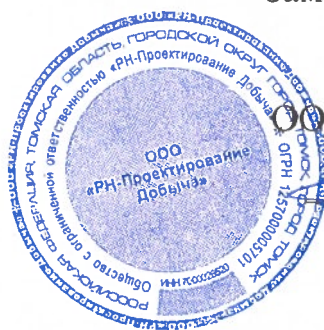
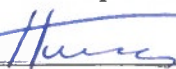


УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора
по геологии и разработке



ООО «РН-Проектирование Добыча»

 В.Н. Николаев

«30» октября 2025 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации

ООО «РН-Проектирование Добыча» на диссертационную работу
**Анчугова Алексея Владимировича «Аппаратно-методическое
обеспечение изучения акусто-сейсмической эмиссии в образцах керна»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 1.6.9. - Геофизика**

Актуальность исследований

Актуальность исследований в работе Анчугова Алексея Владимировича обусловлена техническими требованиями к геомеханическому оборудованию при определении прочностных свойств образцов горных пород. Производимое на сегодняшний день лабораторное оборудование не позволяет проводить акустические исследования при повышенных давлениях (более 50 МПа) и температурах (выше 150 °С). Представленная в работе установка для геомеханических испытаний с модулем регистрации акустической эмиссии позволяет проводить комплексные исследования при многоцикловом нагружении керна скважин с аномальными значениями пластового давления и температуры.

Цель и задачи исследований

В работе автором сформулированы следующие цели:

1. Экспериментально найти новое техническое решение (способ) крепления чувствительного пьезоэлемента к корпусу датчика так, чтобы при температуре до 170 °C и давлении до 100 МПа он сохранял работоспособность и не разрушался при таких условиях при возбуждении и регистрации акустических волн.
2. Повысить информативность петрофизических исследований керна горных пород в лабораторных условиях, приближенных к пластовым, разработав аппаратуру для определения скоростей акустических волн и экспериментального изучения акусто-сейсмической эмиссии в образцах.
3. Для локализации событий акустической эмиссии на образцах керна модифицировать метод зеркального обращения волнового поля, разработать и апробировать научно-исследовательскую версию соответствующего программного обеспечения.

В рамках реализации поставленной цели диссертантом получены следующие научные результаты:

1. Разработана аппаратура в виде модуля, включающего в себя блоки АЦП, усилитель, источник возбуждения сигнала, плату коммутации для сбора и регистрации акустических волн. Собранный модуль регистрации позволяет проводить измерения упруго-деформационных свойств образцов керна в условиях, моделирующих
2. Разработан способ изготовления и собраны датчики для возбуждения и регистрации времени прохождения акустических продольных и поперечных волн через образцы горных пород. Датчики позволяют проводить лабораторные исследования упруго-деформационных свойств при повышенных значениях давления (свыше 100 МПа) и температуры (до 170 °C).
3. Разработан подход для локализации событий акусто-сейсмической эмиссии основанный на численном моделировании с использованием суммарной энергии полного волнового поля.

Новизна полученных в работе результатов, выводов и рекомендаций сформулирована в диссертации корректно и не вызывает сомнений: разработаны и собраны датчики приема и излучения акустических волн для работы в условиях повышенного давления и температуры; разработан модуль сбора данных для непрерывной регистрации сигналов акустической эмиссии, а также предложен новый метод локализации источников акустической эмиссии.

Обоснованность и достоверность полученных результатов подтверждается применением в работе сертифицированного, поверенного измерительного оборудования. Достоверность измерений скорости прохождения ультразвуковой волны подтверждается использованием в работе стандартных образцов, внесенных в государственный реестр. Точность проведенных экспериментов получена при сопоставлении экспериментальных данных с данными численного моделирования.

Результаты работы обсуждались на российских и международных конференциях. Разработанные и изготовленные автором датчики используются в десятках различных геомеханических установок. С их помощью проводятся испытания упруго-деформационных свойств образцов горных пород различных нефтяных и газовых месторождений. Данные полученные с помощью разработанных датчиков систематически проходят проверку в межлабораторных сравнительных исследованиях. По теме диссертации автором опубликовано 3 статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК. По результатам исследований, изложенных в диссертации получено три патента.

Структура и содержание работы

Работа состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы. Общий объем работы 135 страниц. Список использованной литературы из 86 источников.

В Главе 1 выполнен анализ современного оборудования для исследования геомеханических свойств керна. Проведена оценка диапазонов давления обжима и пластовой температуры допустимых при измерении упруго-деформационных свойств образцов. Обозначены недостатки и ограничения существующего оборудования, в частности показано, что при температурах эксперимента выше 120 °С акустические датчики выходят из строя из-за потери прочности клеевого соединения; также разрушение датчика происходит при сломе твердых образцов керна. По результатам анализа сформулированы задачи исследования.

Во второй главе приведено описание разработанной автором аппаратуры и программного обеспечения для акустических измерений.

В третьей главе описана конструкция датчиков для возбуждения и регистрации акустических волн в образцах горной породы, перечисляются требования к источникам и приемникам излучения. Представлен способ надежного и повторяемого соединения пьезокерамических пластин с плунжером, предложенный автором. Описан способ изготовления с использованием пайки и конструкция титановых акустических датчиков.

В четвертой главе приведены результаты геомеханических экспериментов с использованием разработанных акустических датчиков. Показано применение сигнала акустической эмиссии для дополнения экспериментов с построением паспорта прочности горной породы.

В пятой главе представлены результаты численного моделирования акустической эмиссии для двухмерного случая. Показан модифицированный способ восстановления положений источников эмиссии в момент активации по зарегистрированным волновым полям.

