

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.269.13, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГАОУ
ВО) «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ», МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 27.12.2018 г. №117

О присуждении Цибульскому Святославу Анатольевичу, гражданину
Российской Федерации, **ученой степени кандидата технических наук.**

Диссертация «Совершенствование тепловой схемы утилизационной
парогазовой установки с целью повышения эффективности генерации
электрической энергии»

по специальности: 05.14.14 – Тепловые электрические станции, их энергетические
системы и агрегаты

принята к защите 25.10.2018 г. (протокол заседания № 115) диссертационным
советом Д 212.269.13, созданным на базе Федерального государственного
автономного образовательного учреждения высшего образования (ФГАОУ ВО)
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет»,
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 634050, г.
Томск, пр. Ленина, д. 30, приказом Минобрнауки России № 105/НК от 11.04.2012 г.

Соискатель Цибульский Святослав Анатольевич, 1990 года рождения.

В 2014 г. соискатель окончил ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский
Томский политехнический университет», в 2018 году окончил очную аспирантуру
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический
университет».

Работает ассистентом в научно-образовательном центре И.Н. Бутакова
Инженерной школы энергетики ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский
Томский политехнический университет», Министерство науки и высшего
образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена в научно-образовательном центре И.Н. Бутакова Инженерной школы энергетики ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент, **Галашов Николай Никитович**, НОЦ И.Н. Бутакова Инженерная школа энергетики ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», доцент.

Официальные оппоненты:

1. **Богомолов Александр Романович**, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева», Институт энергетики, кафедра «Теплоэнергетики», г. Кемерово, заведующий;

2. **Ларин Евгений Александрович**, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», кафедра «Тепловая и атомная энергетика» Институт энергетики и транспортных систем, г. Саратов, профессор,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ФГБОУ ВО Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт» (г. Москва) в своем **положительном отзыве**, подписанном **Дудолиным Алексеем Анатольевичем**, кандидатом технических наук, первым заместителем заведующего кафедрой «Тепловые электрические станции», **указала, что** диссертация **Цибульского Святослава Анатольевича** является **завершенной научно-квалификационной работой**, имеющей актуальность, научную новизну и практическую ценность. Поставленные задачи в диссертационной работе раскрыты достаточно полно и последовательно, выводы и рекомендации обоснованы параметрическими исследованиями. Новые научные результаты, полученные автором, имеют существенное значение в развитии научной и практической деятельности. Содержание диссертации полностью соответствует специальности 05.14.14 Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты и отвечает

требованиям п. 9 положения «О порядке присуждения учёных степеней» (утверждённым постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842) ВАК РФ, а ее автор Цибульский Святослав Анатольевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.14.14 –Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты.

Соискатель имеет 32 опубликованные работы по теме диссертации, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работы; опубликованных в научных изданиях индексируемых базами данных Scopus и Web of Science 12 работ, 1 акт о внедрении результатов исследований, 1 зарегистрированный программный продукт. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах (авторский вклад в основных работах по диссертации составляет от 50 до 60 %, общий объем более 7 условных печатных листов).

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Цибульский С.А. Анализ влияния основных параметров паротурбинного цикла на эффективность тринарных парогазовых установок / С. А. Цибульский, Н. Н. Галашов // **Известия Томского политехнического университета**, Томский политехнический университет (ТПУ). – 2013. –Т. 323, № 4: Энергетика. – С. 14-21. **2. Цибульский С.А.** Анализ эффективности парогазовых установок тринарного типа / С. А. Цибульский, Н. Н. Галашов // **Известия Томского политехнического университета**, Томский политехнический университет (ТПУ). – 2014. – Т. 325, № 4: Техника и технологии в энергетике. – С. 33-38. **3. Цибульский С.А.** Тепловая эффективность утилизационных ПГУ тройного цикла / С. А. Цибульский, Н. Н. Галашов // **Электрические станции**. – 2014. – №10(999). – С. 11–15. **4. Цибульский С.А.** Численное исследование характеристик конденсации различных теплоносителей в охлаждаемом воздухом аппарате / С. А. Цибульский, Н. Н. Галашов // **Электрические станции**. – 2015. – №8(1009). – С. 24-31.

