

ОТЗЫВ

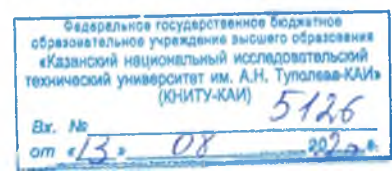
Официального оппонента о диссертации Теляшова Дмитрия Александровича
«Разработка глушителя шума на основе псевдооживленного слоя для аэродинамического
клапана камеры пульсирующего горения»
на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы

Тепловые энергетические установки с пульсирующим (пульсационным) режимом горения являются чрезвычайно перспективными для использования в различных отраслях промышленности. Такие установки имеют небольшие габариты, сжигание топлива и процессы тепломассообмена в них происходят значительно быстрее, чем в традиционных установках с равномерным режимом горения. Перспективными зарекомендовали себя камеры пульсирующего горения с аэродинамическими клапанами, которые обеспечивают подачу воздуха без использования внешних воздухонагнетающих устройств. К сожалению, работа таких камер сгорания сопровождается высоким уровнем шума, превышающим допустимые нормы. В настоящее время эффективного решения проблемы шума, сопровождающего работу аэродинамического клапана камеры пульсирующего горения, не найдено. Имеющиеся гипотезы требуют всестороннего научного обоснования. Данная работа посвящена решению этой **актуальной** научно-технической задачи.

Диссертация включает Введение, 5 Глав, Заключение, список цитируемой литературы, приложения и изложена на 112 страницах. **Во Введении** приводится общая характеристика диссертационной работы.

В Главе 1 рассмотрены основные схемы камер пульсирующего горения, в которых используются аэродинамические клапаны. Выполнен анализ научно-технической литературы, посвященной причинам шумообразования, методам и устройствам, снижающим уровень шума, создаваемого установками рассматриваемого типа. Показано, что имеющиеся глушящие устройства неприменимы для аэродинамического клапана, т.к. снижают эффективность его работы. Результаты анализа имеющихся данных являются достаточным обоснованием цели и задач исследования данной работы.

Глава 2 посвящена описанию экспериментальной камеры сгорания и стенда для проведения исследований согласно поставленным задачам. Используется аэродинамический клапан трубчатой формы. Используются апробированные методики и аттестованная аппаратура для измерения газодинамических и акустических параметров. Поэтому **достоверность** результатов измерений не вызывает сомнений. Показано, что в камере сгорания пульсации давления имеют гармонический характер, тогда как в окружающем пространстве после выхода



из клапана акустическая волна приобретает «пилообразную» форму, свойственную слабым ударным волнам.

В Главе 3 на основании трехфакторного планирования эксперимента была разработана методика исследования влияния псевдооживленного слоя на амплитуду волны сжатия, выходящую из аэродинамического клапана. Для этого диссертант создал стенд, позволяющий исключить обратное воздействие слоя на процесс в клапане. Колебания воздушного потока создавались механическим генератором и не зависели от процессов в клапане. Из генератора пульсирующий поток поступал в камеру, в которой располагался слой твердых частиц (гранул) сферической формы. Установлено, что основными факторами, влияющими на интенсивность проходящей через слой волны, являются частота колебаний газа, амплитуда волны на входе в слой и диаметр гранул. Было обнаружено, что в диапазоне частот от 80 Гц до 260 Гц наибольший звукопоглощающий эффект наблюдается для слоя из частиц диаметром 6 мм.

Основные, наиболее значимые результаты изложены **в Главе 4**. Ранее в эксперименте с использованием генератора акустических волн было показано, что слой их гранул наиболее эффективен для глушения волн в диапазоне средних и высоких частот. В спектре колебаний, соответствующих волне, излучаемой из аэродинамического клапана, преобладают низкочастотные колебания. Диссертант предложил и реализовал **оригинальное** решение проблемы. Волна из клапана направляется в резонансную трубу, где происходит трансформация спектра колебаний. Изменяя длину трубы, можно добиться того, что часть энергии низкочастотных колебаний передается колебаниями с более высокими частотами. Эта энергия поглощается в слое частиц и на выходе из трубы имеем существенное снижение амплитуды первоначальной волны. Этот принцип был реализован в схеме глушителя шума, оригинальность которой подтверждена патентом на изобретение. Испытания показали, что использование глушителя такого типа в экспериментальной камере пульсирующего горения позволило снизить уровень шума на 25 дБ, что является очень высоким показателем. Результаты испытаний обобщены в виде рекомендаций по проектированию глушителей разработанной схемы для камер пульсирующего горения с произвольными геометрическими параметрами.

Глава 5 посвящена численному моделированию течения газа, выходящего из аэродинамического клапана и пересекающего гранулированный слой. Использовано программное обеспечение ANSYS “Fluent”, позволившее диссертанту определить поле скоростей на выходе из клапана, оценить перепад статического давления в зависимости от толщины слоя неподвижных гранул.

