

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Промышленная теплоэнергетика и экология»

И. Р. Погарцев, Д. С. Трошев

НАЛАДКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭНЕРГООБОРУДОВАНИЯ

КУРС ЛЕКЦИЙ

**для студентов специальности 1-43 01 07
«Техническая эксплуатация энергооборудования
организаций» дневной формы обучения**

Электронный аналог печатного издания

Гомель 2010

УДК 621.31.002.5.004.67(075.8)
ББК 31.16я73
П43

*Рекомендовано к изданию научно-методическим советом
энергетического факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 2 от 20.10.2009 г.)*

Рецензент: зав. каф. «Электроснабжение» ГГТУ им. П. О. Сухого канд. техн. наук
О. Г. Широков

Погарцев, И. Р.
П43 Наладка и эксплуатация энергооборудования : курс лекций для студентов специальности 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» днев. формы обучения / И. Р. Погарцев, Д. С. Трошев. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2010. – 85 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://lib.gstu.local>. – Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-985-420-946-3.

Рассмотрены вопросы, связанные с эксплуатацией и наладкой энергооборудования; требования к документации и персоналу; ремонт теплоустановок; автоматизация процессов; структура энергохозяйства.

Для студентов специальности 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» дневной формы обучения.

УДК 621.31.002.5.004.67(075.8)
ББК 31.16я73

ISBN 978-985-420-946-3

© Погарцев И. Р., Трошев Д. С., 2010
© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2010

1. СТРУКТУРА И ОСНОВНЫЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

1.1. Теплоэнергетические системы, их компоненты и функции

Теплоэнергетическое хозяйство современного промышленного предприятия представляет собой весьма разнообразный и сложный комплекс. Состав этого комплекса определяется в первую очередь технологическим назначением предприятия, а также его мощностью, местом расположения, взаимосвязями с энергосистемами и другими предприятиями, транспортными связями и другими факторами. *Основными компонентами систем являются:*

- источники теплоты (промышленные и отопительные котельные, энергетические котлы, вторичные источники тепла и т. п.);
- тепломассообменное оборудование (теплообменники и тепло-массообменные аппараты);
- тепломеханическое оборудование (насосы, вентиляторы, дымососы);
- тепловые сети (паропроводы, трубопроводы горячей и обратной воды);
- системы потребления теплоты;
- вспомогательное оборудование основных и вспомогательных систем.

Функциональное назначение основных составляющих тепло-энергетических систем:

- источники теплоты предназначены для выработки теплоты и передачи ее с теплоносителями (вода, пар и др.) напрямую потребителям или в промежуточные системы;
- теплообменное оборудование предназначено для передачи тепла от одного теплоносителя к другому;
- массообменное оборудование предназначено для реализации процессов массообмена между средами;
- назначением тепломеханического оборудования является в основном прокачка теплоносителей через оборудование и системы трубопроводов;
- тепловые сети соединяют источники теплоты с потребителем;

– системы потребления теплоты включают в себя раздающие трубопроводы с арматурой и технологическим оборудованием, потребляющим теплоту;

– назначением вспомогательного оборудования является хранение и очистка сбросов и дренажей и тому подобные функции.

1.2. Основные эксплуатационные показатели

При эксплуатации теплоэнергетических установок и систем должны быть обеспечены надежность и безопасность как систем в целом, так и оборудования, входящего в систему.

Надежность – свойство системы или агрегата сохранять во времени способность выполнять свои рабочие функции (вырабатывать тепловую и/или электрическую энергию; перекачивать теплоноситель и т. п.) по требуемому графику нагрузок при заданной системе технического обслуживания и ремонтов. Надежность – это сложное комплексное свойство, включающее в себя безотказность, долговечность и ремонтпригодность.

Безотказность – это свойство агрегата (системы) непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение заданного времени (параметр – наработка на отказ).

Долговечность – свойство сохранять работоспособность до разрушения или другого предельного состояния (например, до первого капитального ремонта). *Основными показателями долговечности являются:*

– технический ресурс – суммарная наработка агрегата за период эксплуатации;

– срок службы – календарная продолжительность эксплуатации агрегата до разрушения или другого предельного состояния.

Ремонтпригодность – это свойство, состоящее в приспособленности системы или агрегата к предупреждению отказов и обнаружению их причин путем контроля исправности, а также к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния посредством механического обслуживания и ремонта.

Безопасность не является составляющим свойством надежности, хотя в определенной степени зависит от нее. Безопасность должна обеспечиваться не только в нормальной эксплуатации, но и в аварийных ситуациях, связанных с отказом оборудования, ошибками персонала, стихийными явлениями и др. Большинство теплоэнергетических

установок потенциально опасны, поскольку используют в качестве теплоносителей воду и другие вещества при высокой температуре (до 500 °С и выше) и высоком давлении (до 25 МПа и выше), что представляет опасность для обслуживающего персонала, окружающей среды и населения в случае непредвиденного разуплотнения. Опасность вышеназванных установок связана также с использованием пожароопасных веществ (масла, твердые, жидкие и газообразные топлива и т. д.) и в связи с широким использованием в системах управления, сигнализации и защиты электричества с опасным уровнем напряжения.

1.3. Графики нагрузок и их характеристики

Поскольку до настоящего времени не решена проблема аккумуляции электрической энергии и в незначительной степени решены вопросы аккумуляции тепловой энергии (баки-аккумуляторы), все энергосистемы работают при переменном графике нагрузок. Это определяется тем, что большинство технологических установок, потребляющих тепловую и электрическую энергию, не могут эксплуатироваться в базовом режиме, поскольку цикл их деятельности не непрерывный, а требующий перерывов и остановок на перегрузку, ремонты, отдых персонала и т. п. Также неравномерно потребление энергии в быту и городским хозяйством. Неравномерности потребления энергии имеют, как правило, суточные, недельные и годовые циклы.

Особенности графиков нагрузок можно рассмотреть на примере энергосистем, основной продукцией которых является электрическая энергия. Энергосистемы формируются по территориальному принципу и включают в себя расположенные на данной территории электростанции, потребителей электроэнергии и связи с соседними системами.

В суточном графике электрических нагрузок в энергосистеме (рис. 1.1) можно выделить базовую, полупиковую и пиковую области нагрузок.

В базовой области, ограниченной сверху ординатой, соответствующей минимальной суточной (ночной) нагрузке, *потребляемая мощность* (\bar{P}) равна

$$\bar{P} = P / P_{\max}, \quad (1.1)$$

где P – текущая нагрузка, МВт; P_{\max} – максимальная суточная нагрузка, МВт.



Рис. 1.1. Суточный график электрических нагрузок

Потребляемая мощность (\bar{P}) не меняется в течение суток. Пиковые области, соответствующие утреннему и вечернему пикам нагрузки, длительностью по 3–4 ч, ограничены снизу ординатой, соответствующей минимальной нагрузке в обеденный период. Между ними располагается полупиковая область, протяженность ее 16–18 ч.

Основными показателями графика нагрузок являются:

1) коэффициент неравномерности ($\alpha_{\text{сут}}$), равный

$$\alpha_{\text{сут}} = P_{\min} / P_{\max}, \quad (1.2)$$

и представляющий собой отношение минимальной и максимальной суточных нагрузок;

2) коэффициент заполнения (α_3), равный

$$\alpha_3 = \frac{1}{\tau} \int_0^{\tau} P \cdot d\tau / P_{\max}, \quad (1.3)$$

где P – текущая нагрузка; $\tau = 24$ ч – время суток.

Коэффициент заполнения представляет собой отношение площади под кривой нагрузок к площади прямоугольника с ординатой, соответствующей максимальной суточной нагрузке, и длиной, равной времени суток ($\tau = 24$ ч).

Графики нагрузок выходных дней существенно отличаются от графиков рабочих дней (большие значения $\alpha_{\text{сут}}$ и α_3 при снижении уровня нагрузок), а также имеются сезонные отличия дневных графиков нагрузок (для зимних – более высокий уровень).

Поскольку система обязана надежно покрывать максимальную дневную нагрузку (в году), то установленная электрическая мощность системы должна соответствовать максимальной нагрузке с учетом запаса на непредвиденные отклонения и резервирования.

Основная задача управления энергосистемой состоит в том, чтобы приводить суммарную выработку электроэнергии в соответствие с непрерывно меняющимся потреблением. Поскольку система состоит из большого количества не однотипных по энергетическим характеристикам агрегатов, существует большое количество вариантов обеспечения соответствия вырабатываемой и потребляемой мощностей. Однако эти варианты будут отличаться экономичностью и надежностью. Поэтому основной задачей диспетчерских служб энергосистем является выбор наиболее экономичных вариантов.

Наиболее сложной проблемой является покрытие полупиковых нагрузок, которые составляют зачастую до 25 % от P_{\max} и имеют продолжительность до 75 % от общего времени эксплуатации. Для покрытия полупиковых нагрузок в настоящее время используются гидроэлектростанции и конденсационные тепловые электростанции с мощными энергоблоками.

Суточные и годовые графики потребления тепловой энергии сильно зависят от технологического назначения предприятия и от развитости коммунально-бытового сектора предприятия. Годовые графики нагрузок характеризуются также *годовым числом часов использования максимальной (или установленной) мощности*, равным

$$T_{\max} = \int_0^{\tau_{\text{год}}} P \cdot d\tau / P_{\max}, \quad (1.4)$$

где $\tau_{\text{год}} = 8760$ ч.

2. ОРГАНИЗАЦИОННАЯ СТРУКТУРА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ХОЗЯЙСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ

Лицом, ответственным за общее состояние и эксплуатацию теплового хозяйства промышленного предприятия, представляющего весьма разнообразный и сложный комплекс, является главный энергетик или главный механик (на малых предприятиях – главный инженер). В зависимости от размеров и сложности теплового хозяйства кроме главного энергетика (механика) в тепловых и технологических

цехах имеется инженерно-технический персонал, ответственный за техническое состояние и безопасную эксплуатацию котельного оборудования, тепловых сетей, теплообменного и теплоиспользующего оборудования конкретных цехов и участков. Этот инженерно-технический персонал непосредственно подчинен, как правило, главному энергетiku (механику) и имеет в своем распоряжении необходимое количество обслуживающего и ремонтного персонала.

На предприятии должно быть организовано круглосуточное управление работой энергетического хозяйства, *задачами* которого являются:

- ведение заданных режимов работы;
- локализация и ликвидация отказов и нарушений в работе и восстановление режимов работы;
- производство переключений, пусков и остановов оборудования;
- подготовка рабочих мест к ремонтным работам.

Конкретная структура управления определяется руководством предприятия, исходя из местных условий. Однако обязательно должны быть предусмотрены распределение функций оперативного контроля и управления между отдельными уровнями управления производством, а также подчиненность нижестоящих уровней управления вышестоящим. Управление должно иметь два уровня: оперативное управление и оперативное ведение. В оперативном управлении дежурного (диспетчера) по предприятию должны находиться установки и сети, при операциях с которыми требуется координация подчиненного дежурного персонала. Операции должны проводиться только под руководством дежурного (диспетчера). В оперативном ведении должны находиться отдельные установки и сети, состояние и режим работы которых влияют на режим и надежность работы теплового хозяйства предприятия. Операции с ними должны проводиться с разрешения дежурного (диспетчера).

На предприятии должен быть составлен и утвержден главным энергетиком список лиц, имеющих право вести переговоры с энерго-снабжающей организацией, а также разработаны местные инструкции, регламентирующие взаимоотношения специалистов различных уровней управления.

Основными *задачами* организации, эксплуатирующей тепловые системы не зависимо от ведомственной принадлежности, являются:

- обеспечение надежного и бесперебойного теплоснабжения технологических и коммунально-бытовых потребителей;

- обеспечение и повышение надежности, безотказности и экономичности работы установок, сетей и аппаратов;
- организация эксплуатации оборудования в соответствии с действующей нормативно-технической документацией;
- снижение себестоимости производства и реализации тепловой энергии, повышение производительности труда.

Приказом руководителя предприятия должны быть установлены границы ответственности производственных подразделений и энергослужбы предприятия, а с энергоснабжающей организацией должен быть заключен договор с разграничением ответственности между поставщиком и потребителем. Также должны быть заключены договоры с централизованными монтажными и ремонтными организациями (в случае их привлечения к работам) с четким разграничением обязанностей при проведении ремонтных и монтажных работ.

Устройство, эксплуатация и ремонт установок и сетей, зданий и сооружений должны отвечать требованиям системы стандартов безопасности труда и «Правил техники безопасности...», а организация работ по технике безопасности – требованиям системы управления охраной труда в отрасли.

В состав технико-экономической части проектов новых и реконструируемых производств необходимо включать показатели удельных расходов тепла и показатели обобщенных энергозатрат на производство продукции, соответствующие лучшим мировым достижениям.

Работой энергетического хозяйства предприятия должен управлять оперативный дежурный или оперативно-ремонтный персонал. Помещение дежурного персонала должно быть оборудовано средствами связи и обеспечено технической документацией, противопожарным инвентарем, инструментом, запчастями и необходимыми материалами.

Дежурный персонал должен работать по строгому графику (замены допускаются только с разрешения соответствующих руководителей), причем дежурство в течение двух смен подряд запрещается. Дежурный персонал должен принять и передать смену следующему дежурному персоналу с записью в оперативном журнале. При этом он должен ознакомиться с производственным заданием, состоянием и режимом работы оборудования и сетей, арматуры и приборов, получить сведения об оборудовании, находящемся в ремонте, проверить и принять инструмент, материалы, ключи от помещений, ознакомиться со всеми распоряжениями со времени его предыдущего дежурства.

Дежурный персонал обязан:

- обеспечить безопасный, надежный и экономичный режим работы доверенного ему оборудования и систем;
- вести записи в оперативном журнале о режимах работы, переключениях, пусках и остановах, отказах в работе и действиях по восстановлению, времени допуска к работам и окончании работ по нарядам с указанием номера наряда и содержания работ;
- самостоятельно принимать меры к восстановлению нормального режима работы при нарушениях и отказах с сообщением о происшествии вышестоящему дежурному персоналу.

Все переключения в схемах и сетях должны проводиться в соответствии с инструкцией по эксплуатации. Сложные переключения, а также переключения, в которых участвует более одного исполнителя, должны проводиться по программам (бланкам) переключений. Перечень таких переключений и список участвующих и контролирующих лиц должны быть утверждены главным инженером предприятия.

Ремонтные службы предприятия могут быть цеховыми и/или централизованными. В случае централизованной ремонтной службы она тоже, как правило, организуется по цеховому принципу. При этом данная служба административно подчиняется главному энергетiku (механику), а при выполнении ремонтных работ – оперативно руководству цеха, в котором производятся ремонтные работы.

Ответственные переключения и большинство ремонтных работ выполняются по распоряжениям и нарядам-допускам.

3. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЙ ПЕРСОНАЛ

3.1. Задачи персонала и надзор за выполнением требований

Надежная и безопасная работа технического оборудования и систем в значительной мере зависит от качества подготовки эксплуатационного персонала и систематической работы с ним.

Основными задачами персонала, эксплуатирующего теплоэнергетический комплекс предприятия, является обеспечение:

- исправного технического состояния теплоэнергетического оборудования энергоисточников, систем теплоснабжения и тепловых сетей;

- безопасной эксплуатации теплоэнергетического оборудования энергоисточников, систем теплопотребления и тепловых сетей;
- надежного снабжения тепловой энергией потребителей.

Персонал обязан:

- подчиняться правилам внутреннего распорядка, иным актам, регламентирующим вопросы дисциплины труда;
- соблюдать технологическую дисциплину, требования правил технической эксплуатации теплоиспользующих установок и тепловых сетей потребителей, инструкций и других нормативных правовых актов по охране труда;
- содержать в чистоте и порядке рабочие места;
- правильно использовать предоставленные ему средства индивидуальной защиты, а в случае их отсутствия незамедлительно уведомлять об этом непосредственного руководителя.

Персонал, эксплуатирующий энергооборудование энергосистемы, а также теплоиспользующие установки и тепловые сети организаций, подразделяется:

- на административно-технический;
- дежурный;
- оперативно-ремонтный;
- ремонтный.

Ответственность персонала за выполнение «Правил Госпромнадзора», «Правил эксплуатации...», «Правил техники безопасности...» должна содержаться в должностных инструкциях, утвержденных в установленном порядке.

Приказом руководителя организации должны быть назначены лица, ответственные: за исправное состояние и безопасную эксплуатацию теплогенерирующих и теплопотребляющих установок и тепловых сетей предприятия – главный инженер (энергетик) или его заместитель; исправное состояние и безопасную эксплуатацию котельных, тепловых сетей, тепловых пунктов, насосных станций и т. д. – из числа дипломированных специалистов этих цехов и участков.

Ответственные за исправное состояние и безопасную эксплуатацию оборудования организации (предприятия) и его подразделений обязаны обеспечить:

- содержание установок и сетей в работоспособном и технически исправном состоянии и их эксплуатацию в соответствии с требованиями «Правил...» и нормативно-технической документации, относящимися к этим установкам и сетям;

- соблюдение тепловых и гидравлических режимов, рациональное расходование теплоносителей, разработку, выполнение и анализ норм расхода тепловой энергии;
- внедрение автоматизированных систем и приборов контроля режимов и учета потребляемой тепловой энергии;
- своевременное и качественное техническое обслуживание и ремонт;
- ведение установленной статистической отчетности;
- подготовку персонала и проверку знаний «Правил техники безопасности...», должностных и производственных инструкций, технических знаний;
- разработку энергетических балансов предприятия и его подразделений;
- разработку планов снижения теплотребления, внедрение энергосберегающих и экологически чистых технологий;
- приемку в эксплуатацию новых и модернизированных установок и систем;
- выполнение предписаний надзорных органов в установленные сроки, а также своевременное расследование отказов и несчастных случаев на производстве.

За аварии и инциденты в работе энергооборудования несут персональную ответственность:

- работники, непосредственно обслуживающие установки и сети (дежурный и оперативно-ремонтный персонал), – за инциденты, произошедшие по их вине, а также за неправильные действия при ликвидации инцидента на обслуживаемом ими участке;
- работники, производившие ремонт оборудования, – за инциденты, происшедшие в результате некачественного ремонта;
- административно-технический персонал – за инциденты, происшедшие в результате несвоевременного проведения ремонта по их вине или некачественной приемки оборудования после ремонта;
- главные инженеры, главные энергетики (механики), начальники цехов, мастера и другие специалисты – за инциденты, произошедшие по их вине, по вине подчиненного им персонала, а также в результате неудовлетворительной организации ремонта и невыполнения организационно-технических предупредительных мероприятий.

Каждый случай отказа должен быть расследован и учтен. Основной задачей расследования отказов кроме определения персонального виновника является выявление причин с целью разработки предупредительных мероприятий.

Каждый несчастный случай, связанный с эксплуатацией оборудования, должен быть расследован и учтен в установленном порядке. Ответственность за них несут лица, непосредственно нарушившие правила, и лица, не обеспечившие выполнение мероприятий, исключая несчастные случаи.

Государственный надзор за выполнением требований «Правил...» и другой нормативно-технической документации (НТД) осуществляет и Госэнергонадзор по своим направлениям.

3.2. Требования к персоналу, его обучение и подготовка

Эксплуатацию установок и сетей организаций (предприятий) должен осуществлять подготовленный персонал: специалисты должны иметь образование, соответствующее должности, а рабочие – подготовку в объеме квалификационных требований.

На предприятии должна проводиться систематическая работа по повышению квалификации персонала, предупреждению аварийности и травматизма.

Оперативный (дежурный и оперативно-ремонтный) персонал электростанций, тепловых и электрических сетей РУП облэнерго до назначения на самостоятельную работу или при переводе на другую оперативную работу обязан в соответствии с утвержденной программой пройти в сроки, установленные руководством организации:

- необходимую теоретическую подготовку;
- производственное обучение на рабочем месте;
- стажировку;
- проверку знаний нормативных правовых актов, технических нормативных правовых актов, локальных нормативных правовых актов по охране труда, производственных и должностных инструкций и инструкций по охране труда в объеме, установленном для данной должности (профессии);
- дублирование;
- противоаварийные и противопожарные тренировки.

После этого на основании положительных результатов прохождения вышеуказанных этапов подготовки производится допуск персонала к самостоятельной работе приказом по предприятию (организации) с уведомлением всех заинтересованных лиц.

Специалисты, непосредственно не участвующие в управлении или обслуживании, должны пройти подготовку к новой должности,

проверку знаний в объеме должностных инструкций, профессиональное и экономическое обучение.

Лица, обслуживающие объекты, подконтрольные органам Госпромнадзора, должны пройти обучение, аттестацию, проверку знаний и стажировку в соответствии с требованиями Госпромнадзора.

Обучение и проверка знаний профессий и по вопросам охраны труда рабочих проводятся при подготовке, переподготовке, получении второй профессии, повышении квалификации в соответствии с Законом Республики Беларусь от 29 октября 1991 г. «Об образовании», «Типовым положением о непрерывном профессиональном обучении рабочих», утвержденным приказом-постановлением Министерства образования и науки Республики Беларусь и Министерства труда Республики Беларусь от 2 июня 1995 г., «Положением о порядке аттестации лиц, прошедших обучение профессиям рабочих в условиях непрерывного профессионального обучения, и присвоения им квалификации», утвержденным приказом Министерства образования Республики Беларусь от 13 августа 1998 г. № 494 и правилами работы с персоналом в организациях электроэнергетической отрасли.

Обучение руководителей и специалистов осуществляется по учебным планам и программам, составленным на основании Примерной программы обучения по вопросам охраны труда для руководителей и специалистов организаций, утвержденной постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 8 августа 2003 г. № 92, и типового перечня вопросов для обучения и проверки знаний по вопросам охраны труда руководителей и специалистов.

