РОССИЙСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ
«ЕЭС РОССИИ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ НАГРЕВА КОТЛОВ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

РД 34.26.609-97

СЛУЖБА ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА ОРГРЭС

МОСКВА

gost.e-ecolog.ru

Разработано Департаментом Генеральной инспекции по эксплуатации электростанций и сетей РАО "ЕЭС России"

Исполнитель *В.К.ПАУЛИ*

Согласовано с Департаментом науки и техники, Департаментом эксплуатации энергосистем и электростанций, Департаментом технического перевооружения, ремонта и машиностроения "Энергореновация"

Утверждено РАО "ЕЭС России" 26.02.97

Вице-президент *О.В. БРИТВИН*

© СПО ОРГРЭС, 1998

Подписано к печати 12 05 98 | Формат 60x84 1/8
Печать офсетная | Усл. печ л 1,9 Уч -изд. л. 2,1 | Тираж 530 экз.
Заказ № 50192 | Издат. № 97077

Производственная служба передового опыта эксплуатации энергопредприятий ОРГРЭС
105023, Москва, Семеновский пер., д.15
Участок оперативной полиграфии СПО ОРГРЭС
109432, Москва, 2-й Кожуховский проезд, д.29, строение 6

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ
ПОВЕРХНОСТЕЙ НАГРЕВА КОТЛОВ
ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

РД 34 26 609-97

Срок действия установлен с 01 06 98

Настоящими Методическими указаниями устанавливается порядок организации технического обслуживания поверхностей нагрева котлов тепловых электростанций с целью введения в эксплуатационную практику эффективного малозатратного механизма обеспечения надежности поверхностей нагрева котлов

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Эффективный малозатратный механизм обеспечения надежности поверхностей нагрева котлов в первую очередь предполагает исключение отклонений от требований ПТЭ и другой НТД и РД при их эксплуатации, то есть существенное повышение уровня эксплуатации Другое эффективное направление — это введение в практику эксплуатации котлов системы профилактического технического обслуживания поверхностей нагрева Необходимость введения такой системы обусловлена рядом причин

1 После проведения плановых ремонтов в эксплуатации остаются трубы или их участки, которые из-за неудовлетворительных физико-химических свойств или возможного развития дефектов металла попадают в группу "риска", что приводит к их последующему повреждению и остановам котлов. Кроме того, это могут быть проявления недостатков изготовления, монтажа и ремонта

2 В процессе эксплуатации группа "риска" пополняется за счет недостатков эксплуатации, выраженных нарушениями температурного и водно-химического режима, а также недостатками в организации защиты металла поверхностей нагрева котлов при длительных простоях из-за несоблюдения требований консервации оборудования

3 По сложившейся практике на большинстве электростанций при аварийных остановах котлов или энергоблоков из-за повреждений поверхностей нагрева проводится только восстановление (или отглушение) поврежденного участка и устранение сопутствующих дефектов, а также дефектов на других участках оборудования, которые препятствуют пуску или нормальной дальнейшей эксплуатации Такой подход, как правило, приводит к тому что повреждения повторяются и происходят аварийные или неплановые остановы котлов (энергоблоков) В то же время с целью поддержания надежности поверхностей нагрева на допустимом уровне в плановые ремонты котлов выполняются специальные меры, включающие в себя замену в целом отдельных поверхностей нагрева, замену их блоков (участков), замену отдельных элементов (труб или участков труб)

При этом используются различные методы расчета ресурса металла труб, по которым планируется их замена, однако в большинстве случаев основными критериями замены является не состояние металла, а частота повреждений, приходящихся на одну поверхность Такой подход приводит к тому, что в ряде случаев происходит необоснованная замена металла, который по своим физико-химическим свойствам соответствует требованиям длительной прочности и мог бы еще оставаться в эксплуатации А так как причина ранних повреждений в большинстве случаев остается неустановленной, то она снова примерно через такой же период эксплуатации проявляется и вновь ставит задачи замены тех же поверхностей нагрева

Этого можно избежать, если комплексно применить методологию технического обслу-

живания поверхностей нагрева котлов, которая должна включать в себя следующие постоянно используемые составляющие:

1. Учет и накопление статистики повреждаемости.

2. Анализ причин и их классификация.

3. Прогнозирование предполагаемых повреждений на основе статистико-аналитического подхода.

4. Дефектация инструментальными методами диагностики.

5. Составление ведомостей объемов работ на ожидаемый аварийный, неплановый или плановый кратковременный останов котла (энергоблока) для текущего ремонта второй категории.

6. Организация подготовительных работ и входной контроль основных и вспомогательных материалов.

7. Организация и проведение намеченных работ по восстановительному ремонту, профилактической диагностике и дефектации визуальными и инструментальными методами и превентивной замене участков поверхностей нагрева.

8. Контроль за проведением и приемка поверхностей нагрева после выполнения ремонтных работ.

9. Контроль (мониторинг) за эксплуатационными нарушениями, разработка и принятие мер по их предотвращению, совершенствование организации эксплуатации.

В той или иной степени поэлементно все составляющие методологии технического обслуживания на электростанциях используются, однако комплексного применения в достаточной степени еще нет В лучшем случае производится серьезная выбраковка при проведении плановых ремонтов Однако практика показывает необходимость и целесообразность введения системы профилактического технического обслуживания поверхностей нагрева котлов в межремонтный период. Это позволит в самый короткий срок существенно повысить их надежность при минимальных затратах средств, труда и металла.

Согласно основным положениям "Правил организации технического обслуживания и ремонта оборудования, зданий и сооружений электростанций и сетей" (РДПр 34-38-030-92) техническое обслуживание и ремонт предусматривают выполнение комплекса работ, направленных на обеспечение исправного состояния оборудования, надежной и экономичной его эксплуатации, проводимых с определенной периодичностью и последовательностью, при оптимальных трудовых и материальных затратах. При этом техническое обслуживание действующего оборудования электростанций рассматривается как выполнение комплекса мероприятий (осмотр, контроль, смазка, регулировка и т.п.) не требующих вывода его в текущий ремонт. В то же время в ремонтном цикле предусматривается Т2 -текущий ремонт второй категории с кратковременным плановым остановом котла или энергоблока. Количество, сроки и продолжительность остановов для Т2 планируются электростанциями в пределах норматива на Т2, который составляет 8-12 дополнительных суток (по частям) в год в зависимости от типа оборудования.

