

**Отзыв**  
**официального оппонента**

*на диссертационную работу Зиганшиной Светланы Камировны  
на тему: «Энергосбережение в котельных установках тепловых электрических  
станций за счет использования вторичных энергоресурсов», представленную на  
соискание ученой степени доктора технических наук по специальности  
05.14.14 – Тепловые электрические станции, их энергетические  
системы и агрегаты*

Представленная на рассмотрение диссертация содержит введение, восемь глав, представленных в трех частях, выводов, списка литературы и приложений. Диссертация изложена на 368 страницах основного текста, включая 67 таблиц, 131 рисунок и библиографический список литературы (417 источников отечественных и зарубежных авторов).

Актуальность работы

Особенностью энергетики России является высокая доля централизации ее генерирующих мощностей. Основной вклад в генерацию вносят тепловые электрические станции на основе органического топлива. Ключевым фактором работы таких электростанций является их эффективность, выражаемая показателями расходов топлива, КПД станции или ее агрегатов. В то же время тепловая электростанция является сложнейшим техническим объектом, на котором обеспечивается производство электроэнергии и теплоты. На таком производстве одновременно задействовано большое количество взаимосвязанных технологических цепочек, каждая из которых влияет на общую эффективность, а ее агрегаты характеризуются собственными показателями эффективности. Процессы преобразования энергии, осуществляемые на станции, сопровождаются ее потерями на разных участках преобразований. Главным образом эти потери связаны с теми цепочками преоб-

зований, которые отвечают за превращение и передачу теплоты. Значительная часть потерь связана с неиспользованием низкопотенциальных потоков теплоты. Совершенствование таких процессов, связанное с использованием вторичных (низкопотенциальных) потоков теплоты, обеспечивает сбережение энергии, которое может быть выражено через показатели эффективности станции, ее агрегатов, технологических цепочек. Важно отметить, что не всегда улучшение в каком-либо любом звене технологической цепи может привести к повышению общей энергетической эффективности, что требует тщательного анализа.

Обязательным условием хозяйствования является фактор экономической выгоды от принимаемых решений, что ставит задачу экономической оценки проводимых мероприятий.

Целью работы в формулировке автора является разработка комплекса новых научно-обоснованных технических и технологических решений, позволяющих повысить эффективность работы котельных установок тепловых электрических станций применительно к решению крупной народно-хозяйственной задачи энергосбережения, экономии материальных ресурсов и органического топлива и охраны окружающей среды путем использования тепловых вторичных энергоресурсов.

#### Анализ степени новизны и обоснованности научных положений диссертации

В диссертации разработан комплекс научно обоснованных методических положений, направленный на совершенствование анализа работы тепловых электрических станций, их технологических систем и агрегатов. Большое внимание уделено вопросам использования потоков низкопотенциальной теплоты в разных технологических цепочках, осуществляемых при работе энергоблоков и электростанций. К научным достижениям следует отнести разработку методов анализа использования теплоты уходящих

дымовых газов в конденсационных теплообменниках при сжигании органического топлива, методов анализа использования теплоты от вентилируемого зазора дымовых труб, методов анализа использования теплоты от непрерывной продувки котлов, а также методов анализа использования сбросных газов ГТУ в схемах ПГУ.

В рамках исследования разработано большое количество дополнительных и вспомогательных методик проектирования оборудования и анализа его работы, в том числе конструкторских и технико-экономических. Предложены варианты технических решений, разработано новое оборудование и усовершенствовано действующее.

Значительная часть исследований проведена в условиях внедрения разработанных и научно обоснованных технических решений, в частности: конденсационные теплообменники для глубокой утилизации дымовых газов, технологии деаэрирования подпиточной воды, использование воды непрерывной продувки котлов, подогрев дутьевого воздуха котлов и др. Все они подтверждают справедливость выдвинутых оценок и положений.

Совокупность разработанных положений составляет научную новизну исследования.

Применение всех методик обосновано, а достоверность результатов подтверждается использованием апробированных методов математического моделирования, в основе которых лежат положения методов энергетических балансов, теории тепломассобмена, теории подобия, методик технико-экономического анализа, методик проведения эксперимента на реальных объектах энергетики, сопоставимостью данных с результатами по иным источникам.

Практическую значимость диссертации составляют следующие результаты. Проведено большое количество научно-прикладных работ для энергетических предприятий Поволжья, а именно – экспериментальное исследование работы конденсационного теплообменника (КТ) для утилизации

теплоты уходящих газов на Ульяновской ТЭЦ-3; разработка технических предложений по установке КТ для Самарской ТЭЦ; энергетические обследования котлов Саранской ТЭЦ-2 и Безымянской ТЭЦ с выявлением потенциала использования непрерывной продувки котлов; энергетическое обследование ООО «Самараоргсинтез» с выявлением потенциала использования вторичных ресурсов; усовершенствование оборудования деаэрирования на Самарской ГРЭС, а также технические предложения по утилизации теплоты воздуха вентилируемого зазоры дымовой трубы; технические предложения по утилизации уходящих газов ГТУ в составе ПГУ для Сызранской ТЭЦ.

Одно из методических положений имеет свидетельство на программный продукт, кроме того по результатам работы имеется 21 патент. Результаты работы использованы в учебном процессе СамГТУ.

