

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и цифровому
развитию МГТУ им. Н.Э. Баумана
д.т.н., профессор

П.А. Дроговоз

21 октября 2025 года

ОТЗЫВ

ведущей организации

федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования «Московский государственный технический университет
имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»
на диссертационную работу Шоронова Сергея Валерьевича
на тему: «Прогнозирование и управление напорными характеристиками осевых
насосов двигателей летательных аппаратов с помощью входных и надроторных
устройств» представленную на соискание ученой степени кандидата технических
наук по специальности 2.5.15. «Тепловые, электроракетные двигатели и
энергоустановки летательных аппаратов»

Диссертация Шоронова Сергея Валерьевича посвящена решению важной
научно-технической проблемы, связанной с обеспечением устойчивой и
эффективной работы топливных систем летательных аппаратов, а именно
разработке методов исправления немонотонных (западающих) напорных
характеристик осевых насосов.

Актуальность темы диссертации. Осевые насосы высокой быстроходности
широко используются в качестве бустерных в системах питания жидкостных
ракетных двигателей и топливных системах самолетов. Одной из ключевых
проблем при их проектировании и эксплуатации является наличие немонотонной
напорной характеристики, что ограничивает рабочий диапазон, осложняет
регулирование и может негативно сказываться на устойчивости работы системы в
целом. Существующие методы борьбы с данным явлением, направленные в
основном на оптимизацию геометрии рабочего колеса, не всегда позволяют
достичь желаемого результата. В этой связи разработка и исследование
эффективных методов управления формой напорной характеристики с помощью
дополнительных устройств, таких как надроторные и входные лопаточные
устройства, является актуальной и востребованной задачей.

Целью работы Шоронова Сергея Валерьевича является комплексное
экспериментальное и расчетно-теоретическое исследование методов улучшения
напорной характеристики и разработка практических рекомендаций по
управлению формой напорной характеристики насосов с осевыми рабочими

колесами при помощи входных и надроторных устройств. Для достижения цели автором успешно решен комплекс взаимосвязанных задач, включающий разработку геометрии устройств, их экспериментальное и численное исследование, исправление формы характеристики на монотонно падающую и выработку практических рекомендаций по проектированию.

Научная новизна. Впервые комплексно исследовано влияние геометрических параметров надроторных устройств (количества, осевой длины и угла наклона проточек) на энергетические и кавитационные характеристики осевого насоса, что позволило определить их оптимальные соотношения. Впервые экспериментально исследовано влияние предварительной закрутки потока только в периферийных сечениях на входе в осевой насос с помощью входного лопаточного устройства и установлено его влияние на напор в зоне западания характеристики. Разработана и апробирована методика обработки результатов численного моделирования, позволяющая с достаточной точностью определять начало образования, длину распространения и интенсивность обратных токов, и установлена их связь с величиной напора в зоне его западания.

Практическая значимость работы заключается в разработке конкретных рекомендаций по проектированию надроторных и входных лопаточных устройств для осевых насосов, используемых в составе ЖРД и топливных систем авиационных двигателей. Показано, что применение оптимального надроторного устройства позволяет исправить форму напорной характеристики на монотонно падающую, существенно расширить рабочий диапазон насоса и повысить его многорежимность без кардинальной переработки конструкции. Следует подчеркнуть, что исследуемые в работе устройства обладают значительным потенциалом для применения их в различных отраслях машиностроения, включая нефтегазовый сектор. По итогам проведенных исследований автором был успешно получен документ о внедрении. Данный факт зафиксирован соответствующим актом, что подтверждает результативность и значимость диссертационной работы.

Теоретическая значимость работы состоит в установлении взаимосвязи между установкой надроторных и входных лопаточных устройств, изменением величины и интенсивности обратных токов, кавитационными явлениями и напором осевого насоса в зоне западания энергетических характеристик. Разработанная методика обработки экспериментальных и расчетных данных вносит вклад в развитие методов изучения структуры течений в проточной части лопатных машин.

Достоверность и степень обоснованности положений, выносимых на защиту, подтверждается применением современных стандартизированных методик экспериментальных исследований с использованием аттестованной измерительной аппаратуры, корректным использованием фундаментальных

положений гидрогазодинамики и методов вычислительной гидродинамики (CFD), а также хорошим согласованием результатов численного моделирования с полученными экспериментальными данными и данными в открытой литературе.

Подтверждение опубликованных основных результатов диссертации в научной печати. Основные результаты диссертации опубликованы в 6 научных статьях в журналах, входящих в перечень ВАК РФ из которых 2 статьи по специальности 2.5.15. «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов». Материалы работы докладывались на 5 международных и всероссийских конференциях.