Квалификационная проверка знаний должна производиться:

– первичная – перед допуском к самостоятельной работе после обучения и подготовки к новой должности, а также при переходе с другой работы (должности);

– периодическая – для дежурного и оперативно-ремонтного персонала, а также для рабочих, занятых ремонтом, 1 раз в год; для административно-технического персонала – 1 раз в 3 года;

– внеочередная – при нарушении правил и инструкций; по требованию надзорных органов и профсоюза; по заключению комиссий, расследующих происшествие; по требованию вышестоящих организаций; при вводе в действие новых правил или НТД; при внедрении новых технологических процессов; при переводе на новое место работы или должность.

Требования к объему знаний устанавливаются в должностных инструкциях.

Проверка знаний должна проводиться индивидуально, результаты проверки оформляются в журнале установленного образца и заносятся в квалификационное удостоверение.

Получившие неудовлетворительную оценку не допускаются к самостоятельной работе и обязаны пройти повторную проверку знаний в течение 1 месяца.

Проверку знаний осуществляют специально созданные комиссии в составе не менее 3 человек. Ответственные лица за исправное состояние и безопасную эксплуатацию энергооборудования проходят проверку знаний в комиссии под председательством главного инженера (руководителя) организации с участием представителей Госпромнадзора (Госэнергонадзора) и руководителя отдела по охране труда или работника, выполняющего его обязанности.

Остальной персонал проходит проверку знаний в комиссиях под председательством главного энергетика, его заместителя, начальников цехов или участков или их заместителей и энергетиков цехов. В состав этих комиссий могут привлекаться специалисты энергослужбы, работники отдела по охране труда и члены профсоюзного комитета организации. Составы комиссий должны быть утверждены руководством организации и согласованы с профсоюзным комитетом.

После проверки знаний в соответствии с заключением комиссии по проверке знаний вновь принятый или переводимый с другой работы работник допускается к исполнению обязанностей на рабочем месте под наблюдением и руководством опытного работника – дублированию. Список профессий (должностей), которым необходимо проходить дублирование, утверждается главным инженером организации.

Срок дублирования на рабочем месте устанавливается главным инженером организации, при этом для профессий (должностей), к которым предъявляются повышенные требования безопасности труда, дублирование должно быть не менее 12 смен. Допуск персонала к дублированию оформляется распорядительным документом. За действия дублера несут равную ответственность как работник, ответственный за дублирование, так и сам дублер.

В течение срока дублирования дублер должен пройти не менее двух противоаварийных тренировок с элементами пожаротушения в объеме, определяемом должностными обязанностями.

После окончания подготовки и прохождения дублирования, успешного прохождения противоаварийной и противопожарной трени-

ровки работник допускается к самостоятельной работе приказом по организации с уведомлением всех заинтересованных лиц.

Инструктаж по технике безопасности (вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый, целевой) проводится для всего персонала.

Все работники, связанные непосредственно с эксплуатацией оборудования, зданий и сооружений электрических станций и сетей, должны проходить ежемесячные инструктажи по безаварийной и безопасной работе (на рабочем месте) по утвержденному тематическому годовому плану.

Кроме вводного инструктажа вновь поступившие руководители и специалисты должны быть ознакомлены вышестоящим должностным лицом:

- с условиями труда и производственной обстановкой на вверенном им участке;
- с состоянием средств защиты от вредных и опасных факторов;
- с мероприятиями по улучшению условий и охране труда;
- с руководящими материалами и должностными обязанностями по охране труда.

Противоаварийные тренировки для дежурного и оперативно-ремонтного персонала проводятся с периодичностью, устанавливаемой «Правилами проведения противоаварийных тренировок персонала электрических станций и сетей Минэнерго СССР (РД 34.12.201–88)».

Порядок проведения противопожарных тренировок устанавливается в соответствии с «Инструкцией по организации противопожарных тренировок на энергетических предприятиях и в организациях Минэнерго СССР» (И 34-00-012084).

3.3. Роль человека в эксплуатации оборудования и его взаимодействие с системами автоматики

Все системы и элементы такого сложного комплекса, каким является теплоэнергетическое хозяйство любого промышленного предприятия, становятся единым целым только благодаря участию человека в эксплуатации. В конечном счете только эксплуатационный персонал обеспечивает безопасность, надежность и высокую эффективность работы систем и оборудования. При этом влияние культуры эксплуатации на эти показатели соизмеримо с влиянием качества проектирования, изготовления и монтажа оборудования.

Особенно велика роль персонала в нештатных ситуациях, когда от действия людей зависит, будет ли быстро ликвидировано нарушение нормального режима работы и локализованы последствия отклонений, или ситуация разовьется в серьезную аварию.

Теплотехнические комплексы предприятий и их оборудование оснащены, как правило, развитой системой автоматического управления и защиты. Это позволяет освободить персонал от утомительной рутинной и монотонной работы и помогает ему в управлении сложными ситуациями с быстропротекающими процессами. Однако при этом возникает сложная задача распределения обязанностей между человеком и системами автоматики в процессе эксплуатации. К достоинствам человека при участии в процессе эксплуатации относится способность принимать решения при ограниченной информации, развитая интуиция, гибкость и планирование, способность выполнять одну и ту же операцию разными способами. К недостаткам – ограниченные возможности восприятия информации по объему и скорости, ограниченные способности органов чувств, усталость, необходимость комфортных условий, относительная замедленность в принятии решений и возможность ошибок.

Поэтому важно, чтобы автоматические системы расширяли поле достоинств человека. Этим и определяется линия разграничения функций человека и автоматики. В частности, человек не должен вмешиваться в действия автоматики при быстропротекающих процессах, прежде всего в действия аварийных защит.

Вместе с тем использование автоматики не исключает человека из сферы управления. Оператор обязан следить по информации, выдаваемой ему системами контроля и управления, за состоянием этих систем и в случае их отказа брать управление на себя. То есть человек должен быть «резервным элементом» автоматической системы и принимать наиболее важные, ключевые решения.

4. ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

4.1. Техническая документация

На каждом энергопредприятии должны быть следующие *документы*:

- акты отвода земельных участков;
- геологические, гидрологические и другие данные о территории с результатами испытаний грунтов и анализа грунтовых вод;

- акт заложения фундаментов с разрезами шурфов;
- акты приемки скрытых работ;
- акты (или журналы наблюдений) об осадках зданий, сооружений и фундаментов под оборудование;
- акты испытаний устройств, обеспечивающих взрывобезопасность, пожаробезопасность, молниезащиту и противокоррозионную защиту сооружений;
- акты испытаний внутренних и наружных систем водоснабжения, теплоснабжения, отопления и вентиляции;
- акты индивидуального опробования и испытаний оборудования и технологических трубопроводов;
- акты государственных и рабочих приемочных комиссий;
- генеральный план участка с нанесенными зданиями и сооружениями, включая подземное хозяйство;
- утвержденная проектная документация (чертежи, пояснительные записки и др.) со всеми последующими изменениями;
- технические паспорта зданий, сооружений, технических узлов и оборудования;
- исполнительные рабочие чертежи оборудования и сооружений, чертежи всего подземного хозяйства;
- исполнительные рабочие схемы первичных и вторичных электрических соединений;
- исполнительные рабочие технологические схемы;
- чертежи запасных частей к оборудованию;
- инструкции по обслуживанию оборудования и сооружений, должностные инструкции по каждому рабочему месту;
- оперативный план пожаротушения;
- документация в соответствии с требованиями органов государственного надзора;
- инструкции по охране труда.

Комплект указанной выше документации должен храниться в техническом архиве предприятия со штампом «Документы».

В организации на каждую теплоиспользующую установку необходимо иметь:

- паспорт установленной формы с протоколами и актами испытаний, осмотров и ремонтов;
- исполнительные схемы трубопроводов с нумерацией арматуры, указанием сварных швов и расстановкой контрольно-измерительных приборов;

- инструкцию по эксплуатации и ремонту;
- полный комплект схем и чертежей по тепловым сетям;
- оперативные схемы и чертежи теплоиспользующих установок оборудования;
- паспорта на трубопроводы;
- акты технического освидетельствования трубопроводов и сосудов, работающих под давлением, подконтрольных Госпромнадзору;
- акты испытаний трубопроводов;
- эксплуатационная документация завода-изготовителя теплоиспользующих установок согласно ГОСТ 2.601–95 «Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы»;
- график ремонта и технического освидетельствования;
- графики периодической поверки средств измерений;
- свидетельства о поверке средств измерений.

В организации на трубопроводы, на которые распространяются «Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды», необходимо иметь:

- паспорт;
- документы о наладке опорно-подвесной системы;
- исполнительную схему трубопровода с указанием на ней: марки стали, диаметров, толщин труб, протяженности трубопровода; расположения опор, компенсаторов, подвесок, арматуры, воздушников и дренажных устройств; сварных соединений, расстояний между ними и от них до колодцев и абонентских вводов; расположения указателей для контроля тепловых перемещений и проектных величин перемещений, устройств для измерения ползучести (для трубопроводов, которые работают при температурах, вызывающих ползучесть металла);
- свидетельство об изготовлении деталей трубопровода;
- свидетельство о монтаже трубопровода;
- акт приемки трубопровода владельцем от монтажной организации;
- инструкции по эксплуатации трубопроводов.

4.2. Инструкции и схемы

Инструкции по эксплуатации (обслуживанию) оборудования должны составляться в соответствии с требованиями «Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей», «Правил технической эксплуатации теплоиспользующих установок и тепловых сетей потребителей», «Правил техники безопасности при эксплуата-

ции...», на основе заводских инструкций и проектных данных, типовых инструкций, НТД, опыта эксплуатации и результатов испытаний, а также с учетом местных условий. В них должны быть приведены:

- краткая характеристика оборудования;
- критерии и пределы безопасного состояния и режимов работы установки или комплекса установок;
- порядок подготовки к пуску, порядок пуска, останова и обслуживания оборудования, содержания зданий и сооружений во время нормальной эксплуатации и в аварийных режимах;
- порядок допуска к осмотру, ремонту и испытаниям оборудования, зданий и сооружений;
- требования по безопасности труда, взрыво- и пожаробезопасности, специфические для данной установки.

В инструкциях должен быть указан перечень лиц, для которых знание инструкции обязательно.

В должностных инструкциях на каждое рабочее место должны быть: перечень инструкций, НТД и схем, знание которых обязательно для работника; права, обязанности и ответственность работника; взаимоотношения работника с вышестоящим, подчиненным и связанным по работе персоналом.

В инструкциях по охране труда должны быть указаны общие требования безопасности перед началом работы, во время работы, при отказах в работе оборудования и по окончании работы.

Инструкции должны пересматриваться и переутверждаться не реже 1 раза в 3 года. В случае изменения состояния или условий эксплуатации оборудования в инструкции вносятся дополнения и изменения и доводятся до работников под роспись в листе ознакомления к инструкции.

У начальника участка и на рабочем месте дежурного персонала должен находиться комплект схем. Кроме того, необходимые схемы должны быть вывешены на видном месте в помещении дежурного персонала. Информация об изменениях в схемах должна доводиться записью в журнале распоряжений. Не реже 1 раза в 3 года должны проводиться проверки соответствия схем действительному состоянию (пересмотр).

4.3. Оперативная документация

Дежурный персонал должен вести следующую *оперативную документацию*:

- оперативный журнал, в котором в хронологическом порядке регистрируются оперативные действия, распоряжения, записи о неис-

правностях и отказах, записи о первичных и ежедневных допусках к работе по нарядам и распоряжениям, записи о приеме и сдаче смены;

- журнал распоряжений руководства предприятий, руководящего персонала энергослужбы;

- журнал учета работ по нарядам и распоряжениям;

- журнал заявок на вывод оборудования из работы с регистрацией заявок, указанием наименования оборудования, причины и времени вывода из работы, а также объема теплотребления отключаемого оборудования;

- журнал дефектов с записями о неисправностях с указанием даты, характера и принадлежности неисправности, а также с записью ответственного за состояние и безопасную эксплуатацию об ознакомлении и устранении дефектов;

- бланки переключений с записями объемов переключений, сведений о персонале, проводящем переключения, указания о последовательности переключений, состоянии запорной и регулирующей арматуры и фамилии работника, контролирующего переключения;

- температурный график центрального регулирования системы теплоснабжения;

- режимные карты, содержащие перечень оптимальных значений параметров для достижения надежной и экономичной эксплуатации оборудования.

Административно-технический персонал должен ежедневно проверять оперативную документацию и принимать меры к устранению дефектов оборудования и нарушений в работе, допущенных персоналом. Результаты проверки заносятся в журналы.

4.4. Технико-экономическая документация

В основу технико-экономических показателей работы должна быть положена статистическая и бухгалтерская документация, действующая на предприятии.

Основными технико-экономическими показателями являются: количество выработанной и отпущенной теплоты; себестоимость реализованной теплоты; удельный расход условного топлива; удельный расход теплоты на единицу выработанной продукции; потери теплоты в теплопроводах и расходы на собственные нужды; удельная численность персонала.

Отдел главного энергетика разрабатывает нормативные характеристики, которые ежегодно проверяются и корректируются (при необ-

ходимости). Основой для составления нормативов и их корректировок являются результаты испытаний.

Организация должна проводить теплотехнические испытания установок, по результатам которых разрабатывать в установленные сроки тепловые балансы и нормативные характеристики, проводить их анализ и принимать меры к их оптимизации.

Перечень теплоиспользующих установок, на которых должны производиться энергетические испытания, должен быть утвержден главным инженером организации.

Энергетические характеристики и нормы, удельные показатели должны быть доведены до эксплуатационного персонала в форме режимных карт, таблиц, графиков и должны быть приведены в эксплуатационных инструкциях.

По требованию Госэнергонадзора организация обязана составлять пароконденсатный баланс. Пароконденсатный баланс составляется не реже 1 раза в 3–5 лет, а также при смене технологического оборудования или профиля производства.

5. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ

5.1. Общие положения

Ответственность за организацию технического обслуживания (ТО) и ремонтов несет административно-технический персонал, за которым закреплены установки и сети. Объем ТО и ремонта определяется необходимостью поддержания работоспособного состояния оборудования, установок и сетей.

При ТО следует проводить операции контрольного характера: осмотр, надзор за соблюдением эксплуатационных инструкций, технические испытания и проверку технического состояния, а также некоторые технологические операции восстановительного характера: регулировку и настройку, очистку, смазку, замену вышедших из строя деталей без значительной разборки, устранение мелких дефектов.

Система ТО и ремонта должна носить предупредительный характер. При планировании ТО и ремонтов должен быть произведен расчет трудоемкости операций, их продолжительности, потребности в персонале, материалах, комплектующих изделиях и запчастях.

- В системе ТО и ремонтов должны быть предусмотрены:
- подготовка ТО и ремонта;
 - вывод оборудования в ремонт;
 - оценка технического состояния установок и сетей и составление дефектных ведомостей;
 - проведение ТО и ремонтов;
 - приемка оборудования из ремонта;
 - контроль и отчетность о выполнении ТО и ремонтов.

5.2. Виды ремонтов и их планирование

Основными видами ремонтов энергооборудования являются капитальный (средний) и текущий ремонт.

При капитальном ремонте энергооборудования должны быть восстановлены его исправность и полный, или близкий к полному, ресурс с заменой или восстановлением любых частей, включая базовые.

При *текущем ремонте* должна быть восстановлена работоспособность, заменены и/или восстановлены отдельные части (кроме базовых).

При типовом *капитальном ремонте*, например, котельных агрегатов выполняются следующие работы:

- полный наружный осмотр котла и его трубопроводов при рабочем давлении;
- полный внутренний осмотр котла после его остановки и расхолаживания;
- проверка наружных диаметров труб всех поверхностей нагрева с заменой дефектных;
- промывка труб пароперегревателя, регуляторов перегрева, пробоотборников, холодильников и т. д.;
- проверка состояния и ремонт (или замена) арматуры котла и главных паропроводов;
- проверка и ремонт механизмов топок (питатель, цепная решетка, мельницы, горелки и т. п.);
- проверка и ремонт обмуровки котла, гарнитуры, устройств для очистки наружных поверхностей нагрева;
- опрессовка воздушного тракта и воздухоподогревателя, ремонт воздухоподогревателя;
- опрессовка газового тракта и его уплотнение;
- проверка состояния и ремонт тягодутьевых устройств и их осевых направляющих аппаратов;

- проверка и ремонт золоуловителей и устройств для удаления золы;
- наружная и внутренняя очистки поверхностей нагрева, барабанов и коллекторов;
- проверка и ремонт системы шлакоудаления;
- проверка состояния и ремонт тепловой изоляции горячих поверхностей котла.

Владелец должен обеспечить своевременный ремонт котлов и вспомогательного оборудования по утвержденному графику планово-предупредительного ремонта. Ремонт должен выполняться по НТД и технологии, разработанной до начала выполнения работ.

Капитальный ремонт котельных установок, турбин и электрических генераторов должен проводиться не реже 1 раза в 4 года. Как правило, одновременно с капитальным ремонтом котла, турбины или генератора ремонтируется их вспомогательное оборудование, средства измерения и система автоматического регулирования.

Ремонт тепловых сетей должен производиться по мере необходимости на основе результатов анализа повреждений, периодических осмотров, испытаний и ежегодных опрессовок и шурфовок. Предприятие тепловых сетей должно систематически заменять аварийные трубопроводы путем их перекладки при капитальном ремонте.

Продолжительность капитального ремонта энергооборудования 30–40 суток.

При текущем ремонте оборудования производится его чистка и осмотр, частичная разборка узлов с быстро изнашивающимися деталями и замена деталей, выработавших свой ресурс, ремонт или замена отдельных деталей, устранение дефектов, выявленных в процессе эксплуатации, составление предварительной ведомости дефектов и изготовление заказов или сверка чертежей на запасные детали. Текущий ремонт котельных агрегатов, турбин и генераторов проводится один раз в 3–4 месяца, а тепловых сетей – не реже 1 раза в год.

Продолжительность текущего ремонта составляет в среднем 8–10 суток.

Мелкие дефекты оборудования (парение, пыление, присосы воздуха и т. п.) устраняются без его остановки, если это разрешено правилами техники безопасности.

Система плановых выводов оборудования из работы носит название системы планово-предупредительных ремонтов (ППР). На предприятиях в целом и в каждом его подразделении должна быть разработана система ППР, состоящая из текущих и капитальных ре-

монтов, выполняемых в соответствии с графиком, утвержденным главным инженером предприятия.

Кроме плановых ремонтов для ликвидации последствий аварий при эксплуатации оборудования приходится выполнять восстановительные ремонты с целью восстановления оказавшихся поврежденными в результате аварий узлов и деталей.

Как показывает анализ, причиной большинства аварий является перегрузка оборудования, нарушение правил эксплуатации и низкое качество плановых ремонтов.

Планирование ремонтов заключается в разработке перспективных, годовых и месячных планов. Этим занимаются отделы главного энергетика (механика).

При планировании ППР следует предусматривать продолжительность ремонта, рациональное распределение работ, определение численности персонала в цехах и по специальностям. Ремонт теплотехнического оборудования должен быть увязан с ремонтом технологического оборудования и режимами его работы. Так, например, капитальный ремонт котлов следует проводить в летний период, а текущий ремонт – в периоды пониженных нагрузок.

Планирование ремонта должно базироваться на сетевой модели, в состав которой входят сетевые графики для конкретного оборудования, выводимого в ремонт. Сетевой график должен отображать технологический процесс ремонта и содержать информацию о ходе ремонтных работ, что позволяет осуществлять ремонт с наименьшими затратами материалов, труда и времени.

5.3. Организация ремонтов

Применяются три формы организации ремонтов теплотехнического оборудования: хозяйственная, централизованная и смешанная.

При хозяйственной форме все работы производятся персоналом предприятия. При этом ремонт может выполняться персоналом соответствующего цеха (цеховой способ) или персоналом предприятия (централизованный хозяйственный способ). Цеховой способ применяется достаточно редко, поскольку он малоэффективен. При централизованном хозяйственном способе на предприятиях создается специальный ремонтный цех, в котором организуются специальные бригады, выполняющие ремонтные работы во всех подразделениях предприятия. Этот способ приемлем для крупных предприятий, имеющих теплотехническое оборудование во многих цехах.

Наиболее прогрессивным является централизованный способ ремонта, при котором сложные ремонтные работы выполняются по единым нормам и технологическим процессам с применением современных средств механизации. При этом способе ремонтные работы выполняются специализированными организациями по подрядным договорам, это обеспечивает высокое качество ремонта и сокращает сроки простоя оборудования.

Смешанная форма организации ремонта представляет сочетание хозяйственной и централизованной форм ремонта.

При выполнении капитального, а иногда и сложного текущего ремонта теплотехнического оборудования обязательно должен составляться проект организации работ (ПОР).

ПОР обычно содержит: ведомость объема работ, график подготовительных работ, схемы грузопотоков, технологический график ремонта, технологические карты, спецификации на сменные детали и узлы, перечень инструмента и материалов, ремонтные формуляры, указания по организации рабочего места.

Ведомость объема работ – один из важнейших документов. В ней приводится описание технического состояния оборудования в соответствии с записями в оперативном и ремонтном журналах, актом осмотра, аварийными актами и результатами эксплуатационных наблюдений и испытаний. Указываются также работы по реконструкции, если они намечены. Объем работ зависит от состояния оборудования. Ведомость составляется заблаговременно, чтобы подготовить запчасти, материалы, чертежи и т. д. После остановки агрегата в нее вносятся коррективы.

В соответствии с ведомостью объема работ составляется график подготовительных работ, в котором указываются работы по подводу к рабочим местам сварочного газа, сжатого воздуха, воды, временного электропитания, установка такелажных механизмов и т. п.