В принципе Т2 — это время, предоставляемое электростанции в межремонтный период для устранения накапливающихся в процессе эксплуатации мелких неисправностей. Но при этом должно проводиться и техническое обслуживание ряда ответственных или "проблемных" узлов, имеющих сниженную надежность. Однако на практике из-за стремления обеспечить выполнение заданий по рабочей мощности в подавляющем большинстве случаев лимит Т2 оказывается исчерпан неплановыми остановами, при которых прежде всего ремонтируется поврежденный элемент и устраняются дефекты, препятствующие пуску и дальнейшей нормальной эксплуатации. Для целевого технического обслуживания времени не остается, и не всегда готовятся и имеются ресурсы.

Сложившееся положение можно исправить, если использовать в практике следующие выводы:

— поверхности нагрева, как важный элемент, определяющий надежность котла (энергоблока), нуждаются в профилактическом техническом обслуживании;

— планирование работ должно производиться не только под зафиксированную в годовом графике дату, но и под факт непланового (аварийного) останова котла или энергоблока,

— регламент технического обслуживания поверхностей нагрева и объем предстоящих ра-

бот должен быть определен и доведен до всех исполнителей заранее не только до даты ожидаемого по плану останова, но и аналогично заблаговременно к любому возможному ближайшему аварийному (неплановому) останову;

— независимо от формы останова должен быть предопределен сценарий совмещения ремонтно-восстановительных, профилактических и диагностических работ.

II. СИСТЕМА СТАТИСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ НАДЕЖНОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ НАГРЕВА КОТЛОВ ТЭС

В управлении надежностью энергетического оборудования (в данном случае котлов) статистика повреждаемости играет существенную роль, так как позволяет получить всестороннюю характеристику надежности объекта.

Использование статистического подхода проявляется уже на первом этапе планирования мероприятий, направленных на повышение надежности поверхностей нагрева. Здесь статистика повреждаемости выполняет задачу прогнозирования критического момента как одного из признаков, определяющих необходимость принятия решения на замену поверхности нагрева Однако анализ показывает, что упрощенный подход к определению критического момента статистики повреждаемости зачастую приводит к необоснованным заменам труб поверхностей нагрева, которые еще не исчерпали свой ресурс.

Поэтому важной частью всего комплекса задач, входящих в систему профилактического технического обслуживания, является составление оптимального объема конкретных работ, направленных на исключение повреждений поверхностей нагрева в условиях нормальной регламентной эксплуатации. Ценность технических средств диагностики несомненна, однако на первом этапе более целесообразен статистико-аналитический подход, который позволяет определить (очертить) границы и зоны повреждаемости и тем самым свести до минимума затраты средств и ресурсов на следующих этапах дефектации и профилактических превентивных замен труб поверхностей нагрева.

Для повышения экономической эффективности планирования объемов замены поверхностей нагрева необходимо учитывать основную цель статистического метода — повышение обоснованности выводов за счет использования вероятностной логики и факторного анализа, которые на основе совмещения пространственных и временных данных позволяют построить методологию повышения объективности определения критического момента на основании статистически связанных признаков и факторов, скрытых от непосредственного наблюдения. С помощью факторного анализа должна не просто устанавливаться связь событий (повреждений) и факторов (причин), но и определяться мера этой связи и выявляться основные факторы, лежащие в основе изменений надежности.

Для поверхностей нагрева важность этого вывода обусловлена тем, что причины повреждаемости действительно носят многофакторную природу и большое количество классификационных признаков. Поэтому уровень применяемой статистической методологии должны определять многофакторность, охват количественных и качественных показателей и постановка задач под желаемые (ожидаемые) результаты.

Прежде всего надежность следует представить в виде двух составляющих:

конструкционная надежность, определяемая качеством проектирования и изготовления, и эксплуатационная надежность, определяемая условиями эксплуатации котла в целом. Соответственно и статистика повреждаемости должна исходить также из двух составляющих:

— статистика первого рода — изучение опыта эксплуатации (повреждаемости) однотипных котлов других электростанций для представления очаговых зон на подобных котлах, что позволит отчетливо вычленить конструктивные недостатки. И в то же время это даст возможность увидеть и очертить для собственных котлов вероятностные очаговые зоны повреждаемости, по которым затем целесообразно "пройтись", наряду с визуальной дефектацией, средствами технической диагностики;

— статистика второго рода — обеспечение учета повреждений на собственных котлах. При этом целесообразно вести фиксированный учет повреждаемости на вновь устанавливаемых участках труб или участках поверхностей нагрева, который поможет выявить скрытые причины, приводящие к повторению повреждения через сравнительно короткое время

Ведение статистики первого и второго рода обеспечит нахождение зон целесообразности применения средств технической диагностики и превентивной замены участков поверхностей нагрева. При этом необходимо вести также и целевую статистику — учет мест, отдефектованных визуально и средствами инструментальной и технической диагностики.

Методология использования статистических методов выделяет в себе следующие направления

— описательная статистика, включающая в себя группировку, графическое представление, качественное и количественное описание данных;

— теория статистического вывода, используемая в исследованиях для предсказания результатов по данным обследования;

— теория планирования эксперимента, служащая для обнаружения причинных связей между переменными состояния исследуемого объекта на основе факторного анализа.

На каждой электростанции статистические наблюдения должны вестись по специальной программе, представляющей собой систему статистического контроля надежности — ССКН В программе должны содержаться конкретные вопросы, на которые необходимо дать ответ в статистическом формуляре, а также обосновываются вид и метод проведения наблюдения.

Программа, характеризующая главную цель статистического исследования, должна носить комплексный характер.

Статистическая система контроля надежности должна включать в себя процесс накопления сведений о повреждениях, их систематизацию и нанесение на формуляры поверхностей нагрева, которые заведены независимо от ремонтных формуляров для имеющих повреждаемость поверхностей. В приложениях 1 и 2 для примера приведены формуляры конвективного и ширмового пароперегревателей. Формуляр представляет собой вид по развернутой части поверхности нагрева, на которой отмечается место повреждения (х) и ставится индекс, например 4-1, где первая цифра означает порядковый номер события, вторая цифра для конвективного пароперегревателя номер трубы в рядах при счете сверху, для ширмового пароперегревателя — номер ширмы по установленной для данного котла системе нумерации. В формуляре предусмотрена графа идентификации причин, куда вносятся результаты расследования (анализа), и графа мероприятий, направленных на предотвращение повреждений

Использование средств вычислительной техники (персональных компьютеров, объединенных в локальную сеть) значительно повышает эффективность системы статистического контроля надежности поверхностей нагрева При разработке алгоритмов и компьютерных программ ССКН целесообразно ориентироваться на последующее создание на каждой электростанции комплексной информационно-экспертной системы "Надежность поверхностей нагрева котлов".

