

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертацию **Фёдорова Алексея Ивановича**

«Научно-техническое обеспечение эффективности сепарационных устройств, выносных солевых отсеков и циркуляционных контуров барабанных котлов ТЭС», представленную на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 05.14.14 – «Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты»

Актуальность избранной темы. Котлы с естественной циркуляцией нашли широкое применение в теплоэнергетике. Важную роль в обеспечении надёжной и безопасной работы барабанных котлов играет правильно организованный водно-химический режим (ВХР). Опыт эксплуатации спроектированных в разное время котлов показал, что принятые в них схемные и конструктивные решения по организации ВХР нуждаются в модернизации.

Работа А.И. Фёдорова посвящена исследованию процессов в сепарационных устройствах, выносных солевых отсеках и циркуляционных контурах барабанных котлов с целью уточнения расчётных методик и разработки технических решений по повышению надёжности паровых котлов с естественной циркуляцией, что позволяет считать тему диссертации вполне *актуальной*.

Обоснованность и достоверность основных научных положений, выводов и рекомендаций. Основные положения, представленные на защиту, получены на основе использования фундаментальных физических закономерностей, расчётных исследований, обширного материала промышленных экспериментов. Автор разумно сочетает расчёт, физический эксперимент и численное моделирование, сопоставляя их результаты. При этом использованы метрологически аттестованное оборудование, апробированные методики, а результаты опытов и расчётов показали взаимное соответствие. Автор объективно и самокритично сравнивает собственные данные с известными из литературных источников и делает логически правильные выводы. Сказанное позволяет считать основные научные положения, выводы и рекомендации диссертационной работы *обоснованными и достоверными*.

Научная новизна. Автором предложены и апробированы методики расчёта ступенчатого испарения, учитывающие технологические особенности этих схем. Получены и обобщены новые экспериментальные данные о работе различных схем ступенчатого испарения и их элементов в широком диапазоне изменения режимных параметров и условий работы котлов высокого давления. Разработаны, апробированы и запатентованы новые технологические схемы и конструкции внутрикотловых устройств, позволяющие повысить эффективность ВХР, надёжность и безопасность барабанных котлов. Сказанное приводит к выводу о существенной *научной новизне* основных результатов работы.

Практическая ценность работы. Большое значение автор придаёт практическому применению своих предложений, понимая, что именно в нём обретает законченность работа инженерного профиля. Автор предлагает новые технические решения и внедряет новшества на действующих котельных установках, отработывает методы контроля надёжности ВХР, предлагает использовать результаты своих исследований как при реконструкции, так и при создании новых энергетических объектов. Сказанное подтверждает *практическую ценность* диссертации А.И. Фёдорова.

Основные научные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных изданиях, неоднократно и успешно докладывались на конференциях различного уровня, где получили высокую оценку специалистов.

Оценка содержания диссертации и автореферата. Диссертация содержит введение, пять глав и заключение.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цель и задачи работы, отмечены научная новизна, практическая значимость полученных результатов и основные положения, выносимые на защиту.

Первая глава – обзорная и «постановочная». Автором выполнен анализ схемных решений организации ступенчатого испарения и работы внутрикотловых устройств барабанных котлов ТЭС. Глава обозначает проблемы в исследуемой области, подводит к выявлению цели и постановке задач собственного исследования. Показана – и это главное – необходимость комплексного подхода к исследованию внутрикотловых процессов и устройств.

Вторая глава посвящена комплексным исследованиям гидравлического и теплохимического режимов в барабанах, выносных солевых отсеках и циркуляционных контурах котлов, разработке методик расчёта и моделей процессов. На основе анализа экспериментальных данных и расчётов выявлены особенности гидравлического режима в барабанах и распределения концентрации солей в ступенях испарения в зависимости от технологических схем организации ВХР. По результатам исследований автором предложены рекомендации по проектированию элементов системы ступенчатого испарения (линий солевой кратности и солевого выравнивания, применению барботажно-промывочных устройств, организации продувки из солевых отсеков и др.).