Схема грузопотоков разрабатывается для рационализации перемещений грузов, материалов и выбывшего из строя оборудования и металлолома. На схеме следует указать размещение механизмов и транспортных устройств. При демонтаже и монтаже крупных и тяжеловесных изделий следует разработать детальные схемы для этих операций. При разработке этих схем следует учитывать особые условия работ вблизи действующего оборудования.

Технологические графики ремонта (на основе ведомости объема) должны определять последовательность, продолжительность и режим

работы, а также число занятых рабочих для всех работ, содержащихся в ведомости.

Технологические карты составляются только на важнейшие ремонтные работы и включают: все операции и их объемы, технологические условия, нормы, инструменты, материалы и применяемые приспособления.

Спецификация на сменные детали и узлы позволяет заранее заготовить их до вывода оборудования в ремонт и сократить объем работ, выполняемых в период простоя оборудования.

Ремонтные формуляры позволяют накапливать опыт по уточнению норм и допусков, определять технологию ремонта, срок службы отдельных деталей и качество ремонта.

В указаниях по организации рабочего места ремонтника должен быть перечень приспособлений, инструмента и материалов, необходимых при ремонтных работах.

Началом ремонта считается момент выдачи ремонтной бригаде наряда-допуска на производство ремонтных работ и вывод оборудования из эксплуатации (отключение от паропроводов) или резерва, о чем начальником цеха или его заместителем делается запись в оперативном журнале.

Контроль за качеством ремонта осуществляется пооперационно, а также путем контроля за качеством основных материалов, узлов и деталей.

По окончании ремонта производятся поузловые и общая окончательная приемки и оценка качества выполненного ремонта.

Позуловая приемка производится по мере готовности и сопровождается предъявлением следующих документов: ведомости объема работ с указанием выполненных работ; формуляров, сертификатов и других данных о качестве материалов; чертежей по реконструктивным работам (если выполнялись). При этом выполняется тщательный осмотр узла, вращающиеся механизмы опробуются на холостом ходу и под нагрузкой. После этого составляется акт, в котором указываются объем выполненных работ, обнаруженные недостатки, результаты опробования и предварительная оценка работ.

По окончании капитального (среднего) ремонта проводится предварительная приемка комиссией под председательством главного инженера (энергетика, механика) с участием начальника цеха и руководителя работ от подрядчика. При этом предъявляются документы: ведомость объема работ с отметкой о выполненных работах, графики

ремонта, акты сдачи отдельных узлов, заполненные сертификаты и формуляры на материалы, копии удостоверений сварщиков и результаты испытания образцов, чертежи и схемы реконструктивных работ. Производится осмотр оборудования и устанавливаются сроки устранения выявленных дефектов. После устранения дефектов производятся приемо-сдаточные испытания под нагрузкой в течение 48 ч. Все операции по пуску оборудования в работу после ремонта выполняет оперативный персонал в соответствии с письменным распоряжением начальника цеха или его заместителя. Результаты ремонта заносятся в технический паспорт оборудования.

6. ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И ТЕПЛОИСПОЛЬЗУЮЩИХ УСТАНОВОК

6.1. Эксплуатация топливного хозяйства

Топливное хозяйство предприятия состоит из устройств и сооружений для разгрузки, хранения, складирования и подачи топлива. Снабжение предприятий твердым и жидким топливом осуществляется железнодорожным, водным или автомобильным транспортом, а газообразным – по газопроводам.

При сжигании твердого топлива на предприятии обычно оборудуются расходный и резервный склады топлива, причем на резервном должно быть не менее двухнедельного запаса топлива, а на расходном – не менее трехсуточного.

Хранится твердое топливо обычно в штабелях, и при эксплуатации необходимо контролировать состояние штабелей и температуру внутри штабелей. При появлении очагов самовозгорания следует расходовать топливо из данного штабеля; не допускается заливать очаги водой. На резервном складе с целью исключения самовозгорания должны быть организованы уплотнение (укатка) топлива в штабелях и обновление топлива с расходом в первую очередь из штабелей с температурой 40–60 °С. Для транспортировки топлива на складах используются грейферные краны, автопогрузчики, передвижные ленточные транспортеры и т. д.

При сжигании жидкого топлива (мазута) на предприятии оборудуются места приема и слива топлива и резервуары для хранения, а также оборудование для обработки мазута и подачи его к форсункам.

Как правило, для обеспечения ускоренного слива мазута (особенно в зимнее время) его приходится разогревать. Чаще всего, несмотря на обводнение мазута (до 6–10 %), применяется обогрев сухим насыщенным или слегка перегретым паром давлением не выше 0,6–0,8 МПа при помощи специальных подогревателей.

Хранение мазута осуществляется в специальных наземных, полуподземных или подземных резервуарах (стальных или железобетонных). В мазутном хозяйстве должно быть не менее двух резервуаров. В состав мазутного хозяйства должно входить также не менее двух резервуаров для присадок емкостью не менее 0,5 % емкостей для топлива.

При эксплуатации резервуаров необходимо:

- проверять плотность всех соединений;
- следить за состоянием окраски;
- следить за осадкой резервуара, не допуская неравномерностей;
- поддерживать чистоту территории;
- наполнение и опорожнение резервуаров проводить постепенно;
- не допускать вибраций трубопроводов;
- перед пуском пара в подогреватели резервуара производить их дренаж, не допуская гидроударов;
- контролировать качество конденсата подогревателей с целью своевременного обнаружения его неплотности;
- контролировать уровень в резервуарах, избегая его переполнения при заполнении;
- регулярно проводить осмотр, а также текущие и капитальные ремонты резервуаров.

Для поддержания необходимой температуры мазута в мазутных резервуарах применяется, как правило, циркуляционный разогрев, при котором мазут забирается насосом из нижней части резервуара, прокачивается через паровой мазутоподогреватель и подается во внутренний распределительный коллектор. В местах отбора температура мазута должна поддерживаться на уровне 60–80 °С (в зависимости от марки мазута). Для перекачки топлива используются роторные (винтовые или шестеренчатые), поршневые или центробежные насосы. Для нормальной работы форсунок должны поддерживаться постоянные (в соответствии с режимной картой) температура и давление.

Эксплуатация газового хозяйства организаций (предприятий) производится в соответствии с правилами промышленной безопасности в области газоснабжения Республики Беларусь.

Система газоснабжения предприятия, сжигающего газообразное топливо, состоит из ввода распределительных газопроводов, газорегуляторного пункта (ГРП), цеховых и обвязочных газопроводов газопотребляющего оборудования.

Предприятием обслуживаются газопроводы, находящиеся на его территории, от границы разграничения эксплуатационной и балансовой принадлежности с газоснабжающей организацией (место пересечения газопроводом границы территории предприятия) до газовых горелок.

Основной задачей при эксплуатации газопроводов является наблюдение за их герметичностью и своевременное устранение утечек газа. С этой целью должны быть организованы профилактические осмотры – наружный осмотр и проверка плотности соединений с помощью мыльной пены.

Наружный осмотр должен проводиться ежедневно дневной сменной, а проверка плотности – не реже одного раза в месяц и при подозрениях на утечку газа (запах в помещениях и колодцах).

ППР газопроводов и арматуры проводится не реже раза в год. При этом проверяется плотность всех соединений, полная проверка и ремонт опор, разборка и ремонт всей арматуры, ревизия измерительных диафрагм, регулирующих заслонок и отсекающих клапанов в системе автоматического регулирования.

Техническое обслуживание оборудования ГРП проводится ежедневно и включает в себя: смену диаграмм и заливку чернил в самописцы, проверку показаний манометров, внешний осмотр оборудования, проверку настройки регулятора давления, плотности всех соединений, температуры в помещении, работы вентиляции, освещения, телефона.

6.2. Эксплуатация паровых и водогрейных котлов

Все котельные установки, на которые распространяются «Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов», должны быть зарегистрированы в местных органах Госпромнадзора и регулярно проходить освидетельствование.

Техническое освидетельствование состоит из оценки технического состояния котла и его несущих металлоконструкций, наружных, внутренних осмотров и гидравлического испытания, проверки организации надзора, обслуживания и ремонта. Техническое освидетель-

ствование проводится экспертом (инспектором) Госпромнадзора в присутствии лица, ответственного за исправное состояние и безопасную эксплуатацию котла.

Наружный и внутренний осмотры проводятся экспертом (инспектором) не реже 1 раза в 4 года, а гидравлическое испытание – не реже 1 раза в 8 лет.

Внеочередное техническое освидетельствование проводится в случаях, если:

- котел не работал более 1 года;
- котел был демонтирован и вновь установлен на новом месте;
- произведено выправление выпучин или вмятин, а также ремонт с применением сварки основных элементов котла;
- заменено более 15 % анкерных связей любой стенки;
- заменен барабан или любой коллектор экрана, пароперегревателя, пароохладителя или экономайзера;
- сменено одновременно более 50 % общего количества экранных и кипяtilьных или дымогарных труб или 100 % пароперегревательных и экономайзерных труб;
- такое освидетельствование необходимо по усмотрению эксперта (инспектора) органа технадзора, в этом случае должно быть проведено техническое диагностирование котла;
- после аварии (инцидента) котла, в этом случае должно быть проведено техническое диагностирование котла.

Результаты освидетельствования и разрешение на эксплуатацию заносятся экспертом (инспектором) в паспорт котла.

При эксплуатации котельных агрегатов *особое внимание* должно быть обращено:

- на систематическое наблюдение за состоянием поверхностей нагрева;
- анализ состава продуктов сгорания и температуры уходящих газов;
- присосы воздуха в газоходы;
- своевременное выявление неплотностей труб поверхностей нагрева с целью исключения последующих разрушений паровой струей;
- поддержание правильного режима горения в топке, равномерности питания водой, поддержание давления и уровня воды в барабанах;
- отсутствие парения в разъемах и легкость хода котловой арматуры;
- недопущение закипания воды в трактах водогрейных котлов, в том числе и поверхностного кипения;

- недопущение тепловых перекосов в топке в особенности для водогрейных котлов;
- поддержание нормального водно-химического режима;
- своевременную очистку поверхностей нагрева с целью защиты от подзоловой коррозии и избежания снижения эффективности теплообмена;
- поддержание проектных стояночных режимов и режимов консервации;
- поддержание нормальных режимов работы деаэраторов подпиточной воды;
- наблюдение за целостностью подвесных, опорных и дистанционирующих устройств пароперегревателей;
- своевременность промывки внутренних полостей пароперегревателей;
- наблюдение за состоянием и правильной эксплуатацией сепарирующих устройств;
- недопущение закипания воды в водяных экономайзерах паровых котлов;
- контроль температуры воздуха на выходе из воздухоподогревателя;
- контроль температуры стенки хвостовых поверхностей нагрева (должна быть выше точки росы);
- контроль за разницей температур до и после хвостовых поверхностей нагрева с целью своевременного выявления и исключения загорания сажи;
- качественность проведения непрерывной и периодической продувок;
- поддержание в работоспособном состоянии приборов КИП и автоматики;
- экономию сжигаемого топлива;
- правильность ведения суточных ведомостей;
- контроль за составом и количеством выбрасываемых в атмосферу дымовых газов и сточных вод.

6.3. Эксплуатация центробежных машин

К этому классу оборудования промышленных предприятий относятся тягодутьевые машины и центробежные насосы.

Основными характеристиками работы тягодутьевых машин (вентиляторы, дымососы) являются производительность, полный напор, потребляемая электродвигателем мощность и КПД.

Рабочий режим работы дымососа соответствует точке пересечения его напорной характеристики с характеристикой сети. Наиболее частой причиной снижения напорной характеристики является некачественное выполнение монтажа (как первичного, так и, в особенности, послеремонтного). Существенное влияние оказывает также конфигурация выходных диффузоров. Поскольку дымососы на промпредприятиях работают, как правило, в сугубо переменных режимах, большое влияние на экономичность оказывает способ регулирования производительности. Для этой цели применяются поворотные шиберы и направляющие аппараты. Первые наиболее просты, но наименее экономичны. При монтаже вторых (наиболее экономичных) следует особое внимание уделять тому, чтобы правильно устанавливались направляющие лопатки (по ходу вращения ротора).

Особое внимание следует уделить правильной организации параллельной работы дымососов. Поскольку даже теоретически производительность двух однотипных вентиляторов при параллельной работе возрастает лишь в 1,5 раза, особое внимание нужно обращать на правильность выбора агрегатов. Совместная работа машин с различными напорными характеристикам чаще всего приводит к ухудшению работы установки. Для правильной организации эксплуатации вентиляторов должны проводиться: регулярные внутренние осмотры с измерением основных зазоров и размеров и определением состояния основных элементов, регулирующих устройств и запорных шиберов; внешние осмотры с определением исправности электродвигателя, его заземления, защитных сеток и устройств; проверка работы вентилятора на холостом ходу и под нагрузкой с определением вибрации подшипников (допустимые амплитуды вертикальной вибрации 0,13 мм при $n = 1000$ об/мин и 0,16 мм при $n = 750$ об/мин).

Вентилятор должен быть немедленно остановлен: при сильной вибрации; стуках в подшипниках; признаках задевания вращающихся частей о неподвижные; нагреве подшипников выше установленного уровня; появлении дыма или искр из электродвигателя. Одной из важных задач при эксплуатации тягодутьевых установок является контроль за состоянием и присосами в газоздушном тракте.

Центробежные насосы используются для подачи воды, перекачки конденсата, подачи жидкого топлива и т. д. Эксплуатация насосов состоит в их обслуживании и проведении ППР.

В ходе обслуживания насосов приходится их пускать, останавливать и контролировать во время работы. Все эти операции должны выполняться строго в соответствии с заводскими и эксплуатационными

инструкциями. Пуск насоса во избежание перегрузки электродвигателя производят при закрытой нагнетательной задвижке. Во время работы насоса необходимо следить: за температурой подшипников; состоянием сальниковых уплотнений; вибрацией; показаниями КИП.

Для питательных насосов котлов имеются свои особенности, связанные с тем, что недопустимы даже кратковременные остановки питательного узла. Тип, характеристика, количество и схема включения питательных насосов (устройств) должны выбираться специализированной организацией по проектированию котельных с целью обеспечения надежной и безопасной эксплуатации котла на всех режимах, включая аварийные остановки.

6.4. Эксплуатация теплоиспользующих установок

Основными задачами эксплуатации теплоиспользующих установок (ТИУ) являются: обеспечение надежности работы; поддержание необходимых для технологического процесса параметров; минимальный расход теплоты на единицу вырабатываемой продукции.

ТИУ весьма разнообразны по конструкции и технологическим процессам.

Однако есть ряд общих требований к ним: удобство обслуживания; наличие отключающих устройств на входе и выходе нагреваемой среды; наличие предохранительных клапанов, смотровых и водоуказательных стекол; наличие КИП для определения температуры и давления теплоносителя и нагреваемой среды; наличие устройств для удаления воздуха, газов и конденсата от технологических продуктов. Каждой ТИУ и ее оборудованию присваивается свой номер, устанавливаются указатели положения и направления вращения арматуры, указываются направления движения на всех трубопроводах. ТИУ должны изолироваться так, чтобы температура наружной поверхности изоляции не превышала 45 °С при температуре окружающей среды 20 °С. Изоляция должна быть съемной.

ТИУ подвергаются внутренним и наружным осмотрам, а также гидравлическим испытаниям. Они должны быть (в случае подведомственности) зарегистрированы в местных органах Госпромнадзора. Технические освидетельствования ТИУ проводятся перед пуском их в работу, периодически и внеочередно. Внутренние осмотры проводятся не реже 1 раза в 4 года, гидравлические испытания – 1 раза в 8 лет.

К наиболее распространенным ТИУ относятся теплоподготовительные, сушильные, выпарные, ректификационные установки,

новки для термовлажностной обработки, парожетторные и абсорбционные холодильные установки, конденсационные установки.

6.5. Эксплуатация трубопроводов промышленных предприятий

Устройство и эксплуатация трубопроводов промышленных предприятий, котельных и ТЭЦ (КЭС) должны соответствовать «Правилам устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды». В соответствии с ними трубопроводы подразделяются на 4 категории в зависимости от вида теплоносителя, его температуры и давления. Трубопроводы, относящиеся к первой категории (наиболее ответственной), подразделяются на четыре группы в зависимости от температуры среды и давления (T до 450 °С, P более 8,0 МПа; T от 450 до 520 °С, P не ограничено; T от 520 до 560 °С, P не ограничено; T выше 560 °С, P не ограничено); относящиеся ко второй категории подразделяются на две группы в зависимости от температуры среды и давления (T до 350 °С, P от 4,0 МПа до 8,0 МПа; T выше 350 °С до 450 °С, P до 8,0 МПа); относящиеся к третьей категории подразделяются на две группы в зависимости от температуры среды и давления (T до 250 °С, P от 1,6 МПа до 4,0 МПа; T от 250 до 350 °С, P до 4,0 МПа); относящиеся к четвертой категории в зависимости от температуры среды и давления (T от 115 до 250 °С, P от 0,07 до 1,6 МПа).

Основные требования к трубопроводам – прочность и плотность, а также возможность быстрых переключений, минимальные потери давления и теплоты, надежная компенсация температурных удлинений.

Обслуживание трубопроводов осуществляется путем их осмотра (не реже 1 раза в смену), при котором проверяются удлинения по установленным реперам, отсутствие вибраций трубопроводов и опорных конструкций, состояние опор, плотность фланцевых соединений и арматуры.

Текущий ремонт трубопроводов производится совместно с ремонтом основного и вспомогательного оборудования, но не реже 1 раза в год. Капитальный ремонт – 1 раз в год.

Техническое освидетельствование трубопроводов пара и горячей воды, зарегистрированных в органе технадзора, проводится экспертом (инспектором) и включает: наружный осмотр и гидравлические испытания – перед пуском в работу вновь смонтированного

трубопровода; наружный осмотр – один раз в 3 года; наружный осмотр и гидравлические испытания – после ремонта с применением сварки; наружный осмотр и гидравлические испытания – после нахождения трубопровода в состоянии консервации свыше 2 лет.

Основные правила обслуживания трубопроводов:

– все переключения должны выполняться постепенно, путем плавного вращения штурвалов арматуры;

– перед включением из холодного состояния необходимо проверить исправность опор и реперов, состояние изоляции, воздушников, предохранительных клапанов и КИП; открытие дренажей;

– прогрев должен проводиться, как правило, через байпас отключающей задвижки;

– при появлении гидравлических ударов подача пара должна быть немедленно прекращена;

– при отключении паропроводов дренажи открываются после естественного снижения давления до 0,1 МПа.

Дренажи паропроводов разделяются на пусковые и постоянные. Трубопроводы должны иметь (при температуре стенки более 45 °С) теплоизоляцию.

Поскольку одним из существенных элементов трубопроводов является арматура, ее эксплуатации должно быть уделено большое внимание. При обслуживании арматуры основное внимание уделяется ее плотности при закрытии, парениям и течам, а также затруднениям при открытии и закрытии.

Трубопроводы окрашиваются в определенные цвета (или на наружную поверхность трубопровода наносятся цветные кольца через определенные интервалы) в зависимости от протекающей по ним среды и ее параметров. Так, например, трубопроводы перегретого пара окрашиваются в красный цвет без колец, а насыщенного пара – в красный цвет с желтыми кольцами; трубопроводы тепловых сетей: прямой сетевой воды – в зеленый с желтыми кольцами; обратной сетевой воды – в зеленый с коричневыми кольцами и т. д. Кроме того, на магистральных трубопроводах указываются их номер и направление движения среды.

Вся арматура нумеруется в соответствии со схемой и эксплуатационной инструкцией; на штурвалах указываются направления вращения при открытии и закрытии.

На все трубопроводы должны быть составлены паспорта.

7. НАЛАДКА СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

7.1. Основные принципы организации и наладки систем теплоснабжения

Развитие промышленности и быстрый рост городов при планомерном расширении благоустроенного жилого фонда обуславливают увеличение теплопотребления в стране, в первую очередь за счет развития централизованного теплоснабжения.

Эффективность использования теплоты во многих случаях недостаточна: завышены потери теплоты в тепловых сетях; разрегулировка и низкая гидравлическая устойчивость систем теплопотребления обуславливают общий перерасход теплоты и теплоносителя при недогреве одних и перегреве других потребителей. Важнейшими задачами теплоэнергетиков являются разработка и внедрение в системах теплоснабжения рациональных тепловых и гидравлических режимов, технических и организационных мероприятий, обеспечивающих максимальную экономичность работы этих систем, высокую эффективность и надежность их эксплуатации, а также нормальный микроклимат в жилых, общественных и производственных помещениях.

Разработка и внедрение указанных режимов и мероприятий являются предметом наладки централизованных систем теплоснабжения.

Наладка и регулировка водных систем централизованного теплоснабжения являются одними из важнейших функций эксплуатационного персонала теплоснабжающих предприятий, а также организаций и служб, в ведении которых находятся системы теплопотребления и теплоиспользующие установки.

Наладка системы теплоснабжения имеет целью разработку и внедрение комплекса технических и организационных мероприятий, обеспечивающих подачу расчетного количества теплоносителя в каждую систему теплопотребления и отдельные ее элементы, а также экономичность, надежность и безопасность эксплуатации источника теплоты и каждого звена системы теплоснабжения как при их работе, так и при их остановке.

