

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора Агзамова Фарита Акрамовича 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

Ознакомившись с представленной диссертацией, ее авторефератом, публикациями соискателя и документами о внедрении, сообщая следующее.

Рецензируемая диссертационная работа состоит из введения, пяти разделов, основных выводов и рекомендаций, написана на 183 страницах, включает 45 рисунков, 45 таблиц, 5 приложений на 11 стр., библиографический список использованной литературы состоит из 144 наименований.

1. Актуальность темы исследования

Тема диссертационного исследования А.В. Мелехова посвящена актуальной научно-технической проблеме, имеющей высокую теоретическую и практическую значимость для нефтегазовой отрасли. Работа направлена на создание термостойких тампонажных цементов, способных обеспечить долговечность и надежность крепи скважин в сложных условиях термогазового воздействия, что является критически важным для эффективной разработки трудноизвлекаемых запасов. Реализация ТГВ сопряжена с созданием экстремальных термобарических условий в прискважинной зоне пласта и в самой скважине: температуры могут достигать 300–350 °С, а давления – 45 МПа и выше. В таких агрессивных условиях традиционные тампонажные материалы на основе портландцемента подвергаются интенсивной деструкции, что приводит к нарушению герметичности крепи и к значительному снижению эффективности разработки месторождений и увеличению рисков аварийных ситуаций.

В этой связи полагаю, что научные изыскания и технические решения, представленные автором рецензируемой диссертации, направленные на повышение герметизации затрубного пространства скважин, представляют научный и практический интерес.

2. Новизна исследования и полученных результатов состоит в:

- объяснении механизма деструкции цементного камня при высокотемпературном циклическом воздействии, учитывающем многостадийную перекристаллизацию гидратных фаз цемента, приводящую к ухудшению его структурных и прочностных характеристик;
- теоретическое обоснование способа целенаправленного регулирования реологических свойств тампонажных растворов и физико-механических показателей получаемого камня из сухих тампонажных смесей, имеющих твердые частицы

различного размера, с использованием принципа получения сухих полидисперсных смесей, формирующих структуры максимальной плотности и минимальной пористости;

- научном обосновании и экспериментальном подтверждении сокращения числа стадий процесса образования термостабильных низкоосновных продуктов гидратации цемента путем оптимизации количества активных минеральных добавок и их дисперсности.

3. Теоретическая и практическая значимость полученных результатов

Теоретическая значимость результатов диссертационной работы А.В. Мелехова состоит в расширении и углублении научных представлений о поведении цементных систем в экстремальных условиях высоких температур и давлений. Полученные новые данные о механизмах термической деструкции цементного камня, влиянии гранулометрического состава на его структуру и свойства, а также о закономерностях фазовых превращений гидратных новообразований при термическом воздействии вносят весомый вклад в развитие технологии цементных материалов. Предложенные подходы к управлению процессами структурообразования и деструкции термостойких цементов путем оптимизации состава и структуры могут быть использованы для дальнейших теоретических исследований и разработки новых видов высокоэффективных вяжущих систем специального назначения.

Значимость результатов работы А.В. Мелехова для *практики* определяется разработкой и успешным внедрением новых, экономически эффективных рецептур термостойких тампонажных цементов, предназначенных для крепления нефтяных и газовых скважин в условиях термогазового воздействия на пласт, позволивших повысить качество и надежность изоляции продуктивных горизонтов, обеспечить долговечность крепи скважин. Ценность для практики имеют и результаты промышленной апробации и внедрения разработок автора.

4. Обоснованность и достоверность основных научных положений, результатов и выводов диссертации

Обоснованность разработанных автором научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, в целом, не вызывает больших сомнений, т.к. они базируются на современных представлениях физики, химии и математической статистики, апробированы экспериментальными и расчетными методами. Основные положения и рекомендации диссертационной работы подтверждены результатами внедрения при строительстве скважин. В производственных условиях достоверно установлен факт повышения качества строительства на скважинах Средне-Назымского месторождения ООО «РИТЭК», где был получен экономический эффект, составивший 1,314 млн. рублей на одну пару скважин.

Относительно отдельных научных положений, сформулированных в диссертации.

Поскольку научные положения, главным образом, характеризуются научной новизной, то при рассмотрении степени обоснованности научных положений основное внимание уделим именно им.

