

буга температурной волны до наиболее удаленных потребителей);

б) перечень выявленных по результатам осмотра дефектов и предполагаемые причины их возникновения;

в) перечень мероприятий по устранению выявленных дефектов.

Если в процессе испытаний наблюдались затруднения с поднятием температуры воды до расчетного значения, имели место большие величины падения температуры по длине сети или возникали другие причины, мешающие обеспечению заданных режимов, все они должны быть отражены в акте. Одновременно с осмотром тепловой сети представители абонентов тепловой сети после окончания испытаний осматривают оборудование тепловых пунктов и систем теплоснабжения, находившихся в работе во время испытаний.

**Указания по технике безопасности.** Испытания тепловых сетей на расчетную температуру теплоносителя должны производиться по наряду. К выполнению работ допускаются работники, прошедшие инструктаж и сдавшие экзамен в объеме соответствующих разделов «Правил техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электростанций и тепловых сетей» М.: Энергоатомиздат, 1985. До начала испытаний следует подготовить и проверить средства оповещения для обеспечения бесперебойной связи руководителя испытаний с наблюдателями на тепловых пунктах и дежурным персоналом на тепловой сети. Персоналу при испытаниях запрещается находиться в тепловых камерах и туннелях. Спускаться в тепловые камеры и туннели разрешается в случае крайней необходимости только по указанию руководителя испытаний.

При испытаниях запрещается производить на тепловой сети и присоединенных к ней системах теплоснабжения какие-либо работы, не связанные с испытаниями. В период испытаний на трассе тепловой сети не должны находиться строители. Для своевременного выявления мест повреждения и обеспечения безопасности для окружающих на время испытаний следует установить по указанию руководителя испытаний (исходя из местных условий) наблюдение за всей трассой тепловой сети. Для этой цели должен быть выделен эксплуатационный персонал тепловой сети и абонен-

тов, а также персонал соответствующих служб промышленных предприятий. Особое внимание необходимо уделять участкам сети в местах движения пешеходов и транспорта, участкам бескапальной прокладки, участкам, где ранее наблюдались коррозионные разрушения труб. При обнаружении в каком-либо месте тепловой сети признаков утечки теплоносителя (парение, появление горячей воды, образование промыв) следует немедленно сообщить об этом руководителю испытаний, одновременно принять меры по ограждению этого участка и организовать постоянное дежурство до конца работ по устранению повреждения.

## 7.4. ИСПЫТАНИЯ НА ПЛОТНОСТЬ

**Общие положения.** Тепловые сети испытывают на герметичность (плотность) после окончания строительства перед вводом их в эксплуатацию, а затем ежегодно после окончания отопительного периода для выявления дефектов, подлежащих устранению при капитальном ремонте и после окончания ремонта, перед включением сетей в эксплуатацию.

Вновь построенные тепловые сети предварительно испытывают на плотность (опрессовывают) отдельными участками после сварки и укладки трубопроводов на постоянные опоры до перекрытия каналов или засыпки траншей. Испытываемые участки должны иметь свободный доступ для тщательного осмотра и простукивания герметичных соединений.

Окончательные гидравлические испытания всего трубопровода производят вместе с установленным оборудованием (задвижками, компенсаторами, слусковыми и воздушными кранами и т. п.). При надземной прокладке теплотрассы, а также прокладке в проходных каналах или коллекторах, обеспечивающих доступ и осмотр трубопроводов во время эксплуатации, испытание проводят один раз после полного окончания монтажа. Задвижки испытывают до их установки на трубопроводе.

При низких температурах наружного воздуха или при отсутствии воды на месте на вновь вводимых в эксплуатацию тепловых сетях (по согласованию с эксплуатирующей организацией) вместо гидравлических испытаний на плотность проводят пневматические испытания согласно правилам СН 298 65.

При испытании тепловых сетей на плотность применяют пружинные манометры класса точности не ниже 1,5 с диаметром корпуса не менее 150 мм, шкалой на номинальное давление около  $4/3$  измеряемого и ценой деления  $0,1 \text{ кгс/см}^2$ . Манометры должны быть опломбированы госповерителем. Не допускается использовать манометры с просроченными пломбами. Для простукивания сварных швов на стыках используют молоток с закругленным бойком массой не более 1,5 кг и ручкой длиной не более 500 мм.

**Гидравлические испытания на герметичность вновь сооруженных тепловых сетей.** Предварительную проверку герметичности отдельных участков теплосети после их сварки и укладки на постоянные опоры производят в следующем порядке. Испытываемый участок трубопровода изолируют от действующих сетей глухими фланцами или заглушками. Использование задвижек для отключения испытываемого участка от действующей сети не допускается. Подающий и обратный трубопроводы после наполнения водой и спуска воздуха ставят под пробное избыточное давление  $16 \text{ кгс/см}^2$  (1,6 МПа) в самой высокой точке прокладки. При этом избыточное давление в нижней точке (при большом перепаде отметок местности) не должно превышать  $24 \text{ кгс/см}^2$  (2,4 МПа). В противном случае протяженность испытываемых участков следует сократить. Трубопроводы выдерживают под испытательным давлением в течение времени, необходимого для тщательного осмотра и простукивания стыков, но не менее 10 мин. При простукивании удары следует наносить на расстоянии не менее 150 мм от сварного шва.

Результаты предварительного испытания на герметичность сети считаются удовлетворительными, если во время их проведения не произошло падения давления, а в сварных швах труб не обнаружено признаков разрыва, течи или запотевания. Задвижки перед их установкой на трубопровод испытывают под давлением, принятым для этого трубопровода, но не менее  $16 \text{ кгс/см}^2$  (1,6 МПа) для задвижек на подающем и  $12 \text{ кгс/см}^2$  (1,2 МПа) на обратном трубопроводах. Задвижки испытывают при двух положениях уплотнительных колец: при открытом положении с заглушенным фланцем задвижки — для проверки плотности сальниковых устройств; при закрытом положе-

нии для проверки плотности притирки колец.

Окончательную проверку герметичности (плотности) тепловых сетей перед вводом их в эксплуатацию выполняют под давлением 1,25 рабочего, но не менее  $16 \text{ кгс/см}^2$  (1,6 МПа) в подающем и  $12 \text{ кгс/см}^2$  (1,2 МПа) в обратном трубопроводах (в верхней точке сети). Все секционирующие задвижки и задвижки на ответвлениях испытываемой сети при этом должны быть открыты. При температуре наружного воздуха ниже  $1^\circ\text{C}$  испытания проводят водой, подогретой до  $50\text{--}60^\circ\text{C}$ . Для быстрого удаления воды в целях предотвращения ее замерзания предусматривают устройства, обеспечивающие дренаж ее из трубопроводов в течение 1 ч. Продолжительность окончательных испытаний теплосети на герметичность определяется временем, необходимым для ее осмотра, и должна быть не менее 10 мин.

При обнаружении дефектов, требующих для их устранения значительного времени, испытания прекращают, а при температуре наружного воздуха ниже  $1^\circ\text{C}$  немедленно опорожняют трубопровод и проверяют, не осталась ли в нижних точках вода. Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если во время их проведения не произошло падения давления по манометру и не обнаружены признаки разрыва, течи или увлажнения сварных швов, корпусов и сальников арматуры, фланцевых соединений и т. п.

**Пневматические испытания на герметичность вновь построенных тепловых сетей.** Пневматические испытания проводят на участках длиной не более 1000 м. При прокладке трассы вне населенных пунктов разрешается в виде исключения испытывать участки длиной до 3000 м. Величина испытательного давления при пневматических испытаниях равна рабочему давлению сети с коэффициентом 1,25, но не ниже  $16 \text{ кгс/см}^2$  (1,6 МПа) для подающих и  $10 \text{ кгс/см}^2$  (1 МПа) обратных трубопроводов.

Продолжительность нахождения трубопроводов под испытательным давлением составляет 30 мин, затем давление снижают до  $3 \text{ кгс/см}^2$  (0,3 МПа) и трубопроводы осматривают. Места утечек воздуха выявляют путем обмыливания мест соединений, по звуку, одоризацией или задымлением воздуха в трубопроводе. Результаты предварительных испытаний считаются положительными, если при тща-

Таблица 7.11. ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ИСПЫТАНИЯ И ДОПУСТИМАЯ ВЕЛИЧИНА ПАДЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ НА 1000 М ДЛИНЫ ТРУБОПРОВОДА

Диаметр условного прохода трубопровода, мм	Продолжительность испытания, ч (мин)	Допустимое падение давления, мм вод. ст.	Диаметр условного прохода трубопровода, мм	Продолжительность испытания, ч (мин)	Допустимое падение давления, мм вод. ст.
100	0-30	55	500	4	50
125	0-30	45	600	4	50
150	1	75	700	6	60
200	1	55	800	6	60
250	1	45	900	6	40
300	2	75	1000	12	70
350	2	55	1100	12	60
400	2	45	1200	12	50
450	4	75			

Примечание. При различных диаметрах трубопроводов на испытываемом участке общей продолжительности испытаний и допустимое падение давления пропорциональны длине труб каждого диаметра.

тельном осмотре труб не обнаружено никаких дефектов в сварных швах, нарушениях целостности трубопроводов и утечек.

Длительность предварительных испытаний определяется временем, необходимым для тщательного осмотра труб. Выявленные при осмотре дефекты устраняют после снятия избыточного давления в трубопроводе. Окончательные испытания пневматическим способом выполняют после завершения монтажа в следующей последовательности: а) давление в трубопроводе доводят до испытательного и выдерживают в течение 30 мин; б) при отсутствии признаков нарушения целостности трубопровода давление снижают до 0,5 кгс/см<sup>2</sup> (0,05 МПа), при котором его выдерживают в течение 24 ч; в) по истечении срока выдержки устанавливают давление  $p_n$ , равное 3000 мм вод. ст. по жидкостному манометру, отмечают время начала испытания, а также барометрическое давление  $p_b^0$  мм рт. ст.; г) по истечении времени испытания измеряют давление в трубопроводе  $p_n$  мм вод. ст. и барометрическое давление  $p_b^0$  мм рт. ст.; д) истинную величину снижения давления ( $\Delta P$  мм вод. ст.) в трубопроводе определяют по формуле

$$\Delta P = \gamma (p_n - p_n) - 13,6 (p_b^0 - p_b^0),$$

где  $\gamma$  — плотность заполнителя жидкостного манометра (для воды  $\gamma = 1$  г/см<sup>3</sup>). При использовании в жидкостном манометре керосина ( $\gamma = 0,87$  г/см<sup>3</sup>) высота столба в начале испытания должна быть 3450 мм

Трубопровод считают выдержавшим окончательное пневматическое испытание, если за

время испытания не обнаружено нарушения его целостности, а величина падения давления не превышает допустимую величину, приведенную в табл. 7.11.

**Гидравлические испытания на герметичность тепловых сетей и систем теплоснабжения, находящихся в эксплуатации.** Испытание тепловых сетей на герметичность (плотность) проводят по отдельным отходящим от источника теплоты магистралям. Эти магистрали испытывают целиком или по частям в зависимости от наличия оперативных средств транспорта в связи между дежурным персоналом источника теплоты и бригадой, проводящей испытания, а также от их численности. При испытаниях тепловые пункты потребителей и водоподогревательные установки источника теплоты отключают. Температура воды в трубопроводах в этот период не должна превышать 40°C, а давление должно быть равно рабочему давлению с коэффициентом 1,25, но не ниже 16 кгс/см<sup>2</sup> (1,6 МПа). Необходимое давление обеспечивается сетевым насосом источника теплоты. Предварительно открывают одну или несколько перемычек между подающим и обратным трубопроводами в конце сети из расчета, чтобы расход воды через эти перемычки обеспечивал работу сетевого насоса на спадающей части его характеристики.

После включения сетевого насоса и создания циркуляции давление в сети повышают путем постепенного прикрытия задвижки на обратном трубопроводе испытываемой магистрали у коллектора источника теплоты до врезки (по ходу воды) подпиточного трубопровода.



При достижении необходимого давления в подающем трубопроводе задвижку на обратном трубопроводе прикрывают до тех пор, пока перепад давлений между подающим и обратным трубопроводами в источнике теплоты не достигнет  $1-3 \text{ кгс/см}^2$  ( $0,1-0,3 \text{ МПа}$ ). При испытании участков сети, в которых по условиям профиля местности сетевые насосы не могут создать давление, равное  $1,25$  рабочего, применяют передвижные насосные установки или гидравлические прессы.

В начальный момент испытания подпитка тепловой сети может превысить нормативную величину, что объясняется сжатием имеющегося в сети воздуха. Однако при достаточной герметичности (плотности) сети величина подпитки через  $10-15$  мин снижается до нормативной и удерживается на этом уровне. Превышение нормативной величины подпитки ( $0,1\%$  вместимости испытываемой сети) или тенденция к ее увеличению спустя  $10-15$  мин после начала испытаний свидетельствует о сверхнормативной утечке и плохой герметичности сети. В этом случае сетевой насос останавливают и испытание прекращают до обнаружения места утечки и ее устранения.

Для ускорения проверки герметичности сети и нахождения места утечки в период проверки допускается устранять дефекты в стыках путем чеканки, а также уплотнять сборные и фланцевые соединения с помощью наложения хомутов на резиновых прокладках. По окончании проверки плотности сети обнаруженные дефекты устраняют обычными методами. После устранения всех дефектов проводят повторную проверку герметичности сети. Длительность контрольных испытаний на герметичность (плотность) определяется временем, необходимым для осмотра сети. Сеть считается выдержавшей испытание на герметичность, если при нахождении ее в течение  $10$  мин под давлением, равным  $1,25$  рабочего, подпитка не превышает нормативной величины. Герметичность ответвлений проверяют после восстановления циркуляции воды в магистрали путем установления в них давления, равного давлению в магистральном трубопроводе.

Оборудование тепловых пунктов и все подземные трубопроводы внутриквартальных и внутридворовых сетей после центральных тепловых пунктов, а также трубопроводы и оборудование систем теплоснабжения подвергают

гидравлическим испытаниям на герметичность при избыточном давлении  $1,25$  рабочего, но не ниже: а) для элеваторных узлов и водоподогревателей систем отопления и горячего водоснабжения —  $10 \text{ кгс/см}^2$  ( $1 \text{ МПа}$ ); б) для подземных трубопроводов после тепловых пунктов —  $12 \text{ кгс/см}^2$  ( $1,2 \text{ МПа}$ ); в) для систем водяного отопления с чугунными отопительными приборами —  $7,5 \text{ кгс/см}^2$  ( $0,75 \text{ МПа}$ ) в нижней точке системы, а для панельных и конвекторных систем —  $10 \text{ кгс/см}^2$  ( $1 \text{ МПа}$ ); г) для calorиферов систем отопления и вентиляции —  $9 \text{ кгс/см}^2$  ( $0,9 \text{ МПа}$ ); а) для систем горячего водоснабжения, подсоединенных к открытым тепловым сетям, —  $7,5 \text{ кгс/см}^2$  ( $0,75 \text{ МПа}$ ).

Испытания оборудования тепловых пунктов, теплопроводов от центральных тепловых пунктов и систем теплоснабжения проводят в следующем порядке: а) после наполнения трубопроводов или систем и полного удаления воздуха через воздухопускные устройства из всех верхних точек давления в трубопроводах доводят до рабочего и выдерживают в течение времени, необходимого для тщательного осмотра сварных и фланцевых соединений, оборудования, арматуры и т. п., но не менее  $10$  мин; б) если в течение этого времени не обнаружены дефекты или утечки, давление доводят до испытательного.

Результаты гидравлических испытаний считаются удовлетворительными, если во время их проведения: а) в сварных швах труб, фланцевых соединениях, корпусах арматуры и т. п. не обнаружены признаки разрыва, течи или потения; б) при испытании оборудования тепловых пунктов и отходящих от них теплопроводов дворовых и квартальных сетей в течение  $10$  мин не произошло падения давления. При испытании систем панельного отопления падение давления в течение  $15$  мин допускается не более  $0,1 \text{ кгс/см}^2$  ( $0,01 \text{ МПа}$ ).

**Окрашивание сетевой воды** позволяет определить места ее утечки в коммуникациях действующих ТЭЦ, котельных, тепловых сетях, подогревателях горячего водоснабжения, выявить скрытые перемычки между тепловыми сетями и системами теплоснабжения при независимой схеме присоединения, обнаружить водоразбор из закрытых систем теплоснабжения, а также содержание сетевой воды в затопленных грунтовыми и поверхностными во-

дами каналах и камерах. Применять краситель можно только с разрешения Главного санитарного врача Города или населенного пункта. Одним из требований, предъявляемым к красителю, является возможность его обнаружения при незначительной концентрации.

В качестве индикатора утечки сетевой воды применяют флуоресцин—натрий (уранин) чистый ( $C_{20}H_{10}Na_2O_5$ ) (ТУ 6-09-2281-77, выпускаемый Березниковским химическим заводом. Допускается также применять технический флуоресцин ( $C_{20}H_{12}O_5$ ). Уранин — желто-коричневый порошок, растворяется в воде с желтой окраской и интенсивной зеленой флуоресценцией. При подкислении флуоресценция исчезает, при подщелачивании появляется вновь. Применяется как адсорбционный или флуоресцентный индикатор. Флуоресцин желтовато-красный или красный кристаллический порошок не растворимый в воде, эфире, хлороформе, бензоле. Растворяется при нагревании в спирте, ацетоне, уксусной кислоте. Хорошо растворяется в едких щелочах, образует желто-красный раствор, обладающий интенсивно-зеленой флуоресценцией в ультрафиолетовых лучах. Использование уранина предпочтительнее благодаря хорошей растворимости. В системах Мосэнерго, Челябинэнерго применяют флуоресцин.

Для приготовления водорастворимой соли флуоресцина необходимо на 100 кг флуоресцина взять 20 л 42%-ного раствора щелочи (12,5 кг 100%-ного NaOH) и 250 л воды.

Рабочий раствор вводят в линию подпиточной воды перед деаэратором или в бак подпиточной воды теплосети. Необходимое время дозирования определяется из условия равномерного распределения флуоресцина в сетевой воде с учетом длины магистральных трубопроводов. Количество флуоресцина рассчитывают, исходя из объема воды в трубопроводах теплосети с учетом расхода подпиточной воды за период проведения испытаний.

Рабочая концентрация флуоресцина в сетевой воде составляет 1,0—1,5 г/м<sup>3</sup> и ее следует поддерживать в течение 2—5 сут, необходимых для проверки всех возможных мест утечки сетевой воды. Скорость дозирования и расход раствора флуоресцина контролируют с помощью расходомера (ротаметра) или по изменению уровня в баке рабочего раствора флуоресцина.

Отбор проб воды у потребителей, в камерах и капалах тепловых сетей, после очистных сооружений промышленных предприятий, из систем горячего водоснабжения осуществляет персонал теплосети по специально составленному графику. Перед отбором проб из системы горячего водоснабжения понижают давление водопроводной воды, для чего отключают насосы в тепловом пункте или частично закрывают задвижки. Наличие флуоресцина в пробах определяют по видимой окраске воды или (для малых концентраций индикатора) с помощью специального прибора источника ультрафиолетовых лучей.

## ГЛАВА 8. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ И ТЕПЛОВЫХ ПУНККТОВ

### 8.1. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЙ НАДЗОР ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Магистральные трубопроводы тепловых сетей проектируют на основании технических заданий, составляемых в соответствии с перспективным планом развития системы теплоснабжения города («Схем теплоснабжения», разрабатываемых для городов с расчетной

тепловой нагрузкой более 100 Гкал/ч (418,7 ГДж/ч) и «Предложений по централизованному теплоснабжению» — для городов с расчетной тепловой нагрузкой менее 100 Гкал/ч (418,7 ГДж/ч). Распределительные и квартальные тепловые сети, а также системы теплопотребления проектируют на основании задания на проектирование, составляемого потребителем теплоты.

Перед составлением задания на проекти-

рование потребитель теплоты обязан получить в энергоснабжающей организации разрешение и технические условия на присоединение систем теплоснабжения к тепловым сетям. Для получения разрешения и технических условий на присоединение потребитель теплоты (проектная организация) должен представить в организацию, эксплуатирующую тепловую сеть, следующие данные: а) о размещении площадки строительства — план участка на геодезической подоснове с нанесением соответствующих подземных коммуникаций (в масштабе не менее 1:2000); б) характеристику присоединяемых зданий и сооружений — назначение зданий, наружный объем ( $m^3$ ), геодезическую отметку пола подвала, высоту или этажность, удельные теплопотери; в) тепловые нагрузки и распределение потребления теплоты по годам планируемого периода по отдельным видам теплового потребления, а также расчетные параметры теплоносителя в системах теплоснабжения; г) требования по надежности теплоснабжения; д) вилету исходных данных для существующих зданий, присоединяемых к тепловым сетям эксплуатирующей организации при закрытии местной котельной. Выполнение выданных для проектирования технических условий является обязательным.

Проектная организация или потребитель обязаны до начала строительства тепловой сети или систем теплоснабжения согласовать проект с предприятием, эксплуатирующим тепловую сеть. На согласование представляют два экземпляра проекта (согласно СН 460-74), в состав которого входят расчетно-пояснительная записка, рабочие чертежи строительной и электрической частей, части КИП и автоматики и защиты сетей от коррозии. Один экземпляр согласованного проекта передают эксплуатирующей организации. Если запроектированная тепловая сеть пересекает подземные сооружения, проектная организация обязана также согласовать проект с организациями, эксплуатирующими эти сооружения. При согласовании должно быть проверено соответствие проекта СНиП правилам технической эксплуатации, требованиям Госгортехнадзора и техники безопасности при эксплуатации тепловых сетей, ГОСТам и сортаментам применяемых материалов и оборудования, а также выданным ранее техническим условиям на присоединение.

Строительство тепловых сетей, тепловых пунктов и систем теплоснабжения производится под техническим надзором эксплуатирующей организации. Потребитель или строительная организация до начала строительства заключают договор с эксплуатирующей организацией на технический надзор за строительством. В функции технического надзора входят контроль за качеством выполняемых работ и соответствием применяемых материалов и оборудования проекту, промежуточные испытания и кооперационная приемка сооружений. Строительная организация обязана предъявить представителю технадзора на осмотр, заключение и приемку (кооперационно до начала работ по следующей операции) все элементы строящихся тепловых сетей и тепловых пунктов.

## 8.2. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СТРОИТЕЛЬСТВУ НАРУЖНЫХ ВОДЯНЫХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ, ТЕПЛОВЫХ ПУНКТОВ И СИСТЕМ ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЯ

**Тепловые сети.** Основными нормативными, руководящими и инструктивными материалами, определяющими требования к строительству тепловых сетей, являются: СНиП 2.04.07-86 («Тепловые сети»); СНиП 2.04.02-84 («Водоснабжение...») и СНиП 2.04.03-85 («Канализация...»); «Нормы технологического проектирования тепловых электрических станций и тепловых сетей» (М., Энергия, 1974); «Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды» (Госгортехнадзор СССР, 1973); «Правила технической эксплуатации электростанций и сетей» (М., Энергия, 1977); «Инструкция по эксплуатации тепловых сетей» (М., Энергия, 1972); «Сортамент труб для наружных тепловых сетей на давление  $P_g = 64 \text{ кгс/см}^2$ ;  $t = 400^\circ\text{C}$  (Главтехстройпроект, 1971); «Инструкция по защите тепловых сетей от электрохимической коррозии» (М., Стройиздат, 1975).

