

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.285.07,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ПЕРВОГО ПРЕЗИДЕНТА РОССИИ Б.Н. ЕЛЬЦИНА»,  
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 28.06.2018 г. № 7

О присуждении Билану Андрею Витальевичу, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Статическая и динамическая прочность трубной системы горизонтальных сетевых подогревателей теплофикационных турбин» по специальности 05.04.12 – Турбомашины и комбинированные турбоустановки принята к защите 25 апреля 2018 г. (протокол заседания № 5) диссертационным советом Д 212.285.07, созданным на базе ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19; созданным приказом Минобрнауки России № 763/нк от 05.11.2013 г.

Соискатель, Билан Андрей Витальевич, 1982 года рождения, в 2004 году окончил ГОУ ВПО «Уральский государственный технический университет – УПИ» по специальности «Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели»; прикреплен к ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» для подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук без освоения программ подготовки научно-педагогических кадров по направлению 13.06.01 Электро- и теплотехника (Турбомашины и комбинированные турбоустановки), предполагаемый

срок окончания прикрепления – 31.12.2021 г.; работает в должности специалиста отдела расчетов 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 АО «Уральский турбинный завод».

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

**Официальные оппоненты:**

**Медведев Валерий Викторович** – доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный морской технический университет», кафедра «Судовые двигатели внутреннего сгорания и дизельные установки», профессор;

**Гладкий Иван Леонидович** – кандидат технических наук, АО «ОДК-Авиадвигатель», г. Пермь, отдел «Прочности силовых схем и перспективных методов анализа», начальник отдела

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** – ПАО «Силовые машины – ЗТЛ, ЛМЗ, Электросила, Энергомашэкспорт» (ПАО «Силовые машины»), г. Санкт-Петербург, – в своем положительном отзыве, утвержденном Петреней Юрием Кирилловичем, д-ром физ.-мат. наук, чл.-корр. РАН, генеральным директором, подписанном Назаровым Владимиром Владимировичем, канд. техн. наук, заместителем главного конструктора по научно-техническому развитию, руководителем конструкторского отдела теплообменного оборудования и Мироновой Мариной Викторовной, канд. техн. наук, начальником сектора расчетов теплообменного оборудования, указала, что диссертационная работа Билана А.В. является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержатся новые научно обоснованные технические решения и разработки для создания теплообменного оборудо-

дования для энергетической отрасли России. Диссертация удовлетворяет требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Билан А.В., заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.04.12 – Турбомашины и комбинированные турбоустановки.

Соискатель имеет 14 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 14 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликованы 3 работы.

Другие публикации по теме диссертации представлены в виде 3 патентов РФ на полезную модель, 2 патентов РФ на изобретение; 6 статей, опубликованных в российских научных журналах. Общий объем опубликованных работ – 5,41 п.л., авторский вклад – 4,14 п. л.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

***Статьи, опубликованные в рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК:***

1. Билан, А.В. Анализ температурных напряжений в горизонтальных сетевых подогревателях / А.В. Билан, П.Н. Плотников // Теплоэнергетика.- 2016.- №11.- С. 35-38. (0,43 п.л. / 0,32 п.л.).

2. Билан, А.В. Влияние напряженно-деформированного состояния трубной системы подогревателя сетевой воды ПСГ-4900-3,1-11,4 на вибрационные характеристики трубок / А.В. Билан, П.Н. Плотников // Тяжелое машиностроение.- 2015.- №12.- С. 7-10. (0,29 п.л. / 0,21 п.л.)

3. Билан, А.В. Повышение надежности трубной системы сетевых подогревателей горизонтального типа / А.В. Билан, В.Н. Билан // Теплоэнергетика.- 2009.- №9.- С. 35-38. (0,36 п.л. / 0,29 п.л.)

