

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 003.053.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА
ТЕПЛОФИЗИКИ ИМ. С.С. КУТАТЕЛАДЗЕ СИБИРСКОГО
ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 24.03.2021 г. № 3/2021

О присуждении Скрипкину Сергею Геннадьевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Исследование нестационарных явлений при одно- и двухфазных течениях в элементах проточной части гидротурбины» по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы принята к защите 20.01.2021 г. (протокол заседания №1/2021) диссертационным советом Д 003.053.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук (ИТ СО РАН), 630090, г. Новосибирск, проспект Академика Лаврентьева, д. 1, приказ о создании диссертационного совета № 105/НК от 11.04.2012 г.

Соискатель Скрипкин Сергей Геннадьевич, 1991 года рождения, на момент защиты диссертации работает в должности младшего научного сотрудника в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук (ИТ СО РАН). В 2014 году соискатель окончил магистратуру Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирского национального исследовательского государственного университета» (НГУ) по направлению

«Физика», в 2018 году закончил очную аспирантуру ИТ СО РАН по направлению «Физика и астрономия» с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь». Диссертация выполнена в лаборатории экологических проблем теплоэнергетики ИТ СО РАН.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук Куйбин Павел Анатольевич работает в должности заместителя директора по научной работе в ИТ СО РАН.

Официальные оппоненты: доктор физико-математических наук, член-корреспондент Российской академии наук Вараксин Алексей Юрьевич, заведующий лабораторией №8 физического моделирования двухфазных течений Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук, г. Москва; доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник Никулин Виктор Васильевич, заведующей лабораторией вихревых движений жидкости и газа Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института гидродинамики им. М.А. Лаврентьева Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» (СПбПУ), г. Санкт-Петербург, в своем положительном заключении, подписанном заведующим научно-исследовательской лабораторией гидроаэродинамики Института прикладной математики и механики, кандидатом физико-математических наук Ивановым Николаем Георгиевичем, главным научным сотрудником научно-исследовательской лаборатории гидроаэродинамики Института прикладной математики и механики, профессором Высшей школы прикладной математики и вычислительной физики Института прикладной математики и механики, доктором физико-математических наук, профессором Смирновым Евгением Михайловичем, указала, что «...полученные автором экспериментальные

результаты вносят существенный вклад в базу данных, способствующих совершенствованию аналитических подходов к описанию явлений, определяемых прецессией вихревого ядра, а также могут быть использованы как тестовые при валидации вычислительных моделей сложных турбулентных течений... Результаты, представленные в диссертации, могут быть использованы в российских образовательных и научных организациях, проводящих исследования в области экспериментального и численного моделирования сложных турбулентных течений (МЭ, МГТУ им. Н.Э. Баумана, СПбПУ, Крыловский научный центр и др.), а также в научно-промышленных центрах, непосредственно связанных с проектированием энергетического оборудования (ОАО «Силовые машины» - ЛМЗ, АО «ТяжМаш», ВТИ, ОАО «НПО ЦКТИ» и др.)».

Соискатель имеет 23 опубликованных работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 14 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 14 работ, общим объемом 87 страниц. Публикации в полной мере отражают основные результаты диссертационной работы. Вклад автора в опубликованных работах состоял в подготовке и проведении экспериментов; написании литературного обзора; обработке и интерпретации полученных экспериментальных данных; написании текста статей для публикаций.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Скрипкин С.Г., Куйбин П.А., Шторк С.И. Влияние инъекции воздуха на параметры закрученного течения в модели отсасывающей трубы TURBINE-99 //Письма в Журнал технической физики. – 2015. – Т. 41. – №. 13. – С. 48-55.
2. Алексеенко С.В., Куйбин П.А, Шторк С.И., Скрипкин С.Г., Цой М.А. Явление вихревого перезамыкания в закрученном потоке //Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики. – 2016. – Т. 103. – №. 7. – С. 516-521.

3. Skripkin S., Tsoy M., Shtork S., Hanjalic K. Comparative analysis of twin vortex ropes in laboratory models of two hydro-turbine draft-tubes //Journal of Hydraulic Research. – 2016. – V. 54. – №. 4. – P. 450-460.
4. Skripkin, S., Tsoy, M., Kuibin, P., & Shtork, S. Study of pressure shock caused by a vortex ring separated from a vortex rope in a draft tube model // Journal of Fluids Engineering. – 2017. – V. 139. – №. 8. – P. 081103.
5. Skripkin, S., Tsoy, M., Kuibin, P., & Shtork, S. Swirling flow in a hydraulic turbine discharge cone at different speeds and discharge conditions //Experimental Thermal and Fluid Science. – 2019. – V. 100. – P. 349-359.