В заключении описаны преимущества разработанной установки для исследования упруго-прочностных свойств и акустических датчиков. Разработанная аппаратура повышает информативность лабораторных исследований и расширяет диапазон допустимых давлений обжима и пластовых температур в экспериментах. В заключении показаны практические примеры использования разработанного оборудования. Также в последнем разделе намечены новые направления исследований и обозначены нерешенные вопросы.

Замечания по диссертации

К работе имеются следующие замечания и вопросы:

1. В разделе «Фактический материал, методы исследования, аппаратура» во втором абзаце первое предложение «Исследовано более 50 образцов керна...» - об исследовании упруго-деформационных свойств горной породы. Во втором предложении этого же абзаца «Эксперименты проводились с применением клеев...» речь о техническом устройстве излучателя. Предложения не связаны по смыслу.
2. В разделе «Личный вклад» прочность паяного соединения (усилие на отрыв) $4.9 \cdot 10^4$ Н/м² является предельным напряжением, а не силой;
3. В Главе 1 при проведении сравнительного анализа не приведены ссылки на производителей упоминаемого оборудования, отсутствуют ссылки на ранее опубликованные работы.
4. В выводах к Главе 2 на с.41 рекомендуем добавить и подчеркнуть отличие предлагаемой автором измерительной системы от существующих на рынке.
5. В Главе 4 в выводах на с.98 рекомендовано для регистрации сигнала акустической эмиссии применять АЦП с частотой дискретизации 1 МГц т.к. полоса частот сигналов эмиссии более 300 кГц. В выводах к главе 5 на с.120 для повышения точности рекомендован АЦП с частотой дискретизации 5 МГц т.к. полоса частот сигналов эмиссии более 500

кГц. Рекомендуем расширить комментарии по необходимой и достаточной частоте дискретизации АЦП и привести к единому значению полосу частот сигналов эмиссии.

6. В главе 5 в уравнении движения 5.1 в левой части стоит первая производная по времени от компонент вектора перемещений. Должна быть вторая производная либо параметры u_r и u_θ - скорости, а не смещения.
7. В главе 5 в уравнении состояния 5.2 в левой части стоит производная по времени от компонент тензора напряжений – проверить уравнения.
8. В главе 5 не отмечены особенности применения метода локализации источников акустической эмиссии при наличии структурных неоднородностей в виде макротрещин и каверн, а также литологической неоднородности образцов керна.

Заключение

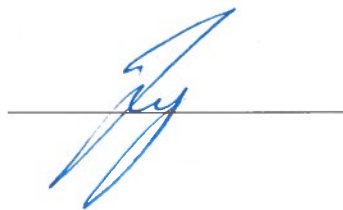
В работе присутствуют опечатки. В частности, на титульном листе 1.6.9. пропущена точка после 9 в шифре специальности, встречаются слова «автоматизированной», в некоторых абзацах отсутствует отступ на первой строке. В предложениях встречаются лексические ошибки, например, «акустическая эмиссия является надёжно свидетельствует...». В тексте диссертационной работы присутствуют некоторые отклонения от рекомендованных правил оформления текста, в том числе есть неточности с цитированием литературы.

Одна из решенных в работе задач – разработка датчика для возбуждения и регистрации акустических волн, не разрушающегося при повышенных значениях температуры и давления. Хотелось бы увидеть результаты сравнительного анализа времени работы до выхода из строя датчиков, изготовленных автором работы и других существующих на рынке.

Сделанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертации Анчугова А.В. «АППАРАТНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИЗУЧЕНИЯ АКУСТО-СЕЙСМИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ В ОБРАЗЦАХ КЕРНА», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.9. – Геофизика. По своей цели, задачам и защищаемым положениям диссертация соответствует пункту 21 паспорта научной специальности 1.6.9. – Геофизика. Диссертационная работа является законченным научно-квалификационным трудом, соответствующим положению о присуждении ученых степеней кандидата/доктора наук. Анчуглов А.В. достоин присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.6.9. – Геофизика.

Начальник управления
лабораторных исследований керна
ООО «РН-Проектирование Добыча»
Скрипкин Антон Геннадьевич

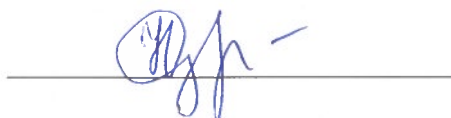


Диссертация, автореферат и отзыв рассмотрены на научно-техническом совете (НТС) ООО «РН-Проектирование Добыча», секция геологии и разработки нефтегазовых месторождений, лабораторных исследований (секция ГиР), Протокол № 5 от 30.10.25. Отзыв одобрен в качестве отзыва ведущей организации ООО «РН-Проектирование Добыча».

На НТС секции ГиР присутствовало 16 человек, с правом решающего голоса 16, из них 9 кандидатов наук.

Согласны на включение персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, их дальнейшую обработку и передачу.

Ученый секретарь НТС,
кандидат технических наук
Захаревич Юлия Сергеевна



Сведения о ведущей организации:

Общество с ограниченной ответственностью «РН-Проектирование Добыча».

Адрес: 634027, Томская область, г.о. город Томск, г. Томск, пр-кт Мира, д. 70А

Телефон: +7 (3822) 616-100, факс +7 (3822) 616-011

e-mail: office@rn-pd.rosneft.ru

ИНН 7000028520 / КПП 700001001

ОГРН 1257000005701 / ОКВЭД 72.19, 62.01, 71.11, 71.11.1, 71.12, 71.12.45, 71.12.54, 72.20, 85.42

ОКПО 71976325 / БИК 044525880