

В диссертационный совет Д 212.079.02 при
ФГБОУ ВО «Казанский национальный
исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ»

420111, г. Казань, ул. К. Маркса, д. 10

ОТЗЫВ

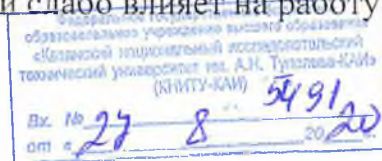
официального оппонента на диссертационную работу Теляшова Дмитрия Александровича «Разработка глушителя шума на основе псевдооживленного слоя для аэродинамического клапана камеры пульсирующего горения» представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы

Актуальность работы обусловлена потребностями развития современной техники. В настоящее время установлено, что виброакустическое загрязнение окружающей среды смертельно опасно для здоровья человека как радиационное или химическое загрязнения. Основным источником виброакустического загрязнения (ВАЗ) является современная техника и технические устройства, которые фактически являются громкими или тихими (для высоких частот) убийцами.

Безопасного для человека диапазона частот ВАЗ не существует. Низкие частоты ВАЗ смертельно опасны для внутренних органов, вызывают усталость, страх, панику, статистически точно установлено нарушение деторождаемости у женщин. Высокие частоты вызывают кавитацию в крови и суставах человека, приводят к ускоренному старению организма, оказывают сильное воздействие на психику человека вплоть до древней пытки звуком.

Совершенно ясно, что изделия, обеспечивающие низкое ВАЗ, имеют существенные конкурентные преимущества.

Камеры и аппараты пульсирующего горения с аэродинамическими клапанами широко используются в технике. Одним из негативных факторов, которые препятствуют широкому их применению в данных областях, является высокое шумовое и виброакустическое загрязнение окружающей среды. Работа Теляшова Д.А. направлена на снижение шума и ВАЗ, излучаемого аэродинамическим клапаном. Применительно к КПП автором впервые предложен глушитель, основанный на поглощении колебаний в псевдооживленном слое специальных частиц. Разработанный глушитель шума конструктивно прост, надежен в работе и слабо влияет на работу КПП.



Целью диссертационной работы Теляшова Д.А. явилась понижение ВАЗ обусловленного работой камеры пульсирующего горения с аэродинамическим клапаном при помощи глушителя нового типа.

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка принятых сокращений, списка использованных литературных источников и приложений. Текст диссертационной работы напечатан на 112 страницах и содержит 68 рисунков, 13 таблиц.

Во введении представлены цель и задачи исследования, а также раскрыта актуальность темы исследования и приведены: научная новизна; теоретическая и практическая значимость; положения, выносимые на защиту; достоверность научных результатов; сведения об апробации работы.

В первой главе приведен обзор конструктивных схем камер пульсирующего горения с аэродинамическим клапаном, а также результаты анализа научно-технической литературы по вопросам исследования механизмов ВАЗ в данных камерах, способов снижения ВАЗ для нестационарных потоков. Детально анализировалась имеющаяся информация по аэродинамическим клапанам. Это позволило правильно сформулировать задачи исследования и исходные данные для ее выполнения.

Во второй главе дано описание объекта исследования и испытательного огневого стенда. Приведены результаты исследований акустических и газодинамических процессов, происходящих у выходного среза аэродинамического клапана, влияния положения клапана и формы его конструкций на устойчивость колебательного процесса. Установлено, что на выходном участке клапана происходят сложные газодинамические процессы, которые связаны с пульсирующим горением топлива в камере сгорания. На основе множественных измерений пульсаций давления у среза клапана сделан вывод о том, что волны давлений, образующихся в потоке, не являются акустическими. На основе существующей информации предложена гипотеза о механизме образования интенсивных волн сжатия, формируемых на срезе клапана.

При проведении исследований акустических и газодинамических характеристик автор освоил и использовал современные измерительные средства, известные и широко апробированные методы измерений.

В третьей главе автором предложен ранее неизвестный способ снижения интенсивных волн сжатия, основанный на псевдооживленном слое. Псевдооживленный слой формировался при помощи сферических частиц определенного диаметра.

Разработана и испытана экспериментальная модель, в которой реализован предложенный способ подавления ВАЗ. Для экспериментальных исследований создан испытательный стенд, проведены многофакторные эксперименты. Получены новые экспериментальные зависимости шумоглушения и ВАЗ в псевдооживленном слое от таких факторов как: частота пульсаций газового потока, амплитуда пульсаций и диаметр частиц.