**Способы прокладки и конструкции.** Трубопроводы тепловых сетей размещают в отведенных для инженерных сетей технических полосах параллельно красным линиям улиц, дорог и проездов вне проезжей части и полосы зеленых насаждений. Трассы тепловых сетей под проезжей частью улиц, дорог и тротуарами



прокладывают при соответствующем обосновании. По территории населенных мест предусматривают подземную прокладку тепловых сетей — бесканальную, в непроходных каналах, в общегородских или внутриквартальных коллекторах совместно с другими инженерными сетями. На площадках предприятий, как правило, предусматривают надземную прокладку тепловых сетей на отдельно стоящих опорах и эстакадах, хотя и допускается подземная прокладка.

Надземную прокладку тепловых сетей в городах и населенных пунктах выполняют при соответствующем обосновании. Тепловые сети ( $D_s \leq 500$  мм) преимущественно прокладывают бесканальным способом. Бесканальная прокладка не допускается на подрабатываемых территориях и в просадочных грунтах II типа. При сейсмичности 8 баллов и выше бесканальную прокладку применяют только для труб  $D_s \leq 400$  мм. Подземная и надземная прокладка водяных тепловых сетей применяется независимо от параметров теплоносителя.

Величина минимального заглубления тепловых сетей в поверхности земли или дорожного покрытия составляет: до верха перекрытий камер — 0,3 м; до верха ободочки бесканальной прокладки — 0,7 м. При высоком уровне грунтовых вод допускается предусматривать уменьшение приведенных величин заглубления каналов и тоннелей. Наименьшие расстояния в свету по горизонтали от строительных конструкций тепловых сетей до зданий, сооружений и инженерных сетей приведены в табл. 8.1.

При пересечении с железнодорожными и трамвайными путями, проездами с усовершенствованным покрытием, под фундаментами зданий и в других подобных случаях трубопроводы тепловой сети, как правило, прокладывают в футлярах на скользящих опорах. Между изоляцией трубы и футляром должен

быть зазор для вентиляции. Трубопроводы тепловой сети диаметром до  $D_s = 300$  мм в подвалах зданий допускается прокладывать на скользящих опорах. В торцах зданий предусматривают монтажные проемы. Высота подвала в свету должна быть не менее 2 м, а ширина прохода между изолированными трубопроводами — не менее 0,6 м. Ширина подвала должна обеспечивать необходимые условия для ремонта трубопроводов и арматуры и замену отдельных их частей.

Вход и выход труб через фундаменты зданий выполняют в гильзах на отметке земли подвала и с установкой подушки и скользящей опоры. Независимо от способа прокладки подающий трубопровод укладывают справа по ходу теплоносителя от источника теплоты, а обратный — слева. Уклон трубопроводов независимо от направления движения теплоносителя и способа прокладки должен быть не менее 0,002.

Для дренажа каналов и камер тепловой сети дно канала вдоль трассы тепловой сети должно иметь уклон не менее 0,002, в низших точках трассы предусматривают устройство для удаления воды из канала. Уклон ответвлений тепловой сети к зданиям должен быть по направлению от здания к тепловой камере отсепарации — величина уклона не менее 0,002; уклон труб попутного дренажа — не менее 0,003 и может не совпадать по величине и направлению с уклоном тепловых сетей.

При подземной прокладке тепловой сети по неспланированной территории производят местную планировку поверхности земли для отвода поверхностных вод. Наружные поверхности стен и перекрытий каналов, камер и других конструкций тепловых сетей покрывают обмазочной битумной изоляцией, а при прокладке сетей под газонами и зелеными насаждениями оклеечной гидроизоляции из би-

**Таблица 8.1. НАИМЕНЬШИЕ РАССТОЯНИЯ В СВЕТУ ПО ГОРИЗОНТАЛИ ОТ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ ДО ЗДАНИЙ, СООРУЖЕНИЙ И ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ**

Здания, сооружения и инженерные сети	Расстояние, м
<i>При подземной прокладке</i>	
До оси ближайшего трамвайного пути	2,75
До оси пути железных дорог колеи 1524 мм промышленных предприятий	4 (по не менее глубины траншей теплосетей до подпояса насыпи)
До ближайшего сооружения земляного полотна железной дороги ободочной сети при параллельной прокладке	3 (по не менее глубины траншей до основания крайнего сооружения)
До оси ближайшего пути электрифицированной железной дороги	10,75
До бортового камня автомобильной дороги	1,5

Здания, сооружения и инженерные сети	Расстояние, м
До наружной бровки боковой канавы или подшвы автомобильной дороги	1
До фундаментов зданий и сооружений:	
при прокладке в каналах и тоннелях	2
при бесканальной прокладке	5
До фундаментов опор технологических трубопроводов или мачт и столбов наружного освещения и сети связи	1,5
До фундаментов опор мостов (путепроводов, эстакад и пр.)	2
До силовых и контрольных кабелей напряжением до 35 кВ и маслонаполненных кабелей свыше 110 кВ	2
До фундаментов опор воздушных линий электропередачи напряжением, кВ:	
до 1	1
до 35	2
110—220	3
330—500	5
До бронированного кабеля связи в трубах или до блока телефонного кабеля	1
До радиотрансляционных кабелей	1
До водопровода	1,5
До сооружений и трубопроводов канализации, водостоков и дренажей	1
До газопровода давлением до 6 кгс/см <sup>2</sup> (0,6 МПа)	2
До газопровода давлением 6—12 кгс/см <sup>2</sup> (0,6—1,2 МПа) при прокладке тепловых сетей в каналах и тоннелях	4
До газопроводов давлением до 3 кгс/см <sup>2</sup> (0,3 МПа) при бесканальной прокладке тепловых сетей	1
То же, 3—6 кгс/см <sup>2</sup> (0,3—0,6 МПа)	1,5
То же, 6—12 кгс/см <sup>2</sup> (0,6—1,2 МПа)	2
До фундаментов опор надземного газопровода при давлении газа до 12 кгс/см <sup>2</sup> (1,2 МПа)	1
До магистральных газопроводов и нефтепроводов диаметром менее 500 мм	8
То же, более 500 мм	9
До оси ствола дерева с кроной не более 5 м в диаметре	2
До кустарника	1
До бровки канавы сети орошения (ирригации)	2
<i>При надземной прокладке</i>	
До оси ближайшего железнодорожного пути от промежуточных опор (при пересечении железных дорог)	Габарит С по ГОСТ 9238-83 и ГОСТ 9720-76
До ближайшего сооружения земляного полотна железных дорог	3
До оси ближайшего трамвайного пути	2,75
До бортового камня или до наружной бровки боковой канавы автомобильной дороги	0,5
До воздушных линий электропередачи при наибольшем отклонении проводов при напряжении, кВ:	
до 1	1
1—20	3
35—110	4
150	4,5
220	5
300	6
500	6,5
До кроны дерева	0,5, но не менее 2 до оси ствола

Примечания: 1. Уменьшение норм приближения допускается в исключительных условиях прокладки при специальном обосновании и согласовании с соответствующими организациями. 2. При прокладке тепловых сетей ниже основания фундаментов опор, зданий и сооружений следует дополнительно учитывать разницу в отметках заложения и естественный откос грунта или принимать меры по укреплению фундаментов. 3. Расстояния по горизонтали между тепловыми и другими инженерными сетями при их параллельной прокладке должны быть не меньше разницы в глубине заложения. 4. Допускается уменьшение расстояния до силовых кабелей при условии, что трубопроводы тепловых сетей на всем участке сближения с кабелями имеют такую тепловую изоляцию, при которой естественная температура почвы в месте прохождения кабелей в любое время года не повышается более чем на 10°C для силовых и контрольных кабелей напряжением до 10 кВ и 5°C для силовых и контрольных кабелей напряжением 20—35 кВ, маслонаполненных кабелей свыше 110 кВ.



Таблица 8.2. ДИАМЕТРЫ ШТУЦЕРОВ И ЗАПОРНОЙ АРМАТУРЫ ДЛЯ ВОЗДУШНИКОВ

Условный диаметр прохода трубопровода, мм	Условный диаметр прохода штуцера и запорной арматуры для выпуска воздуха, мм	Условный диаметр прохода трубопровода, мм	Условный диаметр прохода штуцера и запорной арматуры для выпуска воздуха, мм
25-80	15	350-450	32
100-150	20	500-700	40
175-300	25	800-1200	50
		1400	65

тумных рулонных материалов. Тепловые сети, прокладываемые ниже максимального уровня стояния грунтовых вод, оборудуют попутным дренажом диаметром не менее 150 мм.

Для попутного дренажа используют асбестоцементные трубы с муфтами, керамические канализационные раструбные трубы, готовые трубофильтры. Дренажные трубы прокладывают сбоку канала (тоннеля). Ось дренажной трубы должна быть ниже дна канала (тоннеля) не менее чем на 0,2 м. Воду из системы попутного дренажа следует отводить самотеком или откачивающими насосами. Тепловые камеры оборудуют не менее чем двумя выходными люками с постоянными лестницами или скобами. При внутренней площади камеры 6 м<sup>2</sup> и более должно быть четыре люка; диаметр люка - не менее 630 мм. Если габариты устанавливаемого оборудования превышают диаметр люка, в перекрытиях камер устраивают монтажные окна. Тоннели оборудуют постоянным электроосвещением напряжением не более 12 В и приточно-вытяжной вентиляцией.

Трубопроводы и арматура тепловых сетей должны соответствовать требованиям «Правил устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды» Госгортехнадзора СССР. Для тепловых сетей с температурой воды 115°C и ниже допускается применять арматуру из ковкого чугуна марки не ниже КЧ30-6 по ГОСТ 1215-79\*\* (при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления выше -30°C) или из серого чугуна марки не ниже СЧ-15-32 по ГОСТ 1412-85 (при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления выше -10°C). Устанавливать арматуру из серого чугуна на спусках и дренажных устройствах не допускается.

Задвижки диаметром 500 мм и более снабжают электроприводом. Задвижки диаметром 150 мм и более оборудуют байпасами. Все

соединения труб в тепловых сетях сварные за исключением мест, где присоединяется фланцевая арматура. Допускается приварка фланцевой арматуры непосредственно к трубопроводам.

Запорную арматуру устанавливают: на выводе тепловых сетей из источника теплоты; на трубопроводах диаметром 100 мм и выше на расстоянии не более 1000 м одна от другой (секционирующие задвижки) с устройством перемены между подающим и обратным трубопроводами диаметром, равным диаметру трубопровода с коэффициентом 0,3; в тепловых камерах на трубопроводах ответвлений диаметром 100 мм и выше; в тепловых камерах на трубопроводах ответвлений к отдельным зданиям независимо от диаметра ответвлений. На трубопроводах диаметром 350-500 мм допускается увеличивать расстояния между секционирующими задвижками до 1500 мм при условии обеспечения спуска воды или заполнения секционированного участка одного трубопровода в течение не более 4 ч, а на трубопроводах диаметром 600 мм и более при обеспечении спуска и заполнения участка в течение не более 5 ч — до 3000 м.

Перемены на тепловых сетях оборудуют двумя задвижками с контрольным краном между ними. В нижних точках секционируемых участков тепловой сети устанавливают спускные дренажные устройства (спускники), в верхних точках секционируемых участков — арматуру для выпуска воздуха (воздушники). В узлах установки секционирующих задвижек располагают штуцеры с запорной арматурой для подачи сжатого воздуха при гидроневматической промывке. Диаметры штуцеров и запорной арматуры для воздушников принимают по табл. 8.2.

Диаметры штуцеров и запорной арматуры для спускников рассчитывают в соответствии с указаниями СНиП 2.04.07-86. Допускается

Таблица 8.3. ДИАМЕТРЫ ШТУЦЕРОВ И ЗАПОРНОЙ АРМАТУРЫ ДЛЯ СПУСКНИКОВ

Условный диаметр прохода трубопровода, мм	Условный диаметр прохода штуцера и запорной арматуры для спуска воды, мм	Условный диаметр прохода трубопровода, мм	Условный диаметр прохода штуцера и запорной арматуры для спуска воды, мм
До 70	25	450—500	150
80—125	40	600—700	200
150—175	50	800—900	250
200—250	80	1000—1200	300
300—400	100		

принимать диаметры спускников в зависимости от диаметра дренируемого трубопровода (табл. 8.3).

Для компенсации тепловых удлинений трубопроводов независимо от способа их прокладки, диаметра и параметров теплоносителя применяют: гибкие компенсаторы из труб (П- или Z-образные); углы поворотов трубопроводов 90°—120°; линзовые или волнистые компенсаторы, а также универсальные волнистые компенсаторы шарнирного типа. Сальниковые стальные компенсаторы допускается применять при параметрах теплоносителя  $p_t < 25$  кгс/см<sup>2</sup> (2,5 МПа) и  $t \leq 300^\circ\text{C}$  для подземной прокладки трубопроводов диаметром 100 мм и более и при надземной прокладке на низких опорах — для трубопроводов диаметром 300 мм и более.

Сальниковые компенсаторы должны быть установлены по оси трубопровода без перекосов с предварительной растяжкой на проектную величину компенсации, с учетом монтажного зазора, который оставляют на случай понижения температуры трубопроводов ниже температуры при монтаже. В качестве набивки для сальниковых компенсаторов применяют асбестовый шнур, смазанный графитом, и термостойкую резину. Запрещается применять хлопчатобумажные или войлочные набивки.

Гнутые (П-образные) компенсаторы до их приварки к трубопроводам растягивают в холодном состоянии на указанную в проекте величину. Для уплотнения фланцевых соединений применяют прокладки из паронита, пропитанные машинным маслом и смазанные графитом, толщиной 1—2 мм, а для фланцевых соединений в камерах используют паронит в тропическом исполнении.

Трубопроводы тепловой сети, прокладываемые в каналах, технических коридорах или подвалах зданий, должны иметь скользящие опоры высотой, обеспечивающей соответствующее

минимальное расстояние от наружной поверхности изоляции до дна канала. Подвижные опоры устанавливают так, чтобы была исключена возможность перекосов или заедания опор при тепловом удлинении труб и скольжения металла по бетону опорной конструкции вместо скольжения по металлическим подкладкам. Каретки подвижных опор устанавливают с учетом величины и направления тепловых удлинений труб при эксплуатации.

Предусматривают следующие неподвижные опоры труб: упорные — при всех способах прокладки трубопроводов; щитовые — при бесканальной прокладке и прокладке в непроходных каналах при размещении опор вне камер; хомутовые — при надземной прокладке и прокладке в туннелях. Устройство неподвижных опор должно строго соответствовать проекту. Опорные фланцы и усиливающие косышки следует приваривать по всему периметру соприкосновения с трубой. Не допускается приваривать прерывистым швом, если это специально не предусмотрено проектом.

Запрещается расположение опор под сварными стыками труб. Минимальное расстояние от стыка до опоры принимают равным 500 мм. Грязевники в тепловых сетях устанавливают: на трубопроводах перед насосами; на подающем трубопроводе теплового пункта промышленного предприятия или жилого района (ЦТП); на подающем и обратном трубопроводах теплового пункта отдельного здания в открытых системах теплоснабжения; на обратном трубопроводе теплового ввода отдельного здания перед скоростными водомерами в закрытых системах теплоснабжения.

Для наблюдения за параметрами теплоносителя в процессе эксплуатации и во время специальных испытаний на трубопроводах тепловой сети устанавливают следующие контрольно-измерительные приборы:

манометры — на подающем и обратном тру-

обпроводах до и после секционирующих задвижек и на подающих и обратных трубопроводах ответвлений диаметром 300 мм и более до и после задвижек, а также на магистральных трубопроводах во всех точках изменения диаметра труб;

*термометры* на подающих и обратных трубопроводах перед секционирующими задвижками, перед ответвлениями (по ходу воды) диаметром 300 мм и более и на обратном трубопроводе ответвлений диаметром 300 мм и более перед задвижкой (по ходу воды), а также в местах изменения типа прокладки или изоляционной конструкции;

*измерительные диафрагмы* — на подающем и обратном трубопроводах ответвлений диаметром 500 мм и более — после задвижек.

На каждом трубопроводе выводов тепловых сетей ТЭЦ или котельной устанавливают регистрирующие приборы температуры, давления и расхода воды. Наружнюю поверхность трубопроводов тепловых сетей, арматуры и фасонных частей обязательно покрывают тепловой изоляцией. Допускается при технико-экономическом обосновании прокладывать без тепловой изоляции обратные трубопроводы тепловых сетей при прокладке в непроходных каналах и бесканальной, за исключением участков труб в камерах.

Для тепловой изоляции трубопроводов необходимо применять полносборные теплоизоляционные конструкции или сборные конструкции из изделий заводского изготовления в соответствии со СНиП 2.04.07-86. Применение засыпной изоляции трубопроводов, прокладываемых в каналах, не допускается. Запрещается применять для изоляции трубопроводов теплоизоляционные материалы, подверженные горению, гниению или содержащие вещества, выделяющие кислоты, щелочи или серу. Трубопроводы тепловой сети, уложенные в помещениях, насосных станциях, тепловых пунктах, а также проложенные надземно по городским проездам, мостам и поверх асбестоцементной корки, оклеивают тканью (марлей) и окрашивают масляной краской согласно правилам Госгортехнадзора СССР. Для крепления изоляционных конструкций следует применять детали, устойчивые к коррозии (оцинкованные, кадмированные и т. д.).

**Насосные станции.** Подкачивающие насосные станции на подающей или обратной ли-

нии поданных тепловых сетей, а также районные или квартальные смесительные насосные станции располагают в отдельных специальных зданиях. Устанавливать насосные станции в жилых зданиях запрещается. В подкачивающих и смесительных насосных станциях необходимо устанавливать не менее трех насосов, в том числе один резервный. Каждый насос должен быть оборудован задвижкой на всасывающей линии, а со стороны нагнетания — задвижкой и обратным клапаном до нее. Запрещается эксплуатировать насос при отсутствии на нем обратного клапана или при неисправности последнего. Насосы, установленные на обратной линии тепловой сети, оборудуют обводной линией с обратным клапаном. Электроэнергию к подкачивающим и смесительным насосным станциям подводят с помощью двух фидеров от двух независимых источников.

Автоматизация подкачивающих насосных станций должна обеспечивать: а) блокировку насосов для включения резервного насоса при отключении рабочего, а также блокировку электродвигателей насоса и задвижки на напорном патрубке насоса (при мощности электродвигателя насоса более 40 кВт) для автоматического закрытия задвижки рабочего насоса при его отключении и одновременного открытия задвижки у резервного насоса при его включении; б) переключение основного источника электропитания на резервный; в) регулирование давления воды перед насосами на обратном трубопроводе и в случае необходимости — после насосов на подающем трубопроводе.

При наличии в тепловой сети насосных станций требуется устройство схем автоматической защиты сети и систем теплопотребления от повышения давления сверх установленного при аварийном отключении насосной. Для автоматизации подкачивающих насосных станций можно использовать электрические или гидравлические клапаны. В схемах защиты сети используют только гидравлические клапаны. Насосные станции оснащают контрольно-измерительными приборами и средствами автоматизации (см. гл. 5).

**Баки-аккумуляторы.** Наземные баки-аккумуляторы горячей воды, сооружаемые на тепловых сетях, как правило, располагают вне зон жилой и общественной застройки и возмож-



ного скопления людей. В отдельных случаях при установке баков в жилой зоне их ограждают железобетонными решетками. Баки, расположенные на территории источников теплоты, должны иметь обвалочные ограждения и емкости для приема переливных вод.

Арматуру управления задвижками располагают в зоне, доступной для обслуживания и не затопляемой при авариях с баками. Задвижки располагают таким образом, чтобы в случае аварии в одном из баков была обеспечена возможность оперативного отключения остальных параллельно работающих емкостей. Подвод и отвод горячей воды в нижней части баков осуществляется по специальному коллектору с отверстиями, что обеспечивает равномерное распределение воды по поперечному сечению бака.

Баки оборудуют дыхательными (вставными) трубами с сечениями, обеспечивающими свободное поступление в бак воздуха и исключая образование вакуума при откачке воды. На отметке максимального уровня заполнения бака устанавливают переливную трубу. Пропускная способность переливной трубы должна быть не менее пропускной способности всех труб, подводящих воду к баку. При этом следует иметь в виду, что сливная труба безнапорная, а подводящие трубы — напорные.

Баки оборудуют указывающей и регистрирующей аппаратурой для контроля за уровнем воды, системой сигнализации и надежной автоматической защитой от переполнения бака выше максимально допустимого уровня. Приборы для контроля за уровнем воды в баках устанавливают в зоне постоянного нахождения обслуживающего персонала. Баки имеют защиту от коррозии способом их катодной поляризации от внешних источников тока (катодная защита) или с помощью герметика АГ-4.

Катодную защиту от коррозии осуществляют по экспериментальному проекту «Защита от коррозии баков-аккумуляторов горячей воды открытых систем теплоснабжения», разработанному институтом Мосгазпроект для баков вместимостью 200–2000 м<sup>3</sup>. В качестве анодов используют железокремнистые электроды, изготавливаемые в соответствии с «методическими рекомендациями по применению железокремнистых анодов для катодной защиты подземных металлических сооружений», разрабо-

танными МосгазНИИ проект (Москва, 1974 г.).

Защиту от коррозии с помощью герметика АГ-4 осуществляют в соответствии с экспериментальным проектом ВНИИЭнергопрома «Защита от коррозии стальных баков-аккумуляторов горячей воды открытых систем теплоснабжения с применением герметика АГ-4» и согласно «Инструкции по применению антиаэрационной герметизирующей жидкости АГ-4», разработанной ВНИИЭнергопромом и ВНИИНефтемашием. Для защиты от коррозии внутренней поверхности баков применяют краски ВЖС-11.

**Тепловые пункты и системы теплоснабжения.** На каждом вводе трубопровода тепловой сети в здание оборудуют тепловой пункт. Помещение теплового пункта располагают отдельно с доступным входом и открывающимися наружу дверями. Двери оборудуют надежными запорами. В толще проема, через который трубопроводы наружной тепловой сети входят в тепловой пункт, или с наружной стороны стены устанавливают неподвижные опоры. Помещение теплового пункта снабжают постоянным электроосвещением с осветительной арматурой, соответствующей требованиям для сырых помещений. Тепловой пункт должен иметь свободный доступ для обслуживания оборудования. Размеры помещений тепловых пунктов приведены в табл. 8.4.

При разных системах теплоснабжения, присоединенных к одному тепловому пункту, каждая из этих систем имеет свой отдельный трубопровод. Обратная вода от каждой системы подводится к сборному обратному коллектору также по отдельным трубопроводам. На трубопроводе смешанной воды после элеватора не должно быть изгибов на расстоянии не менее пяти диаметров трубы. Для заполнения, промывки и спуска воды из систем теплоснабжения узел теплового пункта соединяют с водопроводом и оборудуют краном для спуска в канализацию. Соединение трубопроводов теплового узла с водопроводом делают разъемным. Соединение дренажных выпусков с канализацией выполняют обязательно с видимым разрывом.

