

Министерство образования и науки Российской Федерации
**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Тамбовский государственный технический университет»**

Н.П. ЖУКОВ, Н.Ф. МАЙНИКОВА

МОНТАЖ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ

Утверждено Учёным советом университета
в качестве учебного пособия
для студентов 5 и 6 курсов очной и заочной форм обучения
специальности 140106 «Энергообеспечение предприятий»
направления подготовки 140100 «Теплоэнергетика и теплотехника»



Тамбов
Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ»
2012

УДК 620.9(075.8)
ББК з 29-5-08я73+з 36я73
Ж86

Рецензенты:

Доктор технических наук, профессор,
заместитель директора ВИИТИН по научной работе
С.А. Нагорнов

Доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой «Прикладная механика и
сопротивление материалов» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»
В.Ф. Першин

Жуков, Н.П.
Ж86 Монтаж и эксплуатация систем энергообеспечения : учеб.
пособие / Н.П. Жуков, Н.Ф. Майникова. – Тамбов : Изд-во
ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – 124 с. – 100 экз.
ISBN 978-5-8265-1068-1.

Изложены основные направления по подготовке эксплуатационного персонала к работе на энергетических установках, организация ремонтов, требования к нормативно-технической документации, необходимой для надёжной и безопасной эксплуатации теплоэнергетических установок, требования к персоналу, вопросы повышения энергоэффективности основного оборудования на основе Положения о порядке допуска в эксплуатацию теплоэнергетических установок в соответствии с «Правилами технической эксплуатации теплоэнергетических установок».

Предназначено для студентов 5 и 6 курсов очной и заочной форм обучения специальности 140106 «Энергообеспечение предприятий» направления подготовки 140100 «Теплоэнергетика и теплотехника».

УДК 620.9(075.8)
ББК з 29-5-08я73+з 36я73

ISBN 978-5-8265-1068-1

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВПО «ТГТУ»), 2012

ПРЕДИСЛОВИЕ

Область возможной деятельности выпускников федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет» направления подготовки 140100 «Теплоэнергетика и теплотехника» специальности 140106 «Энергообеспечение предприятий» весьма обширна. Она включает в себя работы от прогноза будущих этапов развития энергетики страны и её регионов до участия в конкретных этапах монтажа, эксплуатации и ремонта теплоэнергетического оборудования. Одно из *главных направлений* – подготовка эксплуатационного персонала теплоэнергетических установок и теплового хозяйства предприятий.

Глубокое знание вопросов эксплуатации теплоэнергетического оборудования, энергетических блоков и систем необходимо не только персоналу теплоэнергетического предприятия. Оно весьма необходимо специалистам, занимающимся *проектированием и автоматизацией* тепловых систем предприятий, монтажом, наладкой и ремонтом теплотехнического оборудования, а также работникам энергомашиностроительных предприятий, занимающихся конструированием и созданием нового и серийного энергетического оборудования. Важно понимать то, что все преимущества и недостатки оборудования и систем, заложенные в процессах проектирования, изготовления, монтажа, наладки и ремонтов, проявляются, в конечном счёте, в процессе эксплуатации. Поэтому неучёт или незнание особенностей и закономерностей эксплуатации оборудования на любой из этих стадий ведёт к понижению экономичности и перерасходу топлива, понижению надёжности и повышению потока отказов и, в крайнем случае, к снижению ресурса и серьёзным последствиям (авариям).

К началу изучения курса «Монтаж и эксплуатация систем энергообеспечения» студенты должны освоить следующие дисциплины: «Техническая термодинамика», «Гидрогазодинамика», «Котельные установки и парогенераторы», «Тепломассообменное оборудование предприятий», «Тепловые двигатели и нагнетатели», «Источники и системы теплоснабжения предприятий» и другие, знание которых необходимо для эффективного усвоения материала.

Поскольку практическая реализация технологии эксплуатации на большинстве теплогенерирующих и теплоиспользующих установок осуществляется при помощи автоматических систем управления, существует тесная связь между курсами «Монтаж и эксплуатация систем энергообеспечения» и «Автоматизация теплоэнергетических установок и систем».

Предприятия различного назначения и форм собственности, жилищно-коммунальный сектор потребляют значительное количество теплоты как на технологические нужды, так и на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение. В зависимости от технологической направленности предприятия, его места расположения, мощности, наличия или отсутствия централизованных теплоснабжающих предприятий и прочих факторов теплоэнергетическое хозяйство предприятия может быть различной степени сложности. Однако в любом случае повышение надёжности, безопасности и экономичности работы теплоэнергетических систем и оборудования является одной из важнейших хозяйственных задач. Надёжность, безопасность и экономичность в значительной степени зависят от качества изготовления, монтажа, наладки, ремонта и культуры обслуживания, т.е. от качества изготовления и эксплуатации.

В связи с этим инженеры-теплоэнергетики предприятий, занимающихся выработкой и поставкой теплоты, должны владеть приёмами и методами рациональной эксплуатации теплотехнического оборудования, хорошо знать требования нормативно-технической документации, умело организовывать работу и подготовку эксплуатационного персонала.

Все эти вопросы последовательно рассмотрены в предлагаемом учебном пособии.

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 системы являются:

- *источники теплоты* (промышленные и отопительные котельные, энергетические котлы, вторичные источники тепла и т.п.);
- *теплообменное оборудование* (теплообменники и теплообменные 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 компонентов теплоэнергетических систем:

- *источники теплоты* предназначены для выработки теплоты и передачи её теплоносителями (вода, пар и др.) либо напрямую к потребителям, либо в промежуточные системы;
- *теплообменное оборудование* предназначено для передачи тепла от одного теплоносителя к другому (массообменное – 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 др.

1.2. ОСНОВНЫЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ

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

Надёжность – 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. Надёжность – 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 и *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 путём контроля исправности, а также к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния посредством механического обслуживания и ремонта.

Безопасность не является составляющим свойством надёжности, хотя в определённой степени зависит от неё. 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 непредвиденной разгерметизации. Опасность вышеназванных установок связана также с использованием пожароопасных веществ (масла; твёрдые, жидкие и газообразные топлива и т.д.), а также в связи с широким использованием в системах управления, сигнализации и защиты электроопасного 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 мы рассмотрим 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.*

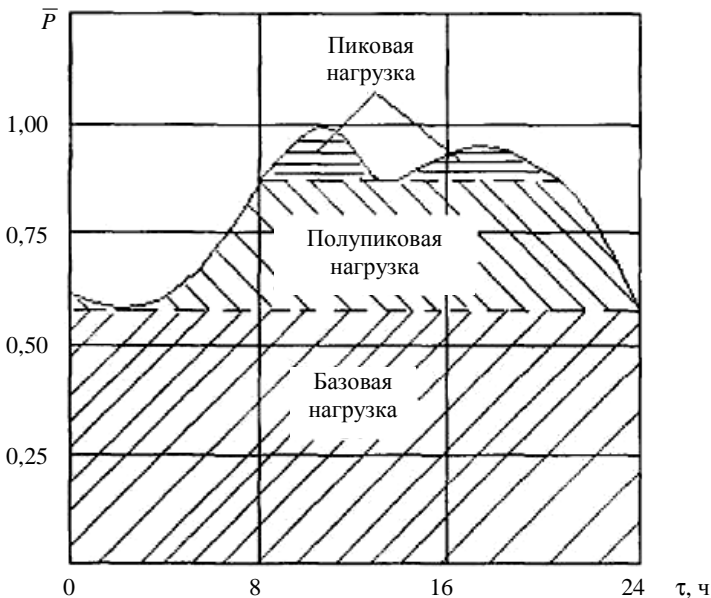


Рис. 1.1. Суточный график нагрузок в энергосистеме

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

$$\bar{P} = P / P_{\max}, \quad (1)$$

где P – текущая нагрузка, Вт; P_{\max} – максимальная суточная нагрузка, Вт, не меняется в течение суток.

Пиковые области, соответствующие, как правило, утренним и вечерним часам, длительностью по 3...4 ч, ограничены снизу ординатой, соответствующей минимальной нагрузке в обеденный период. Между ними располагается *полупиковая область*, протяжённость которой достигает 16...18 ч.

Основными показателями графика нагрузок являются:

– коэффициент неравномерности

$$\alpha_{\text{сут}} = P_{\min} / P_{\max}, \quad (2)$$

определяемый как отношение минимальной и максимальной суточных нагрузок;

– коэффициент заполнения

$$\alpha_{\text{зап}} = \frac{1}{\tau} \int_0^{\tau} P d\tau / P_{\max}, \quad (3)$$

где P – текущая нагрузка, Вт; τ – время, ч.

Коэффициент заполнения представляет собой отношение площади под кривой нагрузок к площади прямоугольника с ординатой, соответствующей максимальной суточной нагрузке, и продолжительностью, равной времени суток.

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

Поскольку система обязана надёжно покрывать максимальную дневную нагрузку (в течение года), то *установленная электрическая мощность* системы должна соответствовать *максимальной нагрузке* с учётом 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 характери-

стикам агрегатов, существует большое количество вариантов обеспечения соответствия вырабатываемой и потребляемой мощностей. Однако эти варианты будут отличаться экономичностью и надёжностью. 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 уровня развития коммунально-бытового сектора предприятия. Годовые графики нагрузок характеризуются также годовым числом часов использования максимальной (или установленной) мощности

$$T_{\max} = \int_0^{\tau_{\text{год}}} P d\tau / P_{\max} \cdot \quad (4)$$

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое теплоэнергетическое хозяйство предприятия?
2. Каковы основные компоненты теплоэнергетической системы?
3. Каково функциональное назначение основных составляющих теплоэнергетических систем?
4. Что такое надёжность и что она в себя включает?
5. Что такое безотказность?
6. Что такое долговечность и её основные показатели?
7. Что такое ремонтпригодность?
8. Что такое безопасность?
9. Чем определяется потенциальная опасность теплоэнергетических систем?
10. Чем определяется неравномерность рабочих графиков энергоустановок?
11. Каков суточный график энергосистемы и его особенности?
12. Что такое коэффициент неравномерности и коэффициент заполнения графика нагрузок?
13. В чём состоит основная задача управления энергосистемой?

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 подчинён, как правило, главному энергетику (механику) и имеет в своём распоряжении необходимое количество обслуживающего и ремонтного персонала.

На предприятии должно быть организовано круглосуточное управление работами энергетического хозяйства, задачами которого является:

- ведение заданных режимов работы;
- локализация и ликвидация отказов и нарушений в работе, восстановление режимов работы;
- производство переключений, пусков и остановов;
- 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, а также подчинённость 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 подчинённого дежурного персонала. Операции должны проводиться только под руководством дежурного.

В *оперативном ведении* должны находиться отдельные установки и сети, состояние и режим работы которых влияют на режим и надёжность работы теплового хозяйства предприятия. Операции с ними должны проводиться с разрешения дежурного.

На предприятии должен быть составлен и утверждён главным энергетиком список лиц, имеющих право вести переговоры с энергопоставляющей организацией, а также разработаны местные инструкции,

регламентирующие взаимоотношения специалистов различных уровней управления.

Основными задачами организации, эксплуатирующей тепловые комплексы независимо от ведомственной принадлежности, являются:

- обеспечение надёжного и бесперебойного теплоснабжения технологических и коммунально-бытовых потребителей;
- обеспечение и повышение надёжности, 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 энергетической службы предприятия, а с энергоснабжающей организацией должен быть заключён договор с разграничением ответственности между поставщиком и потребителем. Также должны быть заключены договора с централизованными монтажными и ремонтными организациями (в случае их привлечения к работам) с чётким 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» [3, 5], 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 обобщённых энергозатрат на производство продукции, соответствующие лучшим мировым достижениям.

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

Дежурный персонал должен работать по строгому графику (замены только с разрешения), причём *дежурство в течение двух смен подряд запрещается*. Дежурный должен принять и передать смену следующему дежурному 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 обязан:

- обеспечить безопасный, надёжный и экономичный режим работы доверенного ему оборудования и систем;
- вести записи в оперативном журнале о режимах работы, переключениях, пусках и остановках, 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.

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.

Ремонтные службы предприятия могут быть цеховыми или централизованными. В случае централизованной ремонтной службы она тоже, как правило, организуется по цеховому принципу. При этом эта 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 нарядам-допускам.

Вопросы для самоконтроля

1. Кто является ответственным за состояние и эксплуатацию теплового хозяйства предприятия?
2. Кто осуществляет эксплуатацию оборудования и сетей в цехах и на участках?
3. Задачи оперативного управления круглосуточной работой энергохозяйства предприятия.
4. Уровни управления энергохозяйством и их взаимоотношения.
5. Кто имеет право вести переговоры с энергоснабжающей организацией?
6. Основные задачи эксплуатирующей организации.
7. Как устанавливаются границы ответственности между цехами и между поставщиками и потребителями?
8. Как организуются работы по безопасности?
9. Как организуется работа дежурного персонала?
10. Как проводится передача смены?
11. Обязанности дежурного.
12. Как организуются ремонтные службы предприятия?

3. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЙ ПЕРСОНАЛ

3.1. ЗАДАЧИ ПЕРСОНАЛА И НАДЗОР ЗА ВЫПОЛНЕНИЕМ ТРЕБОВАНИЙ

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

Основные задачи персонала, эксплуатирующего теплоэнергетический комплекс предприятия:

- *персонал должен обеспечить:*
 - исправное состояние оборудования, систем и сетей;
 - безопасную эксплуатацию;
 - надёжное снабжение тепловой энергией потребителей;
 - соблюдать технологическую дисциплину и правила трудового распорядка, содержать в чистоте и порядке рабочие места;
- *персонал должен чётко разделяться на:*
 - административно-технический;
 - дежурный;
 - оперативно-ремонтный и ремонтный.

Ответственность персонала за выполнение «Правил Котлонадзора» [5], «Правил технической эксплуатации...» [3, 6, 7], Правил техники безопасности должна содержаться в должностных инструкциях, утверждённых в установленном порядке.

Приказом (распоряжением) руководства предприятия должны быть назначены лица, ответственные за:

- исправное состояние и безопасную эксплуатацию теплогенерирующих и теплоиспользующих установок и тепловых сетей предприятия (главный энергетик или главный механик по должности или его заместитель);
- исправное состояние и безопасную эксплуатацию котельного оборудования, тепловых сетей, тепловых пунктов, насосных станций и т.д. (дипломированные специалисты этих цехов и участков).

Ответственные за исправное состояние и безопасную эксплуатацию предприятия и его подразделений обязаны обеспечить:

- содержание установок и сетей в работоспособном и технически исправном состоянии и их эксплуатацию в соответствии с требованиями «Правил...» [3, 5 – 7] 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 учёта потребляемой тепловой энергии;
- своевременное и качественное техническое обслуживание и ремонт;
- ведение установленной статистической отчётности;
- подготовку персонала и проверку знаний «Правил...», Правил техники безопасности, должностных и производственных инструкций, технических знаний;
- разработку энергетических балансов предприятия и его подразделений;
- разработку планов снижения теплопотребления, внедрение энергосберегающих и экологически чистых технологий;
- приёмку 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 отказы в работе персональная ответственность возлагается на:

- работников, непосредственно обслуживающих установки и сети (за отказ, произошедший по их вине, и(или) неправильные действия при ликвидации отказов);
- работников, производивших ремонт (за отказ по причине низкого качества ремонта);
- административно-технический персонал (за несвоевременно проведённый ремонт или некачественную послеремонтную приёмку);
- административно-технических руководителей (за отказы, произошедшие по их вине, вине подчинённого персонала, а также из-за неудовлетворительной организации ремонта и предупредительных мероприятий).

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

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

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

3.2. ТРЕБОВАНИЯ К ПЕРСОНАЛУ, ЕГО ОБУЧЕНИЕ И ПОДГОТОВКА

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

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

Дежурный и оперативно-ремонтный персонал должны пройти:

- подготовку к новой должности и стажировку, проверку знаний «Правил технической эксплуатации ...», инструкций и другой НТД, знание которых предусмотрено должностными инструкциями;
- дублирование;
- инструктирование по безопасности труда и пожарной безопасности;
- противоаварийные тренировки;
- профессиональное и экономическое обучение.

Персонал, связанный с техническим обслуживанием, наладкой и испытаниями, должен пройти:

- подготовку к новой должности и стажировку, проверку знаний в объёме квалификационных требований;
- инструктирование по безопасности труда и пожарной безопасности;
- профессиональное и техническое обучение.

Специалисты, непосредственно не участвующие в управлении или обслуживании, должны пройти подготовку к новой должности, проверку знаний в объёме должностных инструкций, профессиональное и экономическое обучение.

Лица, обслуживающие объекты, подконтрольные органам Госгортехнадзора России, должны пройти обучение, аттестацию, проверку знаний и стажировку в соответствии с требованиями Госгортехнадзора [5].

Перечень работ и профессий, по которым проводят обучение, а также порядок, форму и продолжительность обучения устанавливает руководитель предприятия (по согласованию с профсоюзом с учётом отраслевых требований).

Квалификационная проверка знаний подразделяется на:

- *первичную* – перед допуском к самостоятельной работе после обучения и подготовки к новой должности, а также при переходе с другой работы (должности);
- *периодическую* – для дежурного и оперативно-ремонтного персонала, а также для рабочих, занятых ремонтом – один раз в год; для административно-технического персонала – один раз в три года;

- *внеочередную* – 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 объёму 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 одного месяца.

Проверку знаний осуществляют специально созданные комиссии в составе не менее трёх человек. Ответственные за исправное состояние и безопасную эксплуатацию проходят проверку знаний в центральной комиссии под председательством главного инженера (руководителя) предприятия с обязательным участием представителей Госэнергонадзора (Госгортехнадзора) и руководителя отдела по охране труда.

Остальной персонал – в комиссиях под председательством главного энергетика (его заместителя), начальников цехов или участков или их заместителей и энергетиков цехов. Составы квалификационных комиссий должны быть утверждены руководством предприятия и согласованы с профсоюзом.

Допуск персонала к дублированию оформляется распорядительным документом после успешной проверки знаний, в котором обязательно должен быть указан срок дублирования (не менее двух недель) и ответственный за подготовку дублёра.

За действия дублёра несут равную ответственность основной работник и дублёр.

Если в процессе дублирования устанавливается профессиональная непригодность дублёра, его дальнейшая подготовка прекращается.

Работник допускается к самостоятельной работе только после успешной квалификационной проверки, дублирования (для дежурного и оперативно-ремонтного персонала) и оформления квалификационного удостоверения. Допуск оформляется распорядительным документом.

Инструктаж по технике безопасности (вводный, первичный, повторный, внеплановый, текущий) проводится для всего персонала не занятого управлением и обслуживанием установок и сетей (за исключением административно-технического). Порядок проведения инструктажей определён ГОСТ 12.00.04–90 «ССБТ. Организация обучения безопасности труда».

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, определённой главным энергетиком предприятия, по специальным программам (как правило, 1 раз в квартал, но не реже 1 раза в год).

3.3. РОЛЬ ЧЕЛОВЕКА В ЭКСПЛУАТАЦИИ И ЕГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С СИСТЕМАМИ АВТОМАТИКИ

Все системы и элементы такого сложного комплекса, каким является теплоэнергетическое хозяйство любого предприятия, становятся единым целым только благодаря участию человека в эксплуатации. В конечном счёте, только эксплуатационный персонал обеспечивает безопасность, надёжность 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 обслуживающего персонала в нештатных ситуациях, когда от действия людей зависит, будет ли быстро ликвидировано нарушение нормального режима работы и локализованы последствия отклонений, или ситуация разовьётся в серьёзную 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 объёму и скорости, ограниченные способности органов чувства, 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. Таким образом, человек должен быть «резервным элементом» автоматической системы контроля и управления и принимать наиболее важные, ключевые решения.

Вопросы для самоконтроля

1. Основные задачи эксплуатационного персонала.
2. Обязанности ответственных за исправное состояние и безопасную эксплуатацию установок и сетей.
3. Кто несёт ответственность за отказ оборудования и систем?
4. Как расследуются отказы и несчастные случаи, связанные с эксплуатацией?
5. Кто осуществляет надзор за правильностью эксплуатации?
6. Кто осуществляет эксплуатацию установок и сетей?
7. Объём подготовки дежурного и оперативно-ремонтного персонала.
8. Объём подготовки персонала, связанного с техническим обслуживанием, наладкой и испытаниями.
9. Объём подготовки специалистов, непосредственно не участвующих в управлении или обслуживании.
10. Виды квалификационных проверок знаний.
11. Порядок проверки знаний и оформление результатов.
12. Порядок оформления комиссий по проверке знаний.
13. Порядок проведения дублирования.
14. Порядок допуска к самостоятельной работе.
15. Порядок инструктажа по технике безопасности.
16. Дополнительные требования по допуску к работе вновь поступивших руководителей и специалистов.
17. Порядок проведения противоаварийных тренировок.
18. Роль человека в эксплуатации.
19. Роль автоматики в эксплуатации.
20. Достоинства и недостатки человека при участии в процессе эксплуатации.
21. Разграничение функций человека и автоматики.

4. ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

4.1. ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

На эксплуатирующем теплотехническое оборудование предприятии должна иметься техническая документация, характеризующая установленное оборудование.

Организации, эксплуатирующие котельные установки, должны иметь:

- акты отвода земельных участков;
- гидрологическую и геологическую документацию (с результатами испытаний грунтов);
- акты приёмки скрытых сооружений и устройств;
- генплан участка с нанесением всех зданий и сооружений (включая подземные);
- утверждённые проектное задание и технический проект;
- технические паспорта зданий, сооружений и оборудования;
- исполнительные чертежи оборудования, сооружений и подземного хозяйства;
- инструкции по обслуживанию оборудования и сооружений, а также должностные инструкции на каждое рабочее место;
- инструкции по технике безопасности и противопожарной безопасности;
- инструкции по защите котлов от коррозии и инструкции по грозовой защите.

На каждую теплоиспользующую установку необходимо иметь:

- паспорт установленной формы с актами испытаний, осмотров и ремонтов;
- рабочие чертежи оборудования;
- исполнительные схемы трубопроводов с нумерацией арматуры, указанием сварных швов и расстановкой средств измерения;
- инструкцию по эксплуатации и ремонту;
- положение о правах и обязанностях персонала.

На трубопроводы, подведомственные Госгортехнадзору, должны быть:

- паспорт; исполнительная схема с указанием на ней диаметров труб, расположения продувочных, дренажных и других устройств;
- свидетельства о качестве изготовления и монтажа трубопроводов;
- акт приёмки в эксплуатацию от монтажной организации;
- паспорта и другая документация на сосуды, являющиеся неотъемлемой частью трубопровода (грязевики, водоотделители и т.п.).

4.2. ИНСТРУКЦИИ И СХЕМЫ

Инструкции по обслуживанию должны составляться в соответствии с требованиями «Правил технической эксплуатации ...» на основе заводских и проектных данных, типовых инструкций, НТД, опыта эксплуатации и результатов испытаний. В них должно быть предусмотрено разграничение работ по обслуживанию и ремонту между персоналом энергетической службы предприятия и производственных цехов и указан перечень лиц, для которых знание инструкции обязательно.

В инструкциях по обслуживанию должны быть указаны:

- порядок пуска, обслуживания и останова при нормальной эксплуатации и в аварийных ситуациях;
- порядок допуска персонала к ремонту;
- требования по технике безопасности и противопожарные мероприятия;
- специфические особенности установки.

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, подчинённым и связанным по работе персоналом.

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

Инструкции должны пересматриваться и переутверждаться не реже одного раза в два года. В случае изменения состояния или условий эксплуатации в инструкции вносятся дополнения и изменения и доводятся до работников записью в журнале распоряжений или иным способом.

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 одного раза в два года должны проводиться проверки соответствия схем действительному состоянию.

4.3. ОПЕРАТИВНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Дежурный персонал должен вести следующую оперативную документацию:

- оперативный журнал, в котором в хронологическом порядке регистрируются оперативные действия, распоряжения, записи о неисправностях и отказах, записи о первичных и ежедневных допусках к работе по нарядам и распоряжениям, записи о приёме и сдаче смены;
 - журнал распоряжений руководства предприятий, руководящего персонала энергетической службы;
 - журнал учёта 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 объёма 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 объёмов 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;
 - режимная карта, содержащая перечень оптимальных значений параметров для достижения надёжной и экономичной эксплуатации.
- 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 необходимости). Основой для составления нормативов и их корректировок являются результаты испытаний.

Предприятие должно проводить энергетические испытания теплоиспользующих установок, по результатам которых разрабатываются в установленные сроки энергетические балансы и нормативные характеристики в соответствии с требованиями ГОСТ 27322–87 «Энергобаланс промышленного предприятия. Общие положения».

По требованию Госэнергонадзора предприятие обязано составить проконденсатный баланс. Форму баланса и сроки его представления определяет указанный орган.

Вопросы для самоконтроля

1. Объем технической документации для организации, эксплуатирующей котельную установку.
2. Объем документации на теплоиспользующую установку.
3. Объем документации на трубопроводы, подведомственные Госгортехнадзору.
4. Требования к инструкциям по обслуживанию.
5. Требования к должностным инструкциям.
6. Требования к инструкциям по охране труда.
7. Общие требования к инструкциям.
8. Где должна находиться документация?
9. Объем оперативной документации.
10. Порядок ведения и контроля оперативной документации.
11. Объем технико-экономической документации.

5. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ

5.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Ответственность за организацию технического обслуживания (ТО) и ремонтов несёт административно-технический персонал, за которым закреплены установки и сети. Объём 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 проверки технического состояния, а также некоторые технологические операции восстановительного характера;
- регулировка и подналадка, очистка, смазка, замена 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 произведён расчёт трудоёмкости операций, их продолжительность, 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;
- приёмка оборудования из ремонта;
- контроль и отчётность о выполнении ТО и ремонтов.

5.2. РЕМОНТ ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩИХ УСТАНОВОК И СЕТЕЙ

Основными видами ремонтов тепловых установок и сетей являются *капитальный и текущий*.

При *капитальном ремонте* должны быть восстановлены 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 полном 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 решётка, 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.

Капитальный ремонт котлов производят один раз в 1–2 года, а капитальный ремонт тепловых сетей, работающих без перерыва – один раз в 2–3 года. Как правило, одновременно с капитальным ремонтом котла ремонтируется его вспомогательное оборудование, средства измерения и система автоматического регулирования.

Продолжительность капитального ремонта составляет 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 проводится один раз в 3–4 месяца, а тепловых сетей – не реже одного 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 ремонтов, выполняемых в соответствии с графиком, утверждённым главным инженером предприятия.

