

МИНИСТЕРСТВО ТОПЛИВА И ЭНЕРГЕТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФИРМА ПО НАЛАДКЕ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ  
ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И СЕТЕЙ ОРГРЭС

---

РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ  
КАЛОРИФЕРНЫХ УСТАНОВОК ТЭС



О Р Г Р Э С  
Москва 1993

МИНИСТЕРСТВО ТОПЛИВА И ЭНЕРГЕТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФИРМА ПО НАЛАДКЕ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ  
ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И СЕТЕЙ ОРГРЭС

---

РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ  
КАЛОРИФЕРНЫХ УСТАНОВОК ТЭС

СЛУЖБА ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА ОРГРЭС

Москва

1993

УДК 621.3II.I7.004.1

СОСТАВЛЕНО предприятием "Уралтехэнерго" фирмы  
ОГРЭС

ИСПОЛНИТЕЛИ В.Б.ПУЧКОВСКИЙ, З.С.БАГАУТДИНОВ

(C) СПО ОГРЭС, 1993

---

---

## Введение

Калориферные установки (КУ) на тепловых электрических станциях (ТЭС) применяются для температурной обработки воздуха в следующих системах:

предварительного подогрева дутьевого воздуха котлоагрегатов; воздухоснабжения главного корпуса;

вентиляции и кондиционирования воздуха производственных помещений.

Для поддержания тепломеханического оборудования в работоспособном состоянии на энергопредприятиях разработана система технического обслуживания. Технология обслуживания котельных установок, турбоагрегатов и тягодутьевого оборудования изложена в соответствующих нормативно-технических документах. Разработаны нормы расхода запасных частей и материалов, утверждено штатное расписание персонала, выполняющего регламентные работы. В определенной степени проработана система технического обслуживания КУ систем вентиляции и кондиционирования воздуха производственных помещений. Однако, в меньшей степени указанные мероприятия проработаны для КУ двух первых производственных циклов, приведенных выше.

В настоящих рекомендациях приводятся требования к калориферным установкам систем предварительного подогрева дутьевого воздуха котлоагрегатов и воздухоснабжения главного корпуса (далее калориферные установки ТЭС), особенности их эксплуатации и являются методической основой для организации системы технического обслуживания.

Учитывая вышеизложенное, а также непосредственную связь КУ с тепловой сетью ТЭС, настоящие рекомендации следует рассматривать совместно с "Типовой инструкцией по эксплуатации систем отопления и вентиляции тепловых электростанций" (М.: СПО СТЭ, 1981).

## I. КАЛОРИФЕРНЫЕ УСТАНОВКИ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

### I.I. Особенности эксплуатации и технологические требования к калориферным установкам ТЭС

I.I.1. Калориферные установки систем предварительного подогрева дутьевого воздуха котлов и воздухоснабжения главного корпуса непосредственно связаны с основным технологическим процессом и, как следствие, должны обеспечивать эффективность и надежность эксплуатации на уровне не ниже основного тепломеханического оборудования. При этом в наиболее жестких условиях эксплуатации находятся КУ системы воздухоснабжения главного корпуса, основным назначением которых является нагрев определенного количества наружного воздуха до определенной температуры независимо от его начальной температуры.

I.I.2. В соответствии с указанными особенностями, а также на основе обобщения опыта проектирования, монтажа, наладки и эксплуатации, основные технологические требования к КУ ТЭС сформулированы следующим образом:

КУ должна обеспечивать нагрев поступающего воздуха до температуры не менее 10°C в системе воздухоснабжения главного корпуса и не менее 30-110°C в системе предварительного подогрева дутьевого воздуха (в зависимости от типа воздухоподогревателя и вида сжигаемого топлива) при любой температуре наружного воздуха из расчетного диапазона, установленного страслевыми нормами технологического проектирования и СНиП 2.04.05-86;

теплоотдающая поверхность КУ должна состоять преимущественно из многоходовых (теплоноситель-вода) и одноходовых (теплоноситель-пар) калориферов одного типа и модели, удовлетворяющих ГОСТ 7201-80;

конструкция воздушного тракта КУ должна обеспечивать одинаковые расходы воздуха через отдельные калорифера (степень неравномерности нагрузки по воздуху не должна превышать 15%);

с целью повышения эффективности КУ, подсосы холодного воздуха через неплотности воздушного тракта при размещении КУ на всасывающем участке последнего не должны превышать 5% от общего расхода воздуха через КУ;

в качестве греющего теплоносителя допускается применение пара и сетевой воды. Для КУ системы воздухоснабжения преимущественное распространение получили водяные калориферы, для КУ системы предварительного подогрева воздуха - паровые;

сетевая вода должна поступать в гидравлический тракт КУ через устройства для осаждения твердых включений (грязевики), в гидравлическом тракте должны быть предусмотрены средства для удаления воздуха из внутренних полостей калориферов, а также для выпуска сетевой воды из системы в аварийных ситуациях;

компоновка КУ должна обеспечивать одинаковые расходы греющего теплоносителя через все калориферы;

калориферная установка должна быть оснащена регулирующей арматурой для плавного изменения тепловой производительности. С точки зрения обеспечения надежности КУ предпочтительным является регулирование тепловой производительности путем перепуска части наружного воздуха помимо калориферов. Допускается регулирование путем изменения расхода сетевой воды при наличии в технологической схеме КУ подмешивающих насосов;

для регулирования тепловой производительности путем перепуска части воздуха помимо калориферов воздушный тракт КУ должен быть оборудован смесительной камерой, обеспечивающей смешение потоков холодного и подогретого воздуха, и управляемыми воздушными дроссельными клапанами;

технологическая схема КУ должна предусматривать установку отборных устройств для датчиков расхода, давления и температуры греющего теплоносителя, температуры воздуха;

калориферная установка должна иметь технологические средства для защиты калориферов от размораживания в аварийных ситуациях. При этом под аварийной ситуацией понимается прекращение циркуляции греющего теплоносителя или снижение его расхода, а также понижение температуры наружного воздуха ниже расчетного диапазона, установленного нормами технологического проектирования для района расположения ТЭС.

## I.2. Оборудование калориферных установок ТЭС

I.2.1. Основным оборудованием КУ ТЭС является калорифер – стальной поверхностный теплообменный аппарат с перекрестным током теплоносителей по ГОСТ 7201-80.

I.2.2. В настоящее время отечественной промышленностью выпускается значительное количество типов калориферов, отличающихся конструктивными и теплогидравлическими характеристиками, видом греющего теплоносителя (вода, пар). Основные параметры калориферов, наиболее широко применявшихся на ТЭС, приведены в приложении I.

I.2.3. Вспомогательное оборудование КУ ТЭС обеспечивает регулирование тепловой производительности, отключение и подключение по теплоносителям, защиту от технологически недопустимых параметров теплоносителей, улавливание из греющего теплоносителя взвешенных частиц, удаление воздуха из трубной системы калориферов, защиту калориферов от размораживания.