Позитивные результаты статистико-аналитического подхода к дефектации и определению мест предполагаемых повреждений поверхностей нагрева заключаются в том, что статистический контроль позволяет определить очаги повреждений, а факторный анализ позволяет увязать их с причинами.

При этом надо учитывать, что метод факторного анализа имеет определенные слабые стороны, в частности, отсутствует однозначное математическое решение проблемы факторных нагрузок, т.е. влияние отдельных факторов на изменения различных переменных состояния объекта.

Это можно представить в виде примера: допустим, определили остаточный ресурс металла, т.е. имеем данные по математическому ожиданию повреждаемости, которое может быть выражено значением времени Т. Однако из-за случившихся или постоянно имеющих место нарушений условий эксплуатации , т е создания условий "риска" (например, нарушение водно-химического или температурного режима и т.п.), повреждения начинаются через

время t, значительно меньшее по сравнению с ожидаемым (расчетно полученным)

Поэтому основная цель статистико-аналитического подхода заключается прежде всего в том, чтобы при сложившемся уровне повреждаемости в условиях существующего эксплуатационного и ремонтного обслуживания обеспечить реализацию программы профилактического технического обслуживания поверхностей нагрева котлов на основании обоснованной информации и экономически целесообразной базы для принятия решений

III. ОРГАНИЗАЦИЯ РАССЛЕДОВАНИЯ ПРИЧИН ПОВРЕЖДЕНИЙ (ПОВРЕЖДАЕМОСТИ) ПОВЕРХНОСТЕЙ НАГРЕВА КОТЛОВ ТЭС

Важной частью организации системы профилактического технического обслуживания поверхностей нагрева котлов является расследование причин повреждений, которое должно проводиться специальной профессиональной комиссией, утвержденной приказом по электростанции под председательством главного инженера В принципе, комиссия к каждому случаю повреждения поверхности нагрева должна подходить, как к чрезвычайному событию, сигнализирующему о недостатках в технической политике, проводимой на электростанции, о недостатках в управлении надежностью энергетического объекта и его оборудования

В состав комиссии включаются заместители главного инженера по ремонту и по эксплуатации, начальник котлотурбинного (котельного) цеха, начальник химического цеха, начальник лаборатории металлов, начальник ремонтного подразделения, начальник отдела планирования и подготовки ремонта, начальник цеха (группы) наладки и испытаний, начальник цеха тепловой автоматики и измерений и инспектор по эксплуатации (в отсутствие первых лиц в работе комиссии участвуют их заместители)

В своей работе комиссия руководствуется накопленным статистическим материалом, выводами факторного анализа, результатами идентификации повреждений, заключениями специалистов-металловедов, данными, полученными при визуальном осмотре, и результатами дефектации средствами технической диагностики

Основной задачей назначенной комиссии является расследование каждого случая повреждения поверхностей нагрева котла, составление и организация выполнения объема превентивных мер по каждому конкретному случаю и разработка мероприятий по предотвращению повреждений (согласно разделу 7 формы акта расследования), а также организация и контроль за их исполнением С целью повышения качества расследования причин повреждаемости поверхностей нагрева котлов и их учета в соответствии с изменением п 4 в Инструкции по расследованию и учету технологических нарушений в работе электростанций, сетей и энергосистем (РД 34 20 101-93) расследованию подлежат разрывы и свищи поверхностей нагрева, происшедшие или выявленные во время работы простоя ремонта, опробования, профилактических осмотров и испытаний, независимо от времени и способа их выявления

Одновременно эта комиссия является экспертным советом электростанции по проблеме "Надежность поверхностей нагрева котлов" Члены комиссии обязаны изучать и пропагандировать среди подчиненных им инженерно-технических работников публикации нормативно-техническую и распорядительную документацию, научно-технические разработки и передовой опыт, направленные на повышение надежности котлов В задачу комиссии также входит обеспечение выполнения требований Экспертной системы контроля и оценки условий эксплуатации котлов ТЭС" и устранение выявленных замечаний, а также составление долговременных программ повышения надежности, организация их исполнения и контроль

IV. ПЛАНИРОВАНИЕ ПРЕВЕНТИВНЫХ МЕР

Существенную роль в системе профилактического технического обслуживания играет:

1 Планирование оптимального (для кратковременного останова) объема превентивных мер в очаговых зонах (зонах риска), определенных статистической системой контроля надежности, который может включать в себя замену прямых участков труб, переварку или усиление контактных и композитных стыков, переварку или усиление угловых стыков, замену гибов, замену участков в местах жестких креплений (сухарей), замены целых участков, восстановление ранее отглушенных труб и змеевиков и т.п.

2. Устранение повреждений, которые вызвали аварийный (неплановый) останов, или повреждений, выявленных во время и после останова котла.

3. Дефектация (визуальная и средствами технической диагностики), которая выявляет ряд дефектов и формирует определенный дополнительный объем, который в свою очередь должен разбиваться на три составляющие части.

а) дефекты, подлежащие устранению в предстоящий (ожидаемый), плановый или аварийный останов,

б) дефекты, требующие дополнительной подготовки, если они не вызывают близкой опасности возникновения повреждения (довольно условная оценка, необходимо оценивать с учетом профессиональной интуиции и известных методов оценки скорости развития дефекта), включаются в объем работ на следующий ближайший останов;

в) дефекты, которые не приведут к повреждениям в межремонтный период, но обязательно должны быть устранены в ближайшую ремонтную кампанию, включаются в объемы работ на предстоящий текущий или капитальный ремонт.

Наиболее распространенным инструментальным средством дефектации труб поверхностей нагрева становится метод диагностики, основанный на использовании магнитной памяти металла, который уже показал себя в качестве эффективного и простого средства выявления (отбраковки) труб и змеевиков, входящих в "группу риска". Так как при этом виде диагностики не гребуется специальной подготовки поверхностей нагрева, он стал привлекать эксплуатационников и широко входить в практику.

Наличие в металле труб трещин, зарождающихся в местах повреждения окалины, выявляется также средствами ультразвукового контроля. Ультразвуковые толщиномеры позволяют своевременно обнаружить опасное утонение стенки металла труб. В определении степени воздействия на наружную стенку металла труб (коррозия, эрозия, абразивный износ, наклеп, окалинообразование и т.п.) существенную роль играет визуальная дефектация.