Кроме плановых ремонтов для ликвидации последствий аварий при эксплуатации оборудования приходится выполнять *восстановительные ремонты* с целью восстановления оказавшихся повреждёнными 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. РЕМОНТ ТЕПЛОИСПОЛЬЗУЮЩИХ УСТАНОВОК

Оборудование в процессе эксплуатации подвергается износу и теряет свою первоначальную работоспособность. Путём проведения качественного ремонта можно восстановить работоспособность оборудования, а при соблюдении правил эксплуатации можно снизить изнашиваемость деталей. Обслуживание технологического оборудования возлагается на эксплуатационный персонал, который обязан неуклонно выдерживать режимы работы, проводить смазку механизмов и другие мероприятия, обеспечивающие его бесперебойную эксплуатацию.

Устранение лёгких дефектов оборудования (износ набивок, прокладок, замены болтов, стопоров, шпилек и т.д.) производится по окончании производственного процесса, когда механизмы оборудования не работают. В этот период производят осмотры узлов и деталей для выявления их работоспособности и для разработки мер к предстоящему ремонту. В случае непрерывных процессов производства остановку оборудования для проведения осмотра и текущего ремонта производят в обязательном порядке не реже одного раза в месяц.

Более сложный ремонт с заменой изношенных деталей выполняется по установленному и согласованному на предприятии графику. Мероприятия по предупреждению простоев оборудования, вызванных поломкой и неисправностью отдельных узлов и деталей в результате случайных или аварийных ремонтов, должны занимать главное место в работе эксплуатационного персонала.

Система ППР служит для предупреждения преждевременного износа деталей оборудования и возможных поломок или аварий путём выполнения профилактических работ в запланированные сроки.

Для нормального проведения ППР оборудования необходимо проводить ряд подготовительных работ, в том числе:

- полный учёт машин, аппаратов и коммуникаций, подлежащих охвату системой ППР;
- составление технических паспортов на оборудование и систематическое их ведение;
- составление антикоррозионных карт на аппаратуру и трубопроводы, работающие в агрессивной среде;
- разработка технических условий на ремонт оборудования;
- составление спецификаций, альбомов, чертежей и технических условий на изготовление запасных частей, сменных узлов и агрегатов с указанием нормативного срока службы и норм складского запаса;
- разработка норм расхода вспомогательных материалов, проката, труб, листового металла и покупных изделий, необходимых для выполнения ремонтов оборудования;
- разработка годовых и месячных планов ППР, а также системы организации и контроля их выполнения;
- разработка инструкций на проведение ремонтных работ, связанных с ведением огневых и газоопасных работ внутри сосудов и аппаратов, в которых перерабатываются взрывоопасные и токсичные вещества;
- разработка организационных и технических мероприятий, направленных на успешное выполнение всех видов ремонта, удешевление затрат и сокращение сроков ремонта.

Всем ремонтам предшествует период межремонтного обслуживания, куда входят: смазка, обтирка, регулярный наружный осмотр, выявление дефектов в работе, проверка исправности предохранительных устройств, состояние масляных и охлаждающих систем, исправность контрольно-измерительных приборов, приводных механизмов и других устройств, обеспечивающих непрерывную эксплуатацию. Выполнение этих работ выполняется силами эксплуатационного персонала в соответствии с рабочими инструкциями.

Текущий ремонт проводится по графику обслуживающим персоналом под руководством механика или мастера. При этом производится частичная разборка отдельных узлов и механизмов с целью выявления технического состояния деталей и устранения мелких неисправностей. При этом производится зачистка задиров, регулировка люфтов и зазоров, а также замена масла и термостатических жидкостей.

Капитальный ремонт оборудования является восстановительным ремонтом, где производится полная разборка машин и аппаратов для доведения размеров узлов и деталей до монтажных допусков. К выполнению капитальных ремонтов привлекаются специализированные строительно-монтажные организации по заключённому договору. Оборудование может быть снято и для ремонта отправлено в специализированные мастерские.

На проведение капитального ремонта оборудования составляется дефектная ведомость и смета расходов с приложением перечня необходимых материалов и запасных частей. Объём капитального ремонта оборудования должен включать все слесарно-монтажные, электротехнические, строительные и специальные работы, обеспечивающие не только восстановление не только изношенных деталей, но и модернизацию оборудования.

Капитально отремонтированное оборудование подвергается испытаниям как на холостом ходу, так и под нагрузкой. Приёмка оборудования производится комиссией в составе главного механика, начальника производственного цеха и ответственных лиц за проведение капитального ремонта. Акт приёмки утверждается главным инженером или директором и хранится в паспорте оборудования. К таким документам относятся сертификаты и материалы; чертежи и эскизы, по которым внесены конструктивные изменения деталей и оборудования; протоколы об испытаниях и технических проверках на прочность и т.д.

ППР оборудования производится по графику на основании норм времени практической работы оборудования и простоя его в ремонте. Нормы времени зависят от вида оборудования, его назначения, конструктивных особенностей и режима эксплуатации. Общее время работы оборудования условно принято в нормах равным 8640 ч в год. В этот период производятся профилактические работы (ремонты) для бесперебойной работы оборудования.

Длительность работы оборудования между капитальными ремонтами принято называть *межремонтным циклом*. Для нового оборудования межремонтный цикл равняется периоду эксплуатации его до первого капитального ремонта. Длительность работы оборудования между текущим и капитальным ремонтом называют *межремонтным периодом*.

Длительность межремонтного цикла не является стабильной величиной и изменяется в зависимости от отработанного времени, количества проведённых капитальных ремонтов и режима эксплуатации оборудования. Как правило, длительность межремонтного цикла каждого очередного ремонта уменьшается на 10...15%.

Межремонтный цикл включает в себя ряд текущих ремонтов. Каждый вид оборудования имеет свою структуру межремонтного цикла.

Среднегодовая трудоёмкость ремонтных работ по каждому производству и предприятию осуществляется суммированием затрат на ремонт оборудования для каждого типа машин, аппаратов и установок. *Оценкой организации обслуживания и ремонта оборудования служит коэффициент эксплуатационной надёжности, который определяет время работы оборудования за эксплуатационный период и время его простоев.*

В суммарное время простоев входят все простои, вызванные непредусмотренными ремонтами, наладками, регулировкой, чисткой, сменой масла и другими видами работ, связанных с устранением неисправностей. Время простоев, связанных с организационными причинами в расчёт коэффициента эксплуатационной надёжности не включается. Для теплообменных установок коэффициент эксплуатационной надёжности находится в пределах 0,75...0,85. Если по техническим причинам он равен 0,6, то на производстве необходимо иметь резервное оборудование

5.4. 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 создаётся специальный ремонтный цех, в котором создаются 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, что 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).

Проект организации работ обычно содержит:

- ведомость объёма 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 объёма работ – один из важнейших документов, где приводятся 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). Объём работ зависит от состояния оборудования. Ведомость составляется заблаговременно, чтобы подготовить запчасти, материалы, чертежи и т.д. После остановки агрегата в неё вносятся коррективы.

В соответствии с ведомостью объёма 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 тяжёловесных 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 объёма) 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 объёмы, 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 объём 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 чём начальником цеха или его заместителем делается запись в оперативном журнале.

Контроль за качеством ремонтных работ осуществляется пооперационно, а также путём контроля за качеством основных материалов, узлов и деталей.

По окончании ремонта производятся *поузловая и общая окончательная приёмка и оценка качества выполненного ремонта*.

Позузловая приёмка производится по мере готовности и сопровождается предъявлением следующих документов:

- ведомости объёма работ с указанием выполненных работ;
- формуляров, сертификатов (и др.) 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 чего составляется акт, в котором указывается объём выполненных работ, обнаруженные недостатки, результаты опробования и предварительная оценка работ.

По окончании капитального ремонта проводится *предварительная приёмка* комиссией под председательством главного инженера (энергетика, механика) с участием начальника цеха и руководителя работ от подрядчика. При этом предъявляются документы:

- ведомость объёма 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 производится пуск оборудования и приёмка его под нагрузкой в течение 24 ч.

Окончательная оценка качества ремонтных работ производится после месячной эксплуатации оборудования.

Все пусковые послеремонтные работы выполняет оперативный персонал в соответствии с письменным распоряжением начальника цеха или его заместителя. Результаты ремонта заносятся в технический паспорт оборудования.

Вопросы для самоконтроля

1. Объём, характер и ответственность за осуществление системы технического обслуживания и ремонта.
2. Что должно быть предусмотрено в системе технического обслуживания и ремонта?
3. Виды ремонтов.
4. Объём работ, выполняемых при капитальном ремонте.
5. Объём работ, выполняемых при текущем ремонте.
6. Сроки проведения капитальных и текущих ремонтов оборудования и тепловых сетей.
7. Что такое восстановительный ремонт, его цели?
8. Что такое система планово-предупредительных ремонтов?
9. Планирование планово-предупредительных ремонтов.
10. Формы организации ремонтов.
11. Каков состав проекта организации работ при ремонте?
12. Каков состав ведомости объёма работ?
13. Содержание графика подготовительных работ.
14. Что такое схема грузопотоков?
15. Что такое технологические графики ремонта и технологические карты?
16. Содержание спецификации на сменные детали и узлы, ремонтных формуляров и указаний по организации рабочего места.
17. Как оформляется вывод оборудования в ремонт?
18. Что такое поузловая приёмка и её цели?
19. Что такое предварительная и окончательная приёмки и их организация?

6. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕПЛООБМЕННЫМ СОСУДАМ, АППАРАТАМ И УСТАНОВКАМ

Любой проектируемый аппарат, сосуд, а также разрабатываемая установка должны соблюдать стандарты, технические условия и нормы при проектировании. Это удешевляет конструирование, изготовление, транспортировку, монтаж и эксплуатацию теплообменных устройств и объектов.

Выполнение правил Госгортехнадзора гарантирует прочность и безопасность эксплуатации оборудования. При конструировании желательно применять по возможности меньшее число типоразмеров даже стандартных деталей, узлов или марок материалов, что упрощает изготовление и ремонт оборудования.

Ниже изложены основные требования и условия, имеющие важное значение при проектировании, изготовлении, монтаже и эксплуатации теплообменных аппаратов, установок.

6.1. ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ, ПРИМЕНЯЕМЫМ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ

Важнейшими показателями пригодности материалов для изготовления аппаратов являются их механические свойства, которые определяют испытанием образцов на прочность, упругость, пластичность, ударную вязкость, твёрдость и выносливость. Кроме того, материалы подвергаются испытанию для проверки технологических свойств и для выявления их пригодности к различным способам обработки в холодном и горячем состоянии, а также сварки.

Материалы выбирают, руководствуясь следующими факторами:

- прочностью в условиях высоких давлений и температур;
- пластичностью, имеющую важное значение при переменных и ударных нагрузках;
- склонностью к старению;
- стабильностью структуры в процессе термического воздействия и механических нагрузок;
- стойкостью к тепловым ударам и резким колебаниям температуры;
- однородностью, характеризующейся отсутствием внутренних дефектов (расслоения, раковины, трещины, включения инородных тел, пережог и т.п.);
- чистотой поверхности, способствующей свободной разгрузке продукта и препятствующей зависанию и налипанию массы на стенках аппаратов и трубопроводов;

- коррозионной стойкостью в условиях рабочего давления, температуры и концентрации агрессивной среды;
- свариваемостью и способностью к термической обработке;
- стоимостью и доступностью, определяющих экономическую целесообразность применения.

К материалам, предназначенным для изготовления теплообменных аппаратов, предъявляются отдельные требования по теплофизическим свойствам.

Большинство сведений о материалах приходит от изготовителя, но в ряде случаев необходимо проводить дополнительные исследования с целью определения экономической надёжности.

Сварочные аппараты должны соответствовать типу свариваемого материала и выбираться по нормативно-технической документации на сосуды и аппараты.

Материал опорных частей сосудов и аппаратов и анкерных болтов следует выбирать в соответствии с нормативно-технической документацией на конкретные виды сосудов и аппаратов.

Материал элементов, привариваемых непосредственно к корпусу изнутри или снаружи (например, лапы, цилиндрические опоры-подкладки под фирменные таблички, опорные кольца под тарелки и др.), должен быть того же типа, что и материал корпуса.

Углеродистая кипящая сталь не должна применяться для элементов сосудов и аппаратов, работающих под давлением и соприкасающихся:

- со сжиженными газами;
- со взрыво- и пожароопасными средами, средами высокой токсичности, средами, вызывающими коррозионное растрескивание (например, растворы едкого калия и натрия, азотнокислого калия, натрия, аммония и кальция эталомина азотной кислоты и аммиачной воды и др.), сероводородное растрескивание или расслоение.

6.2. ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИЯМ ТЕПЛООБМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Большинство теплообменных аппаратов представляют собой вертикальные или горизонтальные корпуса, состоящие из обечаек или трубного проката (цилиндров с приваренными к ним днищами или присоединёнными на фланцах крышками и днищами).

Конструкция аппарата должна сохранять надёжность в течение всего срока службы, обеспечивать безопасность при эксплуатации и предусматривать возможность осмотра, прочистки, продувки и ремонта.

Внутренние устройства в сосудах и аппаратах, препятствующие внутреннему осмотру, должны быть сделаны разъемным. В том случае, если аппараты или сосуды в собранном виде нетранспортабельны, то они поставляются в виде компонентов, а в техническом проекте указывается порядок сборки оборудования. Опрокидывающиеся сосуды должны иметь приспособления, предотвращающие опрокидывание.

Сборочный чертёж сосуда или аппарата должен содержать:

- наименование сосуда или аппарата;
- наименование рабочей среды;
- значение рабочего давления, МПа (атм.);
- значение расчётного давления, МПа (атм.);
- значение максимальной температуры и, при необходимости, минимальной рабочей температуры, °С;
- значение расчётной температуры, °С;
- значение прибавки на коррозию или эрозию, мм;
- марки материалов основных элементов сосуда или аппарата, включая сварочные материалы;
- норму оценки качества сварных соединений;
- коэффициент прочности сварных соединений;
- объём и вид неразрушающих испытаний;
- указания по термообработке аппаратов;
- поверхность нагрева (охлаждения), объём (в м³) или другой параметр, характеризующий аппарат;
- максимальную массу аппарата при гидравлических испытаниях и в рабочих условиях, кг;
- условия испытания (вид среды, температура среды), включая значение пробного давления, МПа (атм.);
- дату разработки чертежа;
- данные по штуцерам и люкам с указанием условного прохода, условного давления и номера нормативно-технического документа, а также расположения штуцеров и люков;
- данные по расположению анкерных болтов.

6.3. ТРЕБОВАНИЯ К МУФТАМ, ЛАЗАМ, ЛЮКАМ, ЛЮЧКАМ И ШТУЦЕРАМ

Сосуды и аппараты должны иметь лазы или смотровые люки, обеспечивающие осмотр, очистку, монтаж и демонтаж, расположенные в местах, доступных для обслуживания.

Сосуды и аппараты с внутренним диаметром более 800 мм имеют лазы и люки. Диаметр лазов у сосудов и аппаратов, устанавливаемых

на открытом воздухе, должен быть не менее 450 мм, а у сосудов и аппаратов, располагаемых в помещении, – не менее 400 мм.

Размеры лазов овальной (типа эллипсоидной) формы по наименьшей и наибольшей осям должны быть не менее 325×400 мм. Если для открывания (закрывания) лазных крышек требуется усилие более 200 Н, то крышки должны быть снабжены приспособлениями, облегчающими их открывание и закрывание.

Сосуды и аппараты внутренним диаметром 800 мм и менее должны иметь круглые или овальные лючки размером по наименьшей оси не менее 80 мм.

Если конструкция сосуда не позволяет установить такие лючки, то применяют лючки меньшего размера или делают отверстия, закрываемые резьбовыми пробками или заглушками.

Сосуды, предназначенные для работы с высокотоксичными средами, не вызывающими коррозии или накипи, независимо от их диаметра можно проектировать и изготовлять без лазов. При этом сосуды должны иметь смотровые люки.

При наличии съёмных днищ или крышек, а также горловин или штуцеров, обеспечивающих возможность проведения внутреннего осмотра, специальные лазы или смотровые люки допускается не устанавливать.

Допускается изготавливать без лазов и люков независимо от диаметра аппарата теплообменные аппараты, за исключением горизонтальных испарителей с паровым пространством, и сосуды с рубашками.

Штуцеры и пробки на вертикальных аппаратах должны быть расположены с учётом возможности проведения гидравлического испытания в горизонтальном положении.

Каждое укрепляющее кольцо (накладка) отверстия в корпусе сосуда должно иметь контрольное отверстие с резьбой М10 или 3/8".

Контрольное отверстие проектируют в нижней части кольца при установке сосуда или аппарата в эксплуатационное положение.

При эксплуатации аппаратов с теплоизоляцией для выявления выхода рабочей среды в контрольное отверстие может быть ввёрнут штуцер длиной, превышающей толщину теплоизоляции.

6.4. ТРЕБОВАНИЯ К ДНИЩАМ И КОРПУСАМ

В сосудах и аппаратах допускаются днища:

- эллиптические (отношение высоты выпуклой части к внутреннему диаметру $H/D > 0,2$);
- полушаровые;

- сферические отбортованные;
- сферические неотбортованные;
- конические отбортованные;
- конические неотбортованные;
- торосферической сферы;
- плоские.

При расположении отверстий в выпуклых днищах должны соблюдаться следующие условия:

$$l \geq 0,01D_n, \text{ но не менее } 0,09D_b + s,$$

где s – толщина днища, мм; l – размер по образующей днища, мм; D_n, D_b – наружный и внутренний диаметры днища, мм.

Допускается снабжать отверстия общей укрепляющей накладкой в соответствии с расчётом на прочность (рис. 6.1).

Сферические днища (шаровой сегмент) допускается применять неотбортованными для аппаратов под налив или работающих под давлением, при следующих условиях:

- радиус сферы днища не должен превышать внутреннего диаметра корпуса;
- днище приваривается стыковым швом со сплошным проваром.

Для сосудов и аппаратов, работающих под давлением, допускается применять плоские неотбортованные днища при полном проваре стыковым швом всего днища.

При разработке чертежей длину обечайки следует выбирать, исходя из наиболее эффективного использования ширины листов. В корпусе сосуда или аппарата обязательно применение обечаек длиной не менее 400 мм для расположения лазов, люков, штуцеров и опор.

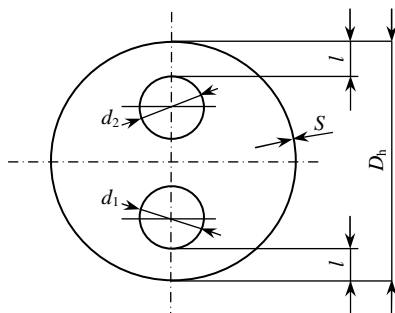


Рис. 6.1. Расположение отверстий в выпуклых днищах

6.5. ТРЕБОВАНИЯ К ИЗГОТОВЛЕНИЮ АППАРАТОВ И СОСУДОВ

Все материалы, включая сварные, должны подвергаться техническому контролю. Данные сертификатов или результаты испытаний материалов сосудов, работающих под давлением, должны заноситься в паспорт агрегата или в приложение к нему.

Внутреннее покрытие аппаратов (лаком, эмалью, резиной, эбонитом и т.д.) и подготовка покрытия должны выполняться согласно нормативно-технической документации. Методы разметки заготовок деталей аустенитного класса и двухслойной стали должны исключить возможность повреждения поверхности.

Методы сборки элементов под сварку должны обеспечивать правильное взаимное расположение сопрягаемых элементов, а также свободный доступ к выполнению сварочных работ в последовательности, указанной в технической документации.

На листах, принятых для изготовления обечаек, должна быть сохранена маркировка металла. На листах с коррозионно-стойким покрытием допускается наносить маркировку краской со стороны, не соприкасающейся с агрессивной средой.

Маркировка должна содержать следующие данные:

- марку стали;
- для двухслойной стали – марку основного и коррозионностойкого слоёв;
- номер партии или плавки;
- номер листа (при полистных испытаниях).

Допускается изготовление обечаек путём вальцовки с последующей сваркой в плоском состоянии из нескольких листов. Отклонения (вследствие любых причин) по толщине стенки обечайки должны быть такими, чтобы фактическая толщина была не ниже расчётной.

После сборки и сварки корпуса аппараты должны удовлетворять следующим требованиям:

- отклонения по длине не должны превышать 0,3% от номинальной длины корпуса (без днища), но не более 75 мм;
- отклонение от прямолинейности корпуса сосуда или аппарата (за исключением наклонных аппаратов) не должно превышать 2 мм на 1 м длины, но не более 20 мм при длине корпуса до 10 м и не более 30 мм при длине корпуса более 10 м;
- у аппаратов с внутренними устройствами, которые устанавливаются в собранном виде, отклонение не должно превышать значение номинального зазора между внутренним и наружным диаметром корпуса;

– отклонение наружного диаметра корпуса цилиндрических сосудов и аппаратов, за исключением колонной и теплообменной аппаратуры, не должно превышать 1% номинального диаметра.

Внутренняя поверхность аппаратов, изготовленных из коррозионно-стойкой стали, согласно технической документации, должна быть протравлена, промыта, пассивирована (перевод металла в пассивное (инертное) состояние по отношению к агрессивным средам за счёт применения особых компонентов – солей, сплавов) или механически зачищена.

Обечайки вертикальных аппаратов с фланцами, имеющими уплотнения типа «шип-паз» рекомендуется выполнять так, чтобы паз был в нижней части.

Днища для аппаратов и сосудов при изготовлении и последующей поставке должны иметь следующую маркировку:

- марку стали (для двухслойной стали – марки основного и коррозионно-стойкого слоёв);
- номер партии или плавки;
- номер листа (при полистных испытаниях);
- размер днища (диаметр и толщина) – для днищ, являющихся товарной продукцией.

Правильность перенесения маркировки с листа на заготовку заверяют клеймом технического контроля. Маркировка и клеймо должны находиться на наружной выпуклой поверхности днища.

Определённые требования предъявляются к аппаратам, изготовленным в виде змеевиков, которые нашли широкое применение в промышленности и коммунально-бытовом хозяйстве.

Согласно техническим требованиям, расстояния между сварными швами по длине трубы в змеевиках спирального и винтового типа должны быть не менее 4 м. При горячей гибке труб с наполнителем допускается не более одного сварного шва на каждом витке при условии, что расстояния между сварными соединениями не должны быть менее 2 м по длине трубы.

Сужение внутреннего диаметра трубы в местах сварных швов должно контролироваться с помощью контрольного шарика. При радиусе гибки $R \geq 3,5D_n$ диаметр шарика должен быть равен $0,8d_b$, а при радиусе гибки $R > 3,5D_n$ диаметр шарика должен быть равен $0,85d_b$ (d_b – номинальный внутренний диаметр трубы; d_n – наружный диаметр трубы).

При изготовлении гнутых змеевиков предельные отклонения размеров не должны превышать значений, указанных на рис. 6.2. Предельные отклонения радиуса R , диаметра d и шага t устанавливаются в рабочих чертежах.

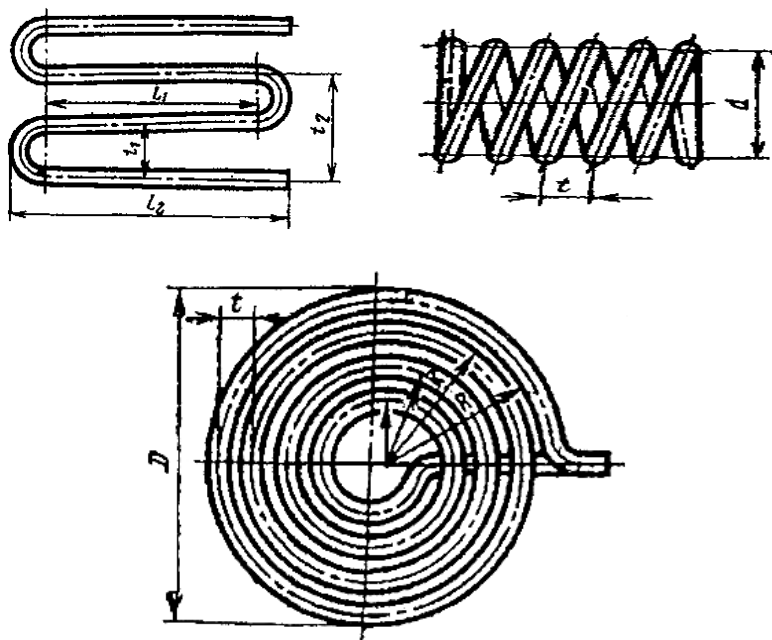


Рис. 6.2. Конструкции змеевиков

При длине l_1 или l больше 6 м предельные отклонения увеличиваются на 1 мм на каждый метр длины, но не более 10 мм на всю длину.

Установка лазов, люков, штуцеров и муфт, работающих под вакуумом, наливом и давлением, определяется в соответствии с требованиями нормативно-технической документации.

6.6. ТРЕБОВАНИЯ К ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ

Сосуды, аппараты и их элементы из углеродистых и низколегированных марганцовистых сталей с применением сварки, штамповки или вальцовки (обечаек) подлежат обязательной термообработке, если:

- толщина стенки цилиндрической или конической части днища, фланца или патрубка сосуда в месте их сварного соединения более 36 мм. После сварки термически обработанной детали толщиной более 36 мм с деталью толщиной менее 36 мм и глубиной провара в месте соединения не более 36 мм допускается термообработку сварного соединения не производить;

- толщина стенки более 30 мм для сталей с содержанием углерода более 0,25% или марганца более 0,8%;

- толщина стенки цилиндрических или конических элементов сосуда (корпуса или патрубка), изготовленных из листовой стали вальцовкой, превышает значение, вычисленное по формуле $0,09(d + 1200)$, где d – минимальный внутренний диаметр сосуда, мм;

- они предназначены для эксплуатации в средах, вызывающих коррозионное растрескивание (например, растворы едкого натрия и калия, азотнокислого натрия, калия, аммония, кальция, этаноламина, азотной кислоты и др.) при указании об этом в техническом проекте;

- днища сосуда (независимо от их толщины), работающего под давлением или под вакуумом, изготовлены холодной штамповкой.

