

ТЕМА 14

ОСНОВЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

14.1 Организация службы эксплуатации

Современное централизованное теплоснабжение представляет собой сложное энергетическое хозяйство, связанное с выработкой теплоты и его реализацией. От согласованности действий каждого подразделения зависит бесперебойное теплоснабжение и безаварийная работа оборудования источников теплоты, сетей и абонентских вводов по установленному графику. Эксплуатирующая организация обязана проводить технический надзор за строительством, пуском и наладкой систем теплоснабжения, разрабатывать и контролировать режимы отпуска теплоты, обеспечивать профилактический ремонт оборудования и сетей, постоянно совершенствовать технико-экономические показатели всех звеньев хозяйства. Для выполнения этих мероприятий организуется служба эксплуатации.

Структура эксплуатационной службы зависит от единичной мощности и количества источников тепловой энергии, радиуса действия тепловых сетей и других местных факторов.

Высшая форма организации службы эксплуатации создается в крупных культурных и промышленных центрах, имеющих несколько ТЭЦ, объединенных разветвленной тепловой сетью. В них создаются предприятия тепловых сетей, называемые **теплосетью**. Теплосеть, получая теплоту от ТЭЦ, осуществляет руководство транспортом тепловой энергии по наружным тепловым сетям, распределением ее по тепловым пунктам и контролем за использованием теплоты потребителями.

Деятельность предприятия Теплосети распространяется на внешние тепловые сети в пределах границ обслуживания. Границы обслуживания определяются выходными задвижками на ТЭЦ и входными задвижками в местных или центральных тепловых пунктах. По структуре предприятие Теплосети состоит из трех подразделений: административное, производственное и эксплуатационное (рис. 14.1).

Административный аппарат выполняет общее руководство всей деятельностью предприятия. Непосредственную разработку мероприятий производит производственная служба, а непосредственное обслуживание систем теплоснабжения – служба эксплуатации.

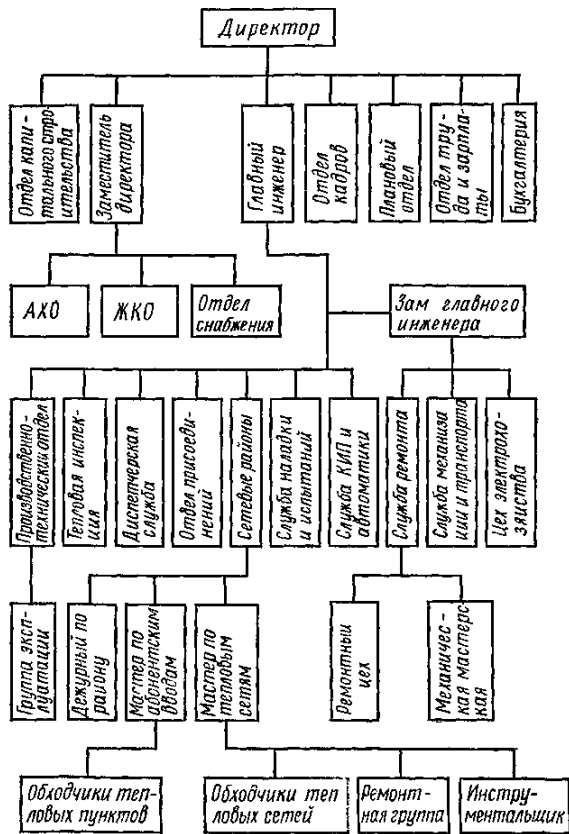


Рис. 14.1. – Структура управления теплосети

Производственно-технический отдел осуществляет многостороннюю деятельность, направленную на совершенствование режимов теплоснабжения, повышение надежности и экономичности работы сетей и оборудования. В отделе разрабатываются программы испытания и наладки систем теплоснабжения, составляются инструкции по эксплуатации оборудования и технической подготовке обслуживающего персонала.

Тепловая инспекция выполняет контроль использования теплоты и состояния теплоиспользующих установок.

Отдел присоединений производит учет присоединенных абонентов и решает вопросы о подключении к сетям новых объектов.

Служба наладки и испытаний производит все наладки и испытания после монтажа новых и ремонта действующих сетей и оборудования. В период эксплуатации служба организует эксплуатационные испытания систем теплоснабжения.

Служба КИП и автоматики ведает обслуживанием, ремонтом и наладкой приборов учета теплоты, регуляторов и других контрольно-измерительных приборов сетей и тепловых пунктов.

Служба ремонта занимается составлением планов и графиков проведения ремонтов, заявок на материалы, оборудование и механизмы. Персонал ремонтного цеха занимается выполнением капитальных ремонтов сетей во всех районах. В механической мастерской централизованно заготавливают запасные части и монтажные детали, необходимые для ремонта тепловых сетей.

Служба механизации и транспорта предназначена для обеспечения службы ремонта и сетевых районов транспортом и механизмами специального назначения во время ремонтов и эксплуатации. В экстренных случаях по указанию диспетчера служба механизации принимает участие в ликвидации аварий.

Цех электрохозяйства занимается монтажом и эксплуатацией электрокабелей, электрических приводов арматуры, электрического оборудования насосных подстанций, устройством средств электрической защиты и освещения.

Диспетчерская служба осуществляет общее оперативное руководство эксплуатацией, координирует режимы отпуска теплоты на тепловых станциях и его потребления в сетевых районах.

Сетевые районы являются основными производственными подразделениями предприятия, непосредственно занимающимися эксплуатацией сетей в пределах отведенных границ обслуживания.

Сетевые районы имеют свои районные диспетчерские пункты РДП, оснащенные необходимым количеством указывающих, регистрирующих и регулирующих приборов, позволяющих вести постоянный контроль за режимами работы сети и теплотребляющих установок.

Все работы в районе выполняются обходчиками тепловых сетей и абонентских вводов под руководством мастеров. Слесарь – обходчик является ответственным за состояние и работу сетей, оборудования и приборов в камерах, подстанциях и контрольно-распределительных пунктах, поэтому обязан производить регулярное наблюдение на закрепленном участке.

14.2 Обслуживание тепловых сетей

В объем по обслуживанию тепловых сетей входят следующие работы:

а) поддержание в исправном состоянии всего 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 движущую часть стоек компенсаторов, проверяют состояние дренажных и воздушных кранов и вентилях, выпускают воздух из сети, проверяют состояние кон-

трольно-измерительных приборов (термометров, манометров и др.) и правильность их показаний по контрольным приборам.