I.2.4. К вспомогательному оборудованию воздушного тракта КУ относятся клапаны воздушные утепленные типа КВУ (с электроподогревом для случая обледенения створок) и П (без электроподогрева), а также заслонки воздушные неутепленные. Основные параметры клапанов и заслонок приведены в приложениях 2, 3.

I.2.5. К вспомогательному оборудованию гидравлического тракта КУ относятся арматура запорная для включения и отключения КУ от тракта греющего теплоносителя; арматура предохранительная для защиты от недопустимого давления греющего теплоносителя; арматура регулирующая для изменения расхода греющего теплоносителя; грязевики для отделения от греющего теплоносителя твердых включений; подмешивающие насосы для регулирования тепловой производительности и защиты калориферов от размораживания; обратные клапаны для исключения перетока сетевой воды из подающего трубопровода в обратный при останове подмешивающего насоса; конденсатоотводчики для отвода конденсата греющего пара из калориферов.

Основные технические характеристики запорной и предохранительной арматуры, а также обратных клапанов, приведены в приложении 4. Выбор арматуры осуществляется в соответствии с требованиями СНиП I-33-75 и СНиП I-36-73 с учетом вида теплоносителя,

рабочих и максимальных значений давления и температуры, а также необходимого диаметра условного прохода.

Основные технические характеристики регулирующей арматуры приведены в приложении 5. Выбор типоразмеров регулирующих клапанов производится на основании гидравлического и теплового расчетов КУ для максимальной и минимальной нагрузок.

Основные технические характеристики серийных насосов для горячей воды, используемых в качестве подмешивающих для КУ, приведены в приложении 6.

Конструкции гризевиков и конденсатоотводчиков изготавливаются индивидуально по рабочим проектам проектных организаций.

### I.3. Компоновка и технологическая схема КУ ТЭС

I.3.1. Компоновкой КУ является вариант соединения отдельных калориферов по граничному теплоносителю (последовательное, параллельное) и размещения их в пространстве по ходу движения нагреваемого воздуха в целях обеспечения требуемой тепловой мощности.

I.3.2. Основными компоновочными единицами КУ являются калорифер, блок, ярус, ряд.

Блок – совокупность нескольких калориферов, соединенных между собой последовательно по ходу граничного теплоносителя и установленных перпендикулярно потоку нагреваемого воздуха.

Ярус – совокупность нескольких блоков, соединенных между собой параллельно по ходу граничного теплоносителя и установленных на одной и той же геодезической отметке перпендикулярно потоку нагреваемого воздуха.

Ряд – совокупность нескольких блоков при одноярусной компоновке или нескольких ярусов при многоярусной компоновке, установленных перпендикулярно потоку нагреваемого воздуха. При одноярусной компоновке понятия ярус и ряд идентичны.

Различные типы компоновок КУ ТЭС приведены на рис. I.

I.3.3. Технологической схемой КУ является вариант соединения технологического оборудования между собой и трактами граничного теплоносителя и нагреваемого воздуха.

В зависимости от вида граничного теплоносителя и способа регулирования тепловой производительности различают четыре основных вида технологической схемы КУ:

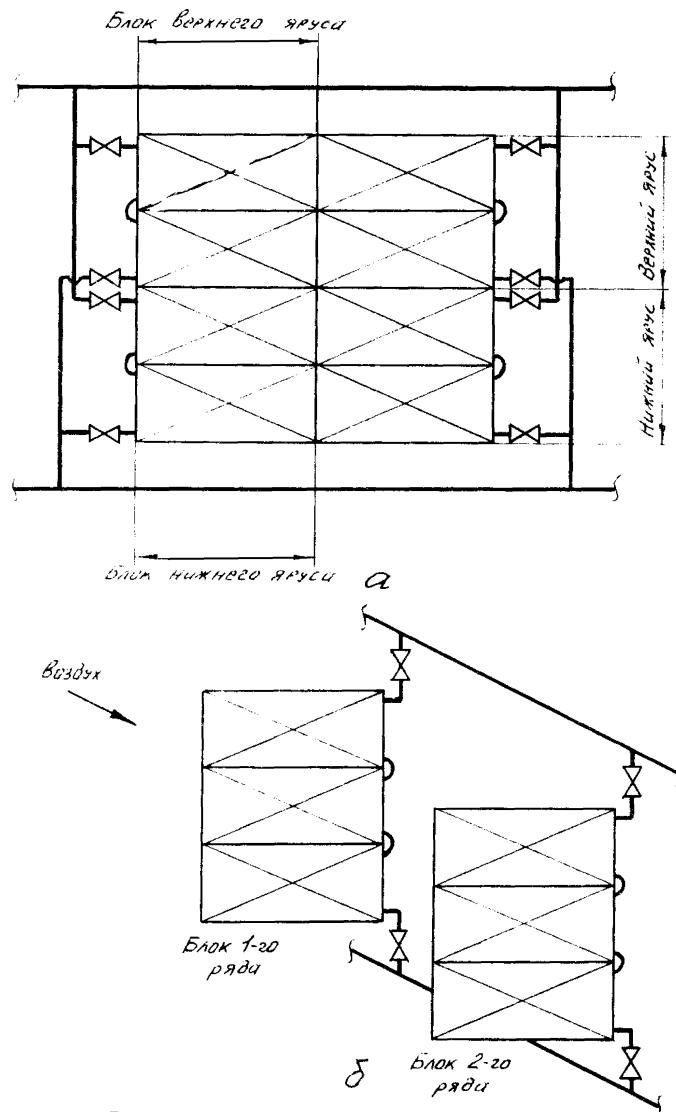


Рис. I. Варианты компоновки КУ:

а - однорядная компоновка с двумя ярусами блоков; б - двухрядная компоновка с одноярусным соединением блоков