Термообработка не требуется для днищ и других элементов из углеродистых и низколегированных марганцово-кремнистых сталей, получаемых горячей штамповкой (вальцовкой) с окончанием штамповки (вальцовки) при температуре не ниже температуры горячей деформации (свыше $700\text{ }^{\circ}\text{C}$), для днищ и других элементов из аустенитных хромоникелевых сталей при температуре окончания деформации, обеспечивающей сохранение требуемых свойств.

Днища из коррозионностойких сталей должны быть стойки к межкристаллитной коррозии, если они предназначены для сосудов и аппаратов, работающих со средами, вызывающими межкристаллитную коррозию.

Допускается местная термообработка сварных швов сосудов и аппаратов. При этом должен обеспечиваться равномерный нагрев и охлаждение по всей длине шва и прилегающих к нему зон основного металла на ширину не менее двух толщин свариваемой стенки сосуда или аппарата. Нагрев горелками вручную не допускается.

При термообработке в печах должна быть равномерная температура во всей печи. Должны быть проведены мероприятия, предохраняющие изделие от местных перегревов и деформаций в результате неправильной установки и действия собственной массы.

6.7. МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ АППАРАТОВ И СИСТЕМ

Аппараты и системы классифицируются:

- работающими при температурах не ниже минус $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ как работающие без давления или «под наливом»;

- работающими под избыточным давлением не более 10 МПа (100 атм.);

- работающими под вакуумом с остаточным давлением не ниже 665 Па (5 мм рт. ст.).

К аппаратам, работающим без давления, относятся также аппараты, работающие под избыточным давлением до 0,07 МПа, если в диапазоне давлений 0...0,07 МПа произведение давления (в МПа) на объём (в литрах) не превышает 100.

Перед проведением испытаний (*гидравлических, пневматических, под наливом* и т.д.) должен производиться осмотр изделия без применения увеличительных приборов. На наружных и внутренних поверхностях изделий не должно быть закатов, расслоений, грубых рисок, трещин, пор и других дефектов. Внутри изделия не допускается наличие грязи и посторонних предметов. У негабаритных (по диаметру) аппаратов, поставляемых потребителю в виде укрупнённых блоков, необходимо проверять наличие и правильность маркировки на частях и деталях, нанесённой при контрольной сборке и соответствии её монтажной маркировке.

Гидравлические испытания аппаратов, поставляемых в собранном виде, проводят на месте изготовления, а гидравлические испытания сосудов и аппаратов, собираемых на монтажной площадке – на месте монтажа.

Целью гидравлических испытаний является проверка прочности и плотности (герметичности) элементов сосудов и аппаратов.

Гидравлические испытания сварных сосудов и аппаратов должны проводиться с крепежом и прокладками, предусмотренными в НТД на сосуды и аппараты. Значение пробного гидравлического давления $P_{пр}$ в цилиндрических, конических, шаровых и других сварных сосудах и аппаратах определяют по формуле

$$P_{пр} = M_{вх} \{1,25[\sigma]_{20}/[\sigma] + 0,2 \text{ МПа} \},$$

где $P_{пр}$ – расчётное давление, МПа; $[\sigma]_{20}$ – допускаемое напряжение для материала сосуда и его элементов при температуре 20 °С, МПа (атм.); $[\sigma]$ – допускаемое напряжение для материала сосуда и его элементов при рабочей температуре, МПа (атм.).

Когда аппарат рассчитывают по зонам, гидравлическое давление при испытании может определяться с учётом зоны, в которой рабочая температура имеет меньшее значение. Данные о пробном давлении при изготовлении и периодическом освидетельствовании заносят в паспорт.

Литые детали, работающие под давлением, после термической и механической обработки должны подвергаться гидравлическому испытанию при давлении, равном $1,5P_{пр} [\sigma]_{20}/[\sigma]$, но не менее 0,3 МПа.

Допускается испытание отливок после сборки и сварки в готовой сборочной единице или целом аппарате при давлении, принятом для аппарата.

Сосуды и аппараты, работающие под атмосферным давлением, испытываются наливом воды.

При гидравлических испытаниях температура воды должна быть не ниже 5 °С и не выше 40 °С. Время выдержки – 10 мин (для сосудов с толщиной стенки до 50 мм), 20 мин (для сосудов с толщиной стенки 50...100 мм) и 30 мин (для сосудов с толщиной стенки свыше 100 мм).

После этого времени снижают давление до рабочего и производят осмотр аппарата (причём рабочее давление поддерживается в течение всего времени осмотра). При испытании сварные швы подлежат обмыливанию.

Обстукивание аппарата под давлением при гидравлических испытаниях не допускается, поскольку может возникнуть большое напряжение от массы воды. Допускается замена гидравлического испытания пневматическим (воздухом или другими инертными газами).

При испытании сварных швов керосином сварные швы обмеловываются и высушиваются. Для горизонтальной аппаратуры выдержка 20...30 мин. При этих испытаниях на поверхности сварного шва, при его негерметичности, появляются маслянистые пятна.

Сосуды и аппараты признаются выдержавшими гидравлическое испытание, если:

- в процессе испытания не замечается падение давления по манометру, течи, капель, потения или пропуска газа через сварные швы (пропуск через неплотности арматуры при сохранении значения пробного давления не считают течью);
- после испытания не замечается остаточных деформаций;
- не обнаруживаются признаков разрыва.

Пневматическое испытание аппаратов проводят в тех случаях, когда по техническим причинам запрещено применение воды. Это вызывается большим гидростатическим давлением и массой воды, опасностью соприкосновения некоторых газов или жидкостей с остаточной влагой на внутренних поверхностях сосуда, а также при наличии футеровок или защитных покрытий из неметаллических материалов и др. Пневматическое испытание проводят воздухом с давлением, не превышающим рабочее давление в аппарате.

Испытания проводят в три приёма. Вначале постепенно поднимают давление в аппарате до величины, равной $0,5 P_{\text{раб}}$, после чего производят пятиминутную выдержку и проверяют герметичность, далее поднимают давление до $0,75 P_{\text{раб}}$. При этом давлении производят обмазку сварных швов мыльной водой или эмульсией. Если на сварных швах и разъёмных соединениях не обнаруживаются мыльные пу-

зыри, производят дальнейшее повышение давления до рабочего. При максимальном давлении проводят вторичную обмазку швов и разъемов. Время выдержки аналогично как при гидравлическом испытании.

В особых случаях при испытаниях применяют аммиак, который добавляют к воздуху до 1% объёма. При неплотности сварных швов и других соединений аммиак может быть обнаружен течеискателем или бумагой, пропитанной раствором азотнокислой ртути, которая накладывается на сварные швы и разъемы. В случае неплотностей на бумаге появляются чёрные пятна в месте расположения дефекта.

Аппараты, работающие под вакуумом, должны удовлетворять требованиям высокой герметичности. Испытания проводят с помощью течеискателя. Перед испытанием отверстия аппарата закрывают пробками или заглушками. Далее производятся предварительные испытания на герметичность воздухом или инертным газом под давлением, соответствующим техническим условиям. Затем устраняются неполадки, обнаруженные обмыливанием, в швах и уплотняющих соединениях. Далее приступают к откачке воздуха или инертного газа с помощью вакуумных насосов до рабочего состояния.

После проведения испытаний сосуда (аппарата) составляют акт, в котором отражают результаты осмотра, качество сварных швов и других соединений. Дефекты, выявленные в процессе испытаний, устраняют, о чём также делается запись в акте.

Вопросы для самоконтроля

1. Особенности выбора материалов для теплообменных аппаратов и установок.
2. Поясните необходимость работы обслуживающего персонала при выполнении внутренних и внешних работ для теплообменных аппаратов и установок.
3. Поясните разницу между корпусом аппарата и обечайкой.
4. В каких случаях необходимо подвергать сосуды и аппараты термической обработки?
5. При каких условиях необходимо производить испытания аппаратов и сосудов под давлением?

7. МОНТАЖ ОБОРУДОВАНИЯ ТЕПЛООБМЕННЫХ УСТАНОВОК

7.1. ЗДАНИЯ И СТРОИТЕЛЬНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

Промышленным зданием называют постройки, в которых размещается оборудование, предназначенное для производства и создания необходимых условий труда для обслуживающего персонала. Здания возводят из отдельных строительных элементов (фундаментов, стен, перекрытий, колонн, крыши, перегородок, окон, дверей, лестниц, площадок и т.д.).

Промышленные здания делятся по назначению на:

- *производственные* (в которых вырабатывают товарную продукцию);
- *вспомогательные* (электростанции, вентиляционные помещения, лаборатории, ремонтные мастерские, склады сырья и готовой продукции);
- *обслуживающие* (бытовые и административно-канцелярские помещения).

Производственные помещения, в которых устанавливается оборудование взрыво- и пожароопасных производств, сооружают одноэтажными с двусторонним освещением. Оборудование в них размещают на отдельных фундаментах, металлических каркасах и этажерках. Многоэтажные здания возводят, как правило, из сборного железобетона. Высота многоэтажного производственного здания не должна быть более высоты шести этажей. Размещение оборудования ведут по этажам с соблюдением требований техники безопасности. Строительство промышленных зданий, как правило, ведётся из отдельных элементов, состоящих из бетона и стальной арматуры. Такое сочетание материалов способно воспринимать растягивающие и изгибающие нагрузки.

Основные строительные элементы и их назначение:

1. *Каркас* здания является самым ответственным сооружением. Основой каркаса являются несущие колонны, которые поддерживают все элементы здания и передают нагрузку на фундамент, расположенный на твёрдом основании грунта. Расстояние между колоннами в продольных рядах принято равным 6 м.

В зависимости от производственного назначения здания, в поперечном направлении, в зависимости от пролёта принимают следующие расстояния: 6,0; 7,2; 8,4; 9,6; 10,8; 12,6; 14,4; 18,6 м.

В многоэтажных зданиях высоту первого этажа принимают равной 7,2 м, а последующих – 3,6; 4,8 или 6,0 м (в зависимости от

длины пролёта и размеров устанавливаемого оборудования). Многоэтажные здания с одинаковой высотой этажей сооружаются из стандартных элементов, высота которых определяется условиями стандарта при их изготовлении.

2. *Колонны* являются основным несущим элементом каркаса здания и изготавливаются прямоугольного сечения. Колонны, предназначенные для установки мостового крана, должны иметь подкрановые консоли или вторую опорную ветвь, соединённые по высоте распорками через 1,0...1,5 м. Верхняя часть колонн служит для несущих покрытий зданий, состоящих из одно- и двухскатных балок, ферм, различных подстропильных конструкций для поддержания фонаря и кровли. Установка колонн и других элементов каркаса на фундаменты должна вестись по строго геометрической схеме и с большой точностью расположения в плане и по высоте. Правильность установки колонн зависит от устройства фундаментов и их расположения в плане, по вертикали и высоте.

3. *Фундаменты* сооружаются на естественном основании грунта или искусственном основании, когда из-за недостаточной прочности грунта принимают меры по его укреплению. Глубину заложения фундамента выбирают в зависимости от глубины промерзания грунта. Для суглинистых и глинистых грунтов глубина заложения фундаментов должна приниматься ниже уровня промерзания грунта на 0,2 м.

Давление на грунт допускается для:

- песков и твёрдых грунтов 0,25 МПа;
- супесей и суглинков 0,2 МПа;
- глин и слабых грунтов 0,1 МПа.

Фундаменты в виде железобетонных стаканов должны укладываться на грунт без перекосов и строго по разрезам. Точность установки фундаментов предусматривает смещение от проектной отметки на ± 5 мм.

4. *Стены* каркасных промышленных зданий выполняются из кирпича, блоков или панелей, из листовых материалов. По назначению стены подразделяются на *наружные* и *внутренние*. Наружные стены ограждают помещение от внешних метеорологических факторов, а иногда воспринимают нагрузки от перекрытий, кровли и площадок. Несущие стены толщиной 250, 380 и 510 мм выполняются из кирпича. В помещениях, где имеются агрессивные среды, стены защищают штукатуркой, керамической глазурованной плиткой или кислотоупорными материалами. В зданиях шатрового типа между колоннами сооружают стены из панелей, на которые укладываются горизонтальные ригели. В складских помещениях или помещениях для подготовки сырья и печных отделениях можно вместо панелей применять обшивку из волнистого шифера или листового металла (железа, алюминия и др.), перегородки можно выполнять из стеклоблоков и стеклопрофилита.

5. *Фундаментные балки* укладывают между колоннами на высоту основных фундаментов с целью сооружения на них наружных и внутренних стен. Обычно фундаментные балки устанавливают на отметке 0,45 м над полом и засыпают шлаком и песком.

6. *Ригели или обвязочные балки* применяются для опирания наружных стен в местах, где кладка выполняется из кирпича, а также для укладки железобетонных панелей и перекрытий многоэтажного здания. Обвязочные балки устанавливают на консоли несущих колонн, а затем скрепляют их путём сварки с колоннами, стыкуемой арматурой и защитными деталями.

7. *Подкрановые балки* изготавливаются из железобетона трапециевидного сечения с укладкой стальной арматуры в нижней части основания, где имеет место растягивающее напряжение при изгибе. В зависимости от крановых нагрузок и шага колонн подкрановые балки изготавливаются составными.

8. *Фермы* и несущие конструкции покрытия здания также устанавливают непосредственно на «голову» колонны. Железобетонные фермы при пролётах 12 и 18 м изготавливают цельными, а при больших пролётах – составными решётчатого типа. По верхнему поясу стропильных ферм (в узлах ферм) укладывают прогоны, по которым сооружают кровлю.

9. *Кровля* обычно состоит из железобетонных плит, уложенных по прогонам, и слоя (стяжки) из цементного раствора. На выровненную поверхность покрытия наклеивают гидроизоляционный ковер, состоящий из нескольких слоёв рубероида, прикрепляемого битумной мастикой.

10. *Фонари* в промышленных зданиях служат для дополнительного освещения и для создания вентиляционной тяги – аэрации. Фонари устанавливают на несущих конструкциях ферм и покрытиях.

11. *Лестницы* в промышленных зданиях подразделяются на *основные, служебные, аварийные и пожарные*.

Основные – служат для повседневного сообщения между этажами. Они состоят из маршей и площадок. Ширина маршей не менее 1,05 м с числом ступеней не менее пяти.

Служебные – служат для обслуживания технологического оборудования.

Аварийные – для эвакуации персонала, причём площадки оборудуются на каждом этаже.

Пожарные – должны быть устроены снаружи зданий, высота которых превышает 10 м.

12. *Ворота* устраивают на первом этаже для проезда автотранспорта и транспортировки оборудования при монтаже и ремонтах.

Ворота изготовляют из дерева или металла стандартных размеров 3×3 или 4×3 м.

13. *Окна* устраивают для освещения помещений. Площадь оконных проёмов составляет 35...50% площади наружных стен. Согласно санитарным нормам, ориентировочная норма площади световых проёмов в производственных помещениях должна составлять 12...20% площади пола.

7.2. ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ

Строительно-монтажные работы представляют собой совокупность технологически связанных между собой рабочих операций, выполняемых постоянным составом рабочих при сохранении неизменных орудий труда (инструментов, механизмов) и предметов труда (монтажные узлы, оборудование, заготовки).

Организацию строительства начинают с создания календарного графика строительства (месячного, а для ответственного строительства – недельно-суточного), определяющего объём работ и последовательность их выполнения. Производственные задания оформляются нарядами на бригаду, звено или отдельного рабочего.

Строительно-монтажные процессы включают в себя следующие виды работ: *заготовительные, транспортные, подготовительные (вспомогательные), монтажно-сборочные.*

На этапе *заготовительных работ* заводы монтажных заготовок (ЗМЗ) или центральные заготовительные мастерские (ЦЗМ) обеспечивают заказчика необходимыми материалами, оборудованием, монтажными заготовками и прочими изделиями. Основной технической документацией при проведении заготовительных работ являются монтажные проекты, чертежи типовых изделий и эскизные чертежи. Монтаж сантехнического оборудования проходит параллельно с общестроительными работами. Монтаж начинают, как правило, с нижнего этажа и по мере готовности переходят к верхним этажам.

К началу монтажа сантехнических систем должны быть оставлены или пробиты отверстия в строительных конструкциях для прокладки трубопроводов с соблюдением размеров, установленных СНиП 3.05.01–85. При подготовке объектов к *монтажно-сборочным работам* должны быть:

- завершены работы по планировке полов до проектной отметки;
- обеспечено постоянное или временное освещение мест;
- выполнены фундаменты под насосы, водонагреватели и другое оборудование;
- пробиты отверстия в стенах и перегородках для прокладки трубопроводов;

- нанесены краской на внутренних стенах отметки покрытия пола;
- оштукатурены потолки и стены, облицованы стены, ниши и перегородки;
- монтажные проёмы закрыты сплошным настилом или имеют ограждение высотой не менее 1,1 м;
- зимой здание должно быть остеклено и утеплено.

Проектная техническая документация, передаваемая строительной организации, должна содержать:

- план-схему размещения аппаратов и установки в целом;
- характеристику и спецификацию систем;
- материалы, использованные при изготовлении аппаратуры.

В чертежах должны быть указаны наименования и категория производства по взрывной, взрывопожарной и пожарной безопасности, а также:

- координатные оси здания (сооружения) и расстояние между ними;
- строительные конструкции и технологическое оборудование для размещения различных коммуникаций;
- отметки чистых полов этажей и основных площадок;
- размерные привязки аппаратов к координатным осям или элементам конструкций;
- диаметры (сечения) всех участков трубопроводов и воздуховодов;
- места установки закладных деталей для крепления технологического оборудования, элементов контрольно-измерительных приборов, автоматики и др.

После согласования техническая документация со всеми замечаниями, согласованиями и изменениями передаётся для разработки монтажных чертежей и проекта производственных работ.

Для крупных и технически сложных объектов строительства, а также для объектов, где производство работ связано с тяжёлыми или опасными условиями труда, составляют полные проекты производства работ, на все остальные объекты – сокращённые или технологические записки.

Проект производственных работ, где используются действующие технологические карты, включает:

- ситуационный генплан объекта с привязкой мест для складирования оборудования с внутривозвращаемой транспортной схемой, согласованный с генеральным подрядчиком;
- схематический план объекта с нанесением осей и мест расположения технологического оборудования;

- перечень оборудования, поставляемого заказчиком;
- характеристику используемых систем и перечень монтажных чертежей на них;
- график поступления оборудования, согласованный с заказчиком;
- календарный (сетевой) график производства работ со сроками сдачи генеральным подрядчиком под монтаж;
- ведомость основных и вспомогательных материалов;
- указания по методам и способам производства такелажных и монтажных работ и технике безопасности с рекомендациями по установке средств крепления;
- ведомость необходимых механизмов, инструмента и приспособления для данного оборудования;
- производственные калькуляции трудоёмкости монтажных работ и сводные ведомости трудовых затрат и зарплаты;
- график потребности в рабочих;
- технико-экономические показатели.

Проект производственных работ (ППР) должен быть утверждён главным инженером монтажного Управления и согласован с генеральным подрядчиком и дирекцией строящегося предприятия.

При небольших объёмах строительства составляют сокращённый проект производства работ, содержащий:

- краткие указания по производству работ и технике безопасности;
- график поступления материалов, заготовок и оборудования;
- календарный план-график и пояснительную записку с технико-экономическими показателями (данные об основных физических объёмах работ, их трудоёмкости, дневной выработки на одного рабочего и др.);
- записку по технике безопасности.

Монтажные чертежи выпускаются на основе рабочих чертежей в соответствии с архитектурно-строительными чертежами, с соблюдением действующей нормативной документации. Их разрабатывают монтажные организации с учётом местных условий объекта. Редко монтажные чертежи составляют на основе измерений с натуры после выполнения основных строительных работ.

В проекте производства работ по монтажу установок особо обращают внимание на такелажные операции: доставку оборудования в зону монтажа, сборку деталей оборудования и крупных трубопроводов, выбор грузоподъёмных механизмов, приспособлений и инструмента.

При монтаже тяжеловесного оборудования выполняются такелажные работы, состоящие из погрузочно-разгрузочных операций, перемещения груза от склада к месту монтажа, а также подъёма его на высоту с установкой и закреплением его на фундаменте.

Для выполнения монтажных работ применяют механизмы, предусмотренные проектом. Выбор механизмов зависит от конструкции, массы и габаритов оборудования. Для монтажа тяжеловесных колонн и аппаратов применяются металлические мачты, порталы и другие устройства, обеспечивающие безопасные способы производства тяжелых работ.

Для выполнения монтажных операций применяются лебёдки, блоки, полиспасты, тали и другие инструменты.

Подвешивание грузов производят с помощью стропов, представляющих собой отрезки мягких канатов с устройствами для увязки груза. Для крепления стропов на аппаратах должны быть приварены скобы, ложные штуцера или проушины. Кроме стропов применяют захваты, траверсы и специальные устройства, облегчающие крепление аппаратов к крюку грузоподъемного крана.

Все стропы, захваты и траверсы должны проходить два раза в год проверку на статическую нагрузку, равную 1,25 от номинальной грузоподъемности. Грузозахватные крюки должны надёжно крепиться к стропам и соответствовать стандартным размерам.

На строительстве промышленных объектов более 90% монтажных работ выполняется с помощью грузоподъемных машин и механизмов. Наибольшее распространение получили самоходные стреловые краны, обладающие высокой манёвренностью, большой грузоподъемностью и достаточной высотой подъема груза: гусеничные краны, автомобильные краны, козловые краны, башенные краны

7.3. МОНТАЖ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Выбор способа производства монтажных работ и используемых механизмов зависит от конструкции, массы и габаритов оборудования. При монтаже сосудов, теплообменной и колонной аппаратуры применяют в основном следующие *методы монтажа*: *скольжение, поворот вокруг шарнира и выжимание*.

Метод скольжения применяется для установки вертикальных аппаратов без отрыва от земли с помощью кранов, двух мачт, лебёдок с применением порталов (портал – это устройство, имеющее П-образную форму на самой конструкции или на фундаменте). Аппарат приподнимается за монтажные устройства, которые должны быть расположены выше центра тяжести. Нижняя часть аппарата, уложенная на сани или тележку, при подъёме подтаскивается к фундаменту (трактором, лебёдкой и др.) с таким расчётом, чтобы аппарат устанавливался напротив анкерных болтов фундамента. В необходимых случаях, согласно монтажной схеме, аппараты поднимаются на высоту 0,2 м от верха анкерных болтов. После опускания аппарата на фундамент производят выверку его установки и производят закрепление.

Метод поворота вокруг шарнира используется для установки колонной аппаратуры с помощью кранов, порталов и мачт. Он предусматривает применение шарнира, расположенного у фундамента и закреплённого к фундаменту с помощью металлического банджа или болтов, заделанных в приливе фундамента. Нижний конец аппарата соединяется с шарнирным устройством с таким расчётом, чтобы при подъёме за верхушку аппарат поворачивался в шарнире и при достижении вертикального положения своим основанием устанавливался на фундамент. Этот способ позволяет поднимать аппараты значительно большей массы по сравнению с грузоподъёмностью используемого подъёмного оборудования, а также выполнять монтаж колонной аппаратуры, высота которой больше подъёмного крюка.

Технология подъёма аппарата позволяет применять спаренные краны при закреплении стропов на 2/3 высоты от основания аппарата. После установки аппарата на фундамент производится выверка, закрепление на временные расчалки и подливка фундаментных болтов. После необходимой выдержки для схватывания цемента аппарат закрепляют на анкерные болты и удаляют расчалки и все такелажные приспособления.

Метод выжимания является разновидностью метода поворота вокруг шарнира. Он применяется в стеснённых условиях, когда нельзя использовать грузоподъёмные краны и невозможно установить мачты с растяжками. Метод выжимания применяют для монтажа колонной аппаратуры, устанавливаемой на низкие фундаменты.

После установки оборудования на фундамент или другое основание производят выверку по отклонениям от проектных осей и отметок в горизонтальном и вертикальном направлениях.

Допускаемые отклонения по главным осям аппарата должны находиться в пределах ± 20 мм. Высотная отметка смонтированного аппарата не должна превышать отклонение ± 10 мм. Отклонения аппарата от оси вертикали должны находиться в пределах ± 3 мм на 1 м высоты, но не более 35 мм на весь аппарат. Правильность установки аппаратов осуществляется специальными приборами. При монтаже отдельных частей аппаратов необходимо проверить расположения фланцевых соединений и их отклонения от проектных отметок. Особенность монтажа комплектующих деталей и агрегатов состоит в том, чтобы при монтаже совпадали все разъёмные соединения трубопроводов, присоединения насосов, кипятильников, конденсатоотводчиков и т.д.

Теплоиспользующие установки после монтажа должны пройти испытания согласно нормативам Госгортехнадзора. Перед вводом в промышленную эксплуатацию должны быть произведены:

- длительное опробование, наладка и освоение установленного оборудования;
- необходимые тепловые и технологические испытания оборудования для определения надёжности производительности, экономичности и соответствия работы установки гарантийным и проектным данным;
- устранение дефектов, эксплуатационных неполадок, обнаруженных приёмочной комиссией и обслуживающим персоналом;
- тепловая изоляция и окраска основного оборудования и трубопроводов.

В соответствии с санитарно-техническими требованиями все теплообменные аппараты и установки требуют покрытия тепловой изоляцией при условии, что наружная стенка имеет температуру выше 50 или 0 °С.

Исходя из свойств и структуры материалов, теплоизоляционные материалы подразделяются на *мастичные (сыпучие)*, *штучные (формовые)*, *засыпные (набивные)* и *обертывающие (ватные)* со средним сроком службы от 6 до 8 лет. Срок службы может быть увеличен за счёт оштукатуривания, оклейкой или обшивкой тканью с последующим покрытием масляной краской, битумом, а иногда и металлическим кожухом.

Вопросы для самоконтроля

1. Укажите основные размеры, которые применяются при проектировании промышленных зданий.
2. Определите порядок создания календарного графика строительно-монтажных работ теплотехнических установок.
3. Поясните, что понимается под планово-предупредительными работами?
4. Какие виды монтажа применяются при установке оборудования?

8. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩИХ И ТЕПЛОИСПОЛЬЗУЮЩИХ УСТАНОВОК

8.1. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТОПЛИВНОГО ХОЗЯЙСТВА

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

При сжигании *твёрдого топлива* на предприятии обычно устраиваются расходный и резервный склады топлива, причём на резервном должно быть не менее двухнедельного запаса топлива, а на расходном – не менее трёхсуточного. Хранится 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 транспортёры и т.д.