По результатам осмотра оборудования тепловой сети и самой трассы при обходах, оценивают состояние оборудования, трубопроводов, строительного-изоляционных конструкций, интенсивность и опасность процесса наружной коррозии труб и намечают необходимые мероприятия по устранению выявленных дефектов или неполадок. 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 $0,5 \text{ кгс/см}^2$ (0,05 МПа) как при гидродинамическом, так и при статическом режиме работы системы теплоснабжения. Состояние внутренней поверхности трубопроводов следует определять в период текущих и капитальных ремонтов. Во избежание усиленного процесса коррозии трубопроводов систем горячего водоснабжения запрещается даже периодическое повышение температуры воды в системе свыше 65°C .

Скапливающаяся в камерах тепловой сети воду непрерывно или периодически удаляют с помощью стационарных или передвижных средств, дренажи необходимо содержать в полной исправности, регулярно прочищать и ремонтировать. 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.

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. Тепловые сети не реже 1 раза в 3 года подвергают гидропневматической промывке. Внеочередные промывки производят после выполнения капитального ремонта. К обслуживанию насосных станций, допускаются квалифицированные слесари-машинисты и электромонтеры, знающие оборудование, схему, режим работы насосной.

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.

Пригодность баков к дальнейшей эксплуатации после визуального осмотра и инструментального обследования оценивают по следующим параметрам: при коррозионном износе стенок, кровли, днища меньше 20.% толщины металла разрешается дальнейшая эксплуатация бака при обеспечении противокоррозионной защиты.

14.3 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. 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 протекания воды на тепловом пункте из подающей трубы в обрат-

ную 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. В процессе эксплуатации показания контрольно измерительных приборов периодически заносят в журнал.

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. Регулировку выполняет персонал, эксплуатирующий систему теплоснабжения. 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. На центральных и индивидуальных тепловых пунктах и системах, принимаемых в эксплуатацию впервые после монтажа, проверяют:

а) соответствие выполненных работ и установленного оборудования проекту;

б) состояние наружных теплопроводов, принадлежащих потребителю;

в) состояние утепления отапливаемых зданий и помещений тепловых пунктов;

г) состояние помещений тепловых пунктов, 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, 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.

Систему горячего водоснабжения проверяют на герметичность давлением, превышающим рабочее на 5 кгс/см^2 (0,5 МПа). Максимальное давление испытания должно быть не выше 10 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 кгс/см^2 (1 МПа).

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). 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 водомера или расходомера, а при их отсутствии – по падению давления в сопле элеватора или в дроссельной диафрагме.

Для предотвращения попадания воздуха в систему давление 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. Температуру воды, подаваемой потребителям горячего водоснабжения, поддерживают в заданных пределах (не выше 65°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.

14.4 Технический надзор и приемка систем теплоснабжения

Контроль качества выполнения строительно-монтажных работ в течение всего периода строительства является залогом надежности сооружения, поэтому служба эксплуатации обязана производить технический надзор с самого начала строительства на всех стадиях готовности объекта. Технический надзор возлагается на комиссию из представителей сетевого района, проектной и строительно-монтажной организаций и теплоснабжающей станции. Тепловые сети с рабочим давлением более 1,6 МПа и температурой теплоносителя свыше 115°C при диаметре трубопроводов более 100 мм принимаются в эксплуатацию с участием инспектора Промотомнадзора и подлежат регистрации в этих органах.

Комиссия по техническому надзору за строительством и по приемке объектов теплоснабжения должна руководствоваться правилами проектирования, строительства и эксплуатации.

Надзор проводится по всем видам строительных и монтажных работ в порядке их выполнения: разбивка трассы; устройство основания трассы, продольного дренажа, электрической защиты; сварка труб, размещение опор, растяжка компенсаторов, тепловая изоляция; промывка и испытания сетей; перекрытие каналов, засыпка и планировка грунта.

Высокие требования должны предъявляться прежде всего к качеству поставляемых строительных материалов и монтажных изделий. Технический надзор и приемка материалов и оборудования производятся по сертификатам заводов-изготовителей. Строительные конструкции (каналы, камеры, эстакады, стойки и другие элементы) рассчитаны на длительный срок службы, поэтому при их приемке особое внимание обращается на отсутствие брака, возникшего при транспортировке, на тщательность подгонки и сборки узлов

Монтаж сальниковых компенсаторов проверяется на отсутствие перекосов подвижных стаканов в корпусе и наличие достаточного свободного хода стакана. При П-образной компенсации температурных удлинений внешним осмотром оценивается качество сварных швов, допустимый радиус изгиба колен. Компенсаторы монтируют после закрепления трубопровода в неподвижных опорах; на участке врезки компенсатора между торцами труб оставляется разрыв, равный длине растянутого компенсатора.

Во время монтажа скользящие опоры на трубопроводе должны быть сдвинуты в сторону неподвижной опоры на величину перемещения, ука-

занную для каждой опоры в проекте, в зависимости от температуры наружного воздуха.

Исправную запорную, регулирующую и дренажную арматуру проверяют по допустимому условному давлению и на свободное плотное закрытие. В отдельной арматуре исследуют сальниковую набивку, качество пропитки набивочного материала. Особое внимание уделяют прочности закрепления фланцевой арматуры на трубопроводе. Перекос фланцев при сварке вызывает перенапряжение фланцевого соединения и неравномерное обжатие прокладки, что является причиной аварии. На полностью затянутом фланцевом соединении резьбы всех болтов должны выступать из гаек на 2 – 3 витка.

Контроль теплоизоляционных работ проводится путем замеров толщины слоя, равномерности уплотнения материала, прочности бандажного крепления. Теплофизические свойства изоляционного материала проверяются лабораторным анализом проб.

Недоступные для внешнего осмотра сварные стыки, опоры и другие элементы контролируются в процессе выполнения этих работ. По окончании строительно-монтажных работ теплопровод пускается в пробную эксплуатацию с целью наладки, опробования и проведения необходимых испытаний на прочность. Прием и сдача сети в промышленную эксплуатацию оформляются актом с приложением к нему документов: а) исполнительных чертежей теплотрассы со всеми дополнительными устройствами; б) актов ревизии и испытаний; в) паспортов магистрали, арматуры, приборов контроля; г) сертификатов на трубы и изделия; д) актов лабораторных исследований сварки, теплоизоляции, качества воды; е) строительных чертежей сооружения.