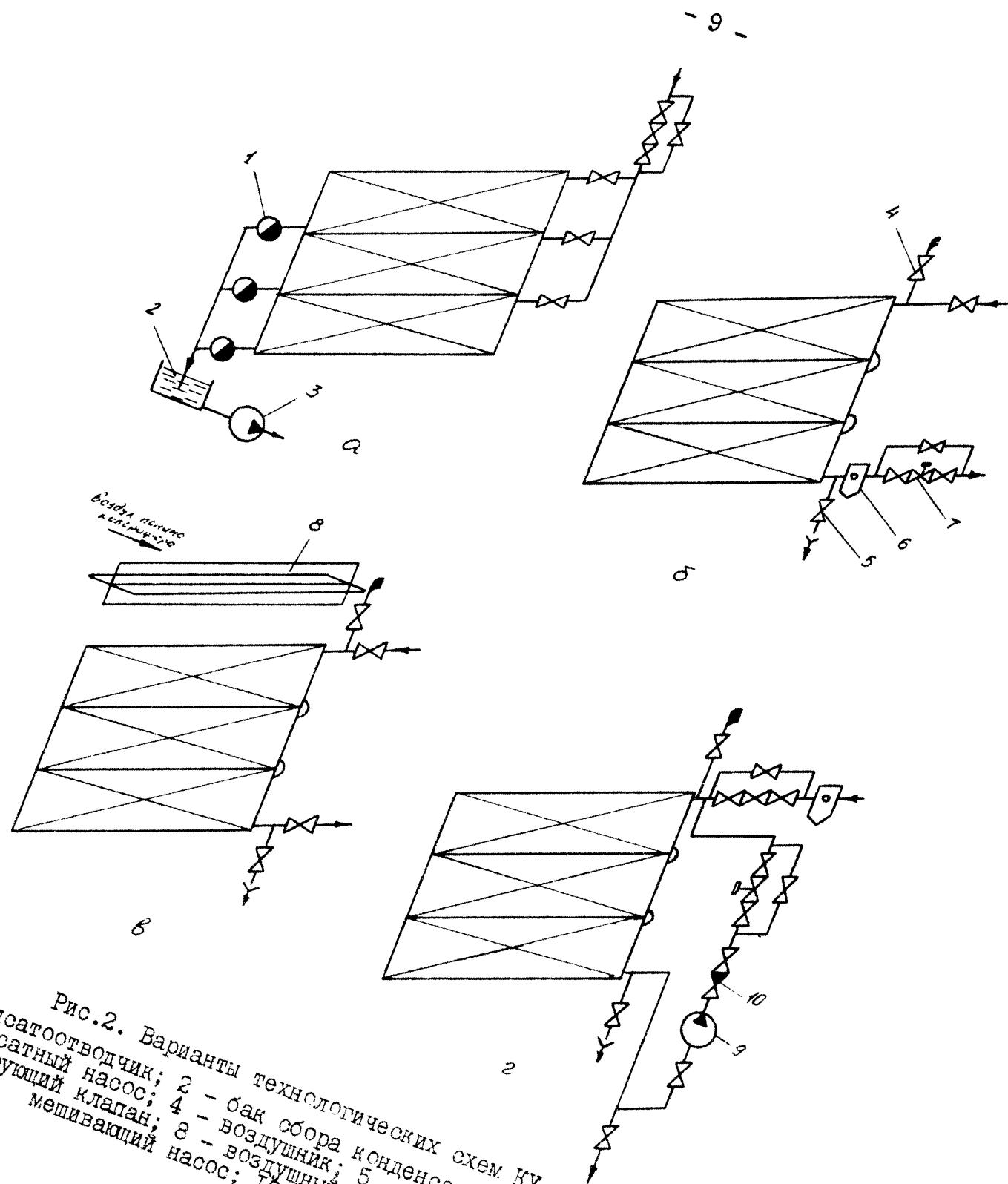


Рис.2. Варианты технологических схем ку:  
 1 - конденсатоотводчик; 2 - бак сбора конденсата греющего пара;  
 3 - конденсатный насос; 4 - воздушник; 5 - дренаж; 6 - грязевик;  
 7 - регулирующий клапан; 8 - воздушный дроссельный клапан;  
 9 - ПСД.; 10 - обратный клапан.

КУ с паровыми калориферами и регулированием тепловой производительности путем изменения расхода пара или его параметров (рис.2,а);

КУ с водяными калориферами и регулированием тепловой производительности путем изменения расхода сетевой воды (рис.2,б);

КУ с водяными калориферами и регулированием тепловой производительности перепуском части расхода воздуха помимо калориферов (рис.2,в);

КУ с водяными калориферами и подмешивающими насосами (рис.2,г).

I.3.4. Выбор того или иного варианта технологической схемы определяется тепловым и гидравлическим расчетом в соответствии с установленной тепловой мощностью КУ.

I.3.5. Одним из важных моментов технологической схемы КУ являются мероприятия по предупреждению размораживания калориферов в аварийных ситуациях.

Для КУ системы предварительного подогрева воздуха указанный вопрос решается применением комбинированной схемы – сочетание подогрева воздуха в КУ с рециркуляцией горячего воздуха (отбираемого непосредственно после КУ или после воздухоподогревателя), либо с подогревом холодного воздуха до КУ в мазутных или газовых муфелях.

В КУ системы воздухоснабжения главного корпуса как правило не предусматриваются подобные меры против размораживания калориферов, что осложняет их эксплуатацию. В этом случае защита калориферов осуществляется следующим образом.

В КУ естественной тяги (без вентиляторов) при возникновении опасности размораживания калориферов производится отключение КУ по воздуху (закрытие клапанов на подводе наружного воздуха).

В КУ с вентиляторами также производится закрытие клапанов наружного воздуха, но при этом открываются клапаны воздушной рециркуляции, предусматриваемые для рассматриваемых условий проектом, и КУ работает в режиме воздушного обогрева главного корпуса.

Перспективной представляется вариант вентиляторной КУ системы воздухоснабжения с "горячей" рециркуляцией, когда перед клапанами воздушной рециркуляции устанавливается дополнительный калорифер (пля КУ), что позволяет уменьшить расход воздуха, забираемого из главного корпуса на рециркуляцию.

Включение защиты от размораживания калориферов осуществляется автоматически по сигналу датчика в трубопроводе сетевой воды после КУ при понижении температуры последней до 30°C.

Надежность эксплуатации калориферов при низких температурах наружного воздуха повышается также при поддержании скорости теплоносителя в трубах в пределах 0,3-0,8 м/с (большие значения скорости приводят к повышенному гидравлическому сопротивлению КУ и шуму при ее эксплуатации).

## 2. СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ КАЛОРИФЕРНЫХ УСТАНОВОК ТЭС

### 2.1. Общие положения

2.1.1. Техническое обслуживание КУ ТЭС представляет собой комплекс операций по поддержанию работоспособности КУ с заданными технико-экономическими показателями как при непосредственной эксплуатации (переходный и холодный периоды года), так и при подготовке к отопительному сезону (теплый период года).

2.1.2. Система технического обслуживания представляет собой совокупность взаимосвязанных средств, нормативно-технической документации и непосредственных исполнителей для проведения технического обслуживания.

2.1.3. К средствам технического обслуживания КУ ТЭС относятся:  
штатные контрольно-измерительные приборы для определения параметров воздуха и теплоносителя;

дополнительные измерительные приборы и приспособления для определения параметров воздуха;  
устройства и приспособления для выполнения операций включения, отключения и регулировки параметров КУ.

2.1.4. К нормативно-технической документации относятся:  
техническое описание и инструкция по эксплуатации КУ;  
инструкции заводов-изготовителей по эксплуатации отдельных комплектующих узлов и элементов КУ.

2.1.5. В соответствии с особенностями эксплуатации и технологическими требованиями к КУ ТЭС, а также со сложившимися в энергетике формами технического обслуживания основного и вспомогательно-

го тепломеханического оборудования, целесообразны три вида технического обслуживания КУ:

- периодическое техническое обслуживание;
- сезонное техническое обслуживание;
- техническое обслуживание с периодическим контролем.

## 2.2. Периодическое техническое обслуживание КУ

2.2.1. Периодическое техническое обслуживание выполняется ежедневно в течение всего периода эксплуатации КУ через интервалы времени, установленные эксплуатационной документацией на отдельные элементы и узлы КУ и должностной инструкцией машиниста-обходчика соответствующего оборудования.