Содержание диссертации, ее завершенность, замечания по оформлению. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 105 наименований и приложений. Работа изложена на 115 страницах, содержит 56 иллюстраций и 4 таблицы. Структура работы логична, содержание полностью раскрывает цель и задачи исследования. Существенные замечания по оформлению отсутствуют.

Вводная часть содержит обоснование актуальности, формулировку цели и задач, научной новизны, практической и теоретической значимости, положений, выносимых на защиту, достоверность полученных результатов, сообщаются сведения об апробации работы и публикациях автора, излагаются объем и структура диссертации.

В первой главе представлен аналитический обзор литературных источников по проблеме западания напорной характеристики осевых насосов и существующим методам ее исправления. Дана четкая формулировка проблемы и недостаточной изученности методов применения входных и надроторных устройств.

Во второй главе описана экспериментальная установка, методика проведения испытаний и обработки результатов. Представлены энергетические и кавитационные характеристики базового объекта исследования, подтверждающие наличие западающей напорной характеристики.

В третьей главе представлены результаты комплексного экспериментального исследования влияния геометрических параметров надроторных устройств (количества, длины и угла наклона проточек) на напорные и кавитационные характеристики. Определены оптимальные параметры устройств.

В четвертой главе изложены результаты экспериментального исследования входных лопаточных устройств с различной густотой решетки. Показано их влияние на напор и кавитационные качества насоса в сравнении с оптимальным надроторным устройством.

В пятой главе методами вычислительной гидродинамики проведено численное исследование, валидированное по экспериментальным данным. Проанализировано влияние устройств на внутренний КПД, мощность, структуру

течения и обратные токи, что позволило выявить физические причины изменения напорной характеристики.

В заключении работы сформулированы основные научные и практические результаты, полученные в диссертации.

Рекомендации по использованию результатов диссертации. Результаты и рекомендации, разработанные в диссертации, целесообразно использовать в научно-исследовательских и проектно-конструкторских организациях, занимающихся разработкой и совершенствованием лопастных насосов для авиационной и космической техники и других профильных предприятиях.

Замечания по диссертации.

При общей положительной оценке диссертационной работы можно отметить следующие замечания:

1. В работе экспериментальным путем установлены оптимальные значения количества, длины и угла наклона проточек надроторного устройства, однако исследование влияния глубины проточек не проводилось. Учет этого параметра мог бы дополнить и уточнить полученные рекомендации по оптимальной геометрии надроторных устройств.
2. Выбор угла установки лопаток входного лопаточного устройства был выполнен на основе анализа литературных данных, однако специальное исследование по оптимизации данного параметра для конкретного объекта исследований не проводилось. Не исключено, что дополнительная оптимизация угла установки могла бы способствовать дальнейшему улучшению напорной характеристики.
3. Проведенное сравнение результатов численного моделирования показало схожий характер влияния надроторных и входных лопаточных устройств на параметры обратных токов. Для более детального выявления различий в механизме их воздействия и влияния на структуру течения целесообразно рассмотреть возможность применения более точных вихреразрешающих моделей, например LES.
4. В работе представлены подробные результаты кавитационных испытаний, однако влияние исследованных устройств на эрозионную стойкость насоса не оценивалось. Исследование данного аспекта могло бы дополнить анализ долговечности модифицированных конструкций, особенно при работе в условиях развитой кавитации.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы.

Заключение

Диссертация Шоронова Сергея Валерьевича на тему: «Прогнозирование и управление напорными характеристиками осевых насосов двигателей летательных аппаратов с помощью входных и надроторных устройств» представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук выполнена на высоком научном уровне и является завершенной научно-квалификационной работой, направленной на решение актуальной задачи в области разработки осевых насосов для двигателей летательных аппаратов. Приеденные результаты диссертационной работы можно классифицировать, как новые, обоснованные и имеющие практическое значение.

Аннотация соответствует основному содержанию диссертации.

Работа отвечает требованиям, установленным п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Шоронов Сергей Валерьевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15. «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Отзыв на диссертационную работу Шоронова Сергея Валерьевича рассмотрен и утвержден на заседании кафедры «Гидромеханика, гидромашины и гидропневмоавтоматика» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (протокол № 7-25/26 от 21 октября 2025 года).

Отзыв подготовлен **Ломакиным Владимиром Олеговичем**, доктор технических наук, профессор кафедры Э10 «Гидромеханика, гидромашины и гидропневмоавтоматика».

Профессор кафедры
«Гидромеханика, гидромашины
и гидропневмоавтоматика»
МГТУ им. Баумана
д.т.н.

Ломакин Владимир Олегович

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный
исследовательский университет)»

105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1

тел. +7 (499) 263-63-91, факс +7 (499) 267-48-44

Сайт организации: bmstu.ru

Электронная почта организации: bauman@bmstu.ru

Сотзизмализм озмозмализм
12.11.25 Шоронов СВ.
Шор -

5