

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора Агзамова Фарита Акрамовича на диссертацию Каменских Сергея Владиславовича на тему: «Буровые технологические жидкости для строительства скважин в условиях сероводородной агрессии на месторождениях Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции», представленную на соискание ученой степени доктора 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, сообщаю следующее.

Рецензируемая диссертационная работа состоит из введения, семи глав, заключения (основных выводов и рекомендаций), написана на 283 страницах, включает 225 рисунков, 124 таблиц, 4 приложения на 39 стр., библиографический список использованной литературы состоит из 253 наименований.

1. Актуальность темы исследования

Эффективность применения технологических жидкостей оценивается не только по высоким технико-экономическим показателям бурения, но и по способности обеспечить безаварийную проводку скважины в осложненных горно-геологических условиях за счет управления физико-химическими процессами при взаимодействии с горными породами и пластовыми флюидами, как на этапе строительства скважины, так и при дальнейшей ее эксплуатации. Значительная доля применяемых в настоящее время технологических жидкостей не обладает необходимыми свойствами для предупреждения осложнений, обусловленных наличием в разрезе высокопроницаемых горных пород и пластовых флюидов, содержащих такие агрессивные компоненты как сероводород или углекислый газ. При их использовании могут возникать различного рода осложнения и аварии, требующие существенных затрат на их ликвидацию в процессе производства буровых работ, а также может быть существенно сокращен срок службы крепи скважины.

Анализируя диссертацию Каменских С.В., можно видеть, что автор рассматривает проблему обеспечения безаварийного строительства скважин и обеспечения их долговечности в сложных горно-геологических условиях через призму комплексного подхода, что, несомненно, является справедливым, поскольку именно многообразие факторов, снижающих качество скважины, как инженерного сооружения, невозможно выполнить даже идеальным решением какого-то отдельного этапа работ.

В этой связи полагаю, что научные изыскания и технические решения, представленные автором рецензируемой диссертации, направленные на повы-

шение герметизации затрубного пространства скважин, представляют научный и практический интерес.

2. Новизна исследования и полученных результатов

- доказано влияние щелочности бурового раствора при обработке его оксидом кальция на увеличение времени деструкции высокомолекулярных полимеров при сероводородной агрессии;

- установлен факт трансформации высокощелочного бурового раствора при повышении в нем концентрации оксида кальция и обработке сшивающими и газоблокирующими добавками в кольматирующую смесь, предупреждающую потерю бурового раствора и улучшающую подготовку ствола скважины к цементированию;

- установлено, что в условиях сероводородной агрессии и наличии поглощающих горизонтов применение многофункциональной буферной жидкости, включающей три порции для выполнения различных функций, обеспечивает повышение прочности сцепления цементного камня с ограничивающими поверхностями, и показана взаимосвязь данного показателя со степенью турбулизации потоков технологических жидкостей в затрубном пространстве;

- обосновано и показано, что за счет снижения проницаемости камня и формирования стойких гидросиликатов кальция тампонажная смесь пониженной плотности, включающая сульфатостойкий портландцемент ПЦТ I-GCC-1, расширяющую добавку, добавку газоблокатора и пеностекло в условиях сероводородной агрессии и поглощений различной интенсивности способна образовать коррозионностойкий цементный камень.

3. Значимость для науки и практики полученных результатов

Значимость результатов диссертации Каменских С.В. для науки заключается в подтверждении общих закономерностей нейтрализации сероводорода в высокощелочных средах с превращением в малорастворимые соединения, которые совместно с полимерами, содержащимися в буровом растворе, способны кольматировать сероводородсодержащие пласты, ограничивая поступление агрессивных флюидов в ствол скважины, и предотвращая тем самым протекание коррозионных процессов в период бурения скважины и их эксплуатации.

Значимость результатов работы Каменских С.В. для практики заключается в разработке комплексного подхода к строительству скважин для условий сероводородсодержащих высокопроницаемых пластов Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции, включающих применение на каждом этапе строительства специальных технологических жидкостей, а именно, бурового раствора, буферных жидкостей и тампонажного материала.

Ценность для практики имеют и результаты промышленной апробации и внедрения разработок автора, обеспечившие безаварийную проводку скважин,

повышение качества крепления скважин, увеличение дебита скважин, а также значительную экономию материальных средств.

Применение разработок, представленных в диссертации, в учебном процессе и курсах повышения квалификации сотрудников нефтегазовых компаний, также является достойным показателем практической ценности.