Наиболее важной частью этого этапа является определение количественных показателей, на которые необходимо ориентироваться при составлении объема на каждый конкретный останов: времени простоя и стоимости затрат на выполнение работ. Здесь необходимо прежде всего преодолеть ряд сдерживающих причин, которые в той или иной степени имеют место в реальной практической деятельности:

— психологический барьер у руководителей электростанций и начальников цехов, воспитанных в духе необходимости срочного возврата котла или энергоблока в работу, вместо того чтобы использовать этот аварийный или неплановый останов в достаточной для обеспечения надежности поверхностей нагрева степени;

— психологический барьер технических руководителей, не позволяющий развернуть объемную программу в короткий промежуток времени;

— неумение обеспечить мотивацию как собственного персонала, так и персонала подрядных организаций;

— недостатки в организации подготовительных работ;

— низкая коммуникабельность руководителей смежно взаимосвязанных подразделений,

— недостаток уверенности в возможности преодоления проблемы повреждаемости поверхностей нагрева превентивными мерами;

— недостаток организационных навыков и волевых качеств или квалификации у технических руководителей (главных инженеров, их заместителей и начальников подразделений).

Это дает возможность вести планирование физических объемов работ для котлов с повышенной повреждаемостью поверхностей нагрева под максимальную возможность их выполнения, учитывающую длительность останова, сменность и обеспечение условий безопасного совмещения работ.

Включение в систему профилактического технического обслуживания поверхностей нагрева котлов входного, текущего контроля и контроля качества выполненных ремонтных работ существенно повысит качество выполняемых профилактических и аварийно-восстановительных работ. Анализ причин повреждений показывает ряд существенных распространенных при выполнении ремонтных работ нарушений, наиболее значимые из которых по своим последствиям:

— входной контроль основных и сварочных материалов проводится с отступлениями от требований п.п. 3.3 и 3.4 Руководящего документа по сварке, термообработке и контролю трубных систем котлов и трубопроводов при монтаже и ремонте оборудования электростанций (РТМ-1с-93);

— в нарушение требований п. 16.7 РТМ-1с-93 не выполняется контроль прогонкой шаром с целью проверки обеспечения заданного проходного сечения в сварных соединениях труб поверхностей нагрева;

— в нарушение требований п. 3.1 РТМ-1с-93 к работе на поверхностях нагрева допускаются сварщики, не аттестованные на этот вид работ;

— в нарушение требований п. 6.1 РТМ-1с-93 при аварийно-восстановительных работах корневой слой сварного шва выполняется ручной дуговой сваркой покрытыми электродами вместо аргоно-дуговой сварки. Подобные нарушения выявляются на ряде электростанций и при плановых ремонтах;

— в нарушение требований п. 5.1 Руководства по ремонту котельного оборудования электростанций (технология и технические условия ремонта поверхностей нагрева котельных агрегатов) вырезка дефектных труб или их участков производится средствами огневой резки, а не механическим способом.

Все эти требования должны быть четко обозначены в местных инструкциях по ремонту и техническому обслуживанию поверхностей нагрева.

В программе превентивных мер следует предусматривать при замене участков труб или участков поверхностей нагрева в "зонах риска" использование марок сталей высшего класса по сравнению с установленными, так как это позволит в значительной степени повысить ресурс работы металла в зоне повышенной повреждаемости и выровнять ресурс поверхности нагрева в целом. Например, использование жаропрочных аустенитных хромомарганцевых сталей (ДИ-59), отличающихся большей стойкостью к окалинообразованию, наряду с повышением надежности пароперегревателей позволит ослабить процесс абразивного износа элементов проточной части турбин.

V. ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ И ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫЕ МЕРЫ

Объем профилактических работ, выполняемых в кратковременный плановый для Т2 или аварийный останов, не должен замыкаться только собственно на поверхности нагрева котла. Одновременно должно производиться выявление и устранение дефектов, напрямую или косвенно влияющих на надежность поверхностей нагрева.

В это время необходимо, максимально используя представленную возможность, провести комплекс проверочных мероприятий и конкретных мер, направленных на ликвидацию негативных технологических проявлений, снижающих надежность поверхностей нагрева. Исходя из состояния оборудования, уровня эксплуатации, технологических и конструктивных особенностей для каждой электростанции перечень этих действий может быть свой, однако обязательными должны являться следующие работы:

1. Определение плотности трубной системы конденсатора и сетевых подогревателей с целью обнаружения и устранения мест попадания в конденсатный тракт сырой воды. Проверка плотности вакуумных гидрозатворов.

2 Проверка плотности арматуры на байпасе блочной обессоливающей установки Контроль исправности устройств, препятствующих выносу фильтрующих материалов в тракт. Контроль фильтрующих материалов на замасливание Проверка наличия масляной пленки на поверхности воды в баке нижних точек

3 Обеспечение готовности подогревателей высокого давления к своевременному включению при пуске энергоблока (котла)

4 Устранение дефектов на пробоотборных устройствах и устройствах подготовки пробы конденсата, питательной воды и пара

5 Устранение дефектов температурного контроля металла поверхностей нагрева, среды по тракту газов в поворотной камере котла

6 Устранение дефектов систем автоматического регулирования процессом горения и температурного режима При необходимости улучшение характеристик регуляторов впрысков, питания котла и топлива

7 Осмотр и устранение дефектов на системах пылеприготовления и пылеподачи Осмотр и устранение прогаров на насадках газовых горелок Подготовка к предстоящей растопке оттарированных на стенде мазутных форсунок

8 Выполнение работ, направленных на снижение пароводяных потерь, снижение присосов воздуха в вакуумную систему, снижение присосов воздуха в топку и газовый тракт котлов, работающих под разрежением

9 Осмотр и устранение дефектов обмуровки и обшивы котла, креплений поверхностей нагрева Рихтовка поверхностей нагрева и устранение защемлений Осмотр и устранение дефектов на элементах систем обдувки и дробеочистки поверхностей нагрева

10 Для барабанных котлов, кроме того должны поизводиться

— устранение нарушений в работе внутрибарабанных сепарационных устройств, которые могут приводить к уносу капель котловой воды с паром,

— устранение неплотностей конденсаторов собственного конденсата,

— подготовка условий, обеспечивающих подпитку котлов только обессоленной водой (ужесточение требования п 1 5 Методических указаний по коррекционной обработке барабанных котлов давлением 3,9-13,8 МПа. РД 34 37 522-88),