***Патенты:***

4. Патент на изобретение № 2382940 Российская федерация, F22D 1/32 (2006.01). Пластинчатый компенсатор температурных напряжений для сете-

вых подогревателей горизонтального типа / Билан А.В., Билан В.Н.; заявитель и патентообладатель АО «Уральский турбинный завод».-№2008112509/06; заявл. 31.03.2008; опубл. 27.02.2010, Бюл. № 6.- 3 с.

5. Патент на изобретение №2377463 Российская федерация, F22D 1/32 (2006.01). Трубная система сетевых подогревателей горизонтального типа с двойными перегородками / Билан А.В., Билан В.Н.; заявитель и патентообладатель АО «Уральский турбинный завод».-№2008112514/06; заявл. 27.12.2009; опубл. 27.12.2009, Бюл. № 36.- 3с.

6. Патент на полезную модель № 160990 Российская федерация, F22D 1/32 (2006.01). Ограничитель компенсатора горизонтального сетевого подогревателя / Билан А.В.; заявитель и патентообладатель Билан А.В.- №2015132362/06; заявл. 03.08.2015; опубл. 10.04.2016, Бюл. № 10.- 2 с.

7. Патент на полезную модель № 162602 Российская федерация, F22D 1/32 (2006.01). Компенсатор горизонтального сетевого подогревателя / Билан А.В.; заявитель и патентообладатель Билан А.В.- .-№ 2015132364/06; заявл. 03.08.2015; опубл. 20.06.2016, Бюл. № 17.- 2 с.

8. Патент на полезную модель № 172499 Российская федерация, F22D 1/32 (2006.01). Водяная камера сетевого подогревателя горизонтального типа / Билан А.В.; заявитель и патентообладатель Билан А.В.- .-№ 2016136761; заявл. 13.09.2016; опубл. 11.07.2017, Бюл. № 20.- 3 с.

На автореферат поступили отзывы:

1. **Ледуховского Григория Васильевича**, канд. техн. наук, доц., заместителя заведующего кафедрой «Тепловые электрические станции» ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», г. Иваново. Содержит вопросы и замечания:

1) в автореферате было бы полезным более развернуто отразить результаты экспериментальной проверки адекватности расчетной методики, выполненной для турбоагрегата Тп-100/110-90. Например, не ясно, каким образом обоснован выбор точек экспериментального контроля напряжений в элементах ПСГ?



2) автор указывает на связь механических напряжений, возникающих в трубках, и скорости коррозионных процессов со стороны сетевой воды. Проводилась ли количественная оценка уменьшения скорости коррозии при реализации предложенных автором новых конструктивных решений?

**2. Дедова Николая Ивановича**, канд. техн. наук, доц., профессора кафедры «Механика» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», г. Самара. Содержит вопросы и замечания:

1) присутствует всего один натурный эксперимент. Тензометрирование проводилось при гидроиспытаниях при температуре около 20 °С. А, как известно, как раз термические напряжения могут вызывать значительные напряжения, особенно в конструкциях при отсутствии компенсатора, как в данном случае с ПСГ-2200;

2) не отражено влияние концентрации напряжений и устойчивость труб при сжатии.

**3. Зарянкина Аркадия Ефимовича**, д-ра техн. наук, проф., профессора кафедры паровых и газовых турбин ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет "МЭИ"», г. Москва. Содержит вопросы и замечания:

1) на странице 17 указывается, что «при определенных рабочих параметрах среды вариант без компенсатора предпочтительнее...». Однако здесь не указываются конкретные значения «предпочтительных параметров»;

2) в основных выводах по работе (п.3) сказано: «На режимах работы ПСТ на влажном паре или паре, перегретом на 30-50 °С оптимальной будет бескомпенсаторная конструкция, а на режимах с перегретом паре более чем на 30-50 °С необходим компенсатор». Однако в текстовой части автореферата отсутствует доказательство указанного утверждения.

