

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
Д 212.173.02 НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ», МИНИСТЕРСТВО НАУКИ
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 20 декабря 2019 протокол № 5

О присуждении Боруш Олесе Владимировне, гражданке Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Эффективность двухтопливных парогазовых установок в условиях регионального топливно-энергетического баланса» в виде рукописи по специальности 05.14.14 – Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты принята к защите 18 сентября 2019 г., протокол № 10 диссертационным советом Д 212.173.02 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки РФ, 630073, г. Новосибирск, пр-т К. Маркса, 20, приказ о создании диссертационного совета №105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Боруш Олеся Владимировна 1982 года рождения, в 2004 г. окончила Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новосибирский государственный технический университет» по специальности «Тепловые электрические станции», присуждена квалификация инженер. В 2008 году защитила диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.14.14 – «Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты» в диссертационном совете Д.212.173.02, созданном на базе Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Новосибирский государственный технический университет». Диплом кандидата

технических наук ДКН № 076834. В настоящее время работает в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» (НГТУ) на кафедре Тепловых электрических станций факультета энергетики в должности доцента и обучается в докторантуре НГТУ по специальности 05.14.14 – Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты (нормативный период обучения с 01.11.2018 г. по 31.10.2021 г.).

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Новосибирский государственный технический университет».

Научный консультант – доктор технических наук, профессор Щинников Павел Александрович, Новосибирский государственный технический университет, кафедра Тепловых электрических станций, профессор.

Официальные оппоненты:

Кудинов Анатолий Александрович, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный технический университет», кафедра «Тепловые электрические станции», заведующий;

Тюрина Элина Александровна, доктор технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук, отдел теплосиловых систем № 70, лаборатория исследования энергетических установок, ведущий научный сотрудник;

Ахметова Ирина Гареевна, доктор технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет», проректор по научной работе, кафедра Экономики и организации производства, заведующий; дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университета имени Гагарина Ю.А.» (СГТУ имени

Гагарина Ю.А.), г. Саратов, в своем положительном заключении, подписанном председателем научно-технического совета Проблемной научно-исследовательской лаборатории «Теплоэнергетические установки электростанций и системы энергоснабжения» Института энергетики и транспортных систем СГТУ (ПНИЛ ТЭУ и СЭ), д.т.н., профессором кафедры «Тепловая и атомная энергетика» Ю.Е. Николаевым и заведующим ПНИЛ ТЭУ и СЭ к.т.н., профессором кафедры «Тепловая и атомная энергетика» Е.А. Лариным, утвержденным проректором по науке д.т.н., профессором А.А. Сытником, указала, что соискатель заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук.

Соискатель имеет 47 опубликованных работ по теме диссертации, в том числе 13 статей в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора наук. Получено 4 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ, подготовлена и издана одна монография. Авторский вклад в опубликованные работы составляет не менее 60 %. Общий объем публикаций – 20,31 п. л. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. **Боруш, О. В.** Двухтопливная ПГУ с параллельной схемой на суперсверхкритические параметры / А. С. Воронкова, О. В. Боруш, П. А. Щинников, А. А. Зуева // Новое в российской электроэнергетике. – 2019. – № 5. – С. 6–11.

2. **Боруш, О. В.** Исследование технико-экономических показателей системы комбинированного теплоснабжения с фреоновыми термотрансформаторами / О. К. Григорьева, А. А. Францева, О. В. Боруш // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. – 2018. – № 3 (72). – С. 145 – 156.

3. **Боруш, О. В.** Разработка показателей эффективности работы ТЭЦ и их подсистем на основе дифференциально-эксергетического метода / Ч. Оршуу,

О. В. Боруш, П. А. Щинников, А. С. Воронкова // Новое в российской электроэнергетике. – 2018. – № 2. – С. 22–29.

4. **Боруш, О. В.** Техничко-экономический КПД энергоблоков ТЭЦ / Г. В. Ноздренко, П. А. Щинников, О. К. Григорьева, О. В. Боруш // Известия Российской академии наук. Энергетика. – 2013. – № 6. – С. 16–24.

5. **Боруш, О. В.** Комплексные технико-экономические исследования ПГУ с поточными газификаторами / В. Е. Накоряков, Г. В. Ноздренко, П. А. Щинников, О. В. Боруш, А. Г. Кузьмин // Известия Российской академии наук. Энергетика. – 2010. – № 4. – С. 184–193.

6. **Боруш, О. В.** Комплексный анализ парогазовых ТЭЦ / П. А. Щинников, Г. В. Ноздренко, О. К. Григорьева, О. В. Боруш, А. Г. Кузьмин // Известия Высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2010. – №3-4. – С.33–40.