Периодическое техническое обслуживание выполняется эксплуатационным персоналом ТЭС.

2.2.2. Объектами технического обслуживания КУ являются калориферы, распределительная тепловая сеть в пределах КУ, подмешивающие насосы, запорная, предохранительная и регулирующая арматура, смесительная камера с дроссельным воздушным клапаном, проемы воздушного тракта с клапанами и заслонками, строительные конструкции и средства герметизации воздушного тракта, аппаратура электроснабжения и автоматизированного управления.

2.2.3. Периодическое техническое обслуживание КУ предусматривает выполнение следующих операций:

определение температуры греющего теплоносителя на входе и выходе КУ по показаниям штатных приборов и сопоставление их значений с температурным графиком наружного воздуха;

определение давления греющего теплоносителя на входе и выходе КУ по показаниям штатных приборов и сопоставление их значений с режимом работы тепловой сети;

осмотр тепловой сети в пределах КУ, запорной, предохранительной и регулирующей арматуры на наличие течей и парений греющего теплоносителя;

осмотр подмешивающих насосов КУ на наличие течей сетевой воды через сальники, проверка на ощупь температуры подшипников насосов;

проверка работоспособности вентиляторов (при наличии последних в составе КУ), целостности ограждающих устройств на входе и (или) выходе вентиляторов;

проверка открытого положения клапанов на входе воздуха в КУ;  
осмотр входной воздушной камеры КУ, удаление посторонних предметов, загромождающих проходное сечение калориферов со стороны входа воздуха;

осмотр внешних ограждающих конструкций КУ, проверка целостности запорных устройств на дверях и лючках воздушных камер КУ.

### 2.3. Сезонное техническое обслуживание КУ

2.3.1. Сезонное техническое обслуживание выполняется на КУ системы воздухоснабжения главного корпуса перед началом отопительного сезона, на КУ системы предварительного подогрева воздуха – в период текущего или капитального ремонта котла, но не реже одного раза в год. Сезонное техническое обслуживание выполняется силами эксплуатационного и ремонтного персонала ТЭС.

2.3.2. Сезонное техническое обслуживание предусматривает выполнение следующих операций:

продувка (промывка) наружной поверхности трубного пучка калориферов;

промывка внутренней поверхности трубного пучка калориферов (если это необходимо по результатам технической диагностики технологической схемы КУ);

вскрытие и чистка грязевиков;

опрессовка гидравлического тракта;

регулировка плотности прилегания створок воздушных клапанов и заслонок друг к другу в закрытом состоянии;

проверка управления электроприводами регулирующей и запорной арматуры тракта греющего теплоносителя и воздушных клапанов.

2.3.3. Продувка (промывка) наружной поверхности трубного пучка калориферов производится с целью повышения тепловой производительности КУ.

Поверхность нагрева калориферов продувают сжатым воздухом под давлением не выше 0,4–0,6 МПа от станционной разводки сжатого воздуха или от передвижного компрессора (типа ВКС-6, ДК-9, ПКСД-5.25) производительностью 0,08–0,17 м<sup>3</sup>/с. Для продувки используется резиновый шланг внутренним диаметром 0,020–0,025 м с коническим насадком диаметром выходного сечения 0,010–0,015 м (из расчета скорости истечения воздуха 300–400 м/с).

Если поверхность калорифера покрыта плотно слежавшимися пыльными отложениями с примесью масла, то применяется гидропневматический способ очистки с помощью тройника с насадком, присоединяющего гибкими шлангами к водяной и воздушной сетям. Давление воздуха рекомендуется поддерживать в пределах 0,4-0,6 МПа, а давление воды - 0,1 МПа. При чистке сначала медленно открывают водяной вентиль, а затем вентиль сжатого воздуха. Время чистки одного калорифера 8-10 мин.

Допускается продувка наружной поверхности калорифера низкопотенциальным паром, что также повышает эффективность очистки по сравнению с продувкой сжатым воздухом.

После очистки наружной поверхности калориферов производится влажная уборка воздушной камеры КУ.

2.3.4. Гидропневматическая промывка внутренней поверхности калориферов проводится отдельно от подводящих магистралей тепловой сети, для чего задвижка на обратной сетевой воде или конденсате грекшего пара закрывается.

Источником промывочной воды служит система водоснабжения ТЭС (в этом случае задвижка на прямой сетевой воде или подводе пара закрывается, подвод промывочной воды осуществляется через специальный штуцер) или непосредственно сетевая вода. Источником сжатого воздуха является общестанционная разводка или передвижной компрессор (см.п.2.3.3). Выпуск промывочной воды осуществляется через дренажные патрубки КУ.

Рекомендуемые режимы промывки - одновременная и непрерывная подача воды и сжатого воздуха или непрерывная подача воды и периодическая подача сжатого воздуха. Наибольший эффект имеет место при отношении расхода воздуха и воды 1:2 и скорости водовоздушной смеси в трубках 1-3 м/с. При промывке целесообразно выдерживать следующие давления: по воде 0,2-0,35 МПа, по воздуху 0,5-0,6 МПа.

При наличии в КУ нескольких блоков калориферов промывку осуществляют отдельно для каждого блока, начиная с дальнего по ходу сетевой воды. Промываемый блок калориферов заполняют водой, открывают задвижку на дренажном трубопроводе и одновременно открывают задвижку на подводе промывочной воды. Открывают задвижку на подводе сжатого воздуха и доводят его расход до расчетной величины. Чрез каждые 5-10 мин подача воздуха прекращается на 5 мин, после

чего вновь возобновляется. Промывка ведется до тех пор, пока на выходе из калориферов не будет чистая вода.

В процессе промывки необходимо следить за силой гидравлических ударов, не допуская опасных для целостности трубного пучка калориферов.

Гидропневматическая промывка выполняется по наряду-допуску под руководством специально назначенного лица из числа ИТР станции.

2.3.5. Чистка грязевиков от мусора и окалины осуществляется путем его разборки. При сборке грязевика рекомендуется заменить прокладку между крышкой и корпусом.

В случае промывки внутренней поверхности калориферов чистка грязевиков проводится после ее завершения.

2.3.6. Трубопроводный тракт КУ подвергается гидравлическому испытанию с целью выявления и устранения неплотностей. Гидравлическое испытание проводится пробным давлением, равным 1,25 рабочего, указанного в паспорте трубопроводного тракта, но не менее 0,2 МПа (если предприятие-изготовитель или проектная организация не определили иное давление, которое не должно быть менее 1,25 рабочего).

Для гидравлического испытания должна применяться вода с температурой 5–40°C. Давление в трубопроводе следует повышать плавно.

Время выдержки трубопровода и его элементов под пробным давлением должно быть не менее 10 мин. После снижения пробного давления до рабочего производится тщательный осмотр трубопровода. Трубопроводный тракт считается выдержаншим гидравлическое испытание, если не обнаружены течи, потеки в сварных соединениях, основном металле и фланцевых соединениях, видимые остаточные деформации.