При сжигании *жидкого топлива* (мазута) на предприятии оборудуются места приёма 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 (система дырчатых труб). 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 ёмкостью не менее 0,5% ёмкостей 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 гидравлических ударов;
- контролировать качество конденсата подогревателей с целью своевременного обнаружения неплотности;
- контролировать уровень в резервуарах, избегая его переполнения при заполнении;
- регулярно проводить осмотр, а также текущий и капитальный ремонты резервуаров.

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

Система газоснабжения предприятия, сжигающего *газообразное топливо*, состоит из ввода распределительных газопроводов, газорегуляторного пункта (ГРП), цеховых и обвязочных газопроводов. Предприятием обслуживаются газопроводы от отключающего устройства на вводе распределительного газопровода 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 сменой, 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.

8.2. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПАРОВЫХ И ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ

Все котельные установки должны быть зарегистрированы в местных органах Госгортехнадзора и регулярно проходить освидетельствование в соответствии с требованиями Госгортехнадзора.

Техническое освидетельствование состоит из внутреннего осмотра и гидравлического испытания и проводится инспектором Госгортехнадзора в присутствии начальника цеха или его заместителя.

Внутренний осмотр проводится не реже одного раза в 4 года, а гидравлические испытания – одного раза в 8 лет.

Досрочное техническое освидетельствование проводится в случаях, если:

- котёл не работал более одного года;
- котёл был демонтирован и вновь установлен;
- применена сварка элементов котла, за исключением единичных штуцеров, труб и заглушек;
 - производилось выправление выпучин и вмятин основных элементов котла;
 - заменено более 25% заклёпок в каком-нибудь шве;
 - сменено более 15% связей любой стенки;
 - сменено одновременно более 50% количества экранных и кипятильных труб или 100% перегревателей, экономайзерных и дымогарных труб;
- администрация или инспектор считают целесообразным проведение освидетельствования.

Результаты освидетельствования и разрешение на эксплуатацию заносятся 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 струёй;
- поддержание правильного режима горения в топке, равномерности питания водой, поддержание давления и уровня воды в барабанах;
- отсутствие парения в разъёмах и лёгкость 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 подзольной коррозии и избежания снижения эффективности;
- 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 разностью температур до и после хвостовых поверхностей нагрева с целью своевременного выявления и исключения загорания или уноса сажи;
- качественность проведения непрерывной и периодической продувок;
- поддержание в работоспособном состоянии КИПиА;
- экономию сжигаемого топлива;
- правильность ведения суточных ведомостей;
- контроль за составом и количеством выбрасываемых в атмосферу дымовых газов и сточных вод.

8.3. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЕПЛОМЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

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

Основными характеристиками работы *тягодутьевых машин (вентиляторов, дымососов)* 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 промышленных предприятиях 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 (шумах) 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 их состоянием и присосами в газозводдушном 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 их работу. 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 КИПиА.

Для *питательных насосов* котлов имеются свои особенности, связанные с тем, что недопустимы даже кратковременные остановки питательного узла. Поэтому здесь должно быть установлено не менее двух насосов с независимыми приводами (причём, один из них – паровой). Суммарная производительность электроприводных насосов должна быть не менее 110%, а с паровым приводом – не менее 50% от номинальной паропроизводительности всех работающих котлов.

8.4. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЕПЛОИСПОЛЬЗУЮЩИХ УСТАНОВОК

Основными задачами эксплуатации теплоиспользующих установок (ТИУ) являются:

- обеспечение надёжности работы;
- поддержание необходимых для технологического процесса параметров;
- минимальный расход теплоты на единицу обрабатываемой 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 стёкол; наличие КИПиА для определения температуры и давления теплоносителя и нагреваемой среды;
- наличие устройств для удаления воздуха, газов и конденсата от технологических продуктов.

Каждой ТИУ и её 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 съёмной.

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

К наиболее распространённым ТИУ относятся: теплоподготовительные установки, сушильные установки, выпарные установки, ректификационные установки, установки для термовлажностной обработки, парожеткторные и абсорбционные холодильные установки, конденсационные установки.

Теплообменные аппараты и установки считаются принятыми в эксплуатацию после подписания акта со стороны представителя монтажной организации и заказчика, т.е. эксплуатационников предприятия.

Техническое руководство эксплуатацией теплоиспользующих установок осуществляется главным энергетиком или главным механиком предприятия, непосредственное обслуживание оборудования – эксплуатационным персоналом.

В инструкциях отражаются права, обязанности и ответственность персонала, порядок обслуживания персоналом оборудования при нормальной (номинальной) эксплуатации и при аварийных ситуациях, порядок осмотра и ремонта оборудования, мероприятия по охране труда, технике безопасности и противопожарной технике.

Во время обслуживания оборудования персонал должен обеспечивать установленный режим работ теплообменных установок, так как каждое нарушение рабочего режима влечёт за собой нарушение работы оборудования и нередко приводит к аварийному состоянию.

Каждый работник обслуживающего персонала до назначения его на самостоятельную работу по использованию теплоиспользующих установок или при переводе на другую работу проходит производст-

венное обучение на курсах и на рабочем месте, затем сдаёт экзамен по технической программе для данной квалификации. Программа должна содержать правила технической эксплуатации и ремонта оборудования, правила техники безопасности и противопожарной техники, должностные инструкции и положения о правилах и обязанностях. После проверки знаний назначенный на должность дежурного работник должен пройти стаж исполняющего обязанности (дублёра) дежурного по месту работы под наблюдением и руководством высококвалифицированного работника.

В результате технического обучения и стажировки каждый оператор, машинист, аппаратчик получает удостоверение на право управления оборудованием.

К дежурному эксплуатационному персоналу относятся работники промышленного предприятия, обслуживающие посменно вверенные им теплоиспользующие установки. Дежурный персонал должен работать по графику, утверждённому начальником цеха.

При приёмке смены дежурный обязан:

- ознакомиться с производственным заданием, ходом технологического процесса, состоянием и режимом работы оборудования, арматуры и приборов на своём участке и произвести личный осмотр их в объёме, установленном должностными инструкциями;

- выяснить у дежурного, сдающего смену, какое оборудование находится в резерве или в ремонте и за каким оборудованием должно быть установлено особенно тщательное наблюдение;

- проверить чистоту рабочего места (оборудования и помещения);

- проверить и принять инструмент, материалы, ключи от помещений, журналы и ведомости;

- прочесть в журналах записи и распоряжения за период после своего последнего дежурства;

- оформить приёмку и сдачу смены записью в журнале или в ведомости за подписью сдающего и принимающего смену;

- сообщить непосредственному начальнику в смене о вступлении на дежурство и о всех недостатках, замечаниях при приёме смены.

Категорически запрещается приёмка и сдача смены во время ликвидации аварии.

Пуск и остановка оборудования при экстремальных условиях допускается только с разрешения (письменного) начальника или главного энергетика предприятия.

В зависимости от характера выполняемых работ место каждого работающего должно быть оборудовано и оснащено необходимыми устройствами, приспособлениями и инструментом для выполнения

производственных операций, а также приборами и защитными устройствами для предупреждения аварии и возможного травматизма. Кроме того, на пульте управления должны быть установлены устройства связи (телефон и телеэкраны для визуального наблюдения, микрофона для передачи команд и т.д.), а также световое табло и сигнализация аварийного назначения.

Правильная эксплуатация оборудования обеспечивается путём организации и ведения учёта по следующим показателям:

- расход пара, горячей воды и других энергоносителей по агрегату или установки, цеху и предприятию;
- количество вторичного пара, возвращаемого конденсата, охлаждающей воды, газов и других вторичных энергетических ресурсов;
- количество исходных технологических материалов и готового продукта;
- часовой, сменный, суточный, месячный и годовой расходы энергоносителей и продуктов;
- удельный расход и экономия энергии по нормированным видам продукции, по агрегатам, цехам и предприятию в целом.

Отчётность по цехам и предприятию представляется отделом главного энергетика вышестоящим организациям и местной инспекции Госэнергонадзора по соответствующим формам в установленные сроки.

Экономия энергии определяется при сопоставлении фактических удельных расходов энергии с нормами, установленными вышестоящей организацией, или с нормами, принимаемыми на основании внедрения новой техники, рациональных режимов эксплуатации энерготехнологического оборудования и прогрессивных методов работы обслуживающего персонала. Под нормой удельного расхода энергии следует понимать расход энергии (или топлива), необходимый для выработки единицы продукции в условиях применения наиболее совершенной технологии и выгоднейшего режима работы, полного использования оборудования, организации производства и эксплуатации энергохозяйства в соответствии с достижениями передовой техники и технологии.

Подогреватели жидкостей используются для включения в технологическую систему или энергетическую систему для достижения требуемого процессом подогрева теплоносителя или технологической среды с минимальными затратами тепла.

В большинстве случаев греющим теплоносителем в подогревателях служит водяной пар. Снижение его расхода достигается за счёт уменьшения количества подогреваемой среды (предварительная подготовка для уменьшения накипеобразующих веществ, дополнительной

филтрации и т.д.), повышением начальной и снижением конечной температуры подогреваемой смеси, использованием по возможности переохлаждения конденсата, снижением потерь в окружающую среду, увеличением коэффициента теплопередачи и другими способами.

В связи с тем, что основным показателем рационального использования подогревателей является тепловая производительность, характеризующаяся температурными и расходными характеристиками, то они должны быть снабжены соответствующими КИП. На трубопроводах готового продукта и конденсатопроводах от подогревателей предусматривают установку устройств для отбора проб, установку мерных и смотровых стёкол.

В процессе эксплуатации подогревателей контролируют работоспособность конденсатоотводчиков, предохранительных клапанов и воздухоотводчиков. Температура отвода воздуха должна быть не менее +50 °С. При более низкой температуре отвод воздуха практически не происходит, а при более высокой происходит выброс значительного количества пара.

Испарители и паропреобразователи служат для получения вторичного пара (конденсата) заданных параметров при минимальной затрате тепловой энергии. Различие между испарителем и паропреобразователем заключается в способе использования вторичного пара последней ступени. Испарители применяются для пополнения парогенераторов дистиллятом питательной воды, для получения пресной воды из морской и для других целей. Испаритель называют паропреобразователем при подаче вторичного пара в паровую магистраль для теплоснабжения или технологических целей. В комбинированных испарительно-преобразовательных установках часть вторичного пара конденсируется и конденсат используется для питания парогенераторов, другая часть вторичного пара направляется потребителям.

Выпарные установки предназначены для концентрирования растворов. При эксплуатации для обеспечения оптимального режима их работы необходимо выполнять следующие требования:

- поддерживать заданное давление греющего пара с отклонениями не более $\pm 0,01$ МПа;
- поддерживать предусмотренное технологическим процессом распределение температур и давлений по корпусам установок;
- осуществлять непрерывный отвод конденсата из греющих камер выпарных установок (аппаратов), т.е. контролировать работу конденсатоотводчиков;
- обеспечивать непрерывное питание выпарной установки раствором, подогретым до температуры кипения;

- проверять нормальный переход раствора из одного корпуса в другой и производить контроль за выходом готовой продукции из последнего корпуса;
- поддерживать заданное разрежение (давление) в каждом выпарном аппарате и в случае отклонения выявлять причины и устранять их;
- контролировать температуру воды, отводимой от конденсаторов для обеспечения технологического процесса;
- соблюдать график и порядок промывки выпарных аппаратов.

В случае остановки выпарной установки необходимо прекратить подачу греющего пара, а затем отключить поступление исходного раствора. Опорожнение выпарной установки и промывку корпусов водой или специальным раствором ведут согласно инструкции. При остановке на длительное время все аппараты и оборудование освобождаются от продукта.

Сушильные установки предназначены для обезвоживания (сушки) материала. Установки состоят из устройств для нагрева сушильного агента, камер и сооружений для последующей обработки выходящих теплоносителей в зависимости от типа и конструкции установок.

Эксплуатация сушильных установок зависит от свойств высушиваемого материала при непосредственном соприкосновении с нагретым газообразным теплоносителем или через стенку.

Запуск сушильных установок в работу начинают с растопки печи и прогрева всей системы установки. При достижении стабильности заданной температуры включают в работу устройство для загрузки материала. Сыпучие материалы подаются с помощью шнековых питателей или дозирующих устройств, а жидкие – с помощью насосов через регуляторы насосов.

Во избежание хлопков и взрывов в сушильной камере необходимо поддерживать стабильный режим сушки. Если сушка органических веществ сопровождается окислением или образует с сушильным агентом (воздухом) взрывные концентрации, то необходимо вести контроль за содержанием кислорода в дымовых газах или заменить их на инертные газы. Распылительные сушилки должны иметь исправные взрывные мембраны и приборы противопожарного назначения.

Сооружения для очистки отходящих газов должны обеспечивать высокую степень очистки и не допускать выброса газов с содержанием вредных веществ выше предельно допустимых концентраций.

Барабанные сушилки требуют обслуживания приводных механизмов, роликовых опор и загрузочно-разгрузочных устройств. Для нормальной работы барабанных сушилок необходимо следить за состоянием уплотнительных устройств во избежание подсоса воздуха и нарушения тяги. Разрежение в барабанной сушилке обычно составляет

150...200 Па. Для регулирования тяги на дымоходах устанавливаются шиберы или подвижные заслонки. Во избежание возможного загорания сажи и накопившейся пыли на стенках газоходов необходимо производить периодическую чистку или продувку острым паром.

Для нормальной работы сушильных установок сооружают пульты управления, оснащённые приборами, автоматическими устройствами и блокировки для предупреждения аварийного состояния по важнейшим параметрам сушки. Реакционные аппараты предназначаются для проведения химических реакций в твёрдой, жидкой или газообразной среде с подводом или отводом теплоты по установленному технологическому режиму. К реакционным аппаратам относятся автоклавы, конверторы, химические конденсаторы, хлораторы, нитраторы, фениляторы, сульфаторы и карбонизаторы.

В зависимости от характера технологического процесса аппараты могут работать периодически и непрерывно. В некоторых случаях в начале производственного процесса требуется подвод или отвод теплоты к реакционной массе.

Для контроля технологического режима в аппарате устанавливают показывающие и записывающие измерительные приборы в зависимости от условий работы. На аппаратах, работающих под давлением, устанавливаются предохранительные клапаны, открывающиеся при превышении давления на 10%, или предохранительные пластины, разрывающиеся при превышении давления в аппарате не более чем на 25% рабочего давления. При подготовке химических аппаратов к пуску особое внимание должно быть уделено герметизации и исправности тракта, по которому токсичное сырьё и ценные химикаты.

Ректификационные колонны предназначены для разделения бинарных и многокомпонентных жидкостей на практически чистые за счёт многократного испарения при возвращении в колонну части готового продукта и последующей конденсацией малолетучего компонента.

Постоянный режим работы ректификационных колонн обеспечивается стабильностью парообразования в кубе и неизменным количеством возвращаемой флегмы. Наибольшие трудности вызывает поддержание паропроизводительности кубового нагревателя на необходимом постоянном режиме из-за неизбежных колебаний давления греющего пара и связанных с этим температурных перепадов по высоте колонны. С изменением количества образующегося в кубе пара будут изменяться расходы и скорости прохода пара с опускающейся вниз колонны флегмы и исходной смеси, гидравлическое сопротивление колонны, величина поверхности контакта фаз и, в конечном итоге, производительность колонны.

Постоянную производительность куба, соответствующую определённому режиму работы колонны, поддерживают автоматическим регулированием давления греющего пара.

Степень разделения компонентов контролируется по температуре в нижней и верхней части колонны. Температура внизу колонны должна соответствовать температуре кипения кубового остатка, а температура вверху колонны – температуре кипения дистиллята. Кроме того, процесс в ректификационной колонне можно регулировать изменением расхода исходной смеси на входе в питательную секцию колонны, отбором готового продукта при изменении концентрации его в заданных пределах.

Холодильные установки поставляются предприятиям в комплектном виде и имеют разработанную инструкцию по эксплуатации. Перед пуском в работу вся система холодильной установки проверяется на герметичность, а затем заполняется хладагентом.

Холодильные установки, как правило, имеют автоматизированное управление по заданной программе. Наличие неисправностей или дефектов в работе компрессоров, аппаратов и систем заметно отражается на температурном режиме работы установок.

При длительной эксплуатации холодильных установок на приборах и открытых местах фланцевых соединений образуется «снежная шуба». Оттаивание «снежной шубы» производится подачей паров хладагента из испарительной системы согласно инструкциям.

8.5. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРУБОПРОВОДОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Устройство и эксплуатация трубопроводов промышленных предприятий и котельных должны соответствовать «Правилам устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды».

В соответствии с ними трубопроводы подразделяются на четыре категории в зависимости от вида теплоносителя, его температуры и давления.

К первой категории (наиболее ответственной) относятся трубопроводы перегретого пара любого давления (выше 0,07 МПа избыточного) с температурой от +450 °С и выше, а также с давлением более 3,82 МПа при любой температуре выше +115 °С, а также горячей воды с температурой выше +115 °С и давлением более 7,84 МПа.

К четвёртой – трубопроводы перегретого и насыщенного пара с температурой +115...+250 °С и давлением 0,07...1,57 МПа, а также горячей воды с температурой выше +115 °С и давлением до 1,57 МПа.

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

Обслуживание трубопроводов осуществляется путём их осмотра (не реже одного раза в смену), при котором проверяется: 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 одного раза в год. Капитальный ремонт – один раз в год.

Техническое освидетельствование трубопроводов пара и горячей воды проводится в следующие сроки:

- наружный осмотр трубопроводов всех категорий – не реже одного раза в год;
- наружный осмотр и гидравлическое испытание трубопроводов, не подлежащих регистрации в органах Госгортехнадзора – перед пуском после монтажа, после ремонта (с проведением сварочных работ), а также при пуске после консервации – более двух лет.

Основные правила обслуживания трубопроводов:

- все переключения должны выполняться постепенно, путём 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. При температуре более +45 °С трубопроводы должны иметь теплоизоляцию.

Поскольку одним из существенных элементов трубопроводов является *арматура*, её эксплуатации должно быть уделено важное внимание. При обслуживании арматуры основное внимание уделяется её плотности при закрытии, парениям и течам, а также затруднениям при открытии и закрытии. Трубопроводы окрашиваются в определённые

цвета (или наносятся цветные кольца через определённые интервалы) в зависимости от протекающей по нему среды и параметров.

– *трубопроводы перегретого пара окрашиваются в красный цвет без колец;*

– *трубопроводы насыщенного пара – в красный цвет с жёлтыми кольцами;*

– *трубопроводы тепловых сетей: прямая – в зелёный с жёлтыми кольцами, обратная – в зелёный с коричневыми кольцами.*

На магистральных трубопроводах указывается их номер и направление движения среды.

Вся арматура нумеруется в соответствии со схемой и эксплуатационной инструкцией. На штурвалах указывается направление вращения при открытии и закрытии.

На все трубопроводы должны быть составлены паспорта.

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы основные правила хранения твёрдого топлива?
2. Каковы основные правила слива, хранения мазута и ремонта резервуаров?
3. Каковы основные правила эксплуатации газопроводов и газорегуляторных пунктов?
4. Каковы основные правила и сроки регистрации и технического освидетельствования котельных установок?
5. Каковы основные требования к эксплуатации котельных установок?
6. Каковы основные характеристики тягодутьевых установок и требования к их эксплуатации?
7. Каковы основные требования к эксплуатации центробежных насосов?
8. Каковы основные требования к эксплуатации теплоиспользующих установок?
9. Кто отвечает за эксплуатацию теплоиспользующих установок в руководстве и на местах?
10. Каким образом осуществляется приёмка и сдача смен во время нормальной эксплуатации и при аварийных ситуациях?
11. Что такое планово-предупредительный ремонт? Перечислите его виды.
12. Какова классификация и основные требования к трубопроводам?
13. Каковы правила обслуживания и ремонта трубопроводов?

9. ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТА СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ, ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

9.1. МОНТАЖ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

В настоящее время наиболее распространёнными среди отопительных приборов в России являются чугунные радиаторы типа МС-90, МС-140, МС-140-300, БЗ-140-300, 4-2-7-500, 2к-60, 2к-60п. Однако их активно вытесняют радиаторы из более эффективных материалов (алюминий, биметалл) и привлекательным дизайном. Радиаторы комплектуются из отдельных одно-, двух-, трёхканальных сечений.

Монтаж систем водяного и парового отопления начинают с магистральных трубопроводов. При этом характерны следующие операции:

- разбивка трассы трубопроводов;
- разметка мест установки опор и подвесок;
- установка кронштейнов и других несущих устройств;
- прокладка трубопроводов на опорах;
- установка арматуры и компенсаторов;
- соединение уложенных участков трубопроводов между собой

и с арматурой.

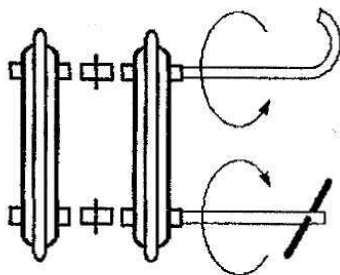
Магистральные трубопроводы прокладываются, как правило, с уклоном в сторону возможного полного опорожнения их от теплоносителя. Уклоны магистральных трубопроводов воды, пара и конденсата принимают не менее 0,002, а паропроводов, имеющих уклон против движения пара – не менее 0,006. В высших точках трубопроводов необходимо устанавливать воздушные краны или воздухоотборники (краны Маевского), а в низших – краны и пробки для спуска оставшейся воды при ремонтах и промывках систем.

Для предотвращения разрыва сварных и прочих соединений при изменении температуры теплоносителя, устанавливают специальные компенсаторы (П-образные, линзовые и др.).

Монтаж оборудования системы отопления включает несколько фаз.

- *Первая фаза* – группировка секций радиатора (7-8 секционные радиаторы, поступающие с заводов-изготовителей, разбиваются на нужное количество секций). Для отсоединения секций радиатор закрепляют на верстаке и в открытые ниппельные отверстия вставляют два радиаторных ключа, имеющих, с одной стороны, ушко для ручки, а с другой – плоскую отвёртку. Радиаторные секции и ниппеля имеют с двух сторон разную резьбу (рис. 9.1).

Рис. 9.1 Схема сборки секций радиатора



- *Вторая фаза* – гидравлические испытания. Они производятся на специальном стенде, где подключаются к гидравлическому прессу. Допускается испытание под давлением 0,4...0,8 МПа при недопустимости течи.

- *Третья фаза* – грунтовка и окраска радиатора масляной краской (для чугунных радиаторов).

- *Четвёртая фаза* – установка радиатора.

Основные правила установки радиаторов:

- радиаторы устанавливают под окнами, причём по центру окна (центрируют с отклонением от центра 10...20 мм);

- рёбра секций радиатора должны соответствовать вертикальной линии;

- все радиаторы должны располагаться на одном уровне.

Для удобства снятия и ремонта радиаторов их устанавливают на расстоянии не менее 50 мм от подоконной доски. Для удобства уборки пола радиатор крепят на расстоянии не менее 40 мм от пола. Расстояние до стены должно быть не менее 25 мм.

Правила монтажа стояков:

- установка стояков строго по отвесу;

- подающий стояк в двухтрубных системах, как правило, с правой стороны, если смотреть из комнаты;

- соблюдение расстояний между осями стояков и стеной, равное 35 мм при $d = 1\frac{1}{4}''$ и 50 мм при $d = 1\frac{1}{2}...2''$; допуск ± 5 мм;

- соблюдение расстояний между осями стояков – 80 мм при $d = 1\frac{1}{4}''$, если больше $d = 1\frac{1}{4}''$, то по удобству монтажа;

- крепление стояков к стене хомутами осуществляется на высоте 1,5...1,8 м от пола;

- в местах прохода через перекрытия на трубы надеваются гильзы, они должны выступать на 20...30 мм от поверхности перекрытия;

- при открытой проводке стояков соединение трубопроводов может быть осуществлено с помощью муфт, фланцев, сваркой;

- при закрытой прокладке стояков сварка не допускается.

После окончания монтажа системы отопления производится приём в эксплуатацию специальной комиссией. Пуск после приёмки включает заполнение водой, установку циркуляции, включение абонентов и пусковую регулировку. Наполнение трубопроводов ведут деаэрированной водой с температурой не ниже 40 °С при давлении не более чем на 0,2 МПа.

Ежегодно после окончания отопительного периода производятся гидравлические испытания системы отопления под давлением 1,25 рабочего, но не менее 1,6 МПа и 1,2 МПа – для обратных при температуре 50...60 °С.

По окончании испытаний составляется заключительный акт пуска системы отопления – проверка на подтверждение проектных показателей и на «эффект». Проверка на «эффект» производится путём измерения температуры воздуха в плоскости рабочей зоны помещения при расчётных параметрах теплоносителя.

9.2. МОНТАЖ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

К времени начала монтажа систем вентиляции и кондиционирования воздуха генподрядчик обязан выполнить следующие общестроительные работы:

- смонтировать стены, междуэтажные перекрытия, строительные конструкции вентиляционных камер;
- устроить полы и фундаменты в местах установки оборудования;
- смонтировать кронштейны и опоры, нанести на стены вспомогательные отметки, равные отметкам покрытия пола плюс 500 мм, оштукатурить стены в местах прокладки воздухопроводов и установки оборудования;
- остеклить оконные проёмы и утеплить входы;
- установить закладные детали для крепления воздухопроводов и оборудования;
- обеспечить возможность включения электроинструментов, а также электросварочных аппаратов на расстоянии не более 50 м один от другого;
- выполнить мероприятия, обеспечивающие безопасное производство монтажных работ.

Воздуховоды систем вентиляции и кондиционирования воздуха составляют основную часть систем как по трудоёмкости, так и по объёму монтажных работ.

В зависимости от места нахождения шва и предъявляемых к нему требований могут осуществляться различного вида *фальцевые, реечные и сварные соединения*, а также соединения *на фланцах, клёп-*

ках и на самонарезных винтах. Фальцевые соединения листа могут быть одинарные (лежачие, стоячие, угловые) и двойные.

Фальцевые соединения применяют при изготовлении деталей воздухопроводов из тонколистовой и кровельной стали толщиной до 1 мм, из алюминия толщиной до 2 мм. Элементы круглого сечения соединяют с помощью лежачего фальца (рис. 9.2, а) или лежачего фальца с двойной отсечкой (рис. 9.2, б), элементы прямоугольного сечения – с помощью лежачего и углового (рис. 9.2, в) фальцев. Детали воздухопроводов прямоугольного сечения можно собирать, используя угловое фальцевое соединение с просечными защёлками (рис. 9.2, з).

