

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Суслова Даниила Андреевича** на тему: «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 Д.А. посвящена решению важной научно-технической проблемы – управлению параметрами прецессирующего вихревого ядра (ПВЯ) в проточной части гидротурбины. Актуальность темы обусловлена требованиями к надежности и маневренности гидроэнергетического оборудования, работающего в широком диапазоне нагрузок, где формирование ПВЯ неизбежно. Работа выполнялась в русле приоритетных направлений развития энергетики РФ. Структура автореферата традиционна и позволяет полноценно оценить логику проведенного исследования. Автором четко сформулированы цель и пять взаимосвязанных задач, решение которых обеспечило получение новых знаний в области управления закрученными течениями.

Среди результатов работы выделим, на наш взгляд, наиболее значимый, обладающий научной и практической новизной. Впервые комплексно показано влияние инъекции струй на пространственные и временные характеристики ПВЯ. Экспериментально установлено: ключевым параметром управления ПВЯ в гидротурбинах является коэффициент потока импульса, обеспечивающий универсальность полученных зависимостей параметров вихря и потока для разных типов инъекции.

Обоснованность и достоверность научных положений базируется на грамотном методологическом подходе. Исследования выполнены на физически адекватной модели с использованием современных методов диагностики: PIV, ЛДА и многоканальной акустической системы. Обработка данных с применением метода спектральных главных компонент (SPOD) позволила надежно выделить исследуемые моды на фоне турбулентного шума. Совпадение результатов, полученных независимыми методами, и адекватная погрешность измерений (не более 5%) подтверждают высокую достоверность выводов.

Также в качестве существенных результатов работы отметим следующие:

1. Экспериментально показано, превосходство радиальной инъекции над аксиальной и комбинированной. Данный эффект связывается с тем, что радиальные струи, воздействуя на область высокой восприимчивости потока, разрушают контур обратной связи, ответственный за генерацию ПВЯ, и снижают интегральную закрутку потока ниже критического уровня.
2. Установлены количественные закономерности: впервые построены обобщающие зависимости, связывающие коэффициент потока импульса с такими характеристиками, как амплитуда пульсаций давления, шаг винта спирального вихря, радиус его прецессии и вклад ПВЯ в турбулентную кинетическую энергию.
3. Выявлена физическая природа снижения нагрузок: показано, что уменьшение пульсаций давления на стенке диффузора связано не только с ослаблением вихря, но и с его пространственным сжатием и удалением от стенок, что описывается предложенной квадратичной корреляцией пульсаций давления и вкладом ПВЯ в турбулентную кинетическую энергию общего течения.

Теоретическая значимость работы состоит в согласии экспериментальных

результатов с предсказаниями линейной теории устойчивости для сложного течения в гидротурбине и в углублении понимания механизмов взаимодействия струй с закрученным потоком.

Практическая ценность не вызывает сомнений: результаты защищены патентом РФ, а предложенные инженерные решения (радиальные актуаторы) позволяют минимизировать энергозатраты на управление при максимальном эффекте подавления вибраций.

Представленные графики и рисунки в автореферате уместны, наглядны и информативны. Публикационная активность соискателя (19 работ, из которых 4 в журналах первого уровня Белого списка, наличие РИД) также находится на высоком уровне.

По содержанию автореферата имеются замечания.

1. Для полноты понимания процесса было бы полезно отметить: расход через завихрители после включения актуатора не изменяется или для его сохранения требуется варьирование параметров на входе.
2. Не указано, с каким характерным временем сравнивается время релаксации частицы при определении числа Стокса, с периодом ПВЯ или временем турбулентных пульсаций. Каково это характерное время.

Однако приведенные замечания не касаются основного содержания диссертации и не снижают общей высокой оценки проделанной работы.

Диссертация Суслова Даниила Андреевича является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена задача, имеющая существенное значение для гидродинамики и гидромашиностроения. По актуальности, объему, научной новизне и практической значимости полученных результатов работа полностью соответствует требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. (в действующей редакции), предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Автор диссертации, Суслов Даниил Андреевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9 – Механика жидкости, газа и плазмы.

Никулин Виктор Васильевич, доктор физико-математических наук по научной специальности «01.02.05 Механика жидкости, газа и плазмы», старший научный сотрудник, ФГБУН Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева Сибирского отделения Российской академии наук (ИГиЛ СО РАН).

Отзыв подписан 09 апреля 2026 г.

Рабочий телефон: (383)333-25-89, почтовый адрес: 630090, г. Новосибирск, пр-т Ак. Лаврентьева, д. 15, e-mail: nikulin@hydro.nsc.ru

Я, Никулин Виктор Васильевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Суслова Даниила Андреевича, и их дальнейшую обработку.

Подпись Никулина Виктора Васильевича заверяю:
Ученый секретарь ИГиЛ СО РАН,
кандидат физико-математических наук

Галина Владимировна Евгеневна