При выполнении наладочных работ необходимо помнить, что все звенья системы теплоснабжения: сетевая теплофикационная или водоподогревательная установка источника теплоты, тепловые сети с находящимися на них насосными или дроссельными устройствами, тепловые пункты и все системы теплопотребления составляют единую гидравлическую систему. Наладочные работы могут быть ус-

пешными лишь тогда, когда эти работы одновременно охватывают все указанные звенья. При наличии на тепловом вводе минимально необходимого гарантированного напора возможна наладка отдельного комплекса или отдельной крупной системы теплоснабжения, например, промышленного предприятия, уникального здания или сооружения при условии охвата всех без исключения местных систем теплоснабжения наладываемого комплекса.

При выполнении наладочных работ необходимо также по мере возможности разрабатывать мероприятия по совершенствованию организации эксплуатации и подготовки персонала, снижению тепловых и гидравлических потерь и утечки теплоносителя, улучшению качества подпиточной воды, борьбе с внутренней и наружной коррозией, а также по организации учета, отпуска и потребления теплоты.

Наладка систем централизованного теплоснабжения базируется на заданном распределении теплоносителя между отдельными системами теплоснабжения, а внутри них – между отдельными теплоприемниками соответственно их тепловым нагрузкам.

Достаточная гидравлическая устойчивость систем теплоснабжения с отопительными установками, присоединенными к тепловой сети через водоструйные элеваторы, обеспечивается исходя из практических условий эксплуатации установленных к ним сопел, проходные отверстия которых рассчитаны на гашение всего располагаемого напора перед элеватором.

В безэлеваторных системах теплоснабжения (отопление, вентиляция, горячее водоснабжение) необходимое потокораспределение и устойчивость достигаются установкой перед системами теплоснабжения на их ответвлениях и перед каждым теплоснабжающим прибором или группой диафрагм, рассчитанных на гашение всего избыточного напора, т. е. напора, превышающего гидравлические потери в этих системах или приборах при расчетном расходе теплоносителя.

Наладка системы централизованного теплоснабжения по технологии ее исполнения включает в себя три этапа.

На первом этапе разрабатываются технические и организационные мероприятия, обеспечивающие требуемые расходы теплоносителя через все системы теплоснабжения при надежном, безопасном и наиболее экономичном для данных условий режиме работы всех звеньев системы теплоснабжения.

Первый этап включает в себя уточнение схем сетевой водоподогревательной установки источника теплоты и наружных тепловых сетей, принадлежащих потребителям теплоты, а также тепловых

пунктов. Для систем теплоснабжения промышленных объектов, производственных или других зданий, в которых имеются калориферные установки и технологическое оборудование, необходимо также уточнение всех схем теплопотребляющих установок.

Разработка мероприятий для наладки является наиболее трудоемким этапом наладочных работ. В основе ее лежит изучение проектной, исполнительной и эксплуатационной документации по всем звеньям системы и их анализ, на данных которого базируется выбор оптимальных режимов работы системы и расчет параметров работы всего оборудования.

На втором этапе разработанные технические решения внедряются во всех звеньях системы. При этом особое внимание уделяется мероприятиям, влияющим на гидравлический режим сети и систем.

Третий этап наладочных работ сводится к коррекции размеров отверстий дроссельных устройств и к соответствующей настройке автоматических регуляторов расхода, напора, давления и температуры. Коррекция производится на основании данных о фактическом режиме работы отдельных теплоприемников или системы теплопотребления в целом, которое определяется путем замера температуры и давления сетевой воды в подающих и обратных трубопроводах на вводах тепловой сети или внутри систем теплопотребления.

К регулировке системы централизованного теплоснабжения приступают после выполнения всех мероприятий для наладки, к которым относятся: перекладка участков сети с недостаточной пропускной способностью, ввод в эксплуатацию насосных и дроссельных станций и установка всех без исключения регулирующих устройств. Попытка отрегулировать систему теплоснабжения до полного внедрения всех мероприятий, как правило, не дает положительных результатов.

7.2. Исходные данные для наладки

Исходные данные для наладки централизованных систем теплоснабжения содержатся в проектной, исполнительной и эксплуатационной документации. К указанной документации относятся:

- 1) климатические показатели для данного населенного пункта;
- 2) схемы водоподогревательных установок ТЭЦ, пиковых или районных котельных;
- 3) исполнительные планы и профили тепловых сетей;

4) схемы расположения запорной и регулирующей арматуры в тепловых камерах и узлах разветвления на теплопроводах;

5) перечень зданий и сооружений, присоединенных к налаживаемой тепловой сети, с характеристикой их систем теплопотребления;

6) расчетные значения тепловой нагрузки зданий и нормативные значения температур воздуха в помещениях.

К климатическим показателям относятся: расчетная температура наружного воздуха для проектирования систем отопления и вентиляции, средняя температура наружного воздуха за отопительный период, скорость ветра в январе и продолжительность отопительного периода, в том числе продолжительность стояния различных среднесуточных температур от абсолютно минимальной до температуры $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$ на протяжении этого периода.

При ознакомлении с источником теплоснабжения уточняют:

1) типы, технические характеристики и количество теплофикационных турбин, РОУ, паровых и водогрейных котлов;

2) типы, технические характеристики и количество всех видов теплообменников, входящих в состав сетевой водоподогревательной установки;

3) общую схему коммуникаций сетевой водоподогревательной установки, схему поперечных связей между отдельными водоподогревательными установками внутри станции, диаметры и длину трубопроводов, связывающих теплофикационное оборудование, эксплуатационные данные о потерях напора на отдельных участках и в водоподогревательной установке в целом при различных схемах работы оборудования;

4) типы, технические характеристики и количество подпорных, сетевых и подпиточных насосов, а также рециркуляционных насосов у водогрейных котлов;

5) схему водоподготовки для подпитки тепловой сети; вид химической обработки, тип и мощность деаэрационных установок, количество, вместимость и схему включения аккумуляторных баков, фактическую подпитку сетей;

6) наличие схемы установки и пределы настройки защитных устройств и автоматических регуляторов подпитки, температуры, давления, расхода и др.;

7) наличие приборов контроля параметров теплоносителя и учета расхода теплоты;

8) абсолютные или относительные геодезические отметки оси сетевого насоса (или пола машинного зала), выводного коллектора тепловой сети и площадки, на которой установлены деаэрационные баки подпитки тепловой сети;

9) места и схемы присоединения систем теплоснабжения зданий и сооружений самого источника теплоты.

По данным обследования источника теплоты составляется схема коммуникаций сетевой водоподогревательной установки. В экспликации к схеме приводится перечень основного оборудования (котлов, водоподогревателей, сетевых, подпиточных и рециркуляционных насосов и т. д.) с их техническими данными (производительность по теплоте и воде, допустимые температура и давление, расчетный напор и т. д.).

Примерная схема водоподогревательной установки приведена на рис. 7.1.

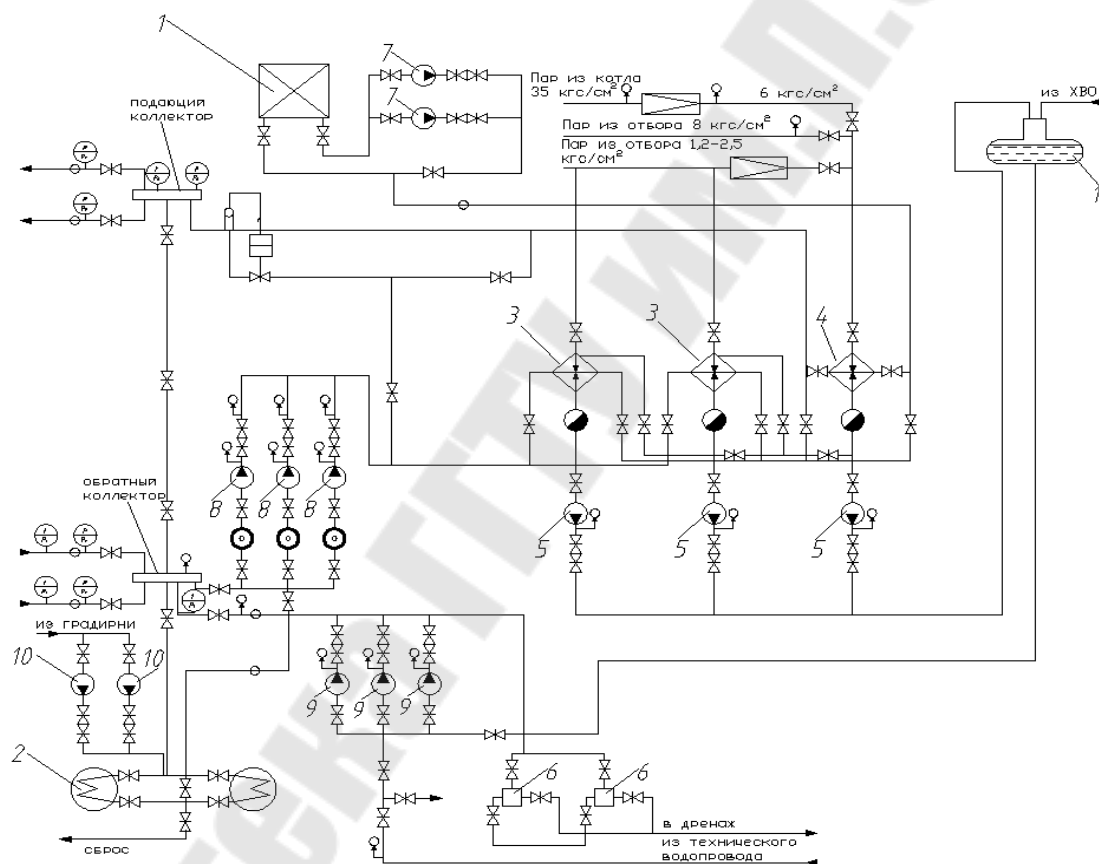


Рис. 7.1. Схема водоподогревательной установки ТЭЦ:

- 1 – водогрейный котел ПТВМ-50, $Q = 50$ Гкал/ч; 2 – конденсаторы турбины № 1; 3 – основной подогреватель БО-200; 4 – пиковый подогреватель БП-200; 5 – конденсатные насосы 5КС-5х2; 6 – аккумуляторные баки подпиточной воды, $V = 1000$ м³; 7 – центробежные рециркуляционные насосы; 8 – сетевые насосы, $G = 500$ м³/ч, $H = 11,3$ кг · с/см²; 9 – подпиточные насосы, $G = 380$ м³/ч, $H = 11,3$ кг · с/см²; 10 – циркуляционные насосы; 11 – деаэратор подпиточной воды

По проектной и исполнительной документации, а также непосредственным обследованием тепловой сети следует определить:

- 1) точную схему трубопроводов сети – диаметры и длины трубопроводов на каждом участке между тепловыми камерами (узлами разветвлений);
- 2) места установки запорной и регулирующей арматуры;
- 3) вид и количество местных сопротивлений на каждом участке сети, в том числе типы компенсаторов;
- 4) схему коммуникаций в тепловых камерах и в узлах разветвлений;
- 5) расположение насосных станций, их назначение, схему коммуникаций в них, тип, характеристики и количество насосов;
- 6) фактическую температуру и давление в текущем или предыдущем отопительном периоде на коллекторах источника теплоты и в характерных точках сети; фактический отпуск теплоты и качество теплоснабжения отдельных характерных потребителей;
- 7) фактическое состояние труб, их гидравлическое сопротивление;
- 8) места установки средств автоматического регулирования и защиты, их тип, назначение, схему включения и пределы настройки (уставки);
- 9) точки расстановки контрольно-измерительных приборов;
- 10) тип прокладки трубопроводов, состояние каналов и камер, тип и состояние антикоррозионной и тепловой изоляции;
- 11) геодезические отметки осей трубопроводов в камерах, узлах разветвления и других характерных точках сети.

По материалам обследования тепловой сети *составляются*:

- однолинейная безмасштабная расчетная схема тепловой сети (рис. 7.2);
- масштабный продольный профиль магистральных и основных распределительных сетей с обязательным включением самых высоких и самых низких точек сети;
- схемы коммуникаций тепловых камер и узлов, подлежащих реконструкции.

На расчетную схему сети наносятся:

- 1) все расчетные участки сети с указанием присвоенных им идентификаторов, включающих номера расчетного участка, диаметры, мм; длины труб, м; расчетный расход теплоносителя, т/ч;
- 2) все системы теплоснабжения, присоединенные к сети, обозначаемые геометрическим контуром, повторяющим конфигурацию отапливаемого здания (в небольших системах теплоснабжения) или квадратом; внутри контура или квадрата через дробь указываются номер потребителя теплоты и расчетный расход теплоносителя, т/ч;

- 3) узловые камеры с присвоенными им эксплуатационными номерами и имеющаяся в них запорная и регулирующая арматура;
- 4) насосные станции, пункты регулирования давления и расщетки сети на зоны и другие сооружения;
- 5) компенсаторы, переходы диаметров, углы поворота трассы и другие местные сопротивления.

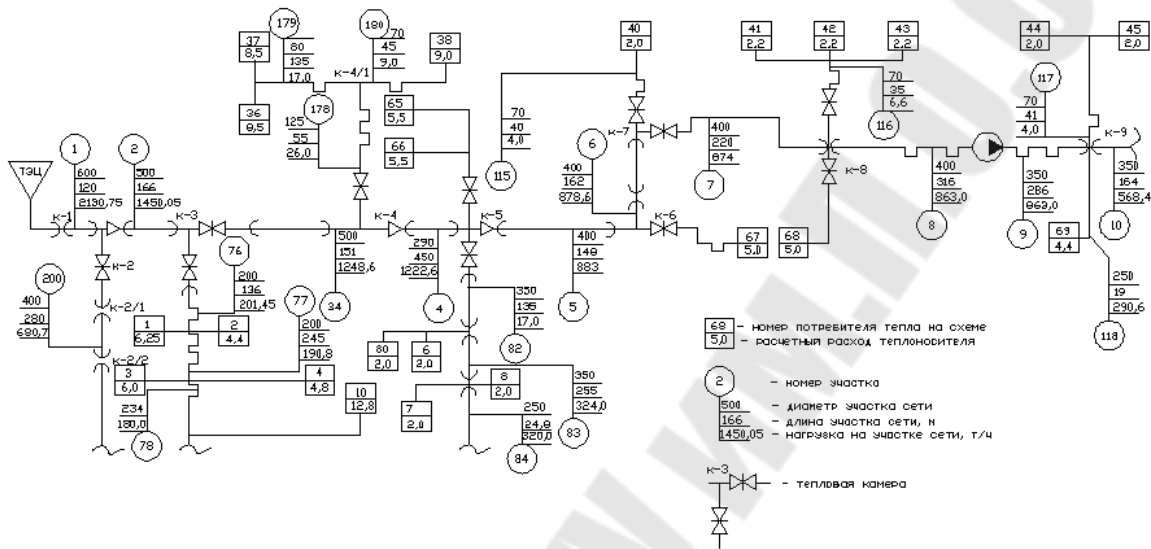


Рис. 7.2. Расчетная схема тепловой сети

На схемах коммуникаций тепловых камер или узлов разветвлений наносятся подающий и обратный трубопроводы основной магистрали и ответвления от нее с указанием направления потока от источника теплоты; запорная, регулирующая, дренажная и воздухопускная арматура, компенсаторы, переходы диаметров труб и установленные контрольно-измерительные приборы.

При обследовании индивидуальных (ИТП) и центральных (ЦТП) тепловых пунктов выявляют схемы подключения систем теплоснабжения к тепловым сетям, наличие контрольно-измерительных приборов и автоматических регуляторов, а также технические характеристики установленного оборудования. В процессе обследования систем теплоснабжения жилых и административно-общественных зданий выявляют тип схем отопления и виды установленных нагревательных приборов.

Расчетная тепловая нагрузка зданий в первом приближении определяется по их удельным тепловым отопительным и вентиляционным характеристикам в зависимости от строительного объема по наружному обмеру и расчетной температуры воздуха в помещениях.

7.3. Мероприятия по наладке

Мероприятия по наладке системы теплоснабжения разрабатываются на основе данных обследования и выполненных расчетов. Они включают в себя весь комплекс по подготовке системы к нормальной эксплуатации в расчетном режиме и в случае необходимости к ее регулировке.

Мероприятия по наладке, как правило, предусматривают:

– ликвидацию дефектов в строительных конструкциях прокладки трубопроводов: каналах, тепловых камерах, опорах, мачтах и т. д.; приведение этих конструкций в соответствие с «Правилами технической эксплуатации» и с «Правилами техники безопасности при эксплуатации тепловых сетей»;

– восстановление тепловой изоляции трубопроводов и оборудования в камерах, каналах и на тепловых пунктах;

– утепление отапливаемых зданий: остекление оконных проемов и фонарей промышленных зданий, заделку щелей в строительных конструкциях, устройство тамбуров, предусмотренных проектом, и т. д.;

– приведение водоподогревательной установки источника тепла по тепловой производительности в соответствие с расчетной тепловой нагрузкой присоединенных потребителей, а сетевых и подпиточных насосов – с гидравлической характеристикой тепловой сети и систем теплоснабжения;

– оснащение водоподогревательной установки контрольно-измерительными приборами в соответствии с техническими требованиями;

– перекладку отдельных участков теплопроводов, не обеспечивающих необходимую пропускную способность сети;

– устройство (при необходимости) насосных подстанций на сети с указанием точек их размещения, принципиальных схем их компоновки и автоматизации, количества и характеристики рекомендуемых насосов;

– приведение схем тепловых вводов в соответствие с требованиями разработанного гидравлического режима и правилами технической эксплуатации;

– приведение теплоприемников местных систем по количеству, площади поверхности нагрева, схеме обвязки и характеру подключения в соответствии с расчетной тепловой нагрузкой;

– внедрение принципиальных схем автоматического регулирования и защиты, рекомендуемых для систем теплоснабжения, с при-

вязкой их к источнику теплоты, конкретным точкам тепловой сети, тепловым вводам и системам теплоснабжения;

– расстановку дроссельных устройств на тепловой сети, вводах, ответвлениях в местных системах и у отдельных теплоприемников с указанием диаметров отверстий диафрагм (шайб) и места их установки (на подающем или обратном трубопроводе);

– особые указания по тепловому и гидравлическому режиму источника теплоты, тепловой сети, насосных и дроссельных станций, тепловых пунктов и систем теплоснабжения.

Комплекс мероприятий для наладки системы теплоснабжения должен обосновываться технико-экономическими расчетами. Например, при необходимости повышения располагаемого напора в конце тепловой магистрали требуемый результат может быть достигнут внедрением любого из нижеуказанных мероприятий:

1) увеличением напора сетевого насоса на источнике теплоты;

2) снижением потерь напора в трубопроводах сети за счет перекладки отдельных ее участков с увеличением диаметра труб;

3) установкой подкачивающего насоса перед участком сети, в котором требуется повышение напора;

4) прокладкой дополнительной магистрали с достаточной пропускной способностью непосредственно от головного участка сети или от источника теплоты до участков с недостающим напором.

Каждый из перечисленных вариантов в конкретных условиях имеет свои положительные и отрицательные стороны. Иногда наиболее приемлемый с точки зрения технико-экономических показателей вариант не может быть реализован по местным условиям. Например, в стесненных условиях расположения подземных коммуникаций под городскими проездами может отсутствовать возможность увеличения диаметра существующей прокладки теплосети до необходимого размера. Возможны ситуации, когда по условиям городской застройки в районе, где необходимо сооружение насосной подкачивающей станции, отсутствует площадка для ее размещения.

Наладочные мероприятия следует проводить по тщательно разработанному плану, в котором должны предусматриваться очередность и порядок выполнения каждого вида работ.

В первую очередь должны выполняться работы, от которых зависит возможность обеспечения расчетным количеством теплоносителя всех потребителей теплоты: доведение тепловой и гидравлической мощности источника теплоты до расчетной, перекладка или дополнительная прокладка участков сети, сооружение или реконструкция на-

сосных подстанций на сети, обеспечивающих расчетный напор на вводах потребителей.

До начала отопительного периода схемы тепловых пунктов и обвязки теплопотребляющих приборов должны быть приведены в соответствие со схемами, предусмотренными тепловым и гидравлическим расчетом.

Весьма важным элементом наладочных работ является расстановка расчетных дроссельных устройств на тепловых вводах и в системах теплопотребления, а также настройка регуляторов напора, расхода, температуры и т. д.

Наиболее целесообразно устанавливать все расчетные дроссельные устройства в системе теплоснабжения заранее, до отопительного периода. Это создает благоприятные условия для внедрения в системе расчетного режима. Если к началу отопительного периода дроссельные устройства не были установлены, необходимо, чтобы их установка проводилась одновременно на всех тепловых пунктах и во всех системах. Для этого все дроссельные органы и диаграммы и сопла должны быть заранее заготовлены и рассортированы по местам назначения. Установка их производится одновременно в дни относительного потепления. В первую очередь устанавливаются центральные диафрагмы на вводах и ответвлениях к отдельным системам, затем к наиболее хорошо работающим приборам.

