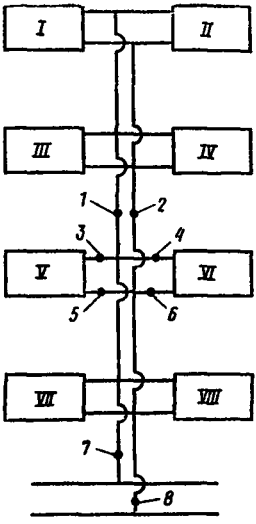


Рис. 92. Засоры в двухтрубной системе отопления с нижней разводкой

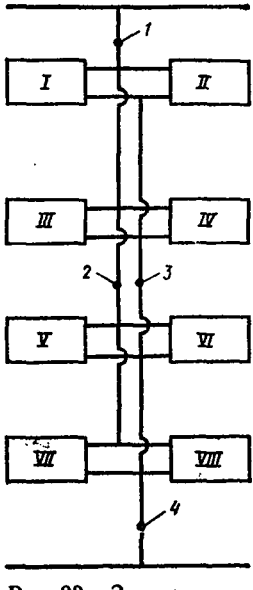


Рис. 93. Засоры в двухтрубной системе отопления с верхней разводкой

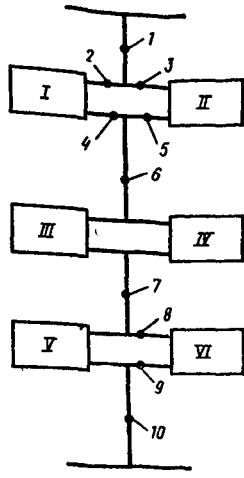


Рис. 94. Засоры в однотрубной проточной вертикальной системе отопления

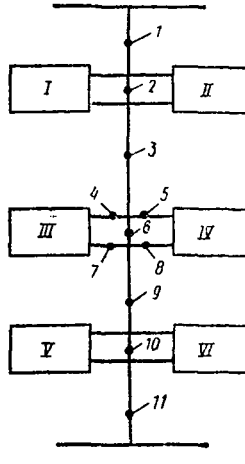


Рис. 95. Засоры в однотрубной вертикальной системе отопления с перемычками

ные приборы всех этажей данного стояка. При этом засоры могут быть в точках *7* и *8*.

Вариант 1. В двухтрубной системе отопления с верхней разводкой (рис. 93) не прогреваются нагревательные приборы V, VI, VII, VIII первых двух этажей. При этом сплошной засор может быть в точке *2* или несплошные засоры в точках *1* и *4*. **Вариант 2.** Не прогреваются нагревательные приборы I, II, III, IV двух верхних этажей. При этом засор возможен в точке *3* обратного стояка. **Вариант 3.** Не прогреваются нагревательные приборы всех этажей данного стояка. При этом могут быть засоры в точках *1* или *4*.

Вариант 1. В однотрубной проточной вертикальной системе отопления (рис. 94) не прогреваются все нагревательные приборы данного стояка: при этом засоры могут быть в точках *1, 6, 7, 10* или одновременно в точках *2* и *3* или *4* и *5*. **Вариант 2.** Не прогревается нагревательный прибор VI. При этом засор нужно искать в точках *8* и *9*. Так и в случае непрогрева других нагревательных приборов засор нужно искать только в подводках к нагревательным приборам или в самих приборах.

Вариант 1. В однотрубной вертикальной системе отопления с перемычками (рис. 95) не прогреваются все нагревательные приборы данного стояка. При этом засоры могут быть в точках *1, 3, 9, 11* или одновременно в одной из перемычек *2, 6, 10* и обеих связанных с перемычками подводках (например, *4* и *5* или *7* и *8*). **Вариант 2.** Не прогревается один нагревательный прибор IV второго этажа. При этом засоры могут быть в подводках *5* и *8* данного нагревательного прибора. Непрогревы других нагревательных приборов следует искать в подводках или в самих нагревательных приборах.

Вариант 1. В горизонтальной однотрубной проточной системе отопления (рис. 96) не прогреваются нагревательные приборы всех этажей. При этом засоры следует искать в точках *1* и *6*, а также в точках *1* и *7* или в точках *2* и *7*. **Вариант 2.** Не прогреваются все нагревательные приборы второго этажа. При этом засоры могут быть в точках *2* или *6*, или в одной из точек *3, 4, 5*. **Вариант 3.** Не прогреваются все нагревательные приборы первого этажа. При этом засоры могут быть в одной из точек *10, 9, 8*.

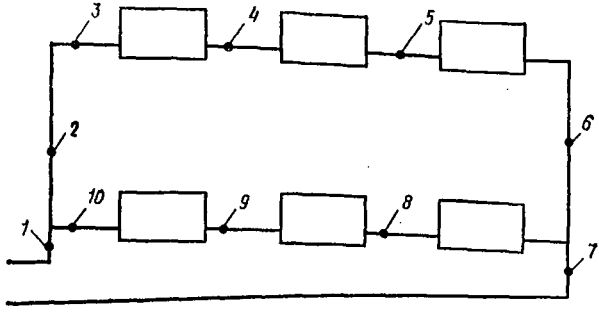


Рис. 96. Засоры в горизонтальной однотрубной проточной системе отопления

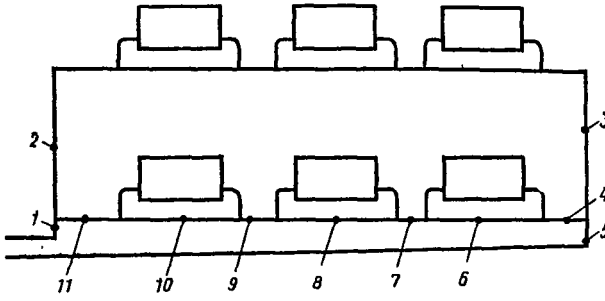


Рис. 97. Засоры в горизонтальной однотрубной системе отопления с перемычками

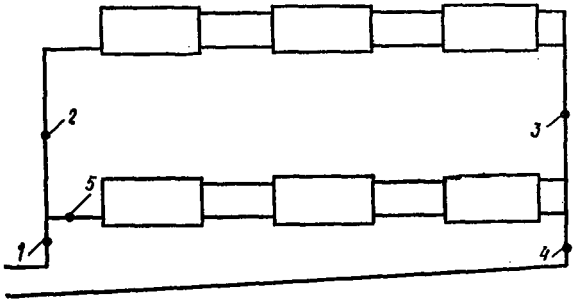


Рис. 98. Засоры в горизонтальной однотрубной системе отопления без перемычек (на сцепках)

Вариант 1. В горизонтальной однотрубной системе отопления с перемычками (рис. 97) не прогреваются нагревательные приборы всех этажей. При этом засоры могут быть в точках *1* и *3* или *1* и *5*, или *2* и *5*. **Вариант 2.** Не прогреваются все нагревательные приборы первого этажа. При этом засоры могут быть в одной из точек *4*, *6*, *7*, *8*, *9*, *10*, *11* или одновременно во всех указанных точках. **Вариант 3.** Не прогреваются все нагревательные приборы второго этажа. При этом засоры могут быть в точках *2* или *3*, а также между перемычками. **Вариант 4.** Не прогревается один из нагревательных приборов. При этом засор может быть в одной из подводок к нагревательному прибору или в самом приборе.

Вариант 1. В горизонтальной однотрубной системе отопления без перемычек (на сцепках), показанной на рис. 98. Не прогреваются нагревательные приборы всех этажей. При этом засоры могут быть в точках *1* или *4*, а также *1* и *3* или *2* и *4*. **Вариант 2.** Не прогреваются нагревательные приборы второго этажа. При этом засоры могут быть в точках *2* или *3*. **Вариант 3.** Не прогреваются или слабо прогреваются нагревательные приборы первого этажа. При этом засоры могут быть в точке *5* или между сцепками одного из нагревательных приборов.

В тупиковой однотрубной системе отопления (рис. 99) по ходу движения воды один из последних стояков не прогревается из-за недостаточной циркуляции воды в системе отопления. При этом следует отрегулировать систему отопления. Если регулировка не дала должного результата, то может быть сплошной засор в одном из участков трубопроводов по контуру *2—3—4—5* или на участке *1—8—7—6*. Отключив стояки *3—8* и *4—7*, если последний стояк *5—6* будет прогреваться, то несплошной засор в магистральных трубопроводах. Но если при отключении стояков *3—8* и *4—7* последний стояк не прогревается, то засор следует искать в последнем стояке. В двухтрубной системе отопления с попутным движением воды (рис. 100) не прогреваются все нагревательные приборы. При этом засор может быть только на участке трубопровода *1—2* или *4—5*. Если в этой системе отопления не прогреваются два последних стояка, то засор может быть на участке стояков между точками *3* и *4*.

