

ОТЗЫВ

официального оппонента **Жилина Александра Анатольевича** на диссертационную работу **Абдрашитова Алексея Аллановича** «Повышение амплитуды колебаний давления в струйном осцилляторе Гельмгольца», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.1.9 – механика жидкости, газа и плазмы.

Диссертационная работа Абдрашитова А.А. посвящена экспериментальному исследованию газодинамических процессов, происходящих в струйном осцилляторе Гельмгольца (СОГ). Исследуемые автором процессы имеют важное прикладное значение для нефтегазовой отрасли России. Исследование интересно также с фундаментальной точки зрения, являясь важным звеном в вопросе механизмов генерации высокоинтенсивных акустических волн с помощью проточного СОГ. Исследуемые эффекты актуальны и востребованы в современном обществе, что подтверждается многочисленными трудами отечественных и зарубежных авторов.

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена необходимостью решения задачи по повышению рентабельности разработки и добычи трудноизвлекаемой нефти на действующих месторождениях. Перспективным направлением интенсификации добычи нефти является высокоинтенсивное акустическое воздействие на пласт. Эффективность такого подхода обусловлена амплитудой колебаний давления, что приводит к снижению вязкости нефти и увеличению проницаемости породы в окрестности призабойной зоны. Таким образом, встает вопрос о необходимости технической реализации СОГ включающий этапы разработки, создания и тестирования оптимальных конструкций скважинных излучателей звуковых колебаний.

Научная новизна полученных результатов обусловлена экспериментально подтверждёнными фактами:

- установлено соответствие числа Струхала акустического излучения отверстия числу Струхала турбулентной струи, поступающей через данное отверстие;
- амплитуда звуковых колебаний, генерируемые в цилиндрическом сопле, превосходит звуковые волны струи;
- наличие обратной связи в СОГ приводит к увеличению амплитуды колебаний давления, при этом частоты колебаний сохраняется;
- последовательного и дискретного возбуждения акустических мод гармоническими составляющими основного тона отверстия при росте скорости втекающей газовой струи;
- отсутствия влияния резонансных колебаний генерируемых в рабочей полости СОГ на частоту тона излучаемого цилиндрическим соплом;
- решена оптимизационная задача, связавшая все характерные размеры СОГ через один входной параметр – внутренний диаметр камеры резонатора.

Новизна и актуальность проведенных диссертантом исследований подтверждается наличием публикаций в российских научных журналах из перечня ВАК и входящих в международные базы данных Scopus и Web of Science, а также патентами.

Обоснованность и достоверность полученных результатов обеспечена применением зарекомендовавших себя стандартных методов проведения и обработки аэроакустических экспериментов, использованием поверенного оборудования, проведенной тарировкой измерительных инструментов и повторяемостью результатов. Достоверность результатов экспериментальных измерений подтверждается корреляцией с результатами полученными другими исследователями.

Основные результаты работы достаточно полно опубликованы в рецензируемых журналах в России и рекомендованных ВАК по направлению 1.1.9 «Механика жидкости, газа и плазмы», а также отражены в патентах и обсуждены на соответствующих профильных международных и всероссийских научных конференциях. Достоверность рекомендаций по практическому применению подтверждается актом о внедрении результатов диссертационной работы в ПАО «Татнефть».

Научная и практическая значимость работы заключается в разработке научных основ газоструйных осцилляторов Гельмгольца для проектирования и реализации аналогичных устройств для нужд нефтегазовой отрасли России. Созданные и запатентованные технические решения направленного воздействия на продуктивные нефтяные пласты обеспечивают увеличение дебита скважин, оптимизацию эксплуатационных характеристик нефтегазовых месторождений, а также улучшение технологических показателей процесса добычи нефти.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и двух приложений. Общий объем работы составляет 138 страниц, включая 47 рисунков и 15 таблиц. Список литературы содержит 150 наименований.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, формулируется цель и конкретные задачи, решённые диссертантом, представлена научная новизна и практическая ценность проведенных исследований, а также апробация и публикации результатов исследований.

В первой главе представлен систематизированный обзор литературы по теоретическим и экспериментальным исследованиям механизмов формирования звуковых волн свободными струями и при их взаимодействии с препятствиями и возникающие при этом резонансные явления. Проведенный анализ накопленных знаний полученных российскими и зарубежными учёными по тематике диссертации позволил диссертанту установить ряд достоинств и недостатков в результатах исследований полученных предшественниками в изучении особенностей течения и генерации волн в СОГ.

Во второй главе описана экспериментальная установка, приведена модель СОГ и типы сопел, используемые автором в последующих экспериментальных исследованиях; представлена методика проведения экспериментов и выполнена её верификация по экспериментальным данным других авторов.