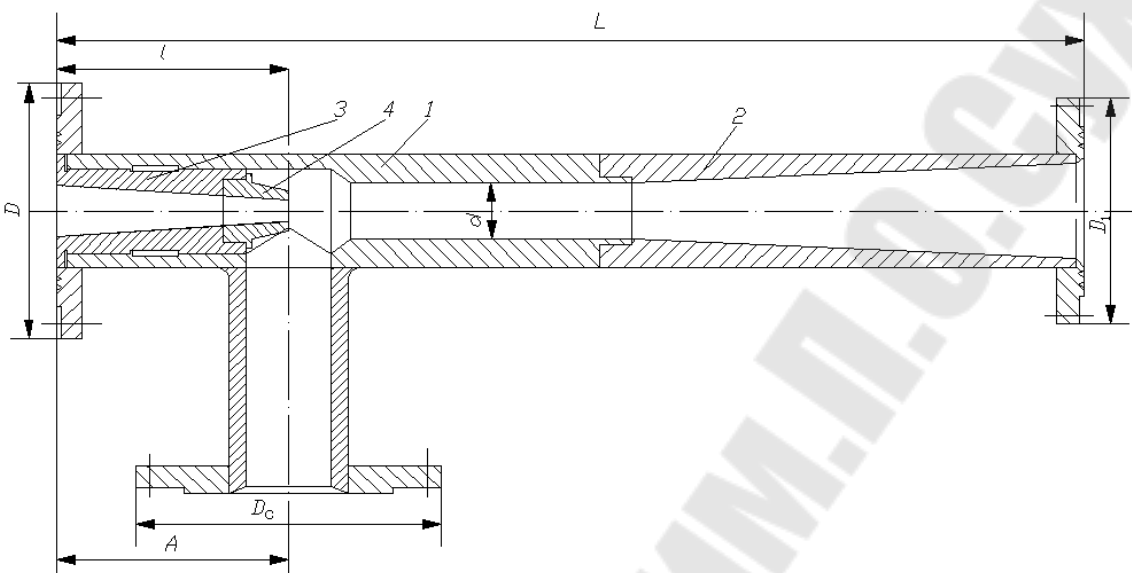
При наличии в системах автоматических регуляторов они должны одновременно с установкой дроссельных диафрагм настраиваться на поддержание заданных расчетных параметров: напора, расхода или температуры.

После установки дроссельных устройств необходимо убедиться, что все запорные органы (задвижки, вентили и краны) на вводах, ответвлениях и у теплопотребляющих приборов полностью закрыты.

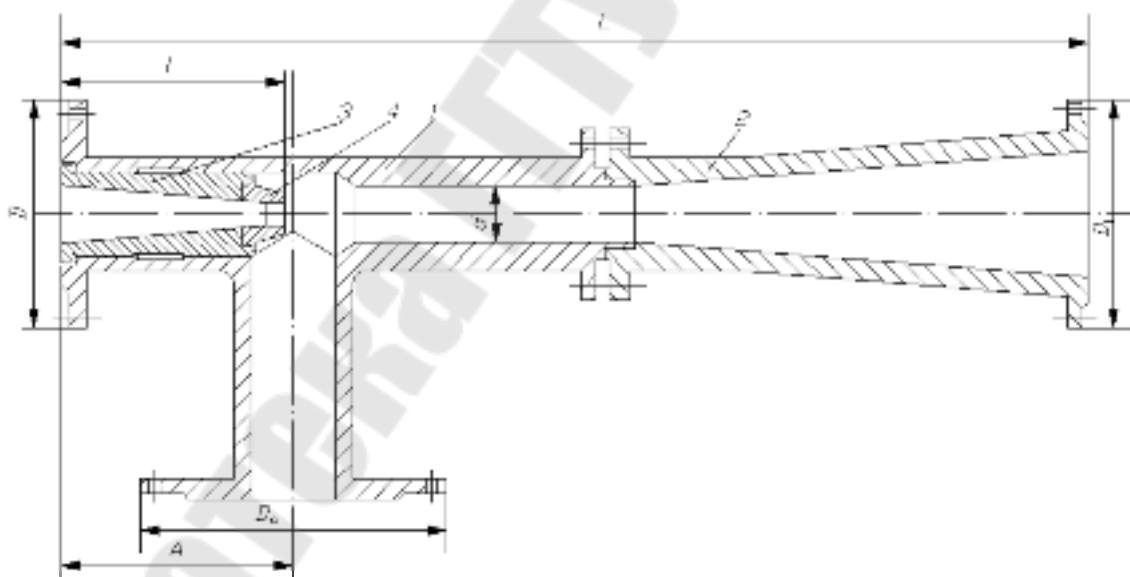
7.4. Наладка и эксплуатация элеватора

Элеваторы предназначены для снижения температуры воды, поступающей из тепловой сети в местную систему, до необходимой температуры путем ее смешения с обратной водой системы отопления. Элеватор состоит из сопла, камеры всасывания, камеры смешивания и диффузора. Наиболее совершенным элеватором, обеспечивающим наибольший коэффициент полезного действия ($\eta = 0,24$), является элеватор типа ВТИ Мосэнерго. Этот элеватор изготавливают в двух модификациях: со стальным и чугунным корпусом (рис. 7.3).

Отличительной особенностью этого элеватора является сменное сопло, которое при необходимости может быть заменено или рас- сверлено.



а)



б)

Рис. 7.3. Элеваторы водоструйные типа ВТИ:
 а – стальной; б – чугунный; 1 – корпус; 2 – диффузор;
 3 – стакан; 4 – сопло

Основным требованием к изготовлению и монтажу (сборке) элеватора является достижение максимального (расчетного) коэффи-

циента полезного действия элеватора. Максимальный КПД может быть обеспечен при соблюдении соосности основных деталей элеватора (сопла, камеры смешения, диффузора) и при тщательной обработке поверхности, проточной части элеватора, особенно сопла и стакана, а также камеры смешения. Для достижения максимальной соосности посадочные размеры отдельных деталей выполняют с минимальными допусками. Внутреннюю поверхность сопла шлифуют, а поверхность камеры смешения обрабатывают не ниже 6-го класса точности. Сопло должно входить в элеватор свободно; в противном случае будет сложна замена сопла.

Причиной неудовлетворительной работы элеватора могут быть плохое качество изготовления отдельных узлов и неправильная сборка, а именно:

а) отсутствие соосности между соплом и проточной частью элеватора (камерой смешения и диффузором) из-за неперпендикулярности оси проточной части или из-за поперечного смещения оси сопла относительно оси проточной части;

б) применение сопла с длиной больше или меньше оптимального значения для данного номера элеватора;

в) пропуск воды в зазоре между фланцем и корпусом элеватора из-за неполного прикрытия этого зазора прокладкой;

г) пропуск сетевой воды через резьбу сменного наконечника сопла;

д) плохая обработка внутренней поверхности сопла (стакана и сменного наконечника).

Кроме того, элеватор может не выполнить свои функции, если изменились параметры, на которые он был рассчитан – уменьшился располагаемый напор перед элеватором, увеличилась потеря напора в системе отопления. Причиной плохой работы может быть также неверный расчет или несоответствие элеватора расчетным условиям, несоответствие фактического номера элеватора расчетному, завышенный или заниженный диаметр сопла. Элеватор может производить значительный шум вследствие наличия трещин, заусениц и неровностей на выходной части сопла или же его перекосов. Шум может возникать при гашении в сопле элеватора большого напора. Уменьшенный расход сетевой воды через элеватор может быть по причине частичного засорения сопла.

Если здание перегревается, то через сопло элеватора проходит расход сетевой воды больше требуемого. При этом, если перегрев происходит равномерно, расход воды в системе отопления равен расчетному значению или больше его. Повышенный расход сетевой воды

через сопло элеватора является результатом завышения его диаметра по сравнению с требуемым. В данном случае наладка сводится к замене на сопло меньшего диаметра. При расчете диаметра сопла необходимо полностью погасить располагаемый напор в сопле элеватора в случае установки элеватора в двухтрубной системе отопления. Если диаметр сопла по расчету получился менее 3 мм, то устанавливают дроссельную шайбу, в которой гасится часть напора. При этом необходимо исходить из минимально располагаемого напора, который может иметь место в течение достаточно длительного времени.

При однотрубных системах отопления диаметр сопла выбирают по расчетному или несколько увеличенному коэффициенту смешения. Избыточный напор снижается дроссельными шайбами, как и в предыдущем случае. После установки сопла определяют фактический коэффициент смешения по измерительным температурам и расход сетевой воды по измеренному располагаемому напору. Если при полном открытии всех задвижек, регулирующих клапанов расход воды окажется ниже нормы, то необходимо увеличить диаметр дроссельных шайб (если они установлены), а также проверить возможность увеличения диаметра шайбы регулятора расхода при ее наличии. В противном случае следует увеличить диаметр сопла. Если расход сетевой воды окажется выше нормы, то при наличии дроссельных шайб можно несколько уменьшить располагаемый напор уменьшением их диаметра или установкой новых шайб (если на вводе имеется избыточный напор). При невозможности уменьшения расхода указанным способом сопло следует заменить на сопло с меньшим диаметром. *Новый диаметр сопла* определяют по ранее рассчитанному и выполненному в натуре диаметру по формуле

$$d_n = d_\phi \sqrt{\frac{G_n}{G_\phi}}, \quad (7.1)$$

где d_n , d_ϕ – соответственно фактический и устанавливаемый вновь диаметр сопла элеватора, мм; G_ϕ , G_n – соответственно фактический завышенный (или уменьшенный) и требуемый расход воды, т/ч.

Новый коэффициент смешения при изменении фактического диаметра сопла находят по формуле

$$U_n = (1 + U_\phi) \frac{d_\phi}{d_n} - 1, \quad (7.2)$$

где U_n , U_ϕ – соответственно новый и фактический (измеренный) коэффициент смешения.

В случае, если здание не догревается, это указывает на недостаточный расход воды через сопло, который может происходить по следующим причинам: заниженному диаметру сопла, недостаточному напору перед элеватором, повышенному сопротивлению местной системы. Неравномерный прогрев системы является результатом недостаточного расхода воды в местной системе вследствие низкого значения коэффициента смешения. Коэффициент смешения также снижается вследствие увеличения сопротивления системы. Для определения действительной причины неудовлетворительной работы элеватора необходимо провести измерения для определения расхода воды через сопло, коэффициента смешения и сопротивления системы. После определения этих величин намечают мероприятия по устранению недостатков неудовлетворительной работы элеватора.

Основной характеристикой элеватора является коэффициент смешения U_p , т. е. отношение расхода подмешиваемой (обратной от системы отопления) воды к расходу горячей воды, поступающей из тепловой сети:

$$U_p = \frac{G_{от} - G_c}{G_c}, \quad (7.3)$$

где G_c – расчетный расход сетевой воды, т/ч; $G_{от}$ – расчетный расход воды в местной системе отопления, т/ч.

Значение U_p также определяют из уравнения теплового баланса элеваторного ввода, которое может быть выражено через температуры смешиваемой воды:

$$U_p = \frac{t_{1p} - t_{2p}}{t_{3p} - t_{2p}}, \quad (7.4)$$

где t_{1p} – расчетная температура горячей воды в подающем трубопроводе тепловой сети, °С; t_{2p} – расчетная температура обратной воды местной системы, °С; t_{3p} – расчетная температура смешанной воды, поступающей в местную систему отопления, °С.

Для создания расчетного коэффициента смешения разность напоров в подающем и обратном трубопроводах (располагаемый напор $H_{рас}$) перед элеватором должна быть не менее

$$H_{рас} = 1,4 \cdot h(1 + U_p)^2, \quad (7.5)$$

где h – величина расчетных гидравлических потерь в местной системе отопления, м вод. ст.

Необходимый располагаемый напор перед элеватором можно определять по номограмме.

Элеваторы выбирают в зависимости от размера диаметра камеры смешения (горловины), который равен

$$d_r = 8,5 \sqrt[4]{\frac{G_c(1+U_p)^2}{h}}. \quad (7.6)$$

При выборе номера элеватора по расчетному диаметру камеры смешения следует брать стандартный элеватор с ближайшим меньшим диаметром камеры смешения, так как завышенный диаметр камеры снижает КПД элеватора. Диаметр выходного сечения сопла элеватора определяют по формуле

$$d_c = 9,6 \sqrt[4]{\frac{G^2}{H_{\text{рас}}}}, \quad (7.7)$$

где $H_{\text{рас}}$ – напор, дросселируемый в сопле элеватора, м.

Определить диаметр сопла и выбрать номер элеватора можно по номограммам.

7.5. Дросселирование

Диаметр отверстия дроссельной шайбы определяют по формуле

$$d_o = 10 \sqrt[4]{\frac{G_1^2}{\Delta H}}, \quad (7.8)$$

где G_1 – расчетный расход сетевой воды через отверстие, т/ч; ΔH – дросселируемый напор, м вод. ст.

Дросселируемый в диафрагме напор находят как разность между располагаемым напором перед системой теплоснабжения или отдельным теплоприемником и гидравлическим сопротивлением системы (с учетом сопротивления установленных в ней дроссельных устройств) или сопротивлением теплоприемника.

Дроссельные шайбы могут быть установлены на подающем или обратном теплопроводе или на обоих теплопроводах. При установке

дроссельных шайб на вводе системы отопления их следует устанавливать: на подающем трубопроводе при значительном давлении в нем, на обратном трубопроводе – при незначительном давлении в нем с целью создания подпора в системе отопления.

Не рекомендуется устанавливать дроссельные шайбы диаметром менее 2,5 мм. Если по расчету диаметр определен менее 2,5 мм, то следует установить последовательно две шайбы (например, до и после теплообменника) соответственно большего диаметра.

Дроссельные шайбы на тепловом пункте устанавливают после грязевика. Следует иметь в виду, что дроссельная шайба является местным сопротивлением. Поэтому ее необходимо устанавливать на соответствующем расстоянии от измерителей расхода, определяемом паспортными данными.

Дроссельные шайбы устанавливают во фланцевых (рис. 7.4) или резьбовых (рис. 7.5) соединениях.

При необходимости установки дроссельной диафрагмы на тепловой сети ее устанавливают на специальном байпасе (рис. 7.6). В этом случае при расчете дроссельной диафрагмы учитывают сопротивление байпаса.

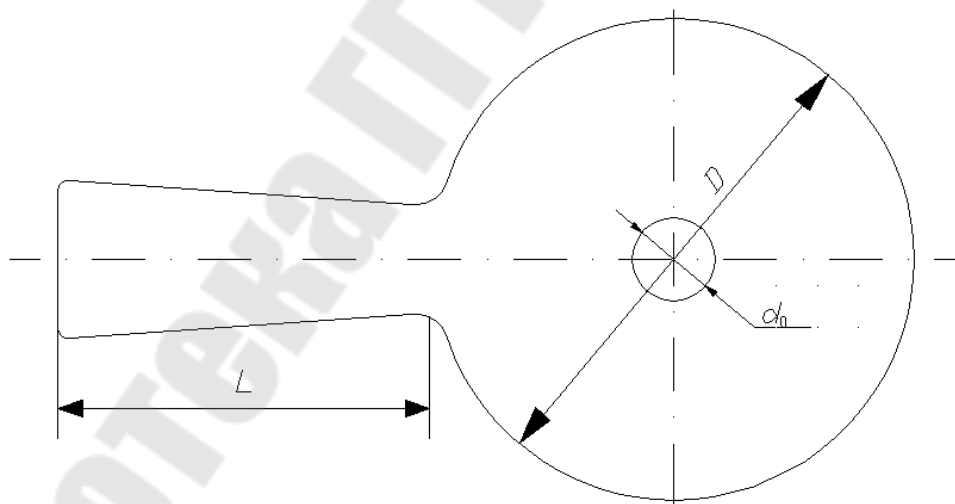


Рис. 7.4. Установка дроссельных диафрагм во фланцевых соединениях

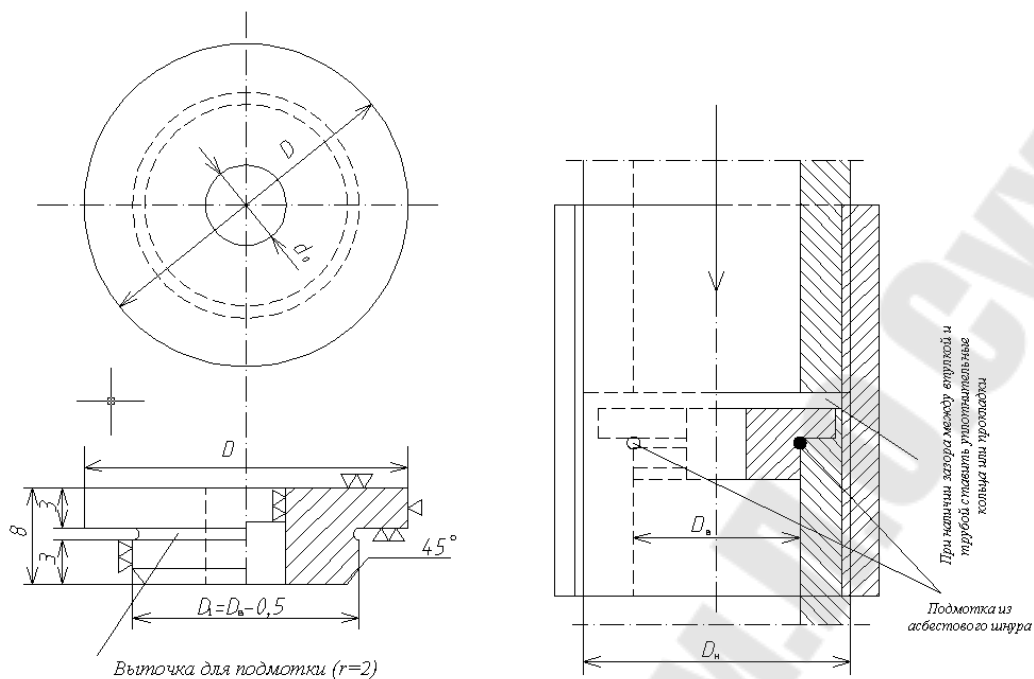


Рис. 7.5. Установка дроссельных диафрагм в резьбовых соединениях

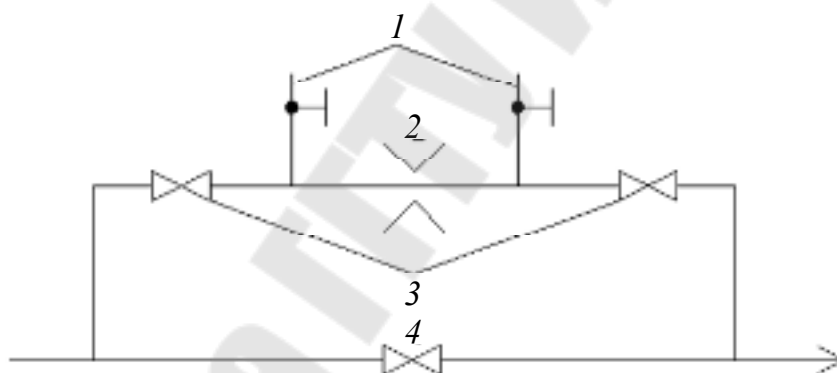


Рис. 7.6. Схема байпаса для установки дроссельной диафрагмы на трубопроводе тепловой сети:

1 – вентили диаметром 15 мм для продувки диафрагмы и измерения давления; 2 – дроссельная диафрагма; 3, 4 – задвижки

7.6. Определение расхода теплоносителя по отдельным стоякам (ветвям) системы отопления

Обычно при расчете системы отопления стремятся к увязке колец таким образом, чтобы их сопротивление было одинаковым. Кроме того, конструктивно стремятся выполнить отдельные циркуляционные кольца одинаковой длины (система с попутным движением воды).

В современных секционных системах увязки сопротивлений по отдельным стоякам достигают на стадии проектирования. Однако в

некоторых случаях этого не удастся сделать, например, в тупиковых системах. В этих случаях производят регулировку колец кранами на стояках, увеличивая степень их закрытия в направлении от самого удаленного стояка к ближайшему. Такую регулировку выполняют также с помощью дроссельных шайб, установленных на стояках. Регулировку кранами на стояках следует производить и в том случае, если отдельные из них недополучают теплоты, а другие перегреваются (регулируют путем уменьшения проходного сечения кранов на перегреваемых стояках). Для расчета диаметров дроссельных шайб, устанавливаемых на стояках, определяют *расчетный расход воды* по каждому стояку:

$$G_{\text{ст}} = \frac{Q_{\text{ст}}}{c \cdot \Delta t_{\text{расч}}}, \quad (7.9)$$

где $Q_{\text{ст}}$ – суммарная мощность нагреваемых приборов;
 $\Delta t_{\text{расч}} = t_{3\text{р}} - t_{2\text{р}}$ – расчетный перепад температуры для системы отопления.

Затем применяют значение дросселируемых напоров из условия: для первых по ходу воды стояков – 0,4–0,6 м; для средних – 0,1–0,4 м; для последних – 0,1–0,05 м. При перегреве отдельных помещений на отопительных приборах этих помещений устанавливают дроссельную шайбу, определив диаметр ее отверстия из условия прохождения через нее расчетного расхода воды и приняв потери напора в отопительном приборе – 0,05 м.

7.7. Регулирование теплоотдачи нагревательных приборов по высоте (при вертикальной регулировке) стояка в двухтрубных и однострубных системах

В двухтрубных системах, как правило, вследствие влияния естественного напора перегреваются приборы верхних этажей. В случае, если в нижних этажах перегрев отсутствует, производят снижение теплоотдачи приборов верхних этажей путем уменьшения проходного сечения кранов двойной регулировки. При отсутствии таких кранов перед приборами устанавливают дроссельные шайбы или уменьшают их поверхность нагрева. В случае, если происходит перегрев приборов в верхних этажах и недогрев в нижних, следует с помощью кранов двойной регулировки уменьшить проходное сечение на верхних этажах и увеличить в нижних этажах. При отсутствии кранов на об-

ратном трубопроводе между перегреваемыми и недогреваемыми этажами устанавливают дроссельную шайбу (рис. 7.7).

В случае перегрева верхних этажей и недогрева нижних в однотрубных системах с замыкающимися участками проводят следующие мероприятия: устанавливают дроссельные шайбы перед приборами верхних этажей; уменьшают поверхность нагрева приборов; увеличивают диаметры замыкающих участков у верхних приборов; демонтируют замыкающие участки у приборов нижних этажей (1–2-й этаж) и при необходимости увеличивают диаметры подводок.