7. **Боруш, О. В.** Перспективы применения ПГУ в сибирской энергетике при различных сценариях развития топливно-энергетического баланса / П. А. Щинников, Г. В. Ноздренко, О. К. Григорьева, О. В. Боруш // Известия Высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2009. – № 5-6. – С. 37–42.

На диссертацию и автореферат поступило 14 отзывов, все отзывы положительные:

1. Ведрученко Виктор Родионович, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения», кафедра «Теплоэнергетика», профессор и Гаак Виктор Климентьевич, кандидат технических наук, кафедра «Теплоэнергетика», профессор отметили, что принятые условия развития генерирующих мощностей не соответствуют последней Программе развития электроэнергетики РФ; применение двух топлив, в том числе угля, создают проблему чистоты воздуха, также в работе не учтены капитальные затраты для новой схемы работы предприятия.

2. Стрижак Павел Александрович, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский

политехнический университет», Инженерная школа энергетики Научно-образовательного центра И.Н. Бутакова, профессор отметил, что в автореферате не везде представлены ссылки на первоисточники; не всегда понятен критерий выбора типов установок и исходные данные для расчетов; не совсем понятен характер кривых на рисунках.

3. Резниченко Алексей Владимирович кандидат технических наук, Общество с ограниченной ответственностью «Интерэнерго», руководитель бизнес-направления по котельному оборудованию и системам подготовки топлива, Зыкова Наталья Геннадьевна кандидат технических наук, главный специалист дирекции по котельному оборудованию уточняют, учитывался ли в балансе расход природного газа на дожигание в котле-утилизаторе (КУ).

4. Лебедев Виталий Матвеевич, доктор технических наук, профессор, Заслуженный энергетик РФ, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения» кафедра «Теплоэнергетика», профессор спрашивает о востребованности разработанных автором методик эксплуатационным персоналом и об актуальности вопроса прогнозирования рынка энергетического оборудования, в сложившихся условиях, а так же отмечает неясность в формуле определения КПД.

5. Ротов Павел Валерьевич, доктор технических наук, доцент, Публичное акционерное общество «Т Плюс», филиал «Ульяновский» территориальное управление по теплоснабжению в г. Ульяновск, заместитель главного инженера по тепловым сетям – технический директор территориального управления уточняет, почему у парогазовых установок (ПГУ), имеющих один состав оборудования, существенно отличается характер зависимостей, описывающих температуру газов перед турбиной и температуру питательной воды; отмечает, что отсутствуют сведения о сроках окупаемости разработанных и внедренных технических решений.

6. Тугов Андрей Николаевич, доктор технических наук, Открытое акционерное общество «Всероссийский дважды ордена трудового красного знамени теплотехнический научно-исследовательский институт», отделение

парогенераторов и топочных устройств, заведующий спрашивает, чем обусловлен выбор котла с кипящим слоем и топлива для Приморской ГРЭС, как обеспечивается низкая температура уходящих газов после КУ, и, есть ли отборы из паровой турбины; а так же отмечает, что при оценке воздействия на окружающую среду помимо показателя декарбонизации следует также учитывать влияние и других загрязнителей.

7. Росляков Павел Васильевич, доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ»», кафедра Паровых и газовых турбин, профессор уточняет, почему для обеспечения надежности энергоснабжения предпочтительнее иметь 30 % газа в топливно-энергетическом балансе; отмечает, что прогнозные оценки не позволяют учитывать политические и экономические факторы; сделал замечание, что в автореферате утверждение о равенстве температур нагрева пара в котле-утилизаторе и уходящих газов из ГТУ неверно.

8. Сэрээтэрийн Батмунх, доктор технических наук, профессор, академик Монгольской академии наук, Монгольский Государственный Университет Науки и Технологии, Энергетический институт, консультант профессор отмечает, что не приведены результаты расчетов достигаемой экономии топлива от применения рассматриваемых технологических схем двухтопливных ПГУ; неясно, каким образом определена эксергия топлива на входе в исследуемые установки.

9. Князьков Виктор Петрович, кандидат технических наук, доцент, Акционерное общество «Подольский машиностроительный завод», заместитель главного конструктора по оборудованию для парогазовых установок – начальник Расчетно-Аналитического Отдела сделал замечание о том, что неясны критерии выбора сценариев развития энергетики Сибирского федерального округа; уточняет, каким образом в работе учтено внедрение очистных сооружений для угольной части энергоблока.

10. Кузнецов Гений Владимирович, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский

политехнический университет», Инженерная школа энергетики Научно-образовательного центра И.Н. Бутакова, главный научный сотрудник – отзыв без замечаний.