Надзор и приемка тепловых пунктов, абонентских вводов и подстанций. Внешним осмотром комиссия устанавливает качество работ, наличие свободных проходов и площадок для текущего ремонта оборудования. При приемке насосов, электродвигателей, подогревателей и различных емкостей сверяют паспортные характеристики установленного оборудования с данными, принятыми в проекте. Осматривают внешний вид установленного оборудования и закрепление на фундаменте. Теплообменники и емкости проверяют на плотность заливом водой под давлением, при необходимости производят пробный пуск с целью определения бесшумной работы агрегатов. Проверяют правильность установки запорно-регулирующей арматуры, грязевиков по отношению к направлению потока воды. Указывающие и регистрирующие контрольные приборы должны

располагаться на высоте, удобной для наблюдения с отметки обслуживания.

Поверхность тепловой изоляции в пределах теплового пункта подлежит окраске в условные цвета.

14.5 Пуск систем теплоснабжения

Пуск систем теплоснабжения в промышленную эксплуатацию производит пусковая бригада по программе, составленной руководителем приемочной комиссии.

За основу пусковой схемы принимается исполнительная схема вновь сооруженной или действующей тепловой сети. Для организованного проведения пусковых операций тепловая сеть разделяется на секционные участки. Для каждого секционного участка на пусковой схеме сетей указывается емкость, необходимая для расчета времени заполнения участка, отмечается расположение грязевиков, задвижек на ответвлениях, П-образных и сальниковых компенсаторов, камер с размещенными в них приборами и дренажной арматурой, неподвижных опор. В плане пуска сетей указывается очередность и правила заполнения секционных участков, а также продолжительность выдержки давления в различные периоды.

Планом расстановки рабочих предусматривается закрепление наблюдателей за состоянием компенсаторов, опор, воздушных и спускных устройств, контрольных приборов. Пуск тепловых сетей складывается из операций наполнения, промывки, прогрева и испытания.

Пуск водяных тепловых сетей начинается с наполнения секционного участка водопроводной водой, нагнетаемой в обратную магистраль под напором подпиточного насоса (рис. 14.2). В теплое время года сети наполняются холодной водой. При температуре наружного воздуха ниже + 1°С во избежание замерзания воды рекомендуется нагревать ее до 50°С.

В период наполнения на обратном трубопроводе перекрываются все спускные краны и задвижки на ответвлениях, открытыми остаются лишь воздушники. При появлении в воздушниках воды без пузырьков воздуха воздушные краны закрывают, затем периодическим открыванием (через 2 – 3 мин) воздушников производится выпуск скоплений воздуха. По окончании наполнения обратной линии открываются задвижки на перемычке и аналогичным образом производится заполнение подающего трубопровода секции.

После заполнения всей секции производится двух-, трехчасовая выдержка для окончательного удаления воздушных скоплений.

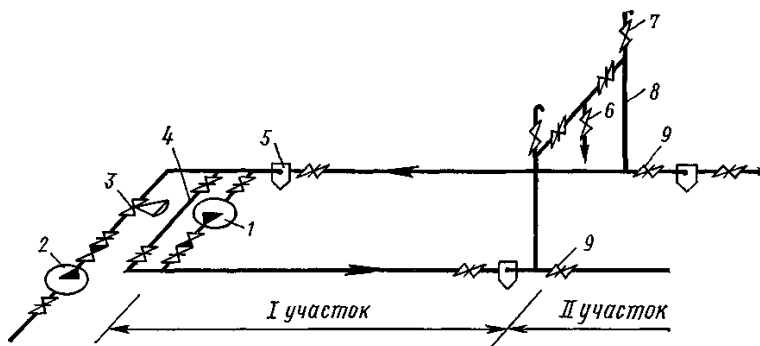


Рис.14.2. Схема размещения пусковых устройств в тепловой сети;

1 – сетевой насос; 2 – подпиточный насос; 3 – регулятор подпитки; 4 – перемычка сетевого насоса; 5 – грязевик; 6 – дренажный вентиль; 7 – воздушный вентиль; 8 – сетевая перемычка; 9 – секционная задвижка

Заполнение распределительных и квартальных сетей производится после заполнения магистральных трубопроводов, а ответвлений к зданиям – после заполнения распределительных и квартальных сетей. Заполнение тепловых сетей с насосными подстанциями производится через обводные трубопроводы.

Следующей пусковой операцией является опрессовка на плотность и прочность, которая проводится последовательно на всех подготовленных к пуску секционных участках. После испытания прочности системы приступают к промывке трубопроводов от грязи, окалины и шлама, занесенных в трубопровод во время монтажных или ремонтных работ.

Промывку осуществляют в две стадии: черновую и чистовую. Черновой промывкой удаляются легкие взвеси, для этого трубопроводы подключаются к водопроводной линии с давлением до 0,4 МПа. Под этим напором взмученная вода, оставшаяся в трубах после опрессовки, вытесняется через открытые дренажи. Полное удаление всех загрязнений производится чистовой промывкой водой из городского водопровода, нагнетаемой в трубопроводы со скоростью 3 – 7 м/с сетевыми насосами.

После некоторого периода циркуляции воды (через грязевики), необходимого для проверки состояния компенсаторов, опор, арматуры, производится подключение станционных подогревателей для подогрева сетей.

Операция подогрева проводится медленно, скорость разогрева воды в подающем трубопроводе не должна превышать 30°С в час. При постепенном прогреве сети до рабочей температуры наблюдатели ведут тщательный надзор за работой компенсаторов, состоянием уплотнений и теплоизоляции, за перемещением опор.

После устранения дефектов теплопровод пускается в 72-часовую контрольную эксплуатацию, во время которой продолжается периодический выпуск воздуха через все воздушники. Если во время контрольной эксплуатации не будут обнаружены нарушения работы, сеть сдается в постоянную эксплуатацию.

Пуск паропроводов зависит от размеров сети. Разветвленные паропроводы большой протяженности пускаются вначале на магистральных участках, затем поочередно пускаются ответвления. Пуск паропроводов начинается с гидравлической опрессовки на прочность и плотность. Слив опрессовочной воды используется для черновой промывки паропровода. Чистовую промывку паропроводов водой не применяют, ее заменяют продувкой паром. Продувка холодных паропроводов без предварительного его прогрева не допускается из-за опасности конденсации и гидравлических ударов, поэтому операция наполнения преследует прогрев паропровода. Впуск пара на прогрев паропровода производят после полного удаления опрессовочной воды через пусковые и постоянные дренажи.