На автореферат поступило восемь отзывов. Все отзывы положительные. В отзывах отмечено, что диссертация выполнена на высоком научном уровне, тема исследования является актуальной, результаты работы имеют высокую теоретическую, научную и практическую значимость.

Отзыв на автореферат заведующего лабораторией волновых процессов в сверхзвуковых течениях Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича Сибирского отделения Российской академии наук, доктора физико-математических наук Косинова Александра Дмитриевича содержит три замечания: «1) В автореферате нет объяснения возможной причины расхождения аналитической зависимости и экспериментальных данных, приведенных на рисунке 5, стр. 12. 2) В тексте на стр. 13 делается вывод «что выражение $Sg=...$ приемлемо описывает..» Собственно не понятно, откуда оно появилось? Это достижение автора или пропущена ссылка? 3) Некоторое количество замечаний по улучшению стиля изложения можно опустить, но ошибку в слове «прецессия» на странице 15: «частоты процессии», отмечу».

Отзыв на автореферат начальника отделения Федерального государственного унитарного предприятия «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского» Копьева Виктора Феликсовича содержит одно замечание: «В качестве

замечания можно пожелать автору более определенно сказать об особой роли аperiодических возмущений (отрыв вихревых колец) и их значении в возбуждении опасных для гидротурбин вибраций».

Отзыв на автореферат доктора технических наук, член-корреспондента РАН, директора института тепловой и атомной энергетики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» Дедова Алексея Викторовича содержит одно замечание: «Опуская тривиальные вопросы о неопределенности измерений и пр., в автореферате хотелось бы увидеть большее по объёму обсуждение вопроса (стр. 19) о влиянии особенностей установки на наблюдаемые явления отрыва вихревых колец и сопоставление с данными других исследователей для обоснованного вывода об источниках аperiодических пульсаций давления в гидротурбинах».

Отзыв на автореферат профессора кафедры физики, химии и теоретической механики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный архитектурно-строительный университет» доктора физико-математических наук Матвиенко Олега Викторовича замечаний не содержит.

Отзыв на автореферат профессора НОЦ И.Н. Бутакова инженерной школы энергетики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский политехнический университет» доктора физико-математических наук Кузнецова Геня Владимировича содержит одно замечание: «На стр. 13 автореферата при анализе режимов течения сформулировано выражение «вихревой жгут визуализируется кавитацией и мелкими пузырьками воздуха, выделяющимися из воды». В условиях кавитации происходит интенсивное парообразование в результате падения давления в жидкости. Поэтому, скорее всего на рис. 6 видны пузырьки не только воздуха, но и водяного пара».

Отзыв на автореферат ведущего инженера-конструктора СКБ «Гидротурбомаш», кандидата физико-математических наук Семенова Георгия Александровича содержит одно замечание: «На странице 19 автореферата читаем «В разделе 4.4 проведено сопоставление полученных экспериментальных данных о распределении давления с аналитической моделью предложенной (Куйбин и соавт. 2019), описывающей импульс давления, возникающий при прохождении вихревого кольца вблизи стенки отсасывающей трубы в зависимости от угла подлета. Показано, что несмотря на использование невязкой аппроксимации с пренебрежением поверхностным пограничным слоем и диффузией вихря, а также, не предполагая наличия второй фазы, модель адекватно описывает взаимодействие вихревого кольца с поверхностью». Означает ли это, что величина пульсаций давления на стенки конуса отводящего диффузора не зависит от наличия парогазовой каверны в потоке, а обусловлена только существованием вихревой трубки тока и её взаимодействием со стенкой? Этот вопрос требует разъяснения и его можно отнести к замечаниям по содержанию автореферата».

Отзыв на автореферат заведующего лабораторией фундаментальных исследований Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации, доктора физико-математических наук Исаева Сергея Александровича содержит три замечания: «1. Неоднократно в выводах упоминается о «различных режимах работы гидротурбины». Неплохо бы их прояснить. Сколько их и какие у них отличительные признаки? 2. Декларированные в работе базы данных для численного моделирования должны быть подробно описаны и доведены до состояния компьютерного аналога экспериментальной установки. В каком виде составлены такие базы данных для нестационарных полей скорости и пульсаций давления? 3. Известное из докладов последних лет явление перезамыкания вихревых колец является безусловным украшением работы. Все-таки хотелось поподробнее узнать об аperiodических колебаниях давления. Об их

амплитудных и частотных характеристиках. Можно ли повлиять на явление пере замыкания и каким образом?»

Отзыв на автореферат профессора кафедры теплотехники и энергетического машиностроения Казанского национального исследовательского университета им. А.Н. Туполева, доктора технических наук Тарасевича Станислава Эдуардовича содержит три замечания: «1. Чем обоснован выбор угла лопаток в экспериментальном лопаточном завихрителе. 2. Из автореферата не ясно, что дал сравнительный анализ использования различных выражений для закрутки потока. 3. При каких давлениях проводились исследования, и как оно влияет на структуру потока».