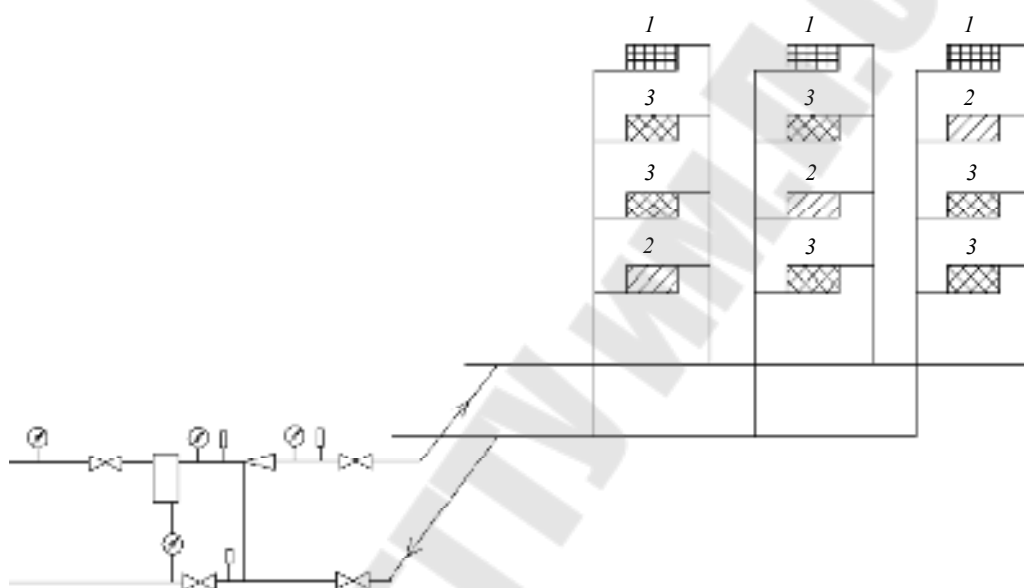


Рис. 7.7. Схема установки дроссельных шайб в двухтрубной схеме отопления:

1 – перегреваемые приборы; 2 – непрогрываемые приборы;
3 – нормально прогреваемые приборы; 4 – дроссельные шайбы

При равномерном недогреве отопительных приборов верхних этажей и одновременном перегреве приборов нижних этажей уменьшают коэффициент смешения элеватора путем прикрытия задвижки после элеватора. При недогреве отопительных приборов верхних этажей на отдельных стояках устанавливают дроссельные шайбы на замыкающих участках этих приборов.

В двухтрубных системах отопления равномерность прогрева отопительных систем повышается с увеличением расхода воды в отопительной системе. При элеваторном присоединении в том случае, если на воде имеется излишний напор, его необходимо погасить в сопле элеватора, при этом возрастает коэффициент смешения и, следо-

вательно, общий расход воды в отопительной системе. При насосном смешении и избыточной производительности насосов также может быть увеличен коэффициент смешения. Для одноконтурных отопительных систем значительно увеличивать расход воды в системе по сравнению с расчетным не рекомендуется, так как это может привести к поэтажной разрегулировке значительным снижением внутренних температур отапливаемых помещений верхних этажей.

7.8. Наладка систем горячего водоснабжения

Задачей наладки системы горячего водоснабжения является разработка и внедрение комплекса мероприятий, обеспечивающих распределение циркуляционного расхода между системами зданий, секционными узлами и стояками в соответствии с их расчетными расходами с целью получения нормативных значений температуры горячей воды у всех водоразборных кранов. Согласно СНиП II-34-76 температура горячей воды у водоразборного крана в закрытой системе водоснабжения включает три этапа: обследование системы и разработку мероприятий по наладке, выполнение разработанных мероприятий и регулировку системы.

При обследовании системы и разработке мероприятий составляют и уточняют схемы внутриквартальной сети, уточняют схемные расположения стояков, подключенных к разводящей и циркуляционным трубопроводам зданий, определяют циркуляционный расход в системе, производят гидравлический расчет системы при циркуляционном расходе, разрабатывают мероприятия по повышению гидравлической и тепловой устойчивости, намечают места установки дроссельных устройств и производят их расчет. *Циркуляционный расход* в системе горячего водоснабжения (на тепловом пункте) определяют по формуле

$$G_{\text{ц}} = \frac{\Sigma Q}{c \cdot \Delta t}, \quad (7.10)$$

где ΣQ – суммарные потери теплоты разводящими трубопроводами системы и водоразборными стояками, Вт/(ккал/ч); c – теплоемкость воды;

$$\Delta t = t_{\text{г}} - t_{\text{п}}, \quad (7.11)$$

где $t_{\text{г}}$ – температура горячей воды на выходе из водонагревателя горячего водоснабжения, °С; $t_{\text{п}}$ – температура воды в самой отдаленной точке водоразбора (не менее 50 °С).

Температуру воды на выходе из водоподогревателя принимают из условия падения температуры в разводящих трубопроводах от водоподогревателя до самой удаленной точки водозабора. Обычно $\Delta t = 10\text{--}15$ °С. Если $\Delta t = 10$ °С, то $t_r = 60$ °С; при $\Delta t = 15$ °С – $t_r = 65$ °С. Потери теплоты Q определяют при средней для всей системы температуре воды °С, которая будет равна

$$t_{\text{ср}} = (t_2 + t_{\text{п}}) / 2. \quad (7.12)$$

$$t_{\text{ср}} = (65 + 50) / 2 = 57,5 \text{ °С или } t_{\text{ср}} = (60 + 50) / 2 = 55 \text{ °С.}$$

Тепловые потери разводящими трубами определяют по формуле

$$q_{\text{ср}} = q_{\text{н}} (1 - \eta), \quad (7.13)$$

где $q_{\text{н}}$ – тепловые потери неизолированными (голыми) трубами при разности температур $(t_{\text{ср}} - t_{\text{в}})$ определяют по таблицам, Вт (ккал/ч); η – коэффициент сохранения теплоты изоляцией.

Температуру окружающего воздуха ($t_{\text{в}}$) принимают в зависимости от места расположения трубопроводов (в подвале, в канале сантехкабин и т. п.). Толщину тепловой изоляции принимают в зависимости от диаметра труб. Суммарные потери теплоты разводящими трубопроводами определяют по формуле

$$\sum Q = \sum_1^n Q_{\text{тр}} + \sum_1^n Q_{\text{ст}}, \quad (7.14)$$

где $\sum_1^n Q_{\text{тр}}$ – потери теплоты разводящими трубами; $\sum_1^n Q_{\text{ст}}$ – потери теплоты всеми водоразборными стояками.

В приближенных расчетах *потери теплоты* системой допускается определять по формуле

$$\sum Q = n \cdot q_{\text{эт}}, \quad (7.15)$$

где $q_{\text{эт}}$ – потери теплоты этажными стояками с учетом доли потери теплоты в магистрали; n – число квартир, обслуживаемых в системе.

Гидравлический расчет производят в начале по главному направлению через дальний стояк (дом). Затем рассчитывают отдельное ответвление. Так как сопротивление всех циркуляционных колец

должно быть одинаковым, сопротивление колец уравнивают с меньшими сопротивлениями по отношению к кольцу с дальним стояком (дома). Уравнения производят путем установки дроссельных шайб или отрезка трубы меньшего диаметра. Уравнение колец должно производиться как в масштабе дома (наружные сети), так и в масштабе стояков (внутренние системы).

8. ПРОМЫВКА ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ И СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

8.1. Промывка тепловых сетей

Промывку внутриквартальных тепловых сетей в зависимости от потребного расхода воды и воздуха, а также гидравлических сопротивлений производят: одновременно подающих и обратных труб всей сети, отдельно подающих и обратных или отдельными участками. Порядок промывки может быть установлен после проведения расчета потребного количества воды и воздуха, определения гидравлических потерь и выбора оборудования (насосов, компрессоров).

Воду и воздух следует подавать из ЦТП. При промывке одновременно подающего и обратного трубопровода в начале участка (на ЦТП) и в конце (в камере или местном тепловом пункте) устраивают перемычки. В конце участка на перемычке устанавливают дренажный штуцер. Воду для промывки берут из городского водопровода после подкачивающих насосов. Дренируемую воду отводят по трубопроводам в ливневую канализацию (для отвода воды могут быть использованы пожарные рукава). Схемы присоединения трубопроводов воды, сжатого воздуха, перемычек и дренажных труб показаны на рис. 8.1 и 8.2.

Расход воздуха для промывки определяют из соотношения

$$L = m G. \quad (8.1)$$

Величину m принимают из условия оптимального времени промывки и скорости, при которой достигается наибольший эффект от промывки. Обычно принимают: $m = 1-2$, а $v = 1,5-3$ м/с. Следует иметь в виду, что при указанной выше скорости водовоздушной смеси наблюдаются значительные потери напора.

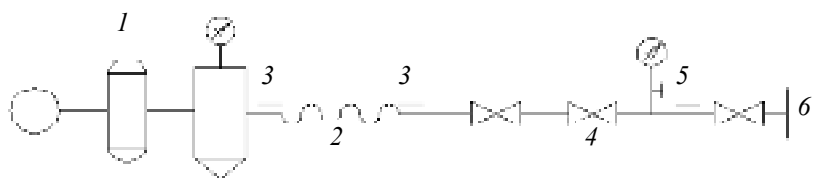


Рис. 8.1. Схема присоединения трубопроводов для промывки:
 1 – компрессор; 2 – гибкий кордовый резиновый шланг; 3 – полугайка;
 4 – обратный клапан; 5 – муфтовое соединение; 6 – система отопления

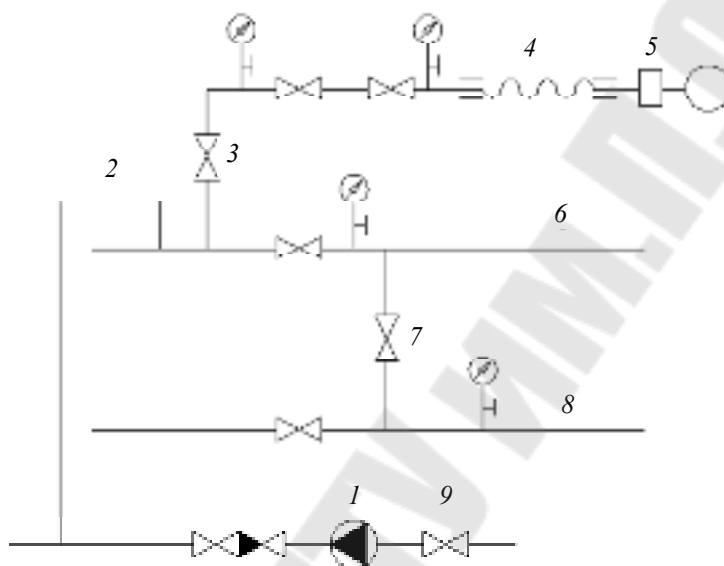


Рис. 8.2. Схема присоединения компрессора
 и насоса к квартальной сети:

1 – подкачивающие насосы холодного водопровода; 2 – присоединительный трубопровод от холодного трубопровода; 3 – присоединительный трубопровод сжатого воздуха; 4 – гибкий шланг; 5 – компрессор; 6 – подающий трубопровод тепловой сети; 7 – перемычка; 8 – обратный трубопровод; 9 – городской водопровод

Для подачи сжатого воздуха используют передвижные компрессорные станции. Необходимое давление и производительность станции определяют расчетом.

8.2. Промывка системы отопления

Сильно загрязненные системы отопления (после строительства или капитального ремонта), а также длительное время не подвергающиеся промывке промывают в три этапа: 1) продувка сжатым воздухом каждого стояка снизу вверх при заполненной водой системе отопления (для взрыхления отложений); 2) промывка каждого стояка

воздушной смесью; 3) промывка разводящих трубопроводов водовоздушной смесью. При ежедневной промывке можно ограничиться промывкой стояков группами (до 5 стояков). Для промывки систем отопления на вводе должны быть врезаны следующие штуцеры: для присоединения трубопровода сжатого воздуха от компрессора $D_y = 32$ мм; для присоединения трубопровода холодной воды $D_y = 50$ мм; для отвода дренируемой воды $D_y = 50$ мм.

Все штуцеры могут присоединяться с помощью полугаек (полугаек типа «РОТ» по ГОСТ 2217–76* с изменениями) к гибким рукавам. Компрессор к системе отопления присоединяют в соответствии со схемой, показанной на рис. 8.1. Систему отопления на период промывки отключают от квартальной сети задвижками, а при их недостаточной плотности устанавливают дополнительные заглушки из листовой стали толщиной не менее 3 мм. В качестве примера на рис. 8.3 показана схема промывки трубопроводов систем отопления с элеваторным присоединением. Промывку производят после удаления из элеватора сопла. Ниже описан порядок промывки системы.

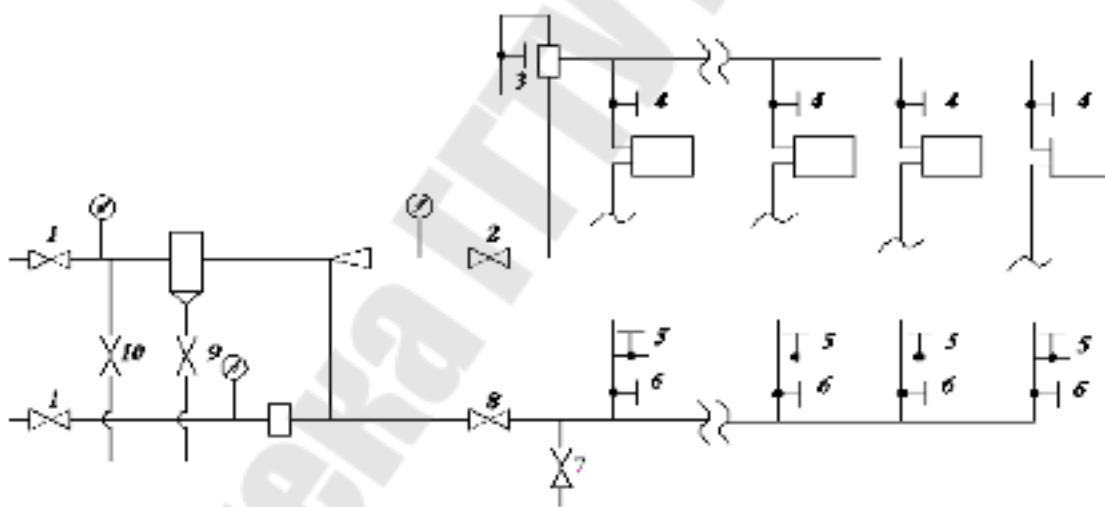


Рис. 8.3. Схема промывки системы отопления с элеваторным присоединением:

1 – головные задвижки; 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 – задвижки (вентили); 9 – задвижка на водопроводе холодной воды; 10 – задвижка на трубопроводе воздуха

Заполняют систему водой через задвижку 9 при открытом кране 3 воздухосборника и открытых кранах (задвижках) 2, 4, 6, 8 и закрытых кранах (задвижках) 1, 5, 7, 10. После появления в кране 3 воды задвижку 9 закрывают. Производят продувку воздухом каждого стояка, начиная с последнего. Для этого закрывают задвижку 2 и все

краны 6 на стояках. Открывают задвижку 10 (воздух). Путем последовательного открытия крана 6 на стояках при открытом кране 3 производят продувку стояков воздухом снизу вверх. Для отвода воды в канализацию на штуцер крана 3 надевают гибкий резиновый шланг. Промывают каждый стояк, начиная с самого удаленного. Для этого открывают задвижку 2, закрывают задвижку 8, а также краны 3, 5 и 6. Краны 4 открыты. Открывают краны 9 (вода), 10 (воздух) и 7 (дренаж).

Затем для промывки последовательно открывают кран 5 на каждом стояке. Промывают разводящие магистрали последовательным включением стояков и дренажем воды через задвижку 7. Открывают задвижку 2 и краны 4, закрывают краны 6 и задвижку 8. Закрывают также краны 3 и 5. Включают воду и воздух задвижками 9 и 10 и при открытой задвижке 7 включают последовательно стояки путем открытия кранов 6, начиная с самого удаленного стояка. Для подачи сжатого воздуха используют передвижные компрессорные станции.

Производительность компрессора принимают исходя из требуемого количества воздуха, необходимого для промывки, которое определяют $L = mG$. Расход воды G определяют по оптимальному значению скорости $v = 1,5-2$ м/с.

Пример. Требуется определить количество воздуха необходимого для промывки секционной системы отопления, состоящей из 12 стояков диаметром равным 32 мм. Задаем скорость $v = 2$ м/с; определяем расход воды при условии одновременного открытия всех стояков:

$$G = (v \cdot \pi \cdot D^2 / 4) \cdot 12 \cdot 60 = 2 \cdot 0,785 \cdot 0,0392 \cdot 60 = 1,45 \text{ м}^3/\text{мин.}$$

При $m = 2$ количество воздуха для промывки составит 3 м³/мин. Необходимое давление определяют по величине гидравлических потерь. Потребность воздуха и его начальное давление регулируют вентилем на выходе из компрессора в зависимости от режимов промывки.

9. ОЧИСТКА ВОДОНАГРЕВАТЕЛЕЙ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

В процессе эксплуатации водоподогревателей наблюдается образование отложений на поверхностях нагрева (латунных трубках) и трубных решетках. Отложения, как правило, состоят из окислов железа и карбонатов, которые создают большое термическое сопротивление тепловому потоку от греющей к нагреваемой воде, так как их

теплопроводность значительно меньше теплопроводности металла. Кроме того, окисные отложения могут ускорять коррозию металла труб. Отложения также вызывают увеличение гидравлического сопротивления водоподогревателей, поэтому гидравлическое сопротивление может, в известной мере, служить индикатором степени загрязненности водонагревателя.

Необходимость проведения химической очистки перед каждым отопительным сезоном определяется увеличением в 1,5 раза гидравлического сопротивления по отношению к предыдущему отопительному сезону. Очистке подвергают водоподогреватели, прошедшие испытания на гидравлическую плотность. К началу отопительного сезона все тепловые пункты, оборудованные арматурой для присоединения установки химической промывки, должны быть осмотрены и находиться в работоспособном состоянии, заготовлены реагенты, необходимые для промывки конкретного объекта.

Для химических очисток водоподогревателей, в состав отложений которых входят, как правило, карбонаты и окислы железа, можно применять в качестве моющих реактивов соляную и сульфаминовую кислоту, концентрат или конденсат низкомолекулярных кислот. Ингибитором коррозии может служить каптакс, ОП-7 (ОП-10), катапин, уротропин и др. Для гашения пены, образующейся в процессе очистки соляной кислотой, целесообразно применять пеногасители (например, фракции С5–С6 синтетических жирных кислот). Последовательность технологических операций при химической очистке приведена ниже.

Для обеспечения полноты удаления коррозионно-накипных продуктов в процессе очистки необходимо выдерживать следующие скорости движения растворов реагентов и отмывочной воды: при обработке химическими реактивами не менее 0,3 м/с, при окончательной водной отмывке не менее 1,5 м/с. Обработку растворами реагентов и щелочами производят по замкнутому контуру. Отработанные растворы нейтрализуют и так же, как отмывочную воду, направляют в канализацию. При выполнении всех технологических операций по приготовлению реагентов используют водопроводную воду.

Ориентировочное количество воды, затрачиваемое на каждую водную отмывку, составляет 10–15 объемов водоподогревателя. Химическую очистку водоподогревателей производят раствором сульфаминовой или соляной кислоты, подогретой до 60–70 °С с применением ингибитора (замедлителя коррозии). Объем промывочного раствора кислоты и соответственно расход порошка определяются

числом секции водоподогревателя и его маркой. Количество ингибитора, добавляемого в кислотный раствор, зависит от концентрации последнего. При концентрации кислоты, %: 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7 соответственно количество ингибитора, г/л – 1,5; 1,5; 2; 2; 2,5; 2,5; 3.

Установка для очистки ВВП состоит из металлической емкости, кислотостойкого насоса с электромотором и двух резиноканевых шлангов. Металлическая емкость представляет стальную цистерну объемом 2 м³, установленную на базе одноосного колесного прицепа поливомоечной машины КО-7С4. Внутренняя поверхность бака покрыта кислотостойким лаком, выдерживающим температуру 100 °С. Если цистерна выполнена из кислотостойкого металла, то защитное покрытие не применяется. Цистерна имеет: загрузочный люк с крышкой; патрубок диаметром 32 мм для всасывания раствора, такой же патрубок для возврата раствора; сливной патрубок диаметром не менее 50 мм. Цистерна имеет водомерное стекло, по которому фиксируется объем промывочного раствора. В зависимости от отложений химической очистке подвергаются внутренние и наружные поверхности трубок водоподогревателей системы ГВС, а также наружная поверхность водоподогревателей системы отопления. Для очистки внутренней поверхности трубок водоподогреватель выводят из работы, отключают от водопровода и местной системы. При этом задвижку, установленную на трубопроводе сетевой воды, идущем к водоподогревателю, частично закрывают для уменьшения расхода сетевой воды с целью поддержания температуры промывочного раствора на уровне 60–70 °С. Чтобы исключить возможность попадания кислоты в систему ГВС, во фланцевом соединении на входном и выходном трубопроводах городской воды вставляют металлические заглушки с прокладкой. На ЦТП, где намечается химическая очистка, доставляют промывочную установку и необходимое количество порошка кислоты, ингибитора и гашеной извести. В емкость сначала засыпают порошок кислоты, затем заливают подогретую до 40–50 °С воду. Очистку производят созданием непрерывной циркуляции подогретого раствора кислоты через водоподогреватель. До начала очистки и в период ее проведения с помощью денситометров определяют плотность промывочного раствора при одной и той же температуре. Окончанием химической очистки следует считать время, когда последнее значение плотности отличается от предыдущего не более чем на 0,001 шкалы денситометра. Далее раствор подвергают нейтрализации известью. Окончательной операцией химической очистки является отмывка внутренней поверхности трубок водопроводной водой.