Если водоприемник канализационной сети расположен выше нижней отметки системы теплоснабжения, а также если давление в водопроводе меньше статического давления системы потребления, на тепловом пункте

Таблица 8.4. МИНИМАЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ ПОМЕЩЕНИЙ ТЕПЛОВЫХ ПУНКТОВ, м

Характеристика зданий и присоединенных систем теплопотребления	Длина	Ширина	Высота до выступающих балок перекрытия
Жилые дома, учреждения и промышленные здания с отопительными системами, присоединенными непосредственно или через элеваторы как без, так и при наличии систем горячего водоснабжения с непосредственным водоразбором	4	1,5	2,0
То же, при системах горячего водоснабжения с водяными подогревателями	7	4,0	2,5
Жилые дома, учреждения и промышленные здания с отопительными системами, присоединенными через центробежные подмешивающие насосы при наличии систем горячего водоснабжения с непосредственным водоразбором и без них	5	4,0	2,5
То же, при системах горячего водоснабжения с водяными подогревателями	7	6,0	2,5

Примечания: 1. При присоединении, кроме указанных систем теплопотребления, вентиляционной нагрузки длина теплового пункта увеличивается на 0,5, а высота на 0,4 м. 2. Высота помещения на ЦТП должна быть не меньше 4 м.

устанавливают насос (ручной или центробежный).

Не допускается на тепловом пункте устройство обводов вокруг грязевиков, элеваторов (или других смесительных устройств), а также устройство перемычек между подающим и обратным трубопроводами.

На тепловых пунктах потребителей при наличии элеваторов или других смесительных устройств для системы отопления местные системы вентиляции, воздушного отопления, горячего водоснабжения и технологического теплопотребления присоединяют к тепловому пункту до смесительного устройства. В качестве теплообменных аппаратов для систем горячего водоснабжения не используют водо-водяные подогреватели скоростного типа с противоточной схемой греющей и нагреваемой воды. Водо-водяные подогреватели горячего водоснабжения должны быть в обязательном порядке укомплектованы автоматическими регуляторами температуры нагреваемой воды. На тепловых пунктах в открытых системах теплоснабжения системы горячего водоснабжения в обязательном порядке подключают через автоматические смесительные регуляторы температуры.

Системы горячего водоснабжения бань, прачечных, плавательных бассейнов, гостиниц и больниц, как правило, оборудуют аккумуляторными баками. В установках воздушного отопления и проточной вентиляции калориферы преимущественно включают по воде последовательно. Каждую калориферную установку оснащают отключающей арматурой на входе и выходе

теплоносителя, а также гильзами для термометров на подающем и обратном трубопроводах. Кроме того, калориферные установки систем приточной вентиляции и воздушного отопления оборудуют автоматическими регуляторами, обеспечивающими работу установок в заданном режиме. В калориферных установках, если нет регулятора расхода теплоносителя, на подающем трубопроводе после отключающей арматуры предусматривают фланцевое соединение для установки дрессельной диафрагмы.

Водяные системы отопления с расширительными сосудами присоединяют только по независимой схеме (через теплообменники). При необходимости присоединения таких систем по зависимой схеме (элеваторное, безэлеваторное или насосное присоединение) расширительные сосуды в них заменяют воздухоотборниками проточного типа. Трубопроводы системы отопления, проходящие в нежилых или неотапливаемых помещениях, следует покрывать теплоизоляцией. Центральные и индивидуальные тепловые пункты и системы теплопотребления оснащают необходимыми контрольно-измерительными приборами и автоматическими регуляторами (см. гл. 5).

### 8.3. ПРИЕМКА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

Приемка в эксплуатацию законченных строительством тепловых сетей и тепловых пунктов производится в соответствии с указаниями

СПиП 3.01.04-87 и СНиП 3.05.04-85. Тепловые сети принимает в эксплуатацию комиссия в составе представителей заказчика, подрядчика и эксплуатирующей организации (технадзора), а при непосредственном водоразборе — и представителя санитарно-эпидемиологической службы.

Трубопроводы с рабочим давлением 0,7—16 кгс/см<sup>2</sup> (0,07—1,6 МПа) и температурой воды свыше 115°С принимают в эксплуатацию с учетом «Правил устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды» без регистрации трубопроводов в органах Госгортехнадзора. Трубопроводы с рабочим давлением свыше 16 кгс/см<sup>2</sup> (1,6 МПа) и температурой воды свыше 115°С с условным проходом свыше 100 мм регистрируют в органах Госгортехнадзора. Трубопроводы с рабочим давлением свыше 16 кгс/см<sup>2</sup> (1,6 МПа) и температурой воды свыше 115°С с условным проходом свыше 100 мм регистрируют в органах Госгортехнадзора СССР и принимают в эксплуатацию при обязательном участии инспекции Госгортехнадзора СССР.

Промежуточную приемку отдельных видов работ и узлов трубопроводов производят в процессе строительства представители заказчика совместно с представителями эксплуатационной и строительной организаций с составлением трехсторонних актов. При приемке скрытых работ акт оформляют с участием представителя проектной организации.

Промежуточной приемке подлежат: разбивка трассы тепловой сети; устройство основных траншей и котлованов; устройство каналов и камер; укладка трубопроводов; сварка трубопроводов и закладных частей сборных конструкций; антикоррозионное покрытие труб; монтаж строительных конструкций; заделка и омоноличивание стыков; тепловая изоляция трубопроводов; устройство дренажей; гидроизоляция строительных конструкций; устройства электрозащиты — защитные и анодные заземления, кабели, прокладываемые в земле, контактные устройства и опорные контрольно-измерительные пункты; растяжка П-образных компенсаторов; ревизия и испытания арматуры; сальниковые компенсаторы; обратная засыпка траншей и котлованов; очистка внутренней поверхности труб; укладка футляров; холодное натяжение трубопроводов; промывка трубопроводов; гидравлическое или пневматическое испытание; элеваторные узлы; подогреватели горячего водо-

снабжения и отопления; регуляторы расхода давления и температуры; грязевики, баки-аккумуляторы и фильтры; правильность монтажа насосных установок; контрольно-измерительные приборы; отопительные, вентиляционные системы и системы горячего водоснабжения.

Завершенные строительством теплопроводы, насосные станции и оборудование тепловых пунктов потребителей подвергают обкатке и испытаниям от действующих тепловых сетей в течение 72 ч. До сдачи в эксплуатацию смонтированное оборудование подлежит испытанием и обкатке по следующим параметрам: теплопроводы — на тепловые и гидравлические потери; элеваторы — на получение необходимого эффекта смешения; водоподогреватели — на тепловой и гидравлический эффект в соответствии с проектом; регуляторы расхода, давления и температуры — на расчетные режимы; элеваторо- и тепломеханическое оборудование — на надежность работы; внутренние отопительные системы — на нормальный прогрев при расчетном расходе воды; системы горячего водоснабжения — на плотность и эффективность действия всех элементов (включая автоматику), а также на нормальный прогрев политехнических при проектном циркуляционном режиме.

При приемке сооружения в целом приемочной комиссией представляется следующая исполнительная документация: а) рабочие чертежи проекта по объекту в целом с внесенными в них изменениями в процессе строительства; б) акты на гидравлическое или пневматическое испытание трубопроводов; в) акты на скрытые работы по строительным конструкциям; г) исполнительные чертежи, схемы включения устройства электрозащиты и рабочие чертежи, паспорта на электрозащитные устройства; д) акты промежуточной приемки работ по тепловым сетям и оборудованию тепловых пунктов; е) сертификаты на трубы, сварочные материалы, фасонные изделия заводского изготовления, теплоизоляционные и гидроизоляционные материалы и изделия, бетон и бетонные изделия; ж) журнал производства работ, заключения по проверке сварных стыков физическими методами контроля и результаты механических испытаний контрольных сварных стыков; з) паспорта трубопроводов и оборудования тепловых пунктов; и) акты на растяжку П-образных компенсаторов; к) акты на промывку трубопроводов;



л) акты гидравлического испытания абонентского ввода и оборудования теплового пункта; м) акты гидравлического и теплового испытания внутренней системы отопления и горячего водоснабжения; н) акты обкатки оборудования.

Комиссия при приемке проверяет техническую и испытательную документацию, тщательно осматривает доступные узлы, выборочно испытывает отдельные элементы и составляет приемочный акт с приложением к нему ведомости недоделок с указанием сроков устранения. Для получения разрешения на включение сдаваемого в эксплуатацию объекта строительно-монтажная организация должна устранить недоделки, указанные в ведомости. Трубопроводы, принятые, но не введенные в эксплуатацию в течение 6 мес. после их испытания, подлежат повторному испытанию эксплуатирующей организацией на прочность и герметичность.

Окончательную приемку электротехнических устройств приемочная комиссия производит после выполнения монтажных и наладочных работ, проверки электрических параметров защиты. В случае совместной с другими подземными сооружениями электрической защиты акт приемки должен быть подписан также владельцами этих сооружений. Перед вводом в постоянную эксплуатацию тепловую сеть, включая все ответвления к абонентам, подвергают проверке на герметичность (плотность), испытывают на максимальную (расчетную) температуру теплоносителя и промывают гидравлическим способом.

#### 8.4. ПУСК ВОДЯНЫХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ, ТЕПЛОВЫХ ПУНКТОВ И СИСТЕМ ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЯ

Пуск тепловых сетей в эксплуатацию после строительства, ремонта, временной остановки производит пусковая бригада по специальной программе, утверждаемой главным инженером эксплуатирующей организации. Пуск водяных тепловых сетей состоит из следующих основных операций: заполнения сети водой, установления циркуляции сети, включения абонентов, пусковой регулировки сети.

Пуск производят по программе, предусматривающей: а) режим работы насосно-подогревательной установки источника тепла при пуске сети и ее схему; б) оперативную схему тепло-

вой сети во время пуска; в) очередность и порядок пуска каждой отдельной магистрали и ее ответвлений; г) время наполнения каждой магистрали, исходя из ее емкости и скорости заполнения; д) расчетное статическое давление каждой заполненной магистрали и влияние этого давления на смежные участки сети; е) состав пусковой бригады, расстановку и обязанности исполнителей; ж) выбор соответствующих средств связи (сигнализации, телефона, радио) между отдельными членами пусковой бригады, а также с дежурным персоналом района и источника теплоты.

Перед пуском проверяют исправность всего оборудования пускаемого участка сети и подготовку приспособления для откачки воды из нижних точек трассы и камер, оборудованных спускной арматурой. При пуске наблюдают за наполнением и прогревом трубопроводов, состоянием арматуры, компенсаторов, дренажных устройств и другого оборудования.

Последовательность и скорость проведения пусковых операций должны исключать возможность проявления больших термических деформаций в тепловых сетях и системах теплоснабжения. При включении в эксплуатацию сети сначала следят за установлением циркуляции воды в сети, а затем включают пар на подогреватель источника теплоты. При остановке сети сначала прекращают подогрев сетевой воды, а затем отключают сетевые насосы. Температура воды в тепловой сети должна изменяться постепенно и равномерно со скоростью, не превышающей  $30^{\circ}\text{C}$  в ч.

**Заполнение сети водой.** Трубопроводы тепловой сети заполняют химически очищенной, деаэрированной водой. Для предотвращения запотевания труб температура заполняющей воды должна быть не ниже  $40^{\circ}\text{C}$ , а все каналы и камеры перед заполнением трубопроводов тщательно провентилированы. Не допускается заполнять сеть водой с температурой выше  $70^{\circ}\text{C}$ . Заполнение сети водой производится через обратную линию под напором подпиточного насоса или подпиточного бака. Давление, под которым подается вода в заполняемый трубопровод, не должно превышать статического давления данной сети более чем на  $2\text{ кгс/см}^2$  ( $0,2\text{ МПа}$ ). Во избежание гидравлических ударов и для лучшего удаления воздуха расход воды при заполнении трубопроводов не должен превышать пределов, указанных в табл. 8.5.

Основную магистраль теплопровода запол-

**Таблица 8.5. МАКСИМАЛЬНЫЙ ЧАСОВОЙ РАСХОД ВОДЫ ПРИ ЗАПОЛНЕНИИ ТРУБОПРОВОДОВ ТЕПЛОВОЙ СЕТИ**

Диаметр трубопровода, мм	Расход воды, м <sup>3</sup> /ч	Диаметр трубопровода, мм	Расход воды, м <sup>3</sup> /ч
100	10	500	100
150	15	600	150
200	20	700	200
250	25	800	250
300	35	900	300
350	50	1000	350
400	65	1100	400
450	85	1200	500

няют водой в следующем порядке. На заполняемом участке трубопровода закрывают все дренажные устройства, отключают все ответвления или тепловые пункты и открывают все секционирующие задвижки, кроме головных. Открывают все воздушные краны сети. Закрывают задвижки на перемычках между подающим и обратным трубопроводами. Постепенно открывают головную задвижку на обратном трубопроводе заполняемого участка и заполняют сеть. По мере заполнения сети и прекращения вытеснения воздуха воздушные краны закрывают; через 2—3 мин после закрытия воздушные краны вновь открывают для дополнительного выпуска воздуха. Эту операцию повторяют до тех пор, пока не будет выпущен весь воздух.

По окончании заполнения обратной магистрали открывают перемычку между подающим и обратным трубопроводами и заполняют водой подающую магистраль. Заполнение производят в том же порядке, что и в обратной магистрали. После окончания заполнения трубопроводов необходимо периодически в течение 2—3 ч открыть воздушные краны для окончательного удаления воздуха. Распределительные сети заполняют водой после заполнения магистральных теплопроводов, а ответвления к абонентам заполняют водой после заполнения магистральных теплопроводов, а ответвления к абонентам заполняют водой после заполнения распределительных сетей.

**Установление циркуляции в сети.** Циркуляцию воды в основных магистральных теплопроводах осуществляют через концевые перемычки при отключенных ответвлениях и системах теплоснабжения. Установление циркуляции в сети производят в следующем порядке: а) открывают головные и секционирующие задвижки на

включаемой сети, а также задвижки на концевой перемычке между подающим и обратным трубопроводами; б) открывают задвижку на обводной линии подогревателей бойлерной, а при отсутствии обвода — задвижки на входе и выходе воды из каждого подогревателя; в) открывают задвижки на всасывающих патрубках сетевых насосов, а задвижки на нагнетательных патрубках оставляют полностью закрытыми; г) включают подпиточный насос, и затем в обратном коллекторе сети с помощью регулятора подпитки, а при его отсутствии с помощью задвижки на нагнетательном патрубке подпиточного насоса (или задвижки на подпиточной линии) устанавливают давление в соответствии с заданным статическим режимом; д) включают один сетевой насос; е) постепенно открывают задвижку на нагнетательном патрубке сетевого насоса; ж) после установления циркуляции величина подпитки должна быть отрегулирована таким образом, чтобы давление в обратном коллекторе сети соответствовало заданному динамическому режиму; з) включают подачу пара на сетевые подогреватели и начинают подогрев сетевой воды со скоростью не более 30°С в час. Если на теплопроводе установлены автоматические регуляторы давления, одновременно с установлением циркуляции проследит их настройка для обеспечения требуемых давлений на тепловых пунктах.

В ответвлениях от основной магистрали циркуляция устанавливается через концевые перемычки на этих ответвлениях под напором, имеющимся в магистрали. При этом все задвижки на тепловых пунктах абонентов должны быть плотно закрыты. Для осуществления циркуляции в ответвлениях поочередно медленно открывают головные задвижки ответвления сначала на обратном, а затем на подающем трубопроводе. В ответвлениях к абонентам, не имеющим перемычек между подающим и обратным трубопроводами, циркуляция устанавливается через линию подсоса элеватора (задвижки после элеватора должны быть плотно закрыты), а для безэлеваторных вводов через местные системы с включением последних в работу. Во избежание подъема давления в отключенных системах (из-за неплотности шпирной арматуры) открывают спускные краны, расположенные за отключающими задвижками.

На насосных станциях, расположенных на пускаемых теплопроводах, насосы включают в

следующем порядке: а) подмешивающие и подкачивающие насосы, установленные на обратных трубопроводах, включают после установления циркуляции в сети основными сетевыми насосами и до включения систем теплоснабжения; б) насосы, установленные на подающих трубопроводах, — после включения систем теплоснабжения, по мере необходимости увеличения располагаемого напора в сети. Пуск насосов производится при закрытой задвижке нагнетательного патрубка и открытой задвижке всасывающего патрубка.

**Особенности пуска сети при минусовых температурах наружного воздуха.** Пуск сети при минусовых температурах наружного воздуха производят только в исключительных случаях: после аварийного останова и ремонта и необходимости ввода в действие вновь построенных тепловых сетей. Наполнение и установление циркуляции в магистрали и в протяженных ответвлениях производят по отдельным разделенным секционированными задвижками участкам. Магистрали заполняют водой с температурой 50–60°С одновременно по подающему и обратному трубопроводам. Величина подачи воды должна иметь максимальное значение, указанное в табл. 8.5. Подающий и обратный трубопроводы пускаемой сети оборудуют через каждые 200–250 м секционированными задвижками и дополнительными дренажными кранами, которые при наполнении сети закрываются лишь после того, как температура дренируемой из них воды достигнет 40°С. Тотчас после пуска головного секционированного участка сети для восполнения теплопотерь в трубопроводах включают сетевые подогреватели источника теплоты. После установления циркуляции необходимо периодически в течение 2–3 дней производить выпуск воздуха через все воздушные краны, установленные в сети и в системах абонентов.

**Включение тепловых пунктов и систем теплоснабжения.** Перед включением в эксплуатацию все тепловые пункты и системы теплоснабжения должны быть отремонтированы, промыты, опрессованы. На тепловых пунктах и в системах теплоснабжения устанавливают смесительные и дросселирующие устройства, рассчитанные на обеспечение нормальной работы. Заполнение и включение системы теплоснабжения производят при установившейся циркуляции в сетях до подъема температуры воды по заранее разработанному графику с уче-

том производительности водоподготовки и подпиточного устройства источника теплоты. Концевые перемычки, через которые осуществляется начальная циркуляция в сети, отключают после того, как расход воды через включенные системы абонентов достигнет необходимого минимума для устойчивой работы сетевых насосов и для поддержания избыточного давления на всем протяжении обратного теплопровода.

Заполнение систем теплоснабжения сетевой водой производят постепенным открытием задвижек на обратном трубопроводе теплового пункта при закрытой задвижке на подающей линии. Воздушные краны в системе должны быть открыты до момента прекращения выхода воздуха и появления воды. В тех случаях, когда давление в обратном трубопроводе на тепловом пункте ниже статического давления системы теплоснабжения, верхнюю часть системы заполняют из подающей линии путем частичного открытия задвижки на подающем трубопроводе теплового пункта при одновременном прикрывании задвижки на обратной линии. При этом необходимо следить по манометрам за давлением в системе, чтобы оно не превысило максимального во избежание повреждения нагревательных приборов. Необходимый подбор при работе системы обеспечивается настройкой регулятора подпора, а в случае его отсутствия — дроссельной диафрагмой. После наполнения системы теплоснабжения открывается задвижка на подающей линии теплового пункта, и в системе устанавливается циркуляция.

Для обеспечения пусковой регулировки сети на тепловых пунктах и в системах теплоснабжения устанавливают расчетные сопла элеваторов, дроссельные диафрагмы и автоматические регуляторы. До включения всех абонентов избыточные располагаемые напоры на тепловых пунктах снижают с помощью задвижек, расположенных на подающих линиях. Окончательную регулировку тепловых сетей и систем теплоснабжения производят после вступления сети в нормальную эксплуатацию.

## 8.5. ОБСЛУЖИВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

В объем по обслуживанию тепловых сетей входят следующие работы:

- а) поддержание в исправном состоянии все-



го оборудования, строительных и других конструкций тепловых сетей путем проведения своевременного их осмотра и ремонта;

б) наблюдение за работой компенсаторов, опор, арматуры, дренажей, контрольно-измерительной аппаратуры и других элементов оборудования со своевременным устранением замеченных неисправностей;

в) устранение сверхнормативных потерь теплоты путем своевременного отключения неработающих участков сети, удаления скапливающейся в каналах и камерах воды, ликвидации проникания грунтовых и верховых вод в каналы и камеры, своевременного восстановления разрушенной изоляции;

г) устранение сверхнормативных гидравлических потерь в сети путем регулярной промывки и очистки трубопроводов;

д) своевременное удаление через воздушники воздуха из теплопроводов и недопущение присоса воздуха путем постоянного поддержания избыточного давления во всех точках сети и в системах потребителей;

е) поддержание в сети и на тепловых пунктах потребителей необходимых гидравлического и теплового режимов при систематической проверке требуемых параметров в характерных точках сети и на тепловых пунктах потребителей;

ж) обеспечение расчетного распределения теплоносителя по тепловым пунктам потребителей;

з) принятие мер по предупреждению, локализации и ликвидации неполадок и аварий в сети.

Тепловые сети обслуживает бригада слесарей-обходчиков (не менее двух человек на закрепленных за ними участках сети). Обход теплопроводов производят по графику не реже 1 раза в 2 недели в течение отопительного сезона и 1 раза в месяц в межотопительный период. При обходе сети проверяют затяжку болтов (поочередно, крест-накрест) всех фланцевых соединений, без особых усилий затягивают сальниковые компенсаторы до прекращения течи, смазывают маслом с графитом движущуюся часть стаканов компенсаторов, проверяют состояние дренажных и воздушных кранов и вентиляей, выпускают воздух из сети, проверяют состояние контрольно-измерительных приборов (термометров, манометров и др.) и правильность их показаний по контрольным приборам.

Для контроля состояния подземных теплопроводов, теплоизоляционных и строительных конструкций периодически производят шурфовки на тепловой сети. Число ежегодно проводимых плановых шурфовок устанавливают в зависимости от протяженности сети, типов прокладки и теплоизоляционных конструкций и количества коррозионных повреждений труб. На каждые 5 км трассы должно быть не менее одного шурфа. На новых участках сети шурфовки производят начиная с третьего года эксплуатации. Каждое эксплуатационное предприятие имеет специальную схему тепловой сети, на которой отмечают места и результаты шурфовок, места аварийных повреждений и затопления трассы, переложенные участки.

По результатам осмотра оборудования тепловой сети и самой трассы при обходах, а также проведенных шурфовок оценивают состояние оборудования, трубопроводов, строительного-изоляционных конструкций, интенсивность и опасность процесса наружной коррозии труб и намечают необходимые мероприятия по устранению выявленных дефектов или неполадок. Дефекты, которые не могут быть устранены без отключения теплопровода, но не представляющие непосредственной опасности для надежной эксплуатации, заносят в журнал ремонтов для ликвидации в период ближайшего останова теплопровода или в период ремонта. Дефекты, которые могут вызвать аварию в сети, устраняют немедленно.

Для предотвращения коррозии металлических строительных конструкций тепловой сети (балок, перекрытий, неподвижных опор, эстакад, мачт и т.д.) их бетонируют по металлической сетке, приваренной к конструкции, или периодически окрашивают антикоррозионными красками. Окраску металлических конструкций подземных сооружений производят не реже 1 раза в 2 года. Для предупреждения внутренней коррозии трубопроводов подпитку тепловой сети производят деаэрированной водой. Содержание кислорода в воде не должно превышать 0,05 мг/кг. Содержание кислорода в воде проверяют не реже 1 раза в неделю отбором проб из подающего и обратного трубопроводов каждой магистрали.