П.1 научной новизны. Данное научное положение является обоснованным материалами диссертации в главе 3, которое базируется на результатах предшествующих исследований, выполненных различными авторами. Его можно признать новым применительно к конкретным скважинным условиям, возникающим при термогазовом воздействии, так же, как и претензии автора на объяснение механизма термодеструкции сокращением промежуточных стадий при межфазовой перекристаллизации продуктов твердения. Редакцию п.1 научной новизны нельзя признать удачной, поскольку в данной формулировке она выглядит аннотацией проведенной работы и ранее известных решений.

П. 2 научной новизны, второе научное положение. Его можно признать обоснованным, поскольку оно базируется на теоретических и экспериментальных исследованиях, приведенных в работе (глава 3), но оно, по моему мнению, неудачно сформулировано.

П.3 научной новизны, третье научное положение. Его можно признать обоснованным, поскольку оно базируется на теоретических и экспериментальных исследованиях, приведенных в работе (глава 3), но его формулировка представляет собой ничего не раскрывающую многословную аннотацию.

Относительно обоснованности выводов диссертации, которые приведены в заключении.

П.1 заключения (первый вывод) характеризует актуальность работы, является обобщающим по главе 1, достаточно обоснован и не противоречит известным положениям.

Материалами диссертации показано, что на скважинах, работающих с использованием тепловых методов увеличения нефтеотдачи, наблюдается снижение качества сцепления цементного камня с обсадной колонной. Однако утверждение о том, что основной причиной данного факта является разрушение цементного камня из-за термической коррозии, представляется несколько преувеличенным. В указанных скважинах всегда есть циклические температурные воздействия, приводящие к деформациям к продольным и радиальным деформациям обсадной колонны, которые могут ухудшить контакт цементного камня с обсадной колонной значительно сильнее, чем термодеструктивные явления в цементном камне.

Вторая часть п. 1 заключения относится к постановке задач исследований, в заключении смотреть неуместно.

П.2 заключения (второй вывод) показывает результаты исследований автора по оптимизации гранулометрического состава модифицирующих добавок для улучшения технологических свойств цементного раствора и камня. Вывод соответствует материалам диссертации.

В то же время он многословен, изобилует мелкими подробностями в виде торговых марок - реагентов и их концентраций, других подробностей, затрудняющих общее восприятие вывода.

П.3 заключения (вывод 3) представляется достаточно важным и частично обоснованным, поскольку его обоснование и является основой работы. Недостаточная обоснованность видится в отсутствии доказательства снижения внутренних напряжений в цементном камне, кроме того, не ясно каким образом равномерное протекание реакций гидратации снизит эти внутренние напряжения. Формулировка вывода неудачна и представляет собой аннотацию, а не концентрированное изложение результатов.

Вывод 4 получен на основе практического внедрения результатов работы. Он соответствует материалам диссертации.

5. Оценка содержания диссертации, ее завершенности в целом, замечания по оформлению

Во введении представлена краткая характеристика работы, актуальность темы, методы исследования и достоверность экспериментов, показана научная и практическая значимость полученных результатов и показан личный вклад автора в работу. Также сформулированы цель и задачи работы. Задачи работы отвечают поставленной цели, хотя формулировки могли быть поудачнее, но рецензент не должен заниматься редактированием работы, а принимать ее такой, какая она есть.

Глава 1 посвящена анализу современных технологий крепления и разобщения пластов высокотемпературных скважин. Однако хорошего анализа современных технологий крепления скважин рассматриваемых категорий в главе нет. Зато глава изобилует излишними подробностями, не имеющими отношения к теме работы, и больше относящиеся к «ликбезу» - ликвидации безграмотности студентов младших курсов. Например, с. 12 – что такое нефть?, с. 19–20 - история образования бажендовской свиты, с. 22–25 - литология месторождения, взятая из проектной документации, с. 32 - подготовка скважины к спуску обсадной колонны, взятая из учебника и др. Полагаю, что диссертация, главным образом, предназначена для специалистов, хорошо знающих эти вопросы, и увеличивать объем диссертации за счет включения общеизвестных истин не правильно.

Результатом первой главы должна быть постановка цели работы и задач исследований, этого, к сожалению, не было. Более того, в выводах по главе 1 только п. 4 имеет отношение к теме диссертации.