Основные результаты данной диссертационной работы – это новые научные данные, которые в сочетании с результатами других авторов дают полное представление о

газодинамических и акустических процессах, приводящих к образованию и излучению интенсивных звуковых волн из аэродинамического клапана, к спектральному преобразованию этих волн и их поглощению при прохождении через слой гранулированных частиц. В этом состоит **теоретическая значимость** данной диссертационной работы. Ее **практическое значение** не вызывает сомнений, т.к. высокая эффективность разработанного глушителя снимает ограничения для широкого промышленного использования камер пульсационного горения.

Автореферат в полной мере отражает суть диссертационной работы.

Имеются следующие замечания:

1. Было бы желательно четче сформулировать цель работы. Какие показатели эффективности имелись ввиду? В Заключение о повышении эффективности работы камеры сгорания ничего не говорится.
2. Отсутствует обоснование использования формулы (5.4) для расчета перепада давления при прохождении потока газа через гранулированный слой. Согласно этой формуле подъёмная сила, вызванная перепадом давления, приравнивается силе тяжести слоя. Однако, слой располагается на решетке и на него действует еще одна сила – сила реакции опоры. Кроме того, в использованной формуле не учитывается внутренняя структура слоя, его «прозрачность».
3. Исследование проводилось для камеры сгорания с тепловой мощностью до 100 кВт, однако, не ясно, как этот параметр рассчитывался.
4. В работе отсутствуют данные по амплитуде колебаний внутрикамерного давления в абсолютных единицах (дБ, Па). Относительные значения в мВ не дают возможности провести корреляцию этого параметра с уровнем излучаемого шума (дБ).
5. В диссертации для Рис.4.7. частично, а в автореферате для Рис.20 полностью отсутствует расшифровка цифровых обозначений.
6. В диссертации используется небольшое количество сокращений. Однако, частое их использование в пределах одной страницы или даже нескольких абзацев затрудняет восприятие сути написанного. Сокращений терминов, состоящих из двух слов, можно было избежать.

В целом, данная диссертационная работа является **законченным** научным исследованием, в котором решена **актуальная** научно-техническая задача. В работе получены новые данные, развивающие существующие представления о газодинамических и акустических процессах в колеблющихся потоках, позволяющие проектировать тепловые энергетические установки пульсирующего горения с улучшенными эксплуатационными характеристиками.

Считаю, что диссертационная работа удовлетворяет п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор Теляшов Дмитрий Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы.

Профессор кафедры технической физики и энергетики ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», доктор технических наук, доцент
420008 г. Казань, ул. Кремлевская, 18
(843)2337054

Ларионов Виктор Михайлович

«10» августа 2020 г.



СВЕДЕНИЯ ОБ ОФИЦИАЛЬНОМ ОППОНЕНТЕ

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

№	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, ученое звание	Сведения о работе		Список основных публикаций по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет - для кандидатской и за 10 лет - для докторской (но не более 15 публикаций)
			Полное наименование организации, почтовый адрес (индекс, город, улица, дом), телефон, адрес электронной почты	Должность с указанием структурного подразделения	
1	2	3	4	5	6
1	Ларионов Виктор Михайлович	Доктор технических наук (05.07.05 - Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов), доцент	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет». 420008, Казань, ул. Кремлёвская, 18 Телефон: (843) 233-71-09, public.mail@kpfu.ru	Профессор кафедры технической физики и энергетики, Инженерный институт	<ol style="list-style-type: none"> 1. Семенова Е. В., Ларионов В. М., Ваньков Ю. В. Термодинамический и акустический анализ пульсационного горения твердого топлива в устройстве типа резонатора Гельмгольца. Известия высших учебных заведений. ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ. Т.20, № 5-6. 2018 2. Semenova, E.V., Larionov, V.M., Iovleva, O.V. Acoustic gas oscillations in coaxial tubes (2017) Journal of Physics: Conference Series, 789 (1), № 012049. 3. Larionov, V.M., Saifullin, E.R., Semenova, E.V. Self-excited gas oscillations in Helmholtz resonator type combustor. (2016) Journal of Physics: Conference Series, 669 (1), № 012047. 4. Larionov, V.M., Mitrofanov, G.A., Kozar, A.N. External high-frequency control of combustion instability. (2016) Journal of Physics: Conference Series, 669 (1), № 012038. 5. Iovleva, O.V., Larionov, V.M., Semenova, E.V. Frequencies of gas oscillations in a pipe with a concentrated heat source. (2016) Journal of Physics: Conference Series, 669 (1), № 012023. 6. Larionov V.M. Acoustic disturbances in a gas with an axial temperature gradient. Journal of physics Conference series 2015. - V.669.- 012036

				7. Semenova, E.V., Larionov V.M., Kazakova E.I. The acoustic model of oscillations of gas combustion in coaxial pipes. Journal of Physics: Conference Series. - 2014. - V. 567, 012033. 8. Коротков Ю.Ф., Семин И.А., Ларионов В.М., Мухамедзянов М.А. Резонаторы акустической энергии / Вестник технологического университета. 2014. Т. 17. № 24. С. 303.
--	--	--	--	---

Проректор по научной деятельности

Официальный оппонент,
д.т.н., профессор



[Handwritten signature]

Д.А. Таюрский
Д.К. Нурғалиев

[Handwritten signature]

В.М. Ларионов