Во избежание подсоса воздуха избыточное давление в сети и во всех присоединенных системах теплоснабжения должно быть не ниже 0,5 кгс/см<sup>2</sup> (0,05 МПа) как при гидродина-

**Таблица 8.6. КАЧЕСТВО ВОДЫ ДЛЯ ПОДПИТКИ ВОДЯНЫХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ МАКСИМАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ ПОДОГРЕВА СЕТЕЙ ВОДЫ**

Показатель качества воды	до 75°С	76 - 100°С	101 - 200°С
<i>Не более</i>			
Растворенный кислород, мг/кг	0,1	0,1	0,05
Взвешенные вещества, мг/кг	5	5	5
Карбонатная жесткость, мг/(экв·кг)	1,5	0,7	0,5
pH	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
Остаточная общая жесткость при использовании воды для продувки котлов (допускается в закрытых системах теплоснабжения), мг/(экв·кг)	—	0,1	0,05
Условная сульфатно-кальциевая жесткость			В пределах величин, исключивших выпадение из раствора
Свободная углекислота		Должна отсутствовать	

Примечания: 1. При открытой системе теплоснабжения и при тепловых сетях горячего водоснабжения вода для подпитки, кроме того, должна удовлетворять требованиям ГОСТ 2874--82 «Вода питьевая». 2. Для закрытых систем теплоснабжения допускается pH > 8,5.

мическом, так и при статическом режиме работы системы теплоснабжения. Состояние внутренней поверхности трубопроводов следует определять в период текущих и капитальных ремонтов, а также при шурфовках тепловых сетей путем осмотра вырезаемых труб и торцов труб у снятой арматуры. Для систематического контроля внутренней коррозии на подающем и обратном трубопроводах, в том числе сетей горячего водоснабжения, в характерных точках устанавливаются индикаторы коррозии. Установку индикаторов в контрольных точках и их изъятие производят 1 раз в год во время останова сети на профилактический ремонт. Во избежание усиленного процесса коррозии трубопроводов систем горячего водоснабжения запрещается даже периодическое повышение температуры воды в системе свыше 65°С.

Эксплуатирующая организация составляет список камер и участков проходных каналов, подверженных опасности проникания газа, и согласовывает его с газоснабжающей организацией. Все газоопасные камеры и каналы отмечают на оперативной схеме. Опасные камеры должны иметь специальную окраску люков и содержаться под надежным запором. Эксплуатацию газоопасных тепловых сетей следует производить в строгом соответствии с требованиями «Правил техники безопасности при обслуживании тепловых сетей».

Скапливающуюся в камерах тепловой сети воду непрерывно или периодически удаляют с помощью стационарных или передвижных средств. Дренажи необходимо содержать в полной исправности, регулярно прочищать и ремон-

тировать. В процессе эксплуатации необходимо постоянно следить за планировкой и состоянием поверхности земли по всей трассе тепловой сети. Систематический контроль за утечками теплоносителя производится в зависимости от величины подпитки тепловых сетей. При утечке теплоносителя, превышающей установленные нормы, следует принять срочные меры к обнаружению места утечки и устранению неплотностей. Качество воды для подпитки тепловых сетей должно удовлетворять требованиям, приведенным в табл. 8.6.

Находящиеся в эксплуатации тепловые сети подвергают контрольным испытаниям в следующие сроки: а) испытаниям на герметичность (плотность) - ежегодно после окончания отопительного периода для выявления дефектов, подлежащих устранению при капитальном ремонте, а также после окончания ремонта, перед включением сети в работу; б) испытаниям на расчетную температуру теплоносителя с целью проверки работы компенсирующих устройств - не реже 1 раза в 2 года; в) тепловым испытаниям для выявления действительных тепловых потерь и состояния изоляции - не реже 1 раза в 3 года; г) гидравлическим испытаниям для определения действительных гидравлических характеристик трубопроводов - не реже 1 раза в 3 года. Все виды испытаний тепловых сетей выполняют отдельно. Методики проведения испытаний приведены в гл. 7. На основании результатов испытаний устанавливают показатели тепловых и гидравлических потерь в тепловых сетях.

Тепловые сети не реже 1 раза в 3 года

подвергают гидродневматической промывке. Внеочередные промывки производят после выполнения капитального ремонта. К обслуживанию насосных станций, допускаются квалифицированные слесари-машинисты и электромонтеры, знающие оборудование, схему, режим работы насосной. Обход автоматизированных насосных станций производит не реже 1 раза в смену звено, состоящее из машиниста насосной станции, электрослесаря и слесаря-прибориста. При этом проверяют нагрузку электрооборудования, температуру подшипников, наличие смазки, состояние сальников, действие системы охлаждения, наличие диаграммных лент в регистрирующих приборах. На неавтоматизированных насосных станциях должен круглосуточно дежурить слесарь-машинист.

Перед каждым пуском насосов, а при работе насосов не реже 1 раза в сутки проверяют состояние насосного и другого связанного с ним оборудования. В дренажных насосных станциях не реже 1 раза в 2 недели проверяют работу поплавкового устройства автоматического включения насосов. В насосных станциях ведут оперативный журнал и суточные ведомости. В журнале дежурный персонал записывает распоряжения диспетчера тепловой сети, делает пометки о всех переключениях, пуске и останове насосов, а также отмечает приемку и сдачу дежурств по насосной станции. В суточных ведомостях записывают показания контрольно-измерительных приборов.

**Баки-аккумуляторы.** Учитывая, что баки-аккумуляторы горячей воды являются источником повышенной опасности в аварийных ситуациях, в процессе эксплуатации им следует уделять особое внимание и заполнять их только деаэрированной водой. Ежегодно необходимо вести визуальный осмотр баков, компенсирующих устройств, вестовых труб, один раз в 3 года проводить инструментальное обследование баков для проверки толщины металлоконструкций и их коррозионного износа с помощью приборов «Кварц-6» и «Кварц-15». Внеочередные инструментальные обследования проводят по результатам визуального осмотра. Коррозионный износ при инструментальном обследовании определяют по отношению максимального уменьшения толщины металла к исходной толщине кровли и соответствующего пояса стенки бака.

Пригодность баков к дальнейшей эксплуатации после визуального осмотра и инструмен-

тального обследования оценивают по следующим параметрам: при коррозионном износе стенок, кровли, днища меньше 20 % толщины металла разрешается дальнейшая эксплуатация бака при обеспечении прогнвокоррозионной защиты; при коррозионном износе стенок бака более 20 % толщины металла в верхней части бака (более 50 % высоты бака, считая от днища) допускается временная эксплуатация только со сниженным уровнем, т.е. при максимальном заполнении на 1 м ниже зоны, где имеет место указанный износ; в дальнейшем после ремонта баки должны быть обеспечены защитой от коррозии. При износе стенок бака более 20 % толщины металла в нижней части (менее 50 % высоты бака) его необходимо немедленно ремонтировать; при износе днищ и кровли более 20 % толщины металла бак также снимают с эксплуатации и ремонтируют. После ремонта баки допускаются к эксплуатации при условии защиты их от коррозии.

## 8.6. ОБСЛУЖИВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПУНКТОВ

Основными задачами обслуживания тепловых пунктов являются: обеспечение для каждого теплового пункта, а следовательно и системы теплоснабжения расхода теплоносителя требуемых параметров в пределах установленного лимита; обеспечение рационального использования теплоносителя и температурного перепада в системе теплоснабжения; снижение до минимума тепловых потерь и устранение утечек; обеспечение бесперебойной и нормальной работы всего оборудования теплового пункта и систем теплоснабжения.

Эксплуатацию тепловых пунктов осуществляет персонал потребителей под контролем организации, эксплуатирующей тепловые сети, или непосредственно персонал, эксплуатирующий тепловые сети. Последняя форма эксплуатации является наиболее эффективной и прогрессивной. Постоянное дежурство обслуживающего персонала на тепловом пункте, как правило, не обязательно. Необходимость дежурства и его продолжительность устанавливают в зависимости от характера работы систем теплоснабжения, степени автоматизации и диспетчеризации, а также местных условий эксплуатации.

Обход тепловых пунктов производят слесари-



обходчики по мере необходимости, но не реже 1 раза в 2 недели, в соответствии с утвержденным графиком. При обходе проверяют состояние помещения теплового пункта и всего оборудования, режим работы системы, герметичность всех соединений трубопроводов и арматуры, состояние контрольно-измерительных приборов и автоматических регуляторов. В открытых системах теплоснабжения во избежание перетекания воды на тепловом пункте из подающей трубы в обратную необходимо регулярно проверять герметичность закрытия обратного клапана, установленного на ответвлении от обратного трубопровода.

В журнале теплового пункта записывают обнаруженные при обходе неисправности и дают указания по их устранению с последующей проверкой выполнения абонентом этих указаний. В процессе эксплуатации показания контрольно-измерительных приборов периодически записывают в журнал. При постоянном дежурстве записи делают с интервалами, определяемыми режимом теплового потребления, но не реже четырех раз в смену; при отсутствии постоянного дежурства — не реже одного раза в сутки.

В процессе эксплуатации систематически уточняют тепловую нагрузку зданий путем контрольных замеров температур обратной воды и воздуха в отапливаемых помещениях. При неравномерном прогреве отдельных частей и приборов системы теплоснабжения производят соответствующую регулировку (см. гл. 4). Регулировку выполняет персонал, эксплуатирующий систему теплоснабжения. Спускные краны, элеваторы, дроссельные диафрагмы, установленные на тепловых пунктах и системах теплоснабжения, должны быть опломбированы. При возникновении аварийной ситуации обслуживающий персонал потребителя должен сообщить об этом диспетчеру организации, эксплуатирующей тепловую сеть, для принятия мер по устранению аварии.

Включение и выключение тепловых пунктов и абонентских систем, а также регулирование расхода теплоносителя производит, как правило, персонал организации, эксплуатирующей тепловую сеть. Ежегодно оборудование тепловых пунктов ремонтируют. Объем и время проведения ремонта устанавливают и согласовывают потребитель и эксплуатирующая организация совместно. Приемку тепловых пунктов и систем теплоснабжения после монтажа и ремонта

производят с участием персонала эксплуатирующей организации. С целью проверки готовности к отопительному сезону проверяют выполнение плана ремонтных работ, а также качество выполненных работ.

На центральных и индивидуальных тепловых пунктах и системах, принимаемых в эксплуатацию впервые после монтажа, проверяют:

а) соответствие выполненных работ и установленного оборудования проекту, согласованному с эксплуатирующей организацией; на элеваторных системах присоединения — соответствие номера элеватора и диаметра установленного сопла присоединенной нагрузке;

б) состояние наружных теплопроводов, принадлежащих потребителю;

в) состояние утепления отапливаемых зданий (чердаков, лестничных клеток, подвалов и наружных ограждений) и помещений центральных тепловых пунктов и тепловых пунктов отдельных зданий;

г) состояние помещений центральных тепловых пунктов и тепловых пунктов, расположенных в отдельных зданиях, а также состояние трубопроводов, арматуры и тепловой изоляции в тепловых пунктах;

д) наличие и состояние контрольно-измерительной аппаратуры и автоматических устройств;

е) наличие паспорта, схем и инструкций для обслуживающего персонала и соответствие их фактическому положению, а также состояние тепловой изоляции на разводящих трубопроводах местных систем;

ж) наличие и состояние запорно-регулирующей арматуры на стояках и нагревательных приборах;

з) отсутствие прямых соединений оборудования тепловых пунктов потребителей с водопроводом и канализацией;

и) эффективность промывки системы;

к) герметичность оборудования тепловых пунктов и систем теплоснабжения, а также прогреваемость нагревательных приборов.

Персонал потребителя с обязательным присутствием представителя эксплуатирующей организации проверяет герметичность оборудования тепловых пунктов и систем теплоснабжения после их промывки. Систему горячего водоснабжения проверяют на герметичность давлением, превышающим рабочее на 5 кгс/см<sup>2</sup> (0,5 МПа). Максимальное давление испытания

должно быть не выше  $10 \text{ кгс/см}^2$  (1 МПа), минимальное — не ниже  $7,5 \text{ кгс/см}^2$  (0,75 МПа). Установленные на тепловых пунктах теплообменники горячего водоснабжения и отопления систематически проверяют на герметичность путем опрессовки со стороны межтрубного пространства при открытых передних и задних крышках. При определении герметичности секционных водо-водяных подогревателей снимают соединительные патрубки (калачи). Испытание проводят на давление, равное рабочему, с коэффициентом 1,25, но не менее  $10 \text{ кгс/см}^2$  (1 МПа).

Для своевременного выявления неплотностей в теплообменных трубках все подогреватели не реже 1 раза в 4 мес проверяют на герметичность под давлением воды в водопроводах или в тепловой сети. Кроме проверки на герметичность периодически проверяют тепловую производительность теплообменников и не реже 1 раза в 5 лет проводят их тепловые испытания. Открытые аккумуляторные баки горячей воды проверяют на герметичность путем заполнения их водой до полного объема не реже 1 раза в год.

По окончании отопительного сезона системы теплоснабжения до начала ремонта оставляют заполненными сетевой водой под давлением, превышающим статическое на  $0,5 - 1 \text{ кгс/см}^2$  (0,05 - 0,1 МПа). Непосредственно перед началом отопительного сезона персонал потребителя независимо от производившихся ранее промывок повторно производит гидроневматическую промывку системы теплоснабжения, после проверки системы на герметичность — опробование работы отопительной системы и проверку прогресса нагревательных приборов. При пробном отоплении потребитель обязан отрегулировать местную систему. Опробование и регулирование отопительной системы осуществляют при расчетном расходе теплоносителя, который обеспечивается работой элеватора с расчетным диаметром установленного сопла, или путем установки на тепловом пункте расчетной дроссельной диафрагмы (при безэлеваторной схеме присоединения).

Расход воды в системе теплоснабжения не должен превышать установленной нормы. Это обеспечивается установкой на тепловом пункте расчетного сопла элеватора, дроссельной диафрагмы, соответствующей настройкой автоматических регуляторов. Расход сетевой воды периодически контролируют с помощью водоме-

ра или расходомера, а при их отсутствии — по падению давления в сопле элеватора или в дроссельной диафрагме.

Для предотвращения попадания воздуха в систему давления в обратном трубопроводе теплового пункта должно быть на  $0,5 \text{ кгс/см}^2$  (0,05 МПа) выше статического давления системы, но не превышать максимально допустимого рабочего давления для нагревательных приборов. Если давление в обратном трубопроводе тепловой сети не обеспечивает заполнения систем, в системе создают подпор установкой регулятора подпора. При постоянных расходах в тепловой сети и системе теплоснабжения требуемый подпор может быть обеспечен за счет установки дроссельной диафрагмы. Температуру воды, подаваемой потребителям горячего водоснабжения, поддерживают в заданных пределах (не выше  $65^\circ \text{C}$ ) установкой автоматических регуляторов.

На тепловых пунктах слесари-обходчики периодически осматривают контрольно-измерительные приборы. Контрольно-измерительные приборы, предназначенные для учета тепловой энергии, периодически подвергают проверке. Пломбируют приборы органы Комитета стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР или по их поручению энергоснабжающая организация. Взаимоотношения между эксплуатирующей организацией и потребителями теплоты и их взаимные обязательства и права определяются «Правилами пользования тепловой энергией».

## 8.7. ЗАЩИТА ТРУБОПРОВОДОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ ОТ КОРРОЗИИ

**Основные технические требования.** Тепловые сети должны иметь защиту от наружной коррозии, которая в зависимости от способа прокладки и условий изоляции обуславливается следующими причинами: электрохимическим взаимодействием металла труб с увлажненной тепловой изоляцией или иной окружающей средой; наличием блуждающих токов, стекающих с труб в грунт. Защиту тепловых сетей от коррозии необходимо предусматривать в соответствии с действующими строительными нормами и правилами, а также согласно «Инструкции

по защите тепловых сетей от электрохимической коррозии» (М., Стройиздат, 1975).

Все трубопроводы как при подземной, так и надземной прокладке изолируют антикоррозионными покрытиями, стойкими к взаимодействию теплоты, влаги и механических нагрузок. При применении теплоизоляционных материалов для тепловых сетей, исключающих возможность коррозии наружной поверхности трубопроводов, защитные покрытия не предусматривают. Рекомендуемые виды антикоррозионных покрытий для трубопроводов тепловых сетей и область их применения приведены в табл. 8.7. Антикоррозионные покрытия на трубопроводы наносят в стационарных условиях. На трассе производят только защиту стыковых соединений после сварки стыков и проверки на герметичность трубопроводов.

Изолированные трубы перевозят на специальных автомашинах с резиновыми прокладками для труб и специальными крепежными устройствами. Разгрузку и погрузку изолированных труб следует выполнять краном с использованием специальных строповочных устройств, исключающих возможность повреждения изоляции (например, стропить трубы за торцы). Качество защитных покрытий проверяют на заводе и на трассе после опрессовки. Контроль качества включает наружный осмотр, контроль сплошности, проверку адгезии, определение толщины покрытия.

Для защиты трубопроводов тепловых сетей, прокладываемых в непроходных каналах или бесканально, от коррозии блуждающими токами выполняют следующие мероприятия: наносят электроизоляцию на подвижные и неподвижные опоры трубопроводов, устанавливают изолирующие фланцы на трубопроводах на вводе тепловых сетей (или в ближайшей камере) к объектам, которые могут быть источниками блуждающих токов (тяговым подстанциям, трамвайным депо и т.п.); устанавливают продольные электроперемычки (сечением не менее 50 мм<sup>2</sup> по меди) на сальниковых компенсаторах и фланцевой арматуре защищаемых участков тепловых сетей; устанавливают поперечные электроперемычки между смежными трубопроводами (при применении электрических методов защиты) во всех камерах с ответвлениями труб и на транзитных участках тепловой сети с интервалом не более 200 м; обеспечивают электрозащиту с помощью оснаще-

ния электрическими дренажами (прямыми, поляризованными, усиленными), катодными станциями и протекторами.

Тепловые сети, прокладываемые бесканально в условиях повышенной, высокой и весьма высокой коррозионной активности грунтов, подлежат защите путем катодной поляризации. Коррозионную активность грунтов по отношению к стальным конструкциям определяют по величине удельного сопротивления грунта согласно табл. 8.8. В анодных и знакопеременных зонах тепловые сети в бесканальных прокладках защищают от коррозии, вызываемой блуждающими токами, независимо от агрессивности окружающего грунта.

Тепловые сети в канальных прокладках с воздушным зазором на участках, где возможны периодические затопления и занос каналов грунтом, следует защищать от электрохимической коррозии методом катодной поляризации. В зонах влияния источников блуждающих токов трубопроводы электроизолируют от земли путем применения специальных конструкций подвижных и неподвижных опор. Электрические дренажи используют для защиты от блуждающих токов сетей, проложенных в непосредственной близости от рельсов электрифицированного транспорта.

Катодную поляризацию тепловых сетей с помощью установок электродренажей или катодной защиты необходимо предусматривать таким образом, чтобы среднее значение защитного потенциала было по абсолютной величине не менее 0,85 В по отношению к медносulfатному электроду сравнения или 0,3 В по отношению к стальному электроду сравнения (последнее значение — лишь в случае защиты от коррозии блуждающими токами). Среднее значение защитного потенциала по абсолютной величине должно быть не более значений, указанных в табл. 8.9.

Катодная поляризация допускается в пределах, исключающих вредное влияние защиты на смежные металлические сооружения. Для проведения систематических измерений разности потенциалов между трубопроводами и землей на тепловых сетях должны быть оборудованы контрольно-измерительные пункты (КИП) с интервалом не более 200 м: в камерах или в местах неподвижных опор труб вне камер; в местах пересечения тепловых сетей с рельсовыми путями электротранспорта (при пересечении бо-



Таблица 8.7. АНТИКОРРОЗИОННЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Покрытие	Состав покрытия по слоям	Общая толщина покрытия, мм	Область применения	Вид тепловой изоляции
Изол в два слоя по холодной изоляционной мастике	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Битузная грунтовка (1 вес. ч. битума марки IV, ГОСТ 21822—87 Е; на 2 1/2 вес. ч. бензина, ГОСТ 5305—80 с изм. или ГОСТ 2084 77 с изм.)</li> <li>2. Холодная мастика, изол (ТУ 21-27-37-74)</li> <li>3. Изол (ГОСТ 10296-79)</li> <li>4. Холодная мастика, изол</li> <li>5. Изол</li> <li>6. Бумага мелочная, ГОСТ 2228—81 с изм. Е</li> </ol>	5—5	Прокладка водных тепловых сетей в непроходных каналах	Все виды подвесной тепловой изоляции
Стеклоэмалевое покрытие из эмали ВНИИСТ марки 64-64*	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Грунтовый слой из эмали № 117, ТУ ВНИИСТ</li> <li>2. Покровные слои</li> <li>3. из эмали марки 64-64.</li> <li>4. ТУ ВНИИСТ</li> </ol>	0,5—0,5	Прокладка тепловых сетей в непроходных каналах и бесканальная	Все виды подвесной тепловой изоляции, а также теплоизоляционная конструкция с битумерлитом и бесканальных прокладках
Стеклоэмалевое покрытие из эмали ВНИИСТ марки Ю5Т	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Грунтовый слой (70% грунта № 2015 и 30% грунта № 3132, ТУ ВНИИСТ)</li> <li>2. Покровные слои</li> <li>3. из эмали Ю5-Т</li> <li>4. ТУ ВНИИСТ</li> </ol>	0,5—0,6	Прокладка тепловых сетей в непроходных каналах и бесканальная	Все виды подвесной тепловой изоляции, а также теплоизоляционная конструкция с битумерлитом и битумерлитом при бесканальных прокладках
Органосиликатное покрытие АС-8а (с термобработкой)	Три слоя органосиликатной краски АС-8а (ТУ 3-69) с термической обработкой при 200°С	0,25	Прокладка водных тепловых сетей в непроходных каналах	Все виды подвесной тепловой изоляции
Органосиликатное покрытие АС-8а (с отвердителем ТБТ)	Четыре слоя органосиликатной краски АС-8а (ТУ 3-69) с отвердителем ТБТ (МРТУ 6-09-2866-66)	0,2-0,25	То же	То же
Эпоксидное покрытие ЭП-56	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Шпатлевка Э-0010</li> <li>2. (ГОСТ 10277—76 с изм.)</li> <li>3.</li> <li>4. Эпоксидная эмаль ЭП-56 коррозийная (ТУ 6-10-1243-72). Термическая обработка при 60°С</li> </ol>	0,35-0,4		

Металлизационное алюминиевое покрытие***	Расплавленная алюминиевая проволока марок АТ, АПТ, АМ (ГОСТ 6132-79 с изм.), Св-А5с (ГОСТ 7871-75 с изм.), АД-1 (ГОСТ 14838-78 с изм.)	Не менее 0,2	Бескапельная и каменная прокладка	Битумоперлит, битумокрамзит, битумовермикулит, а также другие виды теплоизоляционных конструкций, не дающих щелочной реакции среды
Эпоксидное покрытие ЭФАЖС	Пять слоев краски ЭФАЖС (ВСН 007-67 МЭиЭ СССР) с послойной термической обработкой при 60—160°С	0,3—0,4	Прокладка водяных тепловых сетей в непроходных каналах То же	Все виды подвесной тепловой изоляции
Бризол в два слоя по холодной изоляционной мастике	1. Битумная грунтовка (1 вес. ч. битума марки IV на 2 1/2 вес. ч. бензина см. покрытие из изола) 2. Холодная мастика, изол МРБ-Х-Т (ТУ 21-27-14-69 МНПСМ) 3. Бризол 4. Холодная мастика, изол Бризол, Бумага меночная ГОСТ 2228-81 с изм. Е	5 6	—	То же
Комбинированное покрытие краской ВТ-177 по грунтовке ГФ-020**	1. Грунтовка ГФ-020 2. Краска ВТ-177 ГОСТ 5631-79 с изм.	0,15—0,2	Наземная прокладка в тоннелях, коллекторах, технических подпольях водяных тепловых сетей	—

\* Возможно применение других марок эмалей, не уступающих по защитным свойствам перечисленным.