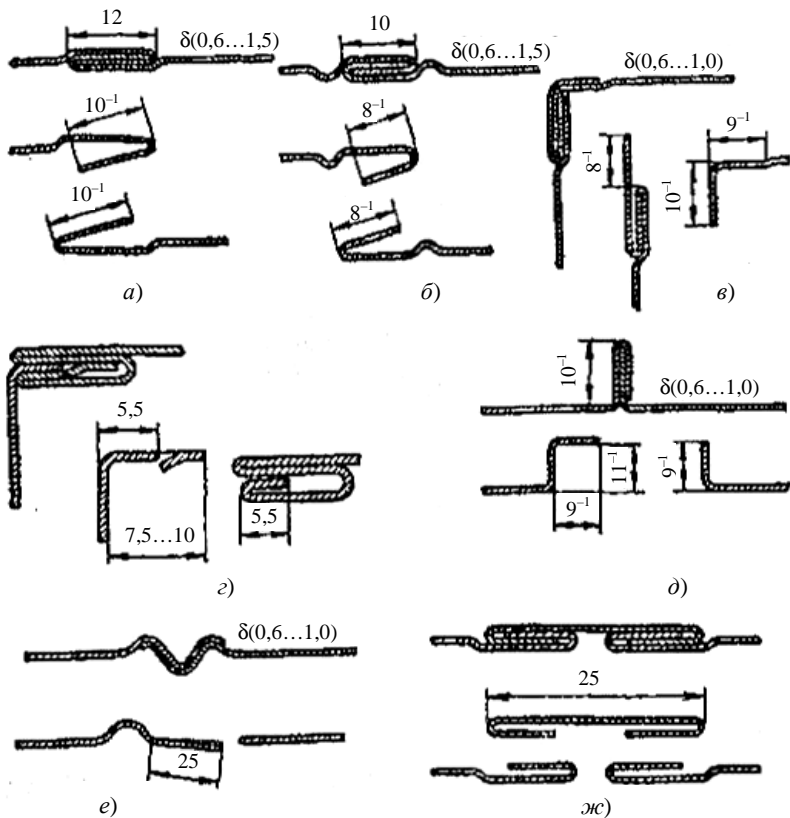


Рис. 9.2. Виды фальцевых соединений:

- а – лежачий фальц; б – лежачий фальц с двойной отсечкой; в – угловой фальц;
 г – угловое фальцевое соединение с просечными защёлками;
 д – стоячий фальц; е – зиговое соединение; ж – реечное соединение

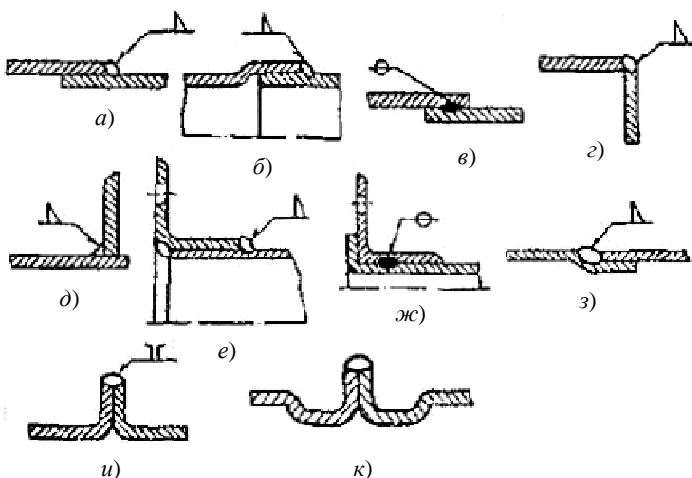


Рис. 9.3. Виды сварных соединений металлических воздуховодов:
a – нахлесточное; *б* – раструбное; *в* – точечной сваркой; *г*, *д* – угловые;
е, *ж* – соединение фланцев с воздуховодом ручной и точечной сваркой;
з – спирально-сварных воздуховодов; *и* – вентиляционных коробов;
к – плазменной сваркой спирально-сварных воздуховодов

Виды сварных соединений металлических воздуховодов (рис. 9.3).

Типовые диаметры круглых воздуховодов (мм):

100	110	125	140	160	180	200
225	250	280	315	355	400	450
500	560	630	710	800	1000	1120
1250	1400	1600	1800	2000		

Воздуховоды прямоугольного сечения изготавливают для тех случаев, когда по местным условиям (архитектурно-планировочным, стеснённости и т.п.) невозможно применить воздуховоды круглого сечения индустриального изготовления. Прямоугольные стальные воздуховоды из стали толщиной 0,55...1,0 мм изготавливаются на фальцевых швах и на сварке при толщине металла до 1,4 мм.

Типовые размеры сторон прямоугольных воздуховодов следующие (мм):

100×200	250×250	500×500	1000×1250
160×160	250×400	500×800	1000×1600
160×200	250×500	500×1000	1000×2000
200×200	400×400	800×800	1600×1600
200×400	400×800	1000×1000	

Площади поверхности круглых воздуховодов на 12% меньше площади поверхности квадратных воздуховодов (равных по живому сечению).

При соотношении сторон прямоугольных воздуховодов 1:1 разница поверхности площади, по сравнению с круглым воздуховодом того же сечения, повышается до 40%. Это делает эффективным замену одного прямоугольного на несколько круглых, идущих параллельно.

Чем меньше периметр прямоугольного воздуховода, тем больше удельная (на 1 м² поверхности воздуховода) стоимость крепежа и фланцев. Наиболее дорого обходятся воздуховоды периметром до 1600 мм.

При соотношении сторон 1:3 и более надо использовать дополнительные стойки жёсткости, также могут устанавливаться жёсткие распорки.

Выбор метода монтажа воздуховодов зависит от проектных решений вентиляционных систем, особенностей строительных конструкций, условий монтажа, наличия подъёмных механизмов.

Наиболее прогрессивный метод монтажа предусматривает предварительную сборку воздуховодов в укрупнённые узлы длиной 25...30 м, составленные из прямых участков воздуховодов и фасонных частей.

При монтаже горизонтальных металлических воздуховодов необходимо соблюдать такую последовательность работ:

- размечают места установки креплений;
- устанавливают средства крепления, намечают места установки механизмов для подъёма узлов воздуховодов и готовят к работе инвентарные леса, подмости, вышки (в зависимости от отметки монтируемого воздуховода);
- подносят отдельные детали воздуховодов и собирают их в укрупнённые узлы на инвентарных подставках, а детали воздуховодов больших сечений – на полу;
- устанавливают хомуты или другие средства крепления.

После промежуточной сборки монтажный узел стропят инвентарными стропами, а на концы узлов привязывают оттяжки из пенькового каната. Монтажный узел воздуховода поднимают на проектную отметку с инвентарных подмостей, автоподъёмником или другими механизмами, затем подвешивают его к ранее установленным креплениям. В конце монтажа воздуховод соединяют фланцами с ранее смонтированным участком воздуховода.

Перед началом монтажа вертикальных воздуховодов на наружной стене устанавливают кронштейны, консоль с блоком и лебёдку с отводным блоком. Собрав из отдельных участков узел воздуховода с растяжками и, установив зонт, узел стропят на расстоянии 2/3 его длины от низа и поднимают лебёдкой.

Последовательность проведения монтажных работ вентиляторов:

- установить рамы виброоснования на деревянные бруски высотой больше высоты виброизоляторов;
- расположить виброизоляторы под рамой;
- сделать крепления для устройств монтажа вентилятора;
- стропление вентилятора и передвижение к месту установки;
- установить вентилятор на раму виброоснования;
- временно закрепить вентилятор к раме;
- монтировать электродвигатель на салазки, прикрепить его к раме (центробежный вентилятор, у которого двигатель находится на некотором расстоянии);
- подняв вентиляторную установку, удалить временные подставки;
- опустить вентиляторную установку на виброизоляторы;
- окончательно отрегулировав виброизоляторы, крепить вентилятор к раме;
- на шкивы натянуть ремни;
- установить ограждения для ремней;
- проверить работу вентилятора после подключения электроэнергии.

Проверка правильности сборки и установки вентиляторов:

- сбалансировав рабочее колесо внутри вентилятора, при лёгком прокручивании, его останавливают в любом положении;
- с помощью измерительных приборов внутри проверяют расстояния от лопатки до корпуса. Зазор между задней стенкой кожуха и рабочим колесом должен составлять 4% от диаметра колеса. Зазор между колесом и диффузором 1% от диаметра колеса;
- проверка ремённой передачи и установка шкивов.

Существуют два способа испытания вентиляционных систем: *гидравлический и пневматический (пузырьковый)*.

Гидравлические испытания проводятся согласно ГОСТ 25.136–82. Проверка на герметичность гидравлическим способом состоит в том, что из узла удаляется воздух. При температуре не менее +5 °С он заполняется водой и выдерживается при избыточном давлении 1,5 Р (условных).

При *пневматическом испытании* (согласно ГОСТ 24.054–80) оборудование заполняется воздухом под избыточным давлением 0,15 МПа и погружается в ванну, заполненную водой, и выдерживается не менее 30 с.

Выдерживает испытание то оборудование, которое не выделяет пузырьков воздуха. Постукивание во время испытания не допускается.

Последовательность испытания внутренних систем вентиляции и кондиционирования воздуха:

- испытание вентиляционной системы (при работе вентиляторов в сети) и сравнение с паспортными характеристиками);
- проверка равномерности прогрева (охлаждения) теплообменных аппаратов и проверка отсутствия выноса влаги через каплеуловители камер орошения;
- испытание и регулировка систем с целью достижения проектных показателей по расходу воздуха в воздуховодах, местных отсосах, по воздухообмену в помещениях и определения подсосов или потерь воздуха, допустимая величина которых через неплотности, воздуховоды и другие элементы системы не должна превышать проектного значения (СНиП 2.04.05–91).

Отклонение показателей по расходу воздуха (от предусмотренных проектом) после регулирования и испытания системы вентиляции и кондиционирования допускаются:

- устройство общеобменных установок вентиляции и кондиционирования – 10% по расходу воздуха, проходящего через воздухо-распределители и воздухоприёмные при условии обеспечения требуемого напора воздуха в помещении;
- +10% по расходу воздуха, удаляемого из помещения через местные отсосы и подающего через душирующие патрубки.

Порядок проведения комплексного опробования оборудования систем и устранения дефектов должен соответствовать СНиП.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие требования предъявляются к прокладке магистральных трубопроводов?
2. Из каких фаз состоит монтаж оборудования систем отопления?
3. Правила установки радиаторов вблизи стен.
4. Виды фальцевых соединений.
5. Виды сварных соединений.
6. Типовые размеры круглых и прямоугольных воздуховодов.
7. Способы испытаний систем вентиляции и кондиционирования.

10. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

10.1. КОТЛОВАЯ ВОДА

Существуют две, часто взаимосвязанные, проблемы:

- отложения на трубах (накипь);
- коррозия.

Накипь возникает в результате реакции кальция, магния и кремния с металлом труб и образует твёрдый слой на их внутренней поверхности, препятствуя теплопередаче. Чтобы преодолеть тепловое сопротивление накипи, приходится повышать температуру труб, что приводит к их перегреву и образованию трещин.

Слой накипи толщиной 3 мм вызывает потерю 2...3% тепла. Накипь понижает КПД котла на 10...12%.

Накипь также образуется в экономайзерах, насосах питательной воды и в связанных с ними трубопроводах. Обычно накипь не образуется в системах, где применяется деминерализованная вода. Наиболее сложно удалять кремниевую накипь, образующую на поверхности труб гладкий стеклообразный слой. Хорошие результаты дают очистители на базе фтористоводородной кислоты. Уменьшение концентрации кремния достигается за счёт предварительной обработки воды и надлежащей продувки котла. В котловой воде для котлов низкого давления (менее 4 МПа) отношение гидратной щёлочности к содержанию кремния должно поддерживаться на уровне не менее 3:1.

Ещё одним отрицательным последствием накипи является *местная коррозия*. Наиболее подвержены местной коррозии (в результате отложения накипи) котлы, у которых удельная теплопередача превышает $200\,000 \text{ ккал/м}^2$ эффективной расчётной излучающей поверхности в час.

Твёрдые отложения окислов железа образуются ближе к поверхности труб, а поверх них образуется слой мягких пористых отложений окислов железа. Котловая вода, которая просачивается через пористые участки, мгновенно вскипает, оставляя возле этого участка нерастворённые твёрдые вещества, такие как каустики и клешнеобразные соединения. Их концентрация на этих участках может увеличиться до 1000 мг/кг воды даже при нормальной концентрации данных веществ в общем объёме котловой воды. Результат – резкое ускорение растворения металла и разрушение труб.

Наиболее эффективным противодействием является устранение примесей железа из питательной воды и конденсата до того, как они попадут в котёл.

Обработка воды и конденсата полимерами, фосфатами и клешнеобразными соединениями может свести отложения окислов железа к минимуму.

Растворённый кислород вызывает точечную коррозию поверхностей компонентов котла, образуя мелкие кратеры на поверхности металла. Некоторые из этих кратеров продолжают увеличиваться до возникновения свищей и остановки котла. С повышением температуры агрессивность кислорода повышается. Удаление кислорода из питательной воды производится в деаэраторе и при помощи поглотителей кислорода. После хорошо работающего деаэратора питательная вода имеет менее 15 мкг кислорода на 1 кг воды. Остаточные следы кислорода можно удалить при помощи поглотителей кислорода, наиболее распространённым из которых является сульфит натрия, хотя есть ряд органических поглотителей, которые действуют также хорошо. Однако поглотители кислорода не могут заменить деаэратор. Если содержание кислорода выше 50 мкг/кг, поглотители кислорода не могут предотвратить кислородную коррозию.

Наиболее типичными причинами коррозии является присутствие в конденсате двуокиси углерода и кислорода. Газообразная CO_2 , присутствующая в паре, не агрессивна. Но, растворяясь в конденсате, она образует агрессивную угольную кислоту, понижает pH конденсата и способствует кислотной коррозии, в то время как кислород непосредственно разрушает металл. Источником CO_2 являются соли угольной кислоты, находящиеся в воде, превращающейся в пар.

Деминерализация воды служит более эффективной защитой, чем её умягчение.

Щелочная агрессия проявляется в двух формах – щелочное разупрочнение и щелочная хрупкость металла.

Щелочное разупрочнение приводит к образованию глубоких эллиптических проседаний металлических поверхностей котла, которые возникают в зонах наибольших тепловых потоков или под толстым слоем пористых отложений, таких как окислы железа. В зонах пористых отложений концентрация щёлочи резко повышается, вызывая местную коррозию. Она развивается очень быстро и может вызвать аварию через несколько дней или даже через несколько часов. Необходимо тщательно контролировать химический состав воды. Щелочное разупрочнение может возникнуть, если свободная гидроксильная щёлочность поддерживается на высоком уровне или не контролируется. С другой стороны, если не допускать скопления пористых отложений (окислов железа), то не будет зон, где возникает щелочное разупрочнение.

Щелочная хрупкость – форма коррозионного разрушения напряжённых участков, когда возле нагретых и напряжённых стальных по-

верхностей образуется высокая концентрация щёлочи. Такое разрушение происходит быстро и незаметно, вызывая тяжёлые аварии. Данному виду коррозии подвержены все элементы котла, включая даже болты. Для предотвращения этого вида коррозии необходимо не допускать возможности повышения концентрации щёлочи. Поддерживая излишнюю щёлочность свободных гидроксильных групп при применении щёлочи для регенерации анионообменных смол и регулирования величины рН котловой воды, можно вызвать местное резкое повышение концентрации щёлочи.

Кислотная агрессия возникает при падении рН ниже 8,5. Результат – питтинговая коррозия вплоть до образования свищей. Присутствие отложений окислов железа усиливает коррозию. Причина возникновения – загрязнение питательной воды и(или) конденсата кислотой или кислотообразующими веществами.

Эффективное средство предотвращения – непрерывный мониторинг рН питательной воды.

Предпочтительные предельные концентрации химических веществ в питательной воде (табл. 1).

Продувка котла. Определение рациональной интенсивности продувки котла является критическим фактором. Слишком большая интенсивность – потеря тепловой энергии и увеличение затрат на химикаты для обработки воды. Слишком малая интенсивность – увеличение концентрации примесей. Однозначного и простого правила для определения рациональной интенсивности продувки не существует, так как состав воды сильно отличается в зависимости от местности. Она может колебаться от 1 до 25% от расхода питательной воды.

Несколько общих принципов, позволяющих добиться эффективности продувки:

1. *В котлах барабанного типа* качество воды должно регулироваться продувкой из парового барабана. Предпочтительна непрерывная продувка. Продувка из грязевика или нижнего коллектора выводит из котла взвешенные твёрдые вещества. Пытаясь регулировать концентрацию загрязнений при помощи продувки из этих зон, можно сильно нарушить циркуляцию и вызвать аварию котла. Продувка снизу должна быть кратковременной и проводиться периодически. Периодичность зависит от конструкции котла, условий эксплуатации и скорости накопления взвешенных твёрдых веществ.

2. *Для дымогарных котлов* продувка может быть либо непрерывной, либо периодической. Она может проводиться непосредственно из-под поверхности воды или с нижней части котла. Тип, частота и продолжительность продувки зависит от конструкции котла, условий эксплуатации, типа химической обработки воды.

Таблица 1

Рабочее давление в барабане, бар	до 21,0	21...31	31...42	42...53	53...64	64...70	70...105	105...140
	Питательная вода							
Свободный O ₂ , мг/л	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007
Железо, всего, мг/л	<0,1	<0,5	<0,3	<0,25	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1
Медь, всего, мг/л	<0,05	<0,025	<0,02	<0,02	<0,015	<0,01	<0,01	<0,01
Жёсткость, общая, мг/л	<0,3	<0,3	<0,2	<0,2	<0,1	<0,05	н/о	н/о
рН при 25 °С	8,3...10,0	8,3...10,0	8,3...10,0	8,3...10,0	8,3...10,6	8,8...9,6	8,8...9,6	8,8...9,6
Химикаты для защиты предподогревателя	н/н	н/н	н/н	н/н	н/н	щ	щ	щ
Нелетучие ТОС, мг/л	<1	<1	<0,5	<0,5	<0,5	<0,2	<0,1	<0,1
масла, мг/л	<1	<1	<0,5	<0,5	<0,5	<0,2	<0,1	<0,1
Котловая вода								
Кремний, мг/л эквив. SiO ₂	<150	<90	<40	<30	<20	<8	<2	<1
Общая щёлочность	<350	<300	<250	<200	<150	<100	н/н	н/н
Щёлочность свободных OH ^{*1}	1,0...2,0	1,0...2,0	1,0...2,0	0,5...1,0	0,5...1,0	0,5...1,0	0,1	0,1
Твёрдые вещества в паре, мг/л не более	1,0...2,0	1,0...2,0	1,0...2,0	0,5...1,0	0,5...1,0	0,5...1,0	0,1	0,1

Обозначение: н/о – не обнаруживается; н/н – не нормируется; ^{*1} = CaCO₃, щ – применять только щёлочь.

Применяются и другие способы обработки котловой воды.

Наиболее эффективным решением является непрерывная продувка через устройство для утилизации тепла. Имеются технические средства, которые окупаются уже при величине продувки всего лишь 230...250 кг/ч и более. Для защиты от коррозии системы возврата конденсата применяются смеси нейтрализующих аминов и плёночные амины. Они добавляются к котловой воде или вводятся непосредственно в пар. Тонкая защитная плёнка из аминов практически не влияет на теплопередачу.

Система водоподготовки. Например, владелец предприятия в Аризоне сэкономил почти 100 000 долларов в год, заключив со специализированной фирмой по химической обработке воды контракт на обследование шести холодильников данного предприятия, которое тратило более 50 000 долларов в год на химикаты для водоподготовки. Специалисты привлечённой фирмы посчитали эти затраты неоправданно высокими и провели компьютерный анализ результатов обследования. Обнаружилось, что один из холодильников работал с КПД около 56% от максимального. Одной из обнаруженных причин низкой эффективности было загрязнение трубок отложениями. После обработки соответствующим очистителем, КПД вырос до 99,5%. Владелец предприятия сразу же заказал фирме разработку технологии очистки всей системы. Другой из обнаруженных причин было большое количество грязи и биологических отложений на пяти градирнях предприятия. Они были удалены при помощи насадок высокого давления. В результате мер по очистке и применению новой технологии водоподготовки, владелец предприятия будет экономить около 26 000 долларов в год только на затратах на химикаты. Ещё 70 000 долларов в год планируется сэкономить за счёт энергии, расход которой уменьшился за счёт очистки теплообменных поверхностей труб конденсаторов. В сумму экономии ещё не включена стоимость 9,5 тыс. м³ воды, которая экономится за счёт более эффективной работы градирен после очистки.

Процесс сгорания топлива. Можно выделить несколько проблем, являющихся общими для всех типов котлов:

1. *Подсос воздуха* – через различные неплотности снижает КПД котла. Хорошим способом выявления таких неплотностей является сжигание дымовой шашки в топке холодного котла во время регламентных работ. Выявленные места просачивания дыма следует сразу же уплотнить. Как правило, выявление мест подсоса воздуха нужно проводить как только повышается содержание кислорода в отходящих газах, либо увеличивается их объём, либо понижается их температура.

Наименьшая температура, до которой можно охлаждать дымовые газы, зависит от типа используемого топлива и составляет около 121 °С для природного газа, 150 °С для угля и низкосернистого мазута, 178 °С для высокосернистых мазутов. Эти пределы устанавливаются для предотвращения конденсации и коррозии.

2. Температура воздуха, подаваемого в топку, – чрезвычайно сильно влияет на КПД котла. Изменения температуры воздуха вызывают либо увеличение избытка воздуха, либо понижение избытка воздуха. Увеличение избытка воздуха приводит к увеличению потерь энергии, к повышению температуры дымовых газов и к снижению КПД котла. Снижение избытка воздуха приводит к неполному сгоранию топлива, к интенсивному образованию сажи и к потере топлива.

Для сокращения этих потерь горелки современной конструкции настраиваются на работу с максимальной эффективностью при 15% избытка воздуха. Эта величина может колебаться в зависимости от конструкции котла и типа топлива. Однако она не может оставаться постоянной. Сезонные изменения температуры изменяют величину избытка воздуха. Влияние изменения температуры воздуха на величину избытка воздуха приведены в табл. 2.

Как видно из таблицы, понижение температуры воздуха, подаваемого в топку, на 17 °С повышает величину избытка воздуха на 5%, а понижение температуры воздуха на 22 °С повышает эту величину на 10%.

Первичными признаками этих нарушений являются изменения формы и цвета факела, звук работы горелки. Удовлетворительные результаты даёт применение газоанализатора содержания O₂. Наибольшая эффективность котла достигается при применении автоматической системы уравнивания избытка кислорода, отсутствующей на котлах старой конструкции.

Таблица 2

Температура воздуха, °С	Избыток воздуха, %	
4,4	25,5	
10,0	20,2	
26,7	15,0	Первоначальная настройка
37,8	9,6	
48,9	1,1	

10.2. ТИПЫ ТОПОЧНЫХ СИСТЕМ И ТРЕБОВАНИЯ К НИМ

Системы с газовыми горелками:

1. Котлы с несколькими горелками должны иметь устройство, задающее порядок включения горелок, обеспечивающий максимальный КПД, когда расход пара не требует использования всех горелок в течение всего времени. Следует предусматривать возможность корректировки задаваемого порядка в зависимости от сезонных изменений наружной температуры.

2. Необходимо регулярно проверять функционирование клапана, регулирующего расход газа, на соответствие его срабатывания сигналам управляющего регулятора.

3. Необходимо поддерживать требуемое давление газа в сопле горелки.

4. Необходимо регулярно проверять соответствие срабатывания регулятора воздушной тяги сигналам главного регулятора.

5. Соотношение топливо/воздух должно быть настроено на максимальную эффективность для преобладающей нагрузки по пару данного котла. Настройка соотношения может быть разной для котлов с постоянной нагрузкой (фиксированная настройка) и котлов, нагрузка которых меняется в зависимости от изменения потребления пара. Возможно, что котлы с переменной нагрузкой не смогут работать при той минимальной величине избытка воздуха, на которую настроены котлы с фиксированной нагрузкой.

6. Система управления горелками должна настраиваться для пиковых нагрузок, учитывая рекомендации изготовителя котла. Приборы, предотвращающие затухание пламени, должны настраиваться на обеспечение безопасности при минимальной величине избытка воздуха.

7. Для правильной работы горелок и обеспечения эффективного процесса сгорания определяющим фактором является давление газа. Непостоянство давления приводит к сгоранию переобогащённой смеси, к увеличению выброса CO и к засорению сажей, что понижает КПД котла. Причинами нестабильного давления газа могут быть колебания давления в питающем газопроводе, загрязнённый или отказавший регулятор давления газа.

Системы с мазутными горелками:

1. Аналогично п. 1 для газовых горелок.

2. Сопла мазутных горелок склонны к засорению сажей, в результате чего снижается эффективность котла. Необходимо постоянно следить за состоянием факела. Любые изменения характеристик факела сигнализируют о необходимости очистки сопла.

3. Системы, работающие на тяжёлых мазутах, требуют постоянного внимания к изменениям формы факела и к обеспечению постоянства требуемой температуры мазута. Изменение температуры мазута является результатом засорения подогревателя мазута или неправильной работы системы регулирования температуры. (Следует проверить исправность конденсатоотводчиков подогревателей мазута и их соответствие данному типу подогревателя).

4. Система рециркуляции мазута должна работать без помех. При понижении температуры воздуха или температуры самого мазута необходимо проверить всю систему рециркуляции.

5. Мазутные насосы и регуляторы давления мазута должны регулярно проверяться в части обеспечения постоянства требуемого давления мазута перед соплами горелок. Контроль давления должен производиться не реже одного раза в сутки с последующей регистрацией результатов. Возможными причинами нестабильности давления мазута могут быть изношенные насосы, негерметичность предохранительных клапанов, засорённые фильтры или увеличенные люфты механических звеньев привода регуляторов давления.

6. Подлежит проверке и система регулирования давления распыляющей среды, какой обычно является воздух или пар. Причинами потери давления может быть неисправность регулятора давления или воздушного компрессора, а также засорение мазутного сопла. (В случае применения пара причиной может быть отсутствие или неисправность конденсатоотводчика, в результате чего повышается влажность пара).

