

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук Самсоненко Натальи Владимировны
на диссертацию Мелехова Александра Васильевича на тему
**«Термостойкие тампонажные цементы для создания крепи нефтяных
скважин с термогазовым воздействием на пласт»**,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по научной специальности 2.8.2. Технология бурения и освоения скважин.

1. Актуальность темы диссертационной работы

Тема диссертационного исследования А.В. Мелехова посвящена актуальной для нефтегазодобывающих компаний научно-технической проблеме разработке термостойких тампонажных цементов для крепления скважин в условиях термогазового воздействия на пласт. В связи с необходимостью освоения трудноизвлекаемых запасов (ТРИЗ), включая керогенсодержащие породы, методы ТГВ находят все более широкое применение. Однако, сопутствующие им высокие температуры (до 300-350 °С) и давления (до 45 МПа) создают критические нагрузки на цементную крепь, приводя к ее преждевременному разрушению. Это снижает эффективность добычи, увеличивает риски и эксплуатационные затраты. Поэтому разработка новых тампонажных материалов, способных обеспечить долговечность крепи в таких агрессивных условиях, является ключевой задачей для успешной разработки сложных месторождений.

2. Научная новизна основных положений диссертации, выводов и рекомендаций

Научная новизна в работе Мелехова А.В. заключается в комплексном подходе к проблеме: во-первых, в предложенном и обоснованном механизме деструкции цементного камня при циклических термонагрузках; во-вторых, в теоретическом обосновании и практической реализации метода получения полидисперсных цементов со структурой плотнейшей упаковки для целенаправленного улучшения их свойств; в-третьих, в научном обосновании способа управления фазообразованием для повышения термостабильности

цементного камня путем сокращения стадийности образования низкоосновных продуктов гидратации; и, наконец, в создании новых, ранее не описанных, рецептур термостойких тампонажных цементах серии ThermoLight.

3. Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость диссертационной работы А.В. Мелехова заключается в углублении и развитии научных представлений о поведении цементных композиций в экстремальных термобарических условиях. Установленные закономерности влияния гранулометрического состава и минеральных добавок на термостойкость цементного камня вносят существенный вклад в понимание химии цемента и открывают дополнительные возможности для дальнейших исследований.

Практическая значимость заключается в разработке и внедрении эффективных рецептур термостойких цементах ThermoLight, позволяющих повысить надежность крепи скважин при реализации тепловых методов воздействия на пласт для увеличения нефтеотдачи. Успешное внедрение на Средне-Назымском месторождении с экономическим эффектом 1,314 млн. руб. и разработка нормативной документации подтверждают высокую практическую ценность работы для нефтегазовой отрасли.

4. Общая оценка содержания диссертации

Диссертационная работа Мелехова Александра Васильевича, изложена на 183 страницах машинописного текста, и состоит из введения, пяти глав, заключения, перечня сокращений, списка использованных источников, включающего 144 наименования. Печатные работы соискателя и автореферат в полной мере отражают основное содержание диссертации.

Во введении автором диссертации четко, аргументированно и всесторонне обоснована актуальность выбранной темы научного исследования. Корректно и конкретно сформулированы основная цель и главные задачи диссертационной работы, которые полностью соответствуют ее названию, общей направленности и специфике решаемой проблемы. Детально и убедительно раскрыты основные элементы научной новизны и

практической значимости полученных в ходе исследования результатов, что позволяет адекватно оценить вклад автора в развитие данной области научных знаний и в решение практических задач отрасли. Также во введении четко определены объект и предмет исследования, подробно описана использованная автором методология проведения теоретических и экспериментальных работ, убедительно отражен личный вклад соискателя в получение всех основных научных результатов, выносимых на защиту.

В первой главе А.В. Мелехов проводит глубокий и всесторонний анализ специфики разработки трудноизвлекаемых запасов углеводородов, в частности, на Средне-Назымском месторождении. Автор детально и аргументированно рассматривает комплексное негативное влияние процессов термогазового воздействия на состояние, структурную целостность и долговечность цементной крепи нефтяных скважин. Представленные работе обобщенные данные геофизических исследований скважин (ГИС) наглядно иллюстрируют значительное снижение качества цементирования и образование протяженных каналов и других дефектов в цементном камне после интенсивного термического воздействия от пароциклической обработки на скважинах Усинского месторождения и от ТГВ на Средне-Назымского месторождения. Убедительно и наглядно демонстрируют реальные масштабы существующей проблемы деструктивных процессов, которые протекают в цементном кольце под воздействием высоких температур и давлений. На основе этого анализа автором были корректно сформулированы и научно обоснованы конкретные требования к свойствам тампонажных растворов и затвердевшего цементного камня, которые предназначены для использования условиях термогазового воздействия. Указанные требования включают не только стандартные технологические параметры (такие как плотность, растекаемость, водоотделение, сроки схватывания), но и специфические эксплуатационные характеристики, такие как повышенная термостойкость, способность выдерживать циклические температурные и механические нагрузки. Данный раздел диссертации убедительно свидетельствует о

глубоком понимании автором всех практических аспектов решаемой им сложной проблемы и его высокой способности к анализу и обобщению большого объема сложной технической и промысловой информации.