\*\* Краска ВТ-177 представляет собой суспензию алюминиевой пудры по ГОСТ 5194-71 с изм. Е (15% для 1-го слоя и 10% для 2-го в лаке ВТ-177, по ГОСТ 5631-79).

\*\*\* Технология процесса нанесения покрытия разработана Академией коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова

Таблица 8.9. МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ЗАЩИТНЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НАЛИЧИЯ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОГО ПОКРЫТИЯ

Удельное сопротивление грунта, Ом·м	Коррозионная активность	Назначение противокоррозионного покрытия	Медь-сульфатный электрод	Стальной электрод
Более 100	Низкая	С покрытием	—1,1	—0,55
20—100	Средняя	Без покрытия	Величина потенциала вредным влиянием на соседние металлургические сооружения	ограничивается
10—20	Повышенная			
5—10	Высокая			
Менее 5	Весьма высокая			

Таблица 8.8. КОРРОЗИОННАЯ АКТИВНОСТЬ ГРУНТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ УДЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

Таблица 8.10. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АВТОМАТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК КАТОДНОЙ ЗАЩИТЫ

Тип установки	Выходная мощность, кВт	Напряжение выпрямленного тока, В	Выпрямленный ток, А	Изготовитель
ПАСК-0,6	0,6	48/24	12,5/25	Предприятия Минэлектротехпрома То же » —>— —>— Московский экспериментальный машиностроительный завод «Коммунальник»
ПАСК-1,2	1,2	48/24	25/50	
ПАСК-2	2	96/48	21/42	
ПАСК-3	3	96/48	31/62	
ПАСК-5	5	96/48	52/104	
АКС	3,5	50/100	70/35	

лее двух путей КИП устанавливают по обе стороны от пересечения); в местах пересечения или при параллельной прокладке с другими стальными подземными сооружениями; в местах сближения тепловодов с пунктами присоединения отсасывающих кабелей к рельсам электро-транспорта; в местах установки электроизолирующих фланцев.

Конструкции КИП, электроизоляции трубопроводов от опор, продольных и поперечных электроперемычек следует применять по действующим типовым чертежам. Технические характеристики установок электрохимической защиты приведены в табл. 8.10—8.13. Проектирование электрохимической защиты тепловых сетей выполняет организация, проектирующая тепловые сети. Защиту трубопроводов от внутренней коррозии осуществляют путем химической и термической обработки воды.

**Эксплуатация устройств электрозащиты тепловых сетей.** На подземных тепловых сетях необходимо систематически проводить электрометрические работы (коррозионные измерения), а также регистрировать и проводить анализ коррозионных повреждений. Методика проведения измерительных работ по определению опасности коррозии подземных тепловых сетей приведена в «Инструкции по защите тепловых сетей от электрохимической коррозии» (М., Стройиздат, 1985).

На действующих тепловых сетях электрические измерения по определению опасности коррозии, вызываемой блуждающими токами, проводят со следующей периодичностью:

а) в зонах действия средств электрохимической защиты, в районах тяговых подстанций и депо электрифицированного транспорта, вблизи рельсов электрифицированного транспорта и в местах пересечения с ним — не реже 1 раза в 3 мес;

б) после каждого значительного изменения

коррозионных условий (изменений режима работы установок электрохимической защиты, развития сети подземных сооружений и источников блуждающих токов и т.п.). В остальных случаях измерения проводят 1 раз в год.

По результатам измерений разности потенциалов между тепловыми сетями и землей составляют диаграммы распределения потенциалов на тепловой сети. Наряду с измерительными работами для непосредственного определения коррозионного состояния подземных тепловых сетей и оценки интенсивности коррозионного процесса периодически осматривают отдельные участки трубопроводов тепловой сети с помощью шурфовок. В процессе эксплуатации периодически производят технический осмотр установок электрохимической защиты и проверяют эффективность их работы. Перед началом осмотра установок отключают питание напряжения питающей цепи и цепь дренажа. Технический осмотр установок защиты выполняют в следующей периодичности: на дренажных установках — 4 раза в месяц; на катодных установках — 2 раза в месяц.

При техническом осмотре установок защиты производят следующие работы: очищают корпус дренажной или катодной установки снаружи и изнутри; определяют исправность предохранителей и надежность их крепления; проверяют плотность контактов внешних соединений установок, электрохимической защиты и их параметры, в установленные сроки определяют состояние стационарных приборов. При проверке параметров дренажной защиты измеряют величину дренажного тока, разность потенциалов «труба—земля» на контактном устройстве и определяют отсутствие тока в цепи дренажа при изменении полярности разности потенциалов между тепловой сетью и рельсами.

При проверке параметров катодной защиты измеряют величину тока защиты, напряжение



Таблица 8.11. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕАВТОМАТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК КАТОДНОЙ ЗАЩИТЫ

Тип установки	Выходная мощность, кВт	Напряжение выпрямленного тока, В	Выпрямленный ток, А	Изготовитель
ПСК-06	0,6	48/24	12,5/25	Предприятия Минэлектротехпрома
ПСК-1,2	1,2	48/24	25/50	
ПСК-2	2	96/48	21/42	»
ПСК-3	3	96/48	31/62	—»—
ПСК-5	5	96/48	52/104	—»—
СКЗТ-800	0,8	40/24	25/50	Рязанский опытный электромеханический завод
СКЗТ-1500	1,5	60/24	25/50	То же
СКЗТ-3000	3	60/30	50/100	»
КС-400	0,4	40	10	Кировобадский завод «Промсвязь»
КСГ-500-1	0,5	50	10	То же
КСК-500-1	0,5	50	10	—»—
КСГ-1200-1	1,2	60	20	»
КСК-1200-1	1,2	60	20	—»—
КСС-600 6-61	0,6	24/12	25/50	Кировокаанский завод «Автоматика»
КСС-600-К-61	1,6	48/24	12,5/25	То же
КСС-1200-К-61	1,2	24/12	50/100	—»—
КСС-1200-К-61	1,2	48/24	25/50	»
СКЗ-АКХ	5,5	50	100+10	Московский экспериментальный машиностроительный завод «Коммунальник»

Таблица 8.12. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АВТОМАТИЧЕСКИХ УСИЛЕННЫХ ДРЕНАЖЕЙ

Тип установки	Выходная мощность, кВт	Выпрямленный ток, А	Выпрямленное напряжение, В	Допустимое обратное напряжение, В	Изготовитель
ПАД-1,2	1,2	100/200	12/6	300	Предприятия Минэлектротехпрома
ПАД-2	2,0	165/300	12/6	300	То же
ПАД-3	3,0	250/500	12/6	300	—»—
УД-АКХ	2,0	150/300	12/6	200	Московский экспериментальный машиностроительный завод «Коммунальник»

Таблица 8.13. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛЯРИЗОВАННЫХ ЭЛЕКТРОДРЕНАЖНЫХ УСТАНОВОК

Тип установки	Номинальный ток, А	Допустимая величина обратного напряжения, В	Максимальная величина дренажного сопротивления, Ом	Изготовитель
ПД-200	200	300	0,3 (10 секций)	Предприятия Минэлектротехпрома
ПД-300	300	300	0,2 (10 секций)	То же
ПД-500	500	300	0,15 (10 секций)	—»—
ПД 3А	500	100	0,36 (4 секции)	Саратовский экспериментальный завод «Газавтоматика»
ПГД-200	200	100	0,15 (10 секций)	Кировобадский завод «Промсвязь»
УБДЗ-10	10	50	0,3 (6 секций)	Рязанский опытный электромеханический завод
УБДЗ-50	50	50	0,3 (6 секций)	То же

на выходных клеммах катодной станции, разность потенциалов «труба — земля» на контактном устройстве теплопровода. При проверке параметров работы у автоматизированных установок усиленного дренажа или катодной защиты, кроме того, определяют степень стабилизации потенциалов на защищаемом теплопроводе путем сравнения результатов измерения потенциалов тепловой сети на контактном устройстве с паспортными данными установки. Проверкая эффективность действия защиты, измеряют потенциалы «тепловая сеть — земля» в контрольных пунктах, силу тока защитной установки (при этом в полном объеме производят технический осмотр защитной установки).

Контроль режима работы перемычек при совместной защите нескольких подземных металлических сооружений заключается в измерении разности потенциалов между сооружениями и землей в местах подключения перемычек. Эффективность действия системы совместной защиты проверяют при участии (или по поручению) организаций, чьи сооружения включены в эту систему. При обнаружении недостаточной эффективности действия защиты (сокращения зоны ее действия) или превышения величин потенциалов, установленных проектом защиты, регулируют режим работы защиты. На каждую защитную установку заводят индивидуальный журнал обслуживания, где фиксируют результаты осмотров, ремонта и регулирования режима работы защиты.

### 8.8. РЕМОНТ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ И ТЕПЛОВЫХ ПУНКТОВ

Ремонт тепловых сетей и тепловых пунктов представляет собой комплекс технических мероприятий, направленных на поддержание или восстановление требуемого состояния отдельных элементов конструкций и оборудования, а также включает модернизацию оборудования с целью повышения надежности и качества их работы.

Ремонт тепловых сетей и тепловых пунктов подразделяют на: *текущий*, к которому относятся работы по систематическому и своевременному предохранению отдельных элементов и конструкций от преждевременного износа путем проведения профилактических мероприятий и устранения мелких неисправностей и повреждений; и *капитальный*, в процессе которого восстанавливают изношенное оборудование и кон-

струкции и производят их модернизацию, направленную на улучшение эксплуатационных качеств и повышение технико-экономических показателей. Перечень работ, относящихся к текущему и капитальному ремонту тепловых сетей и тепловых пунктов, приведен в табл. 8.14. Структура и продолжительность ремонтных циклов для тепловых сетей и тепловых пунктов приведены в табл. 8.15.

Ремонт оборудования производит ремонтное подразделение эксплуатирующей организации с привлечением эксплуатационного персонала. При больших объемах ремонтов и производстве капитальных работ привлекаются специализированные подрядные организации. Объемы ремонтных работ определяют с учетом дефектов, выявленных в процессе текущей эксплуатации, а также на основе данных испытаний, шурфовок и ревизий. Текущий ремонт производят по графику регулярно в течение года. Капитальный ремонт, как правило, производят в летний период. Годовые и месячные планы капитальных и текущих ремонтов оборудования составляет эксплуатирующая организация не позднее чем за 4 мес., планы модернизации — за 6 мес. до начала планируемого года.

Планы-графики останова тепловых сетей на производство ремонтных работ после согласования с местными органами власти утверждает главный инженер эксплуатирующей организации. При составлении плана графика ремонта необходимо учитывать, что максимальная длительность отключения горячего водоснабжения не должна превышать 12 дней. Планы графики ремонта тепловых сетей, тепловых пунктов и систем теплоснабжения должны быть увязаны между собой по срокам выполнения работ. Ремонт вспомогательного оборудования, непосредственно связанного с работой основных агрегатов, следует производить одновременно с ремонтом последних. При наличии резерва вспомогательного оборудования допускается проведение его ремонта в период между капитальными ремонтами основного оборудования.

Для производства ремонтных работ районы тепловых сетей должны иметь в своем распоряжении механизмы и оборудование, примерный перечень которых приведен в табл. 8.16. При наличии в предприятии тепловых сетей специальной службы ремонта с ремонтным цехом и механической мастерской эти механизмы и оборудование, как правило, передаются данной службе.

**Таблица 8.14. ПЕРЕЧЕНЬ РАБОТ, ПРОВОДИМЫХ ПРИ КАПИТАЛЬНОМ И ТЕКУЩЕМ РЕМОНТАХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ И ТЕПЛОВЫХ ПУНККТОВ**

Оборудование	Перечень работ
<b>А. Капитальный ремонт</b>	
<i>1. Тепловые сети</i>	
Каналы, камеры, опоры	Восстановление или замена пришедших в негодность строительных конструкций, каналов, камер, смотровых колодцев, подвижных и неподвижных опор, а также креплений трубопроводов при воздушных прокладках. Смена люков и металлических спускаемых лестниц в камере и на эстакадах или более 50 % ходовых скоб. Вскрытие и очистка каналов от закливания. Полная или частичная смена гидроизоляции каналов и камер
Дренажи	Восстановление поврежденных, замена пришедших в негодность или прокладка дополнительных дренажей из камер и каналов, а также попутных дренажей
Трубопроводы	Замена пришедших в негодность отдельных участков трубопроводов. Очистка внутренней поверхности труб от лакины и продуктов коррозии
Изоляция	Восстановление или замена пришедшей в негодность гидро- и теплоизоляции тепловой сети
Оборудование сетей и насосных станций	Замена или установка дополнительных гидравлических компенсаторов и фасонных частей или их ремонт со сменой изношенных деталей. Замена пришедшей в негодность или ремонт со сменой основных изношенных деталей регулировочной и предохранительной аппаратуры, средств автоматики и телемеханики. Замена или ремонт со сменой деталей грязевиков, насосов, и также пусковой аппаратуры к лям, силовой и осветительной аппаратуры. Ремонт или замена изношенных деталей устройств для защиты от электрокоррозии
<i>2. Тепловые пункты</i>	
Оборудование	Замена или ремонт основного оборудования (элеваторов, теплообменников, насосов, аккумулирующих емкостей, грязевиков и др.)
КИП и автоматика	Замена, ремонт и дооборудование автоматических регуляторов, контрольно-измерительных приборов, тепловых щитов, пусковой аппаратуры
<b>Б. Текущий ремонт</b>	
<i>1. Тепловые сети</i>	
Каналы, камеры, опоры	Проверка состояния приходящих каналов и камер с устранением отдельных свищей в стенах, ремонт лестниц, площадок и ограждений, восстановление разрушенных люков и окраски металлоконструкций. Проверка состояния опор
Дренажи	Проверка работы дренажей и их прочности
Трубопроводы	Замена отдельных труб, сварка отдельных стыков
Изоляция	Ремонт тепловой изоляции (до 5 % общей длины трубопроводов) с восстановлением антикоррозионного покрытия
Оборудование сетей и насосных станций	Вскрытие и ревизия запорной, дренажной и регулировочной арматуры, ремонт этой арматуры со сменой отдельных деталей; притирка дисков или золотников, набивка или замена сальниковых уплотнений, замена прокладок и подтяжка болтов сальниковых и фланцевых соединений. Ревизии и мелкий ремонт насосов и их электродвигателей, пусковой аппаратуры. Замена и ремонт гильз для термометров и штуцеров для манометров. Вскрытие и ремонт грязевиков и аккумуляторных баков. Мелкий ремонт автоматических регуляторов и контрольно-измерительных приборов





8.14

Продолжение табл. 8.15

пло-	Оборудование и структура ремонтного цикла	Продолжительность циклов	
		между текущим и очередным ремонтами, мес	ремонтного цикла, лет
<b>Тепломеханическое оборудование тепловых пунктов и насосных отделений</b>			
Сня- ерка	Водо-водяные подогреватели типов ВТИ, ВВП, ОСТ—32—588— В, МВИ—2052—62 и др.:		
	О—Т—О—Т—О—Т—О—Т—О—Т—О—К	12	6
	Насосы типов К, НДВ, НДС, Д, СД, СЭ:	6	4
	О—Т—О—Т—О—Т—О—Т—О—Т—О—Т—О—К		
	Резьбовики: К—О—Т—О—Т—О—Т—О—Т—О—Т—О—К	12	15
	Т—О—Т—О—Т—О—Т—О—Т—О—Т—О—Т—О—К		
	Вентилаторы: К—О—Т—О—Т—О—Т—О—Т—О—К	36	15
	Ваки-аккумуляторы: К—О—Т—О—Т—О—К	12	3

Примечания: 1. К - капитальный ремонт; Т - текущий ремонт; О - межремонтное обслуживание.  
2. Ремонтный цикл сокращается: для тепловых сетей в футляре - до 10 лет; для распределительных сетей и горячего водоснабжения из оцинкованных труб - до 8-10 лет; для арматуры на трубопроводах горячего водоснабжения - до 3 лет. 3. Для стальных задвижек на трубопроводах сетевой воды ремонтный цикл увеличивается до 10 лет. 4. Для оборудования тепловых пунктов и насосных станций ремонтный цикл сокращается для подогревателей и насосов горячего водоснабжения до 3 лет.

Таблица 8.16. ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ МЕХАНИЗМОВ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА РЕМОНТНЫХ РАБОТ

ре-	Наименование	Количество
авно-	Насос центробежный диаметром 800-1000 мм с электродвигателем, соединительными рукавами и электрокабелем длиной 40-50 м	Количество оборудования и механизмов устанавливается в зависимости от объема производимых ремонтных работ
	Насос самовсасывающий с автономным двигателем внутреннего сгорания и комплектом соединительных резиновых рукавов	
	Насос диафрагмовый или поршневой ручной переносной с рукавами	
	Ломкраты грузоподъемностью 5-10 тс	
	Бали грузоподъемностью 1-3 тс	
	Электросварочный агрегат с автономным двигателем внутреннего сгорания	
	Электросварочный агрегат переменного тока с электрокабелем длиной 50-60 м	
12,	Газосварочный аппарат переносной	
	Пресс гидравлический с механическим приводом	
	Станок токарный	
	Станок сверлильный	
	Лиски параллельные	
	Лиски-прижимы трубные	
	Кочило наждачное с электроприводом	
	Сорн кузнечный переносной	
	Пеллежка для перевозки баллонов	
	Экскаватор с ковшем объемом 0,25 м <sup>3</sup>	
	Автокран грузоподъемностью 5 тс	
	Автомашинка-самосвал	
	Трактор	
	Бульдозер	

Объем ремонтных работ и потребность в материалах и оборудовании определяют на основании ведомостей, являющихся основным документом для контроля выполняемых работ во время ремонта и приемки работ после ремонта, и норм расходов материала на ремонт (табл. 8.17-8.24). До выполнения ремонтных работ составляют ведомости объема работ и смету, которые уточняют после вскрытия и осмотра оборудования, и составляют графики ремонтных ра-

бот. Согласно ведомостям объема работ заготавливают необходимые материалы, запасные части и узлы. Разрабатывают техническую документацию на реконструктивные работы. Укомплектовывают и приводят в исправное состояние инструменты, приспособления и подъемно-транспортные механизмы. Проводят инструктаж и проверку знаний противопожарных мероприятий и мероприятий по технике безопасности. Укомплектовывают ремонтные бригады.

Таблица 8.17. НОРМЫ РАСХОДА МАТЕРИАЛОВ НА РЕМОНТ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Материал	Годовой расход материалов на 1 км эксплуатации							расход теплогазоснабжения для труб диаметром, мм								
	50	80	100	150	200	250	300	350	400	500	600	700	800	900	1000	1200
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

## А. КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ

i. Водяная двухтрубная тепловая сеть в необходимых количествах с водянской теплоизоляцией

<b>Трубы, металл, арматура</b>																	
Трубы, стальные, т	0,415	0,565	0,975	1,5	2,83	4,4	5,9	5,85	6,63	8,28	9,83	11,3	14,45	18,05	22	28,75	
Прокат черных металлов, т	0,051	0,063	0,066	0,071	0,14	0,146	0,167	0,175	0,481	0,645	0,658	0,835	0,995	1,172	1,39	1,965	
Электроды Э-42, кг	2,3	3,6	5,2	8,4	14,8	22	30,4	33,2	35,2	41,5	52	69,6	76	94,5	115	151	
Кислород, л	115	180	260	420	740	1100	1520	1650	1760	2080	2600	3480	3800	4740	5750	7550	
Ацетилен, л	21	33	47	76	153	200	274	300	317	373	468	626	684	850	1035	1360	
Заливки стальные на 10 км, шт	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Сальниковые компенсаторы на 10 км, шт	—	—	—	—	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Листовая сталь толщиной 35—60 мм, т	—	—	—	—	0,064	0,1	0,127	0,173	0,242	0,435	0,615	0,722	0,878	1,188	1,488	1,8	
<b>Антикоррозийное покрытие труб</b>																	
Битумный праймер, т	0,005	0,008	0,008	0,013	0,017	0,022	0,027	0,03	0,032	0,04	0,048	0,055	0,062	0,07	0,077	0,092	
Изоляционная мастика, т	0,024	0,037	0,043	0,065	0,086	0,108	0,131	0,149	0,162	0,2	0,239	0,273	0,312	0,35	0,386	0,462	
Изол — два слоя толщиной по 2 мм (ГОСТ 10296-79), т/м <sup>2</sup>	0,041	0,064	0,072	0,108	0,143	0,18	0,218	0,248	0,27	0,334	0,398	0,455	0,52	0,582	0,645	0,77	
Крафт-бумага, т/м <sup>2</sup>	0,024	0,037	0,043	0,065	0,086	0,108	0,131	0,149	0,162	0,2	0,239	0,273	0,312	0,35	0,386	0,462	
<b>Теплоизоляция с гидрозащитой</b>																	
Минераловатные скорлупы, м <sup>3</sup>	1,71	1,9	1,96	2,86	3,42	4,96	5,68	6,37	8,48	10,1	11,6	16	20	22,1	24,05	28,8	
Минераловатные маты, м <sup>3</sup>	—	—	—	—	—	0,1	0,113	0,127	0,141	0,168	0,193	0,224	0,249	0,277	0,3	0,36	
Металлическая сетка № 12, т/м <sup>2</sup>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Проволока оцинкованная диаметром 0,8—1,2 мм, т	0,012	0,013	0,014	0,017	0,015	0,015	0,019	0,021	0,023	0,027	0,029	0,037	0,039	0,045	0,049	0,059	
Аббест сортов IV и VII, т	—	—	—	—	—	0,54	0,612	0,696	0,755	0,93	1,05	1,225	1,36	1,49	1,63	1,92	
Цемент 300, т	—	—	—	—	—	2,06	2,36	2,67	2,9	3,44	4,08	4,9	5,44	5,96	6,5	7,67	



### Прокладочно-набивочные материалы

Паровит вальцованный, кг	0,084	0,153	0,204	0,288	0,473	0,585	0,768	0,92	1,04	1,44	1,72	1,84	2,08	2,24	2,4	2,64
Асблшур, кг	0,17	0,31	0,41	0,69	1,28	1,52	2,08	2,92	5,16	12,9	11,83	12,8	14,5	16,3	17,9	21,1
Термостойкая резина, кг	0,086	0,156	0,208	0,344	0,64	0,76	1,04	1,44	1,55	3,28	3,56	3,84	4,76	4,88	5,12	5,01
<b>Строительные материалы</b>																
Для плит перекрытий:																
бетон В-15, м <sup>3</sup>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
бетон В-25, м <sup>3</sup>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
арматура ст3, т	0,055	0,055	0,055	0,055	0,093	0,093	0,136	0,136	0,241	0,241	0,241	0,241	0,241	0,241	0,241	0,241
Кирпич обожженный красный, шт.	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Строительный лес, м <sup>3</sup>	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Пиломатериалы, м <sup>3</sup>	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08