Прогрев начинают медленным открытием головных задвижек на ТЭЦ. Небольшой расход пара в начале прогрева предупреждает захват конденсата паром, ведущий к гидравлическим ударам большой силы, и деформацию трубопровода, так как в наполняемом паропроводе в первую очередь нагревается верхняя часть трубы, которая стремится изогнуть трубопровод дугой вверх. С появлением из пусковых дренажей сухого пара, свидетельствующем о завершении прогрева, дренажи закрываются. Затем паропровод некоторое время выдерживают под небольшим избыточным давлением. Убедившись в надежности конструкции, производят впуск пара с максимальной скоростью, необходимой для захвата мелких и крупных частиц грязи, окалина и выброса этого шлама «на вылет» через концевые продувочные штуцера или специальные установленные концевые задвижки.

Для сокращения расхода пара на очистку труб от окислов железа рекомендуется присадка 1%-ного раствора едкого натра (каустика).

После продувки паропровод переводится на расчетный режим работы. Все неисправности устраняют после пуска, поэтому на некоторое время организуется более частый обход трассы.

Пуск тепловых пунктов, подстанций и вводов сводится к испытанию плотности и прочности оборудования и трубопроводов. Проверку плотности и прочности производят гидравлической опрессовкой, выполняемой в теплое время года, когда температура в помещении не ниже +5°C. Перед опрессовкой тепловые пункты отключают от тепловой сети путем закрытия входной арматуры и установки заглушек во фланцевые соединения за арматурой.

После гидравлического испытания тепловой пункт вместе с местной системой промывают водопроводной водой до полного осветления и затем воду сливают полностью. Тепловые пункты заполняют сетевой водой по пусковому графику, которым устанавливается очередность подключения абонентов. Заполнение осуществляют плавным открытием запорной арматуры на обратном трубопроводе. С появлением воды в воздушных кранах их закрывают, потом медленно открывают запорную арматуру на подающем трубопроводе.

Наполнение местных систем через обратный трубопровод предотвращает разрушение радиаторов высоким давлением воды в подающем трубопроводе.

14.6 Наладка систем теплоснабжения

Нормальная работа источника теплоты, сетей и потребителей требует постоянного контроля за состоянием оборудования и соблюдением режимов отпуска теплоты заданных параметров. Задача наладки заключается в том, чтобы обеспечить бесперебойное приготовление теплоты при всех режимах нагрузки и установить максимальное соответствие между выработкой теплоты и ее потреблением.

При наладке режимов теплоснабжения необходимо учитывать неодинаковые условия доставки теплоты на различные расстояния. В сетях большой протяженности при регулировании режимов потребители вблизи станций начинают получать теплоту новых параметров значительно раньше дальних потребителей. Это запаздывание, определяемое временем перемещения теплоносителя от источника к концу сети, при небольшой скорости воды (до 2 м/с) может составлять продолжительное время. В таких случаях для предупреждения перерасхода теплоты у головных потреби-

лей и нехватки теплоты у конечных потребителей (или наоборот) центральное регулирование должно корректироваться местным регулированием. Продолжительность движения теплоносителя до характерных точек сети определяется при наладке. Наладка может производиться после сооружения новых сетей или ремонта действующих, такая наладка называется пусковой. Во время эксплуатации сетей наладка применяется с целью улучшения режимов потребления теплоты.

Пусковая наладка необходима для обеспечения расчетного распределения теплоносителя в многочисленных ответвлениях сетей и экономической работы теплопотребляющих установок. Если на вводах имеются автоматические регуляторы, задача пусковой наладки сводится к настройке регуляторов расхода на пропуск расчетных расходов воды при расчетном гидравлическом режиме сетей. При отсутствии абонентских регуляторов наладку производят различными методами. Один из них, называемый *программным*, предусматривает наладку режимов путем последовательного подключения потребителей к сети. Пусковое регулирование сетей по программному методу осуществляется по плану очередности подключения абонентов. Наиболее простое регулирование достигается последовательным подключением абонентов в направлении от конца сети к станции или от источника теплоты к концу сети.

Программный метод пускового регулирования при большом числе потребителей неудобен из-за сложности, поэтому его применяют для небольших тепловых сетей.

Пусковое регулирование по *методу сопротивлений* состоит в настройке на каждом абонентском вводе расчетного сопротивления, соответствующего расчетному режиму эксплуатации. Расчетное сопротивление вводов определяется по пьезометрическому графику, построенному по расчетным расходам воды. При регулировании проверяют соответствие фактического сопротивления ввода расчетным значениям. Несоответствие устраняют наладкой. Результаты наладки проверяют по показаниям приборов расхода и давления на подающем и обратном трубопроводах. Метод сопротивления применяют для пускового регулирования сетей с любым числом потребителей при любой последовательности их включения в любой точке сети.

Метод нормальных расходов применяют для пускового регулирования водяных сетей в тех случаях, когда трудно установить гидравлические характеристики участков сети. Регулирование начинается с установки в магистральных сетях устойчивого расхода воды при строго постоянном рас-

полагаемом напоре сетевого насоса. Затем последовательным включением каждого абонента, начиная от источника, добиваются нормального расчетного расхода воды на вводе. По мере увеличения числа подключенных абонентов и изменения расходов воды и напоров в сети производят дополнительную подрегулировку.

Расчетное распределение сетевой воды является основным признаком высокой гидравлической устойчивости сети и безаварийного теплоснабжения. Регулирование гидравлических режимов сети может быть обеспечено централизованно у источника теплоты, а также местными и индивидуальными средствами регулирования.

Гидравлический режим паропроводов достаточно устойчив, в них не наблюдается резкого изменения давления при включении или отключении отдельных потребителей. Отсутствие жесткой гидравлической зависимости потребителей облегчает применение местного количественного регулирования путем простого изменения степени открытия задвижки. Наладка паропроводов поэтому сводится к уточнению действительных температуры и давления в наиболее крупных ответвлениях при максимальных и минимальных расходах пара.

Тепловые пункты и подстанции представляют собой узлы управления местных систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения, поэтому наладку оборудования в пунктах должны производить совместно с местной системой.

