

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Суслова Даниила Андреевича «УПРАВЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ПРЕЦЕССИРУЮЩИХ ВИХРЕЙ В ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ МОДЕЛИ ГИДРОТУРБИНЫ»** представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9 – Механика жидкости, газа и плазмы

Диссертация Суслова Даниила Андреевича «Управление характеристиками прецессирующих вихрей в проточной части модели гидротурбины» посвящена экспериментальному исследованию закономерностей воздействия активного управления на прецессирующее вихревое ядро в закрученном потоке за рабочим колесом модельной гидротурбины Френсиса и разработке на их основе эффективного метода подавления пульсаций давления.

Проведенный диссертантом анализ современного состояния отрасли показал, что проблема управления закрученными течениями и вихревыми структурами актуальна для широкого класса технических устройств и приложений.

Известно, что работа турбины Френсиса в режимах частичной нагрузки может приводить к формированию концентрированных вихревых структур в форме прецессирующего вихревого ядра, которое снижает эффективность и стабильность работы гидроагрегата. Развитие методов контроля и управления подобными нестационарными явлениями с целью повышения эффективности и надежности работы гидроагрегатов невозможно без четкого представления структуры течения в различных режимах работы гидротурбин.

В связи с этим получение комплексной информации о структуре закрученного течения в модельной гидротурбине, а также апробация методики инъекции газовой фазы **являются актуальными** задачами, напрямую связанными с обеспечением безопасности и надежности работы энергетических гидроустановок.

Научная новизна исследования Суслова Даниила Андреевича заключается в том, что: автором предложен и обоснован с физической точки зрения оптимальный способ подачи и коэффициент потока импульса струй для наиболее эффективного подавления ПВЯ в гидротурбине, проведено сравнение различных способов подачи струй с целью управления вихревыми структурами. Впервые установлен характер влияния инъекции струй на пространственные и временные характеристики ПВЯ. Показано, что безразмерный коэффициент потока импульса является ключевой характеристикой, определяющей эффективность воздействия управления на ПВЯ.

Анализ проделанной диссертантом работы позволяет сделать вывод о том, что в диссертации Суслова Даниила Андреевича **содержится решение важной научно-практической задачи**, имеющей существенное значение для повышения эксплуатационной надежности и безопасности гидротурбин. Также полученные результаты могут использоваться для развития методов

вычислительной гидродинамики (CFD) и аналитических подходов при описании многофазных закрученных потоков при наличии крупномасштабных вихревых структур.

Теоретическая значимость заключается в получении фундаментальных закономерностей взаимодействия управляющих струй с закрученным потоком. Показано, что инъекция дополнительного расхода в области высокой восприимчивости потока к возмущениям, приводит к изменению характеристик ПВЯ. Диссертантом получена обширная база данных, детально описывающая эволюцию вихревых структур под внешним воздействием в режимах с высокими пульсациями давления. Установлено, что инъекция приводит к нарушению когерентной структуры ПВЯ, перераспределению момента количества движения в ядре потока, а также снижению уровня пульсаций давления. Экспериментально определено, что предлагаемый диссертантом метод радиальной инъекции позволяет значительно снизить динамические нагрузки на проточную часть турбины. Накопленная экспериментальная база данных может быть использована для верификации численных расчётов, а также может способствовать дальнейшему развитию аналитических подходов.

Практическая значимость заключается в разработке методики управления ПВЯ за рабочим колесом гидротурбины, что подтверждается патентом на изобретение № 2831741 «Способ подавления пульсаций давления в гидротурбине», патентообладатель – ИТ СО РАН.

Достоверность результатов обеспечивалась использованием современных измерительных методик, предварительной настройкой и калибровкой оборудования, проведением тестовых измерений, а также воспроизводимостью результатов с учетом рассчитанных погрешностей и сопоставлением с результатами других исследователей.

Текст автореферата логично и последовательно написан, отражает основные результаты исследования, оставляет в целом положительное впечатление. Судя по автореферату, диссертация имеет высокую теоретическую и практическую значимость. Материалы диссертационного исследования получили апробацию и отражены в публикациях автора, в том числе в изданиях, рекомендованных ВАК РФ для представления результатов диссертационных исследований.

Диссертация Сулова Даниила Андреевича «Управление характеристиками прецессирующих вихрей в проточной части модели гидротурбины» является целостным и законченным исследованием, характеризующимся научной новизной, теоретической и практической значимостью.

При чтении автореферата возникли **вопросы**, а также замечания, не снижающие научную и практическую значимость полученных результатов.

1. В тексте автореферата отсутствует информация о методике статистической обработки полученных данных, при использовании линейной регрессии не приводится величина коэффициента достоверности аппроксимации, на рисунках не приводятся доверительные интервалы.

2. При описании рис. 6 не проведен анализ зависимости шага винта от коэффициента потока импульса для аксиального актуатора. С чем связан немонотонный характер зависимости для А3610?
3. Из текста автореферата не ясно при каких числах Рейнольдса работают реальные конструкции, и как полученные результаты можно перенести на реальный объект.

Основываясь на анализе автореферата, можно заключить, что диссертация Суслова Даниила Андреевича «Управление характеристиками прецессирующих вихрей в проточной части модели гидротурбины» **отвечает** требованиям п.9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Её автор Суслов Даниил Андреевич **заслуживает** присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9 – Механика жидкости, газа и плазмы

Профессор кафедры автомобильных дорог Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный архитектурно-строительный университет», 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, тел. +7 (382) 265-32-61, pr-tsuab@mail.ru, <http://www.tsuab.ru>, доктор физико-математических наук (01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы), старший научный сотрудник

Отзыв составлен и подписан 21 апреля 2026 года.

Матвиенко Олег Викторович

Я, Матвиенко Олег Викторович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой Суслова Даниила Андреевича, и их дальнейшую обработку.

Матвиенко Олег Викторович

Подпись Матвиенко Олега Викторовича удостоверяю

Ученый секретарь ТГАСУ



Ю. А. Какушкин