### 2. Водяная двухтрубная тепловая сеть камышов и подземная с

### Нарядка в проходных или полу проходных подземной тепловой изоляцией

### Трубы, металл, арматура

Трубы стальные, т	0,338	0,54	0,812	1,33	2,36	3,66	4,9	5,7	5,52	6,9	8,22	9,46	12,05	15	18,33	23,9
Прокат черных металлов, т	0,042	0,05	0,045	0,059	0,11	0,1	0,124	0,127	0,37	0,49	0,498	0,63	0,732	0,861	1,033	1,4
Электроды Э-42, кг	2	3	4,3	7	12,3	18,0	25,3	29,3	29,3	34,6	43,4	49,7	63,2	78,6	95,6	126
Хлород, л	100	150	215	350	615	930	1255	1465	1465	1730	2170	2490	3160	3930	4780	6300
Ацетилен, л	18	27	39	63	110	167	228	264	264	312	390	447	570	708	860	1135
Завалки стальные на 10 км, шт.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Сальниковые компенсаторы на 10 км, шт.	—	—	—	—	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Листовая сталь толщиной 35—50 мм, т	—	—	—	—	0,064	0,1	0,127	0,173	0,242	0,435	0,615	0,722	0,878	1,181	1,488	1,8
<b>Антикоррозийное покрытие труб</b>																
Битумный праймер, т	0,004	0,006	0,007	0,011	0,014	0,018	0,022	0,025	0,027	0,033	0,04	0,045	0,052	0,058	0,064	0,077
Изоляционная мастика, т	0,0196	0,031	0,036	0,054	0,072	0,09	0,109	0,124	0,135	0,167	0,199	0,227	0,26	0,291	0,321	0,385
Изол — два слоя толщиной по 2 мм (ГОСТ 10296—79), т/м <sup>2</sup>	0,033	0,052	0,06	0,09	0,11	0,15	0,182	0,206	0,225	0,278	0,332	0,378	0,433	0,485	0,536	0,641
Крафт-бумага, т/м <sup>2</sup>	0,0196	0,031	0,036	0,054	0,072	0,05	0,109	0,124	0,135	0,167	0,199	0,227	0,26	0,291	0,321	0,385
<b>Теплоизоляция с гидрозащитой</b>																
Минераловатные скорлупы, м <sup>3</sup>	1,36	1,5	1,63	2,22	2,84	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Продолжение табл. 8.17

Материал	Годовой расход материалов на 1 км эксплуатации русской теплотрассы для труб диаметром, мм																
	50	80	100	150	200	250	300	350	400	500	600	700	800	900	1000	1200	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	

Минераловатные маты, м <sup>3</sup>	—	—	—	—	—	4,13	4,73	5,3	7,05	8,48	9,65	15	16,65	18,4	20,2	24
Металлическая сетка № 12, т/м <sup>2</sup>	—	—	—	—	—	0,082	0,094	0,105	0,117	0,14	0,161	0,186	0,207	0,229	0,25	0,3
Проволока оцинкованная диаметром 0,8—1,2 мм, т	0,009	0,01	0,011	0,014	0,017	0,012	0,016	0,018	0,019	0,022	0,024	0,032	0,032	0,037	0,041	0,049
Асбест сортов VI и VII, т	—	—	—	—	—	0,45	0,51	0,58	0,63	0,64	0,876	1,02	1,13	1,24	1,36	1,6
Цемент 300, т	—	—	—	—	—	1,805	2,04	2,31	2,52	2,96	3,5	4,08	4,53	4,96	5,41	6,4
<b>Прокладочно-набивочные материалы</b>																
Паронит вальцованный, кг	0,072	0,13	0,17	0,24	0,39	0,5	0,63	0,766	0,865	1,2	1,43	1,53	1,73	1,86	2	2
Асбошпур, кг	0,143	0,26	0,34	0,57	1,07	1,26	1,73	2,43	4,3	9,1	9,85	10,65	12,1	13,55	14,95	17,55
Термостойкая резина, кг	0,072	0,13	0,17	0,28	0,53	0,68	0,86	1,2	1,29	2,8	2,96	3,2	3,63	4,06	4,25	5,03
<b>Строительные материалы</b>																
Кирпич обожженный красный, шт.	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Строительный лес, м <sup>3</sup>	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033
Пиломатериалы, м <sup>3</sup>	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066

3. Водяная двухтрубная тепловая сеть. Бескаменная прикладка с тепловой изоляцией из армированного пенобетона

<b>Трубы, металл, арматура</b>																
Трубы стальные, т	0,507	0,81	1,22	2	3,54	5,6	7,37	8,56	8,3	10,35	12,3	14,1	18,05	22,55	27,6	—
Прокат черных металлов, т	0,063	0,07	0,076	0,085	0,182	0,171	0,208	0,219	0,602	0,806	0,823	1,04	1,245	1,465	1,75	—
Электроды Э-42, кг	3	4,5	6,5	10	18,5	28	38	44	44	52	65	75	85	118	144	—
Кислород, л	150	225	325	500	925	1400	1900	2200	2200	2600	3250	3750	4750	5900	7200	—
Ацетилен, л	27	41	59	90	156	252	342	396	396	458	585	675	855	1000	1298	—
Задвижки стальные на 10 км, шт.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	—
Сальниковые компенсаторы на 10 км, шт.	—	—	—	—	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	—
<b>Теплоизоляция с гидрозатвор</b>																
Цемент 300—400, т	2,07	2,4	2,54	3,31	4,35	5	5,75	6,9	7,41	9,05	10,6	11,85	13,18	15	16,5	—
Песок маршалит, т	0,83	0,98	1,02	1,42	2,04	2,28	2,75	3,6	3,9	4,9	5,5	6,6	7,6	8,46	9,4	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Проволока для армобетона диаметром 3,5 мм, т	0,155	0,18	0,19	0,2	0,211	0,22	0,23	0,246	0,255	0,312	0,376	0,443	0,505	0,63	0,697	-
Битуморезиновая мастика, т	0,322	0,373	0,394	0,53	0,65	0,75	0,86	0,95	1,02	1,19	0,39	1,56	1,75	1,95	2,12	-
Бразил теплоустойчивый, т/м <sup>2</sup>	0,266	0,303	0,326	0,44	0,535	0,625	0,712	0,785	0,845	0,995	1,156	1,305	1,455	1,62	1,78	-
Металлическая сетка № 12, т/м <sup>2</sup>	0,065	0,075	0,079	0,11	0,12	0,145	0,164	0,182	0,1935	0,228	0,253	0,291	0,331	0,367	0,4	-
Проволока оцинкованная диаметром 1,2 мм, т	0,0012	0,0014	0,0015	0,002	0,002	0,0022	0,0025	0,0025	0,003	0,0034	0,0038	0,004	0,005	0,005	0,006	-
Асбест сорта V1, т	0,312	0,351	0,382	0,49	0,577	0,567	0,75	0,830	0,88	1,03	1,17	1,315	1,47	1,63	1,775	-
<b>Прокладочно-набивочные материалы</b>																
Паронит напыленный, кг	0,11	0,2	0,26	0,36	0,59	0,67	0,95	1,15	1,3	1,8	2,15	2,3	2,6	2,8	3	-
Асбоштур диаметром 8—32 мм, кг	0,22	0,3	0,32	0,86	0,61	1,9	2,6	3,65	6,45	13,65	14,8	16	18,1	20,4	22,4	-
Термостойкая резина диаметром 8—32 мм, кг	0,11	0,2	0,26	0,43	0,8	0,95	1,3	1,6	1,93	4,1	4,46	4,8	5,45	6,1	6,4	-
<b>Строительные материалы</b>																
Строительный лес, м <sup>3</sup>	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Пиломатериалы, м <sup>3</sup>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

## Б. ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ

## 1. Двухтрубная водяная сеть

	20	20	20	20	20	30	30	30	30	40	40	40	40	50	50	50	50
<b>Металлоизделия</b>																	
Бысты, диаметр 16—27 мм с гайками, шт.	20	20	20	20	30	30	30	30	40	40	40	40	50	50	50	50	50
Шпильки диаметром 16—27 мм с гайками, шт.	20	20	20	20	30	30	30	30	40	40	40	40	50	50	50	50	50
Краны и вентиля бронзовые диаметром 13—50 мм на 10 км, шт.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Манометры 10—15 ат на 1 км, шт.	2	2	2	2	2	—	—	—	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Гильзы с термометрами на 10 км, шт.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Люки чугунные для камер на 10 км, шт.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Теплоизоляция с гидрозащитой</b>																	
Минераловатные скорлупы, м <sup>2</sup>	1,9	2,2	2,45	3,35	4,25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—



Продолжение табл. 8.17

Материал	Годовой расход материалов на 1 км эксплуатации русской теплотрассы для труб диаметром, мм																
	50	80	100	150	200	250	300	350	400	500	600	700	800	900	1000	1200	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Минераловатные маты с двухсторонней сеткой, м <sup>2</sup>	—	—	—	—	—	6,2	7,1	7,95	10,6	12,6	14,5	22,5	25	27,6	30,1	36	
Металлическая сетка № 12, т/м <sup>2</sup>	—	—	—	—	—	0,13	0,024	0,3	0,029	0,034	0,036	0,045	0,048	0,65	0,062	0,08	
Проволока оцинкованная диаметром 0,8—1,2 мм, т	0,015	0,018	0,02	0,021	0,025	0,02	0,76	0,87	0,94	1,12	1,32	1,53	1,7	1,87	2,03	2,4	
Асбест сортов VI и VII, т	—	—	—	—	—	2,72	3,07	3,5	3,76	4,45	5,25	6,13	6,8	7,45	8,13	9,6	
Цемент 200—300, т	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<b>Прокладочно-набивочные материалы</b>																	
Паровит вальцованный толщиной 5—4 мм, кг	0,5	1	1,5	2,2	3,5	4,4	5,7	6	7,8	10,8	12,9	13,8	15,6	16,8	18	20	
Асбошнур диаметром 8—32 мм, кг	1	2	3,1	5,2	9,6	11,4	15,6	21,9	38,7	82	89	96	109	122	128	151	
Термостойкая резина диаметром 8—32 мм, кг	0,5	1	1,5	2,1	5,1	5,7	7,8	10,8	11,6	24,6	26,7	28,8	32,7	36,6	38,4	45,3	
Масло индустриальное СУ-50, кг	0,2	0,4	0,62	1,04	1,92	2,28	3,12	4,38	7,75	16,4	17,8	19,2	21,8	24,4	25,5	30,2	
Масло (автомобильное), кг	0,1	0,2	0,31	0,52	0,9	1,14	1,56	2,19	3,87	8,2	8,9	9,6	19	12,2	12,8	15,1	
Графит (порошок), кг	0,03	0,06	0,09	0,16	0,29	0,34	0,47	0,66	1,16	2,46	2,67	2,88	3,27	3,67	3,85	4,54	

Таблица 8.18. НОРМЫ РАСХОДА МАТЕРИАЛОВ НА КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ

Материалы	Расход материалов на капитальный ремонт 1 ед. оборудования диаметром, мм																
	25	50	75	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14				
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				
Прокладочные материалы (широкая 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 и гайки, 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 (латунь), 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				
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, кг	—	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	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				

Краны муфтовые и фланцевые

Набивка сальниковая (прографиченная), кг	0,08	0,12	0,18	0,25	0,31	-	-	-	-	-	-	-	-
Прокладочные материалы (паронит, резина, техническая), кг	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-
Болты и гайки, кг	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-
Бронза (латунь), кг	0,15	0,24	0,36	0,48	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-
Порошок притирочный, кг	0,04	0,06	0,09	0,12	0,15	-	-	-	-	-	-	-	-
Масло индустриальное, кг	0,15	0,24	0,36	0,48	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-
Керосин, кг	0,3	0,5	0,7	1	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-
Ветошь обтирочная, кг	0,15	0,24	0,36	0,48	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-

Вентили запорные и регулирующие

Набивка сальниковая прографиченная, кг	0,06	0,9	0,12	0,14	0,15	0,19	-	-	-	-	-	-	-
Прокладочные материалы (паронит, резина техническая), кг	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	-	-	-	-	-	-	-
Бронза (латунь), кг	0,15	0,18	0,22	0,27	0,3	0,38	-	-	-	-	-	-	-
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, кг	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	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	-	-	-	-	-	-	-

Клапаны обратные

Набивка сальниковая прографиченная, кг	0,91	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09
Резина техническая 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	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09
Масло индустриальное, кг	0,14	0,16	0,22	0,27	0,32	0,36	0,45	0,54	0,63	0,72	0,76	0,81	0,9
Смазка универсальная, кг	0,07	0,09	0,1	0,13	0,16	0,17	0,22	0,26	0,3	0,35	0,37	0,39	0,43
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 и гайки, кг	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
Манжеты сальниковые, шт.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Керосин, кг	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

Сальниковые компенсаторы

Набивка сальниковая, кг	-	1,9	2,2	2,9	3,7	4,4	-	-	-	-	-	-	-
Болты и гайки, кг	-	2,8	3,3	4,3	5,4	6,5	-	-	-	-	-	-	-
Масло индустриальное, кг	-	1,6	1,8	2,4	3	3,6	-	-	-	-	-	-	-
Прокладочные материалы, кг	-	1,8	-	2,7	3,4	4,1	-	-	-	-	-	-	-
Керосин, кг	-	0,6	0,7	1	1,2	1,5	-	-	-	-	-	-	-
Ветошь обтирочная, кг	-	1,3	1,5	2	2,5	3	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 8.19. РАСХОД МАТЕРИАЛОВ НА КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ 1 ПОДОГРЕВАТЕЛЯ МВН-2050

Материал	Водоподогреватели МВН-2050													
	01/II	02/II	03/II	04/II	05/II	06/II	07/II	08/II	09/II	10/II	11/II	12/II	13/II	14/II
	Площадь поверхности нагрева, м <sup>2</sup>													
Сталь толстолистовая, кг	11,6	12,5	12,5	14,6	13,8	16,3	16,8	23,2	23,5	36,5	32,7	52,5	40,8	28,5
Фланцы стальные, шт.	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Болты и гайки, кг	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,9	0,9	1,4	1,2	2	1,5	2,5
Трубы латунные, кг	21	22	22	26	24	29	30	41	42	65	58	93	72	117
Сетка металлическая, м <sup>2</sup>	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,3	1,3	2	1,8	2,9	2,3	3,7
Электроды, кг	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,7	0,7	1,1	1	1,6	1,2	2
Асбозурит, м <sup>3</sup>	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,07	0,06	0,1	0,08	0,12
Паронит, кг	2,2	2,3	2,3	2,7	2,6	3	3,1	4,3	4,4	6,8	6,1	9,8	7,6	12,3
Краска масляная, кг	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,6	0,5	0,8	0,6	1
Хлопчатобумажная ткань, м <sup>2</sup>	0,8	0,9	0,9	1,1	1	1,2	1,2	1,7	1,7	2,7	2,4	3,8	3	4,9
Сода каустическая, кг	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,7	0,6	1	0,8	1,2
Краны трехходовые, шт.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Манометры, шт.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Термометры с оправой, шт.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Керосин, кг	0,6	0,7	0,7	0,8	0,7	0,9	0,9	1,2	1,3	2	1,7	2,8	2,2	3,5
Ветошь обтирочная, шт.	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,7	0,6	1	0,8	1,2

Таблица 8.20. РАСХОД МАТЕРИАЛОВ НА КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ 1 ВОДОПОДОГРЕВАТЕЛЯ МОСЭНЕРГО И ВТИ-МОСЭНЕРГО (ВПП)

Материал	МосэнергО													
	№ 3	№ 4	№ 6	№ 8	№ 10	№ 12	Площадь поверхности нагрева, м <sup>2</sup>							
	ВТИ-Мосэнерго (ВПП)													
Сталь толстолистовая, кг	13,8	15,5	23,2	33,1	45,6	62,8	0,75	1,22	2,26	3,58	5,95	13,19	22,8	32,1
Фланцы стальные, шт.	7	7	7	7	7	7	12,5	13,8	15,5	18,5	23,6	39,1	56,3	72,2
Болты и гайки, кг	0,5	0,6	0,9	1,2	1,7	2,3	0,5	0,5	0,6	0,7	0,9	1,5	2,1	2,7
Трубы латунные, кг	24	27	41	59	81	111	22	24	27	33	42	69	100	128
Сетка металлическая, м <sup>2</sup>	0,8	0,9	1,3	1,8	2,5	3,5	0,7	0,8	0,9	1	1,3	2,2	3,1	4
Электроды, кг	0,4	0,5	0,7	1	1,4	1,9	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	1,2	1,7	2,2
Асбозурит, м <sup>3</sup>	0,03	0,03	0,04	0,05	0,08	0,12	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,07	0,1	0,13
Паронит, кг	2,6	2,9	4,3	6,2	8,5	11,7	2,3	2,6	2,9	3,4	4,4	7,3	10,5	13,4
Краска масляная, кг	0,2	0,2	0,4	0,5	0,7	1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,6	0,9	1,1
Хлопчатобумажная ткань, м <sup>2</sup>	1	1,1	1,7	2,4	3,3	4,6	0,9	1	1,1	1,4	1,7	2,9	4,1	5,3
Сода каустическая, кг	0,3	0,3	0,4	0,6	0,8	1,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,7	1	1,3
Краны трехходовые, шт.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Манометры, шт.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Термометры с оправой, шт.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Керосин, кг	0,7	0,8	1,2	1,8	2,4	3,4	0,7	0,7	0,8	1	1,3	2,1	3	3,9
Ветошь обтирочная, кг	0,3	0,3	0,4	0,6	0,8	1,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,7	0,8	1,2



Таблица 8.21. РАСХОД МАТЕРИАЛОВ НА КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ 1 НАСОСА (ЦЕНТРОБЕЖНЫЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ КОНСОЛЬНЫЕ НАСОСЫ К, КМ, ЕКМ)

Материал	Поддача насоса, м <sup>3</sup> /ч					
	10	20	40	85	170	340
Сталь прокатная, кг	4,9	7,3	10,4	13	16,2	19,3
Метизы, кг	0,5	0,5	2	2	2,8	2,2
Электроды, кг	1	1,4	2	2,5	3,1	3,7
Ацетилен, кг	0,8	1,3	1,8	2,3	2,8	3,4
Кислород, 1 баллон	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3
Керосин, кг	1,1	1,7	2,4	3	3,8	4,5
Резина техническая, кг	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8
Паронит, кг	1,3	2	2,8	3,4	4,3	5,1
Набивка сальниковая прографиченная, кг	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8
Войлок технический мелкошерстный, кг	0,5	0,7	0,11	0,13	0,16	0,2
Ветошь обтирочная, кг	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
Шнур резиновый, кг	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
Смазка универсальная, кг	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1
Краска масляная, кг	0,2	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9
Подшпильники, шт.	2	2	2	2	2	2
Уплотнительные кольца, шт.	1	1	1	1	1	1
Сальниковая втулка, шт.	1	1	1	1	1	1
Рабочее колесо, шт.	1	1	1	1	1	1

Таблица 8.22. РАСХОД МАТЕРИАЛОВ НА КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ 1 НАСОСА (ЦЕНТРОБЕЖНЫЕ ОДНОСТУПЕНЧАТЫЕ НАСОСЫ Д)

Материал	Поддача насоса, м <sup>3</sup> /ч				
	500	800	1100	1450	1950
Сталь прокатная, т	19,6	26,1	32,2	37,3	43,5
Электроды, кг	3,8	5,1	6,3	7,2	8,4
Ацетилен, кг	3,3	4,6	5,7	6,4	7,5
Кислород, 1 баллон	1,3	1,8	2,2	2,5	2,9
Керосин, кг	4,6	6,1	7,5	8,7	10,1
Резина техническая, кг	0,8	1,1	1,3	1,5	1,8
Паронит, кг	5,2	6,9	8,6	9,9	11,5
Набивка сальниковая прографиченная, кг	0,8	1,1	1,3	1,5	1,8
Войлок технический мелкошерстный, кг	0,2	0,27	0,33	0,38	0,44
Ветошь обтирочная, кг	0,6	0,8	1	1,1	1,3
Шнур резиновый, кг	0,6	0,8	1	1,1	1,3
Смазка универсальная, кг	1	1,4	1,7	2	2,3
Краска масляная, кг	1	1,3	1,6	1,8	2,1
Подшпильники, шт.	3	3	3	3	3
Уплотнительные кольца, шт.	2	2	2	2	2
Сальниковая втулка, шт.	2	2	2	2	2
Пробка, шт.	1	1	1	1	1
Метизы, кг	4,5	5	20,5	20,5	20,5
Рабочее колесо, шт.	1	1	1	1	1

Конструктивные изменения основного и вспомогательного оборудования и изменения принципиальных тепловых схем при выполнении ремонтов производят согласно утвержденному проекту. К выполнению ремонтных работ следует приступать только после получения оформленного наряда и при отсутствии в трубопроводах или в другом оборудовании, подлежащем ремонту, избыточного давления.