Установлено, что псевдооживленный слой позволяет «сглаживать» пульсирующий поток в широком диапазоне частот колебаний, но

наибольший эффект снижения колебаний наблюдается для средних и высоких частот, в терминологии автора диссертационной работы.

В четвертой главе изложены результаты экспериментальных исследований модели глушителя, основанной на псевдооживленном слое. Предложен метод перераспределения акустической энергии с низких частот на более высокие частоты, который позволяет эффективно использовать псевдооживленный при глушении шума. Экспериментально установлено, что разработанный глушитель шума снижает уровень шума на 20 - 25 дБ во всем частотном диапазоне работы экспериментальной модели камеры пульсирующего горения. В данной главе оценен вклад каждого из конструктивных элементов на шумоподавление. В ходе экспериментов также замечено, что наряду с шумоглушением и подавлением ВАЗ, разработанный глушитель исключает возможность выброса вредных веществ (продукты недожога топлива). Определены технические характеристики созданного глушителя.

Пятая глава посвящена численным исследованиям газодинамических процессов в модели глушителя. Определено газодинамическое опротивление псевдооживленного слоя и другие газодинамические параметры: давление, температура, векторные поля скорости. Моделирование газодинамических параметров глушителя осуществлялось в рамках нестационарной задачи с использованием модели RNG k-ε. Результаты численных исследований газодинамических параметров сравнивались с экспериментальными данными. Максимальное расхождение результатов составило 19%.

Выводы диссертационной работы являются обоснованными и отражают основные результаты диссертационной работы.

В приложении приведены акты внедрения результатов диссертационной работы, патент на изобретение, код программы для не стационарности потока и технические характеристики газового анализатора.

Научная новизна диссертационной работы заключается в том, что получены экспериментальные зависимости шумоглушения и противодействия от режимов течения газового потока и порозности псевдооживленного слоя. Разработан экспериментальный метод перераспределения энергии колебаний газового потока по гармоническим составляющим. Дополнена газодинамическая картина на срезе аэродинамического клапана. Разработан и создан глушитель шума на основе псевдооживленного слоя, проведены детальные экспериментальные исследования по определению акустических и газодинамических его характеристик.

Методы исследования. Для решения поставленных задач в работе были использованы экспериментальные и численные методы исследования.

Достоверность полученных результатов подтверждается использованием вычислительных средств и методов исследования, применения измерительных приборов, сходимостью результатов и согласием со всеми известными исследованиями.

Теоретическая значимость работы заключается в описании механизма образования интенсивных волн сжатия на срезе клапана, а также в разработке экспериментального метода перераспределения акустической энергии путем подбора длины глушителя шума.

Практическая значимость работы заключается в разработанном глушителе шума и практических рекомендациях по его созданию для камер пульсирующего горения при других тепловых мощностях.

Разработанный глушитель шума использован как прототип при модернизации огневого испытательного стенда двигателей для БПЛА в АО «Эникс». Полученные результаты и испытательные стенды используются в учебном процессе КНИТУ-КАИ.

Рекомендации по использованию результатов диссертации.

Полученные в диссертации результаты необходимы для инженеров и научных работников, занимающихся разработкой выхлопных систем ДВС, ПуВРД и камер пульсирующего горения.

Содержание автореферата отражает суть диссертации.

По результатам диссертационной работы опубликованы 15 печатных работ: 1 статья в журналах, рекомендованных в ВАК, 1 патент РФ на изобретение, 2 статьи в изданиях из базы SCOPUS и 12 публикаций в других изданиях базы РИНЦ.

Основные результаты работы докладывались и обсуждались на 12 международных и Всероссийских научно – технических конференциях: Международной научно-технической конференции «Инновации в науке, технике и технологиях» (Ижевск, 2014 г.); Международной научно-технической конференции «АКТО» (Казань, 2014 г.); Научном конгрессе по энергетике (Казань, 2014 г.); Школе – Семинаре молодых ученых и специалистов академика РАН В.Е. Алемасова (Казань, 2014 г., 2016 г.); Международном симпозиуме «Энергоресурсоэффективность и энергосбережение в Республике Татарстан» (Казань, 2016 г., 2017 г.); Международной конференции «Тинчуринские чтения» (Казань, 2016 г., 2017 г.); Международной молодежной научной конференции «XXIII Туполевские чтения» (Казань, 2017 г.); Всероссийской научной конференции с элементами школы молодых ученых (Ялта, 2017 г.); Всероссийской конференции с международным участием «Горение топлива: Теория, эксперимент, приложения» (Новосибирск, 2018 г.); на научно-техническом семинаре кафедры РДиЭУ (Казань, КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, 2019 г.); на научно-техническом совете КНИТУ – КАИ (Казань, 2020 г.).