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 скважин в сложных горно-геологических условиях Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции.

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 и является достоверным, хотя редакцию нельзя признать удачной, из-за многословности и ухода в сторону положений практической ценности.

П.2 научной новизны, второе научное положение. Оно сформулировано неудачно, и в данной редакции является аннотацией проведенной работы и известных решений, поэтому говорить об обоснованности научного положения в п.2 не представляется возможным.

П.3 научной новизны, третье научное положение. Его можно признать обоснованным, поскольку оно базируется на теоретических и экспериментальных исследованиях, приведенных в работе (глава 5), но положение, по моему мнению, неудачно сформулировано.

П.4 научной новизны, четвертое научное положение. Оно представляет аннотацию комплекса технологических решений, имеющих теоретическое обоснование и практическую апробацию, т.е. является обоснованным, но сформулировано неудачно.

Относительно обоснованности выводов диссертации.

Первый вывод характеризует актуальность работы, является обобщающим по главе 1, достаточно обоснован и не противоречит известным положениям. В

то же время, мне кажется, что автор преувеличивает роль ферментативной деструкции полимеров в сероводородсодержащей среде и роль биогенного сероводорода в процессах коррозии.

Второй вывод показывает описание примененных автором методик проведения исследований. Надо отметить, что описанный комплекс хорошо обоснован, весьма полный и современный, что может служить еще одним подтверждением достоверности полученных результатов. Вывод соответствует материалам диссертации.

Вывод 3 представляется достаточно важным и обоснованным, поскольку его обоснованию в работе уделена вся третья глава. В то же время вывод многословен, изобилует мелкими подробностями в виде торговых марок реагентов и их концентраций, других подробностей, затрудняющих общее восприятие вывода.

Вывод 4 обоснован в четвертой главе диссертации, но, также как и предыдущий, многословен, изобилует мелкими подробностями в виде торговых марок реагентов и их концентраций, других подробностей, затрудняющих общее восприятие вывода. В то же время, известно, что при турбулентном режиме течения в затрубном пространстве любые буферные жидкости обеспечивают смывание и удаление фильтрационных корок с поверхности горных пород, улучшают вытеснение бурового раствора, улучшая сцепления цементного камня с горными породами и обсадной колонной, независимо от того, есть в порах сероводород или нет. Поэтому говорить о том, что эти функции выполняет только разработанная автором буферная жидкость, является несколько преувеличенным.

Вывод 5 соответствует результатам пятой главы диссертации. Его можно признать обоснованным экспериментально, хотя возможность образования низкоосновных гидросиликатов кальция (ногск) представляется сомнительной.

Вывод 6 характеризует претензии автора диссертации на всеобъемлющее решение проблемы строительства скважин в условиях сероводородной агрессии. Вывод весьма амбициозен, хотя практическая сторона имеет определенное подтверждение, но некоторые научные положения вывода вызывают сомнения.

Вывод 7 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, обоснованы актуальность темы, методы исследования и достоверность экспериментов, показана научная и практическая значимость полученных результатов. Также сформулированы цель и задачи работы. Следует отметить, что цель, несмотря на амбициозность, сформулирована не совсем удачно, при этом автор невольно прини-

зил важность своей 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.

Выполненным в первой главе анализом результатов применения буровых технологических жидкостей в высокопроницаемых пластах и условиях сероводородной агрессии, показана их недостаточная эффективность вскрытия и крепления высокопроницаемых пластов, содержащих сероводород, что стало основой для постановки цели и задач диссертации.

Во второй главе проведено обоснование и описание методов проведения исследований технологических жидкостей. Глава необходима и позволяет ответить на большинство методических вопросов по диссертации.

В третьей главе представлены результаты исследований по разработке состава безглинистого высокощелочного бурового раствора с повышенными кольматирующими свойствами. Причем в основу разработки был положен поиск добавок, замедляющих ферментативную деструкцию полимеров под действием скважинных термобарических условий и пластовых флюидов. Глава является необходимой в диссертации и является основой для формирования первого пункта научной новизны и основного вывода №3.

В четвертой главе приведены исследования по разработке состава многофункциональной буферной жидкости. Полученные результаты стали основой второго пункта научной новизны и основного вывода № 4.

В пятой главе приведены результаты исследований и разработка облегченной тампонажной смеси, формирующей в условиях сероводородной агрессии и поглощений коррозионностойкий цементный камень пониженной проницаемости. Несмотря на то, что эта глава стала основой для одного из пунктов научной новизны и основных выводов, к ней есть определенные вопросы и сомнения.