Перед наладкой тепловых пунктов и местных систем необходимо установить их гидравлические сопротивления при расчетных расходах воды. При значительной разности фактических и проектных потерь напора (более 10 – 20 %) системы должны быть тщательно промыты. Контроль потерь давления в системах необходим для определения достаточности располагаемого напора для нормальной работы элеватора, калорифера или установки горячего водоснабжения.

Низкий коэффициент смешения снижает циркуляцию воды в отопительных приборах, завышенный улучшает распределение воды и благодаря запасу теплоотдачи нагревательных приборов исключает недогрев помещений. Увеличение коэффициента смешения производится подбором меньших сечений сопла по формуле:

$$d = d_1 \frac{1 + u_1}{1 + u}, \quad (14.1)$$

где d – потребный диаметр сопла; d_1 –диаметр установленного сопла; u – необходимый коэффициент смешения; u_1 – установленный коэффициент смешения.

Прогрев нагревательных приборов определяется с помощью ртутных термометров или тарированных термощупов, установленных на входе и выходе каждого стояка.

Подогреватели горячего водоснабжения перед заполнением сетевой водой подвергаются гидравлическому испытанию и затем промывке вместе с разводящими трубами водопроводной водой. При наладке уточняют гидравлические и тепловые характеристики подогревателя. Испытания проводят для нескольких режимов водоразбора и при минимальной температуре сетевой воды (обычно 70°С). Целесообразно отрегулировать нагрев водопроводной воды до 50–55°С. При таких температурах значительно ослаблены солеотложения в трубках подогревателей и коррозия в трубах разводящей системы.

В системах горячего водоснабжения высотных зданий одинаковые свободные напоры воды в водоразборных кранах настраивают подбором диафрагм. Диафрагмы устанавливают на каждом ответвлении в квартиру или помещение с водоразборными приборами, отверстия в диафрагмах уменьшают по этажам сверху вниз.

Особо важное значение имеет контроль температуры обратной воды. Работа отопительной системы с повышенной температурой обратной воды свидетельствует о перетопе здания. В период наладочных работ необходимо проверить соответствие проектных и фактически установленных нагревателей, так как несоблюдение графика температуры обратной воды увеличивает перерасход топлива.

В тепловых пунктах с паровым теплоносителем наладочные работы сводятся к установке лимитных расходов пара и наладке системы приема возвращаемого конденсата. Наладка и ремонт пароводяных подогревателей состоят из тех же операций, что и для коммунальных потребителей с водоводяными подогревателями.

По результатам наладки составляют режимные карты, в которых указывают максимальные значения тепловой нагрузки, параметров теплоносителя, рекомендуемые перепады давлений и температур, коэффициенты смешения и номера элеваторов. Режимные карты являются руководящим документом для эксплуатационников.

14.7 Испытания тепловых сетей

Испытания тепловых сетей бывают пусковые и эксплуатационные. Пусковые испытания проводят после сооружения новых сетей или капитального ремонта. Предназначены они для определения годности сооружения к эксплуатации. В процессе эксплуатации в трубах и оборудовании накапливается шлам, трубопроводы корродируют, защитные свойства тепловой изоляции изменяются. Допустимое изменение различных характеристик сооружения периодически проверяется эксплуатационными испытаниями. Пусковые и эксплуатационные испытания разделяются на опрессовку, гидравлические и тепловые испытания и испытания на максимальную температуру теплоносителя.

Опрессовка предназначена для определения плотности и механической прочности трубопроводов, арматуры и оборудования. Пусковая опрессовка бесканальных сетей и в непроходных каналах проводится в два этапа: предварительно и окончательно. Предварительная опрессовка выполняется по мере окончания работ короткими участками до установки на трубопроводах сальниковых компенсаторов, задвижек и до закрытия каналов или засыпки траншей. Целью опрессовки является проверка прочности сварки под пробным избыточным давлением 1,6 МПа в течение времени, необходимого для осмотра и простукивания стыков. Обстукивание ведется молотками массой 1,5 кг на ручке длиной 500 мм, удары наносятся по обеим сторонам шва на расстоянии от стыка примерно 150 мм.

Окончательная опрессовка делается после завершения всех работ и установки на трубопроводах всех элементов оборудования, но до наложения тепловой изоляции. При монтаже сетей из бесшовных труб допускается тепловая изоляция до испытания, но с оставлением сварных стыков свободными от изоляции. Избыточное давление опрессовки доводится до $1,25 P_{\text{раб}}$ ($P_{\text{раб}}$ – рабочее давление), но не менее 1,6 МПа в подающих трубопроводах и 1,2 МПа в обратных трубопроводах. Длительность опрессовки определяется временем, необходимым для осмотра сетей.

Опрессовку оборудования подстанций, тепловых пунктов совместно с местными системами производят в два приема. Отключенные от сетей оборудование и трубопроводы заполняются водой из городского водопровода, необходимое давление испытания создается напором опрессовочных насосов с ручным или механическим приводом. Вначале в системе нагнетается рабочее давление для проверки плотности сварных и фланцевых соединений оборудования, арматуры и трубопроводов. Затем избыточное

давление доводится до 1,25 от рабочего, но не ниже норм, установленных для каждого вида оборудования, необходимого для проверки прочности. Продолжительность испытания тепловых пунктов и отходящих от них трубопроводов принимается не менее 10 мин.

Результаты испытания сетей и тепловых пунктов на каждом этапе считаются удовлетворительными, если во время их проведения не обнаруживается падение давления свыше установленных пределов, а в сварных швах, в фланцевых соединениях и арматуре отсутствуют разрывы, течи воды и запотевания. При обнаружении разрывов и других повреждений вода сливается (из сетей за время не более 1 ч); дефектные швы вырубаются и перевариваются; неплотности устраняются затяжкой болтов, сменой набивки. После чего опрессовку повторяют. Действующие тепловые сети опрессовываются ежегодно в конце отопительного сезона для выявления дефектов и после выполнения капитального ремонта.

Гидравлические испытания предназначены для определения фактических гидравлических характеристик новой сети и оборудования пунктов или изменения этих характеристик в процессе эксплуатации. При гидравлических испытаниях одновременно измеряют давление, расход и температуру теплоносителя в характерных точках (места изменения диаметров, расходов воды, сетевые переключки) сети. В контрольных точках устанавливают образцовые манометры, ртутные термометры с ценой деления 1°C и нормальные измерительные диафрагмы. Испытания проводят при отключенных тепловых пунктах на максимальных и сокращенных до 80% от максимальных расходах воды. Циркуляция воды в сетях и ответвлениях обеспечивается включением концевых переключек.

