

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по науке и инновациям
Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Саратовский государственный технический университета
имени Гагарина Ю.А.»

до

до
профессор
А.А. Сытник

» 11 2019 г.

Отзыв

ведущей организации на диссертационную работу

Боруш Олеси Владимировны на тему:

**«Эффективность двухтопливных парогазовых установок
в условиях регионального топливно - энергетического баланса»,**

представленную на соискание ученой степени

доктора технических наук по специальности

05.14.14 – Тепловые электрические станции, их энергетические системы
и агрегаты

Актуальность темы диссертационной работы

Развитие тепловой энергетики во всем мире ориентировано на решение задач повышения энергетической и экологической эффективности, надежности энергоснабжения, снижения капиталоемкости тепловых электростанций (ТЭС). Внедрение парогазовых установок на ТЭС является одним из признанных направлений по реализации указанных задач.

Сооружение парогазовых электростанций в РФ осуществляется, в основном, в европейской части страны, где в качестве топлива преобладает природный газ. При этом применяются, так называемые, бинарные установки, в которых газ сжигается в камере сгорания газотурбинной установки (ГТУ). В Сибири и на Дальнем Востоке, где имеются огромные запасы угля, сооружение ТЭС с парогазовыми технологиями ограничено количеством выделяемого газа. Вместе с тем, износ энергетического оборудования станций в этих регионах достиг 50% и более, что потребует постепенного вывода его из эксплуатации. Компенсацию демонтируемой мощности и обеспечение прироста потребления электроэнергии предлагается обеспечить за счет сооружения двухтопливных парогазовых установок (ПГУ_д), использующих природный газ в газотурбинной части и угольное топливо в паротурбинной части. Такое решение позволяет существенно повысить электрический КПД, снизить величину вредных выбросов в окружающую среду при некотором увеличении капиталовложений по сравнению с паротурбинными установками. Системное исследование эффективности применения двухтопливных ПГУ на ТЭС с учетом энергетического баланса региона представляется актуальным и направлено на решение важной национальной проблемы качественного и эффективного энергоснабжения крупных регионов страны.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Особенностью настоящей работы является исследование внутренних взаимосвязей новых двухтопливных ПГУ на основе энергетической методологии, учитывающей качественные характеристики энергетических потоков между отдельными функцио-

нальными частями и внешних связей с системами электро- и теплоснабжения, топливоснабжения и окружающей средой.

Обоснованность научных результатов исследования, выводов и рекомендаций обеспечена использованием в качестве теоретической и методической основы диссертации фундаментальных законов технической термодинамики, эксергетического анализа, тепломассообмена, гидравлики, методов вычислительной математики, теории вероятности, апробированных методик технико-экономического анализа, сопоставимостью полученных данных с другими источниками, свидетельствами о государственной регистрации программ на ЭВМ.

Достоверность и новизна исследования, полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Оценим обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных после каждой главы и в заключении диссертации.

1. На основе разработанной ретроспективной математической модели анализа рынка энергетического машиностроения РФ получены аппроксимирующие зависимости, позволяющие оценить темпы его роста на ближайшую перспективу. Наибольшим годовым темпом роста 9-12% обладает газотурбиностроение с ожидаемым увеличением инвестиций в энергооборудование на уровне 7%. Установлено отсутствие в РФ корпораций, способных обеспечить полный цикл производства ПГУ (от проектирования до сдачи в эксплуатацию и технического сопровождения).

Вывод является важным, но вместе с тем известным, т.к. отечественное газотурбиностроение отстает от ведущих энергомашиностроительных компаний мира по производству ГТУ большой мощности с высокими электрическими КПД.

2. Разработаны методические положения оценки энергетической эффективности двухтопливных ПГУ и определения их конкурентоспособности с учетом соотношения цен на газ и уголь. Отмечено, что такие установки могут иметь электрический КПД 55-56%.

Предложенные методические положения и аналитические зависимости получены впервые и обладают научной и практической новизной.

3. На основе сравнения двухтопливных ПГУ с традиционными паротурбинными установками и бинарными ПГУ на газе, определено граничное соотношение цен на газ и уголь, обеспечивающее их энергетическую эффективность.

Вывод важный, имеющий практическую ценность.