Если гидравлическое испытание производится после ремонта, связанного со сваркой, процедура гидравлического испытания должна соответствовать требованиям "Правил устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды" (Л.: НИО ЦКТИ, 1991).

2.3.7. Регулировка плотности прилегания створок воздушных клапанов и заслонок друг к другу производится с целью исключения пропуска воздуха в закрытом состоянии. После выполнения регулировки производится контрольная проверка путем открывания и закрывания клапана или заслонки с помощью электропривода управления.

#### 2.4. Техническое обслуживание КУ с периодическим контролем

2.4.1. Техническое обслуживание с периодическим контролем проводится не реже одного раза в три года, а также после выполнения ремонта или реконструкции КУ с целью выявления технического состояния технологической схемы КУ и выполняется, как правило, специализированными наладочными организациями.

2.4.2. Техническое обслуживание с периодическим контролем предусматривает следующие основные виды работ:

подготовительные (изучение проектной и эксплуатационной документации, внешний осмотр оборудования КУ, составление ведомости дефектов, разработка программы по технической диагностике);

техническая диагностика воздушного тракта;

техническая диагностика технологической схемы;

разработка рекомендаций по наладке и совершенствованию КУ, составление технического отчета.

2.4.3. Техническое обслуживание с периодическим контролем проводится в зимний период эксплуатации. По результатам его проведения составляется технический отчет по форме, утвержденной главным инженером организации, проводящей обслуживание.

### 3. ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ КАЛОРИФЕРНОЙ УСТАНОВКИ

#### 3.1. Показатели качества технологической схемы КУ

3.1.1. Состояние технологической схемы КУ в процессе ее технического обслуживания оценивается системой следующих основных показателей:

отклонение температуры греющего теплоносителя на входе в КУ от температурного графика

$$\psi_{1\beta} = \frac{t_{1\beta}^P - t_{1\beta}^\Phi}{t_{1\beta}^P} 100\% ,$$

где - "р" и "φ" - индексы, относящиеся соответственно к расчетному и фактическому значениям определяемой величины;

отклонение температуры грекшего теплоносителя на выходе из КУ от температурного графика (для водяных калориферов):

$$\psi_{2\beta} = \frac{t_{2\beta}^P - t_{2\beta}^\phi}{t_{2\beta}^P} 100\% ;$$

отклонение температуры конденсата на выходе из КУ от температуры конденсации пара в калорифере (для паровых калориферов):

$$\Delta t_K = t_K - t_{2\beta} ,$$

где  $t_K, t_{2\beta}$  - температура конденсации пара и температура конденсата после КУ;

отклонение массового расхода грекшего теплоносителя через КУ от расчетного значения

$$\psi_\beta = \frac{G_\beta^P - G_\beta^\phi}{G_\beta^P} 100\% ;$$

отношение фактической теплопроизводительности КУ к требуемой в расчетном режиме

$$\psi_Q = \frac{Q^\phi}{Q^P} 100\% ;$$

степень загрязнения поверхности нагрева КУ

$$\psi_\delta = \left[ 1 - \left( \frac{\kappa^\phi}{\kappa^P} \right) \right] ,$$

где  $\kappa^\phi, \kappa^P$  - коэффициент теплопередачи калориферов соответственно фактический и расчетный (каталожный) для данной модели;

отклонение расхода нагреваемого воздуха через КУ от расчетного значения

$$\psi_{boz} = \frac{L_{boz}^{\rho} - L_{boz}^{\phi}}{L_{boz}^{\rho}} 100\% ;$$

степень неравномерности нагрузки отдельных калориферов по воздуху

$$\psi_h = \frac{L_{boz}^{max} - L_{boz}^{min}}{L_{boz}^{max}} 100\% ,$$

где  $L_{boz}^{max}$ ,  $L_{boz}^{min}$  – расход воздуха соответственно через более и менее нагруженные калориферы КУ;

относительные подсосы холодного воздуха через неплотности воздушного тракта (при расположении КУ на всасывающем участке тракта)

$$\psi_{под} = \frac{L_{boz}^{\beta} - L_{boz}^{KU}}{L_{boz}^{\beta}} 100\% ,$$

где  $L_{boz}^{\beta}$ ,  $L_{boz}^{KU}$  – расход воздуха соответственно на всасе вентилятора и через калориферы КУ.

3.1.2. Дополнительным показателем качества технологической схемы КУ ТЭС является относительная управляемость теплопроизводительностью КУ.

Для КУ с регулированием теплопроизводительности путем изменения расхода воздуха через калориферы относительная управляемость определяется по формуле

$$\psi_{yb} = \frac{Q_{yb}^{\phi} - Q_{yb}^{\rho}}{Q_{yb}^{\phi}} 100\% ,$$

где  $Q_{oc}^\phi$ ,  $Q_{\beta c}^\phi$  - фактическая теплопроизводительность КУ, вычисленная по параметрам греющего теплоносителя при положениях дроссельного воздушного клапана помимо калориферов соответственно "Открыто" и "Закрыто".

Для КУ с подмешивающими насосами относительная управляемость определяется отдельно для дроссельных клапанов подачи сетевой ( $\psi_{yo}$ ) и подмешиваемой ( $\psi_{yn}$ ) воды

$$\psi_{yo} = \frac{Q_{oc}^\phi - Q_{\beta c}^\phi}{Q_{oc}^\phi} 100\%;$$

$$\psi_{yn} = \frac{Q_{\beta n}^\phi - Q_{\alpha n}^\phi}{Q_{\beta n}^\phi} 100\%,$$

где  $Q_{oc}^\phi$ ,  $Q_{\beta c}^\phi$  - фактическая теплопроизводительность КУ, вычисленная по параметрам греющего теплоносителя при положениях дроссельного клапана подачи сетевой воды соответственно "Открыто" и "Закрыто";

$Q_{\beta n}^\phi$ ,  $Q_{\alpha n}^\phi$  - фактическая теплопроизводительность КУ, вычисленная по параметрам греющего теплоносителя при положениях дроссельного клапана подачи подмешиваемой воды соответственно "Закрыто" и "Открыто".

3.1.3. Состояние технологической схемы КУ количественно оценивается с помощью системы неравенств, объединяющих фактические и допустимые значения показателей качества:

$$-2\% \leq \psi_{1\beta} \leq 2\%;$$

$$-10\% \leq \psi_{2\beta} \leq 5\%;$$

$$\Delta t_K \leq 10\%;$$

$$\begin{aligned}-5\% &\leq \psi_{\beta} \leq 5\%; \\100\% &\leq \psi_{\alpha} \leq 110\%; \\0\% &\leq \psi_{\gamma} \leq 20\%; \\-10\% &\leq \psi_{\delta\theta\beta} \leq 10\%; \\0\% &\leq \psi_{\mu} \leq 15\%; \\0\% &\leq \psi_{под} \leq 5\%; \\\psi_{y\beta} &\geq 85\%; \quad \psi_{y\alpha} \geq 60\%; \quad \psi_{y\mu} \geq 30\%.\end{aligned}$$

### 3.2. Техническая диагностика воздушного тракта КУ

3.2.1. Целью технической диагностики воздушного тракта КУ является определение фактических значений расходных и термодинамических параметров потока воздуха в различных сечениях тракта.

