

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук Самсоненко Натальи Владимировны на диссертацию Коптевой Анастасии Игоревны на тему: «Разработка комплексного метода исследования свойств цементного раствора-камня при знакопеременном температурном воздействии мерзлых пород в скважине», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.2. Технология бурения и освоения скважин

1. Актуальность темы диссертации

Крепление скважин в интервалах залегания многолетнемерзлых пород, характерных для районов Крайнего Севера (в т.ч. Якутии, Иркутской области), сопровождается осложнениями, обусловленными температурным воздействием окружающего горного массива на цементный камень в период ожидания его затвердевания (ОЗЦ). Нарушение герметичности цементного кольца приводит к межколонным давлению, межпластовым перетокам и нефтегазоводопроявлениям. Важным фактором нарушения герметичности цементного камня в интервале до 500 м являются циклические знакопеременные температуры, возникающие как в процессе ОЗЦ, так и в период дальнейшего углубления скважины. Проблема цементирования верхних интервалов скважины является комплексной, требующей не только совершенствования технологии и подбора оптимального состава тампонажной смеси, но и разработки новых методов диагностики и контроля качества, учитывающих особенности процесса твердения и набора его прочности.

В связи с вышеизложенным диссертационное исследование, направленное на изучение процесса формирования цементного камня в условиях возникновения циклических знакопеременных температур от -8 до $+20^{\circ}\text{C}$ является актуальным.

ОТЗЫВ

ВХ.№9-349 от 14.11.25
АУ УС

2. Научная новизна диссертации

Полученные результаты диссертационной работы обоснованы, их научная новизна заключается в следующем:

1. Теоретически обоснован и экспериментально уточнен принцип формирования закрытой и открытой пористости цементного камня для условий распространения многолетнемерзлых пород в скважине в зависимости от количества непрогидратировавшей внутривещной жидкости, основанный на исследовании изменения механических напряжений в образцах при циклических знакопеременных температурах.

2. Установлены математические зависимости, позволяющие определить изменения механических напряжений при формировании образцов цементного камня на основе бездобавочного тампонажного портландцемента и с добавлением полимера в зависимости от количества циклов воздействия отрицательных и положительных температур.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждена теоретическими и экспериментальными исследованиями с учетом зарубежных и отечественных стандартов, использованием современного и сертифицированного лабораторного оборудования; достаточной сходимостью и воспроизводимостью результатов, корректной обработкой данных.

Полученные результаты исследований и положения, выносимые на защиту, в достаточной степени освещены и апробированы на всероссийских и международных конференциях: Международная научно-практическая конференция «Прорывные технологии в разведке, разработке и добыче углеводородного сырья» (г. Санкт-Петербург, 2022г., 2024 г., 2025 г.); XVI Международная научно-практическая конференция «Новые идеи в науках о

Земле» (г. Москва, 2023 г.); Всероссийская научно-практическая конференция «Ашировские чтения 2024» (г. Самара, 2024 г.).

4. Научные результаты, их ценность

Диссертационное исследование Коптевой Анастасии Игоревны направлено на разработку комплексного подхода к оценке и прогнозу изменения свойств цементного камня в интервалах распространения многолетнемерзлых пород при циклическом знакопеременном температурном воздействии.

По итогам диссертационной работы:

1. Установлены закономерности формирования порового пространства структуры цементного камня с учетом количества непрореагировавшей внутриводной жидкости и фиксацией характерных температурных маркеров их фазовых переходов, а также влияния на развитие внутренних механических напряжений в результате поочередного замораживания и оттаивания.

2. Получены математические зависимости изменения внутренних механических напряжений и деформационных характеристик для бездобавочного состава и полимер-модифицированных композиций; показаны различия динамики напряжений в зависимости от количества температурных циклов.

3. Доказано влияние состава тампонажной смеси на смещение температуры кристаллизации внутриводной жидкости и на фильтрационные характеристики, что увязывается с сохранением целостности структуры.

4. Сформирован и экспериментально проверен комплекс методов диагностики: моделирование теплопереноса, тензометрия (для регистрации развития напряжённого состояния), ультразвуковой контроль, микроструктурный анализ (в т. ч. рентгеновская микротомография), а также оценка фильтрационных свойств. Обеспечена воспроизводимость ключевых зависимостей и согласованность блоков методик.

Результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в 8 печатных работах, в том числе в 4 статьях – в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 2 статьях - в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования (Scopus). Получено 2 патента на изобретение.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Теоретическая значимость работы заключается в обосновании и уточнении механизма формирования открытой и закрытой пористости, закономерностей протекания и периодичности гидратационных процессов в тампонажной системе на основе бездобавочного портландцемента с различным содержанием компонентов, а также в установлении связи между температурным режимом, структурными и напряженно-деформированным состоянием цементного камня. Соответствующие выводы получены по результатам тензометрических и микротомографических исследований и отражают влияние циклических знакопеременных температур на изменение физико-механических свойств цементного камня.

