

**ОТЗЫВ**  
**ОФИЦИАЛЬНОГО РЕЦЕНЗЕНТА**  
**на диссертационную работу Коробкова Максима Сергеевича**  
**на тему «Разработка высокоэффективных водогрейных котлов с**  
**коаксиальными двусветными экранами»,**  
**представленную на соискание ученой степени доктора философии (PhD)**  
**по специальности 6D071700 – Теплоэнергетика**

Представленная на рассмотрение диссертационная работа соискателя Коробкова М.С., выполненная на тему «Разработка высокоэффективных водогрейных котлов с коаксиальными двусветными экранами» представляет собой научный труд на 112 страницах, включая приложения. Работа состоит из 4 основных разделов, построена с учетом логической структуры представления материала научной направленности. В тексте работы использована специальная терминология, основные графические зависимости, однозначно относящие работу к техническому направлению науки, разделу теплоэнергетика, теплоэнергетические системы и установки.

**Соответствие работы направленности развития науки.**

Представленная диссертационная работа относится к прикладным научным исследованиям. Поставленная в работе цель и выполняемые задачи коррелируют с основными приоритетами развития отечественной науки в области теплоэнергетики. Полученные в работе результаты и представленные к защите положения соответствуют приоритетным направлениям прикладных исследований по техническим наукам, в частности развитию отечественного сектора котлостроения и повышения эффективности теплоэнергетического оборудования.

В работе отмечается участие соискателя в научной группе по тематике исследования в рамках выполнения проекта грантового финансирования, что также подчеркивает соответствие выполненной диссертационной работы основным формируемым направлениям научно-технической деятельности в национальной научной системе.

**Актуальность тематики диссертационной работы.**

В диссертационной работе соискателя представлен обзор существующих технологий в области развития котельной техники, с описанием основных достоинств и недостатков каждой. В введении и первой главе раскрыт основной вопрос и цель работы, который состоит в исследовании тепловой эффективности использования коаксиальных двусветных экранов и возможности распространения этого решения на другие серийные водогрейные котлы в широком диапазоне мощностей. В последующих разделах работы описаны методы оценки эффективности и применимость предлагаемого технологического решения.

Рассмотрение вопросов энергетической эффективности в текущем моменте развития отечественной теплоэнергетики безусловно является

актуальным и насущным. Растущие возможности децентрализации и глобальная направленность на ресурсосбережение, экологичность и экономичность в энергетическом секторе, требуют поиска путей снижения в первую очередь удельных составляющих отпуска тепловой энергии при соблюдении всех норм и требований. Достаточно немолодой парк теплоэнергетического оборудования в стремлении соответствовать трендам развития требует реновации, однако сложность и структура финансирования объектов тепловой генерации не всегда позволяет реализовать требуемые программы модернизации. Усложняется вопрос и широко развитым сектором децентрализованной генерации, который в силу своей нетиповой структуры и многообразия установленного теплоэнергетического оборудования требует поиска общих технически и экономически приемлемых решений. Работа соискателя отвечает на вопрос повышения эффективности как существующего фонда теплоэнергетического оборудования, так и нового строительства объектов генерации.

Таким образом, можно сделать вывод об актуальности диссертационной работы соискателя.

#### **Научная новизна диссертационной работы.**

В работе соискателя Коробкова М.С. значительное место занимает описание и результаты физического эксперимента – теплотехнических испытаний водогрейных котлов. Автором предпринята попытка качественно и количественно оценить конструктивное решение использования коаксиальных двусветных экранов в топках водогрейных котлов. Достаточно подробно представлено описание специализированного испытательного стенда, на базе которого были проведены все физические исследования.

Предложенный в работе подход к обоснованию эффективности результатов испытаний, а также в вопросе оптимизации предложенного конструктивного решения определяет новизну исследования. В качестве научной новизны следует выделить характерные определяемые в работе отношения площадей поверхностей нагрева в конструкции водогрейных котлов, а именно радиационной и конвективной составляющих, которые представляют собой унифицированную составляющую для оценки оптимальности использования двусветного экрана в широком диапазоне по мощности водогрейных котлов. Также необходимо отметить использование для сопоставления результатов достаточно узкоспециализированного программного продукта «Boiler Designer», в оболочке которого было проведено моделирование водогрейных котлов с двусветными экранами.

Представленные аспекты научной новизны в виде новых конструктивных решений для водогрейных котлов подкреплены полученными патентами на изобретения Республики Казахстан и Евразийскими патентами.

#### **Практическая ценность диссертационной работы.**

В диссертационной работе представлены материалы технических расчетов водогрейных котлов на базе физического эксперимента на стенде, а также на базе математического моделирования в среде компьютерной программы. Описанные в разделах экспериментальные данные являются ценным практическим материалом для использования в количественном сравнительном анализе конструкций водогрейных котлов, режимов их работы и могут быть полезны в качестве статистического материала для решения смежных исследований процессов теплообмена в топочном пространстве, вопросах режимной наладки котельного оборудования и прочих прикладных работах.