4. Наибольшей научной ценностью диссертации является разработанный комплексный методический подход к оценке эффективности применения ПГУ в условиях топливно-энергетического баланса региона с использованием эксергетической методологии и учетом неопределенности исходной информации, надежности энергоснабжения, инфляции, требований инфраструктуры. На основе этого методического подхода выполнена оптимизация основных параметров двухтопливных ПГУ, определены энергетические и экономические показатели эффективности.

5. На основе марковской модели в диссертации определена рациональная доля парогазовых блоков в перспективной структуре генерации электроэнергии в регионе. Установленная доля ПГУ составляет 30-40% от всех мощностей ТЭС с учетом экологических ограничений.

Вывод имеет важное практическое значение для развития региональной энергетики.

6. Выводы 6, 7 и 8 посвящены практической реализации использования двухтопливных технологий ПГУ на ТЭС региона. Здесь разработаны тепловые схемы ПГУ параллельного типа при использовании газа и угля, с внутрицикловой газификацией угля и производством синтез-газа, водорода.

7. Вывод 9 посвящен оценке эффективности перевода газовых ТЭС на уголь.

Показано, что такой перевод возможен для конденсационных электростанций на которых могут быть размещены склады угля и золоотвалы.

Вывод имеет практическое значение.

Полнота опубликованных результатов и апробация работы

Основное содержание диссертационной работы доложено и обсуждено на многих международных и всероссийских научных и научно-технических конференциях, симпозиумах и съездах, опубликовано в журналах и монографии (всего 47 печатных работ). Опубликованные научные статьи (в том числе 13 статей в изданиях, рекомендованных перечнем ВАК, 6 статей в изданиях, индексируемых в WoS и Scopus), 1 монография и 23 публикации в научных журналах сборниках трудов, материалах международных конференций, форумах, симпозиумов. Получено четыре свидетельства о регистрации программ на ЭВМ.

Практическая значимость результатов работы

Практическая значимость результатов работы заключается в следующем:

– разработанные теоретические положения, методические подходы и математические модели, программы расчетов позволяют получить оптимальные схемно-параметрические решения двухтопливных парогазовых ТЭС, провести анализ эффективности двухтопливных установок в региональной энергетике при новом строительстве и модернизации существующих электростанций.

Решены прикладные задачи развития энергетики региона путем разработки схемы и выбора оптимальных параметров двухтопливной ПГУ-370 для Приморской ГРЭС, модернизации Северной ТЭЦ.

Результаты исследования использованы в ООО «КОТЭС Инжиниринг» (г. Новосибирск), ООО «Институт передовых исследований» (г. Новосибирск), в учебном процессе при подготовке магистров по направлению 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», аспирантов по специальности 05.14.14 «Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты».

Личный вклад

Личный вклад автора заключается в разработке теоретических и методических положений, математическом и компьютерном моделировании программно-вычислительного комплекса для технологий ПГУ, в анализе результатов и разработке рекомендаций по применению ПГУ ТЭС в условиях топливно-энергетического баланса региона.

Рекомендации по использованию результатов работы

Методические положения, программные комплексы, результаты и выводы диссертационной работы могут быть использованы при системной оценке эффективности нового строительства и модернизации региональных ТЭС с использованием двухтопливной технологии.

Соответствие содержания работы указанной специальности

Разработанные в диссертационной работе методики, методические подходы, теоретические положения, математические модели и программы расчетов, позволяющие определить оптимальные схемы и параметры новых двухтопливных ПГУ, масштабы их внедрения с учетом особенностей энергосистемы, топливообеспечения и экологических характеристик региона соответствуют п. п. 1,2,3,4 паспорта специальности 05.14.14 – Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты.

Структура и содержание работы

Представленная диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы и двух приложений. Основной текст изложен на 240 страницах, содержит 112 рисунков, 25 таблиц. Список литературы содержит 128 источников.

Работа написана хорошим научно-техническим доказательным языком и аккуратно оформлена в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.11-2001.

Соответствие содержания автореферата содержанию диссертации

Автореферат, в котором отражены все основные материалы диссертационной работы, выводы и рекомендации, полностью соответствует содержанию диссертации.

Замечания по диссертационной работе

По диссертации имеются следующие замечания.

