

**РЕШЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА УрФУ 2.4.08.18
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
ДОКТОРА НАУК**

от «27» октября 2023 г. № 5

о присуждении Сосновскому Андрею Юрьевичу, гражданство Российской Федерации, учёной степени доктора технических наук.

Диссертация «Повышение надёжности систем тепловых перемещений выносных корпусов подшипников паровых турбин» по специальности 2.4.7. Турбины и поршневые двигатели принята к защите диссертационным советом УрФУ 2.4.08.18 «08» августа 2023 г. протокол № 2.

Соискатель, Сосновский Андрей Юрьевич, 1961 года рождения, диссертацию на соискание учёной степени кандидата технических наук на тему «Разработка, опытно-промышленная проверка и реализация комплекса мероприятий по нормализации тепловых расширений паровых турбин» защитил в 2002 г. в диссертационном совете, созданном на базе Уральского государственного технического университета;

работает в ООО «Управляющая компания Теплоэнергосервис», г. Екатеринбург, в должности заместителя технического директора Инженерного центра по турбоустановкам.

Диссертация выполнена на кафедре «Турбины и двигатели» Уральского энергетического института ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России.

Научный консультант – доктор технических наук, доцент, Мурманский Борис Ефимович, Свердловский филиал ПАО «Т Плюс», Производственно-техническое управление, начальник.

Официальные оппоненты:

Хоменок Леонид Арсеньевич – доктор технических наук, профессор, ОАО «Научно-производственное объединение по исследованию и

проектированию энергетического оборудования им. И. И. Ползунова», г. Санкт-Петербург, аналитический отдел, начальник;

Нихамкин Михаил Шмерович – доктор технических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», кафедра «Авиационные двигатели», профессор;

Рогалёв Андрей Николаевич – доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва, кафедра инновационных технологий наукоёмких отраслей, заведующий кафедрой

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 27 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 27 работ, из них в рецензируемых научных изданиях, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ – 12 статей, в том числе в изданиях, индексируемых международными базами данных Web of Science и Scopus – 8; 1 патент РФ на полезную модель. Общий объем опубликованных работ – 4,29 п.л., авторский вклад – 3,39 п.л.

Основные положения и результаты диссертационной работы отражены в следующих публикациях автора

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

1. Aronson K.E. Determining prototypes and signs for automated diagnostics of steam turbine equipment K.E. Aronson, Y.M. Brodov, V.B. Novoselov, I.B. Murmanskii, B.E. Murmansky, **A.Y. Sosnovsky** // Thermal Engineering. 2020. Vol. 67. № 9. С. 647-654, 0,36 п.л./0,06 п.л. (Scopus, WoS).

2. Aronson K.E. Adaptation of algorithms for diagnostics of steam turbine unit equipment to specific conditions at thermal power stations / K.E. Aronson, V.B. Novoselov, Y.M. Brodov, I.B. Murmanskii, B.E. Murmansky, **A.Y. Sosnovsky**, D.A. Izotin // Thermal Engineering. 2020. Vol. 67. № 11. С. 800-804, 0,2 п.л./0,04 п.л. (Scopus, WoS).

3. Murmanskii I Features of steam turbines diagnostics / Murmanskii I., Aronson K., Murmanskii B., **Sosnovskii A.**, Novosyolov V., Brodov Y. //В сборнике: E3S Web of Conferences. "High Speed Turbomachines and Electrical Drives Conference, HSTED 2020" 2020. Vol.178, 01059, 0,2 п.л./0,03 п.л. (Scopus).

4. Sosnovskii A.Y. Causes of changes in the slopes of the cross beams of the steam turbine foundation / **A.Y. Sosnovskii**, B.E. Murmanskii, Y.M. Brodov // Power Technology and Engineering. 2019. Vol. 53. № 4. С. 490-495, 0,3 п.л./0,15 п.л. (Scopus).

5. Sosnovskii A.Y. Stability of the thermal-expansion system of a steam turbine against external factors / **A.Y. Sosnovskii**, B.E. Murmanskii, Y.M. Brodov, Y.A. Sakhnin // Power Technology and Engineering. 2017. Vol. 51. № 4. С. 454-458, 0,25 п.л./0,1 п.л. (Scopus).

6. Gaenko A.P. On the reliability of turbogenerator foundations / A.P. Gaenko, A.O. Kolesnikov, V.N. Popov, B.E. Murmanskii, **A.Y. Sosnovskii** // Power Technology and Engineering. 2017. Vol. 51. № 1. С. 97-100. 0,2 п.л./0,05 п.л. (Scopus).

7. Сосновский А.Ю. Влияние зазоров в соединениях элементов системы тепловых расширений на надёжность работы многоцилиндровой паровой турбины / **А.Ю. Сосновский**, Б.Е. Мурманский, Ю.М. Бродов // Надёжность и безопасность энергетики. 2017. Т. 10. № 1. С. 60-66, 0,36 п.л./0,2 п.л.