Участок тепловой сети или тепловой пункт, подлежащий ремонту, до начала ремонтных работ отключают с помощью запорной арматуры, а давление на ремонтируемом участке снижают до нуля по манометру. Не допускается произ-

водить ремонтные работы при избыточном давлении в сети и на тепловых пунктах. В случае неплотности запорной арматуры участок сети или тепловой пункт, подлежащий ремонту, отключают посредством заглушек. Задвижки и вентили перед отключением ремонтируемого участка плотно закрывают и запирают на замок с помощью цепи. На отключающих вентилях и задвижках вывешивают плакаты «Не включать — в ремонте», «Не открывать — работают люди!». При проведении ремонтных работ следует строго соблюдать правила техники безопасности. По окончании ремонта тепловые сети и тепловые пункты промывают и испытывают

Таблица 8.23. РАСХОД МАТЕРИАЛОВ НА КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ 1 НАСОСА (ЦЕНТРОБЕЖНЫЕ ОДНОСТУПЕНЧАТЫЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ НАСОСЫ ИДС)

Материал	Подача насоса, м <sup>3</sup> /ч					
	250	300	350	1200	1980	2700
Сталь прокатная, кг	11,7	21,8	26,1	35	43,9	48,4
Метизы, кг	4,3	8,6	8,6	14,5	20,9	20,9
Электроды, кг	2,3	4,2	5,1	6,8	8,5	9,4
Ацетилен, кг	2,1	3,9	4,6	6,2	7,7	8,5
Кислород, 1 баллон	0,8	1,5	1,8	2,4	3	3,3
Керосин, кг	2,7	5,1	6,1	8,2	10,2	11,3
Резина техническая, кг	0,5	0,9	1,1	1,4	1,8	2
Паронит, кг	3,1	5,8	6,9	9,3	11,6	12,8
Набивка сальниковая прографиченная, кг	0,5	0,9	1,1	1,4	1,8	2
Войлок технический мелкошерстный, кг	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5
Ветошь обтирочная, кг	0,4	0,7	0,8	1,1	1,3	1,5
Шнур резиновый, кг	0,4	0,7	0,8	1,1	1,3	1,5
Смазка универсальная, кг	0,6	1,2	1,4	1,9	2,3	2,6
Краска масляная, кг	0,6	1,1	1,3	1,7	2,1	2,4
Подшпильники, шт.	2	2	2	2	2	2
Уплотнительные кольца, шт.	2	2	2	2	2	2
Сальниковая втулка, шт.	2	2	2	2	2	2
Пробки, шт.	1	1	1	1	1	1
Рабочее колесо, шт.	1	1	1	1	1	1

Таблица 8.24. РАСХОД МАТЕРИАЛОВ НА КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ 1 НАСОСА (ЦЕНТРОБЕЖНЫЕ ОДНОСТУПЕНЧАТЫЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ НАСОСЫ ИДВ)

Материал	Подача насоса, м <sup>3</sup> /ч				
	90	180	300	540	720
Сталь прокатная, кг	7,3	9,8	13,1	20,5	24,5
Метизы, кг	4,3	4,3	4,3	5,4	5,4
Электроды, кг	1,4	1,9	2,5	4	4,7
Ацетилен, кг	1,3	1,8	2,3	3,6	4,7
Кислород, 1 баллон	0,5	0,7	0,9	1,4	1,6
Керосин, кг	1,7	2,3	3	4,8	5,7
Резина техническая, кг	0,3	0,4	0,5	0,8	1
Паронит, кг	2	2,6	3,5	5,1	6,5
Набивка сальниковая прографиченная, кг	0,3	0,4	0,5	0,8	1
Войлок технический мелкошерстный, кг	0,07	0,1	0,13	0,21	0,25
Ветошь обтирочная, кг	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7
Шнур резиновый, кг	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7
Смазка универсальная, кг	0,4	0,5	0,7	1,1	1,3
Краска масляная, кг	0,4	0,5	0,6	1	1,2
Подшпильники, шт.	2	2	2	2	2
Уплотнительные кольца, шт.	2	2	2	2	2
Сальниковая втулка, шт.	2	2	2	2	2
Пробки, шт.	1	1	1	1	1
Рабочее колесо, шт.	1	1	1	1	1

Таблица 8.25. ПРИМЕРНЫЕ СРОКИ ЛИКВИДАЦИИ ПОВРЕЖДЕНИЙ НА ПОДЗЕМНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ, Ч

Этап работы	Диаметр трубы, мм				
	100—200	250—400	500—700	800—900	1000—1400
Отключение участка сети со спуском воды	1	2,5	3,5	5	6
Вызов представителей, подвоз механизмов	3	3	3,5	3,5	4
Вскрытие дефектного участка	2,5	5	6,5	9	14
Вырезка старой трубы, подгонка и сварка новой одним (двумя) сварщиком	1,5	3	5(3)	6(3)	10(5)
Наполнение и включение участка сети с восстановлением теплоснабжения	1	1,5	2,5	4,5	6
Всего:	9	15	21(19)	28(25)	40(35)

ОСА  
С) Таблица 8.26. НОРМЫ МИНИМАЛЬНОГО АВАРИЙНОГО ЗАПАСА МАТЕРИАЛОВ

Материал	Количество на 1000 м уложенных труб и 100 шт. установленной арматуры соответствующего диаметра	Материал	Количество на 1000 м уложенных труб и 100 шт. установленной арматуры соответствующего диаметра
2700			
48,4			
20,9			
9,4			
8,5			
3,3			
11,3			
2			
12,8			
2			
0,5			
1,5			
1,5			
2,6			
2,4			
2			
2			
2			
1			
1			
720			
24,5			
5,4			
4,7			
4,7			
1,6			
5,7			
1			
6,5			
1			
0,25			
0,7			
0,7			
1,3			
1,2			
2			
2			
2			
1			
1			
1			
ОСА 3)			
А. Для района теплосети			
газовые, м:			
—150 мм	5	Болты с гайками М9 -М25 каж-	10
80—1200 мм	3	дого размера, шт.	
гайками М12-М30, кг	10	Зигзажки стальные каждого раз-	
газовые диаметром 15—		мера, шт.:	
шт.	10	d = 50—200 мм	2
шки диаметром 15—50 мм,		d = 250—1200 мм	1
Лен, кг	10	Лен, кг	0,5
Сурик, кг	10	Сурик, кг	1,0
Графит, кг	2	Графит, кг	1,0
Масло машинное, кг	2	Масло машинное, кг	2,0
Фонари аккумуляторные, компл.	2	Фонари аккумуляторные, компл.	3
Противогазы промышленные,		Противогазы промышленные,	
компл.	5	компл.	2
Очки предохранительные, пары	20	Очки предохранительные, пары	2
Респираторы, шт.	2	Респираторы, шт.	2
Сапоги резиновые, пары	2	Сапоги резиновые, пары	2
Костюмы ватные, компл.	1	Костюмы ватные, компл.	2
Костюмы брезентовые, компл.	1	Костюмы брезентовые, компл.	3
Костюмы прорезиненные, компл.	1	Костюмы прорезиненные, компл.	1
Рукавицы брезентовые, пары	2	Рукавицы брезентовые, пары	4
Предохранительные пояса с вер-		Предохранительные пояса с вер-	
евкой, компл.	1	евкой, компл.	2
Газоанализаторы, компл.	1	Газоанализаторы, компл.	1
В. То же (соответствующего размера), на 1000 м <sup>2</sup>		В. То же (соответствующего размера), на 1000 м <sup>2</sup>	
материальной характеристики уложенных сетей		материальной характеристики уложенных сетей	
(D <sub>н</sub> × l)		(D <sub>н</sub> × l)	
Набивка сальниковая асбесто-		Набивка сальниковая асбесто-	25
вая, кг		вая, кг	30
Резина термостойкая, кг		Резина термостойкая, кг	10
Паронит листовый, кг		Паронит листовый, кг	3
Графит, кг		Графит, кг	1
Лен, кг		Лен, кг	25
Сталь, кг:		Сталь, кг:	10
листовая		листовая	10
полосовая		полосовая	2
круглая		круглая	5
Сурик, кг		Сурик, кг	5
Тавот (голланд), кг		Тавот (голланд), кг	2
Масло машинное (автол), кг		Масло машинное (автол), кг	2
Керосин, л		Керосин, л	1
Кислород, баллоны		Кислород, баллоны	1
Ацетилен, баллон		Ацетилен, баллон	1
Карбид кальция, кг		Карбид кальция, кг	100
Лесоматериал крепежный, м <sup>3</sup>		Лесоматериал крепежный, м <sup>3</sup>	1
Гвозди разные, кг		Гвозди разные, кг	5

ЕМНЫХ метичность. Кроме того, тепловые сети сают испытаниям на расчетную темпера- см. гл. 7).

1000—1400 процессе ремонта оборудования произво- немку отдельных отремонтированных уз- ри паузовой присяжке вращающиеся ме- ы опробывают на ходу. Оборудование ремонта принимает комиссия, возглав- 1 главным инженером. При приемке теп- сётей и тепловых пунктов из капитально- текущего ремонта проверяют выполнение збот по ведомости объема работ, в которой

делают отметки о качестве выполнения. При приемке оборудования из капитального ремонта проверяют также работу оборудования под нагрузкой в течение 24 ч.

На выполненные и принятые ремонтные ра- боты составляют приемочный акт, в котором отражают объем и характер произведенного ре- монта по отдельным элементам оборудования. Качество капитального ремонта окончательно оценивают после работы оборудования под на- грузкой в течение месяца. Акты приемки со всей технической документацией по ремонту хранят в





Рис. 8.1. Канальная прокладка

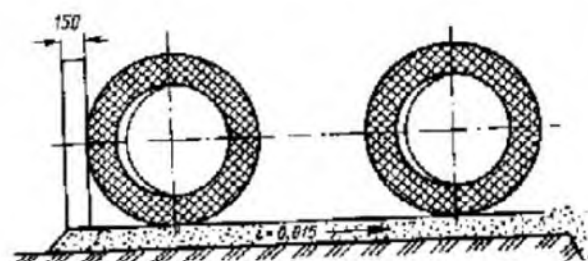


Рис. 8.2. Бесканальная прокладка

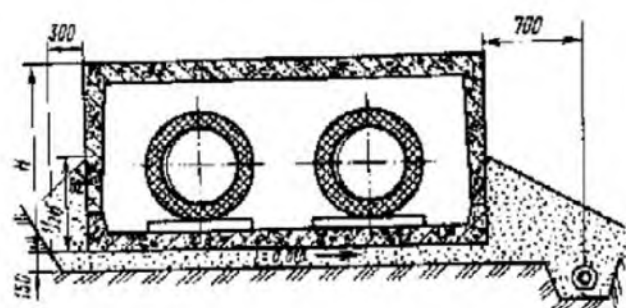


Рис. 8.3. Канальная прокладка

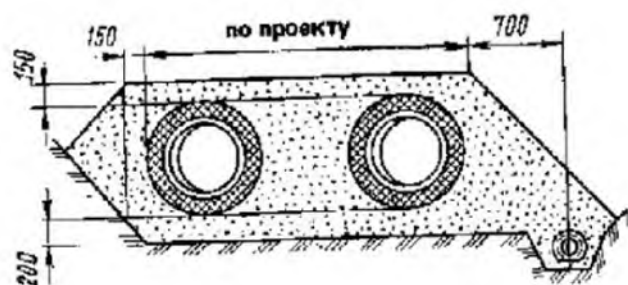


Рис. 8.4. Бесканальная прокладка

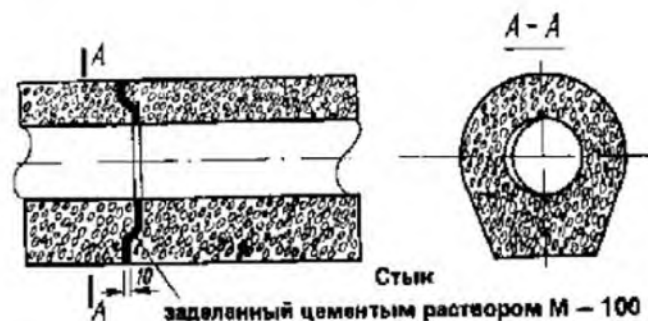


Рис. 8.5. Соединение керамзитостеклянных трубофильтров

эксплуатирующей организации вместе с паспортами соответствующего оборудования и теплопроводов.

Теплопроводы после ремонта включают по распоряжению дежурного диспетчера тепловой сети после закрытия наряда и получения им сообщения от производителя работ (мастера или бригадира) об окончании ремонтных работ. Этапы работ по ликвидации повреждений на тепловых сетях в аварийных ситуациях и их примерные сроки выполнения приведены в табл. 8.25.

Расчет времени по этапам работы произведен из условия достаточного обеспечения ремонтных бригад спецмеханизмами. Нормы минимального аварийного запаса материалов для района теплосети и дежурного персонала района теплосети приведены в табл. 8.26.

### 8.9. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО КАЧЕСТВУ СТРОИТЕЛЬСТВА ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

**Земляные работы.** Разработку траншей следует начинать с пизшей точки трассы, что обеспечивает водоотвод из траншей поверхностных и грунтовых вод в существующий водосток. Основание под каналом (рис. 8.1) или трубопроводом с армопенобетонной изоляцией при бесканальной прокладке (рис. 8.2) должно быть выполнено из слоя песка толщиной 15—20 см или согласно проекту. Песчаное основание служит выравнивающим и дренирующим слоем.

Пазухи между стенками непроходных и полупроходных каналов типа НКЛ и МКЛ и стенами траншей (рис. 8.3) при обратной засыпке следует заполнять песком с коэффициентом фильтрации не менее 5 м/сут на половину высоты стенки канала в сухих грунтах и на 15 см выше перекрытия каналов в обводненных грунтах. Отсутствие засыпки пазух песком приводит к застою воды у стен канала, проникновению ее через неплотности строительных конструкций в канал, и, как следствие, к разрушению изоляции трубопровода и интенсивной коррозии металла труб.

Обратную засыпку трубопроводов с армопенобетонной изоляцией при бесканальной прокладке (рис. 8.4) необходимо выполнять песком с коэффициентом фильтрации не менее 5 м/сут на высоту слоя засыпки над трубой 15 см. Для

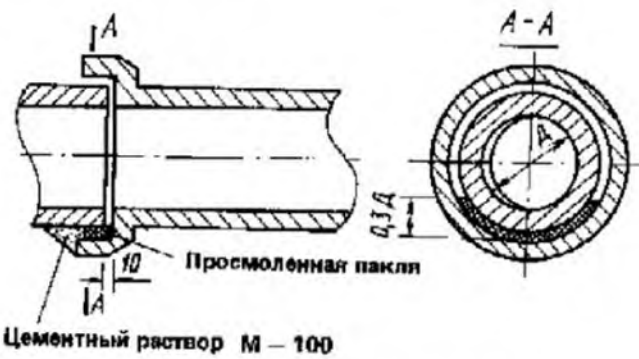
сохранения конструкций каналов при обратной засыпке траншей необходимо сначала засыпать пазухи между стенками канала и траншей с послойным уплотнением грунта, а в случае необходимости и с проливкой водой, затем выполнить засыпку механизированным способом.

**Дренажные устройства.** При прокладке керамзитостеклянных трубофильтров (рис. 8.5) швы между трубами заделывают цементным раствором М-100, при прокладке керамических труб (рис. 8.6) в месте их присоединения лоток набивают просмоленной паклей и заделывают цементным раствором М-100. Асбестоцементные трубы (рис. 8.7) соединяют при помощи надвижной муфты с набивкой лотка муфты просмоленной паклей и последующей заделкой цементным раствором М-100. Водопроемные отверстия в трубе следует пропиливать с 2-х сторон в шахматном порядке.

Дренажный трубопровод из керамзитостеклянных трубофильтров (рис. 8.8) следует укладывать на песчаное основание толщиной 10–15 см с последующей засыпкой песком. Дренажный трубопровод из керамических или асбестоцементных труб (рис. 8.9) должен быть уложен в слое щебня или гравия с размерами частиц согласно проекту и последующей обсыпкой песком. В дренажных колодцах (рис. 8.10) сооружают приямки (отстойники) глубиной не менее 15 см для осаждения ила.

**Бетонные и железобетонные работы.** Бетонную подготовку основания тепловой камеры выполняют заданной проектной толщины из монолитного бетона В-7,5 (рис. 8.11). Укладку бетонной смеси производят с использованием поверхностных вибраторов. Толщина каждого слоя, подлежащего вибрированию, не должна превышать 25 см.

Железобетонное основание канала или тепловой камеры (рис. 8.12) должно быть выполнено из бетона В-15 и заданной проектной толщины. Арматурная сетка должна быть очищена от грязи, ржавчины и уложена на подготовленное основание, используя металлические подкладки толщиной 20 мм. При производстве работ высота свободного сбрасывания бетонной смеси на уложенную арматурную сетку не должна превышать 2 м. Бетонную смесь уплотняют поверхностным вибратором до появления на поверхности бетона цементного молока. Толщина слоя вибрирования бетонной смеси в основании должна быть армированной, не должна превышать



Цементный раствор М-100

Рис. 8.6. Соединение керамических труб

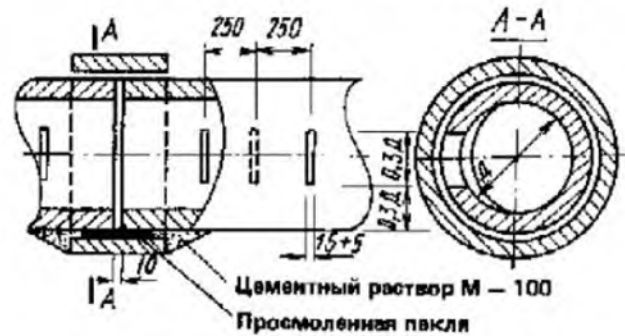


Рис. 8.7. Соединение асбестоцементных труб

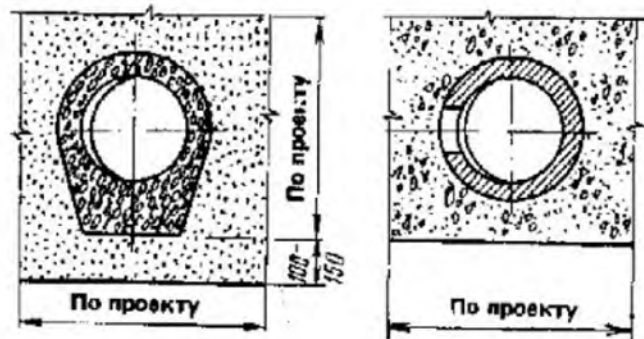


Рис. 8.8. Обсыпка керамзитостеклянных трубофильтров

Рис. 8.9. Обсыпка асбестоцементных трубофильтров

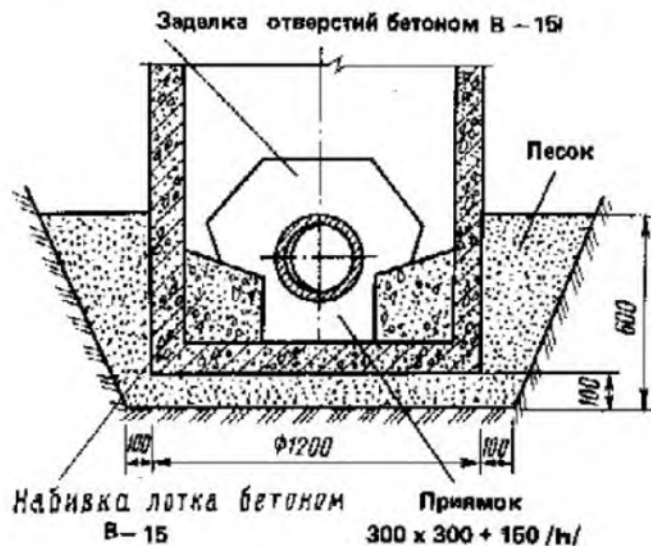


Рис. 8.10. Отстойник дренажного колодца



Рис. 8.11. Бетонное основание камеры



Рис. 8.12. Железобетонное основание канала

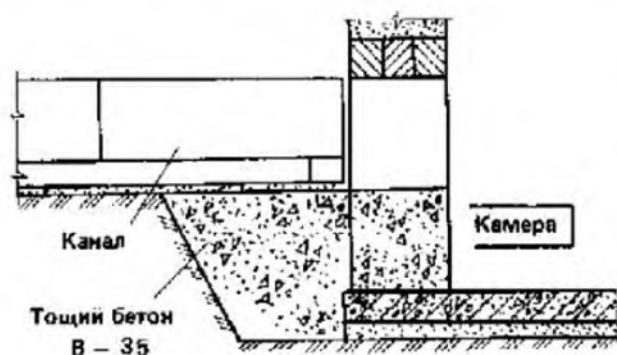


Рис. 8.13. Заполнение пазух канала

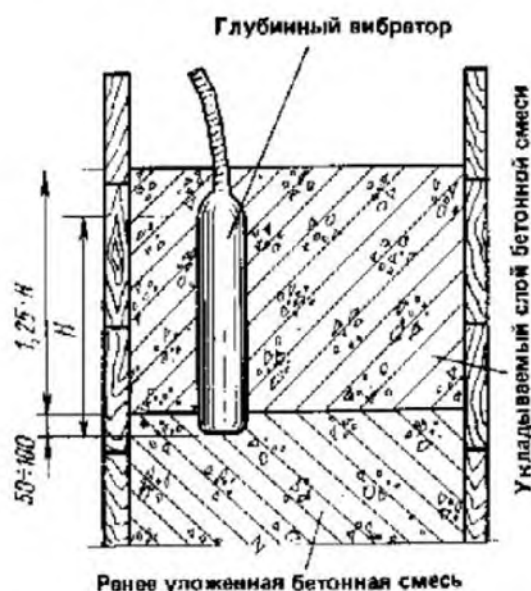


Рис. 8.14. Бетонирование неподвижных опор

25 см, с двойной арматурой — 12 см. Уклон бетонной поверхности в тепловой камере должен быть выдержан в сторону приямка.

В местах сопряжений канала с камерой (рис. 8.13) пазухи между стенками траншеи и камерой должны быть заполнены тощим бетоном В-3,5 с тщательным его уплотнением. Замена тощего бетона грунтом или плохое уплотнение бетона могут привести к неравномерной осадке канала и перекосу его конструкции.

Бетонирование неподвижных опор (рис. 8.14) выполняют равномерными слоями с соблюдением принципа непрерывности. Уплотнение бетонной смеси следует вести, как правило, при помощи глубинных вибраторов. Наибольшая толщина укладываемого слоя не должна превышать 1,25 длины рабочей части вибратора. При бетонировании неподвижных опор (рис. 8.15) закладные детали гильзы, предназначенные для пропуска технологических трубопроводов, случайных поверхностных или грунтовых вод, для вентиляции в канале, должны быть закреплены надежно и на проектных отметках. Нижняя часть гильзы для пропуска вод должна иметь диаметр не менее 150 мм и быть заглубленной на 2—3 см ниже дна канала. Неправильная установка закладных деталей приводит к скопению поверхностных или грунтовых вод в канале, и, как следствие, к разрушению тепловой изоляции, интенсивной коррозии трубопроводов и металлоконструкций неподвижных опор.

Укладываемая бетонная смесь (рис. 8.16) в начальный период твердения должна быть обеспечена температурно-влажностным режимом, способствующим нарастанию прочности бетона. Бетон следует предохранять от воздействия ветра и прямых солнечных лучей, поверхность бетона должна быть постоянно увлажненной.

Днище сборного железобетонного непроходного канала (рис. 8.17) укладывают на выровненное песчаное основание. Места сопряжения лотковых днищ заделывают цементным раствором. Опорные подушки (рис. 8.18) устанавливают на слой цементного раствора М-100. Скользящая опора (8.19) должна быть смещена относительно закладной детали опорной подушки в сторону неподвижной опоры на величину, указанную в проекте.

При монтаже лоткового канала (рис. 8.20) вертикальные швы верхнего и нижнего лотков должны быть смещены на величину не менее 60 см. Швы между железобетонными элементами





Рис. 8.15. Закладные детали неподвижной опоры

Уклон (р) (рис. 8.15) должен быть не менее 1:100. Вокруг отверстий и каналов в бетонной плите закладываются уплотнительные прокладки.