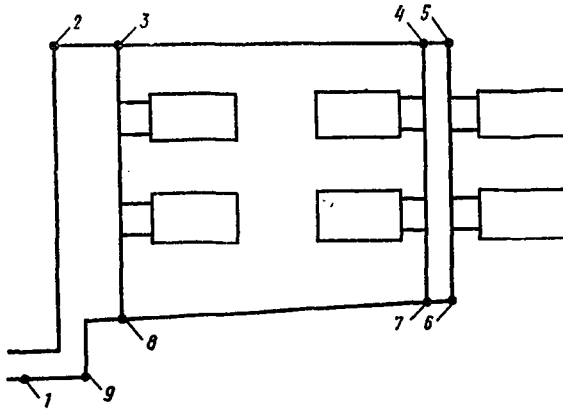


Рис. 99. Засоры в тупиковой однотрубной системе отопления

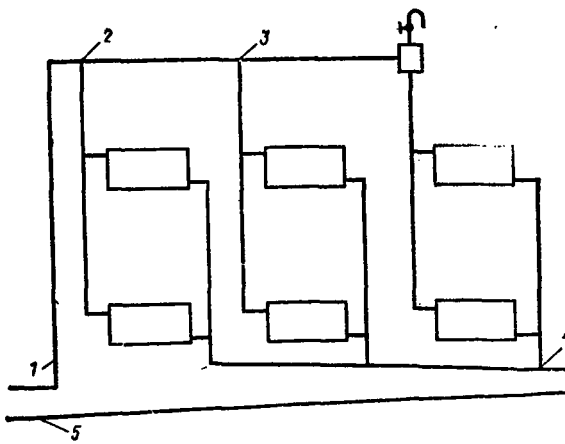


Рис. 100. Засоры в двухтрубной системе отопления с попутным движением воды в магистральном трубопроводе и главном стояке

Нередко причиной неудовлетворительного отопления всего жилого здания может стать засор отверстия сопла элеватора. Следует остановить работу системы отопления, разобрать элеватор и удалить из сопла грязь или кусочки сварочного грата, оставленного строителями при небрежном монтаже системы отопления. Однако засора может и не быть. Следует про-

извести расчет элеватора и определить диаметр сопла. Если же диаметр сопла по расчету определился больше проектного или ранее установленного, то данные следует согласовать с гортеплосетями и получить разрешение на увеличение диаметра сопла.

7.12. НЕИСПРАВНОСТИ В РАБОТЕ СИСТЕМЫ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Основными неисправностями системы горячего водоснабжения являются: а) *разрыв водоподогревателя вследствие превышения расчетного давления* (определяется по появлению на его поверхности воды). Указанная неисправность может произойти из-за отсутствия или неисправности предохранительного клапана. Если отсутствует предохранительный клапан, то его следует установить, неисправный клапан — отремонтировать и затем отрегулировать его при установленном давлении. Предохранительный клапан не реже одного раза в сутки во избежание прикипания его к седлу слегка за рычаг приподнимают и в течение 3—5 сек пропускают через него воду. Затем рычаг снова опускают — клапан садится на седло. Предохранительный клапан должен срабатывать при расчетном давлении, указанном в паспорте подогревателя;

б) *разность температур горячей воды у водоразборных кранов.* Причинами этой неполадки могут быть засоры в нижней части стояков, воздушные пробки в верхней части стояков. Засоры устраняют продувкой стояков путем сброса воды из стояков в дренаж или же механической прочисткой стояков с помощью стальных прутков. При образовании воздушных мешков, которые являются частыми причинами нарушения нормального горячего водоснабжения, следует устанавливать в верхней части стояков проточные воздухосборники. Причиной разности температур горячей воды у водоразборных кранов могут стать неотрегулированные стояки с тупиковой разводкой. При этом следует отрегулировать расходы горячей воды по стоякам с помощью вентилей, установленных в нижней их части или с помощью шайб, предварительно рассчитав диаметры их отверстий. Для предотвращения потерь теплоты горячие стояки и магистральные трубо-

проводы следует тщательно закрыть теплоизоляционным материалом;

в) *утечки горячей воды через скрытые стояки в стенах и панелях.* Эти утечки могут быть долгое время незамеченными. На наличие утечки может указать выходящий стояк в подвальном помещении, который будет смочен водой. При этом устранение такой утечки дело довольно сложное. Лучше всего дефектный стояк отключить от системы и проложить новый стояк снаружи стен;

г) *разъедание коррозией полотенцесушителей, присоединенных к системе горячего водоснабжения.* Для предотвращения этой неисправности полотенцесушители изготовляют из оцинкованных труб в виде змеевиков или устанавливают чугунные полотенцесушители;

д) *подогреватель не обеспечивает достаточный нагрев воды для горячего водоснабжения при нормальной температуре греющей среды.* В этом случае уменьшается теплопередача стенок трубок подогревателей из-за значительной загрязненности трубок отложениями накипи и грязи. При этом очищают трубки от накипи механическим или кислотным методами;

е) *усиленная коррозия элементов горячего водоснабжения.* Наиболее существенными факторами появления коррозии элементов горячего водоснабжения являются температура воды и наличие кислорода в воде системы. Скорость коррозии будет происходить тем больше, чем выше температура воды в системе горячего водоснабжения. Так, при температуре от 50 до 75 °С скорость коррозии усиливается примерно на 35 %. При указанных температурах происходит интенсивное выделение из воды кислорода и углекислоты. В наиболее неблагоприятных условиях в этом случае работают подающие стояки, подводки к водоразборным кранам. Ускорению коррозии способствуют воздушные мешки в системе, нарушая помимо всего циркуляцию воды. Для устранения воздушных мешков в трубопроводах системы горячего водоснабжения давление воды должно быть более геометрической высоты системы на 5—7 м вод. ст.

Для устранения перегрева воды устанавливают регуляторы температуры. Одним из способов защиты системы от коррозии является способ создания на внут-

ренних стенках трубопроводов тонкого слоя накипи, которая не допускает непосредственного контакта металла с находящимся в воде кислородом и углекислотой. Для создания слоя накипи на трубах системы применяют магномассы. Углекислота, поглощаемая магномассой, способствует выпаданию из воды карбоната кальция, который оседает на стенках труб и образует пленку накипи. В настоящее время применяют установки электрохимического обескислороживания воды, которые резко снижают скорость коррозии и увеличивают срок службы системы горячего водоснабжения. Однако весьма экономичным и эффективным способом защиты от коррозии металла является централизованное известкование водопроводной воды, внедренное в Москве.

В заключение следует отметить, что системы горячего водоснабжения с открытым водоразбором корродируют значительно меньше, чем системы с подогревателями. В первых системах циркулируемая горячая вода умягченная и деаэрированная в источнике теплоснабжения, а в системе с подогревателями используется водопроводная вода, насыщенная кислородом и углекислотой.

Глава 8. ОХРАНА ТРУДА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТЕ ОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

8.1. ОРГАНИЗАЦИЯ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА

Работы по эксплуатации и ремонту оборудования системы теплоснабжения в жилищно-коммунальном хозяйстве распределены в определенных границах по ДЭЗам, либо сосредоточены при управлении жилищно-коммунального хозяйства под общим руководством главного инженера, которому непосредственно подчинены главный механик, главный энергетик, диспетчеры, инженер по технике безопасности и мастера по теплоснабжению.

Мастер по теплоснабжению является непосредственным руководителем и организатором работ на закрепленном за ним участке системы теплоснабжения. Он возглавляет и осуществляет контроль за эксплуа-

тацией и ремонтом оборудования системы теплоснабжения, несет персональную ответственность за выполнение установленного объема, сроков и качества ремонта на своем участке, за обеспечение безопасных условий работ и выполнение подчиненными ему слесарями-сантехниками правил безопасности и внутреннего распорядка, действующих на данном предприятии. Мастер через бригадиров руководит несколькими бригадами слесарей-сантехников.

Бригада является начальной формой организации эксплуатации, ремонта, соблюдения правил техники безопасности при эксплуатации и ремонте оборудования системы теплоснабжения. Характерной особенностью работ по ремонту оборудования системы теплоснабжения является то, в основном все операции производятся не одним, а несколькими рабочими. Бригаду возглавляет бригадир, который является старшим рабочим в бригаде. На должность бригадира назначается наиболее квалифицированный рабочий, умеющий выполнять все поручаемые бригаде работы, кроме ответственных сварочных работ. Ему подчиняется весь состав бригады, его распоряжения и указания должны выполнять все рабочие бригады.

Инженер по технике безопасности жилищно-коммунального хозяйства постоянно осуществляет контроль за состоянием техники безопасности на рабочих местах по эксплуатации и ремонту оборудования системы теплоснабжения. При нарушении условий безопасности труда он имеет право остановить работы до выполнения его требований.

Ответственными лицами за эксплуатацию и ремонт оборудования системы теплоснабжения кроме главного механика и главного энергетика приказом по жилищно-коммунальному хозяйству должно быть назначено необходимое число специалистов из числа инженерно-технических работников, которые обязаны обеспечивать: а) надежную, экономичную и безопасную работу оборудования системы теплоснабжения; б) разработку и внедрение мероприятий по экономии тепловой энергии; в) внедрение новой техники и технологии, способствующей повышению производительности труда; г) организацию и своевременное проведение планово-предупредительного и капитального ремонтов оборудования; д) обеспечение запасными час-

тями и материалами, необходимыми для бесперебойной работы оборудования; е) организацию обучения, инструктирование и периодическую проверку знаний персонала, обслуживающих теплоиспользующие установки и тепловые сети; ж) организацию учета выработки и расхода тепловой энергии, составление теплового баланса, ведение установленной отчетности и своевременное ее представление вышестоящим организациям; з) строгое выполнение договорных условий при получении тепловой энергии от энергосистемы Минэнерго СССР или котельных; и) соблюдение графика тепловой нагрузки потребителями теплоты и поддержание заданного режима теплопотребления; к) выполнение предписаний Госэнергонадзора и энергоснабжающей организации в установленные сроки; л) своевременное расследование аварий и браков в работе теплоиспользующих установок и тепловых сетей, а также несчастных случаев, связанных с эксплуатацией и ремонтом указанного оборудования. На основе материалов расследования должны быть разработаны мероприятия по предупреждению подобных аварий, браков в работе и несчастных случаев.