По работе имеются следующие замечания:

1. *Цель работы: повышение эффективности работы камеры пульсирующего горения с аэродинамическим клапаном путем использования глушителя ... стр. 7.* Любой глушитель понижает КПД ДВС. Неточно сформулирована цель работы.
2. *стр. 47, Рисунок 2.19 – Картина истечения воздушного потока из АК –*

механика генерации компактных вихревых структур подробно изучена в работах Ахметова Дарвина Гизизовича. Для изучения генерации звука необходимо описать продукты вытекающие из сопла. Струя или цепочка компактных структур, обычно их называют вихревыми кольцами, но это не кольца.

3. *стр. 48. Характер акустического сигнала свидетельствует о формировании в клапане интенсивных волн сжатия, выдвинуто предположение о механизме их образования.* – Автор постоянно говорит о волнах сжатия. Это либо заблуждение, либо местный жаргон. Между волнами сжатия обязательно есть разрежение. Относительно некоторого среднего давления.

4. *Обычно* кипящий слой формируется под действием силы тяжести, поток снизу разрыхляет его, а поток сверху компактирует. Поэтому свойства слоя очень сильно зависят от скорости потока. В основной формуле 3.1 на стр. 49 этой зависимости нет. Средняя скорость всегда разрыхляет может ли быть компактирование зависит от амплитуды изменения скоростей, все результаты зависят от этой величины. В этом и есть основная цель исследований.

5. Необходимо отметить, что везде в работе речь идет о воздухе(?) в нормальных условиях. Частоты однозначно определяют длины волн.

Указанные недостатки не умаляют значение представленной работы и носят характер пожеланий для дальнейшего развития работы.

Заключение

В целом, по актуальности и научной новизне полученных результатов, объему исследований и их научному уровню, практической значимости, диссертационная работа Теляшова Дмитрия Александровича «Разработка глушителя шума на основе псевдооживленного слоя для аэродинамического клапана камеры пульсирующего горения» соответствует требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года №842 Высшей аттестационной комиссии Российской Федерации, предъявляемым к кандидатским диссертациям, является завершенной научно – квалификационной работой, в которой получены значимые в области технической акустики результаты, а сам автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы.

Я, Сухинин Сергей Викторович, согласен на включение моих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Теляшова Дмитрия Александровича и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент

д. ф. - м.н., с.н.с.

Сухинин С. В. «17» 08 2020г.

Сухинин Сергей Викторович

доктор физико-математических наук,

специальность ВАК 01.02.05 - механика жидкости газа и плазмы

Адрес: 630090, Новосибирск, пр. Лаврентьева, 15

Телефон: (383) 3301241, E-mail: sukhinin@hydro.nsc.ru

Наименование организации: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева Сибирского отделения Российской академии наук

Должность: ведущий научный сотрудник лаборатории газовой детонации

Интернет страница: <http://www.hydro.nsc.ru>, телефон: (383) 3331612

Подпись д.ф.-м.н. Сухинина Сергея Викторовича удостоверяю

и/о Ученого секретаря

к.ф.-м.н.



М.П.

Батяев Е.А.



СВЕДЕНИЯ ОБ ОФИЦИАЛЬНОМ ОППОНЕНТЕ

по диссертационной работе Теляшова Дмитрия Александровича «Разработка глушителя шума на основе псевдооживленного слоя для аэродинамического клапана камеры пульсирующего горения» представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы

№	Фамилия Имя Отчество (должность в диссертационном совете)	Год рождения, гражданство	Место основной работы (название организации, ведомство, город, занимаемая должность)	Ученая степень (шифр специальности, по которой присуждена ученая степень в соответствии с действующей Номенклатурой специальностей научных работников, № свидетельства)	Ученое звание
1	2	3	4	5	6
1.	Сухинин Сергей Викторович	1954, Российская Федерация	ФГБУН Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева Сибирского отделения Российской академии наук, ведущий научный сотрудник	Доктор физико-математических наук, специальность 01.02.05, ДК № 008428	Старший научный сотрудник, профессор по кафедре гидродинамики Новосибирского государственного университета
Данные о научной деятельности по заявленной научной специальности за 5 лет, предшествующих дате подачи сведений:					
1. а) Перечень научных публикаций (без дублирования) в изданиях, индексируемых в международных цитатно-аналитических базах данных Web of Science и Scopus, а также в	1. A. V. Trilis, S. V. Sukhinin, A. A. Vasiliev. TRAVELING CIRCUMFERENTIAL UNSTABLE WAVE OF CYLINDRICAL FLAME FRONT// Journal of physics: conference series. – Vol. 722. – 2016 DOI: 10.1088/1742-6596/722/1/012039., 2016				