3.2.2. Техническая диагностика воздушного тракта предусматривает выполнение следующих работ:

определение объемного и массового расходов воздуха через калориферы при полной нагрузке их воздухом;

определение объемного и массового расходов воздуха через дроссельный воздушный клапан помимо калориферов при полном его открытии;

определение объемного и массового расходов воздуха на всасе вентилятора (при его наличии и расположении КУ на всасывающем участке воздушного тракта).

3.2.3. Объемный расход воздуха в соответствующих сечениях воздушного тракта определяется как произведение площади проходного сечения на среднюю скорость воздушного потока.

Измерение скорости воздушного потока производится крильчатым анемометром АСО-3 (в диапазоне 0,2-5 м/с) или чашечным анемометром НС-13 (в диапазоне 1-20 м/с). Измерение скорости воздушного потока в выходном сечении калориферов производится на расстоянии 0,10-0,15 м от его рабочей поверхности.

3.2.4. Массовый расход воздуха в соответствующих сечениях воздушного тракта определяется как произведение объемного расхода на плотность воздуха, соответствующую его барометрическому давлению и средней измеренной температуре в данном сечении.

Измерение барометрического давления производится барометром-анероидом. Измерение температуры воздушного потока производится датчиком на базе термометра сопротивления ТСМ-1388 в комплекте с мостом типа КВМ в качестве вторичного прибора. Измерение температуры воздушного потока в выходном сечении калориферов производится на расстоянии 0,3-0,5 м от его рабочей поверхности.

3.2.5. При обработке результатов диагностики воздушного тракта определяются численные значения соответствующих показателей качества по п.3.1.1. На основании анализа полученных данных составляется заключение о техническом состоянии воздушного тракта и при необходимости разрабатываются мероприятия по его наладке и совершенствованию.

### 3.3. Техническая диагностика технологической схемы КУ

3.3.1. Целью технической диагностики технологической схемы КУ является определение фактических значений расходных и термодинамических параметров грекущего теплоносителя и тепловых параметров КУ в целом.

3.3.2. Техническая диагностика технологической схемы предусматривает определение:

температуры и массового расхода грекущего теплоносителя через КУ;

фактической тепловой производительности КУ;

коэффициента загрязнения поверхности нагрева КУ;

относительной управляемости тепловой производительностью КУ.

3.3.3. Техническая диагностика технологической схемы проводится при двух режимах работы КУ – в режиме максимальной тепловой производительности (когда дроссельный воздушный клапан помимо калориферов закрыт, подмешивающий насос остановлен и клапан подачи подмешивающей воды закрыт, клапан подачи грекущего теплоносителя полностью открыт) и в режиме нормативной тепловой производительности (когда температура воздуха на выходе КУ максимально приближена к требуемому значению для тех условий, при которых проводится диагностика).

Измерения в режиме максимальной тепловой производительности используют для вычисления отношения фактической тепловой произво-

дительности к требуемой в расчетном режиме, отклонения массового расхода греющего теплоносителя от расчетного значения и коэффициента загрязнения поверхности нагрева.

Измерения в режиме нормативной тепловой производительности используются для вычисления отклонения температуры греющего теплоносителя на входе и выходе КУ (отклонения температуры конденсата греющего пара на выходе КУ).

3.3.4. Температура греющего теплоносителя на входе и выходе КУ определяется по показаниям штатных приборов.

Массовый расход греющего теплоносителя определяется путем непосредственного измерения с помощью расходомерного сужающего устройства (диафрагмы) на подводящем трубопроводе. Расчет и установка диафрагмы производится в соответствии с "Правилами измерения расхода газов и жидкостей стандартными сужающими устройствами. РД 50-213-80" (М.: Изд-во стандартов, 1982).

С учетом условий эксплуатации допускается временная установка расходомерной диафрагмы на период проведения диагностики, для чего на трубопроводе предусматривается фланцевый разъем с проставкой, удаляемой при установке диафрагмы.

3.3.5. Фактическая тепловая производительность КУ определяется по формуле

$$Q^\Phi = G_{\theta_0} c_p (t_2 - t_1), \text{ BT}$$

где  $G_{\theta_0}$  - массовый расход воздуха через калориферы, кг/с;  $c_p$  - теплоемкость воздуха, кДж/(кг·К);  $t_1$  и  $t_2$  - температура воздуха до и после КУ, °С.

3.3.6. Фактический коэффициент теплопередачи КУ определяется по формуле

$$\kappa^\Phi = \frac{Q^\Phi}{F \left[ \frac{t_{18} + t_{28}}{2} - \frac{t_2 - t_1}{2} \right]}, \text{ BT}/(m^2 \cdot K),$$

где  $F$  - площадь поверхности нагрева КУ,  $m^2$ .

3.3.7. При обработке результатов диагностики технологической схемы определяются численные значения соответствующих показателей качества по пп.3.1.1 и 3.1.2. На основании анализа полученных данных составляется заключение о состоянии технологической схемы и разрабатываются мероприятия по ее наладке и совершенствованию.

Приложение I  
(Справочное)

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАЛОРИФЕРОВ

Модель и номер калорифера	Площадь поверхности нагрева, м <sup>2</sup>	Площадь живого сечения, м <sup>2</sup>		Масса, кг
		по воздуху	по теплоносителю	
I	2	3	4	5

Калориферы стальные, пластинчатые, одноходовые  
(теплоноситель – пар, вода)

КВБ-2	9,9	0,115	0,0046	53
КВБ-3	13,2	0,154	0,0061	69
КВБ-4	16,7	0,195	0,0061	85
КВБ-5	20,9	0,244	0,0076	106
КВБ-6	25,3	0,295	0,0076	125
КВБ-7	30,4	0,354	0,0092	152
КВБ-8	35,7	0,416	0,0092	174
КВБ-9	41,6	0,486	0,107	201
КВБ-10	47,8	0,558	0,107	224

Калориферы стальные, пластиччатые, одноходовые, средней модели (теплоноситель – пар, вода)

КЗ III-2	9,9	0,115	0,0046	56
КЗ III-3	13,2	0,154	0,0061	75
КЗ III-4	16,7	0,195	0,0061	90
КЗ III-5	20,9	0,244	0,0076	110
КЗ III-6	25,3	0,295	0,0076	129
КЗ III-7	30,4	0,354	0,0092	155
КЗ III-8	35,7	0,416	0,0092	178
КЗ III-9	41,6	0,486	0,107	204
КЗ III-10	47,8	0,558	0,107	232
КЗ III-11	54,6	0,638	0,0122	260

П р о д о л ж е н и е п р и л о ж е н и я I

Модель и номер калорифера	Площадь поверхности нагрева, м <sup>2</sup>	Площадь живого сечения, м <sup>2</sup>		Масса, кг
		по воздуху	по теплоносителю	
I	2	3	4	5