Каждый рабочий и инженерно-технический работник, поступающий на работу по эксплуатации и ремонту теплоиспользующих установок и тепловых сетей, предварительно проходит медицинскую комиссию, которая определяет их пригодность к указанной работе. До назначения на самостоятельную работу рабочий должен пройти предварительно обучение на рабочем месте, в объем которого входят приобретение практических навыков, ознакомление с оборудованием, аппаратурой и изучение: 1) «Правил технической эксплуатации теплоиспользующих установок и тепловых сетей»; 2) «Правил техники безопасности при эксплуатации теплоиспользующих установок и тепловых сетей»; 3) технического паспорта, устройства, схем и особенностей эксплуатации теплоиспользующих установок и тепловых сетей в необходимом объеме для данной должности; 4) производственных инструкций; 5) дополнительных правил и инструкций в зависимости от выполняемой работы.

По окончании обучения рабочий должен пройти в квалификационной комиссии проверку знаний. При

положительной оценке знаний он может быть допущен к работе дублером на срок, установленный комиссией. Для ремонтного персонала дублирование не требуется. Лицам, прошедшим проверку знаний с положительной оценкой, выдается удостоверение установленной формы. Знания оборудования, приспособлений, инструмента и технологического процесса производства работ и умение правильно применять свои знания при выполнении заданий являются непременным условием безопасной и высокопроизводительной работы.

Эксплуатационный персонал (дежурные тепловых пунктов, насосных установок, диспетчеры), принимая смену, знакомится с записями в оперативном журнале и расписывается в приеме смены, а сдающий смену — расписывается о сдаче смены. Ремонтный персонал к установленному времени в спецодежде и головных уборах перед началом производства работ получает от мастера наряд — письменное распоряжение на работу, определяющее место, время, условия производства работ, необходимые меры безопасности, состав бригады и лиц, ответственных за безопасность работ и объем работы. При работе по наряду бригада должна состоять не менее чем из двух человек, включая мастера (если он необходим на рабочем месте). При выдаче наряда мастер указывает, какое оборудование должно быть отремонтировано, рациональные приемы выполнения работы, меры безопасных условий труда. Бригада, прибывшая к месту выполнения наряда, должна перед началом работы выполнить указания мастера по обеспечению безопасных условий труда. Только после этого бригада приступает к выполнению производственного задания по наряду.

Рабочим местом слесаря по эксплуатации и ремонту оборудования системы теплоснабжения является то место, где он должен выполнять задание по наряду. В отличие от дежурного персонала у слесарей рабочие места могут меняться по нескольку раз в смену. Работы, требующие обработки деталей в тисках, трубозажимах, сверления отверстий, нарезки резьб и пр., выполняются в мастерской. Мастерская должна иметь хорошее освещение и вентиляцию, пол без выбоин и трещин. Рабочее место слесарь обязан

содержать в чистоте, не загромождать проходы посторонними предметами. Складировать в мастерской материалы и оборудование запрещается.

При рубке, клепке и сверлении металла, при которых могут отлететь осколки металла, слесарь должен работать в защитных очках. Нельзя пользоваться плохо укрепленными на верстаке прижимами и тисками, нельзя касаться руками вращающегося сверла и убирать стружки во время работы сверлильного станка. Ременные передачи, соединительные муфты, шестерни редукторов станков и механизмов должны быть ограждены и надежно заземлены. Станки и механизмы ремонтировать и чистить на ходу запрещается. Перед наполнением песком труб нужно убедиться в том, что труба достаточно прочно укреплена и вполне устойчива. При гнутье труб с нагревом слесари должны работать в рукавицах, а глаза защищены защитными очками.

Рукоятки молотков и кувалд должны прочно сидеть в гнездах. Не разрешается работать с рукояткой молотка или кувалды, имеющей трещины и надломы. Гаечные ключи должны соответствовать размерам гаек. Нельзя закладывать прокладки между гранями гайки и губками ключа, а также соединять два ключа для получения более длинного рычага. У зубил и крейцмейселей верхняя часть должна быть конусной и иметь гладкую, без заусенцев поверхность для удара молотком. При ударе молотком необходимо следить за направлением движения режущей части зубила или крейцмейселя, а не смотреть на его боек. Не разрешается пользоваться этими инструментами с частично выкрошенной кромкой или разбитым бойком. Не допускается пользоваться напильником без ручек или расколотыми ручками, или без насадных колец.

Ручные ножовки по металлу должны прочно удерживать ножовочное полотно. Разрезаемую заготовку надежно закрепляют в тисках или в трубном прижиме. В конце резки необходимо уменьшить нажим на ножовку и поддерживать отрезаемую часть металла, чтобы она не упала на ноги. Сдувать стружку нельзя, так как можно при этом засорить глаза металлической пылью. Электроинструмент (электродрели, электроножницы, электрошлифовальные машины и т. д.),

работающие от сети с напряжением 110—120 В, должны быть надежно заземлены. Пневматический инструмент (пневматические молотки и лопаты) присоединяют к шлангам и отсоединяют от них только после выключения подачи воздуха. В случае прекращения подачи воздуха во время работы или при перерыве работы инструмент должен быть отключен.

Работа в резервуарах, колодцах, каналах и камерах разрешается только по наряду, выдаваемому мастером. При этом бригада для производства работ должна состоять в количестве не менее двух человек. Участники работ должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты, соответствующими условиями выполняемой работы: предохранительными поясами со страхующими каналами, а по мере необходимости — защитными очками и противогазами.

Перед допуском рабочих к ремонтным работам мастер сам лично осматривает, со всех ли трубопроводов для транспортировки пара, агрессивных вод, сетевой воды с высокой температурой и пр. сняты заглушки, а на запорных устройствах (задвижках и вентилях) вывешен плакат с надписью «Не открывать: работают люди». Придя к месту работы, крышки смотровых колодцев и камер следует открывать специальными ключами, изготовленными из стальных прутков диаметром не менее 10 мм и длиной не менее 500 мм. Открывать крышки трубными (газовыми) ключами, руками и случайными предметами запрещается. У колодцев и камер с открытыми крышками необходимо поставить временные решетки, освещаемые в ночное время. Затем перед спуском в колодец или камеру, резервуар или канал они должны быть проветрены. Отсутствие загазованности проверяют переносным газоанализатором. Открытый огонь для такой проверки применять категорически запрещается.

Выполнение работ в колодцах, камерах, каналах и резервуарах осуществляется так: один рабочий из числа бригады с предохранительным поясом находится в резервуаре, а другой с концом страхующего каната находится вне резервуара и неотлучно ведет наблюдение за работающим. Если работающий внутри резервуара почувствовал себя плохо, то должен подать условный сигнал страхующим канатом, который прикреплен к его предохранительному поясу. Наблю-

дающий должен оказать ему помощь, покинуть рабочее место. Если в резервуаре будет выделяться газ, то следует делать перерывы в работе через каждые 20 мин. При этом температура воздуха в резервуаре, колодце, камере, канале не должна быть выше 40—50 °С. При температуре воздуха свыше 50 °С и наличии воды с температурой выше 50 °С и уровнем выше 200 мм работы запрещаются.

После окончания работ мастер должен удостовериться в том, что внутри резервуара, колодца, камеры и канала нет людей, инструментов, материалов и других предметов. Только после этой проверки крышки указанных емкостей закрывают, снимают ограждение и предупредительные плакаты. После производства работ рабочие должны убрать от мусора и отходов рабочие места. Кроме того, слесарь должен бережно и аккуратно относиться к инструментам и материалам, инструмент содержать в исправном состоянии, а материалы использовать бережно и экономино.

Для выполнения работ по ремонту трубопроводов и арматуры, расположенных на высоте выше 1 м, применяют леса, подмости и лестницы. Леса, подмости и лестницы могут быть деревянными и металлическими. Все конструкции лесов и подмостей должны быть рассчитаны на нагрузки, которые они будут испытывать во время работы, пройти техническое освидетельствование и приемку специальной комиссией, о чем составляют акт приемки и утверждают у главного инженера жилищно-коммунального хозяйства. Работать на лесах и подмостях без акта приемки не допускается. Работать на лесах и подмостях мастер поручает рабочим, имеющим опыт работы на высоте. Ученикам моложе 18 лет на указанных конструкциях работать категорически запрещается. Кроме того, состояние здоровья лиц, допускаемых к работам на высоте, должно отвечать медицинским требованиям.

Настилы на лесах и подмостях должны иметь ровную поверхность, щели на настиле допускаются шириной не более 10 мм. Настилы должны быть надежно прикреплены к каркасу. Опорные стояки во избежание расшатывания закрепляют распорами и раскосами. Леса и подмости для подъема на них людей и материалов и спуска их оборудуют прочными лестницами, надежно прикрепляемыми к конструкции лесов

и подмостей. Проем в настиле для выхода из лестницы должен быть огражден с трех сторон. Четырехсторонние ограждения выполняются для проемов, предназначенных для перемещения грузов. Работа на случайных подставках (ящиках, бочках, шгабелях из кирпичей и бревен и т. д.) запрещается. Доступ посторонних людей к месту установки лесов и подмостей также запрещается, о чем вывешивается плакат с надписью «Проход закрыт». Электрические провода на расстоянии до 5 м от металлических лесов должны быть обесточены.