— организация подачи фосфатов по индивидуальной схеме с целью обеспечения качества коррекционной обработки котловой воды (ужесточение требований п 3 3 2 в РД 34 37 522-88 в связи с тем, что базовый режим однотипных котлов, как правило, не обеспечивается);

— обеспечение исправности продувочных устройств

11 Подготовка условий, обеспечивающих заполнение котлов для опрессовки и последующей растопки только обессоленной водой или конденсатом турбин Перед растопкой барабанные котлы и прямоточные котлы, эксплуатируемые на гидразинном и гидразинно-аммиачном режимах, должны заполняться только деаэрированной водой С целью удаления неконденсирующихся газов, способствующих образованию коррозионно-агрессивных примесей, заполнение перед растопкой прямоточных котлов, эксплуатируемых на нейтрально-кислородном и кислородно-аммиачном режимах, должно производиться в режиме деаэрации (ужесточение требований п 4.3 5 ПТЭ)

12 При наружной водной отмывке поверхностей нагрева, используемой для подготовки их к ремонту, необходимо производить последующую сушку котла с целью предотвращения коррозии металла наружной поверхности труб При наличии на электростанции газа сушка производится растопкой котла на газе (на 1-2 ч), при отсутствии газа — тягодутьевыми механизмами при включении калориферов котла

13 Важную роль в обеспечении надежности поверхностей нагрева котлов играет метрологическое обеспечение — калибровка средств измерений температуры среды по тракту, металла поверхностей нагрева и газов в поворотной камере Калибровка перечисленных средств измерений (термопар, измерительных каналов и вторичных приборов, в том числе входящих в систему АСУ ТП) должна производиться по графику калибровки в соответствии с пп 1 9 11 и 1 9 14 ПТЭ Если эти требования ранее не выполнялись то необходимо в остановы котлов (энергоблоков) проводить поэтапную калибровку измерительных средств перечисленных параметров, так как даже незначительные погрешности в сторону занижения показаний существенно влияют на снижение ресурса металла и, соответственно снижают надежность поверхностей нагрева

VI. ВЫВОДЫ

1. Серьезные финансовые затруднения всех электростанций отрасли не позволяют в достаточной степени решать вопросы своевременного воспроизводства основных фондов, важной задачей эксплуатационников становится целенаправленный поиск возможностей и методов сохранения ресурса и обеспечения надежной работы энергетического оборудования. Реальная оценка ситуации на электростанциях отрасли показывает, что далеко не все резервы и возможности в этом направлении исчерпаны. А внедрение в эксплуатационную практику комплексной системы профилактического технического обслуживания, вне всякого сомнения, позволит существенно снизить ремонтно-эксплуатационные затраты на производство электрической и тепловой энергии и обеспечить надежность поверхностей нагрева котлов ТЭС

2. Наряду с выявлением и устранением повреждений труб поверхностей нагрева и предупреждающей превентивной заменой зон "риска", выявленных на основании статистико-аналитического подхода и дефектации (визуальной и инструментальной), в системе профилактического технического обслуживания значительная роль должна отводиться исключению (смягчению) негативных проявлений от недостатков организации эксплуатации Поэтому программа профилактического технического обслуживания поверхностей нагрева котлов должна строиться по двум параллельным направлениям (приложение 3)

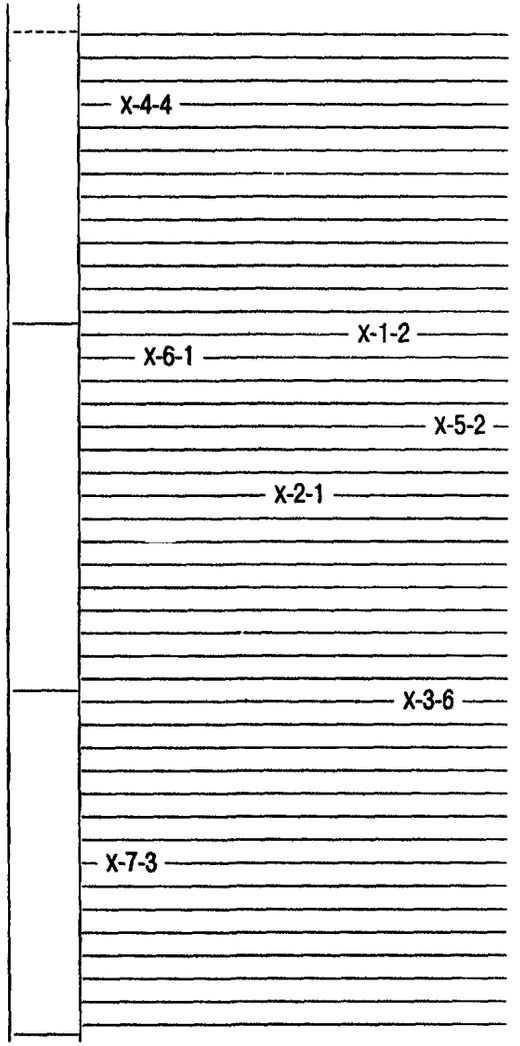
— обеспечение текущей (немедленной) надежности поверхностей нагрева котлов,

— создание условий, обеспечивающих длительную (перспективную) надежность (увеличение ресурса) поверхностей нагрева котлов

3. В организации комплексной системы профилактического технического обслуживания поверхностей нагрева ведущее значение имеют знания в этой области руководителей, главных специалистов и инженерно-технических работников Для расширения кругозора и учитывания в практической деятельности отраслевого опыта по обеспечению надежности поверхностей нагрева котлов целесообразно на каждой электростанции составить подборку материалов по проблеме и организовать их изучение соответствующим персоналом