Потери давления на исследуемых участках подающих и обратных трубопроводов рассчитывают по формуле:

$$\Delta P = (P_1 - P_2) + 9,8I(z_1 - z_2)r, \quad (14.2)$$

где P_1, P_2 – показания манометров в начале и конце участка, Па;
 z_1, z_2 – геодезические отметки в точках расположения манометров, м;
 r – плотность теплоносителя при соответствующей температуре, кг/м³.

По данным замеров давления в подающем и обратном трубопроводах строят действительный пьезометрический график, а по расходам воды на участках определяют расчетный график давления. Сравнением устанавливают отклонения действительного и расчетного пьезометрических графиков.

Тепловые испытания проводят с целью определения фактических потерь теплоты в сетях и сопоставления их с расчетными и нормативными значениями. Необходимость тепловых испытаний диктуется естественным разрушением тепловой изоляции, замены ее на отдельных участках, а также изменениями конструкций. Испытания проводят в конце отопительного сезона, когда вся конструкция теплопровода и прилегающий грунт прогреты достаточно равномерно. Перед испытаниями восстанавливают разрушенную изоляцию, осушают камеры и каналы, проверяют работу дренажных устройств, тепловые пункты потребителей отключают, циркуляцию воды производят через перемычки.

Во время испытаний замеряют расходы и температуры теплоносителя в начале и конце исследуемого участка подающего и обратного трубопроводов. Устанавливают устойчивый режим циркуляции, при котором снимают несколько показаний через 10 мин.

Фактические удельные потери теплоты определяют по формулам

$$q_{\phi_1} = \frac{c(G_1 - 0,25 G_n)(t_{11} - t_{12})}{3600 l} ; \quad (14.3)$$

$$q_{\phi_2} = \frac{c(G_1 - 0,75 G_n)(t_{21} - t_{22})}{3600 l} , \quad (14.4)$$

где q_{ϕ_1} , q_{ϕ_2} – фактические удельные потери теплоты в подающем и обратном трубопроводах, кВт/м; G_1 , G_n – усредненные расходы сетевой воды соответственно в подающем трубопроводе и подпиточной воды, кг/ч; t_{11} , t_{12} – усредненные температуры воды в начале и конце подающего трубопровода, °С; t_{21} , t_{22} – то же, обратного трубопровода; l – длина участка, м.

Сравнением фактических теплотерь с расчетными устанавливают качество изоляции. Для сопоставления с нормативными потерями фактические теплотери пересчитывают по среднегодовым температурам воды в подающем и обратном трубопроводах и среднегодовой температуре окружающей среды. Тепловые потери паропроводов определяют по изменению энтальпии, влажности пара и количеству выпадающего конденсата. Тепловые и гидравлические испытания сетей проводят через 3 – 4 года.

Испытания на максимальную температуру теплоносителя проводят с целью контроля надежности конструкции, работы компенсаторов, смещения опор, для определения действительных напряжений и деформа-

ций наиболее нагруженных элементов сети. Испытания проводят раз в два года в конце отопительного сезона при отключенных потребителях с циркулирующей теплоносителем через концевые перемычки.

В период испытания температура теплоносителя повышается со скоростью 30°C в час, в концевых точках сети максимальная температура выдерживается не менее 30 мин.

По мере разогрева трубопроводов через определенные интервалы времени замеряют перемещения фиксированных точек на трубах, плеч П-образных и стаканов сальниковых компенсаторов. Фактические перемещения элементов сети сравнивают с расчетными и по ним устанавливают действительные напряжения в характерных точках. Если разность расчетных и фактических удлинений трубопроводов превышает 25% расчетного удлинения, то должны быть предприняты поиски мест заземления труб, просадки или сдвига неподвижных опор и других причин, вызвавших это различие.

14.8 Защита тепловых сетей от коррозии

Борьба с коррозией является одной из важнейших задач службы эксплуатации. Коррозия сокращает срок службы тепловых сетей до 10–15 лет, что составляет около 30% от нормативной продолжительности эксплуатации. Известны примеры, когда коррозия выводила из строя новые сети через 5 – 6 лет.

Согласно теории максимальная скорость коррозии происходит при температурах 70–85°C. Именно при этих температурах большую часть времени работают подающие трубопроводы водяных тепловых сетей, чем объясняется существенная разница в скорости и в частоте наблюдаемой коррозии подающего и обратного трубопроводов и большая продолжительность службы паропроводов (до 20–30 лет), работающих при температурах более 100°C.

В действующем теплопроводе возникает внутренняя и наружная коррозия.

Внутреннюю коррозию вызывает кислород, содержащийся в сетевой воде или конденсате. В присутствии растворенной углекислоты коррозионная активность кислорода возрастает. В водяные сети кислород попадает главным образом с подпиточной водой. Насыщение сетевой воды и конденсата кислородом воздуха происходит через неплотности оборудования,

из-за присоса воздуха на разреженных участках водяной сети и в открытых конденсатных баках.

Внутренний коррозионный процесс протекает по-разному, в связи с чем различают язвенную и рассредоточенную коррозию. *Язвенная* коррозия наблюдается преимущественно в низших застойных участках трубопроводов, оборудования, приборов, где скапливается конденсат, слой шлама и коррозионные отложения. При язвенной коррозии на поверхности металла образуются отдельные участки глубоких поражений. Со временем процесс язвенной коррозии приводит к сквозному протравливанию металла, выводящему из строя узлы оборудования, участки сети небольшой протяженности. Язвенную, или локальную, коррозию вызывают главным образом отключения теплопроводов и аппаратов для ремонта. Опорожненные трубопроводы и оборудование некоторое время омываются воздухом. Небольшие скопления влажных шламов в застойных зонах служат источником местной коррозии. Начавшийся процесс коррозии продолжает развиваться и после заполнения труб теплоносителем. В паропроводах отдельные очаги поражения (питтинги) возникают обычно под слоем конденсата при прекращении подачи пара.

В водяных сетях и конденсатопроводах наряду с язвенной коррозией наблюдается *рассредоточенная* коррозия, захватывающая трубопроводы на большой длине. Скорость рассредоточенной коррозии меньше язвенной, но опасность ее не менее велика, так как постепенно приводит в негодность большие участки теплопроводов. Подающие водяные трубопроводы корродируют быстрее обратных, в которых концентрация кислорода понижена из-за израсходования его в подающем трубопроводе.