1. Рассмотрен очень широкий спектр двухтопливных парогазовых установок (конденсационного и теплофикационного типа, с газодляным подогревателем, с газификацией угля, с газодляным подогревателем и термотрансформаторами). Вместе с тем, каждый тип ПГУ имеет свои особенности и ограничения по возможности применения. К сожалению, ограничительные возможности использования рассмотренных схем в диссертации отражены недостаточно полно.

2. В работе не показано, в какой части суточного графика электрической нагрузки предполагается использовать двухтопливные ПГУ. Не приведены также характерные графики тепловых нагрузок.

3. Принятый в качестве показателя энергетической эффективности ПГУ электрический КПД, строго говоря, может быть использован для конденсационных установок. Для теплофикационных установок критерием энергетической эффективности является экономия топлива от комбинированной выработки электрической и тепловой энергии. Как связан электрический КПД ПГУ и достигаемая экономия топлива от комбинированной выработки электрической и тепловой энергии в работе не показано.

4. Из диссертации неясно, почему при расчете удельных расходов топлива на выработку электрической и тепловой энергии ТЭЦ-ПГУ использованы разные методики. Так на с. 68 диссертации указанные показатели рассчитаны по физическому методу, а на с. 200 – по пропорциональному.

5. Для рассмотренных схем ПГУ не приведены такие экономические показатели как чистый дисконтированный доход, индекс доходности, внутренняя норма доходности, срок окупаемости, по которым можно судить об экономической целесообразности их применения.

6. В работе не указано, по каким данным приняты показатели готовности ТЭЦ-ПГУ, ТЭЦ-ПТУ, замещаемых КЭС и котельных? Принятые показатели представляются заниженными.

7. Не приведены данные по капитальным вложениям различных вариантов схем двухтопливных ПГУ.

Заключение по диссертационной работе

Оценивая диссертационное исследование Боруш О.В. «Эффективность двухтопливных парогазовых установок в условиях регионального топливно-энергетического баланса» в целом, следует отметить, что оно является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, в которой разработан комплекс математических моделей и технологических схем двухтопливных парогазовых установок с параллельной схемой работы, определению их энергетической эффективности,

выбору оптимальных параметров, конкурентоспособности исследуемых установок в зависимости от соотношения цен на газ и уголь, объемов внедрения в региональные системы энергетики с учетом экологических ограничений. Внедрение разработанных двухтопливных ПГУ в региональные системы энергетики позволит повысить энергоэффективность производства электрической и тепловой энергии, сократить потребление природного газа по сравнению с бинарными ПГУ, что вносит значительный вклад в развитие экономики страны.

С учетом изложенного выше, диссертационная работа Боруш Олеси Владимировны «Эффективность двухтопливных парогазовых установок в условиях регионального топливно-энергетического баланса», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук, полностью соответствует требованиям пунктов 9–14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842 (ред. 01.10.2018 г.), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а её автор, Боруш Олеся Владимировна, заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 05.14.4 – Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты.

Отзыв на диссертацию и автореферат Боруш О.В. обсужден и принят на заседании научно-технического совета Проблемной научно-исследовательской лаборатории «Теплоэнергетические установки электростанций и системы энергоснабжения» Института энергетики и транспортных систем СГТУ имени Гагарина Ю.А. «28» октября 2019 г., протокол № 2.

Председатель научно-технического совета ПНИЛ ТЭУ и СЭ,
доктор технических наук, профессор кафедры
«Тепловая и атомная энергетика»

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Саратовский государственный технический университета
имени Гагарина Ю.А.»

Николаев Юрий Евгеньевич

12.11.2019г

Кандидат технических наук, профессор
кафедры «Тепловая и атомная энергетика»,
заведующий ПНИЛ ТЭУиСЭ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Саратовский государственный технический университета
имени Гагарина Ю.А.»

Ларин Евгений Александрович

12.11.2019г

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Саратовский государственный
технический университет имени Гагарина Ю.А.»

410054, г.

ая, 77

Телефон:

99-87-47. E-mail: termo@sstu.ru

Подписи

А. заверяю:

Ученый с

У имени Гагарина Ю.А.

Салтыкова Ольга Александровна

Поступил в Совет 4.12.19
Уч. секр. Бутра / Шиндуров А.В.

с отзывом ознакомлена
04.12.2019
Боруш О.В.