11. Галашов Николай Никитович, кандидат технических наук, доцент, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Инженерная школа энергетики Научно-образовательного центра И.Н. Бутакова, доцент, спрашивает о возможности использования результатов для анализа работы парогазовых установок утилизационного типа в России, а также о сжигании в камере сгорания ГТУ газа, полученного при газификации угля.

12. Ледуховский Григорий Васильевич, доктор технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина», кафедра «Тепловые электрические станции», заведующий, уточняет, каковы характеристики сходимости оценки развития рынка энергетического машиностроения; каков вид законов распределения случайных величин при проведении оптимизации двухтопливных ПГУ; чем обусловлен выбор метода случайного направленного поиска и как доказана глобальность найденного экстремума.

13. Шарапов Владимир Иванович, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный технический университет», кафедра «Теплогазоснабжение и вентиляция», заведующий, научно-исследовательская лаборатория «Теплоэнергетические системы и установки», руководитель, Замалеев Мансур Масхутович, кандидат технических наук, доцент, доцент той же кафедры, отмечают, что в автореферате отсутствует технико-экономическое обоснование применения двухтопливной ПГУ для Приморской ГРЭС, а также не приведено, каким образом при оценке эффективности применения ПГУ различных профилей осуществляется контроль за параметрами оптимизации.

14. Лившиц Михаил Юрьевич, доктор технических наук, профессор, Почетный работник высшего профессионального образования РФ, Федеральное

государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный технический университет», кафедра «Управление и системный анализ теплоэнергетических и социотехнических комплексов» заведующий, Шелудько Леонид Павлович, кандидат технических наук, член Международной энергетической академии, Почетный работник высшего профессионального образования РФ, доцент той же кафедры, делают замечание об отсутствии в автореферате сравнительного анализа двухтопливных и бинарных ПГУ по показателям надежности; рекомендуют проведение анализа применения двухтопливных ПГУ для ГРЭС на базе ГТУ мощностью 250-300 МВт и паротурбинных установок с суперсверхкритическими параметрами.

Выбор официальных оппонентов обосновывается высокой квалификацией специалистов, наличием публикаций в соответствующей сфере исследования и способностью определить научную и практическую ценность диссертации. Область научных интересов доктора технических наук, профессора Кудинова Анатолия Александровича связана с парогазовыми установками, энергоэффективностью и энергосбережением; доктора технических наук, доцента Тюриной Элины Александровны – со схемно-параметрической оптимизацией теплоэнергетических установок, в том числе - парогазовых, моделированием процессов газификации твердого топлива; доктора технических наук, доцента Ахметовой Ирины Гареевны – с вопросами повышения конкурентоспособности отечественных предприятий в области теплоэнергетики.

Выбор ведущей организации СГТУ имени Гагарина Ю.А., обусловлен широкой известностью и достижениями в области энергетических исследований и разработок теплоэнергетического оборудования.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны теоретические положения по оценке энергетической эффективности двухтопливных ПГУ параллельного типа и определения конкурентоспособности двухтопливных парогазовых установок в условиях изменения ценовых соотношений на топливо, позволяющие определять выгодность применения технологии для отдельных энергоблоков, электростанций и регионов;

комплексный подход к оптимизационному исследованию и эксергетическому анализу двухтопливных ПГУ с выбором параметров термодинамического цикла и тепловой схемы, конструктивно-компоновочных параметров и характеристик энергооборудования применительно к региональной энергетике, позволяющие получить новые оценки значений предельной термодинамической эффективности циклов двухтопливных ПГУ, их оптимальных параметров, а также объемов внедрения в региональную энергетiku.

предложен ряд перспективных технологий двухтопливных парогазовых установок, а также решение ряда прикладных задач по развитию отдельных электростанций и территориальных энергосистем;

показано, что двухтопливные парогазовые установки обладают высокой эффективностью термодинамических процессов, высоким внедренческим потенциалом, пригодностью к применению на ТЭЦ средних и высоких параметров с поперечными связями и позволяют эффективно использовать уголь и газ и снизить экологическое воздействие на окружающую среду;

доказана перспектива применения двухтопливных парогазовых установок для современного уровня развития техники с учетом модернизационного потенциала действующих установок, а также создания новых и перспективных установок, в том числе и на суперсверхкритические параметры.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что **установлены** зависимости между технико-экономической эффективностью, расходными и термодинамическими параметрами для парогазовых установок разного состава оборудования и назначения с учетом качественных характеристик энергетических потоков между отдельными функциональными частями и внешних связей с системами электро- и теплоснабжения, топливоснабжения и окружающей средой;

