

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Беленькова Романа Николаевича

«Исследование параметров нелинейности жидких сред на основе акустических данных»,
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по
специальности 1.3.7 – Акустика

Диссертационная работа Беленькова Р.Н. посвящена актуальной проблеме современной акустики и физики конденсированного состояния — разработке методов предсказательного расчета нелинейного отклика жидких сред на высокие давления. Интерес к данной теме обусловлен как фундаментальными вопросами термодинамики жидкостей, так и практическими задачами диагностики новых материалов (в частности, ионных жидкостей) в экстремальных условиях. Судя по автореферату, исследование выполнено на стыке нелинейной акустики, термодинамики и методов цифровой обработки сигналов, что соответствует современным тенденциям развития науки.

Наиболее существенные научные результаты, полученные соискателем:

Разработан и верифицирован новый метод определения параметра нелинейности Байера, основанный на согласовании данных численного решения уравнения Вестервельта с экспериментальными амплитудами гармоник, что позволяет корректно учитывать диссипативные процессы в среде.

Предложен оригинальный подход к построению интегральной кривой «давление–плотность» для жидкостей при статическом и ударно-волновом сжатии. Впервые показана возможность предсказания плотности органических жидкостей вплоть до давлений гигапаскального диапазона, используя только данные о скорости звука и плотности при атмосферном давлении.

Создан автоматизированный аппаратно-программный комплекс для прецизионного измерения скорости ультразвука импульсно-фазовым методом в широком диапазоне давлений (до 200 МПа) и температур, отличающийся накоплением статистики данных в реальном времени на базе ПЛИС.

Впервые получены экспериментальные данные по скорости звука в ионных жидкостях при давлениях до 200 МПа и температурах до 374 К, а также экспериментально зафиксирован эффект отвердевания ионных жидкостей под высоким давлением в макроскопическом объеме.

Достоверность результатов работы не вызывает сомнений. Она обеспечивается корректным применением фундаментальных уравнений нелинейной акустики и термодинамики, использованием современных методов численного моделирования, а также тщательной калибровкой разработанного экспериментального оборудования с привлечением стандартных справочных данных. Полученные теоретические и экспериментальные результаты хорошо согласуются с надежными литературными данными для широкого круга молекулярных жидкостей (алканы, спирты), а также прошли апробацию на всероссийских и международных конференциях.

Научная новизна работы не вызывает сомнений. Автором впервые предложена комбинация флуктуационной теории и фононной модели жидкостей для описания нелинейных акустических эффектов. Разработанный метод расчета плотности при сверхвысоких давлениях является существенным развитием известных эмпирических уравнений состояния (Тейта, Мурнагана), придавая им предсказательную силу. Экспериментальные данные для исследованных ионных жидкостей при высоких давлениях получены впервые и вносят значительный вклад в базу данных по их термодинамическим свойствам.

Теоретическая значимость работы заключается в установлении количественной взаимосвязи между высокочастотными молекулярными колебаниями (терагерцовый

диапазон) и макроскопическими параметрами акустической нелинейности. Практическая ценность работы состоит в создании готового к применению автоматизированного измерительного комплекса для ультразвуковой диагностики, а также в предложении инженерных методик расчета свойств жидкостей при экстремальных нагрузках. Результаты могут быть использованы в организациях, занимающихся физикой высоких давлений, акустикой и химическим материаловедением.

Диссертационная работа Беленькова Р. Н. «Исследование параметров нелинейности жидких сред на основе акустических данных» соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по 1.3.7 – Акустика и «Положению о присуждении ученых степеней» утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации, а её автор, **Беленьков Роман Николаевич**, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Ряполов Петр Алексеевич – декан факультета цифровых технологий Юго-Западного государственного университета (305040 г. Курск, ул. 50 лет Октября, д.94, тел. +7(4712) 50-48-00, www.swsu.ru, e-mail: rector@swsu.ru), доктор физико-математических наук, специальность 01.04.07 – физика конденсированного состояния, доцент (раб.тел. +7(4712)22-25-54, r-piter@yandex.ru)

Я, Ряполов Петр Алексеевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Беленькова Р. Н., и их дальнейшую обработку.

18.03.26 г.

П.А. Ряполов