Во второй главе приводится обзор и сопоставление известных отечественных и зарубежных разработок в области создания тампонажных материалов для высокотемпературных условий. Автор сделал попытку проведения анализа высокотемпературных материалов, которая, к сожалению, в значительной части свелась к описанию специальных цементов, взятых из учебников и учебных пособий. Он привел описание высокотемпературных цементов с указанием их достоинств и

недостатков. К сожалению, при описании различных видов цементов в ссылках на литературу допущено много ошибок, например, №67 на с. 51, №57 на с. 54, №75 на с. 56, №84 на с. 58, №59 на с. 58, №86 на с. 59, №90 на с. 61 и др. Автор перепутал Казахстан и Кыргызстан, ссылаясь на литературу № 100.

Так же, как и глава 1, глава 2 изобилует общеизвестными подробностями, которые не относятся к теме диссертации.

В целом, глава занимает нужное место в работе, хотя выводы по главе 2 выглядят не убедительно.

Во третьей главе приведены теоретические предпосылки получения термостойких тампонажных материалов и методические аспекты работы.

Глава необходима, и в целом написана нормально, хотя автор иногда грешит бездоказательными утверждениями. Например, на с. 76 он указывает, что цитата «Описанные ранее данные геофизических исследований скважин свидетельствуют об увеличении образования каналов в цементном камне и снижении доли сплошного контакта камня с колонной под воздействием высокотемпературных нагрузок». Я готов согласиться с этим, если бы был указан источник информации.

На с. 77 со ссылкой на литературу №108 утверждается, что в скважинах с тепловым воздействием необходимо применять пластичные цементы с повышенным значением модуля Юнга и коэффициента Пуассона. Соглашаясь относительно коэффициента Пуассона, не могу согласиться по поводу модуля Юнга.

Относительно методической части работы. Перечень примененных методов и приборов вполне достаточен и корректен.

В целом глава необходима и позволяет ответить на большинство методических вопросов по диссертации.

В четвертой главе приведены результаты экспериментальных исследований по теме диссертации, а именно, разработку и исследование свойств термостойких тампонажных цементов серии TermoLight. Применение оптимизированного гранулометрического состава сухих смесей и подбор оптимальных дозировок модифицирующих добавок позволили автору получить тампонажные материалы с улучшенными технологическими и эксплуатационными характеристиками. Представленные экспериментальные данные показали, что разработанные цементы сохраняют высокие эксплуатационные характеристики после многократных циклов интенсивного термического воздействия при температурах, достигающих 300 °С. Стабильность фазового состава разработанных цементных камней, подтвержденная данными рентгенофазового анализа, может свидетельствовать о формировании термоустойчивой кристаллической структуры.

Эта глава показывает решение автором основных научных и практических задач, поставленных в диссертационном исследовании.

В пятой главе показаны результаты промышленного внедрения материалов работы с получением экономического эффекта. Данные геофизических исследований

показали значительное улучшение качества цементированния по сравнению с ранее применявшимися стандартными цементами. В то же время результаты ГИС показывают качество первичного цементированния, а применение термостойких цементов предполагает качество крепления в более позднее время. Это тоже хотелось бы увидеть.

В заключении диссертационной работы приведены основные выводы. Комментарий по ним был приведен выше.

В целом диссертация Мелехова А.В. представляет собой законченную научную работу, где автором корректно поставлена цель и решены все необходимые задачи для ее достижения.

Замечаний по оформлению диссертации нет.

6. Подтверждение опубликования основных результатов диссертации в научной печати

По теме диссертации опубликовано 10 научных работ, включая 7 статей в изданиях, рекомендованных ВАК, 2 статьи в изданиях, индексируемых в базе SCOPUS и 1 монография.

Публикации подтверждают выводы и рекомендации автора. Они соответствуют требованиям ВАК, по перечню печатных изданий.

7. Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации

Автореферат отражает содержание диссертационного исследования, выдержан по форме и по объему.

8. Замечания по диссертации:

1. Нет ни одной диаграммы термоциклических испытаний на ультразвуковом анализаторе, поэтому безоговорочного доверия к приведенным результатам нет.