**4. Кортенко Виктора Владимировича**, канд. техн. наук, зам. главного инженера АО «Уралэнергоремонт», г. Екатеринбург. Содержит вопросы и замечания:

1) установка двойных перегородок для ужесточения трубной системы приведет также к увеличению массы и затрат на сборку удвоенного числа перегородок. Экономический эффект от такого мероприятия сомнителен;

2) установка одностороннего компенсатора вместо традиционного отразится в увеличении массы и стоимости изделия.

**5. Родина Павла Валерьевича**, главного инженера по генерации, и **Мурманского Бориса Ефимовича**, д-ра техн. наук, начальника теплотехнического управления филиала «Свердловский» ПАО «Т Плюс», г. Екатеринбург. Содержит вопросы и замечания: судя по автореферату, была проделана большая работа по разработке методик расчетов, было проведено много численных экспериментов. К недостаткам можно отнести наличие всего одного натурного эксперимента.

**6. Неуймина Валерия Михайловича**, канд. техн. наук, главного эксперта по энергетике и энергомашиностроению ООО «Технологические системы защитных покрытий», г. Москва. Содержит вопросы и замечания:

1) при расчете на статическую прочность в осесимметричной постановке задачи не учитывается изгиб корпуса ПСГ с трубками под действием собственного веса с учетом массы рабочего тела. Уровень возникающих при этом напряжений и вносимая ими погрешность диссертантом не приводятся;

2) при разработке ПСГ не используется известное не менее четверти века решение, связанное с применением трубок с кольцевой накаткой, позволяющей получить дополнительный эффект за счёт интенсификации теплообмена от пара к воде через стенку трубок при ламинарном, переходном и турбулентном режимах эксплуатации, снижения энергоёмкости производства оборудования, дополнительного снижения материалоемкости конструкции подогревателя;

3) УТЗ - правопреемник ОАО «Турбомоторный завод», которое 30 лет назад разрабатывало проект турбоустановки с паровой турбиной типа ТК-450/500-5,86 для атомных ТЭЦ. Расчёты по сетевым подогревателям для тепловой схемы энергоблока АТЭЦ в рассматриваемом исследовании не приво-

дятся. В данном случае была бы выявлена ещё большая потенциальная практическая ценность проводимого исследования;

4) при оформлении автореферата встречаются случаи нарушения орфографии и правописания, встречается некорректность отдельных формулировок.

**7. Кирюхина Алексея Владимировича**, д-ра техн. наук, главного конструктора ЗАО Научно-производственное внедренческое предприятие «Турбоконт», г. Калуга. Содержит вопросы и замечания:

1) в автореферате отсутствует оценка погрешности, обусловленной принятыми автором допущениями при составлении расчетной схемы, например, отсутствия изгиба из-за неравномерности температуры по высоте (стр.10 автореферата);

2) автор говорит в автореферате об отстройке собственных колебаний трубок только от частоты 50 Гц. Это требует обоснования хотя бы в виде спектра вибрации подогревателя, поскольку в спектре, вообще говоря, могут присутствовать и другие опасные частоты, например, лопастная частота насоса;

3) в автореферате отсутствует какая-либо оценка влияния вибрации на величину напряжений в трубках подогревателя.

**8. Саитова Ильдара Хасяновича**, д-ра физ.-мат. наук, профессора кафедры энергетического машиностроения ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань. Без замечаний.

**9. Сухоцкого Альберта Борисовича**, канд. техн. наук, доц., доцента кафедры энергосбережения, гидравлики и теплотехники, и **Кунтыша Владимира Борисовича**, д-ра техн. наук, проф., чл.-корр. Международной энергетической академии, профессора кафедры энергосбережения, гидравлики и теплотехники УО «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск. Без замечаний.

**10. Чекардовского Михаила Николаевича**, д-ра техн. наук, доц., профессор кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция» ФГБОУ ВО «Тюмен-

ский индустриальный университет», г. Тюмень. Без замечаний.