При производстве кратковременных работ на высоте более 1,5 м без подмостей и лесов (при подвешивании талей, блоков и т. п.) работающие должны обязательно использовать предохранительные пояса. В течение всего времени пребывания слесаря на высоте предохранительный пояс должен быть прикреплен цепью с карабином к прочной конструкции. Вспомогательные рабочие ведут наблюдение за работающим на высоте и должны быть готовыми оказать ему немедленную помощь. Вспомогательным рабочим нельзя стоять под лесами, подмостями и работающим на высоте без подмостей и лесов во избежание случайного падения с высоты инструмента или груза.

Кроме подмостей и лесов при производстве ремонтных работ широко применяют лестницы, изготовленные из сухого материала без суковатости. Лестница не должна прогибаться под тяжестью человека с инструментом. Ступеньки лестницы должны соединяться с тетивами в шип. Прошивка ступенек гвоздями без врезки запрещается. Через каждые 2 м тетивы лестниц должны быть скреплены стяжными болтами. Ни в коем случае нельзя связывать веревками, проволокой или сбивать гвоздями две лестницы при наращивании ее длины. Наращенную лестницу соединяют с помощью металлических хомутов, накладок с болтами и т. п. Длина лестницы не должна быть более 5 м. Лестницы длиной более 5 м изготовляют металлическими с ограждением из металлических дуг.

Немаловажным фактором безопасности работы с лестницы имеет контакт нижних концов лестницы с опорой на площадке. Так, на шероховатых бетонных полах нижние концы лестниц должны иметь резиновые наконечники, а при работе на деревянных

и земляных полах — иметь стальные острия. Верхние же концы, прикрепляемые к трубопроводам, должны иметь специальные крюки для захвата за окружность трубы. Если отсутствуют крюки, то лестницу в верхней части прикрепляют к прочной конструкции металлическими цепями. Поддерживать лестницу внизу или стоять под ней во время работы слесаря на высоте запрещается, так как не исключено падение инструмента или другого предмета на стоящего внизу рабочего. Однако, если нет возможности закрепить лестницу при установке ее на гладких плиточных полах, то с разрешения мастера допускается, чтоб один рабочий поддерживал лестницу в устойчивом положении; при этом рабочий должен быть в каске. Если работы с приставными лестницами ведутся в районе движения транспорта и людей, то эти места ограждают или охраняют вспомогательные рабочие. После окончания работ на высоте леса, подмости и лестницы убирают в специально отведенные для этого места хранения. Не реже 1 раза в 6 мес лестницы, предохранительные пояса и страхующие канаты подвергают испытаниям на статическую и динамическую нагрузку.

8.2. БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

Проведение земляных работ в районе подземных коммуникаций (электрических кабелей, кабелей телефонной связи, газопроводов, тепловых и водопроводных сетей, канализации) должно быть согласовано с владельцами этих коммуникаций с получением на то их разрешения. К разрешению должен быть приложен план (схема) с указанием места расположения и глубины залегания коммуникаций. После получения разрешения на производство земляных работ рабочее место надежно ограждают по всему периметру, выставляют предупредительные знаки на расстоянии 5 м со стороны движения транспорта, на ограждении с лобовой стороны на высоте 1,5 м подвешивают сигнальный красный свет. Для работы в ночное время место работы освещают прожекторами или переносными лампочками, установленными на высоте не менее 2 м. Электропроводка должна быть в резиновой изоляции, а электролампочки оснащены предохранительными

металлическими сетками. Если работы ведутся возле трамвайных путей, следует установить предупредительный плакат с надписью «Тихий ход», а ограждение места земляных работ должно быть не ближе 1 м от головки рельсы. Крепление котлована вблизи трамвайных путей обязательно.

При рытье шурфов, котлованов и траншей по краям необходимо оставлять проходы (бровки) шириной 0,5—1,0 м. При отсутствии грунтовых вод допускается рыть траншеи и котлованы с вертикальными стенками без откосов и креплений с песчаными и гравелистыми грунтами глубиной не более 1 м, супеси — не более 1,25 м, суглинки, глины и сухие лессовидные грунты — не более 1,5 м, особо плотные, требующие для разработки применения ломов, кирок и клиньев — не более 2 м. При рытье на глубину, превышающую выше указанную, производят крепление вертикальных стенок или устраивают откосы. Для движения людей через траншеи и котлованы, вырытые на улицах, в проездах и дворах устраивают переходы шириной не менее 0,7 м с ограждением перехода с обеих сторон высотой не менее 1 м. Для подъема и спуска рабочих в траншеи и котлованы делают лестницы.

В местах, где проложен электрокабель, пользоваться ломами, кирками, пневматическими лопатами и молотками запрещается. Работы ведут в этом случае только штыковыми и совковыми лопатами при соблюдении особой осторожности под наблюдением представителя электросети. Осторожность работы необходима для предотвращения повреждения кабеля и поражения работающих электротоком. Как только кабель будет освобожден от грунта, его подвешивают и защищают деревянным коробом, а на коробе вывешивают плакаты: «Стой — высокое напряжение» или «Стой — опасно для жизни». Бросать в котлованы и траншеи инструмент и материалы запрещается — их следует спускать на веревках или передавать из рук в руки.

Не исключено, что при производстве земляных работ может появиться запах газа. При этом работы прекращают немедленно и рабочих удаляют из опасной зоны до выяснения и устранения причин появления газа. Если работы при появлении газа должны продолжаться, то необходимо при этом иметь индика-

торы для определения газа, рабочие должны быть обеспечены противогазами и, конечно, все участники земляных работ должны быть проинструктированы о порядке производства работ в загазованной зоне. Курить, работать с паяльной лампой, применять газоэлектросварку, разводить костры для оттаивания грунта в зимнее время в траншеях с загазованной средой или вблизи газопровода категорически запрещается.

Нередко при производстве земляных работ производят электропрогрев грунта. В этом случае этот участок ограждают и вывешивают предупредительный плакат об опасности появления в этом месте людей. Пребывание посторонних лиц на этом месте недопустимо. Во время тумана и в ночное время прогреваемая площадка должна быть освещена. Электропрогрев грунта с естественной влажностью допускается током напряжением не свыше 380 В под постоянным наблюдением электромонтера, имеющего соответствующую квалификационную группу.

8.3. СОБЛЮДЕНИЕ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК И КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Насосные установки. Немаловажное значение для создания безопасных условий труда, а также предупреждения несчастных случаев имеет поведение каждого рабочего и уровня знаний им правил безопасного ведения работ. В целях упорядочения эксплуатации и соблюдения правил безопасности должна быть разработана инструкция по технике безопасности и эксплуатации насосных установок с учетом специфических и местных условий в следующей последовательности: 1) назначение насосной установки; 2) подготовка к пуску насосной установки в работу; 3) пуск в работу насосной установки; 4) наблюдение за работой насосной установки; 5) остановка насосной установки; 6) остановка насосной установки при обнаружении ее неисправности и при аварийных ситуациях в работе теплоиспользующих установок и тепловых сетей; 7) неисправности в работе насосных установок; 8) правила техники и противопожарной безопасности.

Указанную инструкцию составляют и подписывают у главного энергетика и утверждают главным инженером жилищно-коммунального хозяйства. К инструкции должна быть разработана схема насосной установки с указанием трубопроводов, арматуры, приборов контроля, насосов. На схеме указывают номера насосов и задвижек, которые должны соответствовать номерам, нанесенным на металлических бирках и подвешенным на каждой задвижке. На бирке насосной установки указывают: номер насосной установки, тип насоса, производительность насоса, напор насоса, тип электродвигателя, мощность электродвигателя, число оборотов электродвигателя.

Насосная установка и помещение должны содержаться в чистоте и порядке. Дежурный персонал должен выполнять только порученную ему работу. Запрещается оставлять рабочее место, даже если оборудование насосной установки находится в неработающем состоянии. Перед пуском оборудования в работу необходимо твердо убедиться в его исправности, в отсутствии в опасных местах людей, посторонних предметов и дать предупредительный сигнал нажатием на 2—3 сек на кнопку «пуск» и «стоп». Пускать в работу оборудование насосной установки имеет право тот, кто останавливал его или принявший по смене его обязанности. Время остановок и пуска оборудования в работу указывается в специальном журнале.

Чистить, смазывать и ремонтировать оборудование насосной установки разрешается только после ее остановки. Движущиеся и вращающиеся части насосных установок должны быть ограждены металлическими кожухами. В спецодежде дежурного персонала не должно быть развевающихся частей, которые по неосмотрительности могут быть захвачены вращающимися деталями насосов. О всех неисправностях в работе насосной установки дежурный должен немедленно сообщить диспетчеру, принять меры в соответствии с инструкцией при данной ситуации, а затем произвести запись в журнале о времени обнаружения неисправности насосной установки и принятых при этом мерах. Складирование и хранение запасных частей и материалов должно быть сосредоточено в специальной кладовой. Хранение наполненных газом баллонов

в помещении насосной установки запрещается. Хранить их следует в специальных складах и притом отдельно от опорожненных баллонов.

Контрольно-измерительные приборы. На всех предприятиях, в том числе и в жилищно-коммунальных хозяйствах, должно быть назначено ответственное лицо из числа инженерно-технических работников с возложением на него общего руководства по надзору за состоянием контрольно-измерительной техники и степенью ее эксплуатации. В соответствии требований Госкомитета стандартов, мер и измерительных приборов СССР за надлежащее состояние и правильное применение находящихся в эксплуатации измерительных приборов несут ответственность руководители предприятий, учреждений и организаций, которые обязаны организовать систематический надзор за всеми средствами измерений, обеспечивая их постоянно в исправном состоянии, правильность применения и надлежащее хранение.