2. Основным критерием получения термостойких цементов является соотношение $\text{CaO/SiO}_2 \leq 1,2$. Однако в работе нигде не приведен данный показатель ни для одного из предложенных тампонажных цементов. Моя попытка расчета не удалась из-за отсутствия данных по компонентному составу цементов.

3. Непонятно, для чего применялся ультразвуковой анализатор прочности в течение 24 час (с. 110–112), особенно для термоциклической обработки цементного камня?

4. Если показателем термостойкости цементного камня является завершение фазовых переходов, то камень, упрочняющийся после термических испытаний, не является термостойким, как указывается на с. 136., а наоборот, поскольку фазовые переходы в нем не завершены, значит, твердение продолжается.

5. Вызывает сомнение реализация одностадийного синтеза низкоосновных гидросиликатов кальция при использовании указанных цементов в скважинах, использующих циклическое тепловое воздействие. Дело в том, что цементный камень в таких скважинах начинает работать при низких и нормальных

температурах. В частности, на Средне-Назымском месторождении пластовые температуры составляют около 90°C (табл. 3 с. 27), и значительная часть кремнеземистого компонента будет инертным. Поэтому основной вклад в обеспечение начальной прочности вносят высокоосновные гидросиликаты кальция, в том числе и $C_2SH(A)$, которые после приложения теплового воздействия и взаимодействия кремнезема с гидроксидом кальция начинают перекристаллизацию в низкоосновные гидросиликаты кальция.

Одностадийный синтез низкоосновных гидросиликатов кальция возможен в высокотемпературных скважинах, когда цементный раствор сразу начинает работать при высоких температурах. В скважинах с тепловым воздействием фазообразование отличается от высокотемпературных скважин и одностадийного синтеза в них не может быть.

6. Относительно разработанной методики определения термостойкости тампонажных цементов в условиях циклической температурной нагрузки. Не могу признать ее совершенной, поскольку автором принято 10-цикловая схема испытания: нагрев, высокотемпературная выдержка, последующее остывание образцов. При этом нет показаний по прочности камня через меньшее количество циклов, например, 3, 5, 7 и др. Использование данной методики может привести к потере важных данных о процессах, проходящих в цементном камне при меньшем числе циклов испытаний. При этом ссылка на ГОСТ 20910-2019 «Бетоны жаростойкие» является не состоятельной, поскольку жаростойкость бетонов определяют при хранении образцов в сушильных шкафах или муфельных печах, что не соответствует поведению цементного камня в скважинных условиях.

9. Соответствие диссертации научной специальности.

Диссертация Мелехова А.В. соответствует паспорту научной специальности 2.8.2. Технология бурения и освоения скважин, именно пункту 8: «Крепление скважин. Технология, технические средства и материалы для цементирования обсадных колонн, установки цементных мостов. Буферные жидкости. Тампонажные цементы и составы на их основе. Технологии и технические средства заканчивания скважин».

Заключение.

Оценивая представленные материалы и диссертацию Мелехова Александра Васильевича на тему: «Термостойкие тампонажные цементы для создания крепи нефтяных скважин с термогазовым воздействием на пласт», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.8.2. Технология бурения и освоения скважин, считаю, что несмотря на высказанные замечания, рецензируемая диссертация является завершенной научно-квалификационной работой. Автор диссертации на основании выполненных исследований решена актуальная научная задача, имеющая важное значение для нефтегазовой промышленности, а именно, обоснование и разработка новых составов

термостойких тампонажных цементов.

Диссертационная работа соответствует требованиям, установленным в пп. 9–14 «Положения о присуждении учёных степеней» ВАК 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.

Соискатель Мелехов Александр Васильевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.8.2. Технология бурения и освоения скважин.

Официальный оппонент:

профессор кафедры «Бурение нефтяных и газовых скважин» ФГБУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», доктор технических наук по специальности: 05.15.10 Бурение скважин, профессор


18.08.2025

Ф.А.Агзамов

Контактная информация:

Адрес: 450064, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет», кафедра «Бурение нефтяных и газовых скважин», телефон: +7(347) 242-09-34,

E-mail: faritag@yandex.ru

Подпись Агзамова Ф.А. заверяю

Проректор по научной и инновационной работе

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный

нефтяной технический университет»

по доверенности 03/48 от 19.12.2024



И.Г.Ибрагимов