В четвертом разделе диссертационной работы представлены прямые результаты научного исследования, выраженные в практическом материале конструкций водогрейных котлов с использованием двусветных экранов. При этом конструктивные решения представлены с учетом дополнительно возникающих вопросов тепловосприятия конвективными поверхностями. В частности, в четвертой главе показаны конструкции жаротрубного водогрейного котла с коаксиальными двусветными экранами, а также конструкция модернизированного водогрейного котла типа ПТВМ-100 (КВ-ГМ-125) с модернизацией за счет установки одного и/или двух двусветных экранов.

Отдельно необходимо отметить наличие задокументированной применимости результатов диссертационного исследования в практических целях, а именно акт (справка) о возможности внедрения результатов научной работы от ТОО «Казкотлосервис» и ТОО «Теміркран».

### **Соответствие диссертационной работы требованиям академической честности, достоверности и внутреннего единства.**

Представленная диссертационная работа выполнена с учетом всех предъявляемых требований, содержит достаточно полный перечень источников цитирования. Все разделы согласованы и расположены в логической связи между собой. Работа в целом хорошо структурирована, затрагивает основные темы для возможности полного раскрытия цели исследования. Текст работы написан научным языком, даны все основные ссылки на цитируемые материалы; представлен критический обзор научных работ по тематике исследования.

Обоснованность изложенных в работе технических предложений подтверждается использованием основных формульных выражений широко известных авторов и зарекомендовавших себя на практике методик расчетов. Достоверность результатов находится на достаточном для инженерных расчетов уровне, подтверждается детальным описанием измерительной системы и дублированием эксперимента сериями испытаний водогрейных котлов. Наличие схемы сравнения с результатами расчетами по математической модели в программной среде является положительным аспектом.

Основные положения диссертационной работы отражены в научных публикациях соискателя, в том числе в трудах отечественных рецензируемых журналах («Вестник АУЭС»); рецензируемых журналах ближнего зарубежья («Современные наукоемкие технологии»); журналах, индексируемых базой Scopus («International Energy Journal», «Energy procedia», «Periodico Tche Quimica»). В списке трудов отмечаются в том числе опубликованные доклады по результатам участия в международных научно-технических конференциях, и коллективная монография на тему «Повышение эффективности и надежности газомазутных водогрейных котлов систем теплоснабжения».

### **Замечания.**

В рецензируемой работе отмечены следующие замечания:

1. Рисунок 1.9 в первом разделе работы представляет основные расчетные подтверждения эффективности использования двусветного экрана, однако загруженность диаграммы затрудняет её восприятие. Как основные подкрепляемые выводы сопоставлены с соответствующими зависимостями на диаграмме?

2. В первом разделе представлено обоснование эффективности применения двусветных экранов для водотрубных котлов на основе расчетов эффективной толщины излучающего слоя по формуле 1.5. Для жаротрубных водогрейных котлов обоснование оптимальной величины соотношения диаметров характерных коаксиальных поверхностей нагрева представлено только в разделе 3 (три) в таблице 3.9, с расшифровками параметров графически на рисунке 2.5 раздела 2 (два). Разрозненность определяемых ключевых параметров эффективности логически обоснована отнесением к результатам теоретического и физического экспериментов, однако отсутствие аннотированного упоминания этих результатов в первом разделе и введение усложняет восприятие материала и требует полного ознакомления с работой;

3. Описание конструкции водогрейного котла с коаксиальными двусветными экранами по рисунку 4.2 перенасыщено пояснительными выносками, что не позволяет выделить ключевые параметры, на которых необходимо акцентировать внимание читателя. В то же время на рисунке 4.5 отсутствуют основные пояснения, что требует отсылки к основному тексту;

4. Не полностью раскрыт механизм экономического расчета. Как было получено значение суммарной величины экономии при модернизации котельных агрегатов – при оценочном расчете или детальной экономической проработке?

5. В работе отмечается наличие стилистических ошибок по тексту и орфографических опечаток (выводы раздела 1, раздел 2.1, выводы раздела 3), частные отступления от основных правил технического редактирования, усложняющие восприятие текста, но не принижающие общее качество выполнения работы.

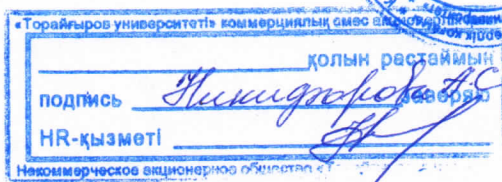
Указанные замечания носят рекомендательный характер, и не уменьшают основной значимости результатов диссертационной работы и не сказываются на общем положительном впечатлении о работе.

### **Заключение.**

Представленная диссертационная работа соискателя Коробкова Максима Сергеевича на тему «Разработка высокоэффективных водогрейных котлов с коаксиальными двусветными экранами» отвечает всем предъявляемым к научным работам требованиям, является актуальным, завершённым исследованием, с научной новизной и практической ценностью для теплоэнергетической научной отрасли.

Коробков Максим Сергеевич заслуживает присуждения ему искомой ученой степени доктора философии (PhD) по специальности «6D071700 – Теплоэнергетика».

Заведующий кафедрой «Теплоэнергетика»,  
НАО «Торайгыров университет»,  
профессор, д.т.н.



А.С. Никифоров