В третьей главе приведены результаты исследований и разработки эффективных сепарационных устройств барабанных котлов ТЭС. На основе обобщения опытных данных и расчётных оценок показана возможность отказа от использования барботажно-промывочных устройств в барабанах котлов высокого давления с двухступенчатой схемой испарения, что улучшает гидравлику в барабане и циркуляционных контурах и повышает надёжность котлов. По результатам численного моделирования и расчётов предложены модернизированные внутрикотловые схемы, внедрение которых подтвердило их эффективность и надёжность.

Четвертая глава посвящена исследованию влияния конструктивных особенностей выносных солевых отсеков (циклонов) и ВХР на надёжность испарительных поверхностей нагрева топочных экранов. Установлены причины повреждений экранных труб и разработаны рекомендации по их устранению. На основе расчётных и экспериментальных исследований автор рекомендует для котлов высокого давления повысить минимально допустимую кратность циркуляции до 4,5 для чистых отсеков и до 5 для выносных солевых отсеков. Результаты внедрения новых технических решений на действующих котлах подтвердили их эффективность.

В пятой главе приведены результаты экспериментальных исследований влияния режимов и условий эксплуатации на надёжность работы котлов. Показано влияние температуры питательной воды, снижения давления в котле ниже номинального, перекоса тепловыделения в топке, продолжительности периодических продувок и др. на кратность циркуляции и распределение со-

лей в элементах системы ступенчатого испарения. Установлены предельные режимы, разработаны и внедрены рекомендации по повышению качества и надёжности ВХР.

Заключение соответствует полученным результатам. Оно логично и понятно, без необоснованных претензий.

Содержание автореферата соответствует идеям, тексту и выводам работы. Оформление диссертации и автореферата соответствует современным требованиям. Диссертация *соответствует заявленной специальности*.

Замечания по диссертации:

1) Результаты расчётных исследований было бы целесообразно обобщить в виде номограмм.

2) В работе не достаточно освещён вопрос оценки погрешностей измерений при испытании котлов.

3) В некоторых формулах не указаны расшифровки величин и их размерность.

4) При выводе формулы (2.37) допущена ошибка: выражение в знаменателе должно быть умножено на величину продувки p . Хотя, следует заметить, что при принятом значении продувки, равным 1, ошибка в формуле (2.37) не повлияла на результаты последующего анализа. Аналогичная «опечатка» имеет место и в последней формуле, приведённой далее на стр. 121.

5) Требуется пояснений, в чём принципиальная разница между величинами r (долей переброса воды между ступенями испарения) и z_p (долей рециркуляции воды между ступенями испарения, введённой в рассмотрение в п. 2.9).

6) По тексту диссертации и автореферата имеют место опечатки.

Отмеченные замечания не снижают общего положительного впечатления о работе.

Заключение по диссертации. Считаю, что докторская диссертация А.И. Федорова «Научно-техническое обеспечение эффективности сепарационных устройств, выносных солевых отсеков и циркуляционных контуров барабанных котлов ТЭС» представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой соискателем получены новые научные результаты, имеющие существенное значение для науки и практики в области энергетики.

Диссертация удовлетворяет требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения учёных степеней.

Учитывая актуальность выполненных исследований, научную новизну и практическую значимость полученных результатов, считаю, что Алексей Иванович Федоров заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 05.14.14 – «Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты».

Официальный оппонент,
главный научный сотрудник
аналитического отдела № 277,
доктор техн. наук, доцент

Григорьев
Константин
Анатольевич

23.09.2021

ОАО «Научно-производственное объединение по исследованию и проектированию энергетического оборудования им. И. И. Ползунова» (ОАО «НПО ЦКТИ»)
ул. Атаманская, 3/6, Санкт-Петербург, 191167
тел.: (812) 297-76-91
e-mail: kg1210@mail.ru

Подпись К.А. Григорьева заверяю
Учёный секретарь ОАО «НПО ЦКТИ»



С.П. Колпаков