Калориферы стальные, пластинчатые, одноходовые,  
большой модели (теплоноситель - пар, вода)

K4 III-2	12,7	0,115	0,0061	72,5
K4 III-3	16,9	0,154	0,0082	81
K4 III-4	21,4	0,195	0,0082	114
K4 III-5	26,8	0,244	0,0102	140
K4 III-6	32,4	0,295	0,0102	164
K4 III-7	38,9	0,354	0,0102	196
K4 III-8	45,7	0,416	0,0122	225
K4 III-9	53,3	0,486	0,0143	259
K4 III-10	61,2	0,558	0,0143	293
K4 III-II	69,9	0,638	0,0163	332

Калориферы стальные, спирально-навивные, одноходовые,  
средней модели (теплоноситель - пар, вода)

K ФСО-2	9,77	0,0913	0,0061	51,3
K ФСО-3	13,43	0,12	0,0084	66
K ФСО-4	17,06	0,153	0,0084	80
K ФСО-5	21,71	0,167	0,0107	101
K ФСО-6	26,29	0,227	0,0107	119
K ФСО-7	30,06	0,271	0,0122	123
K ФСО-8	35,28	0,318	0,0122	140
K ФСО-9	41,89	0,375	0,0145	159
K ФСО-10	48,22	0,431	0,0145	178
K ФСО-II	55,84	0,497	0,0168	206

Калориферы стальные, спирально-навивные, одноходовые,  
большой модели (теплоноситель - пар, вода)

K ФБО-2	13,2	0,0913	0,0081	62
K ФБО-3	16,28	0,112	0,01	77

П р о д о л ж е н и е п р и л о ж е н и я I

Модель и номер калорифера	Площадь поверхности нагрева, м <sup>2</sup>	Площадь живого сечения, м <sup>2</sup>		Масса, кг
		по воздуху	по теплоносителю	
I	2	3	4	5
К ФБО-4	20,68	0,143	0,011	94
К ФБО-5	26,88	0,182	0,0132	121
К ФБО-6	32,55	0,222	0,0132	142
К ФБО-7	40,06	0,271	0,0163	152
К ФБО-8	47,04	0,318	0,0163	174
К ФБО-9	55,86	0,375	0,0193	206
К ФБО-10	64,29	0,431	0,0193	230
К ФБО-11	71,06	0,475	0,0213	258

Калориферы стальные, пластинчатые, многоходовые, средней модели (теплоноситель – вода)

К3 ВП-2	9,9	0,115	0,00076	55
К3 ВП-3	13,2	0,154	0,00076	72
К3 ВП-4	16,7	0,195	0,00076	87
К3 ВП-5	20,9	0,244	0,00096	107
К3 ВП-6	25,3	0,295	0,00096	125
К3 ВП-7	30,4	0,354	0,00114	148
К3 ВП-8	35,7	0,415	0,00114	172
К3 ВП-9	41,6	0,485	0,00178	198
К3 ВП-10	47,8	0,558	0,00178	225
К3 ВП-11	54,6	0,638	0,00203	253

Калориферы стальные, пластинчатые, многоходовые, большой модели (теплоноситель – вода)

К4 ВП-2	12,7	0,115	0,00102	70
К4 ВП-3	16,9	0,154	0,00102	78
К4 ВП-4	21,4	0,195	0,00102	110
К4 ВП-5	26,8	0,244	0,00127	135
К4 ВП-6	32,4	0,295	0,00127	160
К4 ВП-7	38,9	0,354	0,00153	190

П р о д о л ж е н и е п р и л о ж е н и я I

Модель и номер калорифера	Площадь поверхности нагрева, м <sup>2</sup>	Площадь живого сечения, м <sup>2</sup>		Масса, кг
		по воздуху	по теплоносителю	
I	2	3	4	5

K4 ВП-8	45,7	0,415	0,00153	219
K4 ВП-9	53,3	0,485	0,00237	255
K4 ВП-10	61,2	0,558	0,00237	289
K4 ВП-II	69,9	0,638	0,00271	327

Калориферы стальные, пластиинчатые, многоходовые, средней модели (теплоноситель - вода)

KB C6-II	11,4	0,1392		56
KB C7-II	14,16	0,1720		66
KB C8-II	16,92	0,2048	0,001159	75
KB C9-II	19,56	0,2376		84
KB C10-II	25,08	0,3022		102
KB C11-II	72	0,8665	0,00232	263
KB C12-II	108	1,2985	0,00347	389

Калориферы стальные, пластиинчатые, многоходовые, большой модели (теплоноситель - вода)

KBB-6II	15,14	0,1392		73
KBB-7II	18,81	0,172		84
KBB-8II	22,84	0,2048	0,001544	96
KBB-9II	26	0,2376		109
KBB-10II	33,34	0,3033		134
KBB-11II	95,63	0,8655	0,0031	351
KBB-12II	143,5	1,2985	0,0046	518

Калориферы биметаллические, многоходовые, с накатным теплообменным элементом (теплоноситель - вода)

KСк3-6-02ХЛ3	10,85	0,1135	0,000847	46
KСк3-7-02ХЛ3	13,37	0,1395	0,000847	51
KСк3-8-02ХЛ3	15,89	0,1659	0,000847	59
KСк3-9-02ХЛ3	18,41	0,1923	0,000847	65

## Окончание приложения I

Модель и номер калорифера	Площадь поверхности нагрева, м <sup>2</sup>	Площадь живого сечения, м <sup>2</sup>		Масса, кг
		по воздуху	по теплоносителю	
I	2	3	4	5
KСк3-I0-02ХЛ3	23,43	0,245I	0,000847	76
KСк3-II-02ХЛ3	68,0I	0,6988	0,001300	193
KСк3-I2-02ХЛ3	I02,5	I,0469	0,001943	286
KСк4-6-02ХЛ3	I4,26	0,II35	0,00II13	57
KСк4-7-02ХЛ3	I7,57	0,I30	0,00II13	65
KСк4-8-02ХЛ3	20,88	0,I659	0,00II13	73
KСк4-9-02ХЛ3	24,19	0,I923	0,00II13	82
KСк4-I0-02ХЛ3	30,82	0,245I	0,00II13	99
KСк4-II-02ХЛ3	90,04	0,6988	0,00I707	25I
KСк4-I2-02ХЛ3	I36,02	I,0469	0,002580	370
Калориферы стальные, с проволочным оребрением, многоходовые (теплоноситель - вода)				
CO-II0	II0	2,65	0,0058	550

Приложение 2  
(Справочное)ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КЛАПАНОВ  
ВОЗДУШНЫХ УТСИЛЕННЫХ КВУ И П

Размеры клапана, мм	Марка исполнительного механизма	Мощность электронагревателя (кВт) при соединении	
		смешанном	параллельном
600xI000	МЭ0-4/I00	0,3	I,2
I600xI000	То же	0,8	3,6
I800xI000	МЭ0-I0/I00	I,07	4,4
I800xI400	То же	I,07	4,4
2400xI000	-"-	I,2	5,6
2400xI400	-"-	I,2	5,6