10. АВТОМАТИЗАЦИЯ ОТПУСКА ТЕПЛОТЫ НА ТЕПЛОВЫХ ПУНКТАХ

Отпуск теплоты является одним из основных технологических процессов теплоснабжения. Однако в отличие от других процессов теплоснабжения (производство теплоты, подготовка воды, транспортирование теплоносителя, защита тепловых сетей и др.) объем и уровень автоматизации управления отпуском теплоты существенно отстают от современных требований обеспечения высокого качества, экономичности и надежности теплоснабжения, отопления и горячего водоснабжения.

В связи с этим имеют место дискомфортные условия в отапливаемых помещениях и перерасход теплоты и топлива. В настоящее время отпуск теплоты регулируется практически только на источниках (центральное регулирование). В незначительном количестве объектов применяют регулирование температуры воды в системах горячего водоснабжения. На источнике применяют, как правило, качественный метод регулирования по изменению температуры наружного воздуха. Однако этот вид регулирования осуществляют не во всем диапазоне наружных температур.

Ниже рассмотрены причины перерасхода теплоты при отсутствии автоматизации.

1. Нижняя срезка графика в теплый период года (осенне-весенний период). Связанный с этим перерасход составляет 2–3 %.

2. Невозможность учета бытовых тепловыделений при центральном графике регулирования может увеличить перерасход теплоты до 5–17 %. При групповом методе регулирования бытовых тепловыделений учитываются в размере 5–6 %, а при домовом и пофасадном – до 12–17 %.

3. Существующий график отпуска теплоты ориентирован на отопление квартир наветренной ориентации при постоянной инфильтрации, определяемой в расчетных условиях. Таким образом, в нерасчетных условиях за счет силы ветра и его направленности количество теплоты на отопление может быть сокращено. Сокращение этого перерасхода теплоты возможно путем: а) учета снижения инфильтрации при повышении температуры наружного воздуха; б) дополнительного учета изменения скорости ветра; в) учета направления ветра.

Мероприятия по пп. 3, б и 3, в могут быть практически реализованы только при пофасадном регулировании.

Общая экономия при учете действия ветра может достигнуть 7 %.

4. При действующем центральном графике регулирования не учитывается поступление теплоты от солнечной радиации. Учет ее может производиться сокращением теплоты, подаваемой на солнечный фасад. При необходимости часть этой теплоты может быть передана фасаду с несолнечной ориентацией. Экономия при учете солнечной радиации может достигнуть 4–9 %. Солнечная радиация может быть учтена при применении пофасадного или индивидуального регулирования.

5. Значительная экономия теплоты при любом способе регулирования может быть достигнута за счет снижения температуры воздуха в отапливаемых помещениях производственных и административно-общественных зданий в нерабочие дни и в ночное время, а в жилых домах – в ночное время. Снижение температуры воздуха в жилых зданиях в ночное время на 2–3 °С не ухудшает санитарно-гигиенические условия и в то же время дает экономию в размере 4–5 %. В производственных и административно-общественных зданиях экономия теплоты за счет снижения температуры в нерабочее время достигается еще в большей степени. Температура в нерабочее время может поддерживаться на уровне 10–12 °С.

Общая экономия теплоты при автоматическом регулировании ее отпуска системам отопления может составить 25 % годового расхода.

При отсутствии регуляторов температуры горячей воды (у водонагревателей в закрытых системах теплоснабжения или у смесительных устройств в открытых системах горячего водоснабжения) ее величина, как правило, не соответствует требуемой (она или значительно ниже, или значительно выше требуемой).

В общих случаях имеет место перерасход теплоты: в первом случае вследствие слива воды потребителями, во втором – из-за повышенного теплосодержания. Следует отметить, что отсутствие регуляторов температуры горячей воды приводит к дестабилизации гидравлического режима в тепловой сети и повышению температуры обратной воды при отсутствии водозабора. Устанавливаемые вместо регуляторов дроссельные шайбы (рассчитанные на некоторую оптимальную величину водоразбора) не могут обеспечить снижение расхода сетевой воды у потребителя при прекращении водозабора.

Перерасход теплоты в системах горячего водоснабжения при отсутствии регуляторов может составить 10–15 % годового потребления теплоты на горячее водоснабжение.

Внедрение автоматики является наиболее реальным путем экономии топлива.

Как известно, система централизованного теплоснабжения имеет многозвенную структуру: источник теплоты, тепловые сети, тепловые пункты, потребители теплоты и горячей воды. В связи с этим регулирование отпуска теплоты должно осуществляться соответствующими степенями: центрального – у источника теплоты; группового (на группу зданий, район) – в ЦТП, КРП, в сетевых насосно-смесительных станциях; общедомового (на все здание) и пофасадного (на каждый фасад здания) – в ИТП и МТП; индивидуального – у нагревательных приборов.

Каждой степени регулирования должны быть определены функции регулирования, которые на данной ступени могут быть достигнуты с наименьшими затратами и минимальным количеством оборудования. Так, наиболее эффективным по окупаемости капитальных вложений является групповой способ регулирования, при котором автоматические устройства, установленные на ЦТП или КРП, обслуживают одновременно 10–40 зданий. Конечно, при этом глубина регулирования (величина сэкономленной теплоты) будет значительно меньше максимально возможной, так как полностью не учитываются все действующие факторы. При групповом способе в полной мере могут быть ликвидированы перетопы, возникающие за счет постоянства температуры сетевой воды в теплый период года, а также частично учтены бытовая теплота и ночное снижение температуры внутреннего воздуха.

При дополнении группового регулирования пофасадным глубиной регулирования увеличивается (за счет более полного использования внутренних тепловыделений), появляются новые статьи экономии – за счет солнечной радиации и действия ветра. При этом следует иметь в виду, что при наличии группового регулирования автоматические устройства при пофасадном регулировании будут проще и дешевле.

В зависимости от принципа регулирования различают следующие методы регулирования отпуска теплоты на отопление:

- по отклонению регулируемого параметра (температура воздуха помещения);
- по возмещению (температура наружного воздуха);
- комбинированный (по отклонению и возмущению).

11. ПРИЕМКА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ НОВЫХ ТЕПЛОВЫХ ПУНКТОВ И СЕТЕЙ

Приемка в эксплуатацию законченных строительством тепловых сетей и тепловых пунктов производится в соответствии со СНиП 3.01.04–87 и СНиП 3.05.04–85. Тепловые сети принимает в эксплуатацию комиссия в составе представителей заказчика, подрядчика и эксплуатирующей организации. Трубопроводы с рабочим давлением 0,7–16 кгс/см² (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 Госпромнадзора. Трубопроводы с рабочим давлением свыше 16 кгс/см² (1,6 МПа) и температурой воды свыше 115 °С с условным проходом свыше 100 мм регистрируют в органах Госпромнадзора.

Промежуточную приемку отдельных видов работ и узлов теплотрасс 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 водоснабжения и отопления; регуляторы расхода давления и температуры; грязевики, баки-аккумуляторы и фильтры; контрольно-измерительные приборы; отопительные, вентиляционные системы и системы горячего водоснабжения.

Законченные 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 испытаниям 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; элеваторы 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 полотенцесушителей 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 испытаний внутренней системы отопления и горячего водоснабжения;
- н) акты обкатки оборудования.

Комиссия при приемке проверяет техническую 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 строительной-монтажная организация должна устранить недоделки, указанные в ведомости. Трубопроводы, принятые, но не введенные в эксплуатацию в течение 6 месяцев 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 гидроневматическим способом.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ТЕПЛОВЫХ ПУНКТОВ

При приемке теплового пункта после проведения большого капитального ремонта должна быть оформлена, при необходимости обновлена и представлена комиссии следующая техническая документация: а) паспорт теплового пункта; б) оперативный журнал; в) журнал дефектов оборудования; г) схема теплового пункта; д) режимная карта; е) принципиальная схема внутридворовой разводки; ж) однолинейная расчетная схема электрооборудования; з) однолинейная схема автоматики; и) маршрутная схема движения обслуживающего персонала по закрепленным тепловым пунктам; к) должностные обязанности слесаря-сантехника; л) инструкция по эксплуатации автоматизированной схемы работы насосного оборудования; м) график планово-предупредительного ремонта (осмотра) оборудования (ППО); н) инструкция по технике безопасности при работе на тепловом пункте; о) температурный график работы теплосети; п) «Положение о техническом осмотре и обслуживании инженерных систем и оборудования тепловых пунктов, элеваторных узлов, водоподкачек».

Паспорт теплового пункта должен быть полностью заполнен: внесены сведения о замене неисправного основного оборудования на новое

или капитально отремонтированное; проставлены сроки проведения большого капитального ремонта; в оперативном журнале сделана отметка о проведении большого капитального ремонта и должна вестись регулярная запись контролируемых параметров теплового пункта; в журнале дефектов должны быть сделаны записи об устранении всех неисправностей и дефектов, выявленных в межремонтный период. Схема теплового пункта должна быть откорректирована и соответствовать реально установленному оборудованию и его нумерации; режимная карта полностью заполнена, подписана и утверждена должностными лицами.

На принципиальной схеме внутрядворовой разводки должны быть указаны все присоединенные к тепловому пункту здания, их адреса, этажность, диаметры и длина внутриквартальных тепловых сетей, нагрузки, а принципиальная схема автоматики работы насосного оборудования выполнена в однолинейном исполнении и вывешена на внутренней стороне дверцы электрошкафа. На маршрутной схеме движения обслуживающего персонала следует указать все закрепленные за ними тепловые пункты, маршруты движения и время посещения каждого ТП. Должностная инструкция слесаря-сантехника должна быть подписана и утверждена должностными лицами и согласована с профсоюзом.

«Инструкция по эксплуатации автоматизированной схемы работы насосного оборудования» должна быть подписана, утверждена должностными лицами и содержать объем работ, необходимый для слесаря-сантехника. «Инструкция по технике безопасности при работе на тепловом пункте» утверждается главным инженером и согласовывается с местным комитетом. «Инструкция по техническому обслуживанию электрооборудования теплового пункта» должна быть подписана, утверждена должностными лицами и содержать объем работ, необходимых для слесаря-электрика. График ППО должен быть утвержден главным инженером и содержать объем работ, проводимых на тепловом пункте при ежедневном осмотре и еженедельном техническом обслуживании.

13. УЧЕТ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В ТЕПЛОВЫХ ПУНКТАХ

Метод учета потребляемой теплоты следует принимать в зависимости от категории потребителя, определяемой значимостью и величиной его тепловой нагрузки. К 1-й категории относятся потребители с тепловой нагрузкой отопления, равной или превышающей 12,6 кДж/ч (3 Гкал/ч), а также независимо от величины тепловой на-

грузки следующие виды потребителей: а) промышленные предприятия; б) предприятия коммунально-бытового обслуживания; в) спортивные сооружения; г) центральные и квартальные тепловые пункты жилых или административных районов и учебных комплексов. Ко 2-й категории относятся потребители с расходом на отопление от 4,2 до 12,6 кДж/ч (от 1 до 3 Гкал/ч). К 3-й категории относятся потребители с расходом теплоты на отопление менее 4,2 кДж/ч (1 Гкал/ч). Для учета количества теплоты на отопление у потребителей первой категории рекомендуется устанавливать: регистрирующие расходомеры и регистрирующие измерители температуры, или тепломеры. Для учета количества теплоты на отопление потребителей второй категории рекомендуется устанавливать: регистрирующие расходомеры (или в случае их отсутствия водомеры горячей воды); регистрирующие измерители температуры, или тепломеры.

Для учета количества теплоты на отопление у потребителей третьей категории рекомендуется устанавливать: водомеры горячей воды; показывающие термометры. Для учета теплоты на горячее водоснабжение у потребителей 1-й и 2-й категории рекомендовать: водомеры (для холодной и горячей воды в зависимости от места установки); регистрирующие измерители температуры, или тепломеры. Для учета количества теплоты на горячее водоснабжение у потребителей 3-й категории рекомендуется устанавливать: водомеры (для холодной и горячей воды в зависимости от места установки), показывающие термометры.

В закрытых системах теплоснабжения у потребителей 1-й и 2-й категорий замер расхода воды на отопление рекомендуется производить: а) у потребителей с распределительными тепловыми сетями, не имеющими утечек воды, на падающем или обратном трубопроводе; б) у потребителей с распределительными тепловыми сетями, имеющими утечки воды (подземные тепловые сети и др.), как на подающем, так и на обратном трубопроводах.

В открытых системах теплоснабжения у потребителей 1-й и 2-й категории расход воды на отопление рекомендуется замерять:

а) у потребителей с распределительными тепловыми сетями, не имеющими утечек воды, на подающем и обратном трубопроводах;

б) у потребителей с распределительными тепловыми сетями, имеющими утечки воды как на подающем, так и на обратном трубопроводах.

У потребителей 3-й категории закрытых и открытых систем теплоснабжения расход воды на отопление следует замерять приборами

на обратном трубопроводе. В закрытых системах теплоснабжения при отсутствии приборов, рассчитанных на установку на подающих трубопроводах отопления, приборный учет теплоты производят только по обратному трубопроводу.

14. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РЕЖИМ В ВОДЯНЫХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ

Различаются два режима: динамический и статический. Задачей динамического режима является обеспечение циркуляции теплоносителя (воды) во всех звеньях системы теплоснабжения – теплообменниках источника теплоты, трубопроводах тепловой сети, потребителях. К динамическому режиму предъявляются следующие требования: напоры перед тепловыми пунктами должны быть достаточными для подачи соответствующего расхода воды в местные системы теплоснабжения; давление в подающем трубопроводе на всем его протяжении должно быть не ниже давления, обеспечивающего невоскипания в трубопроводе воды; давление в обратном трубопроводе должно быть выше статической высоты большинства отопительных систем для обеспечения их залива; давление в обратном трубопроводе должно максимально обеспечивать зависимое присоединение систем отопления, т. е. оно не должно приводить к разрушению отопительных систем; давление в обратном трубопроводе перед сетевыми насосами для исключения кавитационного разрушения должно быть не ниже 0,05 МПа.

Динамический режим обеспечивается: работой сетевых насосов, устанавливаемых на источнике теплоты и в промежуточных точках сети (на подстанциях), работой подпиточных насосов, дроссельными устройствами, устанавливаемыми в промежуточных точках сети. С помощью сетевых насосов создается необходимый напор перед тепловыми пунктами. Подпиточные насосы служат для восполнения потерь сетевой воды при утечках через неплотности в трубопроводах и поддержания в тепловой сети давлений на требуемом уровне. Обычно с помощью подпиточных насосов и регуляторов поддерживается постоянное давление в обратном коллекторе станции (основная нейтральная точка) или в месте пересечения линий давления обратной магистрали при динамическом режиме с линией давления статического режима (дополнительная нейтральная точка). При сложном рельефе местности (значительная разность высот) тепловая сеть подразделяется на зоны. При подъеме профиля местности в направлении от

источника теплоты на обратном трубопроводе устанавливают дроссельное устройство, позволяющее увеличить давление в обратном трубопроводе верхней зоны. При понижении профиля местности в направлении от источника на обратном трубопроводе устанавливают насосы для снижения давления в обратном трубопроводе и увеличения напора у потребителей.

Задачей статического режима является обеспечение заполнения систем отопления при отсутствии циркуляции. При статическом режиме давление в точках присоединения систем отопления должно быть выше статической высоты системы отопления и в то же время давления, допустимого для системы отопления по условиям прочности. Статический режим обеспечивается работой подпиточных насосов и соответствующих регулировочных устройств. При сложном рельефе местности (большая разность высот) тепловая сеть при статическом режиме делится на зоны. В каждой зоне при остановке сетевых насосов поддерживается свое значение статического давления. В связи с большим количеством потребителей, присоединяемых к тепловым сетям, невозможно удовлетворить изложенные выше требования для всех потребителей. Несоответствие давления в тепловых сетях части потребителей корректируется применением различных схем их присоединения. Гидравлические режимы (динамический и статический) можно представить пьезометрическими графиками.

На рис. 14.1 показаны пьезометрические графики динамического и статического режимов в тепловой сети без применения промежуточных насосных и дроссельных подстанций, откуда видно, что потребитель 1 может быть присоединен с помощью элеватора, избыточный напор которого снижается в сопле элеватора, или с помощью дроссельных шайб. У потребителя 2 при установке на обратном трубопроводе системы отопления регулятора давления остаточный напор H_0 должен быть не менее требуемого для работы элеватора и поэтому он также может быть присоединен через элеватор. У потребителя 3 давление (напор) в обратном трубопроводе P_2 выше допустимого для системы отопления (больше 60 м), в связи с этим он должен быть присоединен по независимой схеме (через подогреватель). У потребителя 4 при установке регулятора давления на обратном трубопроводе остаточный напор H_0 недостаточен для работы элеватора, в этом случае он должен быть присоединен с помощью насоса на перемычке (или по независимой схеме). Потребитель 5 при достаточном напоре H_k может быть присоединен через элеватор.

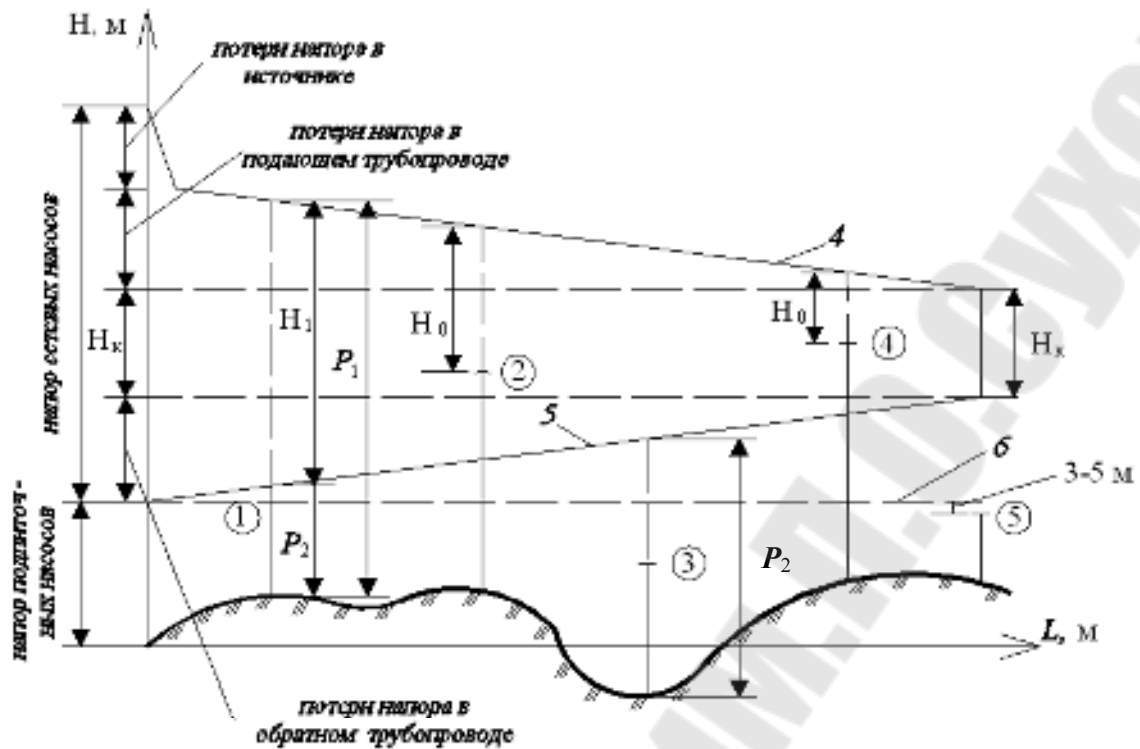


Рис. 14.1. Пьезометрический график тепловой сети без промежуточных подстанций:

1 – сетевые насосы; 2 – подающий трубопровод; 3 – обратный трубопровод; 4 – линия давлений в подающем трубопроводе при динамическом режиме; 5 – линия давлений в обратном трубопроводе при динамическом режиме; 6 – линия давлений при статическом режиме; P_1 – давление в подающем трубопроводе потребителя 1; P_2 – то же, в обратном; H_1 – напор у потребителя; H_k – напор у конечного потребителя; H_0 – располагаемый напор при установке на обратном трубопроводе системы отопления регулятора давления (подпора)

На рис. 14.2 показаны пьезометрические графики с дроссельной и насосной подстанциями на обратном трубопроводе для сложного рельефа местности.