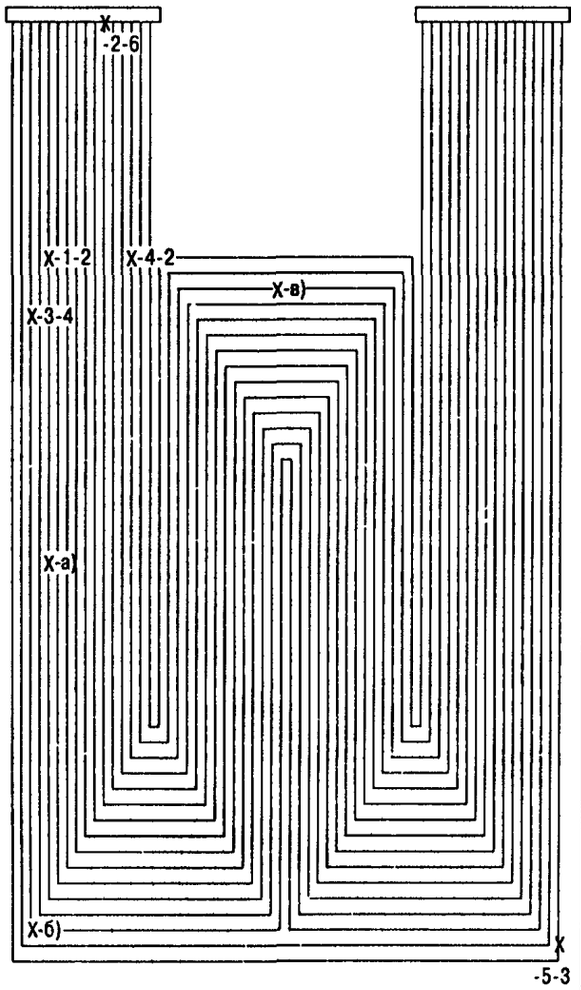
Примерный рекомендуемый перечень литературы помимо приведенного в тексте, дан в приложении 4.

Рис.1 Формуляр повреждений КПП ВД котел № 1, нитка — А



РЕЗУЛЬТАТЫ РАССЛЕДОВАНИЯ (ИДЕНТИФИКАЦИИ) ПОВРЕЖДЕНИЙ	МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ПОВРЕЖДЕНИЙ
1. Дата. Позиция № 1-2. Бездеформационный разрыв прямого участка трубы из стали 12Х18Н12Т, раскрытие по верхней образующей вдоль трубы. Исследование вырезанного вблизи от места повреждения образца показало, что структура стали соответствует требованиям ТУ, но на внутренней поверхности отчетливо видны повреждения окалины с образованием продольных трещин, переходящих в металл.	1. При каждом останове проводить поэтапный магнитный контроль труб выходных участков змеевиков. Отдефектованные трубы включать в ведомости технического обслуживания на каждый останов котлоагрегата. Разработать программу повышения качества оксидной защитной пленки. Повышение качества водного и температурного режимов, освоение пароводокислородной обработки и пр.
2. Дата. Позиция № 2-1. Бездеформационный разрыв прямого участка трубы из стали 12Х18Н12Т, раскрытие по верхней образующей трубы. В зоне повреждения и на соседних трубах отчетливо видны следы наклепа и износа дробью. Металлографический анализ показал, что причиной разрыва трубы из аустенитной стали явился интенсивный наклеп дробью из-за отрыва рассекателя устройства верхнего заброса дроби.	2. С целью предотвращения повреждения аустенитных труб из-за интенсивного наклепа дробью при отрыве рассекателя установки верхнего заброса обязать персонал перед проведением дробеочистки производить проверку исправности дробеметов (указания в инструкции вносятся в зависимости от конструкции, если она не позволяет, то проверяет ремонтный персонал при остановах).
3. Дата. Позиция № 3-6. Бездеформационный разрыв на нижней образующей трубы из стали 12Х1МФ. Исследование поврежденного участка показало значительную язвенную коррозию по нижней образующей внутренней поверхности трубы из-за неудовлетворительной сухой консервации при остановах котлоагрегата, усугубленной провисом змеевика из-за износа "петушков" подвесной системы.	3. В остановы котлоагрегатов осуществлять осмотр и восстановление креплений змеевиков пароперегревателя на подвесной системе заменой участков труб подвесной системы с "петушками" (стыки делаются выше и ниже пароперегревателя). Повысить качество "вакуумной сушки". Продумать целесообразность внедрения ПВКО.
4. Дата. Позиция № 4-4. Разрыв трубы из стали 12Х1МФ в месте прохода через обмуровку между конвективной частью и "теплым ящиком". В месте разрыва значительная наружная коррозия металла. Причина повреждения: воздействие стояночной коррозии серной кислотой, образовывающейся при водных отмывках конвективной шахты перед выводом котла в плановые ремонты.	4. С целью исключения наружной коррозии труб в местах прохода через обмуровку серной кислотой, образующейся при наружных отмывках поверхностей нагрева, ввести практику просушивания котла после каждой такой отмывки растопкой его на газе или горячим воздухом дутьевых вентиляторов при включенных калориферах.
5. Дата. Позиция № 5-2. Продольный разрыв по наружной образующей гиба ("калача"). Металлографический анализ показал, что при ремонте (дата) был установлен гиб не прошедший аустенизацию после изготовления ремонтным персоналом (аналогичные нарушения могут быть и по вине заводов-изготовителей).	5. Повысить качество входного контроля поставляемых с завода изделий. Не допускать установку гибов не прошедших аустенизацию. Произвести проверку ремонтной документации, выявить всю партию неаустенизированных гибов и заменить в ближайшие остановы (или при ремонте).
6. Дата. Позиция № 6-1. Деформационный (пластичный) разрыв в районе контактного стыка. Металлографический анализ металла дефектного участка показал исчерпание ресурса длительной прочности в зоне термовлияния. Металлографический анализ металла трубы на расстоянии один метр от места повреждения показал, что структура металла также не соответствует требованиям длительной прочности по ТУ. Данный змеевик расположен в разреженной части перегревательной поверхности, обусловленной недостатками конструкции в зоне стыка на коллекторе.	6. Провести магнитный контроль труб, расположенных в разреженной части, по результатам дефектации произвести в первую очередь замену труб, подверженных максимальному влиянию температур, яревышающих допустимый уровень. Остальные трубы зоны "газового коридора" заменить в ближайший плановый ремонт. Изучить опыт родственных электростанций и запросить завод-изготовитель о предоставлении информации по возможности реконструкции разреженной части в зонах стыков на коллекторах.
7. Дата. Позиция № 7-3. Повреждение композитного сварного стыка. Расследование показало наличие защемления трубы в месте ее прохода через перегородку между конвективной шахтой и "теплым ящиком", вызванного "наплывами" бетона.	7. Произвести осмотр всех мест прохода труб пароперегревателя через обмуровку, обнаруженные места защемлений очистить. Повысить качество обмуровочных работ, обеспечить необходимый контроль при приемке.