В шестой главе автором обобщены предлагаемые технологические решения, рекомендованные для применения на территории Тимано-Печорской нефтегазодобывающей провинции.

Седьмая глава посвящена результатам промышленных испытаний и внедрению разработок, представленных в диссертации.

В заключении сформулированы основные выводы и рекомендации по предлагаемым технологическим решениям.

В целом диссертация представляет собой логически построенную завершенную 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 76 научных работ, включая 2 патента, 2 монографии, 33 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК и 1 статья в издании рецензируемого в базе SCOPUS.

Публикации подтверждают выводы и рекомендации автора. Они соответствуют требованиям ВАК, как в плане перечня печатных изданий, так и в плане публикаций в моноавторстве.

7. Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации

Автореферат написан грамотным, понятным языком, изложен логически последовательно и позволяет сформировать полное представление о выполненной работе и результатах исследований. Автореферат отражает содержание диссертационного исследования, выдержан по форме и по объему.

8. Замечания по диссертации:

1. Высказанное в автореферате (стр. 13) главе 1 утверждение о том, что связывание сероводорода реагентами поглотителями приводит к загрязнению пласта, является неверным. Например, применение губчатого железа (ЖС-7) приводит к образованию нерастворимого сульфида железа, который не попадает в продуктивный пласт, поскольку находится в буровом растворе и не фильтруется в пласт.

2. Утверждение о том, что лучшим является щелочная нейтрализация сероводорода, поскольку сохраняются фильтрационные характеристики пласта, противоречат идее работы, поскольку закупорка пор пласта соединениями, образовавшимися при нейтрализации сероводорода гидроксидом кальция, приводит к образованию и осаждению в порах нерастворимых соединений, и естественно, к снижению пористости коллектора.

3. Известно применение высоко щелочных промывочных жидкостей для нейтрализации сероводорода при бурении (см. диссертацию Галян Д.А.), широко использованную при бурении скважин на Оренбургском ГКМ. При этом опыт бурения скважин на Астраханском и Оренбургском ГКМ показал, что при бурении скважин более эффективным является связывание сероводорода в нерастворимые соединения. Реакция его нейтрализация высоко щелочными соединениями является обратимой при изменении термодинамических условий, и, в частности, при выходе промывочной жидкости на дневную поверхность.

4. Идея работы о кольматации пор пласта продуктами взаимодействия гидроксида кальция с кремнеземистыми компонентами является не новой. В частности, см. А.с. СССР № 1481378 опубл. Б.и. № 19, 1989 г. «Способ снижения проницаемости пластов», а также А.с. СССР № 1709072 опубл. Б.и. №4, 1992 г. «Способ коагуляционно-кристаллизационного снижения проницаемости приза-

бойной зоны пласта скважины», в которых рассматривается кольматация пор пласта, обеспечиваемая продуктами взаимодействия гидроксида кальция в кремнеземистыми добавками, инъектируемыми в пласт, или кремнеземом, содержащимся в буровом растворе.

5. Утверждение о том, что разработанная многокомпонентная буферная система обеспечивает высокую эффективность при турбулентном течении, практически уничтожает всю эту разработку в диссертации. Поскольку известно, что повышенная турбулентность любой буферной жидкости будет обеспечивать лучшее удаление фильтрационной корки со стенок скважины и пленки бурового раствора со стенок обсадной колонны и будет способствовать повышению качества крепления скважин. Поэтому возникает вопрос, а при чем тут три порции, если результат будет тот же?

Кроме того, известно из теории и практики, что применение многопорционных буферных жидкостей всегда было более эффективным по сравнению с буферной жидкостью моно-состава. Значит, новизна разработки состоит только в подборе компонентного состава отдельных порций буферной системы?

6. Утверждение о том, что при добавке гранулированного пеностекла в портландцемент, за счет связывания свободного гидроксида кальция образуются низкоосновные гидросиликаты кальция (ногск), неправильно и не подтверждено. Действительно, низкоосновные гидросиликаты кальция всегда образуются при взаимодействии гидроксида кальция с кремнеземом, но для формирования этих соединений необходимо соотношение CaO/SiO_2 (C/S), близкое к 1, тогда как в портландцементе оно составляет 2,5-2,7, а добавка 6% пеностекла не даст значимого снижения C/S. При этом расширяющая добавка ДР-100, представленная оксидом кальция, будет повышать C/S. Кроме того, для образования низкоосновных гидросиликатов кальция необходимо преобладание скорости поступления SiO_2 раствор над скоростью поступления гидроксида кальция, что может быть при определенных условиях, только на поверхности кремнеземсодержащей добавки, а не в объеме раствора.