При длительной работе манометра трубчатая пружина со временем растягивается и теряет свои упругие свойства, а поэтому прибор будет указывать неверные значения давления измеряемой среды. С целью увеличения срока службы прибора и обеспечения наименьшей погрешности следует использовать в качестве рабочей части только первые 2/3 шкалы. При этом трубчатая пружина будет нагружена не полностью и будет работать в благоприятных для нее условиях.

Приборы должны быть установлены так, чтобы их шкалы были хорошо видны с рабочего места и к приборам был свободный доступ обслуживающего персонала. Приборы должны быть защищены от действия высокой температуры и нагрев их свыше 60 °С не допускается. При измерении давления сред с высокой температурой необходимо перед прибором устанавливать сифонную трубку. При установке манометра на паровом или водогрейном котле на шкале прибора должна быть нанесена красная черта, указывающая допустимый предел измерения давления среды. Взамен красной черты допускается установка металлической стрелки, окрашенной в красный цвет.

Обслуживание манометра заключается в проверке его исправности, состояния соединительной линии

и продувке этой линии. Линию следует продувать с соблюдением всех мер предосторожности. Включать и выключать манометр необходимо плавно и медленно, не допуская резких толчков при движении измеряемой среды. В противном случае можно довольно быстро вывести прибор из строя. При измерениях нельзя допускать превышения давления сверх допустимого во избежание появления остаточных деформаций трубчатой пружины прибора. Не реже 1 раза в смену необходимо производить продувку манометра и проверять установку его стрелки на нуль. Число продувок и проверок приборов установлено производственной инструкцией, утвержденной главным инженером. Категорически запрещается применение манометров в работе если: отсутствуют на них пломбы, просрочены сроки проверки и поверки; стрелка при отключении прибора не становится на нуль; разбито стекло; имеются механические повреждения корпуса, могущие отразиться на правильности показаний приборов.

Манометры не реже 1 раза в год следует подвергать поверке в мастерских Госкомитета стандартов, мер и измерительной техники. Кроме того, не реже 1 раза в 6 мес предприятие (владелец приборов) должно производить дополнительную проверку исправности приборов с помощью контрольного манометра, а при отсутствии его допускается проверка рабочим манометром, поверенным предварительно в мастерской Госкомитета стандартов, мер и измерительной техники. Во время эксплуатации ртутных термометров необходимо их периодически очищать от пыли, грязи и наблюдать за их сохранностью, а там, где не представляется возможным, выполнить особенно последнее требование, прибор следует поместить в металлический защитный кожух. Место установки прибора должно быть удобным для наблюдения, а шкала хорошо видна при естественном и искусственном освещении. Не реже одного раза в год необходимо производить проверку приборов в лаборатории КИП и автоматики предприятия, осмотр и испытание давлением металлических гильз. Ртутные стеклянные термометры должны применяться для измерения температуры не более +500 °С.

При установке и эксплуатации водомеров выпол-

няют следующие правила и требования: 1) крыльчатые водомеры располагают на трубопроводах только в горизонтальном положении и с плоскостью циферблата верх; 2) турбинные водомеры устанавливают на горизонтальных, вертикальных и наклонных трубопроводах (в двух последних случаях их следует устанавливать на участках трубопроводов, подающих воду снизу вверх; 3) циферблат водомера устанавливают таким образом, чтобы нулевая отметка большой шкалы совпадала с направлением оси водомера и была расположена на стороне выходного патрубка; 4) водомеры располагают только в местах, где температура окружающей его среды была бы выше 0 °С; 5) для замены, ремонта и в случае выхода из строя водомера устраивают обводную линию, позволяющую отключать водомер, не нарушая режима водоснабжения потребителей; 6) между водомером и задвижкой должен быть обязательно прямой участок трубопровода не менее 6—8 диаметров данного трубопровода; 7) в случае измерения расхода воды, загрязненной механическими примесями, перед водомером устанавливают сетчатый фильтр на расстоянии от прибора 6—8 диаметров данного трубопровода. Сетчатый фильтр предохраняет прибор от загрязнения и выхода его из строя; 8) регулярно не менее 1 раза в год производят внутренний осмотр и очищают водомеры, находящиеся постоянно в работе.

При внутреннем осмотре водомера следует обращать особое внимание на состояние сальникового уплотнения оси, соединяющей редуктор с механизмом счетчика, которое не должно размываться водой и пропускать ее к счетному механизму. Для удобства ведения учета расхода воды и контроля за работой водомеров показания расхода воды желательно снимать через равные промежутки времени.

8.4. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭСТЕТИКА

Общий вид производственных помещений, размещение в них оборудования, содержание в исправном состоянии оборудования котельных, тепловых пунктов, насосных, тепловых сетей, бойлерных благотворно влияет на отношение персонала к обслуживанию указанного оборудования. Несмотря на имеющиеся раз-

личные условия работы оборудования систем теплоснабжения, помещения с указанным оборудованием должны иметь красивый вид.

В пределах котельных, тепловых пунктов, насосных, бойлерных, теплофикационных камер и проходных каналов тепловых сетей прокладывается довольно большое количество трубопроводов различного назначения. Для безошибочной ориентировки обслуживающего и ремонтного персонала при включениях, переключениях и отключениях трубопроводов их окрашивают в различные цвета. Кроме того, для отличия трубопроводов, по которым транспортируется одинаковое вещество (пар перегретый или пар насыщенный, сетевая вода прямого теплопровода или сетевая вода обратного теплопровода и т. д.), но различного качества, помимо основной окраски всего трубопровода на него наносят цветные кольца различной окраски: пар перегретый среднего давления — красный цвет с черными кольцами; пар насыщенный острый — красный цвет с желтыми кольцами; вода химически очищенная — зеленый цвет с белыми кольцами; конденсат — зеленый цвет с синими кольцами; вода питательная — зеленый цвет без колец; вода дренажная и продувки — зеленый цвет с красными кольцами; вода техническая — черный цвет без колец; водопровод пожарный — оранжевый цвет без колец; тепловая сеть прямая (подающая) — зеленый цвет с желтыми кольцами; тепловая сеть обратная — зеленый цвет с коричневыми кольцами; воздуховоды — голубой цвет без колец; газопроводы — желтый цвет без колец; мазутопроводы — коричневый цвет без колец; воздухопроводы газифицированных котельных, трубопроводы сжатого воздуха для обдувки поверхностей нагрева котлов — голубой цвет с красными кольцами; трубопровод для кислотной промывки котлов, подогревателей — серый цвет без колец.

Ширину цветных колец наносят в зависимости от величины наружного диаметра трубопроводов или его теплоизоляции. Ширина цветного кольца при диаметре трубопровода или его теплоизоляции до 150 мм должна быть 50 мм, при диаметре от 150 до 300 мм — 70 мм, при диаметре более 300 мм — 100 мм. Расстояние между кольцами в зависимости от местных условий должно быть в пределах 1—5 м.

Магистральным трубопроводам присваивают номера (римские цифры наносят на поверхности трубопроводов или теплоизоляции) и указывают стрелками направление движения среды, а на ответвлениях от магистральных трубопроводов наносят номера магистральных трубопроводов римскими цифрами и буквенные обозначения агрегатов, куда направлено данное ответвление (К — котел, Н — насос, ПП — пароперегреватель, ЭК — водяной экономайзер, П — подогреватель, ХВО — химводоочистка, Р — прочие потребители) и номера агрегатов арабскими цифрами. На ответвлениях от магистральных трубопроводов также наносят стрелки, показывающие направления движения среды к агрегату или от агрегата к магистральному трубопроводу. Кольца, буквенные обозначения и стрелки наносят перед входом и после выхода из отверстия стен, а также по обеим сторонам задвижек и вентилей. Задвижкам и вентилям на трубопроводах также присваивают порядковые номера, соответствующие номерам, указанным на схемах котельных, насосных, бойлерных, тепловых пунктов и тепловых сетей. На арматуре и приводах к ней указывают стрелками направление вращения маховика (З — в сторону закрытия и О — в сторону открытия).

Размеры букв и цифр устанавливают в зависимости от величины наружного диаметра трубопровода или его теплоизоляции. Высота букв и цифр для наружного диаметра трубопровода или теплоизоляции от 150 до 300 мм должна быть 100 мм, более 300 мм — 150 мм. На трубопроводах с наружным диаметром трубопроводов или его теплоизоляции менее 150 мм буквы и цифры наносят на металлических табличках, прикрепленных к трубопроводам в вертикальной плоскости (под или над трубопроводами). Буквы и цифры наносят масляными черными красками печатным шрифтом. В случае черной основной окраски трубопровода или теплоизоляции буквы и цифры наносят светло-серой краской. Надписи должны быть расположены между кольцами.

В котельных каждый котел и водяной экономайзер должны иметь свои порядковые номера, которые наносят краской на специальные таблички форматом не менее 300×200 мм, укрепляемые впереди каждого котла и водяного экономайзера. Кроме того, на ме-

таллической табличке наносят регистрационные номера, присвоенные местным органом Госпроматомнадзора СССР, указывают разрешенное рабочее давление, до которого допускается работа этого оборудования и, наконец, дату (год и месяц) следующего внутреннего осмотра и гидравлического испытания оборудования.

