

## ОТЗЫВ

официального оппонента **Фадеева Сергея Алексеевича** на диссертационную работу **Примакова Антона Вадимовича** «Экспериментально-теоретическое исследование влияния геометрии биканальных систем генератора звука Гартмановского типа на их амплитудно-частотные характеристики», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9 – механика жидкости, газа и плазмы.

Диссертационная работа Примакова А.В. представляет собой серию теоретических и экспериментальных изысканий в вопросе газодинамических резонансных методов генерации мощных акустических волн. В работе исследуется усовершенствованная модель газоструйного излучателя гартмановского типа и акусто-конвективный поток, генерируемый устройством. Излучатели гартмановского типа имеют важное прикладное значение в различных отраслях промышленности и используются для сушки пористых материалов. Помимо практического значения диссертационная работа представляет фундаментальный интерес: изучение резонансных систем со струйными излучателями позволит расширить наши знания о генерации и взаимодействии акустических волн с газовым потоком в тракте многоканальных резонирующих акустических систем.

Исследуемые эффекты являются актуальными и востребованными в современном обществе, что подтверждается многочисленными исследовательскими работами в вопросе о резонансных газодинамических системах. Это свидетельствует о значимости исследования и его потенциальной практической значимости для различных отраслей промышленности. Особое внимание уделяется уникальной технологии осушения пористых материалов, где исследуемые процессы играют ключевую роль.

Созданная автором цифровая копия исследуемой биканальной системы на основе стандартных инструментов Ansys Fluent и газодинамических моделей имеет неоспоримый прикладной интерес в области исследования газодинамики многоканальных систем при наличии колебаний среды в ограниченных пространствах-каналах. Возможность создания новых многоканальных систем, с целью оптимизации параметров формируемого потока, продемонстрирована в диссертации и является важным достижением автора.

Таким образом, данное исследование обладает широким спектром применений и значимостью, как с практической, так и с фундаментальной точки зрения. Работа имеет потенциал для развития науки о газодинамических резонансных процессах в ограниченных пространствах и их применении в промышленности.

В тексте автореферата представлены **цель и задачи** исследования, **научная новизна и положения, выносимые на защиту**. **Достоверность** полученных результатов обеспечивается сопоставлением данных с результатами экспериментальных исследований и проверкой сходимости расчетов. Результаты

исследования в полной мере апробированы – представлены на семинарах и научных конференциях, а также опубликованы в 10 работах, среди которых 3 статьи в журналах из списка ВАК и 3 работы в сборниках конференций, индексированных в SCOPUS и Web of Science.

**Во введении** обоснована актуальность темы диссертационного исследования, представлен обзор литературы по теме генерации мощного звука генератором Гартмана.

**В первой главе** представлены результаты экспериментального исследования влияния основных параметров генератора Гартмана на формируемый поток в тракте биканальной системы.

**Во второй главе** описана цифровая копия биканальной системы, используемая автором в численных исследованиях; проведена верификация математической модели, путем сравнения с экспериментальными данными; определены оптимальные геометрические параметры генератора Гартмана в биканальной системе.

**Третья глава** посвящена созданию многоканальной резонансной системы, включающей несколько взаимодействующих генераторов Гартмана, на основе реализованной методики численного моделирования.

**В заключении** приведены выводы и основные результаты исследования.

Автореферат диссертации Примакова Антона Вадимовича написан грамотным языком, имеет хорошую структуру и достаточный объем. Представленное содержание работы в полной мере отражает объем выполненных исследований, подтверждает обоснованность научных положений и достоверность полученных результатов.

По диссертации имеются следующие вопросы и замечания:

1. Приведены результаты исследования влияния глубины резонатора и расстояния между соплом и резонатором на газодинамические характеристики потока при постоянной длине дополнительного резонатора с закрытой торцевой частью. Каким образом длина дополнительного резонатора влияет на газодинамический поток в резонансной системе?
2. Чем обусловлен гистерезисный характер зависимости амплитуды колебаний газа от давления в форкамере?
3. В области высокоинтенсивных колебаний (давление в форкамере 5 – 8 атм), см. рис. 1.18б, наблюдается резкое увеличение частот колебаний газа на 1 – 4 гармониках при давлениях в форкамере 6 – 7 атм, при этом частоты в диапазонах 5 – 6 атм и 7 – 8 атм находятся примерно на одном и том же уровне. С чем связано резкое увеличение частот колебаний газа на 1 – 4 гармониках при давлениях в форкамере от 6 до 7 атм?
4. В диссертации отмечено, что «Изменение глубины резонатора от нулевого значения (преграды) до больших калибров приводит к изменению газодинамических параметров формируемого акустического потока. Такое влияние определяется временем, за которое газ заполняет

полость и начинает истекать из резонатора». Наблюдалось ли подобие процессов, связывающее давление в форкамере и объем (или линейный размер) резонатора?

5. В тексте работы имеются опечатки и стилистические погрешности. Ограничимся списком соответствующих страниц: 13, 24, 48, 54, 59, 83, 102.

Указанные замечания не снижают значимости полученных автором результатов и не влияют на общую положительную оценку работы. Автором диссертации, Примаковым А.В. проведено обширное комплексное исследование волновых взаимодействий в би- и многоканальных системах, генерирующих высокоинтенсивный звук, и в полной мере продемонстрирована высокая научная квалификация.

