

**РЕШЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА УрФУ 05.05.12
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК**

от «19» ноября 2021 г. № 8

о присуждении Турецкову Алексею Васильевичу, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка и совершенствование современной системы парораспределения теплофикационной турбины» по специальности 05.04.12 – Турбомашины и комбинированные турбоустановки принята к защите диссертационным советом УрФУ 05.05.12 «04» октября 2021 г., протокол № 7.

Соискатель, Турецков Алексей Васильевич, 1990 года рождения,

в 2012 г. окончил ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по специальности «Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели»;

в 2021 г. окончил очную аспирантуру ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению подготовки 13.06.01 Электро- и теплотехника (Турбомашины и комбинированные турбоустановки);

работает в должности ведущего инженера-конструктора Специального конструкторского бюро по турбиностроению (СКБт) АО «Уральский турбинный завод», г. Екатеринбург.

Диссертация выполнена на кафедре «Турбины и двигатели» Уральского энергетического института ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России, и в Специальном конструкторском бюро по турбиностроению (СКБт) АО «Уральский турбинный завод».

Научный руководитель – доктор технических наук, Новоселов Владимир Борисович, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Уральский энергетический институт, кафедра «Турбины и двигатели», профессор.

Официальные оппоненты:

Рассохин Виктор Александрович – доктор технических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург, Высшая школа энергетического машиностроения, Институт энергетики, руководитель научного направления «Исследование турбин и авиационных двигателей»;

Рогалев Андрей Николаевич – доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва, кафедра «Инновационные технологии наукоемких отраслей», заведующий кафедрой;

Зорченко Наталья Викторовна – кандидат технических наук, ОАО «Всероссийский дважды ордена Трудового Красного Знамени теплотехнический научно-исследовательский институт», г. Москва, отделение автоматизации, заведующая отделением

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 7 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 7 работ, из них 2 статьи, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ и входящих в международную базу цитирования Scopus; 2 патента РФ на изобретение, 1 патент РФ на полезную модель. Общий объем опубликованных работ – 1,56 п.л., авторский вклад – 1,35 п.л.

Основные публикации по теме диссертации:

Статьи, опубликованные в рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ:

1. **Турецов, А. В.** Модельные исследования сбросов нагрузки паровых турбин при разных схемах управления регулирующими клапанами / **А. В. Турецков, В. Б. Новоселов** // Электрические станции. – 2019. – № 4. – С. 15–20 / **Tureckov, A. V.** Model Studies of Load Shedding for Steam Turbines with Different Regulator Valve Control Schemes / **A. V. Tureckov, V. B. Nowoselov.** // Power Technology and Engineering. – 2019. – Vol. 53, Iss. 3. – P. 344–349; 0,75 п.л./0,65 п.л. (Scopus).

2. **Турецов, А. В.** Повышение экономичности работы паровых турбин путём оптимизации режимов работы регулирующей ступени / **А. В. Турецков, М. В. Шехтер** // Теплоэнергетика. – 2020. – № 12. – С. 66–72 / **Turetskov, A. V.** Increasing the Economic Operation of Steam Turbines by Optimizing the Operating Modes of the Control Stage / **A. V. Turetskov, M. V. Shekhter** // Thermal Engineering. – 2020. – Vol. 67. – P. 916–921 ; 0,81 п.л./0,7 п.л. (Scopus).

Патенты:

3. Пат. № 199149 Рос. Федерация, МПК F16K 31/02 (2006.01). Устройство возврата выходного звена исполнительного механизма рабочего органа в исходное положение : № 2020112042 : заявл. 23.03.2020 : опубл. 19.08.2020 / **Турецов А. В.**, Куклин М. Ю. ; заявитель Урал. турбин. з-д. – 7 с.

4. Пат. № 2722680 Рос. Федерация, МПК F01D 17/00 (2006.01), F01D 17/20 (2006.01). Адаптивная цифровая система регулирования турбины : № 2019128319 : заявл. 09.09.2019 : опубл. 03.06.2020 / **Турецов А. В.**, Шехтер М. В. ; заявитель Урал. турбин. з-д. – 8 с.