Рис. 2 Формуляр повреждений ШПП котлоагрегатов тепловых электростанций котел № 2, нитка — А



РЕЗУЛЬТАТЫ РАССЛЕДОВАНИЯ (ИДЕНТИФИКАЦИИ) ПОВРЕЖДЕНИЙ

1 Дата Позиция № 1-2 Деформационный (пластичный) разрыв прямого участка трубы Металлографический анализ показал, что металл не соответствует требованиям ТУ из-за кратковременного перегрева Отрезанный от коллекторов змеевик проверен прогонкой шара, который застрял в стыке поз -а) Исследование стыка показало, что сварка стыка производилась при аварийном ремонте (дата) с нарушениями требований РТМ-1с-93с – корневой слой стыка вместо аргоно-дуговой сварки неплавящимся электродом был выполнен электродуговой сваркой покрытыми электродами, что привело к наличию провисов и наплывов, перекрывших сечение и приведших к перегреву металла

2 Дата Позиция № 2-6 Свищ в угловом стыке в месте приварки змеевика к коллектору Визуальный осмотр показал низкое качество сварки (наплывы, непровары, подрезы), выполненной при ремонте (дата) Проверка сварочной документации показала, что работа выполнялась сварщиком, не имеющим допуска к этому виду работ. При контроле не были обнаружены явно видимые дефекты сварки

3 Дата Позиция № 3-4 Разрыв на прямом участке трубы на расстоянии одного метра от потолка (в зоне максимального перегрева) выходной части змеевика Отрезанный от коллектора змеевик проверен прогонкой шара, который застрял в гибе поз -- б) Внутренний осмотр показал наличие на выпуклой образующей внутренней стенки гиба наплывов металла и сварочного грата Анализ ремонтной документации показал, что в предыдущий плановый ремонт на этом змеевике производилась вырезка образца для металлографического исследования Вырезка образца производилась с нарушением технологии – вместо механического способа использовалась огневая резка, что и привело к частичному перекрытию сечения трубы и последующему ее перегреву

4 Дата Позиция № 4-2 Деформационный (пластичный) разрыв на прямом участке трубы выходной части змеевика на расстоянии одного метра от потолка При выяснении причины разрыва выявлена продольная трещина (свищ) в месте приварки "сухаря" поз – в), что из-за сокращения расхода пара в змеевике после зоны свища привело к перегреву и повреждению металла выходного участка в зоне максимальных температур

5 Дата Позиция № 5 3 Продольная трещина на гибе в зоне максимального тепловосприятия стенки трубы Визуальный осмотр и металлографический анализ металла показали признаки высокотемпературной газовой коррозии Осмотр соседних ширм показал наличие газовой коррозии и на них, что является характерным признаком неудовлетворительного топочного режима в условиях недостаточной оснащенности автоматизированным температурным контролем

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ПОВРЕЖДЕНИИ

1 Установить порядок строгого соблюдения при ремонте поверхностей нагрева параграфа 6 1 РТМ-1с-93, который требует корневой слой сварного шва труб поверхностей нагрева выполнять только аргоно-дуговой сваркой неплавящимся электродом К ремонту поверхностей нагрева допускать только обученных этому виду сварки и прошедших аттестацию сварщиков. Обязать сварщиков производить осмотр корневого слоя перед полной проваркой стыка Лаборатории металлов и котлотурбинному (котельному) цеху при всех ремонтах осуществлять выборочный контроль

2 Произвести по ремонтной сварочной документации выявление всех стыков, выполненных этим сварщиком Провести выборочный контроль качества других стыков, при неудовлетворительных результатах переварить все стыки К сварочным работам на поверхностях нагрева допускать только аттестованных на этот вид работ сварщиков

3 Провести инструктаж и обучение сварщиков, выполняющих работы на поверхностях нагрева котлоагрегатов, порядку вырезки дефектных труб или их участков только средствами механической резки Огневая резка может допускаться в виде исключения только в тесных и неудобных местах, а также в тех случаях, когда расположенные ниже участки трубы или змеевика удаляются По ремонтной документации и опросом участников работ выявить все места, где работа производилась с подобными нарушениями Произвести магнитный контроль этих труб с целью выявления наличия перегрева При обнаружении труб "риска" их заменить

4 Учитывая, что появление трещин в местах приварки "сухарей" на ширмах этого котла участились, а металл змеевиков соответствует требованиям длительной прочности, целесообразно в ближайший плановый ремонт произвести замену участков труб в местах жесткого крепления "сухарями" С целью повышения надежности узла рассмотреть целесообразность его реконструкции

5 С целью снижения влияния высокотемпературной газовой коррозии на лобовые участки ширм провести анализ состояния топочного режима при переходных и стационарных режимах, усилить контроль за соблюдением персоналом требований режимных карт Систематически (ежесуточно) контролировать по диаграммам фактические температуры металла Дооснастить термоконтроль ширм

Приложение 3

ПРОГРАММА ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ НАГРЕВА КОТЛОВ ТЭС

АЛГОРИТМ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ НАГРЕВА КОТЛОВ

СТАТИСТИКО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС
Учет и нанесение на формуляры мест повреждений и зон "риска"

ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ, ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ МЕТАЛЛА ТРУБ
Анализ повреждений металла и определение вызвавших их причин

ТАКТИЧЕСКОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ НАДЕЖНОСТИ (НЕМЕДЛЕННОЙ)

Составление ведомостей объема работ на ожидаемый аварийный, неплановый останов или на плановый останов-Т2 котла или энергоблока с учетом прогнозирования предполагаемых повреждений на основе статистико-аналитического подхода

Организация подготовительных работ и входной контроль основных и сварочных материалов

Ожидание аварийного (непланового) останова или планового останова котла (энергоблока) на Т2

Останов котла (энергоблока). При останове из-за обнаружения повреждения на поверхности нагрева или, если повреждение было выявлено после останова, организуется работа комиссии по расследованию причины

Организация и проведение намеченных работ по восстановительному ремонту, превентивной замене участков поверхностей нагрева, профилактической диагностике и дефектации визуальными и инструментальными методами

Контроль за проведением работ, приемка поверхностей нагрева после выполнения работ. Оформление ремонтной документации и результатов диагностики металла в зонах "риска". Подготовка ведомости объема превентивной замены и дефектации на следующий останов котла

Выявление и устранение факторов, напрямую и косвенно влияющих на снижение текущей надежности поверхностей нагрева

СТРАТЕГИЧЕСКОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛИТЕЛЬНОЙ НАДЕЖНОСТИ (ПЕРСПЕКТИВНОЙ)