Выбор официальных оппонентов обосновывается высокой квалификацией специалистов, наличием публикаций, соответствующих тематике диссертации, способностью определить научную и практическую значимость диссертационной работы. Заведующий лабораторией Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук, доктор физико-математических наук, член-корреспондент Российской академии наук Вараксин Алексей Юрьевич является признанным в мире специалистом в области турбулентных и вихревых двухфазных сред, и их использования в энергетике. Заведующий лабораторией Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института гидродинамики им. М.А. Лаврентьева Сибирского отделения Российской академии наук, доктор физико-математических наук Никулин Виктор Васильевич является одним из ведущих специалистов в области экспериментальных и теоретических исследований вихревых течений жидкости.

Выбор ведущей организации обосновывается тем, что она является одной из наиболее значимых организаций с высоким уровнем сотрудников, специализирующихся в фундаментальных и прикладных исследованиях в областях механики жидкости и газа, тепломассопереноса и энергетических технологий. Работающие в ней специалисты, в том числе кандидат физико-

математических наук Иванов Николай Георгиевич, доктор физико-математических наук, профессор Смирнов Евгений Михайлович, могут дать обоснованную экспертную оценку достоверности, новизны, научной и практической значимости результатов диссертационной работы.

Диссертационный совет отмечает, что впервые получены систематические экспериментальные данные по явлению перезамыкания вихревой спирали в модельной гидротурбине в режиме с небольшим параметром крутки потока, приводящему к формированию вихревых колец. Предложено рассматривать данное явление в качестве основного источника значительных аperiодических пульсаций давления в проточном тракте гидротурбин.

Теоретическая значимость исследования связана с тем, что выявлены условия применимости интегрального параметра закрутки потока для описания вихревого течения в модельных гидротурбинах, проведена апробация и верификация полуэмпирической модели, позволяющей оценивать закрутку потока в отсасывающей трубе гидротурбины, изучены причинно-следственные связи возникновения аperiодических пульсаций давления в проточном тракте гидротурбин и явления вихревого перезамыкания, изучено влияние инъекции газовой фазы на пульсационные характеристики вихревого течения в модели отсасывающей трубы гидротурбины, накоплены экспериментальные данные, которые востребованы для валидации расчетов сложных двухфазных течений.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что определена возможность воспроизведения комбинацией стационарного и подвижного завихрителей распределений скоростей в конусе отсасывающей трубы гидротурбины, соответствующих различным режимам работы гидротурбины, представлены рекомендации по использованию методики инъекции газовой фазы в качестве инструмента по контролю и управлению прецессирующим вихревым жгутом в гидротурбинах. Результаты исследования используется в ПАО «Силовые машины - ЛМЗ», что подтверждает практическую значимость работы.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что результаты были получены с использованием современных хорошо зарекомендованных измерительных методик (лазерная доплеровская анемометрия, прецизионные датчики давления), осуществлялась предварительная настройка и калибровка оборудования, проводились тестовые измерения, показана воспроизводимость результатов с учетом рассчитанных неопределенностей и сопоставлением с результатами других исследователей.

Личный вклад соискателя состоит в участии в модернизации экспериментальных стендов и проведении пусконаладочных работ, адаптации измерительного оборудования к условиям экспериментов, написании компьютерных программ обработки экспериментальных данных, проведении экспериментальных исследований закрученного потока на различных модельных установках, обработке, анализе и интерпретации экспериментальных данных, а также подготовке научных докладов и публикаций в рецензируемых журналах.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертация Скрипкина Сергея Геннадьевича «Исследование нестационарных явлений при одно- и двухфазных течениях в элементах проточной части гидротурбины» представляет собой научно-квалификационную работу, в которой содержится решение научной задачи по выявлению и исследованию физических механизмов и условий формирования нестационарных вихревых структур в элементах гидротурбин, имеющей значение для развития гидродинамики газожидкостных вихревых потоков и соответствует критериям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. и другим критериям, установленным в разделе II этого Положения.

На заседании 24 марта 2021 года диссертационный совет принял решение присудить Скрипкину Сергею Геннадьевичу ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы.

При проведении открытого голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, в том числе 11 человек присутствовали лично и 9 человек в удаленном интерактивном режиме, из них 9 докторов наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы, участвовавших в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 20, против 0, воздержался 0.

Председатель
диссертационного совета
д.ф.-м.н., академик РАН



Алексеев Сергей Владимирович

Ученый секретарь
диссертационного совета
д.ф.-м.н., профессор



Кузнецов Владимир Васильевич

«25» марта 2021 г.

