

ОТЗЫВ

официального оппонента – доктора технических наук, профессора **Балабы Владимира Ивановича** на диссертационную работу 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.

Актуальность темы исследования

Для углеводородного сырья Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции характерно наличие сероводорода, в том числе высокое – до 18,5 %, об. Наличие высокопроницаемых пластов – до 700 мД предопределяет повышенные риски в процессе бурения поглощений и дифференциальных прихватов. Применяемые буровые технологические жидкости не обеспечивают в полной мере снижение рисков поглощений и дифференциальных прихватов, качественное крепление скважин в условиях сероводородной агрессии. Поэтому разработка буровых технологических жидкостей с целью повышения эффективности бурения скважин в условиях сероводородной агрессии на месторождениях Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции (ТПНГП), несомненно, является актуальной задачей.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверность и новизна

Критический анализ результатов применения буровых технологических жидкостей позволил автору сформулировать цель и задачи исследований, наметить пути повышения эффективности бурения скважин в условиях сероводородной агрессии и повышенных рисков поглощений и дифференциальных прихватов.

Экспериментальные исследования проведены с использованием современных средств измерений и испытательного оборудования, в том числе, позволяющего воспроизводить скважинные условия. Свойства

технологических жидкостей определены методами, применяемыми в исследовательской практике. Это позволяет утверждать, что степень обоснованности и достоверности результатов исследований в целом достаточно высока.

Оригинальность и новизна решений соискателя состоит в том, что на основании теоретических и лабораторных исследований разработаны научно обоснованные комплексные решения, позволяющие снизить риски при бурении скважин в условиях сероводородной агрессии, поглощений и дифференциальных прихватов.

Соискатель при проведении экспериментальных исследований:

– доказал, что ферментативная устойчивость разработанного безглинистого высокощелочного бурового раствора (патент на изобретение № 2 691 417) к сероводородной агрессии обеспечивается увеличением водородного показателя до 12,0-12,5 путем обработки высокощелочными соединениями оксида кальция в количестве 0,2-0,4 %, который повышает время деструкции высокомолекулярных соединений в 3,2 раза (с бактерицидом) и 2,3 раза (без бактерицида) в диапазоне температур 20-100 °С;

– установил, что указанный высокощелочной буровой раствор трансформируется в кольматирующую смесь, обеспечивающую изоляцию высокопроницаемых пластов, вмещающих H_2S , при добавке сшивающего агента (Биоцидол 1-3 %), газоблокатора (Газблок 0,4-0,6 %) и увеличении концентрации CaO до 0,5-0,7 %;

– экспериментально установил, что в условиях сероводородной агрессии и поглощений разработанная многофункциональная буферная жидкость, включающая моюще-эрозионную, вытесняюще-кольматирующую и адгезионно-кольматирующую порции, при турбулентном режиме течения в затрубном пространстве повышает качество подготовки ствола к цементированию и, как следствие, увеличивает прочность сцепления цементного камня с сопрягающими поверхностями не менее, чем на 30 %;

– установил, что в условиях сероводородной агрессии и поглощений различной интенсивности тампонажная смесь, включающая сульфатостойкий цемент ПЦТ I-G СС-1, расширяющую добавку ДР-100 (1 %), Газблок (0,5 %) и микрокалиброванное гранулированное пеностекло (6 %), имеет пониженную плотность (1670 кг/м³) и формирует при температуре до 100 °С коррозионноустойчивый цементный камень за счет низкой проницаемости (0,81 мД), связывания гидроксида кальция и образования низкоосновных гидросиликатов кальция в зоне контакта между цементной матрицей и микрокалиброванным гранулированным пеностеклом;

– доказал, что в условиях сероводородной агрессии и повышенных рисков поглощений и дифференциальных прихватов разработанный комплекс технологических жидкостей повышает эффективность бурения скважин за счет нейтрализации биогенного и природного сероводорода гидроксидом кальция; кольматации проницаемых пород сульфидами кальция; качественной подготовки ствола скважины к цементированию; формирования коррозионноустойчивого цементного камня; создания условий для восстановления проницаемости пластов кислотной обработкой.

Новизна ряда технических решений диссертационной работы подтверждена и патентами РФ на изобретения № 2 691 417 и № 2 741 890.

Личный вклад автора заключается в постановке цели и задач исследования; проведении экспериментов и анализе литературы по теме диссертации; обработке и обобщении результатов испытаний; установлении физико-математических зависимостей; обосновании физико-химической природы взаимодействия сероводорода с высокощелочным буровым раствором; апробации основных положений диссертационной работы.

Значимость для науки и практики полученных результатов

В диссертационной работе С.В. Каменских изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, направленные на повышение эффективности бурения скважин в условиях сероводородной

агрессии на месторождениях Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции, вносящих значительный вклад в развитие страны.