Предупреждение внутренней коррозии имеет большое значение для долговечности систем теплоснабжения и экономии теплоты и электроэнергии. В результате коррозии безвозвратно теряется металл, коррозионные налеты в трубах повышают шероховатость, гидравлические сопротивления и расход электроэнергии на перекачку теплоносителя. При окислении металла объем образующихся продуктов коррозии увеличивается в 3 – 4 раза, за счет чего существенно уменьшается поперечное сечение труб, особенно малого диаметра. Коррозионные продукты, смытые водой со стенок труб, разносятся по всей системе, забивают проходы в отопительные приборы и арматуру, вызывая разрегулировку. Отложения и занос сечения трубок снижают теплопроизводительность подогревателей.

Для предупреждения язвенной коррозии во временно отключаемых трубопроводах и аппаратах следует обеспечить полное удаление влаги.

Лучшим способом предохранения конденсата от поглощения кислорода является сбор и возврат по закрытой схеме. В закрытых схемах конденсат от потребителя поступает в сборные баки под давлением, поэтому контакт конденсата с воздухом исключается. Но применение закрытых схем связано с удорожанием оборудования и сети конденсатопроводов. На крупных предприятиях, имеющих разветвленную сеть паровых теплопотребителей различных параметров, закрытый сбор конденсата часто бывает затруднительным. На таких объектах возможна открытая схема сбора конденсата по безнапорным самотечным конденсатопроводам. Безнапорное содержание конденсата в самотечных конденсатопроводах и сборных баках приводит к значительным потерям теплоты (до 15 – 20% от общего расхода пара). Кроме того, свободный слив и открытая поверхность уровня в приемных баках способствуют переохлаждению конденсата. Переохлажденный до 50 – 80°C конденсат интенсивно обогащается кислородом воздуха, чем и объясняется повышенная коррозия конденсатопроводов и оборудования. Для уменьшения коррозии, тепловых потерь и самого конденсата важным мероприятием открытых схем сбора является поддержание температуры возвращаемого конденсата не более 98°C и организация непрерывной откачки.

Важнейшим условием повышения срока службы водяных тепловых сетей является поддержание в трубопроводах избыточного давления не менее 0,05 МПа, предупреждающего подсос воздуха, и организация качественной подпитки. Непрерывное восполнение утечек сетевой воды приводит к постоянному обновлению качества воды, циркулирующей в системе. В закрытых водяных системах при нормативной подпитке за отопительный период производится 8 – 15-кратная смена воды, в открытых системах кратность обмена сетевой воды значительно выше. Следовательно, чем быстрее совершается процесс обновления воды в замкнутой системе, тем меньше различий качеств сетевой и подпиточной воды. В конечном счете некачественная подготовка подпиточной воды влечет за собой ускоренное корродирование и зарастание труб и греющих приборов накипью и шламом. В качестве ингибиторов (замедлителей) коррозии рекомендуются небольшие дозировки силиката натрия (жидкое стекло) или гексаметафосфата натрия в подпиточную воду, которые создают внутри труб защитные пленки. Жидкое стекло, кроме того, улучшает деаэрацию воды.

Контроль за состоянием внутренних поверхностей трубопроводов осуществляется с помощью индикаторов, установленных на характерных участках подающих и обратных линий.

Коррозионный индикатор представляет собой шлифованный с обеих сторон диск диаметром 60 мм и толщиной 2 – 3 мм с центральным отверстием 10 мм. Изготавливают индикатор из того же металла, что и контролируемую трубу. Индикаторные диски закрепляют по 3–5 шт. через 40 мм на стержне и устанавливают в трубе ребром к потоку воды. Перед установкой диски обезжиривают эфиром или спиртом и взвешивают. Через определенное время индикаторы вынимают из трубы, тщательно очищают от коррозии. По убыли массы пластин определяют скорость коррозии, а по состоянию поверхностей – глубину и неравномерность локального разъедания металла.

Допустимая скорость коррозии не должна превышать 0,05 мм/год, при проникаемости более 0,2 мм/год скорость коррозии считается аварийной. При аварийной коррозии необходимо срочно повысить качество обработки подпиточной воды. Коррозионные налеты, обнаруженные внутри труб, по возможности надлежит удалить чистой или промывкой, так как смывые продукты коррозии, шламовые отложения повышают общую жесткость теплофикационной воды.

Наружная коррозия металла является следствием химических или электрохимических реакций, возникающих под воздействием окружающей среды. При химической коррозии металлы непосредственно вступают в химическое соединение с активными газами и жидкостями, насыщающими среду. В электрохимическом процессе коррозии разрушение металла происходит в результате соприкосновения с электролитами, при котором вместе с химическим взаимодействием возникает движение электрического тока. В грунтах содержатся многие агрессивные элементы, вызывающие электрохимические реакции, поэтому коррозию труб в грунте называют почвенной. Почвенной коррозии наиболее подвержены бесканальные прокладки, так как химические соединения, вымываемые влагой из грунта и теплоизоляции, имеют свободный доступ к поверхности труб.

Увлажнение теплоизоляции вызывает и выключение теплопроводов на ремонт.

Трубы из некорродирующих материалов пока не получили в тепловых сетях широкого распространения, поэтому важным средством защиты является антикоррозионное покрытие труб. Наиболее стойким является силикатное эмалирование труб. Силикатную стеклоэмаль изготавливают из смеси порошков кварцевого песка, полевого шпата, глины и буры. Стеклоэмаль хорошо противостоит коррозии при температуре теплоносителя до 200°С.

Битумные покрытия в немногo уступают стеклоэмалиям. Изготавливают их из более доступных материалов. Наносить их можно непосредственно на трассе. Покрытия составляют из битума и асбестовых отходов (борулин), при добавке дробленой резиновой крошки получают изол и бризол. Покрытия выпускают в виде рулонных материалов или мастик. Листовой борулин приклеивают на поверхности трубы по битумной грунтовке; термостойкость составляет 150°С. Такую же термостойкость имеют борулиновые мастики. Высокой антикоррозионной способностью обладает краска ЭФАЖС на эпоксидной смоле и другие покрытия (цинком, алюминием путем анодирования).