применительно к исследуемым задачам результативно использованы фундаментальные законы технической термодинамики, эксергетического анализа, теплообмена, гидравлики, методов вычислительной математики, теории вероятности, апробированных методик технико-экономического анализа;

изложены теоретические положения, идеи и условия эффективности развития региональной энергетики путем внедрения двухтопливных парогазовых

установок; сформулированы теоретические положения определения конкурентоспособности разных видов топлива для отдельных энергоблоков, электростанций, территориальных энергосистем;

изучено влияние параметров термодинамического цикла, вида технологической схемы, инфраструктурных экономических, экологических и системных факторов на определение эффективных условий эксплуатации двухтопливных парогазовых установок в условиях региональной энергетики;

проведена модернизация методологии эксерго-агрегативного метода исследования новых и перспективных технологий, которая позволяет вести оптимизационный анализ параметров и схемных решений для парогазовых энергоблоков широкого спектра и назначения в условиях внутренних и внешних ограничений.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены универсальные методики оценки энергетической эффективности двухтопливных парогазовых установок и конкурентоспособности по показателю межтопливной конкурентоспособности в организации ООО «КОТЭС Инжиниринг», результаты диссертации внедрены в учебном процессе в Новосибирском государственном техническом университете в виде применения методов в курсовом и дипломном проектировании, а также используются в научно-исследовательской лаборатории «Низкопотенциальной энергетики» Новосибирского государственного технического университета как составная часть научной базы по технологиям глубокой переработки топлива;

определены зона эффективного применения двухтопливных технологий при решении практических задач развития региональной энергетики и рациональная доля парогазовых установок всех типов в перспективной структуре генерации;

созданы математические модели, алгоритмы и программы расчетов, которые позволяют получать оптимальные схемно-параметрические решения по парогазовым установкам, выполнять анализ возможностей применения двухтопливных ПГУ в региональной энергетике, а также решать задачи по разработке технических решений при проектировании новых или модернизации

существующих объектов генерации, в том числе и для технологий глубокой переработки угля;

представлены рекомендации по выбору оптимальных параметров термодинамического цикла и тепловой схемы, конструктивно-компоновочных параметров и характеристик энергооборудования двухтопливных парогазовых установок, а также обоснованию рациональной доли мощностей ПГУ в региональной энергетике с учетом топливно-энергетического баланса.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ – экспериментальные работы не проводились;

теория построена на использовании фундаментальных законов термодинамики, теплопередачи, надежности, энергетического и материального баланса;

идея базируется на анализе практики проектирования тепловых схем и методов расчета эффективности современных теплоэнергетических установок, обобщения передового опыта эксплуатации парогазовых установок.

использованы данные большого числа зарубежных и отечественных авторов о методах оптимизации теплоэнергетических установок и оценки эффективности новых технологий, а также статистические данные о развитии энергетики, представленные в отчетах аналитических агентств и Министерства энергетики Российской Федерации;

установлено качественное совпадение результатов автора с результатами, представленными в независимых источниках по оценке эффективности парогазовых установок и оценок развития территориальных энергосистем;

использованы современные методики сбора и обработки информации в виде баз данных и электронных библиотек.

Личный вклад соискателя заключается в постановке задач и научной проблематике; основные научные результаты диссертационной работы, выносимые на защиту, получены автором лично; определяющий вклад автора в разработку теоретических и методических положений, математическое моделирование и написание программно-вычислительного комплекса для технологий парогазовых установок; анализ и обобщение результатов

выполнены автором диссертации самостоятельно; новые технические решения, реализованные при помощи компьютерных моделей, на которые получены свидетельства о регистрации программ для ЭВМ, разработаны при участии автора; личное участие автора в решении прикладных задач с использованием разработанных методов и подходов, а также в апробации результатов исследования и подготовке публикаций.

Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой разработан комплекс взаимосвязанных методических подходов, математических моделей и методов для исследования двухтопливных парогазовых установок: определения их энергетической эффективности, выбора оптимальных параметров, конкурентоспособности исследуемых установок в зависимости от соотношения цен на газ и уголь, объемов внедрения в региональные системы энергетики. Полученные результаты имеют важное значение для развития энергетической отрасли Российской Федерации.

На заседании 20 декабря 2019 г. диссертационный совет принял решение присудить **Боруш Олесе Владимировне** ученую степень доктора технических наук по специальности 05.14.14 – Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени 15, против присуждения ученой степени – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного совета
доктор физико-математических наук,
академик РАН

С.В. Алексеенко

Ученый секретарь диссертационного совета
доктор технических наук, профессор

А.В. Чичиндаев

20 декабря 2019 года