Вспомогательное оборудование каждого котла: дымососы, дутьевые вентиляторы, воздухоподогреватели, золоуловители должны иметь порядковые номера данного котла. На металлической табличке с номером вспомогательного оборудования указывают его краткую техническую характеристику. Сетевым, подпиточным, питательным и другим насосам, подогревателям, деаэраторам, катионитовым и механическим фильтрам, солерастворителям, сепараторам непрерывной и периодической продувки также присваивают порядковые номера, нанесенные на металлические таблички с указанием краткой технической характеристики этого оборудования. Инструкции, схемы, графики, вывешенные на видном месте в котельных, тепловых пунктах, насосных, бойлерных, мастерских должны быть в рамках под стеклом так, чтобы не допускалось их загрязнение.

У телефона должна быть вывешена табличка с номерами телефонов местной пожарной команды, скорой медицинской помощи, медпункта предприятия, диспетчера, инспекторов котлонадзора, энергонадзора, гортеплосети, мастера по теплоснабжению, а также руководителей жилищно-коммунального хозяйства. В местах постоянного пребывания обслуживающего персонала должны быть: аптечка с необходимым набором лекарств, приспособлений и средств для оказания первой помощи пострадавшим (бинты, вата, шины Крамера, резиновый пузырь для льда, посуда для воды, настойка йода, нашатырный спирт, 2—4 %-ный раствор борной кислоты, валериановые капли, сода питьевая, 3 %-ный раствор уксусной кислоты, марганцовокислый калий, вазелин, борная мазь, валидол, таблетки от головной боли, мыло, полотенце); плакаты с правилами оказания первой помощи; плакаты с правилами производства искусственного дыхания и наружного массажа сердца. Указанные плакаты должны быть вывешены на видных местах. Соблюде-

ние описанных требований бесспорно будет способствовать повышению безопасности труда, культуры и надежности эксплуатации оборудования систем теплоснабжения городов нашей страны.

8.5. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РЕМОНТЕ ОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Все виды работ по ремонту оборудования систем теплоснабжения производят только с разрешения мастера. Подлежащую ремонту теплоиспользующую установку или участок тепловой сети предварительно отключают от работающего оборудования и трубопроводов. При этом отключающую арматуру запирают на цепь с замком и вывешивают плакаты с надписью «Не открывать: работают люди». Ключ от замков хранится у мастера. Во время ремонта фланцевого соединения отключенного трубопровода отвертывание гаек с болтов необходимо начинать со стороны, противоположной той, на которой находится слесарь. При этом следует соблюдать осторожность, чтобы не нанести ожогов при наличии горячей воды в трубопроводе. При замене прокладок фланцевого соединения трубопроводов, расположенных на открытых эстакадах, следует предусматривать дренирование воды (т. е. под фланцевое соединение прикрепляют воронку со шлангом для отвода воды). Рабочие должны в этом случае работать в брезентовой или прорезиненной спецодежде, защитных очках, брезентовых рукавицах и прорезиненном шлеме, закрывающем голову от действий горячей воды. Место производства работ следует оградить и установить предохранительные плакаты «Не ходить: опасно».

Тепловые сети разрешается обслуживать бригаде слесарей-обходчиков в составе не менее двух человек. До выхода на обход слесари знакомятся со схемой тепловых сетей. Затем с набором необходимого инструмента в соответствующей спецодежде и обуви они направляются на обход тепловых сетей, указанных в наряде мастером. Обход и ремонт теплопроводов в полупроходных каналах допускается при отключенных теплопроводах, температуре сетевой воды не выше 80 °С и температуре воздуха в канале не выше +50 °С. Открытый проем теплофикационной камеры,

если работа предстоит в канале продолжительностью до двух часов, перекрывают переносной треногой, а при большей продолжительности работ — проемы ограждают деревянными щитами. После окончания работ из камеры следует выходить осторожно, особенно в местах движения транспорта.

Подтягивание болтов фланцевых соединений чугунной арматуры разрешается при температуре сетевой воды не выше 90 °С. Если же возникла необходимость в подтягивании болтов при более высоких температурах сетевой воды, то давление в трубопроводах не должно быть более 0,3 МПа (3 кгс/см²). Течи из-под контргаек трубных соединений системы отопления устраняют после прекращения циркуляции воды в ремонтируемом стояке. Нагревательные приборы, вышедшие из строя, трубы стояков и подводки к нагревательным приборам заменяют только после опорожнения системы отопления в части данного стояка.

8.6. ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Пожары могут возникнуть по ряду многочисленных причин: от неправильного обращения с открытым огнем, устройства лесов и подмостей вблизи паропроводов, неисправности электропроводки, самовозгорания материалов, неисправности оборудования и нарушения правил его эксплуатации. Хлам, пыль, легковоспламеняющиеся вещества и производственные отходы часто способствуют возникновению пожаров. Но чаще всего пожары возникают по халатности людей и несоблюдению правил пожарной безопасности. В ряде ведомств и регионов страны это стало чуть ли не правилом. Устранение причин, могущих вызвать пожар, и немедленное принятие мер по его ликвидации являются основными мероприятиями противопожарной безопасности.

В помещении слесарной мастерской слесарей-сантехников устанавливают металлические ящики с крышками для чистого и грязного обтирочного материала. Грязный обтирочный материал необходимо ежедневно из ящиков убирать, не накапливая его за несколько дней. Хранение бензина, керосина, спирта и других воспламеняющих материалов сверх допустимого количества для производственных нужд запре-

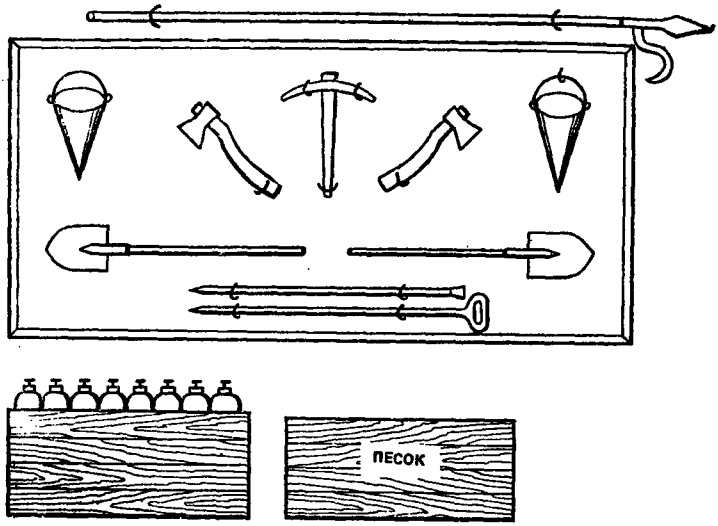


Рис. 101. Противопожарный щит

щается. Эти материалы следует хранить в специально отведенных кладовых. Нельзя производить работы с применением огня на расстоянии ближе 10 м от мест хранения этих материалов. Вблизи работающего оборудования работа с открытым огнем разрешается только по письменному разрешению пожарной инспекции.

Производственные помещения жилищно-коммунального хозяйства (деревообделочные цехи, столярные мастерские, мехмастерские, склады, административные здания и пр.) оборудуют противопожарными досками с соответствующим инвентарем для тушения пожаров. Слесарь обязан знать место расположения противопожарных средств, а также уметь пользоваться этими средствами. Использовать противопожарный инвентарь не по назначению не разрешается (рис. 101). При возникновении пожара слесарь должен немедленно об этом сообщить в ближайшую пожарную команду, а затем сообщить диспетчеру и своему мастеру о случившемся. Не дожидаясь прибытия пожарной команды, слесарь принимает меры к тушению пожара. Обнаружив дымление изоляции кабелей или

искрения и дымления электрооборудования, он должен немедленно сообщить об этом дежурному электрику. Только после отключения электрооборудования можно приступить к тушению очага огня на электродвигателе водой и огнетушителем.

Прежде чем приступить к электросварочным работам необходимо с рабочего места убрать мусор, легковоспламеняющиеся вещества, обеспечить рабочее место средствами пожаротушения. Деревянные полы, на которые возможно падение искр сварки, должны быть смочены водой. Отверстия для прохода труб системы отопления в междуэтажных перекрытиях в местах производства сварочных работ должны быть заложены невоспламеняющимся материалом. Необходимо также помнить, что основными условиями безопасной работы должны быть находчивость, осторожность и умение работать так, чтобы оградить себя и окружающих от несчастных случаев и пожаров.

Глава 9. СТРУКТУРА УПРАВЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ И РЕМОНТОМ ОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

9.1. ЗАДАЧА ПО ОРГАНИЗАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТА ОБОРУДОВАНИЯ

Основной задачей по организации эксплуатации и ремонта оборудования систем теплоснабжения в жилищно-коммунальном хозяйстве является бесперебойное обеспечение потребителей теплоты с соответствующими параметрами (расходом, температурой, давлением) в течение всего отопительного сезона. По разработанным мероприятиям по подготовке к зиме жилищно-коммунальное хозяйство после окончания отопительного сезона должно организовать ремонт оборудования систем теплоснабжения так, чтобы в течение предстоящего отопительного сезона было как можно меньше неисправностей и аварий. Для выполнения этой задачи необходимо следующее: а) согласованная работа источника теплоснабжения, теплосети и потребителей теплоты; б) правильное распределение теплоты по потребителям и строгий учет ее по-

требления; в) своевременное выявление слабых участков в работе оборудования систем теплоснабжения, их исправление и замена; г) обеспечение быстрой ликвидации неисправностей и аварий; д) ежегодный ремонт оборудования систем теплоснабжения; е) организация постоянного контроля за состоянием оборудования и режимом его работы; ж) постоянное внимание за совершенствованием оборудования, за методами организации эксплуатации и ремонта, а также: з) экономно использовать потребление тепловой энергии; повышать постоянно технический уровень знаний обслуживающего персонала путем проведения курсов повышения квалификации, разбора неисправностей и аварий и мер недопущения их, инструктажей по проведению наиболее производительных методов выполнения производственных заданий, проведения противоаварийных тренировок.