11. **Сосновского Андрея Юрьевича**, канд. техн. наук, заместителя технического директора Инженерного центра по турбоустановкам ООО УК «Теплоэнергосервис», г. Екатеринбург. Без замечаний.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью своими достижениями в области турбиностроения; их высокой научной компетентностью в вопросах повышения эффективности паровых турбин, наличием публикаций в данных областях науки, способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

- **разработаны** уточненная методика расчета для определения напряжений в элементах сетевого горизонтального подогревателя (ПСГ) теплофикационных турбин в осесимметричной постановке как взаимосвязанной упругой системы и методика расчета собственных частот колебаний трубок с учетом продольных усилий растяжения-сжатия; программное обеспечение и базы данных для автоматизированного построения 3D моделей ПСГ, используемых для прочностных расчетов в ANSYS;

- **предложены** новая конструкция водяных камер с перегородками, используемыми в качестве анкерных связей, позволяющая заменить эллиптические днища на плоские и уменьшить толщину трубной доски; новый способ ужесточения трубок с целью повышения первой частоты выше 60 Гц; новые конструкции компенсаторов, позволяющие уменьшить вес ПСГ;

- **доказано**, что на режимах работы ПСГ на влажном паре или паре, перегретом на 30...50 °С, оптимальной будет бескомпенсаторная конструкция, а на режимах с перегревом пара более чем на 30...50 °С необходим компенсатор, работающий только на сжатие.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что**

- проведен расчет на статическую прочность ПСГ как взаимосвязанной системы основных упругих элементов. Получены значения напряжений в



трубках ПСГ в зависимости от их расположения в трубном пучке;

- исследован спектр частот собственных колебаний трубок ПСГ с учетом напряжений в них. Показано, что спектр частот собственных колебаний трубок сплошной;

- обоснована и внедрена бескомпенсаторная конструкция ПСГ.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики** подтверждается тем, что разработанные автором методики реализованы в виде комплекса программ по автоматизированному и оптимальному проектированию ПСГ в АО «УТЗ». Методики применялись при проектировании:

- ПСГ-2200-3-16 на повышенное давление по воде 1,6 МПа без компенсатора для турбины Тп -100/110-90, установленной на Сибирском химическом комбинате;

- ПСГ-1250-3-18 на повышенное давление по воде 1,8 МПа без компенсатора для турбины Т-95/105-8,8, установленной на Петропавловской ТЭЦ-2 (Казахстан);

- модернизированного ПСГ-4900-3-11,4 на перегретом паре, с утонением трубной доски, имевшей толщину 135 мм, на 30 мм, и уменьшением веса ПСГ на 5 тонн для турбины Т-295/335-23,5, которая будет установлена на ТЭЦ-22 ПАО «Мосэнерго».

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:** достоверность полученных результатов и обоснованность выводов обеспечивается:

- применением апробированных методов расчета на прочность, в том числе метода конечных элементов, проведением многочисленных тестов по известным решениям задач колебания стержней, изгиба перфорированных пластин;

- совпадением результатов натурального эксперимента с результатами расчетов с большой точностью.

**Личный вклад соискателя состоит** в разработке методик расчета и программного обеспечения, тестировании и проведении исследования на-

пряженно-деформированного и вибрационного состояния ПСГ; разработке и обосновании бескомпенсаторной конструкции ПСГ при повышенных давлениях сетевой воды, внедрении их в АО «УТЗ»; обобщении результатов и подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Диссертация Билана А.В. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, соответствующую требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, в которой изложены новые научно обоснованные технические запатентованные разработки для создания теплообменного оборудования, имеющие существенное значение для развития энергетики страны.

На заседании 28 июня 2018 г. диссертационный совет принял решение присудить Билану А.В. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 19, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель  
диссертационного совета

Ученый секретарь  
диссертационного совета

28 июня 2018 г.



Бродов Юрий Миронович

Аронсон Константин Эрленович