5. Пат. № 2730088 Рос. Федерация, МПК F01D 17/00 (2006.01). Способ управления турбиной и устройство для его осуществления : № 2019134807 : заявл. 29.10.2019 : опубл. 17.08.2020 / **Турецов А. В.**, Шехтер М. В. ; заявитель Урал. турбин. з-д. – 13 с.

На автореферат поступили отзывы:

1. **Кляйнрока Ивана Юрьевича**, кандидата технических наук, начальника Управления развития производства ООО «Газпром энергохолдинг индустриальные активы», г. Санкт-Петербург. Содержит вопросы, связанные с уточнением информации об условиях проведения исследования; экономическим эффектом оптимизированного парораспределения.

2. **Култышева Алексея Юрьевича**, кандидата технических наук, заместителя генерального директора – технического директора ООО «Газпром энергохолдинг индустриальные активы», г. Санкт-Петербург. Содержит вопрос, связанный с уточнением причин снижения мощности ЦВД на некоторых режимах при оптимизированном парораспределении.

3. **Евдокимова Сергея Юрьевича**, главного конструктора паровых турбин АО «Силовые машины», г. Санкт-Петербург. Содержит вопросы,

связанные с применением результатов исследования со сбросом нагрузки, полученных с приводами на высоком давлении рабочей жидкости, к парораспределению с приводами на низком давлении рабочей жидкости; причинами замены гидравлического сервомотора регулирующих диафрагм на электромеханический привод.

4. **Рябова Георгия Александровича**, доктора технических наук, заведующего лабораторией специальных котлов, и **Лазарева Михаила Васильевича**, заведующего лабораторией паротурбинных установок ОАО «Всероссийский дважды ордена Трудового Красного Знамени теплотехнический научно-исследовательский институт», г. Москва. Содержит вопросы, связанные с работой предлагаемого алгоритма управления турбиной на малых нагрузках и на скользящем давлении; надежностью турбины при оптимизированном парораспределении; надежностью турбины при парораспределении с индивидуальными приводами регулирующих клапанов; возможностью участия турбины с оптимизированным парораспределением в первичном регулировании частоты и активной мощности; причинами роста температуры пара за регулируемыми клапанами после их закрытия в исследовании оптимизированного парораспределения; экономическим эффектом оптимизированного парораспределения с учетом стоимости модернизации системы регулирования с применением новых алгоритмов управления клапанами и индивидуальных приводов.

5. **Драгомирова Дмитрия Валерьевича**, кандидата технических наук, заместителя главного конструктора ООО «Пневмакс системы», г. Химки, Московская область. Содержит вопросы, связанные с применяемой методикой моделирования индивидуальных приводов в исследовании со сбросом нагрузки; необходимости внесения изменений в приводную часть парораспределения при внедрении предлагаемого способа управления турбиной.

6. **Черномзава Игоря Зейликовича**, кандидата технических наук, главного эксперта по автоматизации паровых и газовых турбин и противоаварийной автоматике ООО «Инконтрол», г. Москва. Содержит вопросы, связанные с применяемой методикой определения потерь холостого хода для модели в опытах со сбросом нагрузки; возможностью применения

зависимостей при моделировании динамики турбины для исследования быстропротекающих процессов.

7. **Чернигова Леонида Михайловича**, кандидата технических наук, генерального директора ООО «Ракурс-Инжиниринг», г. Санкт-Петербург. Без замечаний.

8. **Бабаева Ивана Николаевича**, кандидата технических наук, начальника конструкторского отдела систем регулирования паровых турбин СКБ «Турбоатом» АО «Украинские энергетические машины», г. Харьков, Украина. Содержит вопросы и замечания, связанные с отсутствием в формулировках качественных и количественных критериев, которые позволяют при конкретных конструктивных характеристиках клапанов и регулирующей ступени добиться заявляемого эффекта в предложенном способе управления турбиной; отсутствии сведений об основных предпосылках и уравнениях, с помощью которых создавалась математическая модель турбины; уточнением определяющего фактора в достижении заявленного эффекта; методикой учета типа привода поворотных регулирующих диафрагм при моделировании сбросов нагрузки; применяемыми при моделировании расходными характеристиками органов парораспределения регулируемых отборов.