Контроль за эксплуатационными нарушениями, разработка и принятие мер по их предотвращению. Совершенствование организации эксплуатации

Регулярное (через полгода) выполнение требований программы "Экспертной системы контроля и оценки условий эксплуатации котлов"

Разработка и утверждение мероприятий по направлениям "Экспертной системы...", которые оценены ниже 0,8. Организация их выполнения

Формирование и привитие единой идеологии необходимости снижения общего числа остановов котлов (энергоблоков) с целью исключения факторов "риска" для металла в переходных режимах

Формирование концепции "щадящей" эксплуатации котлов (энергоблоков):

– исключение из регламента пусков практики "подхватов",

– сведение к минимуму числа гидравлических опрессовок пароводяного тракта,

– исключение из практики форсированных (с целью ускорения допуска) расхолаживании тракта котла водой,

– полная автоматизация ведения температурного режима,

– внедрение химико-технологического мониторинга

Уточнение программы предстоящих в перспективе замен поверхностей нагрева с учетом определения возможного ресурса металла инструментальными методами технической диагностики и физико-химического анализа образцов

Приложение 4

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ РАО "ЕЭС России" от 14.01.97. № 11 "О некоторых итогах работы по повышению надежности котлов Рязанской ГРЭС".
2. ТУ 34-38-20230-94. Котлы паровые стационарные. Общие технические условия на капитальный ремонт.
3. ТУ 34-38-20220-94. Экраны гладкотрубные паровых стационарных котлов с естественной циркуляцией. Технические условия на капитальный ремонт
4. ТУ 34-38-20221-94. Экраны гладкотрубные прямоточных паровых стационарных котлов. Технические условия на капитальный ремонт.
5 ТУ 34-38-20222-94. Пароперегреватели паровых стационарных котлов. Технические условия на капитальный ремонт.
6. ТУ 34-38-20223-94.Пароперегреватели промежуточные паровых стационарных котлов. Технические условия на капитальный ремонт.
7. ТУ 34-38-20219-94. Экономайзеры гладкотрубные стационарных паровых котлов. Технические условия на капитальный ремонт.
8. ТУ 34-38-20218-94.Экономайзеры мембранные стационарных паровых котлов. Технические условия на капитальный ремонт.
9. РД 34.30.507-92.Методические указания по предотвращению коррозионных повреждений дисков и лопаточного аппарата паровых турбин в зоне фазового перехода. М.: ВТИ им. Ф.Э. Дзержинского, 1993.
10 РД 34.37.306-87.Методические указания по контролю состояния основного оборудования тепловых электрический станций; определению качества и химического состава отложений. М.: ВТИ им. Ф.Э.Дзержинского, 1987.
11. Шицман М.Е, Мидлер Л.С., Тищенко Н.Д. Окалинообразование на нержавеющей стали в перегретом паре. – Теплоэнергетика, 1982, № 8
12. Груздев Н.И., Деева З.В., Школьникова Б.Э., Сайчук Л.Е.,Иванов Е.В., Мисюк А.В О возможности развития хрупких разрушений поверхностей нагрева котла при нейтрально-окислительном режиме – Теплоэнергетика, 1983, № 7.
13. Земзин В.Н., Шрон Р.З Пути повышения эксплуатационной надежности и увеличения ресурса сварных соединений теплоэнергетического оборудования. – Теплоэнергетика, 1988, № 7.
14. Базар Р.Е. Малыгина А.А , Гецфрид Э И Предупреждение повреждений сварных соединений труб ширмовых пароперегревателей - Теплоэнергетика ,1988,№7.
15 Чекмарев Б.А. Переносной автомат для сварки корня шва труб поверхностей нагрева – Энергетик, 1988, №10
16 Сысоев И.Е. Подготовка котлов к ремонту - Энергетик, 1989, №8
17. Кострикин Ю.М., Вайман А Б , Данкина М.И , Крылова Е.П. Расчетные и экспериментальные характеристики фосфатного режима. – Электрические станции , 1991,,№ 10.
18. Сутоцкий Г.П, Верич В.Ф., Межевич Н Е О причинах повреждения экранных труб солевых отсеков котлов БКЗ-420-140 ПТ-2.- Электрические станции, 1991 № 11.
19. Гофман Ю.М. Диагностика работоспособности поверхностей нагрева. -Электрические станции, 1992, № 5.
20. Наумов В.П., Ременский М А., Смирнов А Н. Влияние дефектов сварки на эксплуатационную надежность котлов – Энергетик, 1992, № 6.
21. Белов С.Ю., Чернов В.В Температура металла ширм котла БКЗ-500-140-1 в начальный период эксплуатации – Энергетик, 1992, № 8.
22. Ходырев Б.Н., Панченко В.В , Калашников А.И., Ямгуров Ф.Ф., Новоселова И.В., Фатхиева Р.Т. Поведение органических веществ на разных стадиях водоподготовки. - Энергетик, 1993, № 3.
23. Белоусов Н.П., Булавко А.Ю., Старцев В.И. Пути совершенствования водно-химических режимов барабанных котлов.-Энергетик, 1993, № 4.

24. Воронов В.Н., Назаренко П.Н., Шмелев А.Г. Моделирование динамики развития нарушений водно-химического режима.-Теплоэнергетика, 1993, № 11.

25. Холщев В.В. Теплохимические проблемы эксплуатации топочных экранов барабанного котла высокого давления. – Электрические станции, 1994, № 4.

26. Богачев А.Ф. Особенности коррозии аустенитных труб пароперегревателей. -Теплоэнергетика, 1995, № 1.

27. Богачев В.А., Злепко В.Ф. Применение магнитного метода контроля металла труб поверхностей нагрева паровых котлов. -Теплоэнергетика, 1995, № 4.

28. Манькина Н.Н., Паули В.К., Журавлев Л.С. Обобщение промышленного опыта внедрения пароводокислородной очистки и пассивации. – Теплоэнергетика, 1996, № 10.

29. Паули В.К. К оценке надежности энергетического оборудования. -Теплоэнергетика, 1996,№ 12.

30. Паули В.К. Некоторые проблемы организации нейтрально-кислородного водного режима. – Электрические станции, 1996, № 12.

31. Штромберг Ю.Ю. Контроль металла на тепловых электростанциях.-Теплоэнергетика, 1996, № 12.

32. Дубов А. А. Диагностика котельных труб с использованием магнитной памяти металла. – Энергоатомиздат, 1995.

gost.e-ecolog.ru