9.2. СТРУКТУРА УПРАВЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ И РЕМОНТОМ ОБОРУДОВАНИЯ

Структура управления эксплуатацией и ремонтом оборудования систем теплоснабжения для жилищно-коммунальных хозяйств не может быть единой — все зависит от местных условий: величины системы теплоснабжения, ее ведомственной принадлежности, характера потребителей теплоты. Но основной задачей каждой системы теплоснабжения является — бесперебойное и качественное обеспечение теплотой ее потребителей. Обеспечение надежной и экономичной работы систем теплоснабжения возможно только при четко налаженной структуре управления работы этой системы. На рис. 102 приведена примерная схема структуры управления по эксплуатации и ремонту оборудования системы теплоснабжения. Так, по указанной структуре видно, что диспетческая служба имеет две ступени: одна при управлении жилищно-коммунального хозяйства, а вторая ступень в каждом ДЭЗ этого хозяйства. Такая структура применима для крупных жилищно-коммунальных хозяйств, где в каждом ДЭЗе по несколько сот жилых зданий с центральным отоплением и тепловыми сетями. В мелких же жилищно-коммунальных хозяйствах имеется, как правило, одна ступень диспетчерской службы.

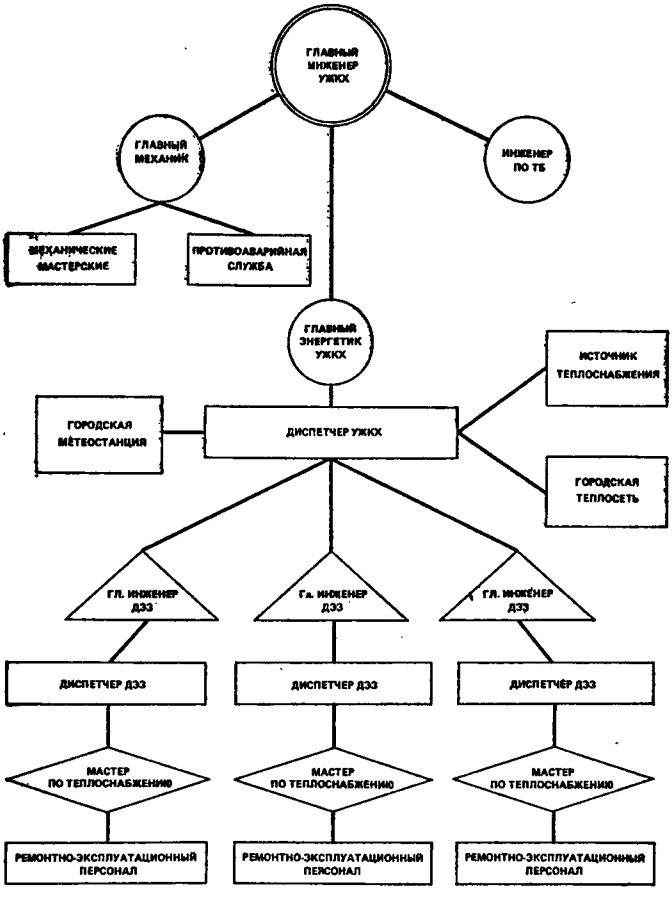


Рис. 102. Примерная схема структуры управления эксплуатацией и ремонтом оборудования системы теплоснабжения в жилищно-коммунальном хозяйстве

Для обеспечения согласованной работы всех звеньев структуры управления необходима хорошо отлаженная работа диспетчерской службы. Значительную долю в организации ликвидации неисправностей и аварий должна взять на себя диспетчерская служба. Она должна быть хорошо информированной о состоянии системы теплоснабжения, параметрах теплоносителя, состоянии погоды, ходе ликвидации неисправностей

и аварий. Диспетчеры ДЭЗ постоянно информируют диспетчера управления жилищно-коммунального хозяйства о положении дел в их тепловых хозяйствах. Диспетчер управления жилищно-коммунального хозяйства по указанию главного инженера или главного энергетика отдает распоряжения противоаварийной службе о направлении к месту работ землеройной техники, передвижных насосных установок для откачки воды, автомашин с передвижными мехмастерскими, трубоукладчиков, грузоподъемных кранов, передвижных электростанций, разборных металлических лесов и пр. О своих действиях он информирует диспетчеров домоуправлений, которые в свою очередь информируют диспетчера жилищно-коммунального хозяйства о прибытии техники к месту работ.

Главный механик жилищно-коммунального хозяйства поддерживает в исправном состоянии технику и приспособления противоаварийной службы и осуществляет контроль за работой мехмастерских по ремонту сантехнического оборудования системы теплоснабжения. Главный энергетик является ответственным лицом за надежную и экономичную работу системы теплоснабжения. Мастера по теплоснабжению с ремонтно-эксплуатационным персоналом осуществляют наблюдение за состоянием системы теплоснабжения и принимают меры к устранению неисправностей, обнаружению и ликвидации аварий. О состоянии системы теплоснабжения и ходе ликвидации неисправностей и аварий мастер по теплоснабжению по установленному порядку информирует о своих действиях диспетчера.

Таким образом, в структуре управления системой теплоснабжения должны быть две неразрывные и взаимосвязывающие цепи. *Прямая цепь* — цепь подчиненности: главный инженер жилищно-коммунального хозяйства — главный энергетик жилищно-коммунального хозяйства — диспетчер жилищно-коммунального хозяйства — главный инженер домоуправления — диспетчер домоуправления — мастер по теплоснабжению. *Обратная цепь* — цепь информации: мастер по теплоснабжению — диспетчер домоуправления — главный инженер домоуправления — диспетчер жилищно-коммунального хозяйства — главный энергетик жилищно-коммунального хозяйства — главный инженер жи-

лищно-коммунального хозяйства. Цепь подчиненности и цепь информации должны быть четко отлажены. Никакая, даже хорошо продуманная структура управления не может быть хорошо управляемой без должной постановки дела передачи информации и беспрекословного выполнения распоряжений старшего начальника подчиненными в данной структуре.

Отлаженная система передачи информации ускоряет выполнение работ по обнаружению и ликвидации неисправностей и аварий, сокращает перерывы в теплоснабжении потребителей теплоты. Скорость ликвидации неисправностей и аварий зависит: от скорости поступления информации с места аварийной ситуации, принятия решения, оперативности передачи этого решения, умения, оперативности и дисциплинированности руководителя по ликвидации неисправностей и аварий, дисциплинированности и умения, уровня квалификации ремонтно-эксплуатационного персонала. Для оперативной и своевременной передачи информации и принятых управленческих решений жилищно-коммунальное хозяйство должно иметь надежную телефонную и селекторную связь.

Разрабатывая структуру управления жилищно-коммунального хозяйства, необходимо в разделе «Управление системой теплоснабжения» четко указать, в каких случаях, когда, в каком объеме, кто и кому передает информацию и распоряжения. Далее должно быть четко указано: кто, за что, в какой мере несет персональную ответственность за бесперебойную работу системы теплоснабжения, кто и в какой мере принимает персональное участие в ликвидации неисправностей и аварий на объектах теплоснабжения. Чтобы совершенствовалась структура управления, после каждого факта аварии следует анализировать как же структура управления справилась с организацией и ликвидацией аварийной ситуации. Просчеты, медлительность, проявление недисциплинированности и бесконтрольности со стороны ответственных лиц управления за работой системы теплоснабжения недопустимы. Неудовлетворительная работа руководителей, ответственных за обеспечение теплоснабжения городов, весьма дорого обходится для государства.

9.3. ВЕДЕНИЕ ДОКУМЕНТАЦИИ

Ведение документации в жилищно-коммунальном хозяйстве является одним из показателей высокой культуры эксплуатации оборудования системы теплоснабжения. Степень этой культуры определяется объемом информации, который несет тот или иной документ и насколько он необходим для улучшения эксплуатации и ремонта оборудования системы теплоснабжения. В жилищно-коммунальном хозяйстве по эксплуатации и ремонту оборудования системы теплоснабжения необходимо иметь следующие виды документации: а) паспорта на подогреватели, насосы, элеваторы, грязевики, контрольно-измерительные приборы и пр., в которых должны быть протоколы и акты испытаний, осмотров, поверок, ремонтов; б) рабочие чертежи систем отопления и горячего водоснабжения на каждое здание; в) инструкции по эксплуатации и ремонту систем отопления и горячего водоснабжения, тепловых сетей и тепловых пунктов; г) должностные инструкции инженерно-технических работников и ремонтно-эксплуатационного персонала, занятых по эксплуатации и ремонту системы теплоснабжения; д) журнал проверок и поверок контрольно-измерительных приборов; е) оперативный журнал работы диспетчерской службы; ж) оперативные журналы дежурного персонала ИТП, насосных установок, водоподогревательных установок и т. д.; з) карту системы теплоснабжения жилищно-коммунального хозяйства в масштабе от 1 : 2000 до 1 : 25000 в зависимости от величины системы теплоснабжения.