Приложение 3  
(Справочное)

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
ВОЗДУШНЫХ ЗАСЛОНОК ПРЯМОУГОЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ

Размеры сечения присоединяемого воздуховода, мм	Размеры проходного сечения, мм		Масса, кг	
	ширина	высота	с электроприводом	с ручным приводом
200x200	200	204	11,2	4,8
200x250	250	204	11,9	5,5
200x400	400	204	13,5	7,1
250x250	250	250	12,3	5,9
250x400	400	250	14,1	7,6
250x500	500	250	15,8	8,7
400x400	400	400	16,9	10,5
400x500	500	400	18,4	12
400x800	800	400	22,8	16,4
500x500	500	500	15,8	13,4
500x800	800	500	24,7	18,3
500x1000	1000	500	27,9	21,3
800x800	800	800	32,6	26,2
800x1000	1000	800	36,9	30,5
1000x1000	1000	1000	42,8	36,4

Приложение 4  
(Справочное)

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
ЗАПОРНОЙ И ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОЙ АРМАТУРЫ

Арматура	Шифр	Условное давление, МПа	Предельно-допустимая рабочая температура, °C	Диаметр условного прохода, мм	Привод
I	2	3	4	5	6
Вентиль запорный муфтовый чугунный	I5ч8п2 I5ч18п1 I5ч18п2	1,5 1,6 1,6	255 225 225	15-80 15-50 15-50	Ручной То же "-"
Вентиль запорный фланцевый чугунный	I5ч9п2 I5ч14бр I5ч16п I5ч16бр	1,6 1,6 2,5 2,5	225 225 225 225	25-50 65-200 32-80 32-80	"-" "-" "-" "-"
Вентиль запорный фланцевый стальной	I5с22нж	4,0	425	40-200	"-
Вентиль запорный прямоточный фланцевый стальной	I5с58нж	1,6	425	25-150	"-
Вентиль запорный фланцевый стальной	I5с922нж	4,0	425	50-200	Электрический

## Окончание приложения 4

I	2	3	4	5	6
Вентиль запорный фланцевый	I5к4877бр	1,6	150	25	Электромагнитный
		1,6	150	50	То же
		0,6	150	65	-"-
Задвижка параллельная чугунная	30ч6бр	1,0	225	50-400	Ручной
Задвижка клиновая чугунная	31ч6нж	1,0	225	50-150	То же
Задвижка параллельная чугунная	30ч906бр	1,0	225	100-400	Электрический
Задвижка клиновая чугунная	31ч906нж	1,0	225	100-150	То же
Задвижка клиновая стальная	30с997нж	2,5	300	100-250	-"-
Клапан предохранительный фланцевый чугунный	I7ч5бр	1,6	225	80-125	Однорычажный Двухрычажный
Клапан предохранительный стальной	I7с3нж	2,5	425	50-80	Однорычажный
	I7с5нж	2,5	425	80-125	Двухрычажный
Клапан обратный фланцевый чугунный	I6ч6п	1,6	225	65-150	-
	I6ч6п	1,6	225	65-150	-
Клапан обратный фланцевый стальной	I6сI3нж	4,0	425	40-200	-
		1,0	225	200-300	-
Клапан обратный фланцевый чугунный	I9сI7нж	4,0	425	50-600	-
Клапан обратный фланцевый стальной					

Приложение 5  
(Справочное)

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
РЕГУЛИРУЮЩЕЙ АРМАТУРЫ

Клапан регулирующий	Наибольшее допустимое рабочее давление, МПа	Диаметр условного прохода, мм	Допустимая рабочая температу- ра, °C	Условная пропускная способность, м <sup>3</sup> /с
6с-7-2	2,5	100	300	0,0686
6с-7-3	2,5	100	300	0,0490
6с-7-4	2,5	150	300	0,1372
6с-7-5	6,4	150	300	0,08134
8с-7-1	6,4	50	300	0,01764
9с-3-3-4	42,5	50	425	0,002347
В-423-91	10	65	230	0,00637
В-423-92	10	65	230	0,01225
В-627-(4)	38	50	280	0,003724
В-627-(5)	38	50	280	0,006076
25493Iнж	1,6	40	300	0,01111
25493Iнж	1,6	50	300	0,0175
25493Iнж	1,6	80	300	0,0444

Приложение 6  
(Справочное)

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАСОСОВ  
ПОДДАЮЩИХ (ТЕМПЕРАТУРА РАБОЧЕЙ СРЕДЫ ДО 105°С)

Насос	Подача, $m^3/s \cdot 10^{-4}$	Напор, кПа	Диаметр рабочего колеса, мм	Электродвигатель		
				тип	мощность, кВт	частота вращения, 1/с
K8/I8	I6-39	200-I40	I28	A0J2-2I-2	1,5	47,67
K20/30	28-83	340-235	I62	A0J2-32-2	4	48,0
K20/I8	30-61	205-I70	I29	A0J2-22-2	2,2	47,67
K45/55	83-I67	600-420	I18	A02-62-2	I7	48,33
K45/30	83-I67	330-250	I68	A02-42-2	7,5	48,5
K90/85	I94-390	930-590	272	A02-82-2	55	48,7
K90/55	I50-306	600-470	I18	A02-72-2	22	48,33
K90/35	I89-334	360-265	I74	A02-62-2	I7	48,33
K90/20	I66-278	250-I85	I48	A02-42-2	7,5	48,5
KI60/30	305-665	350-235	328	A02-72-4	30	24,25
KI60/20	305-500	225-I60	264	A02-6I-4	I3	24,17
K290/30	560-950	320-245	315	A02-8I-4	40	24,25
K290/I8	560-I005	205-I20	268	A02-7I-4	22	24,25

## С О Д Е Р Ж А Н И Е

Введение .....	3
I. Калориферные установки тепловых электрических станций .....	4
2. Система технического обслуживания калориферных установок ТЭС .....	II
3. Техническая диагностика технологической схемы калориферной установки .....	16
Приложение I. Основные технические характеристики калориферов .....	23
Приложение 2. Основные технические характеристики клапанов воздушных утепленных КВУ и П .....	27
Приложение 3. Основные технические характеристики воздушных заслонок прямоугольного сечения .....	28
Приложение 4. Основные технические характеристики запорной и предохранительной арматуры .....	29
Приложение 5. Основные технические характеристики регулирующей арматуры .....	31
Приложение 6. Основные технические характеристики насосов подмешивающих .....	32

Подписано к печати 19.02.93

Формат 60x84 I/16

Печать офсетная Усл.печ.л.1,86 Уч.-изд.л. 1,8 Тираж 450 экз.

Заказ № 33/93 Издат. № 92099

Производственная служба передового опыта эксплуатации  
энергогородпредприятий ОРГРЭС

105023, Москва, Семеновский пер., д.15

Участок оперативной полиграфии СПО ОРГРЭС  
109432, Москва, 2-й Кожуховский проезд, д.29, строение 6