Рис. 8.16. Уход за бетонной смесью

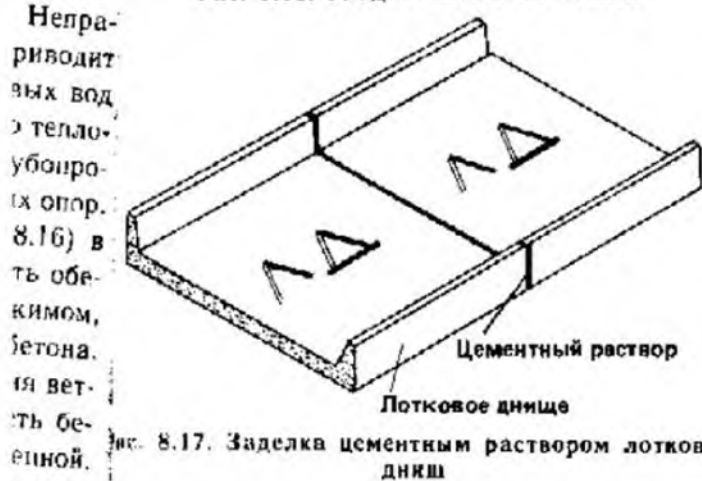


Рис. 8.17. Заделка цементным раствором лотковых дна



Рис. 8.18. Установка опорной подушки

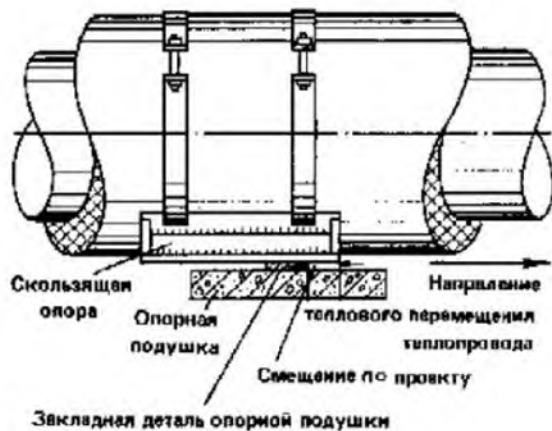


Рис. 8.19. Установка скользящей опоры

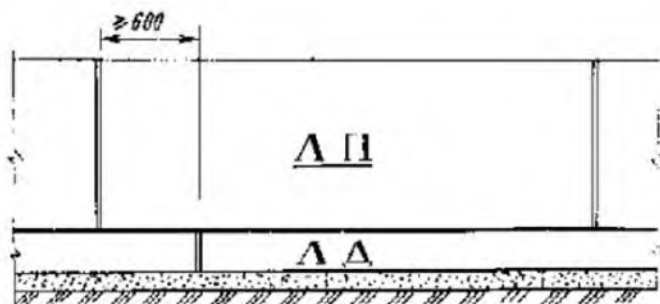


Рис. 8.20. Смещение вертикальных швов лотковых элементов

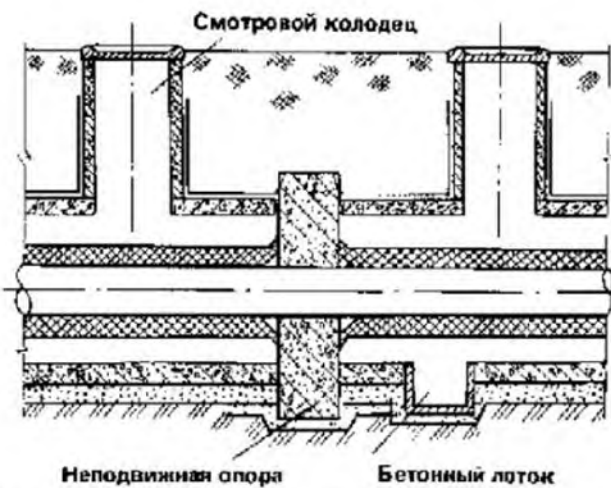


Рис. 8.21. Установка смотровых колодцев у неподвижной опоры

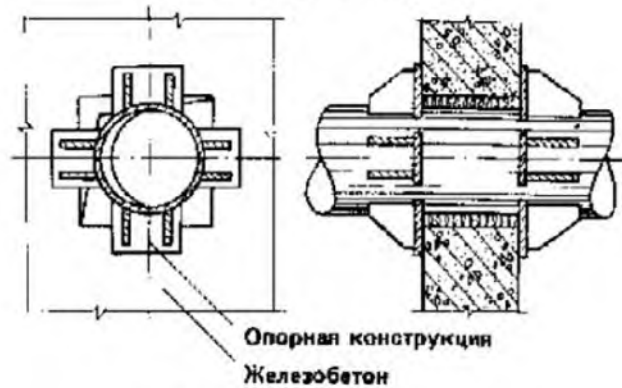


Рис. 8.22. Неподвижная опора

ми канала заполняют цементным раствором с последующей затиркой. На перекрытии проходного и полупроходного канала (при диаметрах труб более 700 мм) по обе стороны от неподвижной опоры следует устанавливать смотровые колоды (рис. 8.21). В местах их установки перекрытие канала необходимо выполнять из лотковых элементов марки ЛПО. Пробивка отверстий в перекрытии не допускается. С нагорной стороны неподвижной опоры (рис. 8.22) необходимо предусматривать водовыпуск из канала.

**Монтажно-сварочные работы.** Монтаж труб с антикоррозионной или армопенобетонной изоляцией следует вести с помощью подготовленной оснастки (специальных строп, монтажных полотенец и др.) исключающих разрушение изоляции труб.

Сварка стыков труб с поврежденными копцами (наличие вмятин, эллипсности и пр.) не допускается. Контроль качества сварного шва осуществляется внешним осмотром и лабораторным способом. При визуальном осмотре необходимо следить, чтобы сварной шов не имел видимых трещин, пор, шлаковых включений, незавершенных кратеров. Обязательно должны быть выдержаны геометрические размеры шва. Поверхность заливаемого металла по всему периметру, стыка должна быть слегка выпуклой с плавным переходом к поверхности основного металла без подрезов.

**Тепловая, антикоррозионная гидроизоляция.** Трубопровод перед началом антикоррозионной изоляции должен быть очищен от грязи, ржавчины и загрунтован (праймер: одна часть бензина и три части битума марки IV по объему) (рис. 8.23).

На трубопровод поверх грунтовки следует наносить антикоррозионное покрытие из двух слоев термостойкого изола на битумной мастике (рис. 8.24). Покрытие должно быть водонепроницаемым, плотно прилегать к трубам, быть изолятором от электрических токов, прочным, способным сопротивляться механическим воздействиям (при засыпке траншей и при линейных температурных деформациях трубопровода) и в то же время быть эластичным, способным не давать трещин и не размягчаться до стекания при колебаниях температуры.

Минераловатные изделия, различного рода скорлупы или сегменты должны быть надежно закреплены на трубопроводе при помощи про-

волочных скруток, бандажей, металлической сетки (рис. 8.25). На трубопроводах большого диаметра, не имеющих заводской армопенобетонной изоляции (рис. 8.26), в качестве защитного покрытия на металлическую сетку наносит слой асбестоцементного раствора толщиной 15 мм (штукатурка). Особое внимание необходимо обращать на тщательность штукатурки, на заполнение раствором всех труднодоступных мест, на защиту металлической сетки от коррозии.

Тепловую изоляцию стыков и углов поворота на трубопроводах с армопенобетонной изоляцией в соответствии со СНиП и типовыми альбомами выполняют из газобетона, различного рода минераловатных изделий, фенольно-резольного пенопласта марки ФРП-1 (в проходных и полупроходных каналах), из газобетона и армопенобетона (при всех видах прокладок — канальной и бесканальной). При бесканальной прокладке в качестве тепловой изоляции стыков следует применять скорлупки из газобетона или армопенобетона (рис. 8.27). Применение минераловатных изделий и скорлуп из пенопласта недопустимо.

Оклеечную гидроизоляцию (рис. 8.28) по верх тепловой изоляции стыков при канальной и бесканальной прокладках труб с армопенобетонной изоляцией следует выполнять из трех слоев изола на битумной мастике. Последний слой изоляции представляет собой асбестоцементную штукатурку толщиной 15 мм по металлической сетке. В месте прохождения через футляр, установленный в неподвижной опоре, трубопровод должен быть покрыт тремя слоями изола на битумной мастике с последующей набивкой просмоленным жгутом толщиной 40 мм (рис. 8.29).

Поверхность опорного фланца, обращенную к железобетонной конструкции, следует оклеить двумя слоями изола на битумной мастике. Металлоконструкции неподвижной опоры должны быть окрашены лаком АЛ-177 в 2 приема. Место примыкания трубопровода с армопенобетонной изоляцией к неподвижной опоре (рис. 8.30) должно быть изолировано монолитным газобетоном или пенопластом с устройством трехслойной оклеечной гидроизоляции и асбестоцементной штукатурки по сетке.

Перед устройством гидроизоляции канала необходимо выполнить следующие подготовительные работы: а) изолируемую поверхность

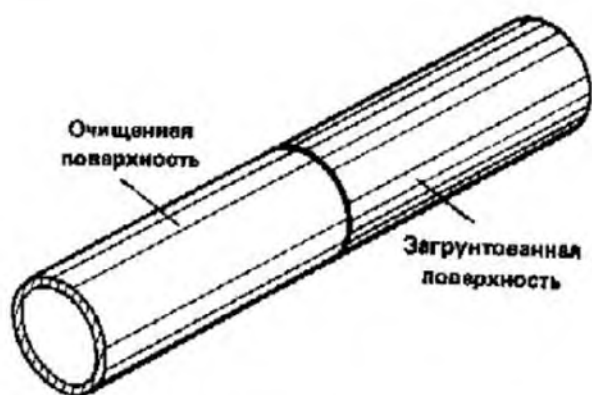


Рис. 8.23. Грунтовка трубопровода

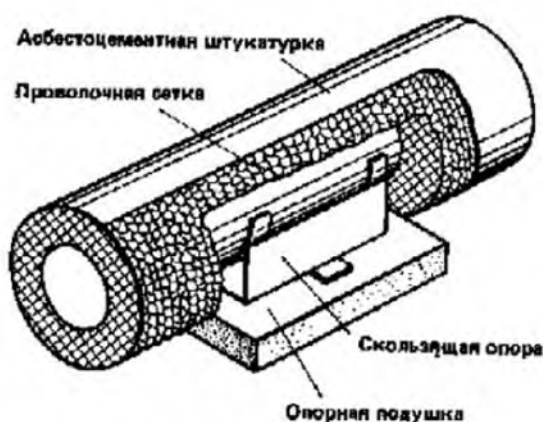


Рис. 8.26. Асбестовая штукатурка



Рис. 8.24. Покрытие битумной мастикой и изолом

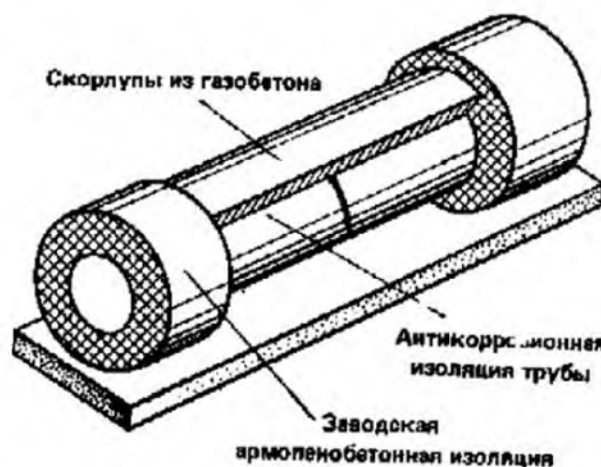


Рис. 8.27. Теплоизоляция газобетоном или армированным бетоном

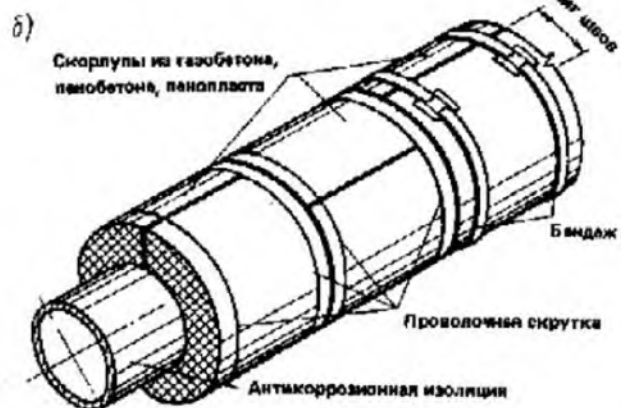


Рис. 8.25. Теплоизоляция

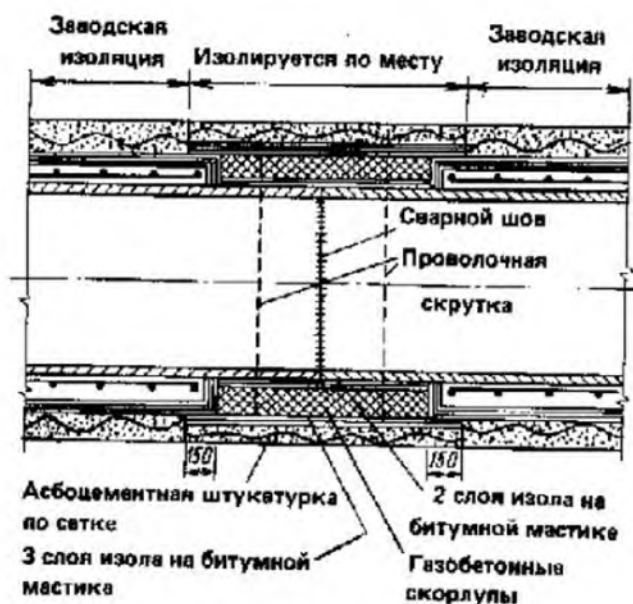


Рис. 8.28. Оклеиваемая изоляция газобетонных скорлуп



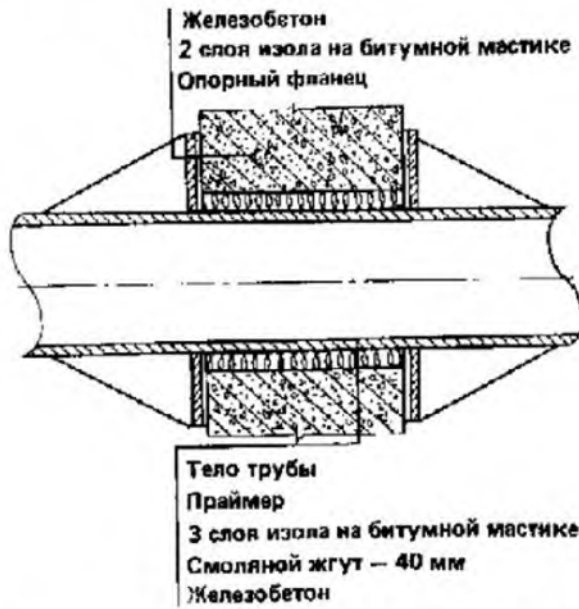


Рис. 8.29. Изоляция трубопровода в футляре неподвижной опоры



Рис. 8.30. Изоляция на стыке трубопровода и неподвижной опоры

очистить от пыли, мусора, грунта; б) швы между железобетонными элементами сделать цементным раствором; в) устранить трещины, раковины, сколы в железобетонных конструкциях; г) оштукатурить наружную поверхность кирпичной кладки; д) при изоляции механизированным способом подготовить достаточный фронт работ и подъездные пути. Перед выполнением гидроизоляции канала необходимо на чистую и подготовленную поверхность нанести грунтовку в виде праймера.

При низком уровне грунтовых вод гидроизоляцию непроходных и полупроходных каналов следует выполнять обмазкой стен горячим битумом за 2 приема и оклейкой перекрытия канала двумя слоями изола на битуме (рис.

Защитный слой из цементного раствора 20 — 40 мм  
Выравнивающий слой из цементного раствора 20 мм и праймер

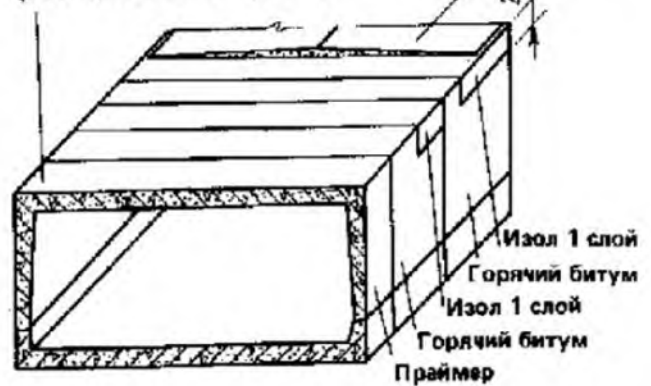


Рис. 8.31. Гидроизоляция поверхностей стен и перекрытий канала



Рис. 8.32. Гидроизоляция канала при высоком уровне грунтовых вод



Рис. 8.33. Гидроизоляция перекрытия канала у неподвижной опоры

8.31). При высоком уровне грунтовых вод (рис. 8.32) необходимо выполнить обмазку стен канала горячим битумом за 2 приема и оклейку перекрытия и швы стен канала двумя слоями изола на битуме. Гидроизоляцию перекрытия непроходного канала в месте устройства неподвижной опоры следует выполнять двухслойной оклейкой изола на битуме по выровненной цементным раствором поверхности (рис. 8.33).

## ГЛАВА 9. ПОВЫШЕНИЕ ЭКОНОМИЧНОСТИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

### 9.1. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТЫ И МЕРЫ ПО ЭКОНОМИИ ТЕПЛОВОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Экономное и рациональное расходование топливно-энергетических ресурсов является одной из важнейших народнохозяйственных задач. Расходы топлива на теплоснабжение городов и населенных мест занимают значительное место в общем топливном балансе страны. Велики и затраты электроэнергии в системах централизованного теплоснабжения, которые в основном связаны с транспортированием теплоносителя по тепловым сетям. Все это вызывает необходимость обеспечения работы систем теплоснабжения с высокими технико-экономическими показателями. Значительная роль в этом вопросе принадлежит организациям, эксплуатирующим тепловые сети.

Основными направлениями работ и мерами по экономии тепловой и электрической энергии в системах теплоснабжения являются: а) разработка и применение при планировании и в производстве технически и экономически обоснованных прогрессивных норм расхода тепловой и электрической энергии для осуществления режима экономии и наиболее эффективного их использования; б) организация действенного учета отпуска и потребления теплоты; в) оптимизация эксплуатационных режимов тепловых сетей с разработкой и внедрением палачных мероприятий; г) разработка и внедрение организационно-технических мероприятий по ликвидации непроизводительных тепловых потерь и утечек в сетях.

Для планирования потребления этих ресурсов и оценки эффективности их использования служат нормы расхода тепловой и электрической энергии в тепловых сетях. Выполнение установленных норм расхода является обязательным условием при материальном стимулировании за экономию топливно-энергетических ресурсов. Нормы должны способствовать максимальной мобилизации внутренних резервов экономии тепловой и электрической энергии, выполнению пла-

новых заданий и достижению высоких технико-экономических показателей теплоснабжения.

Работа теплоэнергетических предприятий по экономии топлива, устранению непроизводительных потерь тепловой энергии и повышению эффективности теплоснабжения базируется на правильно организованном учете отпуска и потребления теплоты. Учет тепловой энергии способствует рациональному ее использованию, а также выявлению и ликвидации факторов расточительного расходования теплоты.

Теплоэнергетические предприятия должны постоянно анализировать данные учета путем сопоставления количества теплоты, фактически отпущенной котельной, с расчетным теплопотреблением подключенных к тепловой сети потребителей. На основе такого анализа необходимо разрабатывать и осуществлять мероприятия, направленные на снижение тепловых потерь в сетях, экономию расхода теплоты в системах теплопотребления зданий и электроэнергии, затрачиваемой на перекачку сетевой воды. Учет отпуска теплоты обеспечивает контроль за удельным расходом топлива на выработку тепловой энергии. Основным путем обеспечения эффективной работы систем теплопотребления зданий (отопления, вентиляции и горячего водоснабжения) и высоких технико-экономических показателей системы централизованного теплоснабжения в целом является оптимизация эксплуатационных режимов тепловых сетей на базе разработки и внедрения палачных мероприятий.

Режимы работы тепловой сети подразделяют на тепловой и гидравлический. *Тепловой* режим сети определяет метод регулирования отпуска теплоты и задает соответствующий график температур в тепловой сети и системах теплопотребления. На основе температурных графиков определяют потребности расходов теплоносителя в системах теплопотребления зданий и в сетях. Гидравлический режим определяет требуемые давления в тепловых сетях и условия по созданию расчетной циркуляции теплоносителя и его правильному распределению по всем подключенным к сетям системам теплопотребления.

На основе разработанного гидравлического

режима задают параметры работы сетевых, подкачивающих и подпиточных насосов, автоматических регуляторов, рассчитывают дроссельные и смесительные устройства, устанавливаемые на тепловых пунктах и в системах теплоснабжения. Следует подчеркнуть принципиальное отличие режимов, разрабатываемых на стадии проектирования систем теплоснабжения, и эксплуатационных режимов. Проектные тепловые и гидравлические режимы разрабатывают, как правило, при проектировании магистральных тепловых сетей, с их помощью определяют условия для дальнейшего проектирования распределительных сетей и выбирают схемы присоединения систем теплоснабжения зданий к сетям.

Система централизованного теплоснабжения с момента ввода в эксплуатацию постоянно развивается за счет подключения к ней новых потребителей и строительства новых участков тепловых сетей. В связи с этим на каждый конкретный отопительный сезон следует рассчитывать или корректировать эксплуатационные режимы, учитывающие фактическое состояние системы теплоснабжения. Оптимизация эксплуатационных режимов должна предусматривать наиболее полное использование характеристик фактически установленного оборудования, рационализацию схем тепловых пунктов, использование возможности совместной работы тепловых сетей от нескольких источников теплоты, закрытие мелких неэкономичных котельных, увеличение пропускной способности сетей по теплоте за счет применения рациональных графиков регулирования отпуска теплоты и т.п.

Основные методические указания по расчету тепловых и гидравлических режимов и разработке наладочных мероприятий приведены в гл. 4. Ниже рассмотрены отдельные вопросы, связанные с повышением экономичности теплоснабжения.

## 9.2. НОРМИРОВАНИЕ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТЕПЛОВОЙ СЕТИ

Важнейшей задачей эксплуатации тепловых сетей является обеспечение транспортирования теплоносителя при высоких технико-экономических показателях. Эти показатели определяются расходом электроэнергии на перекачку сетевой воды, величинами тепловых потерь и утечек

в сетях. Для каждой отдельной тепловой сети разрабатывают нормативные показатели, устанавливающие затраты электрической и тепловой энергии на транспортирование теплоносителя. Нормы расхода тепловой и электрической энергии систематически пересматривают с учетом планируемого развития и технического прогресса производства, достигнутых наиболее экономичных показателей использования теплоэнергетических ресурсов.

Тепловые потери являются важным показателем, характеризующим техническое состояние тепловых сетей, и в значительной степени влияют на эффективность работы системы теплоснабжения в целом. Тепловые потери в тепловых сетях зависят от протяженности и диаметров трубопроводов, вида прокладок сетей, типа и состояния тепловой изоляции трубопроводов, температурного режима работы сетей, метеорологических условий.

**Нормирование эксплуатационных тепловых потерь через изоляцию трубопроводов.** Эксплуатационные нормы тепловых потерь водяных тепловых сетей разрабатывают опытным методом на основе проведения специальных тепловых испытаний, что позволяет учитывать конкретные условия прокладки испытуемых трубопроводов и состояние их изоляции. При испытаниях определяют фактические тепловые потери испытуемых участков сети и сравнивают их с нормативными потерями, которые рассчитывают исходя из удельных тепловых потерь, приведенных в «Нормах проектирования тепловой изоляции для трубопроводов и оборудования электростанций и тепловых сетей». Удельные тепловые потери приведены в табл. 7.6 и 7.7, а методика тепловых испытаний изложена в гл. 7.

Нормирование эксплуатационных тепловых потерь производят в зависимости от величины коэффициента  $K$  (соотношения фактических и нормативных тепловых потерь), полученного по результатам тепловых испытаний. В тех случаях, когда фактические тепловые потери, определенные отдельно по каждому испытанному участку и пересчитанные на среднегодовые температуры воды и окружающей среды, не превышают или незначительно превышают соответствующие значения нормативных тепловых потерь для этих участков ( $K \leq 1,1$ ), за основу нормирования эксплуатационных тепловых потерь сетей принимают фактические тепловые потери.