В целом работа большая, подробная, качественная, имеет законченный вид и, несмотря на некоторую избыточность представления материала, производит хорошее впечатление. Работа написана литературным языком, читается и воспринимается легко, стиль изложения доказательный. Все поставленные задачи решены, цели достигнуты.

Работа прошла широкую апробацию, с использованием результатов работы имеется четыре монографии и пять учебных пособий. По результатам работы имеется 36 публикации в журналах из перечня ВАК, 12 в журналах и материалах конференций, входящих в базы цитирования Scopus и WoS, 21 патент и 1 свидетельства о программах для ЭВМ. Автореферат и публикации автора отражают основные положения диссертации.

Вместе с тем по работе есть замечания и вопросы.

Замечания

1. В рамках одного раздела 3 буква «В» использована в разных значениях в формулах 3.10 и 3.40.

2. Методика расчета эффективности за счет работы КТ (п.2.4) приведена для его работы совместно с Д. Применять ее (как указано в п.2.3) для оценки эффективности работы котла некорректно.
3. Все технико-экономические оценки проведены по стоимости тепловой энергии. Это некорректно, так как станция тепловую энергию не покупает. Следует вести оценки по экономии топлива от предлагаемых мероприятий.
4. Варианты, предложенные автором и связанные с промежуточным перегревом для ПГУ ставят вопрос создания нового оборудования, при этом прирост эффективности невысок 1-2%. Более предпочтительна реализация схемы с многоконтурными ПСУ и котлом-утилизатором, так как низкотемпературного пара можно подготовить существенно больше и более полно использовать утилизационный контур при той же сложности создания оборудования.

#### Вопросы

5. На рис.2.15 и 2.16 показан резкий рост  $\text{NO}_x$  с ростом температуры окружающей среды при работе КТ. Чем он вызван?
6. В безразмерном критериальном уравнении 3.16 коэффициент «В» взаимосвязан с параметром «К», его физическая суть не выявлена. В чем она заключается? Будет ли он тем же для других значений  $Re$  и  $Pr$ ?
7. Расчеты по высшей теплоте сгорания обусловлены в работе коллизией отрицательного потока  $q_2$ , что возможно при расчетах по  $Q_{nr}$ . В итоге автору пришлось ввести показатель «коэффициент использования теплоты топлива». Почему не проведен расчет по фактическим значениям  $q_2$ ? В этом случае никакой коллизии не наступает и можно пользоваться показателем КПД котла, определяемым обратным балансом, что упрощает моделирование.
8. Как изменятся поверхности нагрева котла при вытеснении штатного ВЗП в случае использования воздуха из вентилируемого зазора ДТ? Как в этом

- случае изменится температура уходящих газов и КПД котла? Как в оценках учтена сезонность стояния температур наружного воздуха?
9. При модернизации ДТ с вентилируемым зазором сказано, что труба работала на самотяге, а стала работать с принудительным дутьем в зазоре. Кроме того модернизация изменила направление циркуляции воздуха. Как в этом случае следует обеспечить контроль герметичности ограждающего ствола? Изменились ли требования?
  10. В задаче п.8.1 при оценке повышения КПД ТЭС за счет использования нагретого в градирне воздуха не учитывается увеличение СН на вентиляторную градирню или затраты энергии на транспорт горячего от градирни воздуха к котлу. Как это повлияет на КПД нетто ТЭС? Возможно этот показатель и не возрастет.
  11. Как подтвержден эффект снижения температуры циркуляционной воды на 1,3 °С при отводе газов ГТУ через градирню в схемах ПГУ? Какой объем работ при модернизации градирен следует провести при этом?

### Заключение

Диссертация Зиганшиной Светланы Камилловны представляет собой законченную научно-квалификационную исследовательскую работу, выполненную на актуальную тему. Совокупность исследований содержит научные обоснования и решения важных народно-хозяйственных задач в рамках проблемы повышения эффективности работы тепловых электрических станций за счет применения технологий энергосбережения на них, что соответствует п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842. Диссертационная работа отвечает требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям по специальности 05.14.14 – Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты, а Зиганшина

Светлана Камиловна заслуживает присуждения ей ученой степени доктора технических наук.

Официальный оппонент,

доктор технических наук, профессор кафедры

«Тепловые электрические станции»

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный  
технический университет»

9.04.2021



Павел Александрович Щинников

Адрес: 630073, г. Новосибирск, пр. К.Маркса, 20

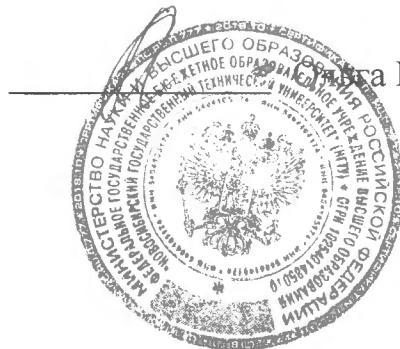
Тел./факс. 383 346 11 42

e-mail: [tes.nstu@gmail.com](mailto:tes.nstu@gmail.com)

[shchinnikov@corp.nstu.ru](mailto:shchinnikov@corp.nstu.ru)

Подпись д.т.н., профессора Щинникова П.А. заверяю

Начальник отдела кадров



Константиновна Пустовалова