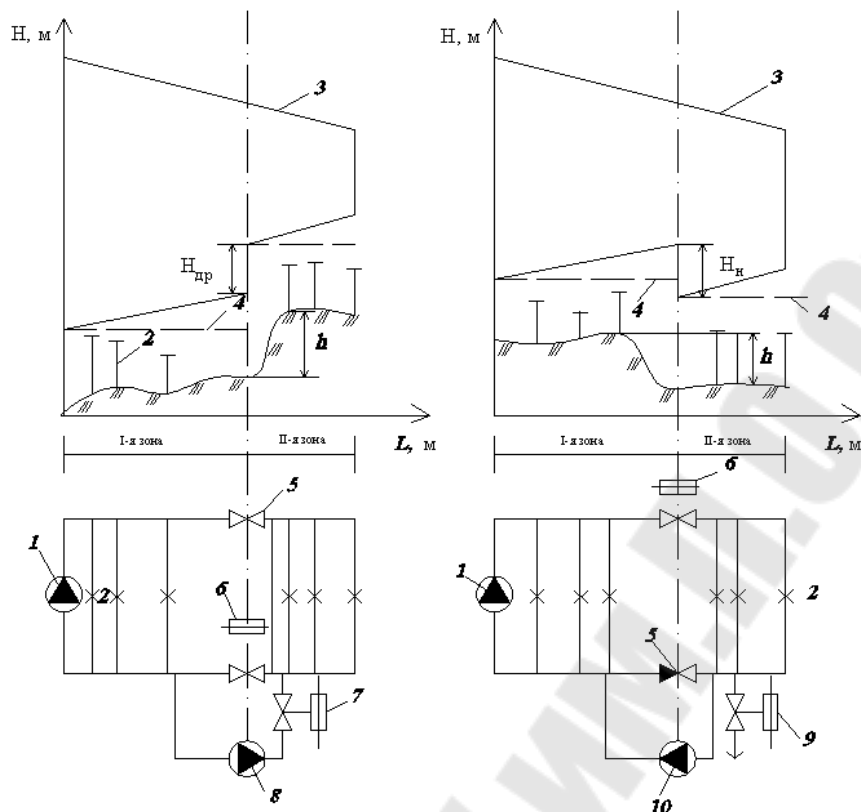


Рис. 14.2. Пьезометрические графики при значительной разнице высот (h) для двух различных случаев:

a – на обратном трубопроводе установлен регулятор давления для дросселирования; $б$ – на обратном трубопроводе установлена насосная подстанция для снижения давления; 1 – сетевые насосы; 2 – системы отопления; 3 – пьезометрический график при динамическом режиме; 4 – то же, при статическом; 5 – обратный клапан; 6 – регулятор давления (рассечки); 7 – регулятор подпитки; 8 – подпиточный насос; 9 – регулятор дренажа; 10 – перекачивающий насос; 11 – зоны; $H_{др}$ – сопротивление дроссельного устройства; H_n – напор насоса 10; h – разность высот

15. ИСПЫТАНИЯ НА ПЛОТНОСТЬ

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 ремонте и после окончания ремонта, включением сетей в эксплуатацию.

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 и 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 быть ниже $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ и превышать $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$, а давление должно быть равно рабочему давлению с коэффициентом 1,25, но не ниже 16 кгс/см^2 (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 ниспадающей части его характеристики.

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.

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 кгс/см^2 (1 МПа);

б) для подземных трубопроводов после тепловых пунктов – 12 кгс/см^2 (1,2 МПа);

в) для систем водяного отопления с чугунными отопительными приборами 60 кгс/см^2 (0,6 МПа) в нижней точке системы, а для панельных и конвекторных систем – 10 кгс/см^2 (1 МПа);

г) для калориферов систем отопления и вентиляции – 10 кгс/см^2 (10 МПа);

д) для систем горячего водоснабжения, подсоединенных к открытым тепловым сетям, – 10 кгс/см^2 (0,10 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, давление 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 соединениях и в основном металле труб, фланцевых соединениях, корпусах арматуры и т. п. не обнаружены течи или потения, видимые остаточные деформации, трещины или признаки разрыва;

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 них в течение 15 мин допускается не более чем на $0,1 \text{ кгс/см}^2$ (0,01 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 водами каналах и камерах. Применять краситель можно только с разрешения Главного санитарного врача города или населенного пункта. Одним из требований, предъявляемых к красителю, является возможность его обнаружения при незначительной концентрации.

В качестве индикатора утечки сетевой воды применяют флуоресцеин – натрий (уранин) чистый ($\text{C}_2\text{OH}_{10}\text{Na}_2\text{O}_5$) (ТУ 6-09-2281–77),

выпускаемый Березниковским химическим заводом. Допускается также применять технический флуоресцеин ($C_2OH_{12}O_5$). Уранин – желто-коричневый порошок, растворяется в воде с желтой окраской и интенсивной зеленой флуоресценцией.

16. ИСПЫТАНИЕ СЕТЕЙ НА РАСЧЕТНУЮ ТЕМПЕРАТУРУ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

Водяные тепловые сети испытывают на расчетную температуру теплоносителя. Испытание заключается в проверке тепловой сети на прочность в условиях температурной деформации, вызванной подъемом температуры теплоносителя до расчетных значений, а также в проверке в этих условиях компенсирующей способности тепловой сети. Испытанию на расчетную температуру теплоносителя подвергают всю тепловую сеть – от источника теплоснабжения до тепловых пунктов систем теплоснабжения, включая магистральные, разводящие теплопроводы и абонентские ответвления.

Тепловые сети, находящиеся в эксплуатации, подвергают испытаниям на расчетную температуру теплоносителя не реже одного раза в два года. Испытание действующих тепловых сетей на расчетную температуру теплоносителя, как правило, проводят непосредственно перед окончанием отопительного сезона при устойчивых суточных плюсовых температурах наружного воздуха.

Испытания на расчетную температуру теплоносителя проводят при расчетных значениях температуры воды, циркулирующей в подающем трубопроводе, при этом температура воды в обратном трубопроводе не должна превышать 90 °С. Необходимо строго следить за тем, чтобы высокотемпературный теплоноситель не попадал в обратный трубопровод во избежание нарушения нормальной работы сетевых насосов. Для снижения температуры воды, поступающей в обратный трубопровод, испытания проводят с включенными системами отопления потребителей, присоединенными к тепловой сети по независимой схеме с использованием водоподогревателей, а также с включенными системами горячего водоснабжения потребителей в закрытых системах теплоснабжения и оборудованными автоматическими регуляторами температур. Во время испытаний на расчетную температуру теплоносителя от тепловой сети отключают:

- а) отопительные системы детских лечебных учреждений;
- б) неавтоматизированные системы горячего водоснабжения потребителей закрытых систем теплоснабжения;

в) системы горячего водоснабжения потребителей открытых систем теплоснабжения;

г) системы отопления, присоединенные по зависимым схемам через элеваторы с заниженными, по сравнению с расчетными, коэффициентами смещения;

д) калориферные установки;

е) отопительные системы с непосредственной схемой присоединения.

Для проведения испытания температуру воды в подающем трубопроводе тепловой сети на выходе с ТЭЦ (или другого источника теплоснабжения) поднимают до расчетного значения. Снижение температуры воды, поступающей в обратный сетевой трубопровод, достигается в подключенных к тепловой сети системах отопления и горячего водоснабжения. Испытание проводят методом «температурной волны», что позволяет сократить его продолжительность и уменьшить нежелательный перегрев подключенных потребителей тепла (рис. 16.1).

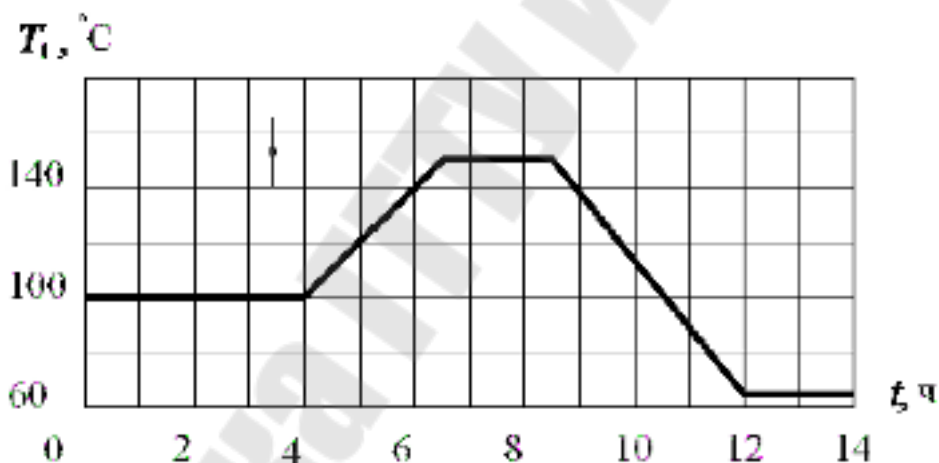


Рис. 16.1. Примерный график изменения температуры воды в подающем трубопроводе котельной (ТЭЦ) при испытаниях: 1 – прогрев тепловой сети; 2 – подъем температуры до расчетной; 3 – поддержание заданной расчетной температуры; 4 – снижение температуры; 5 – режим после окончания испытаний

Продолжительность поддержания максимальной температуры воды с учетом возможного размыва граничных зон «температурной волны» по мере удаления от ТЭЦ составляет 2 ч. При недостаточной тепловой мощности оборудования ТЭЦ, не обеспечивающей достижения расчетной температуры воды, при одновременном испытании всей сети, испытание сети проводят по частям. Давление воды в теп-

ловой сети при испытаниях не должно превышать значений, которые имеют место при эксплуатационном режиме, т. е. во всех точках сети должно соблюдаться условие:

$$P_{\text{исп}} \leq P_{\text{экс}} \cdot \quad (16.1)$$

При испытаниях на расчетную температуру измеряют следующие параметры:

а) на ТЭЦ: температуру воды в подающем T_1 и обратном T_2 трубопроводах; давление в подающем P_1 и обратном P_2 трубопроводах; расход сетевой воды G_c ; расход подпиточной воды $G_{\text{п}}$;

б) на тепловых пунктах систем теплоснабжения: температуру воды в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети; температуру воды в подающем и обратном трубопроводах отопительной системы; температуру воды в системе горячего водоснабжения; давление в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети;

в) в тепловой сети: величину максимального перемещения стаканов сальниковых компенсаторов на подающем трубопроводе ΔL_{max} (измеряют выборочно в предусмотренных программой местах).

Величину максимального перемещения стаканов сальниковых компенсаторов измеряют с помощью специальных фиксирующих приспособлений, устанавливаемых до начала испытаний, так как находиться людям в тепловых камерах и тоннелях при испытаниях на расчетную температуру запрещено. Температуру воды, необходимую для оценки величины перемещения стакана сальникового компенсатора, измеряют на ближайшем тепловом пункте. Для измерения величины максимального перемещения стакана сальникового компенсатора рекомендуется применять фиксатор перемещения, показанный на рис. 16.2.

Фиксатор представляет собой стержень 4, один конец которого ввернут в торец стяжного болта 3 грядбуксы 2 компенсатора, а на другой свободный конец насажены две фиксирующие шайбы 5. К трубопроводу вблизи приварки его к стакану компенсатора приварена вилка 6. Высоту вилки выбирают в зависимости от диаметра трубы. Перед испытаниями при начальной температуре воды в трубопроводе шайбы подводят вплотную к вилке, а стержень смазывают тугоплавкой смазкой (например, консталином УТ-2). Во время подъема температуры воды при испытаниях вилка перемещается вместе со стаканом компенсатора и передвигает левую шайбу. После окончания испытания и снижения температуры до начальной производят измерение величины максимального хода компенсатора.

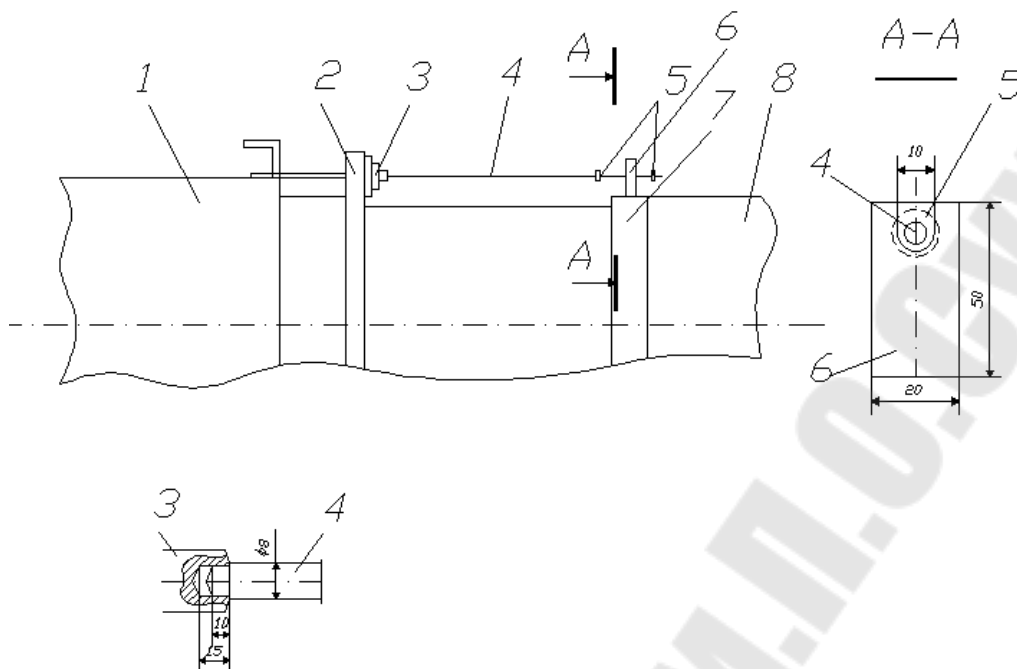


Рис. 16.2. Фиксатор перемещения для измерения максимального перемещения стакана сальникового компенсатора:

1 – корпус сальникового компенсатора; 2 – грундбукса; 3 – Т-образный болт со сверлением; 4 – стержень ($d = 8$ мм, $l = 350\text{--}570$ мм); 5 – фиксирующие шайбы ($d_{\text{ш}} = 20$ мм, $d = 8 + 0,2$ мм, $\delta = 15$ мм); 6 – вилка ($\delta = 3\text{--}5$ мм, h – в зависимости от диаметра трубопровода); 7 – трубопровод; 8 – стакан компенсатора

До начала испытаний составляют рабочую программу, которую утверждает главный инженер предприятия тепловых сетей и согласует с главным инженером ТЭЦ.

В рабочей программе указывают:

- а) задачи испытаний;
- б) параметры испытаний;
- в) схему включения оборудования ТЭЦ;
- г) схему работы тепловой сети;
- д) перечень подготовительных мероприятий на ТЭЦ и тепловой сети;
- е) время и последовательность проведения каждого этапа испытаний;
- ж) измеряемые при испытаниях параметры, интервалы измерений;
- з) место установки измерительной аппаратуры;
- и) перечень ответственных за обеспечение заданных режимов на ТЭЦ и в тепловой сети;
- к) необходимые для испытаний транспортные средства и средства оповещения;

л) список абонентов, подлежащих отключению на время испытаний;

м) число наблюдателей, необходимых для проведения измерений на ТЭЦ и тепловых пунктах, а также дежурных на трассе тепловой сети;

н) мероприятия по оповещению абонентов;

о) мероприятия по технике безопасности.

В тепловой сети при подготовке к испытаниям производят следующие работы:

1) осматривают тепловую сеть, проверяют состояние сальниковых компенсаторов, фланцевых соединений, опор и других элементов, а также оборудование насосно-перекачивающих станций; неисправности, для ликвидации которых не требуется отключение теплопровода (негерметичность сальниковых уплотнений, фланцевых соединений и т. п.), устраняют до начала испытаний;

2) проверяют величину коэффициента смещения элеваторных присоединений отопительных систем; заменяют сопла элеваторов в системах, если коэффициенты оказываются ниже расчетных; при невозможности замены сопел отопительные системы отключают;

3) организуют пункты наблюдения на ряде абонентских присоединений для контроля за режимом испытаний;

4) устраняют в пунктах наблюдения предварительно проверенную контрольно-измерительную аппаратуру и обеспечивают освещение приборов;

5) устраняют фиксаторы перемещений в предусмотренных программой местах в тепловых камерах на сальниковых компенсаторах;

6) отключают предусмотренные программой системы теплопотребления.

После окончания испытаний производят тщательный *осмотр тепловой сети*, при котором:

– измеряют величины максимального перемещения стаканов сальниковых компенсаторов в местах, где для этих целей устанавливают фиксаторы перемещений;

– проверяют состояние компенсаторов на всей тепловой сети (герметичность сальниковых уплотнений, целостность сварных соединений, наличие следов теплового перемещения);

– проверяют состояние подвижных и неподвижных опор, расположенных в доступных местах, выявляют места смещения опор и поврежденные элементы;

– проверяют состояние запорной арматуры (целостность арматуры, плотность фланцевых соединений);

– выявляют места неплотностей теплопроводов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Витальев, В. П. Эксплуатация тепловых пунктов и систем теплопотребления : справочник / В. П. Витальев, В. Б. Николаев, Н. Н. Сельдин. – Москва : Стройиздат, 1988.
2. Справочник по наладке и эксплуатации водяных тепловых сетей / В. И. Манюк [и др.]. – Москва : Стройиздат, 1982.
3. Апарцев, М. М. Наладка водяных систем централизованного теплоснабжения : справ.-метод. пособие / М. М. Апарцев. – Москва : Энергоатомиздат, 1983.
4. Соколов, Е. Я. Теплофикация и тепловые сети / Е. Я. Соколов. – Москва : Энергоиздат, 1982.
5. Переверзев, В. А. Справочник мастера тепловых сетей / В. А. Переверзев, В. В. Шумов. – Ленинград : Энергия, 1980.
6. Бакластов, А. М. Проектирование, монтаж и эксплуатация теплоиспользующих установок / А. М. Бакластов. – Москва : Энергия, 1970.
7. Эстеркин, Р. И. Эксплуатация, ремонт, наладка и испытания теплотехнического оборудования / Р. И. Эстеркин. – Санкт-Петербург : Энергоатомиздат, 1991.
8. Рыжкин, В. Я. Тепловые электрические станции / В. Я. Рыжкин. – Москва : Высш. шк., 1988.
9. Правила технической эксплуатации теплоиспользующих установок и тепловых сетей потребителей : постановление М-ва энергетики Респ. Беларусь, 11.08.2003 г., № 31. – Минск : УП «ДИЭКОС», 2004.
10. Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды : постановление М-ва по чрезвычайн. ситуациям Респ. Беларусь, 25.01.2007 г., № 6. – Минск : УП «ДИЭКОС», 2007.
11. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением : постановление М-ва по чрезвычайн. ситуациям Респ. Беларусь, 27 дек. 2005 г., № 56. – Минск, 2006.
12. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей (утв. министром энергетики и электрификации СССР 20.02.1989 г.). – Москва, 1989.
13. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов : постановление М-ва по чрезвычайн. ситуациям Респ. Беларусь, 27 дек. 2005 г., № 57. – Минск : ЧУП «Инженерный центр ОО «БОИМ», 2006.

Содержание

1. Структура и основные эксплуатационные показатели теплоэнергетической системы предприятия.....	3
1.1. Теплоэнергетические системы, их компоненты и функции.....	3
1.2. Основные эксплуатационные показатели.....	4
1.3. Графики нагрузок и их характеристики.....	5
2. Организационная структура энергетического хозяйства предприятия.....	7
3. Эксплуатационный персонал.....	10
3.1. Задачи персонала и надзор за выполнением требований.....	10
3.2. Требования к персоналу, его обучение и подготовка.....	13
3.3. Роль человека в эксплуатации оборудования и его взаимодействие с системами автоматики.....	16
4. Производственно-техническая документация.....	17
4.1. Техническая документация.....	17
4.2. Инструкции и схемы.....	19
4.3. Оперативная документация.....	20
4.4. Техничко-экономическая документация.....	21
5. Техническое обслуживание и ремонт.....	22
5.1. Общие положения.....	22
5.2. Виды ремонтов и их планирование.....	23
5.3. Организация ремонтов.....	25
6. Особенности эксплуатации теплоэнергетических и теплоиспользующих установок.....	28
6.1. Эксплуатация топливного хозяйства.....	28
6.2. Эксплуатация паровых и водогрейных котлов.....	30
6.3. Эксплуатация центробежных машин.....	32
6.4. Эксплуатация теплоиспользующих установок.....	34
6.5. Эксплуатация трубопроводов промышленных предприятий.....	35
7. Наладка систем теплоснабжения.....	37
7.1. Основные принципы организации и наладки систем теплоснабжения.....	37
7.2. Исходные данные для наладки.....	39
7.3. Мероприятия по наладке.....	44
7.4. Наладка и эксплуатация элеватора.....	46
7.5. Дросселирование.....	51
7.6. Определение расхода теплоносителя по отдельным стоякам (ветвям) системы отопления.....	53

7.7. Регулирование теплоотдачи нагревательных приборов по высоте (при вертикальной регулировке) стояка в двухтрубных и однетрубных системах.....	54
7.8. Наладка систем горячего водоснабжения	56
8. Промывка тепловых сетей и систем отопления.....	58
8.1. Промывка тепловых сетей	58
8.2. Промывка системы отопления	59
9. Очистка водонагревателей горячего водоснабжения.....	61
10. Автоматизация отпуска теплоты на тепловых пунктах.....	64
11. Приемка в эксплуатацию новых тепловых пунктов и сетей	67
12. Требования к технической документации тепловых пунктов.....	69
13. Учет тепловой энергии в тепловых пунктах.....	70
14. Гидравлический режим в водяных тепловых сетях	72
15. Испытания на плотность.....	75
16. Испытание сетей на расчетную температуру теплоносителя.....	78
Литература	83

Учебное электронное издание комбинированного распространения

Учебное издание

Погарцев Игорь Робертович
Трошев Дмитрий Сергеевич

НАЛАДКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭНЕРГООБОРУДОВАНИЯ

Курс лекций

для студентов специальности 1-43 01 07
«Техническая эксплуатация энергооборудования
организаций» дневной формы обучения

Электронный аналог печатного издания

Редактор *Н. В. Гладкова*
Компьютерная верстка *М. В. Аникеенко*

Подписано в печать 26.08.10.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Ризография. Усл. печ. л. 5,11. Уч.-изд. л. 5,02.

Изд. № 261.

E-mail: ic@gstu.by

<http://www.gstu.by>

Издатель и полиграфическое исполнение:
Издательский центр учреждения образования
«Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого».

ЛИ № 02330/0549424 от 08.04.2009 г.

246746, г. Гомель, пр. Октября, 48.