Электрическую коррозию металла вызывает блуждающий электрический потенциал между грунтом и трубопроводом. Источником блуждающих токов являются трамвайные и электрифицированные железные дороги постоянного тока. Часть обратных токов по рельсам рассеивается в почве и попадает на трубы (рис. 14.3). По сравнению с грунтом трубопровод имеет меньшее омическое сопротивление, поэтому вблизи теплопровода большая часть токов проходит по нему и снова выходит в почву к отсасывающим рельсам и шинам тяговой подстанции. Движением блуждающих токов на трубопроводе наводятся катодная (КЗ) и анодная (АЗ) зоны поляризации. Эти зоны разделяются нейтральной переходной зоной (ПЗ). На катодной зоне трубопровод имеет отрицательный потенциал по отношению к почве, а на анодной зоне – положительный. Электрокоррозия возникает в анодной зоне стоков электричества.

Коррозия под воздействием блуждающих токов протекает быстро, но захватывает небольшие участки труб, расположенных вблизи зоны рассеивания электричества.

Средства защиты сетей от блуждающих токов делятся на пассивные и активные. К *пассивной* защите относятся мероприятия, увеличивающие переходное сопротивление между грунтом и трубопроводом. Проще всего это достигается прокладкой сетей вдали от источников рассеивания тока без пересечения или сближения с рельсовыми путями электрифицированного транспорта. Допустимое расстояние между теплопроводом, прокладываемым параллельно с рельсовым транспортом, должно быть не менее 2 м от крайнего трамвайного рельса и 10 м от крайнего рельса электрифицированной железной дороги. При необходимости прокладки с меньшими расстояниями следует принимать повышенные антикоррозионные покрытия, использовать прокладки в каналах, в металлических (рис. 14.4) или железобетонных футлярах.

Пересечения с рельсами должны выполняться в каналах или футлярах с заглублением от подошвы рельс до верха подземного сооружения не менее 1 м. По обеим сторонам от пересечения на концах каналов и футляров сооружают камеры для наблюдения антикоррозионной защиты и изоляции. В этих камерах размещают приборы для измерения электрического потенциала и водоотливные насосы.

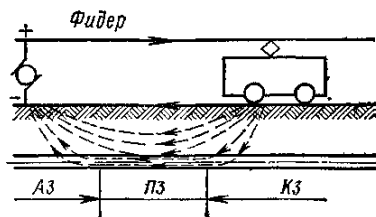


Рис 14.3. Схема распространения блуждающих токов

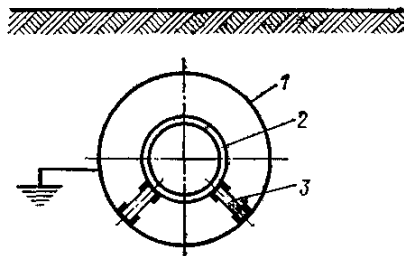


Рис. 14.4. Схема размещения трубопровода в металлическом футляре: 1 – футляр; 2 – трубопровод; 3 – диэлектрическая опора

К *активным* способам защиты относятся дренажные, катодные и протекторные устройства. Дренажная защита предназначена для отвода электричества от трубопроводов к источнику тока. По принципу действия электродренажи бывают прямые и поляризованные. Прямые электродренажи обладают двусторонней проводимостью электричества. Применяют их редко, когда стоки электричества с рельсов малы. Поляризованные дренажи обеспечивают односторонний пропуск электричества с помощью вентильных устройств (выпрямителей) или поляризованных реле. Применяют их при положительном или знакопеременном потенциале трубопроводов по отношению к земле. Ток из трубопроводов, имеющих повышенный положительный потенциал по сравнению с рельсами, протекает по электрической цепи к рельсам (рис. 14.5). При этом разрушения трубопроводов не будет, так как ток отводится организованно по цепи.

Катодную защиту применяют для устранения электрохимической коррозии трубопровода на участках с высокой агрессивностью грунта, а также от блуждающих токов с небольшим положительным потенциалом. При катодной защите трубопроводы подключают к отрицательному полю-

су постоянного источника тока. Положительный полюс источника тока соединяют с анодным заземлителем, размещенным вблизи трубопроводов. Ток с анодного заземлителя рассеивается в грунте и попадает на трубы, наводя на них катодную полярность. При таком движении электричества разрушается лишь анодное заземление. Протекторная защита состоит в наложении на 14.6 защищаемых трубах катодной полярности с помощью протекторов (рис.), создающих больший отрицательный потенциал по отношению к грунту. В результате, как и при катодной защите, ток от протектора, выполняющего роль анода, растекается в грунте, попадая на трубы, наводит на них катодную полярность. Под воздействием стоков электричества на теплопроводы разрушается протектор.

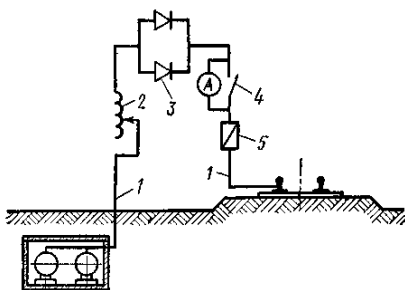


Рис 14.5. Схема поляризованного электродренажа:

1 – кабель; 2 – реостат; 3 – селеновый выпрямитель; 4 – рубильник; 5 – плавкий предохранитель

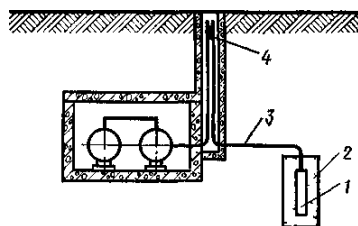


Рис. 14.6. Схема протекторной защиты трубопроводов.

1 – протектор из магниевых сплавов; 2 – обмазка; 3 – кабель; 4 – контактный вывод

Скорость электрической коррозии тем выше, чем больше сила блуждающих токов и меньше омическое сопротивление сооружения. Чтобы повысить электрическое сопротивление теплопроводов, длинные участки труб необходимо электрически изолировать друг от друга (искусственно секционировать участки электроизолирующими фланцевыми соединениями).

Эффективность катодной и протекторной защиты значительно улучшается с увеличением продольной проводимости защищаемого сооружения. С этой целью в местах установки задвижек, сальниковых компенсаторов делают шунтирующие перемычки. Перемычки необходимы

между подающими и обратными трубопроводами для выравнивания разности потенциалов, возникающих в результате неодинакового разогрева металла. Подвижные и неподвижные опоры на защищаемом участке трубопровода должны выполняться из диэлектрических материалов и иметь электрическую изоляцию от грунта.