Системы, работающие на угле. Для принятия конкретных решений по повышению КПД котлов чрезвычайно важен статистический материал. Для его сбора рекомендуется ввести специальную ведомость проверок, в которую оператор котла должен заносить все результаты проверок объектов повышенного внимания, приведённых выше.

10.3. КОТЛЫ

Обычные котлы, работающие на угле, имеют КПД 65...85%. Внимание должно быть направлено на поиск путей сокращения потерь энергии, составляющих 15...35%, для чего нужно понять, как возникают эти потери. Наиболее точный способ определения КПД котла – измерение частных потерь тепла в процентах от тепла, содержащегося в сжигаемом топливе. Существует простая формула:

$$\text{КПД котла} = 100\% - \text{частные потери тепла.}$$

Источники потерь тепла:

1. *Дымовые газы.* Наибольшая часть потерь тепла уходит с дымовыми газами. В худшем случае она может составлять до 30% тепла,

содержащегося в сжигаемом топливе. Измерение потерь тепла производится отдельно по трём составляющим:

- тепло, уносимое сухим газом;
- потери тепла из-за влаги, содержащейся в топливе;
- потери тепла, вызываемые образованием воды при сгорании

водорода.

Общая величина потерь тепла зависит от температуры и объёма дымовых газов, уходящих от котла. Следовательно, уменьшая температуру либо объём дымовых газов, можно уменьшить потери тепла. Практически, нижний предел температуры дымовых газов составляет около 150 °С.

Дальнейшее понижение температуры газов опасно, так как возможна конденсация влаги на холодных металлических поверхностях с образованием серной кислоты, которая вызовет ускоренную коррозию этих поверхностей.

Чтобы свести к минимуму потери тепла с дымовыми газами, применяются три основных способа:

- уменьшение до минимума величины избытка воздуха;
- обеспечение чистоты поверхностей теплообмена;
- установка, в экономически оправданных случаях, на пути движения дымовых газов оборудования для утилизации тепла.

Кроме того, необходимо следить, чтобы не было подсоса воздуха через трещины и неплотности.

С уменьшением величины избытка воздуха, объём дымовых газов также уменьшается. Благодаря этому понижается температура газов, так как снижается их скорость и газы дольше остаются в пределах котла, отдавая большее количество тепла.

Каждые 15% снижения величины избытка воздуха или 1,3% избытка кислорода увеличивают КПД котла на 1%. Для котлов, работающих на угле, имеются и другие источники экономии, которые описаны в отдельном материале, посвящённом угольным котлам. Так, например, равномерное распределение угля на колосниках и правильная регулировка дутья могут значительно снизить потери тепла из-за неполного сгорания топлива и выноса с дымовыми газами СО. Рекомендуется добиться, чтобы содержание СО в дымовых газах не превышало 0,04%.

2. *Потери тепла через стенки котла.* Для уменьшения этих потерь нужна качественная теплоизоляция котла и её регулярное техническое обслуживание. В качестве критерия можно использовать приведённые в табл. 3 данные о характерных потерях тепла для хорошо изолированных котлов, работающих при полной нагрузке:

Таблица 3

Производительность котла, т/ч	Потери тепла через стенки, %
90	0,5
45	0,7
22	0,9
9	1,0

Следует напомнить, что потери исчисляются в процентах от тепла, содержащегося в сжигаемом топливе и фактически равны непродуктивным затратам топлива. Однако, для принятия решений о проведении тех или иных работ по энергосбережению, необходимо иметь фактические данные о потерях. Для этого необходимо организовать постоянный учёт ряда параметров работы котлов.

3. *Управление горелками. Системы с несколькими газомазутными горелками.* Котлы с несколькими горелками могут получить значительные преимущества от применения современной микропроцессорной технологии. Современная система управления в сочетании с системой уравнивания коэффициента избытка воздуха, также использующей математическую логику, может обеспечить экономию топлива около 3%.

В типичной системе автоматического управления дозированным сгоранием, контролируемой компьютером, процессом обеспечения требуемой производительности котла по пару управляет Мастер-регулятор, являющийся высшим звеном в иерархии системы управления. Его управляющий сигнал может корректировать и оператор при помощи Мастер – станции, находящейся на пульте управления котлами. В системе применяется перекрёстное ограничение максимальных и минимальных расходов воздуха и топлива для обеспечения безопасного и эффективного процесса сгорания, рекомендованное Американской Национальной Ассоциацией защиты от пожаров (NFPA 85B, 85D). Описание функций децентрализованной системы автоматического управления приводится в отдельном материале.

4. *Утилизация тепла. Экономайзеры.* Экономайзеры помогают повысить КПД котла, отбирая тепло из дымовых газов после пароперегревателя или последней паровой секции котла. Они изготавливаются из горизонтальных трубчатых элементов и имеют развитую поверхность. Тепло используется для подогрева питательной воды. В экономайзерах из низкоуглеродистой стали вода должна поступать из деаэратора, чтобы уменьшить опасность коррозии. Небольшие котлы

могут оснащаться чугунными экономайзерами, менее склонными к коррозии. В котлах, работающих на угле, экономайзер может забиваться зольной пылью и сажей. В результате, уменьшается площадь сечения для прохода дымовых газов и увеличивается их скорость. Это приводит к ускоренной эрозии. В регламент технического обслуживания при плановых остановках котла должна обязательно входить операция промывки экономайзера.

Малейшие трещины трубок следует немедленно устранять, так как вытекающая из них вода, смешиваясь с зольной пылью и сажей, образует смесь, которая после затвердевания приобретает прочность бетона и может прочно закупорить экономайзер и подогреватель воздуха.

При разогреве котла питательная вода не проходит через экономайзер, но в нём образуется и накапливается пар, который продолжает там оставаться и после того, как начнёт подаваться питательная вода. Это затрудняет поддержание правильного уровня воды в барабане и может вызвать гидравлический удар. Чтобы предотвратить подобные явления, нужно обеспечить постоянную подачу питательной воды в экономайзер и предусмотреть устройство для выпуска пара. Можно также, организовать рециркуляцию котловой воды через экономайзер. В этом случае, запорный клапан на линии рециркуляции должен быть открыт до тех пор, пока питательная вода не начнет поступать через экономайзер в котёл.

Подогреватели воздуха – охлаждают дымовые газы перед тем, как они уходят в атмосферу, повышая эффективность сжигания топлива и температуру воздуха, подаваемого для процесса горения. Для промышленных котлов, работающих на газе низкого давления или на мазуте, подогреватели воздуха используются как охладители газа, так как мазут и газ не нуждаются в подогреве перед сжиганием. Однако, для топок, работающих на угольной пыли, подогрев воздуха необходим для испарения влаги из угля перед его воспламенением. Этот же воздух используется для подачи пылевидного топлива в топку. Для стокерных котлов нагретый воздух не требуется, если содержание влаги в угле не превышает 25%. Основной проблемой для подогревателей воздуха является коррозия, вызываемая присутствием серы и влаги в дымовых газах. Опасность коррозии можно уменьшить за счёт правильной конструкции подогревателя воздуха, однако и в этом случае операции технического обслуживания должны включать продувку от сажи и промывку подогревателей. Для продувки от сажи используется перегретый пар или, что предпочтительней, сжатый воздух. Промывка водой производится только после удаления сажи.

Вспомогательные механизмы:

Вентиляторы. Из всех видов вытяжных и дутьевых вентиляторов наиболее эффективными являются вентиляторы с аэродинамическим профилем лопастей. Их КПД составляет 90%. Кроме того, они отличаются стабильной работой, низким уровнем шума и подходят для работы при высоких скоростях. Наиболее эффективным приводом для таких вентиляторов является привод с изменяемой скоростью вращения.

Рекомендуемые проверки:

– периодическая проверка степени загрязнения вентилятора и его корпуса (налипание грязи и пыли может снизить КПД вентилятора за счёт постепенного изменения конфигурации лопастей и увеличения их веса). Такая проверка должна проводиться не реже двух раз в год или чаще, если вентилятор работает в сильно запылённом помещении;

– проверка износа подшипников и наличия соответствующей смазки. Одновременно проверяется величина зазора между лопастями и корпусом.

Насосы питательной воды. Для регулирования расхода питательной воды лучше всего применять насосы с приводом от электродвигателя с изменяемой скоростью вращения или с электродвигателем постоянной скорости в сочетании с гидравлическим приводом переменной скорости. В случаях, когда затраты на привод с изменяемой скоростью не окупаются или нежелательны, регулирование расхода производят при помощи дроссельного клапана между насосом и котлом. В этом случае, насос должен иметь запас по напору, так как для нормальной работы дроссельного клапана требуется создание значительного перепада давления. При такой схеме работы, конденсат в деаэраторе будет насыщаться, и деаэратор должен располагаться значительно выше насосов, чтобы иметь положительное давление на линии всасывания. Здесь могут потребоваться дополнительные затраты на строительство и трубопроводы. Вместо этого можно установить дополнительный *бустерный насос*, который обеспечит дополнительный напор на всасывании основных насосов. Если применяется односкоростной электродвигатель и расход питательной воды может падать до величины минимального расхода для данного насоса или ниже, то необходимо предусмотреть рециркуляцию питательной воды через деаэратор. Продолжительность работы насосов в режиме рециркуляции нужно сводить к минимуму, чтобы повысить экономию энергии. Насосы питательной воды могут работать и от паровой турбины, что позволяет изменять их скорость вращения. Децентрализованная система управления котлом на базе компьютерных программ может выполнять и эту функцию.

Электродвигатели и турбины. В качестве привода можно использовать и электродвигатели и паровые турбины. Если есть источник пара высокого давления и потребитель пара низкого давления, то турбина может служить в качестве редуционно-охладительного устройства, приводя в действие вентиляторы или насосы. Если не имеется потребителей пара низкого давления, то можно использовать конденсационную турбину, хотя турбины малой мощности этого типа имеют низкий КПД. Если же здесь вырабатывается электроэнергия, то значительно экономичней применять электродвигатели. Сейчас производятся электродвигатели с так называемым «премиальным КПД». Они дороже обычных, но разница в цене перекрывается их преимуществами. Типичные характеристики выпускаемых в настоящее время электродвигателей с «премиальным КПД» приведены в табл. 4.

Таблица 4

Мощность электродвигателя, кВт	КПД, %
3,7...7,4	85
11,0...30,0	90
37...110	94
150 и более	95

Электродвигатели должны регулярно проверяться на повышенную вибрацию, износ подшипников и наличие подходящей смазки в соответствии с инструкциями изготовителя.

Общим недостатком многих предприятий является применение более мощных электродвигателей, чем это требуется. Ряд обследований показал, что около 60% электродвигателей, установленных на предприятиях промышленности, имеют мощность, превышающую требуемую, что является ещё одной причиной перерасхода энергии.

Электронный привод. Широкие возможности для сокращения потерь энергии и затрат на техобслуживание представляет сочетание новых электродвигателей с последним поколением электронных систем управления приводом. Такие системы могут управлять пуском, остановкой, регулированием скорости, реверсированием и даже позиционированием двигателей. Они могут осуществлять функции защиты, регулировать пусковой ток и сглаживать падение напряжения в сети, ограничивать потребляемый ток и отключать двигатель при перегрузке, уменьшить подгорание двигателя, представляющее опасность пожара. Однако, самое главное, эти системы позволяют экономить энергию. Так, изменяя скорость вращения насоса вместо дросселирования

потока на выходе насоса можно сэкономить 25...40% потребляемой энергии. Переключение двигателя в режим ожидания вместо холостого вращения также экономит энергию. Типичный электродвигатель потребляет за год энергию, стоимость которой в 10 – 20 раз превышает стоимость самого двигателя. Срок окупаемости электронной системы управления приводом менее двух лет.

По оценкам специалистов, всего 3% электродвигателей переменного тока имеют электронные системы управления. По другим оценкам, не менее 25% всех электродвигателей переменного тока будут потреблять существенно меньше энергии после установки этих систем. Привлекательность электронных систем определяется также и тем, что цены на них постоянно снижаются, а точность и надёжность повышается.

Другим преимуществом электронных систем является простота установки и настройки. Это делает оператор при помощи клавиатуры или имеющегося интерфейса. Так как задания вводятся в цифровой форме, они очень точны и не имеют отклонений.

Современные электронные системы менее подвержены зависимости от колебаний напряжения в сети, применению новых электронных технологий. Ранее применявшиеся силовые выключатели, кремниевые и тому подобные выпрямители могли работать при колебаниях напряжения в пределах 5...10%. Для новых систем этот предел составляет 10...30%.

Комбинированное производство энергии. Комбинированное производство энергии или когенерация энергии представляет собой производство электрической и тепловой энергии при едином процессе сгорания. При этом потребление топлива меньше, чем при раздельном производстве этих видов энергии.

Типичный промышленный цикл выработки электроэнергии за счёт энергии производимого пара имеет термический КПД около 75...85%. Процесс утилизации остающейся тепловой энергии пара имеет КПД всего около 35%. Общий термический КПД такой системы, в зависимости от соотношения вырабатываемого пара и потребляемой электроэнергии, может быть в пределах 66...80%. При типичном промышленном цикле когенерации с использованием паровой турбины, пар высокого давления идёт сначала на производство электроэнергии, а отработанный пар низкого давления направляется для использования в технологии. Так как предприятие, работающее по такому циклу, может получить общий КПД около 88%, то экономия топлива может составить 15...20%. При этом в качестве топлива может быть газ, мазут, уголь, древесина, муниципальные и промышленные отходы.

Подобные результаты можно получить и при когенерации энергии при помощи газовых турбин.

10.4. ЭНЕРГОАУДИТ

Существуют следующие приёмы повышения эффективности использования энергии для различных систем производства и потребления пара.

1. Паровая система:

- поддержание избытка кислорода не выше 5%, а для стokerных котлов не выше 8%;
- понижение температуры дымовых газов для серосодержащих топлив до 166 °С;
- доведение до минимума содержание горючих остатков в дымовых газах и золе;
- поддержание температуры в мазутных баках на минимальном уровне;
- применение системы уравнивания количества кислорода с системой регулирования расхода топлива и воздуха;
- сокращение выпара из деаэратора в атмосферу до 0,1% расхода воды или до 0,5% расхода пара или ниже;
- если в состав системы входит турбина, поддержание давления и температуры пара на максимальном уровне;
- понижение давления пара в коллекторе, если в системе нет турбины;
- сжигание неопасных отходов производства в котлах или испарителях;
- автоматизация продувки;
- разделение диапазона управления вентиляторами, если они имеют изменяемую скорость вращения;
- установка теплообменника в линии продувки;
- оптимизация распределения нагрузки между котлами и испарителями;
- проверка, нет ли подсоса воздуха в дымовых каналах;
- регулярная проверка КПД котла/испарителя;
- регулярная проверка работы турбины и конденсора;
- необходимо следить, чтобы поверхность труб не имела накипи;
- установка на турбине уменьшенных сопел;
- оптимизация периодичности очистки от сажи;
- применение метода использованных средств при определении стоимости угля;
- установка минимального давления нагнетания на насосах питательной воды с приводом от турбины;
- регулярная проверка эффективности теплопередачи подогревателя питательной воды;
- использование чистой воды из естественных источников для промывки засорённого золой оборудования.

2. Утилизация энергии:

- ликвидация выпаров в атмосферу или использование их в качестве источников тепла;
- если из мягого пара после турбины должен удаляться воздух, он должен выпускаться в атмосферу;
- настройка режима работы турбины таким образом, чтобы давление мягого пара позволило свести к минимуму использование РОУ.
- проверка, чтобы запорная арматура байпаса РОУ была герметичной;
- возвращение всего конденсата в систему питательной воды;
- устранение всех замеченных утечек пара;
- отключение неиспользуемых паропроводов;
- внедрение эффективной программы техобслуживания конденсатоотводчиков;
- добиваться, чтобы количество изношенных конденсатоотводчиков было менее 5% от их общего числа;
- следить, чтобы все паропроводы и конденсатопроводы имели надлежащую теплоизоляцию;
- регулирование давления на коллекторе для получения максимальной мощности турбины;
- установка пароструйного компрессора для повышения давления пара низкого давления и его дальнейшего использования;
- перемещение потребителей пара на питание от коллектора минимального давления для получения максимальной отдачи от турбины;
- плотное закрытие ручной запорной арматуры турбины или установка клапана с пневматическим приводом;
- утилизация любых потерь тепла;
- оптимизация баланса производства и потребления пара при помощи рационального сочетания электродвигателей и турбин;
- установка бака вторичного вскипания для выработки пара низкого давления из конденсата;
- замена пароструйного насоса для создания вакуума механическими вакуумными насосами;
- проверка, чтобы сопла пароструйных устройств имели требуемый размер;
- сокращение количества работающих вакуумных пароструйных устройств;
- следить, чтобы к вакуумным пароструйным устройствам подавался пар требуемого давления;
- понижение давления пара, используемого для отопления, при оттепелях.

3. Градири:

- обеспечение свободного доступа к термометрам;
- использование минимального количества насосов;
- дросселирование расхода, обеспечивающего перепад температуры на градири не менее 5 °С;
- подбор скорости вентилятора в соответствии с состоянием окружающего воздуха;
- установка на вентиляторе лопастей с изменяемым шагом;
- поддержание правильного цикла концентрации;
- следить, чтобы оборудование градири работало в расчётном режиме.

4. Системы сжатого воздуха:

- отношение мощности двигателя компрессора N (в кВт) к фактической производительности V ($\times 100$) должно быть менее 19 для давления воздуха 0,7 МПа и менее 24 для давления воздуха 1,12 МПа;
- для обеспечения фактической потребности в сжатом воздухе использование минимального количества компрессоров;
- антипомпажные клапаны должны быть плотно закрыты;
- управление антипомпажными клапанами при помощи расхода, а не давления;
- перенос основной нагрузки с центробежных и иных типов компрессоров на поршневые;
- понижение давления в системе до минимально необходимого уровня;
- для регулирования давления нагнетания применение регулирующего клапана;
- регулярный контроль давления и температуры ступеней компрессора для раннего обнаружения неисправностей;
- устранение протечек воздуха через отделители влаги;
- замена не подогреваемые осушители воздуха на подогреваемые;
- обеспечивать небольшую потребность в воздухе высокого давления при помощи малых бустерных компрессоров;
- не использовать сжатый воздух для очистки или размешивания;
- контролировать температуру воздуха на выходе компрессора для раннего обнаружения негерметичности клапанов или поршней;
- следить за чистотой фильтров забора воздуха;
- при возможности охлаждать забираемый воздух;
- утилизировать тепло холодильника последней ступени;
- устранить все утечки воздуха;
- не использовать дроссельный клапан на выходе компрессора;
- при возможности, использовать вместо сжатого воздуха воздух от вентилятора;

- отключить сжатый воздух от неработающего оборудования;
- постоянно контролировать расход сжатого воздуха для своевременного обнаружения необычных отклонений.

5. *Вентиляторы:*

- применять приводы с изменяемой скоростью;
- для понижения скорости лучше заменить шкив, чем дросселировать тягу;
- регулировать выходные параметры воздуха при помощи регулирующего клапана для снижения потерь от дросселирования;
- монтировать воздухопроводы, обеспечивающие минимальные потери статического давления;
- устранять утечки воздуха через негерметичность воздухопроводов;
- не допускать проскальзывания приводных ремней вентилятора.

6. *Насосы:*

- понижать давление в системе до минимального уровня, необходимого потребителям;
- проводить балансировку рабочих колес во избежание эффекта дросселирования;
- соединять теплообменники последовательно для уменьшения расхода охлаждающей воды;
- использовать малые бустерные насосы для малых расходов воды высокого давления;
- для обеспечения требуемого расхода воды использовать минимальное число насосов;
- поддерживать техническое состояние насосов, чтобы они развивали расчётный напор;
- при возможности заменить напорные потоки гравитационными;
- если требуются значительные изменения давления в зависимости от сезона, то желательно менять рабочие колеса насосов;
- следить, чтобы сальники имели минимальные утечки;
- для перекачки конденсата можно использовать насосы, приводимые в действие паром или сжатым воздухом, которые не имеют сальников.

7. *Паро-конденсатные системы.* Эффективное управление паро-конденсатными системами и регулярное техобслуживание представляют собой значительный потенциал энергосбережения. Например, из-за отсутствия на предприятиях эффективных программ техобслуживания там, в среднем, можно обнаружить 15...20% плохо работающих конденсатоотводчиков. Другим источником потерь энергии является терпимость к утечкам пара, которая обходится в 3...5% от производства пара. Нарушение сплошности теплоизоляции может привести к потерям пара в размере 5...10% во время сильных дождей, когда изоля-

ция намокает и теряет эффективность. Неисправные турбины и теплообменники могут снизить КПД системы ещё на 25%.

Для достижения максимальной эффективности при производстве пара следует соблюдать пять общих правил:

1) Всегда вырабатывать пар максимально возможного давления и температуры. Это основной термодинамический и экономический принцип.

2) Для использования в технологических процессах всегда подавать пар минимально допустимого давления и температуры.

3) Пар из котлов должен предназначаться только для важных конечных целей (например, для технологических процессов).

4) Всегда понижать давление пара при помощи наиболее экономичных из имеющихся средств.

5) Всегда вырабатывать максимальное количество пара из вторичного тепла, остающегося после технологического процесса.

Правильная конструкция паро-конденсатной системы может значительно повысить её эффективность. Плохо сконструированные конденсатоотводчики чаще всего плохо работают или вскоре полностью отказывают. Системы паровых спутников часто расширяются не вполне обдуманно для решения локальных задач, таких как компенсация неработающих конденсатоотводчиков. Утечки пара, замораживание, тупиковые паропроводы и повреждения оборудования являются последствиями неправильной конструкции системы. Так как существует множество областей, где могут возникнуть проблемы, требующие внимания, было бы полезно распределить большинство из них (насколько это возможно) на общие группы.

8. Общие положения технологии управления.

1) Чтобы свести к минимуму потребление энергии на предприятии, должны применяться анализаторы технологического процесса и передовые технологии автоматического управления этими процессами. Многие предприятия применяют подогреватели питания, чтобы подать тепло, необходимое для рабочего процесса. Оптимизация системы подразумевает значительную экономию энергии. Постановка частных задач управления процессом производства должна предусматривать и задачу энергосбережения.

2) Неправильно работающие вакуумные системы могут значительно увеличить потребление пара. Любое проявление утечек пара должно сразу устраняться.

3) Каждый производственный участок должен иметь ведомость проверок и стандартные режимные карты, подтверждающие, что все ненужные конденсатоотводчики и паровые спутники отключены, поскольку они являются существенными потребителями пара. Спутниковые системы часто по привычке оставляют работать в течение всего года, в то время как они необходимы только в холодный период.

4) Цель – величина минимального расхода пара и руководство для её достижения должны быть разработаны для всех цехов и для основных видов оборудования. Цели должны корректироваться в установленном порядке при изменении технологического процесса. Задаваемая величина минимального расхода должна накладываться на кривую нагрузки. Необходимо решить задачу управления производством в соответствии с кривыми нагрузки.

5) Для каждого генератора тепла (котла) следует определить фактическую производительность и КПД. В период увеличения потребления пара это поможет загрузить в первую очередь наиболее эффективные котлы, затрачивая меньше топлива для производства большего количества пара при помощи наиболее эффективной системы.

6) Паровые системы следует регулярно обследовать, чтобы выявлять редко используемые паропроводы, которые можно отключить. Системы должны настраиваться так, как это диктуется потребностями предприятия в паре. Если процесс настройки систем не автоматизирован, то он должен быть описан комплектом чётко изложенных письменных инструкций для оператора.

7) Системы паровых спутников должны быть сокращены до минимума, так как их применение снижает эффективность всей системы распределения пара. Следует изучить альтернативные варианты замены паровых спутников, такие как токопроводящие греющие ленты, особенно для удалённых участков, где постоянный контроль паровых спутников практически трудно осуществить.

8) Системы распределения пара и сбора конденсата должны проектироваться с учётом применения высокоэффективных систем защиты от коррозии.

9) При проектировании паровых систем следует предусматривать их оснащение достаточным количеством средств учёта пара, чтобы можно было проследить, где он расходуется, и иметь возможность составления балансов потребления пара как по всему предприятию, так и для отдельных единиц технологического процесса.

9. Конденсатоотводчики.

1) Каждый участок производства должен иметь программу регулярных проверок состояния работоспособности конденсатоотводчиков. Регулярность проверок зависит от конкретных условий, но должна быть не менее одного раза в год.

2) Для упрощения проверок и регистрации результатов все конденсатоотводчики должны быть пронумерованы с привязкой к плану помещения. Входящие и выходящие трубопроводы конденсатоотводчиков должны быть отмечены для упрощения изоляции и ремонта.

3) Операторы оборудования и технический персонал, отвечающий за техобслуживание, должны быть надлежащим образом обучены

методам проверки конденсатоотводчиков. В случаях, когда необходимо применять ультразвуковые приборы, следует привлекать специально обученных специалистов.

4) Наивысший приоритет при техобслуживании должен предоставляться ремонту или техобслуживанию отказавших конденсатоотводчиков. Повышение внимания к своевременному проведению техобслуживания может сократить число отказов до 3...5% или менее. Отказ в работе конденсатоотводчика означает потерю от 22 кг/ч до 45 кг/ч пара.

5) Все конденсатоотводчики в закрытой системе должны иметь отвод для сообщения с атмосферой, чтобы работу конденсатоотводчика можно было проверить визуально. Если конденсатные коллекторы не имеют таких отводов, их нужно устроить.

6) Для каждого конкретного места применения конденсатоотводчика нужно подбирать конденсатоотводчик наиболее подходящей конструкции. В определённых случаях конденсатоотводчики с опрокинутым поплавком могут быть более предпочтительны, чем термостатические и термодинамические.

7) Важно иметь возможность наблюдать работу конденсатоотводчиков через коллектор. Хотя можно использовать несколько различных методов проверки, наиболее надёжным методом является непосредственное наблюдение. Ультразвуковые, акустические и пирометрические методы испытаний часто приводят к ошибочным выводам.

8) Конденсатоотводчики нужно правильно подбирать по пропускной способности к ожидаемой нагрузке по конденсату. Неправильный подбор ведёт к потерям пара, замерзанию и к механическим отказам.

9) Системы сбора конденсата должны проектироваться надлежащим образом, чтобы предотвратить опасность замерзания и(или) преждевременного отказа конденсатоотводчиков. Диаметр конденсатопроводов следует выбирать так, чтобы они могли пропускать ещё и паро-конденсатную смесь от 10% конденсатоотводчиков, оказавшихся в открытом положении.

10. Теплоизоляция.