Во второй главе автор проводит детальный обзор известных разработок в области создания тампонажных материалов, предназначенных для эксплуатации в условиях высоких и сверхвысоких температур. В ходе этого анализа автором выявляются как определенные преимущества, так и существенные недостатки существующих подходов и рецептур, включая такие аспекты, как недостаточная термостабильность при длительном и, что особенно важно, циклическом воздействии высоких температур, технологическая сложность их практического применения на промыслах и несовместимость с определенными специфическими геолого-техническими условиями разработки конкретных месторождений. Такой подход позволяет автору диссертации убедительно обосновать необходимость разработки принципиально новых, более эффективных и универсальных рецептур термостойких тампонажных цементов.

В третьей главе диссертант закладывает прочную и всестороннюю научную базу для последующей разработки термостойких тампонажных цементных систем. В данном разделе автором подробно и на высоком научном уровне рассматриваются теоретические аспекты сложных процессов гидратации и последующего твердения различных цементных систем, а также глубоко анализируются основные механизмы их термической деструкции при воздействии высоких температур и давлений. Теоретически убедительно обосновывается предложенный автором инновационный подход к оптимизации гранулометрического состава исходных сухих тампонажных смесей с целью создания плотнейшей упаковки частиц в смеси, что позволяет целенаправленно улучшить как технологические, так и конечные физико-механические свойства получаемых материалов. Также в этой главе автором подробно описываются методики проведения лабораторных исследований для получения достоверных и научно значимых экспериментальных данных.

Четвертая глава диссертации посвящена непосредственно разработке, оптимизации и всестороннему исследованию свойств новых рецептур термостойких тампонажных цементов. А.В. Мелехов подробно и аргументированно излагает наиболее значимые научные и практические результаты своего диссертационного исследования. Ключевым подходом, который был успешно применен автором для целенаправленного улучшения свойств, разрабатываемых тампонажных материалов, является использование научно обоснованного принципа создания структуры с плотнейшей упаковкой по методу Фуллера. Этот оригинальный подход позволил автору оптимизировать гранулометрический состав используемых компонентов и, как следствие, существенно улучшить реологические характеристики получаемых тампонажных растворов (в частности, повысить их текучесть и седиментационную стабильность при одновременном и существенном снижении общей водопотребности системы), а также значительно повысить конечные физико-механические свойства затвердевшего цементного камня (такие как его плотность, прочность на сжатие и изгиб, а также снизить его общую пористость и проницаемость). Автором проведена большая и кропотливая работа по детальному изучению влияния различных видов и оптимальных концентраций высокоэффективных активных минеральных добавок, в частности, тонкодисперсной золы ТЭС (марки КМД-Н) и ультрадисперсного микрокремнезема (марки МКУ-85), на общую кинетику процессов твердения, конечный фазовый состав образующихся гидратных новообразований и весь комплекс эксплуатационных свойств получаемого цементного камня в широком диапазоне изменения температурных условий. Высокая стабильность фазового состава разработанных автором цементных камней, убедительно подтвержденная данными рентгенофазового анализа, демонстрирует успешное и полное решение всех основных научных и практических задач, которые были поставлены автором в начале его диссертационного исследования.

В пятой главе А.В. Мелехов представляет доказательства высокой практической значимости и существенной экономической эффективности разработанных им термостойких тампонажных цементных систем. Успешные промысловые испытания, которые были проведены на восьми различных скважинах (включая как нагнетательные, так и эксплуатационные) Средне-Назымского нефтяного месторождения, разрабатываемого компанией ООО «РИТЭК» с активным применением современной технологии термогазового воздействия. Особенно важным и наглядным подтверждением высокой эффективности разработанных цементных систем является существенное улучшение общего качества цементирования скважин, средняя величина сплошного и качественного контакта тампонажного камня с наружной поверхностью обсадной колонны увеличилась с весьма низкого показателя в 13,3% (который был характерен при использовании традиционных стандартных цементов) до впечатляющих 66,9%, а аналогичный показатель контакта с поверхностью окружающей горной породы – с 9,3% до 49,2%. Такое значительное и кардинальное улучшение основных параметров качества крепи напрямую и положительно влияет на ее общую долговечность, надежность межпластовой изоляции продуктивных горизонтов и, как следствие, на общую эффективность всего процесса эксплуатации скважин. Расчетный экономический эффект от внедрения разработанных цементов, составивший 1,314 млн. рублей на одну пару скважин, свидетельствует о высокой рентабельности предложенных решений.

В заключении диссертационной работы приведены основные выводы и рекомендации.

5. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций базируется на применении автором комплексного и методологически выверенного подхода к проведению исследований. Теоретические построения и гипотезы автора основываются на глубоком анализе фундаментальных

закономерностей процессов гидратации и твердения вяжущих веществ, а также на современных представлениях о механизмах деструкции цементного камня под воздействием агрессивных факторов, таких как высокие температуры и давления. Экспериментальная часть диссертационной работы выполнена с использованием широкого спектра современных лабораторных методик и высокоточного оборудования, что позволило получить достоверные количественные данные о свойствах разработанных материалов.

Выводы и рекомендации, представленные в диссертационной работе Мелехова А.В., являются логически обоснованными и соответствуют поставленным задачам. Они не противоречат известным научным положениям, а также согласуются с результатами исследований других ученых.

6. Замечания и вопросы по диссертационной работе

1. В табл. 25 представлены результаты испытаний на термостойкость бездобавочных тампонажных портландцементов при 200°C, МПа, но, как известно, твердение портландцементных камней при температурах выше 100°C неизбежно приводит к понижению их прочности, повышению проницаемости и, как следствие, к разрушению структуры камней (что также отражено в гл.3 стр.76 данной диссертации). Поэтому не совсем понятно, что автор хотел доказать, проводя такой большой объем экспериментальных исследований? Чем обусловлен выбор ПЦТ I-50, предназначенный для низких и нормальных температур 15—50°C применения, для проведения испытаний на термостойкость при 200°C?

2. В табл. 30 представлены результаты испытаний составов серии TermoLight и цементно-песчаной смеси. Из текста диссертации не понятно, чем обусловлен выбор состава TermoLight-9? В ходе исследования в качестве сравнения использовались тампонажные смеси различных составов, образующие при разных В/Ц тампонажные растворы с различной плотностью и, соответственно, с разной прочностью камня.

3. В ходе исследования, автор определил, что ««базовый» тампонажный цемент TermoLight-9 предназначен для цементирования неглубоких (до 1000 м) скважин и обладает высокими показателями водоотдачи и быстрым загустеванием – 36 минут (Рис. 34)», но согласно ГОСТ 1581—2019 время загустевания до консистенции 100 Вс должно быть не менее 90 мин, по сути, такой быстросхватывающийся материал нельзя использовать для цементирования обсадных колонн.

4. В качестве базовых материалов автор использует готовые термостойкие полидисперсные тампонажные смеси, содержащие «смесь минеральных частиц произвольной формы и размера», образующие плотный термостойкий камень, по каким критериям можно определить - «плотнейшая упаковка» образуется или нет?

5. По ходу диссертационной работы указывается, что образуется плотный термостойкий камень, однако не указана проницаемость камня, которая позволила бы однозначно это утверждать.

6. В работе следовало бы дать описание добавок и химических реагентов, а не их коммерческие названия, используемых в предложенных рецептурах тампонажных смесей.

7. В табл. 36 представлены результаты исследований, применяемых утяжеленных термостойких тампонажных цементов для крепления скважин в условиях АВПД и высоких температур. Показано, что данные материалы в процессе твердения образуют усадочные камни, что закономерно, вследствие контракционных процессов цемента. В чем отличие разработанного тампонажного цемента от применяемых для крепления скважин в условиях АВПД и высоких температур?

8. Модифицирование базовых термостойких тампонажных смесей предполагает значительное повышение стоимости тонны продукции, в чем экономическая эффективность от применения данной технологии?

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

7. Заключение по диссертационной работе

Диссертационная работа Мелехова Александра Васильевича представляет собой завершенное, самостоятельное научно-квалификационное исследование, в котором успешно решена актуальная научная задача, имеющая большое народнохозяйственное и практическое значение для нефтегазовой промышленности РФ – разработка и научное обоснование составов высокоэффективных и экономически целесообразных термостойких тампонажных цементов.

Представленные диссертация, автореферат и опубликованные автором научные работы в полной мере отражают основное содержание диссертационного исследования, использованную методологию, полученные научные результаты, их новизну, теоретическую и практическую значимость.

Все полученные в ходе исследования результаты являются достоверными, выводы и практические рекомендации научно обоснованы, логически вытекают из представленных данных и подтверждены как комплексом лабораторных экспериментальных исследований, так и в ходе успешных опытно-промышленных испытаний в реальных промысловых условиях.

Диссертационная работа Мелехова Александра Васильевича на тему «Термостойкие тампонажные цементы для создания крепи нефтяных скважин с термогазовым воздействием на пласт», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук полностью соответствует требованиям, установленным в пп. 9-14 «Положения о присуждении учёных степеней» ВАПК Министерства науки и высшего образования РФ (утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842 «О порядке присуждения ученых степеней»), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Мелехов Александр Васильевич заслуживает

присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.8.2. Технология бурения и освоения скважин.

Официальный оппонент:

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) 657-4206 доб. 2408

e-mail: N_Samsonenko@vniigaz.gazprom.ru

Самсоненко Наталья Владимировна

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

« 11 » 08 2025 г.

Подпись Самсоненко Н.В. заверяю,

Волг. Иоганн
отдела:



Вологина

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