В рамках исследования разработана климатическая камера для исследования процесса термоотверждения образцов цементного раствора при температурных условиях, приближенных к скважинным и воссоздания циклических температурных воздействий (Патент РФ № 2828105), а также разработано устройство для измерения внутренних напряжений в цементном камне при ОЗЦ в условиях изменения температуры окружающей среды (Патент РФ № 2838840). Практическая значимость подтверждается актом внедрением диссертационной работы в производственную деятельность ООО «БурСервис» (акта внедрения 20.01.2025).

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Результаты диссертационной работы, а именно предложенный комплексный метод исследования свойств тампонажного раствора и цементного камня в условиях циклических знакопеременных температурных воздействий и разработанные испытательные установки для их воспроизведения и контроля, могут быть использованы в производственной деятельности сервисных компаний, выполняющих крепление нефтяных и газовых скважин в районах распространения многолетнемерзлых пород, а также в деятельности проектных институтов нефтегазодобывающих организаций при подготовке проектных решений и регламентов контроля качества цементирования. Применение предложенных подходов позволяет обосновывать выбор составов тампонажных растворов и технологических режимов с учётом температурных факторов, проводить лабораторную квалификацию материалов с последующей увязкой с промысловым контролем герметичности затрубного пространства, а также использовать разработанные решения в рамках НИОКР и подготовки инженерно-технического персонала.

7. Замечания и вопросы по работе

1. На стр. 58 приводится методика оценки влагосодержания, однако, не указан нормативный документ, по которому определялся данный параметр? Известно, что в соответствии с ГОСТ 5382 - 2019 определение влаги в цементах определяют гравиметрическим методом.

2. По ходу диссертационной работы указывается, что в процессе твердения цементного камня в нем сохраняется «свободная внутрипоровая фаза». Как автор интерпретирует термин «свободная внутрипоровая фаза»? Известно, что вода в цементном камне находится в разных видах: химически связанная, адсорбционная, свободная вода в крупных порах. Тогда возникает вопрос о размере пор и их объеме в цементном камне, данную информацию автор не приводит в своей работе?

3. В таблице 3.1 представлена методика проведения экспериментов в климатической камере, но, как известно, период ОЗЦ в условиях ММП составляет 48 ч, поэтому было бы целесообразно продолжительность 1 цикла «замораживания-оттаивания» сделать ближе к реальной.

4. В качестве базовых материалов автор использует бездобавочный портландцемент ПЦТ-I-50 и ПЦТ-I-50 с добавкой синтетического полимера на основе полиакриламида. Данные составы твердеют длительное время (10ч и более), что неприемлемо в условиях ММП. Проводились ли исследования с использованием ускорителя схватывания в составах?

5. В составе исследуемого тампонажного состава используется реагент полиакриламид в концентрации 0,3 и 0,6 %. Из текста диссертации непонятно, чем обусловлен выбор данного полимера и его дозировок?

6. В настоящее время для цементирования обсадных колонн в условиях ММП используются тампонажные смеси, содержащие портландцементы с минеральными и химическими добавками, в процессе твердения образующие камни в среднем за 4 ч. Представляется, в работе следовало бы исследовать также применяемые в практике тампонажные составы.

Вышеприведенные замечания не снижают общей положительной оценки и ценности диссертационной работы, а также значимости выполненных автором исследований.

8. Заключение по диссертации

Диссертация «Разработка комплексного метода исследования свойств цементного раствора-камня при знакопеременном температурном воздействии мерзлых пород в скважине», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.2. Технология бурения и освоения скважин, полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы

Екатерины II», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета Екатерины II от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор **Коптева Анастасия Игоревна** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.2. Технология бурения и освоения скважин.

Главный научный сотрудник
Центра технологий строительства и
ремонта скважин ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,
доктор технических наук по специальности
25.00.15 – Технология бурения и освоения скважин,
Контактный телефон: 8(498) 657-4705.
E-mail: N_Samsonenko@vniigaz.gazprom.ru



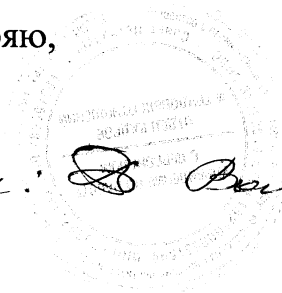
Самсоненко Наталья Владимировна

07.11.2025г.

Я, Самсоненко Наталья Владимировна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Подпись Самсоненко Натальи Владимировны заверяю,

*зам. начальника
отдела кадров и
пр. управл. отношений:*



Общество с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий –Газпром ВНИИГАЗ» (ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

Почтовый адрес: 195112, г. Санкт-Петербург, муниципальный округ Малая Охта вн.тер.г., Малоохтинский пр-кт, д. 45, литера А, помещ. 2-Н, офис 812.
Телефон: 8 (812) 704-01-01. Электронная почта: vniigaz@vniigaz.gazprom.ru.