1) Необходимо регулярно обследовать паровые системы, чтобы вовремя заменять или ремонтировать разрушенную или потерявшую сплошность теплоизоляцию. Это особенно важно делать после того, как изоляция снималась для ликвидации утечек пара.

2) Общее обследование всей системы паропроводов должно проводиться один раз в 5 лет (или же 1/5 всей системы ежегодно) для выявления мест, где изоляция или её влагозащитный слой разрушены. Характерным последствием таких дефектов будет длительное воздействие влаги, химических веществ или углеводородных соединений. В число приборов для измерения эффективности теплоизоляции входят

термографические приборы (тепловизоры). Они показывают температуру участков поверхности в виде участков разного цвета. Этот метод является идеальным для больших площадей. К другим приборам относятся портативные инфракрасные пирометры или тепловые пистолеты, которые измеряют температуру поверхности по инфракрасному излучению от этих поверхностей; контактные пирометры и поверхностные красители, которые должны наноситься на измеряемую поверхность.

3) После выполнения любых работ по техническому обслуживанию, необходимо проверить, чтобы в зоне выполнения работ теплоизоляция была отремонтирована или заменена. Съёмные маты изоляции нужно снова укрепить на всех видах оборудования. Последней операцией при проведении любых работ по техобслуживанию должен быть ремонт, замена (либо восстановление) изоляции. Часто бывает, что пренебрегают такими компонентами оборудования как арматура, турбины, насосы и фланцы, в результате чего они остаются неизолированными.

4) Все новые паропроводы должны оснащаться теплоизоляцией оптимальной толщины.

5) При обследовании паропроводов необходимо визуально проверить наличие следующих дефектов изоляции:

- физические повреждения;
- трещины барьеров испарения;
- лопнувшие ленты или проволока;
- разрушенные или поврежденные влагозащитные уплотнения соединений;
- поврежденные кожухи или влагозащитные покрытия.

11. Утечки пара.

1) Все места утечек пара должны ликвидироваться как можно быстрее. Видимые утечки пара являются наиболее наглядными источниками потерь энергии. Приведённая ниже таблица содержит данные о потерях пара (в кг/ч) через отверстия разных диаметров в зависимости от давления пара. *Такие утечки пара олицетворяют безразличие управленцев к эффективности работы предприятия и являются предпосылками серьёзных последствий нарушения безопасности работ.* Утечки пара не становятся меньшими и не имеют постоянной стоимости.

2) Стандартные операции обслуживания должны предписывать, чтобы для арматуры и фланцевых соединений паровых систем применялись соответствующие прокладки, набивочные и уплотнительные материалы.

3) Если паровую систему нельзя останавливать для ремонта мест утечек пара, то нужно привлекать соответствующих специалистов, которые располагают правом и методами ремонта действующих паропроводов.

4) Все паровые системы должны проектироваться с учётом сведения к минимуму возможности утечек пара. Например, количество фланцевых и резьбовых соединений должно быть минимальным.

Методы визуальной оценки потерь пара приведены в табл. 5.

Таблица 5

Метод эквивалентных отверстий				Метод длины «петуха» пара			
Давление пара, МПа	Диаметр отверстия, мм	Потери пара, кг/ч	Потери \$/год	Длина «петуха», м	Потери пара, кг/ч		
					Температура воздуха, °С		
				0,81 МПа	7	21	32
0,81	1,6	6,8	400	0,91	4,5	13,6	22,7
0,81	3,2	27,2	1600	1,8	13,6	77	127
0,81	6,3	108,9	6400	2,7	31,7	190	317
0,81	12,7	458	27 000	3,6	50	295	500
0,81	25,4	1769	104 000	0,29 МПа			
2,9	1,6	25	1450	0,91	9,1	15,9	22,7
2,9	3,2	100	5800	1,8	22,7	77	132
2,9	6,3	400	23 200	2,7	59	227	363
2,9	12,7	1597	92 800	3,6	100	395	635
2,9	25,4	6387	372 000	0,81 МПа	Потери \$/год		
				0,91	260	790	1300
				1,8	790	4420	7280
				2,7	1820	10 920	18 200
				3,6	2860	16 900	28 600
				2,9 МПа			
				0,91	520	910	1300
				1,8	1300	4420	7540
				2,7	3380	13 000	20 800
				3,6	5720	22 620	36 400

Потери (в \$/год) определены, исходя из стоимости пара \$ 6,6/тонн.

11. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ПОРЯДКУ ДОПУСКА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ТЕПЛОВЫХ ЭНЕРГОУСТАНОВОК

Допуск в эксплуатацию энергоустановок включает проверку государственным инспектором соответствия проекту, нормам, правилам и другой нормативно-технической документации смонтированных энергоустановок, выполнения требований нормативно-технических документов при их монтаже и наладке, а также условий для последующей надёжной и безопасной эксплуатации энергоустановок.

1. Допуску в эксплуатацию подлежат новые и реконструированные энергоустановки (раздел 2 «Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок», далее «Правила»), в которых в результате проведения работ с заменой оборудования, по заранее выполненному проекту, изменяются основные технические характеристики (мощность, производительность), схемы присоединений, а также тепловые энергоустановки предприятий, организаций, индивидуальных предпринимателей при необходимости заключения (перезаключения) ими договоров теплоснабжения.

2. Допуск в эксплуатацию энергоустановок оформляется актом допуска в эксплуатацию тепловых установок и тепловых сетей потребителей (далее – акт допуска).

Акт допуска в эксплуатацию тепловых установок и тепловых сетей потребителя является основным документом, удостоверяющим возможность выработки, передачи, приёма тепловой энергии, и служит основанием для последующего заключения договора теплоснабжения и её включения или присоединения к тепловым сетям организаций или организации-владельца (для подключения субабонентов и арендаторов) этих сетей (энергоустановок).

3. *Акт допуска* в эксплуатацию котельных мощностью 10 Гкал/ч и выше тепловых сетей организаций, производящих энергию, может не оформляться при условии участия представителя Управления в приёмочной комиссии.

Акт комиссии, подписанный представителем Управления, является основанием для допуска энергоустановки в эксплуатацию.

4. Все вновь смонтированные и реконструируемые тепловые энергоустановки должны быть выполнены по проекту, утверждённому в установленном порядке и согласованному в части учёта с энергосберегающей организацией и рассмотренному Управлением на соответствие действующей нормативно-технической документации.

В организациях-потребителях тепловой энергии должен быть назначен приказом и в порядке, установленном Правилами, ответст-

венный за исправное состояние и безопасную эксплуатацию тепловых энергоустановок (ответственный за тепловое хозяйство) и его заместитель.

5. По просьбе владельца (заказчика) энергоустановки государственный инспектор Управления может осуществлять проверку правильности выполнения монтажных работ и пуско-наладочных испытаний (которые выполняются в сроки не более шести месяцев до проверки энергоустановки) и выдавать предписания об устранении выявленных нарушений и отступлений от существующих норм и правил до предъявления энергоустановки к допуску в эксплуатацию.

6. Если смонтированные энергоустановки потребителя тепловой энергии передаются в собственность и(или) обслуживание другой организации, *техническую приёмку их от монтажной и наладочной организации потребитель проводит совместно с представителем этой организации.*

7. После приёмки энергоустановки рабочей комиссией (оформление приёмо-сдаточных актов на выполненные работы) или при необходимости, заключения (перезаключения) договоров теплоснабжения, её собственник (субабонент, арендатор тепловых энергоустановок) или индивидуальный предприниматель подаёт в Управление письменное заявление о готовности тепловой энергоустановки к допуску в эксплуатацию с представлением документации, в части его касающейся.

Собственник тепловых энергоустановок, а в случаях, определённых Правилами, и эксплуатирующие организации должны предъявить в процессе обследования:

- технические условия на присоединение тепловых энергоустановок, справку о выполнении технических условий;
- проект, согласованный в установленном порядке;
- исполнительную схему трубопроводов и запорной арматуры с её нумерацией и спецификацией оборудования;
- акты на промывку котлов, системы отопления, горячего водоснабжения сетей; испытаний на прочность и плотность узла управления, теплового ввода, систем теплопотребления и теплогенерирующих энергоустановок;
- акты об установке регулирующих устройств (сопел, ограничивающих шайб) в системе теплоснабжения;
- акты приёмки рабочей комиссией или приёмо-сдаточный акт между монтажными организациями и заказчиком;
- акт готовности в постоянную (временную) эксплуатацию;
- техническое задание по обеспечению безопасности и надёжности тепловых энергоустановок;

- акт разграничения балансовой принадлежности и эксплуатационной ответственности сторон;
- акты Госгортехнадзора о допуске в эксплуатацию оборудования, на которое распространяются требования Госгортехнадзора России;
- акт допуска в эксплуатацию электроустановок;
- акт комплексного опробования тепловой энергоустановки;
- приказ о назначении ответственного за исправное состояние и безопасную эксплуатацию тепловых энергоустановок.

8. Представленная документация рассматривается в Управлении:

- в случае предварительного рассмотренного проекта – в течение трёх рабочих дней;
- без предварительного рассмотрения проекта – в течение пяти рабочих дней.

По результатам рассмотрения заявителю сообщаются мотивированные замечания по качеству и объёму представленных материалов, обоснованные конкретными требованиями действующей нормативно-технической документации, а также согласовывается дата технического осмотра энергоустановки.

9. *Технический осмотр энергоустановки проводится государственным инспектором Управления с участием представителя её собственника (ответственного за тепловое хозяйство) с привлечением, при необходимости, персонала монтажных и наладочных организаций.*

Теплопотребляющие установки с проектной тепловой нагрузкой выше 0,1 Гкал/ч осматриваются в полном объёме, теплопотребляющие установки с проектной тепловой нагрузкой до 0,1 Гкал/ч могут осматриваться выборочно.

10. После проверки представленной документации и технического осмотра тепловой энергоустановки государственным инспектором Управления оформляется акт допуска её в эксплуатацию. Акт допуска оформляется в двух (при необходимости в трёх) экземплярах, один из которых после утверждения передаётся владельцу энергоустановки.

Акт допуска утверждается руководителем Управления или по его письменному распоряжению другими должностными лицами Управления в течение трёх рабочих дней после технического осмотра энергоустановки.

11. В случае обнаружения отступлений от проектной документации, выявленных нарушениях при монтаже и наладке, государственный инспектор Управления составляет акт–предписание с исчерпывающим перечнем недостатков и дефектов на момент проверки.

Указания на соответствующие недостатки и дефекты должны содержать ссылки на конкретные положения нормативно-технических документов, которые нарушены.

После устранения недостатков и дефектов (о чём письменно извещается Управление) энергоустановка предьявляется к повторному осмотру.

12. *В случае приостановления работы энергоустановки на шесть месяцев* и более (отключение за неудовлетворительное техническое состояние, за неуплату потребления энергии, сезонный характер работы и т.д.) перед включением производится её допуск в эксплуатацию как вновь вводимой или реконструируемой.

13. *В случае смены собственника энергоустановки* новый собственник обращается в Управление для получения акта допуска в эксплуатацию своих энергоустановок с предоставлением полного комплекта документов. При отсутствии у нового владельца проекта энергоустановки представляется её исполнительная документация, согласованная в части учёта с энергоснабжающей организацией.

14. *Срок действия акта допуска в эксплуатацию устанавливается три месяца.* Если в течение указанного срока энергоустановка не будет подключена к сети, её допуск в эксплуатацию должен осуществляться повторно.

По обоюдной договоренности потребителя и теплоснабжающей организации допускается переносить сроки подачи теплоносителя на согласованный срок. Повторного допуска при этом не требуется.

11.1. ВКЛЮЧЕНИЕ ЭНЕРГОУСТАНОВКИ В РАБОТУ

Включение энергоустановки в работу по проектной схеме для пуско-наладочных работ и опробования технологического оборудования проводится после её *временного допуска в эксплуатацию* Управлением.

Срок действия временного акта допуска в эксплуатацию устанавливается руководителем или по их поручению другими должностными лицами Управления, исходя из режимов и графиков наладки и обкатки энергоустановок и оборудования, которое регламентируется заказчиком (пользователем энергоустановки) по письменному согласованию с Управлением.

11.2. ОБЯЗАННОСТИ И ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ДОЛЖНОСТНЫХ ЛИЦ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕПЛОВЫХ ЭНЕРГОУСТАНОВОК И ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Физическое или юридическое лицо (далее – собственник), владеющее на принадлежащем ему праве собственности (или ином законном основании) тепловыми энергоустановками и тепловыми сетями и осуществляющее их эксплуатацию, должно иметь подготовленный

персонал для эксплуатации указанных устройств и сооружений, прошедший подготовку и аттестацию (проверку знаний) в установленном порядке.

Собственник должен назначить лицо, ответственное за тепловое хозяйство.

В зависимости от объёма и сложности работ по эксплуатации тепловых энергоустановок в организации создаётся энергетическая служба, укомплектованная соответствующим по квалификации теплоэнергетическим персоналом. Допускается проводить эксплуатацию тепловых энергоустановок специализированной организацией (п. 2.1.1. ПТЭ ТЭ).

Для непосредственного выполнения функций по эксплуатации тепловых энергоустановок руководитель назначает ответственного за исправное состояние и безопасную эксплуатацию тепловых энергоустановок и его заместителя из числа управленческого персонала или специалистов со специальным теплоэнергетическим образованием после проверки знаний настоящих Правил, Правил техники безопасности и инструкций (п. 2.2.2. ПТЭ ТЭ).

При потреблении тепловой энергии только для отопления, вентиляции и горячего водоснабжения, ответственность за исправное состояние и безопасную эксплуатацию тепловых энергоустановок может быть возложена на работника из числа управленческого персонала или специалиста, не имеющего специального теплоэнергетического образования, но прошедшего обучение и проверку знаний в порядке, установленном настоящими Правилами (п. 2.2.3. ПТЭ ТЭ).

11.3. ОБЯЗАННОСТИ РУКОВОДИТЕЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ

Руководитель организации обязан обеспечить (п. 2.2.1. ПТЭ ТЭ):

- *содержание тепловых энергоустановок в работоспособном состоянии* и их эксплуатацию в соответствии с требованиями настоящих Правил, требований безопасности и охраны труда, соблюдение требований промышленной и пожарной безопасности в процессе эксплуатации оборудования и сооружений, а также других нормативно-технических документов;

- *своевременное и качественное проведение профилактических работ*, ремонта, модернизации и реконструкции тепловых энергоустановок;

- *разработку должностных и эксплуатационных инструкций* для персонала;

- *обучение персонала* и проверку знаний Правил эксплуатации, техники безопасности, должностных и эксплуатационных инструкций;

- *поддержание исправного состояния*, экономичную и безопасную эксплуатацию тепловых энергоустановок;
- *соблюдение требований нормативно-правовых актов* и нормативно-технических документов, регламентирующих взаимоотношения производителей и потребителей тепловой энергии и теплоносителя;
- *предотвращение исполнения технологий и методов работы*, оказывающих отрицательное влияние на людей и окружающую среду;
- *учёт и анализ нарушений в работе тепловых энергоустановок*, несчастных случаев и принятие мер по предупреждению аварийности и травматизма;
- *беспрепятственный доступ к энергоустановкам представителей органов государственного надзора* с целью проверки их технического состояния, безопасной эксплуатации и рационального использования энергоресурсов;
- *выполнение предписаний органов государственного надзора* в установленные сроки.

11.4. ОБЯЗАННОСТИ ЛИЦА, ОТВЕТСТВЕННОГО ЗА ИСПРАВНОЕ СОСТОЯНИЕ И БЕЗОПАСНУЮ ЭКСПЛУАТАЦИЮ ТЕПЛОВЫХ ЭНЕРГОУСТАНОВОК

Должностное лицо, ответственное за исправное состояние и безопасную эксплуатацию тепловых энергоустановок организации, обязано обеспечивать (п. 2.2.5. ПТЭ ТЭ):

- *содержание тепловых энергоустановок* в работоспособном и технически исправном состоянии;
- *эксплуатацию их в соответствии с требованиями ПТЭ ТЭ*, Правил технической безопасности и другой нормативно-технической документацией;
- *соблюдение гидравлических и тепловых режимов работы систем теплоснабжения*;
- *рациональное расходование топливно-энергетических ресурсов*, разработку и выполнение нормативов их расходования;
- *учёт и анализ технико-экономических показателей* тепловых энергоустановок;
- *разработку мероприятий по снижению расхода топливно-энергетических ресурсов*;
- *эксплуатацию и внедрение автоматизированных систем и приборов* контроля и регулирования гидравлических и тепловых режимов, а также учёт тепловой энергии и теплоносителя;
- *своевременное техническое обслуживание* и ремонт тепловых энергоустановок;

- ведение установленной статистической отчётности;
- разработку должностных инструкций и инструкций по эксплуатации;
- подготовку персонала и проверку его знаний настоящих Правил, Правил техники безопасности, должностных инструкций, инструкций по эксплуатации, охране труда и других нормативно-технических документов;
- разработку энергетических балансов организации и их анализ и соответствии с установленными требованиями;
- наличие и ведение паспортов и исполнительной документации на все тепловые энергоустановки;
- разработку перспективных планов снижения энергоёмкости выпускаемой продукции (с привлечением специалистов структурных подразделений, а также специализированных проектных и наладочных организаций);
- внедрение энергосберегающих и экологически чистых технологий, утилизационных установок, использующих тепловые вторичные энергоресурсы, а также нетрадиционных способов получения энергии;
- приёмку и допуск в эксплуатацию новых и реконструируемых тепловых энергоустановок;
- выполнение предписаний в установленные сроки и своевременное предоставление информации о ходе выполнения указанных предписаний в органы государственного надзора;
- своевременное представление в органы Госэнергонадзора и Госгортехнадзора России информации о расследовании произошедших технологических нарушениях (авариях и инцидентах) в работе тепловых энергоустановок и несчастных случаях, связанных с их эксплуатацией.

Проверка знаний настоящих Правил у должностных лиц, ответственных за исправное состояние и безопасную эксплуатацию тепловых энергоустановок, их заместителей, а также у специалистов по охране труда (в обязанности которых входит контроль за эксплуатацией тепловых энергоустановок), проводится в комиссии органов государственного энергетического надзора (п. 2.3.20. ПТЭ ТЭ).

11.5. СОДЕРЖАНИЕ ДОЛЖНОСТНЫХ ИНСТРУКЦИЙ

В должностных инструкциях эксплуатационного персонала должны быть указаны (п. 2.8.5. ПТЭ ТЭ):

- перечень инструкций и другой нормативно-технической документации, схем, установок, знание которых обязательно для работника;
- права, обязанности и ответственность работника;
- взаимоотношения работника с вышестоящим, подчинённым и другим, связанным по работе, персоналом.

11.6. СОДЕРЖАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ИНСТРУКЦИЙ

В инструкциях по эксплуатации тепловых энергоустановок должны быть приведены (п. 2.8.6. ПТЭ ТЭ):

- *краткое техническое описание* энергоустановки;
- *критерии и пределы безопасного состояния* и режимов работы;
- *порядок подготовки к пуску, пуск, остановки в период эксплуатации* и при устранении нарушений в работе;
- *порядок* технического обслуживания;
- *порядок допуска* к осмотру, ремонту и испытаниям;
- *требования по безопасности труда*, взрыво- пожаробезопасности, специфические для данной энергоустановки.

11.7. СОДЕРЖАНИЕ ИНСТРУКЦИЙ ПО БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Инструкция по безопасной эксплуатации тепловых энергоустановок должна содержать следующие разделы (п. 2.10.3. ПТЭ ТЭ):

- *общие требования безопасности*;
- *требования безопасности* перед началом работы;
- *требования безопасности* во время работы;
- *требования безопасности* в аварийных ситуациях;
- *требования безопасности* по окончании работы.

По усмотрению технического руководителя инструкции могут быть дополнены.

Все изменения в тепловых энергоустановках, выполненные в процессе эксплуатации, вносятся в инструкции, схемы и чертежи до ввода в работу за подписью ответственного лица с указанием его должности и даты внесения изменения.

Информация об изменениях в инструкциях, схемах и чертежах доводится до сведения всех работников, для которых обязательно знание этих инструкций, схем и чертежей с записью в журнале распоряжений (п. 2.8.3. ПТЭ ТЭ).

11.8. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ МЕРОПРИЯТИЙ ПО КОНТРОЛЮ

Государственный энергетический надзор (Госэнергонадзор) в лице Управления Ростехнадзора предусматривает проведение проверки выполнения юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем обязательных требований нормативных документов, установленных федеральными законами или принимаемыми в соответствии с

ними нормативными правовыми актами и другой нормативно-технической документацией (далее – обязательные требования).

Мероприятие по контролю – совокупность действий должностных лиц органов государственного энергетического надзора, связанных с проведением проверки выполнения юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем обязательных требований.

Мероприятия по контролю могут быть плановые и внеплановые. Плановые мероприятия проводятся при осуществлении текущего надзора, согласно утверждённому годовому плану работ, одним или несколькими государственными инспекторами по энергетическому надзору Ростехнадзора, комиссией (далее «инспектор») с выездом на место, оформлением и выдачей акта-предписания, а также принятием мер по результатам проведённого мероприятия по контролю.

Организации с установленной или присоединённой мощностью тепловых установок 1 Гкал/ч и выше подлежат комплексным или тематическим проверкам.

Тематическая проверка предусматривает проведение мероприятий по контролю по одной или нескольким темам.

Комплексная проверка предусматривает проведение мероприятий по контролю по всем темам одновременно, в том числе и теме рационального и эффективного использования топливно-энергетических ресурсов.

Организации, имеющие мощности ниже 1 Гкал/ч, подлежат общей проверке по единой программе, разработанной Управлением Ростехнадзора государственного энергетического надзора в субъекте Российской Федерации (далее – Управление Ростехнадзора) и включающей одновременно проверку всех вопросов, входящих в компетенцию Ростехнадзора.

Комплексная проверка проводится комиссией под председательством начальника Управления Ростехнадзора, его заместителя или начальника отдела или его заместителя.

Тематическая проверка может проводиться комиссией, несколькими или одним инспекторами.

Общая проверка проводится одним или двумя инспекторами.

Продолжительность проверки определяется на основании нормативов времени, разработанных Управлением Ростехнадзора, в зависимости от тепловой мощности, количества и типов установленного оборудования, видов основного и резервного топлива, вида обследования (комплексное, тематическое, общее) и других факторов.

Мероприятия по контролю проводятся на основании распоряжений (приказов) органов Ростехнадзора.

В распоряжении (приказе) о проведении мероприятия по контролю указываются:

- номер и дата распоряжения (приказа) о проведении мероприятия по контролю;
- наименование органа государственного энергетического надзора;
- фамилия, имя, отчество и должность лица (лиц), уполномоченного на проведение мероприятия по контролю;
- наименование юридического лица или фамилия, имя, отчество индивидуального предпринимателя, в отношении которых проводится мероприятие по контролю;
- цели, задачи и вид проводимого мероприятия по контролю;
- правовые основания проведения мероприятия по контролю, в том числе нормативные правовые акты, обязательные требования которых подлежат проверке;
- дата начала и окончания мероприятия по контролю.

Мероприятие по контролю может проводиться только тем должностным лицом (лицами), которые указаны в распоряжении (приказе) о проведении мероприятия по контролю.

При проведении проверки двумя или более инспекторами один из них назначается старшим. При участии в проверке работников других организаций старшим является государственный инспектор по энергетическому надзору, если начальником Управления Госэнергонадзора не будет принято другое решение.

Продолжительность мероприятия по контролю не должна превышать один месяц.

В исключительных случаях, связанных с необходимостью проведения специальных исследований (испытаний), экспертиз со значительным объёмом мероприятий по контролю, на основании мотивированного предложения инспектора, осуществляющего мероприятие по контролю, руководителем органа Ростехнадзора или его заместителям срок проведения мероприятия по контролю может быть продлен, но не более чем на один месяц.

По прибытии в проверяемую организацию инспектор должен представиться её руководителю или заместителю, предъявить служебное удостоверение и распоряжение (приказ) о проведении мероприятия по контролю, согласовать порядок обсуждения результатов проверки, а также порядок подписания акта-предписания. Одновременно решается вопрос о представителях организации, которые будут присутствовать при обследовании.

Руководитель проверяемой организации обязан представить инспектору информацию и документы, необходимые для осуществления им своих полномочий.

В зависимости от объёма проверки и особенностей проверяемой организации, по согласованию с её представителем, инспектор намечает план проверки, который определяет последовательность, сроки её проведения и время посещения её структурных подразделений, отделов, служб и цехов, о чём представитель этой организации извещает соответствующие подразделения.

Мероприятия по контролю проводятся инспектором на основании действующей нормативно-технической документации с использованием разработанных органами государственного энергетического надзора программ, методик и рекомендаций.

Перед началом проведения проверки инспектор обязан в устной форме ознакомить представителя проверяемой организации с объёмом проверки, основными нормативно-техническими документами, выполнение требований которых подлежат проверке, порядком проведения проверки и оформления акта-предписания.

Результаты проверки оформляются актом-предписанием по типовой форме.

Участие инспектора в расследовании произошедших аварий, инцидентов, пожаров, стихийных бедствий и несчастных случаев ведётся в соответствии с действующими Положениями и инструкциями.

В акт-предписание записываются только сведения, подтверждаемые официальной отчётностью, рассмотренной документацией и личным осмотром энергоустановок.

В конце акта-предписания записывается фраза: «Акт-предписание для исполнения получил» и ставится подпись руководителя проверяемой организации или индивидуального предпринимателя. Один экземпляр акта с копиями приложений вручается руководителю юридического лица или его заместителю, индивидуальному предпринимателю или их представителю, либо направляется посредством почтовой связи с уведомлением о вручении, которое приобщается к экземпляру акта, остающемуся в деле органа Ростехнадзора.

При выявлении (в результате проведения мероприятия по контролю) нарушений юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем обязательных требований, должностные лица органов Ростехнадзора обязаны принять меры по контролю за устранением выявленных нарушений, их предупреждением, предотвращением возможного причинения вреда жизни, здоровью людей, окружающей среде и имуществу, а также меры по привлечению лиц, допустивших нарушения, к ответственности.

В случае, если при проведении мероприятия по контролю будет установлено неудовлетворительное состояние энергетических устано-

вок, угрожающее аварией, пожаром или создающее угрозу жизни и безопасности граждан, инспектор обязан довести до сведения руководителя организации информацию об этом и потребовать немедленного отключения оборудования или приостановления производства.

