

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации

Манакова Сергея Александровича

«Экспериментальные исследования структурно-неоднородных сред методами когерентной акустики» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.06 – акустика.

В работе обобщены результаты лабораторных и натуральных экспериментальных исследований структурно неоднородных сред, в основном горных пород, методами когерентной акустики. К ним относятся резонансные, использованные в лабораторных исследованиях, и методы когерентной сейсмоакустики для натуральных экспериментов. Автор утверждает, что методы когерентной акустики являются наиболее точными.

Для исследования горных пород актуальны исследования эффектов насыщения жидкостью, которым посвящена значительная часть представленной работы. Имеющиеся в литературе данные весьма противоречивы, что затрудняет практическое применение нелинейной акустической диагностики. В работе подробно исследован переход от классической нелинейности к нелинейному гистерезису. Автор исследовал нелинейные явления не только для деформации объема, но и для деформаций чистого сдвига, что способствует пониманию процессов, лежащих в основе гистерезисной нелинейности и медленной релаксации.

В работе так же исследованы слабо изученные неконсолидированные горные породы, выделены роль сил адгезии и особенности медленной релаксации в неконсолидированных горных породах. Важно, что исследованные образцы горной породы были подвергнуты полноценному геологическому анализу.

Исследования консолидированных материалов проведены методом резонансной акустической спектроскопии, позволяющим измерять одновременно все компоненты тензора упругости на одном образце. Для измерений акустических свойств неконсолидированных сред была разработана и создана экспериментальная установка, позволяющая проводить исследования в широком диапазоне деформаций динамического сдвига и объема. Метод основан на регистрации относительного изменения резонансных частот колебаний контейнера, заполненного материалом. Обеспечена однородность деформации образца при изменении деформаций в широких пределах $\sim 10^{-9}$ – 10^{-4} . Резонансные частоты 100–200 Гц близки к частотам натуральных сейсмоакустических измерений, что позволяет использовать полученные результаты для интерпретации данных натуральных измерений и развития схем дистанционной диагностики.

Удалось выделить стадии насыщения: конденсацию, образование менисков и монотонное заполнение пор жидкостью, которым отвечают качественные изменения акустических характеристик. Обнаружена частотная дисперсия фактора потерь при насыщенности, близкой к полной, что дает объяснение расхождений в моделях затухания звука в донных осадочных породах. При исследовании амплитудных зависимостей обнаружен эффект скачкообразного перехода от классической нелинейности к нелинейности гистерезисного типа. Скачкообразное изменение модуля объемной жесткости сопровождается максимумом поглощения. Уровень деформации, отвечающий качественному

изменению режима колебаний, зависит от степени насыщения пор жидкостью и уменьшается по мере увеличения насыщенности. Экспериментально доказано, что эффекты медленной релаксации связаны с процессами в области контакта структурных элементов гетерогенной среды.

Наибольший интерес с точки зрения практического использования в дистанционной диагностике состояния природных сред представляет развитие методов определения акустических характеристик, основанных на измерении скоростей распространения упругих волн. Представлены результаты межскважинного профилирования с использованием когерентного излучателя, разработанного в ИПФ РАН. Высокая когерентность излучения позволила провести длительное накопление сигнала, повысив отношение сигнал-шум.

Впервые реализованы фазовые методы межскважинного сейсмоакустического профилирования на объемных SH-волнах и профилирования приповерхностных слоев на основе совместного анализа частотных зависимостей фазовой скорости и отношения проекций смещения волны Рэлея. Экспериментально показано, что оба метода позволяют разрешить слоистую структуру при слабом контрасте геоакустических параметров.

Отметим практическую ценность установленного и подтвержденного результатами натурного эксперимента характера изменения акустических характеристик в процессе насыщения грунта водой. Это позволит в частности разработать методику мониторинга оползневых участков.

Из недостатков автореферата заметим отсутствие описания анализа погрешностей измерения и разрешающей способности (минимальное изменение величины, определяемое средством измерения с данной вероятностью) предложенных методов и средств измерений.

Несмотря на отмеченное замечание, диссертационная работа Манакова Сергея Александровича выполнена на высоком теоретическом и практическом уровне и полностью соответствует требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.06 – акустика.

ООО «Газпром трансгаз Махачкала», 367030, Российская Федерация, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. О. Булача, Тел/факс: (8722) 51-93-43, (8722) 67-22-47.

Начальник службы автоматизации и метрологического обеспечения, к.ф.-м.н., Пашук Евгений Григорьевич. Тел. +78722519722, e-mail epashuk@dgp.gazprom.ru.

Я, Пашук Евгений Григорьевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Подпись Пашука Е.Г. заверяю, начальник отдела кадров, трудовых отношений и социального развития ООО «Газпром трансгаз Махачкала»,
Ильясова Жубайрият Измитдиновна.