9. **Карницкого Николая Борисовича**, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Тепловые электрические станции» Белорусского национального технического университета, г. Минск, Беларусь. Содержит замечание, связанное с отсутствием в выводах численных значений достигнутых показателей.

Выбор официальных оппонентов обосновывается широкой известностью их достижений и исследований в области систем парораспределения, регулирующих клапанов, регулирующих ступеней, систем регулирования турбин, разработки математических моделей паровых турбин, улучшения эффективности технологий энергоустановок.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, является научно-квалификационной работой, в которой предложены и исследованы на

математических моделях научно обоснованные технические решения для современной системы парораспределения теплофикационной турбины, повышающие качество, экономичность и надежность ее работы. Полученные результаты имеют существенное значение для теплофикационных турбин в стране в связи с большой их долей в составе генерирующих мощностей.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

- разработаны математические модели турбин Т-120/130-130-8МО и Т-295/335-23,5 с их системами парораспределения, учитывающие силовые и расходные характеристики регулирующих клапанов и расходные характеристики регулирующей ступени;

- на математической модели турбины Т-120/130-130-8МО исследованы режимы сброса нагрузки с традиционной и индивидуальной схемой управления регулирующими клапанами, при этом получены количественные результаты расчёта частоты вращения и массы пролётного пара;

- разработан и предложен новый способ управления регулирующими клапанами и система регулирования для реализации оптимизированного парораспределения с минимальным дросселированием;

- на математической модели турбины Т-295/335-23,5 исследовано оптимизированное парораспределение для повышения эффективности работы турбины при традиционном и новом разработанном способе управления регулирующими клапанами, при этом получены качественные и количественные результаты расчёта переходных процессов;

- предложено и разработано устройство возврата выходного звена в исходное положение для использования его в составе электромеханического привода поворотных регулирующих диафрагм (ЭМП ПРД), на математической модели ЭМП ПРД проведено исследование его работы в аварийных режимах.

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

- предложенные математические модели турбин позволяют исследовать работу системы парораспределения с учетом силовых и расходных характеристик регулирующих клапанов и расходных характеристик регулирующей ступени, что может послужить как для уточнения инженерных методик расчета, так и для проведения исследований работы других систем парораспределения;

- исследование режимов сброса нагрузки турбины с различными схемами управления регулирующими клапанами выявило и определило массу пролетного пара и заброс частоты вращения при традиционной и индивидуальной схеме управления, что может послужить для уточнения инженерных методик расчета турбин на сброс нагрузки;

- предложенные способ управления турбиной и цифровая адаптивная система регулирования позволяют реализовать на практике парораспределение с минимальным дросселированием безударным способом переключения регулирующих клапанов, что повышает надежность, устойчивость системы регулирования и системы парораспределения по сравнению с реализацией традиционным способом, для повышения экономичности работы турбины;

- предложенная кинематическая схема электромеханического привода поворотных регулирующих диафрагм теплофикационной турбины со встроенной функцией энергонезависимого аварийного закрытия диафрагм позволяет рекомендовать ее для использования в инженерной практике с целью проектирования и производства привода.

Полученные результаты исследования используются в АО «Уральский турбинный завод» (г. Екатеринбург). Результаты исследования сбросов нагрузки с разными схемами управления регулирующими клапанами используются при расчетах на сброс нагрузки турбин и выборе конкретной схемы управления. По результатам исследования парораспределения с минимальным дросселированием разрабатываются алгоритмы и программно-аппаратные решения для реализации данного парораспределения. Результаты

исследования электромеханического привода поворотных регулирующих диафрагм используются в работе над проектом данного привода.

На заседании 19 ноября 2021 г. диссертационный совет УрФУ 05.05.12 принял решение присудить Турецкову А.В. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет УрФУ 05.05.12 в количестве 14 человек, из них 4 доктора наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 14, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель

диссертационного совета

УрФУ 05.05.12

Бродов Юрий Миронович

Ученый секретарь

диссертационного совета

УрФУ 05.05.12

Аронсон Константин Эрленович

19.11.2021 г.