8. Мурманский Б.Е. Разработка модуля для мониторинга и диагностики состояния системы тепловых расширений паровых турбин в составе современных АСУ ТП / Б.Е. Мурманский, **А.Ю. Сосновский**, Ю.М. Бродов // Энергетик. 2015. № 4. С. 51-53, 0,2 п.л./0,1 п.л.

9. Murmanskii B.E. Retrofitting parts and assemblies of cogeneration steam turbines for improving their reliability / B.E. Murmanskii, Y.M. Brodov, V.B. Novoselov, **A.Y. Sosnovskii**, Y.A. Sakhnin // Thermal Engineering. 2012. Vol. 59. № 12. С. 930-934, 0,25 п.л./0,05 п.л. (Scopus).

10. Моденов С.Н. Нормализация тепловых расширений теплофикационных турбин на Омской ТЭЦ-5 / С.Н. Моденов, Б.Е. Мурманский, Ю.М. Бродов, А.И. Лепяцкий, **А.Ю. Сосновский**, В.В. Ермолаев // Электрические станции. 2010. № 8. С. 47-51, 0,3 п.л./0,05 п.л.

11. Ermolaev V.V. Retrofitting of the PT-60-12.8 steam turbines with service-life recovery and improving technical-and-economic indexes / V.V. Ermolaev, N.N Gudkov, **A.Yu. Sosnovskii**, S.A. Koshelev, A.N. Babiev, M.V. Bakuradze, D.E.Gubanov, A.I. Shklyar//Thermal Engineering 2007, Vol.54. №4. С. 282–285, 0,2 п.л./0,04 п.л. (Scopus).

12. Гудков Н.Н. Семейство приключённых теплофикационных турбин Т-30-1,5 Н.Н. Гудков, В.В. Ермолаев, Д.Е. Губанов, **А.Ю. Сосновский**, А.П. Зубов, Л.П. Ларина, С.А. Кошелев, Н.Н. Дудин, А.И. Шкляр, А.А. Гришин, Р.В. Титов, В.М. Потапов // Электрические станции. 2006. № 10. С. 21-26, 0,26 п.л./0,03 п.л.

Патенты

13. Патент 164088 РФ Дисквая направляющая выносного корпуса подшипника паровой турбины/ **Сосновский А.Ю.**, Мурманский Б.Е., Бродов Ю.М. / БИ №23, 2016.

На автореферат поступили отзывы от:

1. **Петрени Юрия Кириловича**, член-корреспондента РАН, доктора физико-математических наук, профессора, директора Института энергетики ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого». Содержит вопрос о рекомендациях автора по СТП для новой турбины Т-295/335-23,5.

2. **Гаврилова Сергея Николаевича**, кандидата технических наук, заместителя генерального директора - заведующего отделением турбинных установок ОАО «Научно-производственное объединение по исследованию и проектированию энергетического оборудования им. И.И. Ползунова», г. Санкт-Петербург. Содержит замечание, касающееся возможных способов регулирования температур фланцев цилиндров турбин.

3. **Тумановского Анатолия Григорьевича**, доктора технических наук, научного руководителя и **Лазарева Михаила Васильевича**, заместителя заведующего отделением турбинных установок ОАО «Всероссийский дважды ордена Трудового Красного Знамени теплотехнический научно-исследовательский институт», г. Москва. Содержит вопросы/замечания, касающиеся выбора критерия надёжной работы СТП, применимости, предложенной автором модели к турбинам большей мощности и в разном тепловом состоянии, учёта влияния изменения весовых нагрузок на корпус подшипника.

4. **Ледуховского Григория Васильевича**, доктора технических наук, профессора, ректора ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». Содержит вопрос о верификации алгоритмов модуля диагностики и замечание об отсутствии развёрнутого комментария к одному из рисунков.

5. **Чичировой Наталии Дмитриевны**, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Атомные и тепловые электрические станции» ФГБОУ ВО «Казанский государственный технический университет». Содержит вопросы и замечания, касающиеся механизма идентификации диагностических моделей СТП и применимости моделей и рекомендаций на их основе к остановам турбин с глубоким расхолаживанием

6. **Суворова Дмитрия Михайловича**, кандидата технических наук, доцента, заведующего кафедрой теплотехники и гидравлики, и **Шемпелева Александра Георгиевича**, доктора технических наук, доцента, профессора кафедры теплотехники и гидравлики ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», г. Киров. Содержит замечание, касающееся оснащения СТП дополнительными уклономерами.

7. **Чекардовского Михаила Николаевича**, доктора технических наук, доцента, профессора кафедры «Инженерные системы и сооружения» ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет». Содержит замечание, касающееся отсутствия информации о случаях применимости в модуле

диагностики жёсткой логики и вероятностного подхода, и вопрос об изменении соотношения зазоров СТП в процессе эксплуатации.