На диссертацию и автореферат поступили следующие отзывы:

1) От ведущей организации ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ» (г. Москва), подписанный Дудолиным Алексеем Анатольевичем, кандидатом технических наук, первым заместителем заведующего кафедрой «Тепловые электрические станции»;

- 2) от официального оппонента **Богомолова Александра Романовича**, доктора технических наук, ведущего научного сотрудника ФГБУ науки Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, г. Новосибирск;
- 3) от официального оппонента **Ларина Евгения Александровича**, доцента, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», профессора кафедры «Тепловая и атомная энергетика» Институт энергетике и транспортных систем, г. Саратов;
- 4) от **Шарапова Владимира Ивановича**, доктора технических наук, профессора, ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет», заведующий кафедрой «Теплогазоснабжение и вентиляция», руководитель НИЛ «Теплоэнергетические системы и установки», г. Ульяновск;
- 5) от **Ледуховского Григория Васильевича**, кандидата технических наук, доцента, ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина», кафедра «Тепловые электрические станции», г. Иваново;
- 6) от **Косякова Сергея Алексеевича**, кандидата технических наук, советника генерального директора ООО «Невская энергетика», г. Санкт-Петербург.

Все отзывы положительные. Имеются следующие замечания:

При расчете тепловых схем не учтено влияние различных факторов – температуры наружного воздуха, высоты над уровнем моря, качества топлива, влажности воздуха, сопротивлений на входе и выходе газотурбинной установки (ГТУ) на изменение характеристик – мощности, КПД, температуры за газовой турбиной и пр. На стр. 14 допущены некорректные выражения «холодное тепловое хранилище, паровой впрыск в камеру сгорания с целью повышения начальной температуры газов ГТУ». Все расчеты выполнены для характеристик ГТУ для условий ISO. Отсутствуют сведения о количестве ПГУ, размещенных в условиях пониженных среднегодовых температур окружающей среды в отдаленных северных районах, для которых возможно и целесообразно использование цикла с тремя рабочими телами и конденсацией органического рабочего тела (ОРТ) в воздушном конденсаторе. Отсутствуют сведения о стоимости реализации проекта ПГУ с тремя рабочими телами и конденсацией ОРТ в воздушном конденсаторе и возможном сроке

окупаемости, что затрудняет оценку практической значимости подобных технологий.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается научным авторитетом и высокой квалификацией специалистов в области парогазовых установок (ПГУ) и тепловых электрических станций (ТЭС), наличием публикаций в рецензируемых изданиях за последние пять лет в соответствующей сфере и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая научная идея парогазовой установки, в которой применяются циклы на трех рабочих телах при конденсации в воздушном конденсаторе (ВК) органического рабочего тела (ОРТ);

предложена усовершенствованная методика расчета ПГУ-ВК, позволяющая определять зависимость работы установки от режимных значений параметров рабочих тел и условий наружного воздуха;

предложено решение научно-технической задачи повышения тепловой эффективности утилизационной парогазовой установки с циклами на трех рабочих телах и конденсации органического рабочего тела в воздушном конденсаторе;

доказана эффективность применения ПГУ с циклами на трех рабочих телах в климатических условиях с пониженными среднегодовыми температурами; наиболее эффективным мероприятием для ПГУ является регенеративный подогрев конденсата ОРТ перед котлом-утилизатором (КУ) до температуры 60 °С.

Теоретическая значимость исследований обоснована тем, что:

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) установлены диапазоны оптимальных режимных параметров водяного пара, органического рабочего тела, охлаждающего воздуха в воздушном конденсаторе для достижения наибольшей мощности и электрического КПД парогазовой установки;

изложены методики расчета тепловой схемы ПГУ с циклами на трех рабочих телах, ВК при конденсации в нем различных рабочих тел, комплекса совместной работы

ПГУ и ВК, позволяющие проводить параметрический анализ данных установок от режимных параметров и температуры наружного воздуха;

раскрыто влияние режимных параметров водяного пара в среднем цикле и параметров органических рабочих тел в нижнем цикле, условий конденсации в воздушном конденсаторе в зависимости от температуры наружного воздуха на вырабатываемую мощность и абсолютный электрический КПД парогазовой установки;

разработаны и изучены новые подходы к повышению тепловой экономичности работы утилизационной парогазовой установки путем снижения температуры отвода тепла в нижнем цикле.