Третья глава содержит результаты экспериментальных исследований влияния расположения различных элементов конструкций на пути вытекающей через цилиндрическое сопло переменной длины струи на генерацию звуковых колебаний. С помощью разработанной автором методики проведения эксперимента была получена трехмерная карта мод в СОГ при увеличении скорости втекающей через цилиндрическое сопло струи показавшая, что максимальную амплитуду имеет третья мода. В рамках гидродинамического приближения автором предложен механизм формирования зоны обратных токов (ЗОТ) тороидальной

формы в длинных цилиндрических соплах в которую не проникают возмущения, генерирующиеся внутри резонансной камере СОГ. Данное утверждение подтверждается регистрируемой в эксперименте частотой колебаний формирующихся в резонансной камере СОГ с разными длинами сопел, полученная частота хорошо коррелирует с формулой Крюгера, полученной из теории генерации вихрей не учитывающей протяженность цилиндрического сопла.

Четвертая глава посвящена многопараметрическому экспериментальному исследованию основных геометрических параметров СОГ влияющих на амплитуду акустических колебаний генерируемых резонансной системой. В результате определены оптимальные геометрические параметры СОГ и получена методика проектирования СОГ для нужд заказчика. Созданное диссертантом устройство прошло испытание на действующем месторождении и показало прирост добычи нефти на 11,8 %.

В заключении приведены выводы, отражающие основные результаты выполненных исследований.

В приложениях к диссертации приведены таблицы с абсолютными значениями измерений, полученными в результате выполненных автором экспериментов и акт о внедрении результатов диссертационной работы в ПАО «Татнефть».

Автореферат диссертации в полной мере отражает объем выполненных исследований, подтверждает обоснованность научных положений и достоверность полученных результатов.

Результаты исследований прошли достаточную **апробацию** на всероссийских и международных научных конференциях, а также **опубликованы** в 58 работах, среди которых 10 статей в журналах рекомендованных ВАК и 20 патентов на изобретение.

По данной диссертационной работе имеются следующие вопросы и замечания:

1. В экспериментах автор проводит не прямые измерения скорости струи на срезе сопла по перепаду статического давления. Как соотносятся эти данные с данными прямых измерений внутри цилиндрического сопла? Были ли проведены соответствующие методологические исследования по оценке получаемых результатов не прямых измерений скорости?
2. На рис. 3 в автореферате приведено сопоставление результатов динамики амплитуды колебаний. Как можно объяснить принципиальное отличие кривой, относящейся к случаю установки перед втекающей струей глухой пластины (отсутствие роста амплитуды колебаний)?
3. Имеется ли экспериментальное подтверждение гидродинамического механизма разрушения тороидального вихря за кромкой сопла?
4. На странице 41 говорится об озвучивании СОГ динамиком снаружи, но из текста в абзаце непонятна цель и задача данного действия.
5. В тексте диссертации встречаются отдельные ошибки, недочёты и опечатки, например в формулах (1.1) и (2.3), в подписях к рисунку 2.10, 2.13, 4.2, 4.4, 4.11, в тексте на странице 53 и т.д.

Несмотря на высказанные замечания и вопросы, следует отметить, что полученные результаты исследования Абдрашитова А.А. представляются убедительными и новаторскими, а недостатки и неточности не снижают ценности работы и не влияют на общую оценку ее научной значимости. Автор диссертации

продемонстрировал высокую научную квалификацию путем проведения обширного экспериментального исследования процессов генерации высокоинтенсивных волн в СОГ и анализа результатов. Это свидетельствует о глубоком понимании темы и способности автора к представлению достоверных научных данных.

Таким образом, работа Абдрашитова А.А. заслуживает положительной оценки, а её результаты представляют значительную научную ценность и новизну.

Считаю, что представленная диссертация является законченной научно-квалификационной работой и полностью удовлетворяет всем критериям п. 9 «Положение о присуждении учёных степеней» ВАК Минобрнауки РФ, утверждённого постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Абдрашитов Алексей Алланович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.1.9 – механика жидкости, газа и плазмы.

Я, Жилин Александр Анатольевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

«02» июня 2025 г.

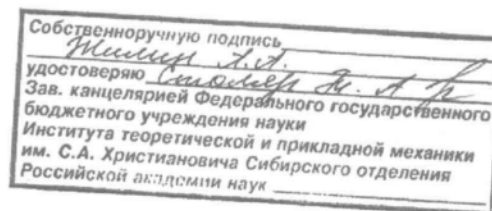


Жилин Александр Анатольевич

Жилин Александр Анатольевич, кандидат физико-математических наук (01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы), доцент, старший научный сотрудник лаборатории № 12 «Волновые процессы в ультрадисперсных средах» федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича Сибирского отделения Российской академии наук (ИТПМ СО РАН, <http://www.itam.nsc.ru/>)
Адрес: 630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Институтская, 4/1
Тел. +7(913)750-6688, e-mail: lab20@itam.nsc.ru

«02» июня 2025 г.

Жилин Александр Анатольевич



Вход. № 05-8479
«11» 06 2025 г.
подпись