7. Наличие низкоосновных гидросиликатов кальция в цементном камне легко подтверждается рентгенофазовым и термогравиметрическим анализами, а также показаниями pH цементного камня, но, к сожалению, такой информации в диссертации нет.

8. Утверждение о том, что сульфатостойкий цемент является одновременно и сероводородостойким (стр. 223) не соответствует истине. Проведенные нами эксперименты показали, что при одинаковом В/Ц скорость его коррозии одинакова со скоростью коррозии портландцемента ПЦТ-1. Утверждение о сероводородостойкости сульфатостойкого цемента пришло от строителей, которые считают, что сероводородная коррозия всегда переходит в сульфатную коррозию, за счет перехода сульфида кальция в сульфат кальция. Это справедливо только для

поверхности. В скважинных условиях, при отсутствии кислорода, такой переход невозможен, и сульфатная коррозия в скважинных условиях невозможна, поскольку отсутствуют условия для образования этtringита.

9. По главе 5 есть вопросы по получению коэффициента коррозионной стойкости цементного камня и трактовке полученных результатов. При этом хотелось бы увидеть в работе таблицу результатов испытаний образцов цементного камня, находившихся, как в чистой, так и сероводородонасыщенной нефти, поскольку автор привел только одни результаты и коэффициент коррозионной стойкости. Анализ результатов экспериментов, приведенных в работе, показывает, что повышение коррозионной стойкости произошло за счет добавки газоблокатора, который адсорбируясь на внутренней поверхности пор, препятствовал их контакту с агрессором, а не за счет изменения фазового состава продуктов твердения, как утверждает автор диссертации.

10. Вызывают большие сомнения результаты, приведенные в табл. 5.32, где коэффициент Пуассона находится в пределах 0,42-0,52. Хочу отметить, что для большинства сталей этот коэффициент лежит в районе 0,3, для резины он равен приблизительно 0,5. Для большинства горных пород значение коэффициента Пуассона лежит в пределах 0,25-0,35, у бетонов и цементного камня 0,16-0,18. Получается, что автор разработал эластичный цемент с характеристиками, аналогичными резине?

9. Соответствие диссертации научной специальности.

Диссертация Каменских С.В. соответствует пунктам 5, 7, 8 паспорта научной специальности 2.8.2. Технология бурения и освоения скважин:

1. Осложнения и предупреждение осложнений при строительстве скважин в высокопроницаемых пластах, содержащих сероводород.

2. Физико-химические процессы взаимодействия гидроксида кальция с сероводородом в объёме технологических жидкостей. Составы, свойства высокощелочных технологических жидкостей, химических реагентов для бурения скважин. Фильтрационные процессы в высокопроницаемых пластах, содержащих сероводород.

3. Крепление скважин в высокопроницаемых и коррозионно-активных средах. Коррозионностойкие материалы для цементирования обсадных колонн. Многофункциональные буферные жидкости. Сульфатостойкие тампонажные цементы и составы на их основе.

Заключение.

Оценивая представленные материалы и диссертацию Каменских Сергея Владиславовича на тему: «Буровые технологические жидкости для строительства скважин в условиях сероводородной агрессии на месторождениях Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по научной специальности 2.8.2. Технология

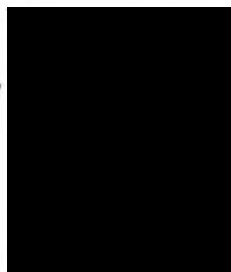
бурения и освоения скважин, считаю, что несмотря на высказанные замечания, рецензируемая диссертация является завершённой научно-квалификационной работой. Автором диссертации на основании выполненных исследований разработаны новые научно обоснованные технические, технологические решения, направленные на повышение качества строительства скважин в сложных горно-геологических условиях при наличии агрессивных компонентов в пластовых флюидах, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие нефтегазовой отрасли страны.

Диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842, а ее автор, Каменских Сергей Владиславович, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по научной специальности 2.8.2. Технология бурения и освоения скважин.

Даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

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



Ф.А.Агзамов

«15» апреля 2024 г.

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: [redacted]

Подпись Агзамова Фарита Акрамовича заверяю:

проректор по научной и инновационной работе УГНТУ, профессор



И.Г.Ибрагимов