

## ОТЗЫВ

Научного руководителя старшего научного сотрудника лаборатории №12 ИТПМ СО РАН, доцента, к.ф.-м.н. Жилина Александра Анатольевича на диссертацию Примакова Антона Вадимовича «Экспериментально-теоретическое исследование влияния геометрии биканальных систем генератора звука гартмановского типа на их амплитудно-частотные характеристики», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9 – механика жидкости, газа и плазмы

Изучение газодинамических процессов, протекающих в трактах акустических систем, является важной фундаментальной и прикладной задачей. Актуальность темы исследования подтверждается интересом современных авторов, а также большим количеством классических работ, посвящённых изучению и усовершенствованию идей Гартмана. Однако, несмотря на большое количество исследований, многие явления, протекающие в тракте генераторов Гартмана, плохо поддаются описанию существующих теорий. Полученные в результате проведённого комплексного исследования знания будут полезны для совершенствования существующей технологии акустической сушки и во многих других прикладных направлениях. Исследованные в работе биканальные резонансные системы созданы на основе физических явлений, протекающих в газодинамических генераторах звука Гартмана, реализующих высокоинтенсивные колебания в широком спектре частот. При работе таких генераторов в резонаторе под действием недорасширенной струи реализуется сложная картина волновых взаимодействий, что и приводит к формированию мощного сигнала вблизи устройства. В работе исследуется модернизированная система, особенностью которой является дополнительный резонирующий канал, назначение которого – усиливать акустические колебания и концентрировать акусто-конвективный поток в рабочей части системы в прикладных задачах. Создание акустических колебаний сильно зависит от геометрических особенностей системы каналов, что определяет важность изучения их влияния на параметры формируемого течения. Сложность исследования течения в многоканальных системах приводит к необходимости создать цифровую копию созданной акусто-конвективной биканальной системы. В работе представлена методология решения нестационарных течений в трёхмерной постановке биканальных системах и реализована цифровая копия, моделирующая физические особенности газодинамических процессов в тракте каналов. С помощью цифровой копии проведено моделирование

газодинамического потока в многоканальной резонансной системе с различными конфигурациями. Проведённое численное моделирование показало возможность реализовать системы с большей интенсивностью колебаний при увеличенных объёмах рабочей части. В некоторых конфигурациях многоканальных систем реализован более гибкий контроль спектрального состава акусто-конвективного потока, что также может быть полезно в прикладных задачах.

В исследовании Примакова А.В. решены следующие задачи:

- Проведён ряд экспериментальных исследований, цель которых получить зависимости интенсивности и частоты рабочего потока в тракте биканальных системах от давления в форкамере и геометрических параметров системы.
- Реализована цифровая копия исследуемой системы и проведена валидация используемой математической модели по полученным экспериментальным данным и теоретической модели оценки частоты генерации звука резонатором.
- Продемонстрирована возможность применения методологии для оценки газодинамических параметров резонирующих систем в широком диапазоне геометрий и входных данных в многоканальных системах.
- Проведена модификация биканальных систем в многоканальные системы в разных конфигурациях. Исследованы взаимодействия волновых структур, генерируемых резонансными полостями многоканальной системы и особенностями её геометрии.

Наиболее существенные результаты диссертационного исследования состоят в следующем:

- Впервые для биканальных газодинамических систем выявлен эффект гистерезиса формирующегося акусто-конвективного потока, характеризующийся повышенным значением уровня звукового давления при меньших давлениях газа в форкамере.
- Показан процесс перехода к режиму доминирования второй гармоники в амплитудно-частотном спектре, характерному для биканальных систем с глубокими резонаторами.
- Предложена новая многоканальная резонирующая система в двух конфигурациях (последовательная и параллельная), включающая несколько взаимодействующих между собой пар сопло-резонатор и

описаны особенности течения в её тракте. Установлен факт рассогласования резонансных пар в последовательной конфигурации, в результате чего формируется акустический поток с большим количеством низкоинтенсивных тонов в спектре. В параллельной конфигурации удалось достичь резонанса генераторов Гартмана, что привело к значительному увеличению интенсивности колебаний в потоке.

Примаков Антон Вадимович начал вести научно-исследовательскую работу в лаборатории №12 ИТПМ СО РАН с 2019 года. За время работы в ИТПМ СО РАН диссертант принимал активное участие экспериментальных исследованиях воздействия акустических волн на пористые материалы и газодинамических процессов в биканальном тракте акусто-конвективной резонансной установки; реализовал цифровую копию биканальной акустической системы и провёл ряд численных исследований с применением разработанной методологии, что привело к созданию концепта многоканальных резонирующих систем в разных конфигурациях. Полученные результаты экспериментальных и численных исследований доложены на российских научных конференциях и опубликованы в научных статьях. Работа диссертанта поддержана грантом РФФИ для аспирантов.

По результатам диссертационного исследования Примакова Антона Вадимовича опубликовано 10 работ, в том числе 3 статьи в журналах из списка ВАК и 3 работы в сборниках конференций индексируемых в SCOPUS и Web of Science.

Диссертация оформлена в соответствии с требованиями Высшей Аттестационной Комиссии. Автореферат отражает наиболее существенные положения и выводы диссертационной работы. Считаю, что автор диссертации Примаков Антон Вадимович заслуживает присуждение ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9 – механика жидкости, газа и плазмы.

Научный руководитель,  
с.н.с. лаборатории №12 ИТПМ СО РАН,  
доцент, к.ф.-м.н.

01.08.2023

Жил

Норминь Мишина Светлана  
заведующая  
з. секретарь,  
ИТПМ

Кравцов