8. **Култышева Алексея Юрьевича**, кандидата технических наук, заместителя генерального директора – Технического директора ООО «Газпром энергохолдинг индустриальные активы», г. Санкт-Петербург. Содержит вопросы, касающиеся учёта принятых упрощений и рекомендаций по разработке корпуса цилиндра турбины с большим количеством отборов.

9. **Родина Павла Валерьевича**, главного инженера Свердловского филиала ПАО «Т Плюс», г. Екатеринбург. Содержит замечание, касающееся отсутствия информации о возможности повышения устойчивости СТП турбин, находящихся в эксплуатации.

10. **Колесникова Алексея Олеговича**, кандидата технических наук, доцента кафедры инженерной геологии, оснований и фундаментов ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет». Содержит вопрос о необходимости внесения изменений в нормативную документацию на проектирование фундаментов турбоагрегатов.

11. **Ивановского Александра Александровича**, кандидата технических наук, генерального конструктора АО «Силовые машины», г. Санкт-Петербург. Содержит замечание об отсутствии описания устройств с передачей осевого усилия без участия опорных лап цилиндров турбины и данных по выполнению условий устойчивости для турбин производства Ленинградского Металлического завода.

12. **Шибаета Тараса Леонидовича**, кандидата технических наук, главного конструктора – технического директора, и **Билана Виталия Николаевича**, кандидата технических наук, заместителя начальника отдела расчётов АО «Уральский турбинный завод», г. Екатеринбург. Содержит замечания, касающиеся отсутствия теоретического исследования пластических деформаций при «закусывании» шпоночных соединений, и недостаточного исследования влияния расцентровок валопровода на СТП.

13. **Мильмана Олега Ошеревича**, доктора технических наук, профессора, директора по науке, и **Кондратьева Антона Викторовича**, кандидата технических наук, инженера-конструктора 1-й категории ЗАО Научно-производственное внедренческое предприятие «Турбокон», г. Калуга. Без замечаний.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их широкой известностью своими достижениями и высокой научной компетентностью в области энергомашиностроения, исследования и наладки турбин и турбоустановок, близостью тематики проводимых ими исследований и темы диссертационной работы.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание учёной степени доктора технических наук соответствует п. 9 Положения о присуждении учёных степеней в УрФУ, является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технические решения в области повышения надёжности и маневренности паровых турбин в части организаций взаимодействия элементов систем тепловых перемещений и контроля их состояния, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие энергетического комплекса страны.

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:

- выявлены основные закономерности взаимодействия элементов системы тепловых перемещений выносных корпусов подшипников паровых турбин (СТП), определяющие её надёжность в условиях неравномерного нагрева элементов турбины и силового воздействия трубопроводов;
- введено понятие устойчивости СТП, как исключения диагонального контакта в паре «корпус подшипника – продольные шпонки»; предложена

математическая модель для исследования устойчивости СТП; предложено наглядное представление области устойчивости СТП в виде диаграммы устойчивости;

- выявлены основные закономерности влияния конструктивных и эксплуатационных факторов на устойчивость СТП;
- разработана концепция модуля автоматизированной оперативной диагностики СТП, позволяющего выявлять три группы дефектов: повышенные силы трения на поверхности скольжения корпуса подшипника, заклинивание корпуса подшипника на продольных шпонках и заклинивание одной из пары опорных лап на поперечной шпонке.

Практическая значимость полученных результатов подтверждается справками АО «Силловые машины» (г. Санкт-Петербург), ООО «Управляющая компания Теплоэнергосервис» (г. Екатеринбург) и ООО «Башкирская генерирующая компания» (г. Уфа) об использовании результатов работы и заключается в следующем:

- разработан комплекс моделей и инженерных решений, который является эффективным инструментом для решения задачи обеспечения надёжности СТП паровых турбин на стадиях их проектирования и эксплуатации;
- разработана защищённая патентом РФ конструкция направляющих осевого перемещения выносных корпусов подшипников паровой турбины;
- разработаны рекомендации, обеспечившие повышение надёжности работы СТП для 18 паровых турбин, находящихся в эксплуатации;
- разработаны рекомендации по оснащению паровых турбин средствами измерения, достаточными для достоверной работы модуля диагностики СТП;
- результаты исследования в течение нескольких лет применяются при проектировании и изготовлении паровых турбин на предприятиях энергомашиностроения.

На заседании 27 октября 2023 диссертационный совет УрФУ 2.4.08.18 принял решение присудить Сосновскому А.Ю. учёную степень доктора технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет УрФУ 2.4.08.18 в количестве 14 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 14, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного

совета УрФУ 2.4.08.18,

Учёный секретарь диссертационного

совета УрФУ 2.4.08.18

27 октября 2023 г.



Артёмов Константин Эрленович

Камаров Олег Вячеславович