Считаю, что диссертация «Экспериментально-теоретическое исследование влияния геометрии биканальных систем генератора звука Гартмановского типа на их амплитудно-частотные характеристики» является законченным научным трудом, соответствует требованиям действующего Положения о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор, Примаков Антон Вадимович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9 – Механика жидкости, газа и плазмы.

Кандидат физико-математических наук

(01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы),

научный сотрудник лаборатории механики сплошной среды Института механики и машиностроения - обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук»

Почтовый адрес: 420111, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Лобачевского, д. 2/31.

Телефон: +7(843)236-52-89.

E-mail: fadeev.sergei@mail.ru

Фадеев Сергей Алексеевич

26.12.2023

Я, Фадеев Сергей Алексеевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Фадеев Сергей Алексеевич

26.12.2023

С А  
Сергей Фадеев  
2023 г.

Председателю  
диссертационного совета  
24.1.125.01 (Д 003035.02)  
академику В.М. Фомину

### ЛИЧНОЕ СОГЛАСИЕ ОППОНЕНТА

Я, Фадеев Сергей Алексеевич, даю свое согласие выступить в качестве оппонента по диссертации Примакова Антона Вадимовича на тему: Экспериментально-теоретическое исследование влияния геометрии биканальных систем генератора звука гартмановского типа на их амплитудно-частотные характеристики на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9 – механика жидкости, газа и плазмы.

О себе сообщаю:

Ученая степень, отрасли науки	к.ф.-м.н.
Научные специальности, по которым защищена диссертация	01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы
Ученое звание	нет
Академическое звание	нет
Тел:	8 (843) 236 52 89
E-mail:	fadeev.sergei@mail.ru
Должность	Научный сотрудник
Подразделение организации	Лаборатория механики сплошной среды
Полное наименование организации, являющейся основным местом работы	Институт механики и машиностроения - обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук»
Ведомственная принадлежность орг.	Министерство науки и высшего образования РФ
Адрес служебный: Почтовый индекс, город, улица, дом	420111, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Лобачевского, д. 2/31
Web-сайт организации.	<a href="http://imm.knc.ru/">http://imm.knc.ru/</a>
Телефон организации.	8 (843) 236 52 89
E-mail организации.	<a href="mailto:info@imm.knc.ru">info@imm.knc.ru</a>

По теме рассматриваемой диссертации имею 45 научных работ, в том числе в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет (не более 15 работ):

№	Авторы	Название статьи, журнал, год, том, №, страницы
1	Губайдуллин Д.А., Шайдуллин Л.Р., Фадеев С.А.	Вынужденные продольные колебания газа и аэрозоля в открытой трубе со скачком сечения // Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки. – 2023. – Т. 510, №3. – С. 59–63.

2	Губайдуллин Д.А., Зарипов Р.Г., Ткаченко Л.А., Шайдуллин Л.Р., Фадеев С.А.	Резонансные колебания газа и аэрозоля в открытой трубе со скачком сечения // Теплофизика высоких температур. – 2023. – Т. 61, №1. – С. 145–148.
3	Gubaidullin D.A., Fadeev S.A., Shaidullin L.R.	Effect of the Cone-Shaped End Vertex Angle of a Closed Tube on Resonant Gas Oscillations // Lobachevskii Journal of Mathematicsthis. 2023. V. 44. No 5. P. 1629–1633.
4	Gubaidullin D.A., Zaripov R.G., Tkachenko L.A., Shaidullin L.R., Fadeev, S.A.	Resonant Oscillations of Gas in Tubes with Different Tips // Lobachevskii Journal of Mathematicsthis. 2023. V. 44. No 5. P. 1638–1643.
5	Shaidullin L., Fadeev S.	Acoustic gas oscillations in a cubic resonator with a throat under small perturbations // Applied Acoustics. 2022. V. 192. 108758.
6	Губайдуллин Д.А., Кабилов А.А., Шайдуллин Л.Р., Фадеев С.А.	Температурное поле при нелинейных колебаниях газа в канале прямоугольного сечения // Теплофизика высоких температур. – 2022. – Т. 60, №6. – С. 953–956.
7	Gubaidullin D.A., Tkachenko L.A., Fadeev S.A., Shaidullin L.R.	Resonant oscillations of a gas in a closed tube in the presence of an inhomogeneous temperature field // Lobachevskii Journal of Mathematics. 2022. V. 43. No. 5. P. 1110–1115.
8	Gubaidullin D.A., Tkachenko L.A., Shaidullin L.R., Fadeev S.A.	Investigation of gas oscillations in the closed tube with a cone tip // Lobachevskii Journal of Mathematics. 2022. V. 43. No. 5. P. 1116–1121.

Не являюсь членом экспертного совета ВАК.

Согласен на включение моих персональных данных в аттестационное дело соискателя и их дальнейшую обработку.

Научный сотрудник лаборатории  
механики сплошной среды  
ИММ - обособленного  
структурного подразделения  
ФИЦ КазНЦ РАН, к.ф.-м.н.

С.А. Фадеев

14.09.2023

С.А.  
14.09.2023  
2023 г.