11.9. ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ, ПОДЛЕЖАЩИЕ ПРОВЕРКЕ ИНСПЕКТОРОМ РОСТЕХНАДЗОРА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО КОНТРОЛЮ

До выезда в обследуемую организацию инспектор должен ознакомиться с материалами, имеющимися в управлении, в том числе:

- *перечнем зданий и сооружений;*
- *перечнем и характеристиками* установленного основного и вспомогательного оборудования;
- *тепловыми схемами;*
- *особенностями эксплуатации* тепловых энергоустановок;
- *состоянием приборов учёта* тепловой энергии;
- *актами разграничения* балансовой принадлежности и эксплуатационной ответственности сторон;
- *актами-предписаниями* предыдущих проверок (в том числе другими надзорными органами) и сведениями по их выполнению.

При осуществлении надзора за тепловыми установками и тепловыми сетями проверяются:

- организация безопасной эксплуатации тепловых установок и тепловых сетей, соблюдения правил техники безопасности при эксплуатации тепловых установок и тепловых сетей потребителей;
- техническое состояние тепловых энергетических установок и тепловых сетей;
- вопросы соблюдения техники безопасности;
- вопросы подготовки и прохождения отопительного сезона;
- вопросы профилактики травматизма.

Результаты обследования оформляются актом-предписанием по типовой форме.

11.10. ВОПРОСЫ, ПОДЛЕЖАЩИЕ КОНТРОЛЮ ПРИ ПРОВЕРКЕ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕПЛОВЫХ УСТАНОВОК И ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

1. *Организация деятельности ответственного за тепловое хозяйство предприятия:*

- наличие лица, ответственного за тепловое хозяйство (или лица, его замещающего) назначенных приказом по организации;

- соответствие квалификации лица, назначенного ответственным за тепловое хозяйство, требованиям Правил;
- наличие должностных инструкций и правильность административного и технического подчинения ответственного за тепловое хозяйство;
- возложение ответственности за безопасную эксплуатацию тепловых установок и тепловых сетей на других лиц в случаях, когда ответственный за тепловое хозяйство может не назначаться;
- наличие утверждённого положения об энергетической службе (при наличии энергетической службы);
- наличие договора аренды, в котором отражено распределение ответственности за эксплуатацию тепловых установок и тепловых сетей между арендодателем и руководителем предприятия.

2. Организация работы с персоналом, участвующим в эксплуатации и обслуживании тепловых установок и тепловых сетей:

- укомплектованность обслуживающим персоналом;
- состояние первичных и периодических медицинских осмотров обслуживающего персонала;
- наличие инструкций по охране труда;
- наличие должностных и производственных инструкций, их пересмотр один раз в три года;
- наличие перечня инструкций и схем, утверждённых главным инженером предприятия (для предприятий с производственными службами);
- наличие приказа о создании комиссии по проверке знаний «Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок» и Правил техники безопасности (ПТБ) при эксплуатации теплопотребляющих, теплогенерирующих установок и тепловых сетей потребителей;
- своевременная проверка знаний ПТЭ ТЭ и ПТБ при эксплуатации тепловых энергоустановок и тепловых сетей, должностных и производственных инструкций, правил пожарной безопасности и ведение соответствующих журналов в энергетической службе и других подразделениях организации;
- наличие и ведение журнала регистрации инструктажа на рабочем месте обслуживающего персонала;
- наличие у эксплуатирующей организации служб по выдаче удостоверений о проверке знаний норм и правил работы на тепловых установках и тепловых сетях предприятия;
- наличие утверждённой программы производственного обучения эксплуатационного персонала на рабочем месте до назначения на самостоятельную работу;
- наличие распоряжения о допуске к стажировке и к самостоятельной работе оперативного персонала.

4. *Наличие соответствующих распоряжений, определяющих:*

- *лиц, имеющих право* производить оперативные переключения, единоличный осмотр, выдачу нарядов, распоряжений;
- *лиц, которые могут назначаться* ответственными руководителями и производителями работ, наблюдающими и допускающими;
- *лиц, имеющих право ведения оперативных переговоров* с энергопоставляющей организацией. Наличие папки действующих нарядов, правильность оформления работ (при наличии таковых).

5. *Наличие перечня инструкций, своевременность их пересмотра.*

6. *Наличие документов подтверждения выполнения годовых графиков ППР и профилактических испытаний (актов ревизий, протоколов испытаний).*

11.11. ВОПРОСЫ, ПОДЛЕЖАЩИЕ КОНТРОЛЮ ПРИ ПРОВЕРКЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

Организация эксплуатации тепловых энергоустановок.

1. Наличие приказов о назначении квалификационной комиссии и должностного лица, ответственного за исправное состояние и безопасную эксплуатацию тепловых энергоустановок. Наличие Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок. Наличие Правил техники безопасности при эксплуатации теплопотребляющих установок и тепловых сетей потребителями (п. 2.3.21. ПТЭ ТЭ). Наличие ответственных за исправное состояние и безопасную эксплуатацию тепловых энергоустановок по цехам и участкам (п. 3.1.2. ПТЭ ТЭ).

2. Проверка знаний членов квалификационной комиссии и ответственных за исправное состояние и безопасную эксплуатацию тепловых энергоустановок (п. 2.3.20. ПТЭ ТЭ).

3. Наличие подготовленного персонала. Организация работы с персоналом. Проверка знаний Правил эксплуатации тепловых энергоустановок и Правил техники безопасности при эксплуатации теплопотребляющих установок и тепловых сетей потребителей, пожарной безопасности, производственных и должностных инструкций. Организация обучения, стажировки, допуска к работе, проведения противоаварийных тренировок. Наличие и оформление журналов проверки знаний, состав комиссий, допуск к специальным работам (главы 2.3.4, 2.3.5, 2.3.8, 2.3.9, 2.3.14 – 2.3.25. ПТЭ ТЭ).

4. Наличие и организация круглосуточного управления режимами работы тепловых энергоустановок (раздел 15.11. ПТЭ ТЭ).

5. Наличие двух уровней (двух категорий) управления тепловыми энергоустановкам: оперативного управления и оперативного ведения (п. 15.1.4, 15.1.5. ПТЭ ТЭ).

6. Наличие документа, регламентирующего распределение всех тепловых энергоустановок предприятия по уровням управления. Нали-

чие утверждённых руководством предприятия должностных и производственных инструкций, определяющих взаимоотношения различных уровней управления (п. 2.11.3, 2.11.4, 2.8.1, 15.1.4, 15.1.5. ПТЭ ТЭ).

7. Обеспечение рабочих мест дежурного и оперативно-ремонтного персонала средствами связи, технической документацией, противопожарным инвентарем, инструментами, запасными частями, материалами (п. 15.5.17. ПТЭ ТЭ).

8. Наличие и порядок соблюдения утверждённого руководством цеха (участка) графика работы дежурного персонала, управляющего тепловыми энергоустановками предприятия (объекта) (п. 6.2.26, 6.2.63. ПТЭ ТЭ).

9. Наличие списка лиц (утверждённого руководством предприятия), имеющих право ведения оперативных переговоров с энергоснабжающей организацией и доведения указанного списка до энергоснабжающей организации (п. 15.1.11. ПТЭ ТЭ).

Выполнение требований Правил в части наличия на рабочих местах эксплуатационного персонала оперативных схем тепловых энергоустановок. Соответствие их фактическому состоянию оборудования. Соответствие маркировок в схемах и маркировок, нанесенных на оборудование (п. 2.8.2. ПТЭ ТЭ).

10. Наличие на рабочем месте эксплуатационного персонала должностных и эксплуатационных инструкций, утверждённых руководством предприятия. Своевременность их пересмотра (раздел 2.8. ПТЭ ТЭ).

11. Обеспеченность рабочих мест дежурного персонала оперативными документами (прил. № 4. ПТЭ ТЭ).

12. Наличие договора на пользование тепловой энергией с энергоснабжающей организацией. Соблюдение установленных в договоре гидравлических и тепловых режимов потребления тепловой энергии. Выполнение договорных норм по количеству и качеству конденсата, возвращаемого в источники теплоты. Качество тепловой энергии на границе раздела и на вводах основных установок в дни проверок и по записям в оперативных журналах (п. 2.1.5, 15.2.2. ПТЭ ТЭ).

13. Контроль за использованием тепловой энергии (раздел 2.5. ПТЭ ТЭ).

14. Выполнение своевременного и качественного технического обслуживания и ремонта тепловых энергоустановок. Наличие документов, подтверждающих выполнение годовых планов ремонтов (раздел 2.7. ПТЭ ТЭ).

15. Порядок организации эксплуатации и результаты проверки устройств защиты, автоматики и контрольно-измерительной аппаратуры, а также соблюдение установленных сроков освидетельствования и проверок (раздел 2.6. ПТЭ ТЭ).

16. Приёмка в эксплуатацию вновь построенных и реконструированных тепловых энергоустановок. Наличие технической приёмно-сдаточной документации, соответствие вводимых устройств условиям на присоединение (выданным энергосистемой) утверждённому проекту, требованиям Правил и Инструкции о порядке допуска в эксплуатацию новых и реконструируемых энергоустановок (раздел 2.4).

11.12. ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕПЛОВЫХ ЭНЕРГОУСТАНОВОК

1. Соответствие тепловых энергоустановок и тепловых пунктов предприятия требованиям (раздел 9. ПТЭ ТЭ).

2. Соответствие и состояние сооружений (места установки объекта) тепловых энергоустановок и тепловых пунктов, эксплуатируемых предприятием, требованиям Правил (раздел 3).

3. Наличие на рабочем месте инструкции по эксплуатации в её соответствие конкретным условиям эксплуатации оборудования.

4. Состояние арматуры, контрольно-измерительных приборов, средств сигнализации и автоматической защиты, предохранительных устройств.

5. Состояние наружных поверхностей тепловых энергоустановок – тепловой изоляции, защитных покрытий и др.

6. Состояние воздушных и подземных теплотрасс магистральных трубопроводов пара, обратив особое внимание на состояние подвижных опор и компенсирующих устройств, а также организацию контроля за тепловыми расширениями.

7. Осмотр тепловых установок с нагрузкой до 0,1 Гкал/ч выборочно, более 0,1 Гкал/ч в полном объёме (в акте указывается точное наименование осмотренного участка).

8. Соответствие тепловых энергоустановок требованиям технических условий на присоединение, утверждённому проекту, изменениям, внесённым в проект, требованиям директивных указаний, а также требованиям Правил. Проверка внесения в техническую документацию всех конструктивных изменений.

9. Техническое состояние систем сбора и возврата конденсата (раздел 7. ПТЭ ТЭ).

11.13. СОБЛЮДЕНИЕ ПРАВИЛ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕПЛОВЫХ УСТАНОВОК И ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

1. Наличие утверждённых руководством предприятия (копии на рабочем месте начальника смены) списков работников, которые могут быть руководителями работ по нарядам и распоряжениям (главы 1 и 2. ПТБ ТУ и ТС).

2. Наличие и правильность заполнения на рабочем месте эксплуатационного персонала журнала учёта выданных нарядов и распоряжений.

3. Выполнение требований к оборудованию (глава 3. ПТБ ТУ и ТС).

4. Наличие Правил техники безопасности при эксплуатации теплотребляющих установок и тепловых сетей потребителей, в том числе: организация учёта и расследование несчастных случаев; наличие планов мероприятий по предупреждению несчастных случаев и улучшению условий труда, а также их выполнение; выполнение мероприятий по актам расследования несчастных случаев; наличие перечня особо опасных мест и правил производства работ в особо опасных местах; организация проведения противоаварийных тренировок (в том числе при работе в условиях низких температур); наличие и состояние лестниц и площадок обслуживания, а также ограждений.

5. Выборочно:

– *наличие у персонала удостоверения о допуске к работе*; ведение оперативной технической документации; правильность заполнения и оформления нарядов на допуск к работам; оформление и допуск к работе одной из бригад; правильность подготовки рабочего места (плакаты, ограждения, заземления, видимые отключения) и соответствие бригады, указанной в наряде;

– *наличие у лиц, обслуживающих теплотребляющие установки* и тепловые сети и допущенных к выполнению специальных работ, удостоверений с записью о проверке знаний;

– *обеспеченность персонала спецодеждой*, специальной обувью, инструментом, индивидуальными средствами защиты, а также нормативно-техническими документами, инструкциями, схемами в соответствии с характером выполняемых работ;

– *укомплектованность рабочих мест защитными средствами*, их состояние, исправность (своевременность испытаний);

– *организация обучения персонала* методам оказания первой помощи пострадавшим;

– *наличие плакатов по технике безопасности* и знаков безопасности.

11.14. ПОДГОТОВКА К ОТОПИТЕЛЬНОМУ СЕЗОНУ

При проведении проверки особое внимание уделяется подготовке к отопительному сезону тепловых энергоустановок (раздел 11. ПТЭ ТЭ). При этом проверяется:

- *назначение на предприятии ответственного* за противопожарное состояние и безопасную эксплуатацию тепловых энергоустановок; наличие подготовленного персонала (специалисты и рабочие должны быть аттестованы в объёме своих должностных инструкций);
- *наличие планов работ* по подготовке к новому отопительному сезону, учёт дефектов и отклонений от нормальных режимов работы в них, выявленных в отопительный период. Заключение договоров с подрядными организациями на выполнение работ, решение вопросов материально-технического снабжения;
- *проведение наладочных мероприятий* систем теплоснабжения, установка дроссельных устройств;
- *проведение промывки и опрессовки* тепловых сетей и систем теплоснабжения; наличие актов промывки и опрессовки;
- *составление актов* аварийной и технологической брони теплоснабжения; участие предприятий в графиках ограничений потребления и отключений тепловой энергии;
- *наличие и выполнение графика* противоаварийных тренировок, в том числе при работе в условиях низких температур;
- *выполнение пунктов предписания инспектора* (энергоснабжающей организации) по вопросам подготовки тепловых энергоустановок к отопительному сезону;
- при проверке предприятий, готовых к отопительному сезону, *проверяется правильность и достоверность* занесённых в акт (паспорт) готовности сведений о состоянии тепловых энергоустановок.

При проверке состояния наружных тепловых сетей необходимо обратить внимание!

1. В тепловых камерах на:
 - *полный контроль технического состояния (ревизия) задвижек*, вентиляей с заменой негодных. Наличие надписей и указателей направления вращения штурвала задвижек и вентиляей;
 - *установку заглушек* на спускной и воздушной арматуре;
 - *смазку и окраску* арматуры;
 - *ремонт изоляции* на трубопроводах;
 - *очистку тепловых камер*, ремонт скоб и лестниц, штукатурку и побелку стен;
 - *установку крышек люков* и вторых крышек с замками;
 - *обозначение тепловых камер* в соответствии с оперативной схемой.

2. На вводах в ЦТП, ИТП и внутрипроизводственных (внутриквартальных) сетях на:

– *опрессовку трубопроводов от тепловой камеры на границе балансовой принадлежности тепловой сети до входных задвижек на ЦТП, ИТП;*

– *опрессовку трубопроводов внутрипроизводственных (внутриквартальных) сетей после ЦТП;*

– *заделку ниш каналов теплотрасс на вводах в здания и планировку поверхности земли;*

– *устранение попадания водопроводной и канализационной воды в каналы теплотрасс, в ЦТП и ИТП;*

– *установку расчётных сопел в элеваторы и сужающих устройств на вводах, калориферных установках и в системах теплопотребления;*

– *полную комплектацию оборудования ЦТП и ИТП в соответствии с проектом;*

– *контроль технического состояния задвижек и вентиляей;*

– *контроль технического состояния, ремонт, очистку и промывку водоподогревателей горячего водоснабжения и отопления с последующей опрессовкой;*

– *контроль технического состояния элеваторов с внутренним осмотром корпуса;*

– *контроль технического состояния и ремонт регуляторов давления, температуры, расхода и блокирующих устройств;*

– *контроль технического состояния и ремонт циркуляционных, подмешивающих, подкачивающих, подпитывающих насосов и их опробование в работе;*

– *выполнение подпитки независимых схем (второго контура) от тепловой сети с установкой регуляторов подпитки и расходомеров;*

– *ликвидацию всех врезок водозабора сетевой воды (в закрытых системах);*

– *заглушку пробками воздушных и дренажных патрубков на ЦТП и ИТП и их опломбирование;*

– *опрессовку трубопроводов и оборудования ЦТП и ИТП;*

– *установку опломбированных госповерителем манометров, предъявлении в госповерку измерительных диаграмм и приборов учёта;*

– *проверку термометров, очистку гильз с последующей заливкой технического масла, врезку недостающих гильз;*

– установку площадок для обслуживания арматуры и приборов регулирования и контроля, расположенных на высоте более 1,5 м от пола;

– ремонт электропроводки в помещениях ЦТП и ИТП и обеспечение постоянного и аварийного освещения;

– побелку стен помещений ЦТП и ИТП, окраску панелей и изоляцию трубопроводов и оборудования;

– вывешивание технических паспортов, схем и графиков.

При проверке состояния внутренних систем обратить внимание на:

– техническое состояние регулировочной запорной арматуры с обязательной перебивкой сальниковых устройств;

– заглушку пробками воздушников, спускников и их опломбирование;

– гидравлическую промывку внутренней системы отопления до полного осветления воды;

– гидравлическую опрессовку системы отопления в зависимости от типа отопительных приборов;

– гидравлическую опрессовку системы горячего водоснабжения;

– оборудование калориферных установок автоматическими и блокирующими устройствами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В учебном пособии по дисциплине «Монтаж и эксплуатация систем энергообеспечения» основное внимание уделено формированию у студентов чётких знаний:

- об основных частях эксплуатационного комплекса, их функциональном назначении и взаимодействии;
- об организации эксплуатации энергетического оборудования;
- о подготовке и обязанностях эксплуатационного персонала;
- о структуре и требованиях к производственно-технической документации;
- об организации технического обслуживания и ремонтов оборудования;
- о требованиях к выбору материала и его обработке при изготовлении теплоэнергетического оборудования.

В завершении курса рассмотрены особенности эксплуатации и методы повышения теплоэнергетического хозяйства предприятий и основные Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

Безопасность	6	Приёмка из ремонта	
Безотказность	6	– поузловая	24
Границы ответственности	10	– предварительная	24
Графики нагрузок	6	– окончательная	24
Долговечность	6	Проверка знаний	14
Дублирование	15	Проект организации работ (ПОР)	23
Инструкция		Производственно-техническая документация	17
– должностная	18	Работоспособность	6
– по технической безопасности	18	Ремонт	
– по эксплуатации	18	– восстановительный	22
Коэффициент		– капитальный	21, 22
– заполнения	8	– текущий	21, 22
– неравномерности	7	Ремонтопригодность	6
Надёжность	5	Ресурс	21
Нормативно-техническая документация (НТД)	13, 14	Система автоматики	16
Оперативный журнал	19	Система ППР	22
Организационная структура	5, 9	Смена	11
Отказ	6, 13	Схемы	18
Персонал			
– дежурный	11		
– подготовка	14		
– ремонтный	12		
– эксплуатационный	12		

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бакластов, А.М. Проектирование, монтаж и эксплуатация теплоиспользующих установок / А.М. Бакластов. – М. : Энергия, 1970.
2. Эстеркин, Р.И. Эксплуатация, ремонт, наладка и испытания тепло-технического оборудования / Р.И. Эстеркин. – СПб. : Энергоатомиздат, 1991.
3. Правила эксплуатации теплопотребляющих установок и тепловых сетей потребителей и Правила техники безопасности при эксплуатации теплопотребляющих установок и тепловых сетей потребителей. – М. : Энергоатомиздат, 1992.
4. Иванов, В.А. Эксплуатация АЭС / В.А. Иванов. – СПб. : Энергоатомиздат, 1994.
5. Сборник Правил и нормативно-технической документации по Котлонадзору. – М. : Машиностроение, 1993.
6. РД 34-20-501-95. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. – М. : Изд-во НЦ ЭНАС, 2002.
7. ПБ 10-115-96. Госгортехнадзор России. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. – М. : Изд-во НЦ ЭНАС, 2002.
8. Пособие для изучения правил техники эксплуатации электрических станций и сетей (тепломеханическая часть). – М. : Изд-во НЦ ЭНАС, 2001.
9. Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / А.Г. Касаткин. – М. : Химия, 1971.
10. Рьжкин, В.Я. Тепловые электрические станции / В.Я. Рьжкин. – М. : Энергоатомиздат, 1987.
11. Маргулова, Т.Х. Атомные электрические станции / Т.Х. Маргулова. – М. : Высшая школа, 1974.
12. Стерман, Л.С. Тепловые и атомные станции / Л.С. Стерман, А.Т. Шарков, С.А. Тевлин. – М. : Атомиздат, 1975.
13. Соколов, Е.Я. Теплофикация и тепловые сети / Е.Я. Соколов. – М. : Изд-во МЭИ, 2001.
14. Водяные тепловые сети : справочное пособие по проектированию. – М. : Энергоатомиздат, 1988.
15. Манюк, В.И. Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей / В.И. Манюк, Я.И. Каплинский. – М. : Стройиздат, 1988.
16. Бакластов, А.М. Проектирование машин и эксплуатация тепломассообменных установок / А.М. Бакластов, В.А. Горбенко, П.Г. Удыма. – М. : Энергоиздат, 1981, 336 с.
17. Теплоэнергетика и теплотехника. Общие вопросы : справочник / под общ. ред. А.В. Клименко и В.М. Зорина. – М. : Энергоиздат, 2001. – 583 с.
18. ГОС 24306-80. Сосуды и аппараты стальные сварные. Технические требования. – М. : 1980.
19. СНиП 3.05.01-85 Внутренние санитарно-технические системы / Минстрой России. – М. : ГУП ЦПП, 1996. – 40 с.
20. Орлов, К.С. Монтаж санитарно-технических систем и оборудования / К.С. Орлов. – М. : Энергоиздат, 1983. – 186 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
1. СТРУКТУРА И ОСНОВНЫЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ	5
1.1. Теплоэнергетические системы, их компоненты и функции	5
1.2. Основные эксплуатационные показатели	6
1.3. Графики нагрузок и их характеристики	7
Вопросы для самоконтроля	9
2. ОРГАНИЗАЦИОННАЯ СТРУКТУРА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ХОЗЯЙСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ	10
Вопросы для самоконтроля	12
3. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЙ ПЕРСОНАЛ	13
3.1. Задачи персонала и надзор за выполнением требований	13
3.2. Требования к персоналу, его обучение и подготовка	15
3.3. Роль человека в эксплуатации и его взаимодействие с системами автоматики	17
Вопросы для самоконтроля	18
4. ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ...	19
4.1. Техническая документация	19
4.2. Инструкции и схемы	20
4.3. Оперативная документация	20
4.4. Техничко-экономическая документация	21
Вопросы для самоконтроля	22
5. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ	23
5.1. Общие положения	23
5.2. Ремонт теплогенерирующих установок и сетей	23
5.3. Ремонт теплоиспользующих установок	25
5.4. Организация ремонтов	28
Вопросы для самоконтроля	31

6. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕПЛООБМЕННЫМ СОСУДАМ, АППАРАТАМ И УСТАНОВКАМ	32
6.1. Требования к материалам, применяемым в теплоэнергетике	32
6.2. Требования к конструкциям теплообменного оборудования	33
6.3. Требования к муфтам, лазам, люкам, лючкам и штуцерам	34
6.4. Требования к днищам и корпусам	35
6.5. Требования к изготовлению аппаратов и сосудов	37
6.6. Требования к термической обработке	39
6.7. Методы испытаний аппаратов и систем	40
Вопросы для самоконтроля	43
7. МОНТАЖ ОБОРУДОВАНИЯ ТЕПЛООБМЕННЫХ УСТАНОВОК	44
7.1. Здания и строительные сооружения	44
7.2. Организация строительно-монтажных работ	47
7.3. Монтаж технологического оборудования	50
Вопросы для самоконтроля	52
8. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩИХ И ТЕПЛОИСПОЛЬЗУЮЩИХ УСТАНОВОК	53
8.1. Эксплуатация топливного хозяйства	53
8.2. Эксплуатация паровых и водогрейных котлов	55
8.3. Эксплуатация тепломеханического оборудования	57
8.4. Эксплуатация теплоиспользующих установок	58
8.5. Эксплуатация трубопроводов промышленных предприятий	65
Вопросы для самоконтроля	67
9. ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТА СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ, ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ...	68
9.1. Монтаж и эксплуатация систем отопления	68
9.2. Монтаж и эксплуатация систем вентиляции и кондиционирования	70
Вопросы для самоконтроля	75

10. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК	76
10.1. Котловая вода	76
10.2. Типы топочных систем и требования к ним	82
10.3. Котлы	83
10.4. Вспомогательные материалы	87
10.5. Энергоаудит	90
11. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ПОРЯДКУ ДОПУСКА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ТЕПЛОВЫХ ЭНЕРГОУСТАНОВОК	99
11.1. Включение энергоустановки в работу	102
11.2. Обязанности и ответственность должностных лиц предприятия по организации эксплуатации тепловых энергоустановок и тепловых сетей	102
11.3. Обязанности руководителя организации	103
11.4. Обязанности лица ответственного за исправное состояние и безопасную эксплуатацию тепловых энергоустановок	104
11.5. Содержание должностных инструкций	105
11.6. Содержание эксплуатационных инструкций	106
11.7. Содержание инструкций по безопасной эксплуатации	106
11.8. Основные положения по проведению мероприятий по контролю	106
11.9. Основные вопросы, подлежащие проверке инспектором Ростехнадзора при выполнении мероприятий по контролю	110
11.10. Вопросы, подлежащие контролю при проверке организации безопасной эксплуатации тепловых установок и тепловых сетей потребителей	110
11.11. Вопросы, подлежащие контролю при проверке технического состояния	112
11.12. Техническое состояние тепловых энергоустановок	114
11.13. Соблюдение Правил техники безопасности при эксплуатации тепловых установок и тепловых сетей	114
11.14. Подготовка к отопительному сезону	115
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	119
ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ	120
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	121

Учебное издание

ЖУКОВ Николай Павлович
МАЙНИКОВА Нина Филипповна

МОНТАЖ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ

Учебное пособие

Редактор З.Г. Чернова
Инженер по компьютерному макетированию Т.Ю. Зотова

Подписано в печать 20.02.2012
Формат 60 × 84/16. 7,21 усл. печ. л. Тираж 100 экз. Заказ № 67
Издательско-полиграфический центр ФГБОУ ВПО «ТГТУ»
392000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106, к. 14