<p>специализированных профессиональных базах данных Astrophysics, PubMed, Mathematics, Chemical Abstracts, Springer, Agris, GeoRef, MathSciNet, BioOne, Compendex, CiteSeerX и т.п. (Указать выходные данные)</p>	<p>2. S.V. Sukhinin, V.S. Yurkovskiy, A.P. Konstantinov and A.V. Trilis, WAVE PROPAGATION IN CHANNELS AND CRACKS WITH ELASTIC WALLS//J. Phys. Conf. Ser., 012093, v. 894, 2017.</p> <p>3. A.P. Konstantinov, S.V. Sukhinin, V.S. Yurkovskiy WAVE TRANSMISSION AND REFLECTION AT THE BOUNDARY OF PHONONIC CRYSTALS//J. Phys. Conf. Ser., 012094, v. 894, 2017.</p>
<p>б) Перечень научных публикаций в журналах, входящих в Перечень РФ рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, с указанием импакт-фактора журнала на основании данных библиографической базы данных научных публикаций российских учёных Российскому индексу научного цитирования (РИНЦ) (Указать выходные данные)</p>	<p>1. Алексенцев А.А., Саженов А.Н., Сухинин С.В. АКУСТИЧЕСКИЕ РЕЗОНАНСНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В КАНАЛАХ ПЕРЕПУСКА ВОЗДУХА АВИАЦИОННЫХ ДВУХКОНТУРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ.// Прикладная механика и техническая физика. №6, том 57, 2016. DOI: 10.15372/PMTF20160601</p> <p>2. А. В. Трилис, С. В. Сухинин, А. А. Васильев. УСТОЙЧИВОСТЬ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ФРОНТА ПЛАМЕНИ В КОЛЬЦЕВОЙ КАМЕРЕ СГОРАНИЯ. СИБИРСКИЙ ЖУРНАЛ ИНДУСТРИАЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ.// № 4, Том 20, С. 67-79, 2017. Импакт фактор РИНЦ 0,33</p> <p>3. А.Г. Грешилов, С.В. Сухинин. ФИГУРЫ ХЛАДНИ КРУГЛОЙ ПЛАСТИНЫ, ПЛАВАЮЩЕЙ В ОГРАНИЧЕННЫХ И НЕОГРАНИЧЕННЫХ ВОДОЕМАХ, С КОНСОЛЬНО ЗАКРЕПЛЕННОЙ ОПОРОЙ В ЦЕНТРЕ. Сибирский журнал индустриальной математики. № 1, Том 20, С. 31-40, 2017. Импакт фактор РИНЦ 0,33</p> <p>4. С.В. Сухинин, В.С. Юрковский. ГЕЛИКОИДАЛЬНЫЙ АЭРОАКУСТИЧЕСКИЙ РЕЗОНАНС КАК ПРЕКУРСОР ВРАЩАЮЩЕГОСЯ СРЫВА В КОМПРЕССОРНЫХ РЕШЕТКАХ ГТД// ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «АВИАДВИГАТЕЛИ</p>

	XXI ВЕКА» 24-27 ноября 2015 г. ЦИАМ имени П.И. Баранова. Москва. 278-280 стр., 2015.
в) Общее число ссылок на публикации	Общее число публикаций – 82; Общее количество цитирований –224. По базе РИНЦ
г) Участие с приглашенными докладами на международных конференциях (Указать тему доклада, а также название, дату и место проведения конференции)	нет
д) Рецензируемые монографии по тематике, отвечающей заявленной научной специальности (Указать выходные данные, тираж)	S.L. Gavrilyuk, N.I. Makarenko, S.V. Sukhinin. WAVES IN CONTINUOUS MEDIA// Springer International Publishing AG 2017. Lecture Notes in Geosystems Mathematics and Computing, ISBN 978-3-319-49276-6 ISBN 978-3-319-49277-3, This book is published under the trade name Birkhäuser, www.birkhauser-science.com, The registered company is Springer International Publishing AG. The registered company address is: Gewerbestrasse 11, 6330 Cham, Switzerland.
е) Препринты, размещенные в международных исследовательских сетях (Указать электронный адрес размещения материалов)	нет

И /О Ученого секретаря



Батяев Е.А.