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

разработаны и внедрены методики и алгоритмы расчетов тепловой схемы ПГУ и воздушного конденсатора, которые позволяют рассчитывать и анализировать установки независимо друг от друга; методика взаимосвязанной системы ПГУ-ВК, в которой изменение режима работы ВК определяет изменение режима работы ПГУ и наоборот, позволяющая определять максимально возможный электрический КПД установки, что подтверждается большей эффективностью относительно стандартной ПГУ фирмы General Electric в климатических условиях г. Сургут и заключением о практическом использовании результатов работы на АО «Дальневосточная генерирующая компания» филиала «Приморская генерация»;

определены оптимальные режимные параметры водяного пара, органических рабочих тел для достижения наибольшей электрической мощности и КПД парогазовой установки, выявлены органические рабочие тела, обладающие наилучшими термодинамическими параметрами, эксплуатационными и экологическими свойствами для надежной и безопасной работы в нижнем цикле ПГУ при условии их конденсации в воздушном конденсаторе с целью повышения эффективности работы установки;

создан новый подход для оценки возможности эффективного применения ПГУ с циклами на трех рабочих телах на тепловых электростанциях;

создана тепловая схема комплекса ПГУ-ВК с циклами на трех рабочих телах позволяет снизить температуру отвода тепла ниже 0 °С и надежно работать при конденсации в ВК органического рабочего тела ОРТ;

представлены методики, позволяющие рассчитывать сложные тепловые схемы ПГУ с циклами на трех рабочих телах в комплексе с воздушным конденсатором.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

установлено, что результаты исследований получены на основе апробированных и хорошо зарекомендовавших методик расчета газотурбинной и паротурбинной установки; расчет процессов теплоотдачи в воздушном конденсаторе проведен на основе проверенных критериальных уравнений; оценка погрешности расчетов проведена с использованием теории приближенных вычисления и случайной вариации исходных параметров; непротиворечивость с существующими базовыми физическими законами и уравнениями термодинамики, с представлениями о процессах в ПГУ, которые описываются в работе основными уравнениями материальных и тепловых балансов, тепло- и массопередачи в элементах ВК, котле-утилизаторе, турбинах, испарителе ОРТ и прочих теплообменных аппаратах.

Личный вклад соискателя состоит в анализе существующих принципиальных схем ПГУ, формулировании подхода к их совершенствованию для условий пониженных температур окружающей среды путем введения в тепловую схему третьего цикла на органическом рабочем теле с использованием воздушного конденсатора, в выборе методик определения основных значений параметров ПГУ и ВК, разработке на их основе объединенной методики расчета комплекса ПГУ-ВК и реализация данных методик в виде программ расчета на ЭВМ; в верификации созданных программ расчета и использовании их для проведения параметрических исследований по определению диапазонов параметров циклов рабочих тел, охлаждающего воздуха, которые отвечают условиям получения наибольшего электрического КПД установки; в обработке, анализе, обсуждении полученных результатов и выработке рекомендаций для практического использования на практике.

Диссертация является научно-квалифицированной работой, в которой содержится решение актуальной научной задачи, соответствующей энергетической

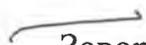
стратегии России до 2030 года, которая определяет замещение устаревшего паротурбинного оборудования современными парогазовыми установками; содержится решение задачи совершенствования утилизационных парогазовых установок путем применения циклов на трех рабочих телах и воздушного конденсатора и соответствует п. 9 абз. 2 Положения о присуждении ученых степеней.

На заседании 27 декабря 2018 года диссертационный совет принял решение присудить Цибульскому С.А. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 6 докторов наук по специальности 05.14.14 – Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 14, против – нет, недействительных бюллетеней – 1.

Заместитель председателя
диссертационного совета




Заворин Александр Сергеевич

Ученый секретарь
диссертационного совета
«27» декабря 2018 г.



Матвеев Александр Сергеевич