На карте должны быть нанесены все потребители теплоты, тепловые сети с нанесением диаметров теплопроводов, тепловой нагрузки, теплофикационных камер, компенсаторов, задвижек, вентилей, отключающих теплопроводы, перемычки, контрольно-измерительные приборы, теплопункты. Номера задвижек и вентилей, теплофикационных камер должны соответствовать указаниям в инструкциях по эксплуатации и ремонту оборудования системы теплоснабжения; и) противоаварийную инструкцию по ликвидации неисправностей и аварий с оборудованием системы теплоснабжения. В инструкции должны быть перечислены все возможные неисправности и аварии и опера-

тивные действия инженерно-технических работников и ремонтно-эксплуатационного персонала при ликвидации каждой неисправности и аварии на объектах системы теплоснабжения. Инструкции должны быть подписаны главным энергетиком и утверждены главным инженером жилищно-коммунального хозяйства. На каждом рабочем месте должны быть вывешены инструкции с соответствующими схемами оборудования. Все изменения и дополнения, внесенные в инструкции и схемы, доводятся до сведения инженерно-технических работников и ремонтно-эксплуатационного персонала обязательно и своевременно.

В целях повышения профессиональных навыков в работе и технических знаний необходимо не реже 1 раза в квартал проводить противоаварийные тренировки с ремонтно-эксплуатационным персоналом и 1 раз в год проверку знаний производственных инструкций по эксплуатации и ремонту оборудования системы теплоснабжения, «Правил технической эксплуатации теплоиспользующих установок и тепловых сетей», «Правил техники безопасности при эксплуатации теплоиспользующих установок и тепловых сетей», паспортов обслуживаемого оборудования, карты системы теплоснабжения, должностных инструкций. Лица, допустившие нарушения инструкций и «Правил», должны подвергаться внеочередной проверке знаний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Арсентьев Г. В. и др. Тепловое оборудование и тепловые сети. — М.: Энергоатомиздат, 1988. — 325 с.

Витальев В. П., Николаев В. Б., Сельдин Н. Н. Эксплуатация тепловых пунктов и систем теплопотребления. — М.: Стройиздат, 1988. — 420 с.

Манюк В. И., Каплинский Я. И., Хиле Э. Б. и др. Справочник по наладке и эксплуатации тепловых сетей. — М.: Стройиздат, 1988. — 375 с.

Переверзев В. А., Шумов В. В. Справочник мастера тепловых сетей. — Л.: Энергия, 1987. — с.

Сканави А. Н. Конструирование и расчет водяного и воздушного отопления зданий. — М.: Стройиздат, 1983. — 295 с.

Смирнов А. Д., Антипов К. М. — Справочная книжка энергетика. — М.: Энергоатомиздат, 1987. — 278 с.

Чистяков М. М., Грудзинский В. И. и др. Повышение эффективности работы систем горячего водоснабжения. — М.: Стройиздат, 1980. — 235 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 3

Глава 1. Элементы системы центрального теплоснабжения

1.1. Организация центрального теплоснабжения . . 4
1.2. Источники теплоснабжения 6
1.3. Тепловые сети 9
1.4. Тепловые пункты 13
1.5. Системы водяного отопления 20

Глава 2. Оборудование и вспомогательные устройства системы водяного отопления жилых зданий 34

2.1. Трубопроводная арматура 34
2.2. Расширительный бак 40
2.3. Грязевики 42
2.4. Воздухосборники 43
2.5. Краны Маевского 45
2.6. Элеваторы 45
2.7. Нагревательные приборы 47
2.8. Водоводяные подогреватели 48
2.9. Центробежные насосы 50
2.10. Контрольно-измерительные приборы 52

Глава 3. Технико-экономические расчеты теплоиспользующих установок и тепловых сетей 64

3.1. Расчет потребности теплоты и расхода сетевой воды на отопление и вентиляцию зданий . . . 68
3.2. Расчет потребности горячей воды и теплоты на горячее водоснабжение 78
3.3. Расчет элеватора 81
3.4. Расчет водоводяных подогревателей 85
3.5. Расчет поверхности нагрева нагревательных приборов 89
3.6. Способы изменения характеристик центробежных насосов 95
3.7. Расчет потери теплоты от утечки сетевой воды из системы отопления и тепловых сетей 96

Глава 4. Подготовка оборудования систем теплоснабжения к зиме 98

4.1. Учет неисправностей в работе теплоиспользующих установок и тепловых сетей 98
4.2. Подготовка теплоиспользующих установок и тепловых сетей к работе в зимних условиях . . . 100
4.3. Подготовка жилых зданий к отопительному сезону 102
4.4. Ремонт оборудования систем теплоснабжения . 103
4.5. Испытание теплоиспользующих установок и тепловых сетей 122
4.6. Промывка теплопроводов тепловых сетей, систем отопления и подогревателей 128

Глава 5. Пуск тепловых сетей, систем отопления и горячего водоснабжения в работу 137

5.1. Пуск теплопроводов тепловых сетей 138

5.2. Пуск системы отопления жилых зданий . . . 141
5.3. Пуск системы горячего водоснабжения . . . 144

Глава 6. Регулирование системы теплоснабжения . . 145

6.1. Задачи регулирования 145
6.2. Регулирование источника теплоснабжения . . 145
6.3. Регулирование тепловых сетей 146
6.4. Гидравлический режим тепловых сетей . . . 147
6.5. Регулирование системы отопления жилого здания 155
6.6. Применение центробежных насосов для регулирования системы отопления 162

Глава 7. Неисправности в работе системы теплоснабжения и их устранение 166

7.1. Причины неисправностей и их устранение . . 166
7.2. Потери давления в тепловых сетях и системах отопления 176
7.3. Потери теплоты 178
7.4. Удаление воздуха 181
7.5. Вскипание воды в системе отопления . . . 184
7.6. Неисправности в работе арматуры 185
7.7. Повышенный и пониженный перепад температур сетевой воды 190
7.8. Недостаточная теплоотдача нагревательных приборов 192
7.9. Отогревание замороженных труб и системы отопления 193
7.10. Неисправности центробежных насосов . . . 195
7.11. Непрогревы в системе отопления 200
7.12. Неисправности в работе системы горячего водоснабжения 206

Глава 8. Охрана труда при эксплуатации и ремонте оборудования систем теплоснабжения 208

8.1. Организация безопасных условий труда . . . 208
8.2. Безопасность при производстве земляных работ . 216
8.3. Соблюдение техники безопасности при эксплуатации насосных установок и контрольно-измерительных приборов 218
8.4. Техническая эстетика 222
8.5. Техника безопасности при ремонте оборудования систем теплоснабжения 226
8.6. Противопожарные мероприятия 227

Глава 9. Структура управления эксплуатацией и ремонтом оборудования систем теплоснабжения 229

9.1. Задача по организации эксплуатации и ремонта оборудования 229
9.2. Структура управления эксплуатацией и ремонтом оборудования 230
9.3. Ведение документации 234

Список литературы 236

УВАЖАЕМЫЕ ТОВАРИЩИ!

ИЗДАТЕЛЬСТВО **СТРОЙИЗДАТ** НАЧИНАЕТ ИЗДАВАТЬ ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ЖУРНАЛ «СТРОИТЕЛЬСТВО И РЫНОК», ПОСВЯЩЕННЫЙ ПРОБЛЕМАМ ПЕРЕХОДА К РЫНКУ СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА СТРАНЫ.

Значительное место в журнале будет занимать реклама и информация по всей тематике строительной науки и практики. Мы надеемся, что наша информация поможет специалистам в поиске партнеров для успешного развития взаимовыгодного сотрудничества.

Реклама и информация могут быть выполнены как в черно-белом, так и в цветном изображении.

Просим направлять нам заказы по адресу:
101442, Москва, Каляевская ул., 23а, Стройиздат.

Тарифы на публикацию рекламных материалов в журнале **«Строительство и рынок»**

Размер рекламного объявления	Стоимость в рублях*	
	черно-белое	цветное
1 полоса (страница в журнале)	3000	5000
3/4 полосы	2300	3800
1/2 полосы	1500	2500
1/4 полосы	800	1300

* Стоимость рекламного объявления в валюте — по договоренности с рекламодателем. Для оформления заказа на рекламу необходимо прислать гарантийное письмо, подписанное распорядителями кредита следующего содержания:

«Просим Вас принять заказ на изготовление однополосного (полуполосного или др.) рекламного объявления в цвете (черно-белом изображении). Оплату гарантируем. Наш расчетный счет...

Первый номер журнала (нулевой) выйдет в 1990 г. тиражом 30 тыс. экз. Ждем Ваших предложений.

ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ИЗДАНИЕ

Фролов Федор Михайлович

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОДЯНЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Мл. редактор *И. Б. Волкова*
Технические редакторы *Ю. Л. Циханкова, О. С. Александрова*
Корректор *Е. А. Степанова*
ИБ 5500

Сдано в набор 06.08.90. Подписано в печать 10.10.90. Формат 84×108$^{1}/_{32}$. Бумага типографская № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 12,6. Усл. кр.-отт. 12,81. Уч.-изд. л. 12,46. Тираж 43 500 экз. Изд. № AVII-3514. Заказ № 554. Цена 1 руб.

Стройиздат. 101442 Москва, Каляевская, 23а

Владимирская типография Госкомпечати СССР
600000, г. Владимир. Октябрьский проспект, д. 7