Значимость результатов, полученных в диссертационном исследовании С.В. Каменских, заключается в том, что:

– установлены общие закономерности нейтрализации сероводорода в высокощелочной среде ($\text{pH} = 12-13$) с образованием кольматирующих сульфидных соединений, что особенно важно при вскрытии высокопроницаемых пластов, содержащих сероводород;

– разработаны составы буровых технологических жидкостей (безглинистый высокощелочной буровой раствор с повышенными кольматирующими свойствами для бурения в агрессивных средах, биополимерная кольматирующая смесь, многофункциональная буферная жидкость, облегченный тампонажный состав для цементирования скважин в высокопроницаемых горных породах в условиях сероводородной агрессии), вошедших в комплекс буровых технологических жидкостей, повышающий эффективность бурения скважин в условиях сероводородной агрессии и повышенных рисков возникновения поглощений и дифференциальных прихватов;

– апробирован в промысловых условиях на ряде месторождений Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции комплекс буровых технологических жидкостей, обеспечивший повышение технико-экономических и технологических показателей бурения скважин;

– изданы две монографии [104], [115] и учебное пособие [157] с грифом Учебно-методического объединения вузов РФ по нефтегазовому образованию.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Сформированный автором комплекс буровых технологических жидкостей (безглинистый высокощелочной буровой раствор, биополимерная кольматирующая смесь, многофункциональная буферная жидкость, облегченный тампонажный состав) может использоваться для повышения

технико-экономических и технологических показателей бурения скважин в условиях Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции.

Основное содержание диссертационного исследования

Во *введении* диссертации автором обоснована актуальность выбранной темы; сформулированы цель и задачи; показана научная новизна, теоретическая и практическая значимость выполненных исследований.

В *первом разделе* (стр. 12-63) выполнен анализ результатов применения буровых технологических жидкостей в высокопроницаемых породах и условиях сероводородной агрессии. Приведены характеристика отложений ТПНГП и сопутствующих осложнений, а также обзоры методов исследования свойств буровых технологических жидкостей, буровых растворов для вскрытия сероводородсодержащих горных пород, исследований ферментативной деструкции технологических жидкостей, буровых растворов для бурения в условиях сероводородной агрессии, влияние сероводорода и технологических жидкостей на интенсивность коррозии бурильного инструмента, кольматирующих составов для изоляции высокопроницаемых горных пород, буферных жидкостей для повышения качества цементирования скважин, тампонажных растворов и смесей. По результатам этого анализа сделаны выводы.

Во *втором разделе* (стр. 64-76) представлены анализ и обоснование методов проведения экспериментальных исследований буровых технологических жидкостей, структурированные в виде подразделов: ГОСТы и регламенты, Приборы и оборудование, Экспериментальные исследования, Моделирование процессов и параметров технологических жидкостей. Завершается раздел выводами.

В *третьей разделе* (стр. 77-162) рассмотрены теоретические и экспериментальные исследования по разработке высокощелочного бурового раствора с повышенными кольматирующими свойствами для бурения в агрессивных средах.

В подразделе «Исследование и разработка высокощелочного бурового раствора» рассмотрены: процессы ферментативной деструкции буровых растворов, обобщенная диаграмма деструкции полимерных композиций, реологические параметры полимерных композиций, влияние температуры и давления на показатель рН полимерных композиций и буровых растворов, разработка состава высокощелочного бурового раствора и исследование его свойств, влияние природного сероводорода на технологические свойства высокощелочного бурового раствора.

В подразделе «Исследование кольматирующей способности высокощелочного бурового раствора» изложены результаты экспериментальных исследований.

В подразделе «Оценка влияния сероводорода и высокощелочной промывочной жидкости на породоразрушающий и бурильный инструмент» изложены результаты экспериментальных исследований.

В подразделе «Рецептура и свойства высокощелочного бурового раствора с повышенными кольматирующими свойствами для бурения в агрессивных средах» изложены результаты экспериментальных исследований по разработке высокощелочного бурового раствора с повышенными кольматирующими свойствами.

В подразделе «Исследование и разработка кольматирующей смеси для профилактики дифференциальных прихватов, предупреждения и ликвидации поглощений» рассмотрены: исследование причин поглощений и дифференциальных прихватов, разработка состава кольматирующей смеси, моделирование процесса кольматации высокопроницаемых пород, состав и свойства кольматирующей смеси для профилактики дифференциальных прихватов, предупреждения и ликвидации поглощений.

Завершается раздел выводами.

В *четвертом разделе* диссертации (стр. 164-187) рассматривается разработка многофункциональной буферной жидкости для повышения качества

подготовки ствола скважины к цементированию в условиях сероводородной агрессии.

Завершается раздел выводами.

Пятый раздел диссертации (стр. 188-241) посвящен разработке облегченной тампонажной смеси для цементирования обсадных колонн в высокопроницаемых пластах, содержащих сероводород.

В подразделе «Обоснование требований к тампонажным материалам для крепления скважин в условиях сероводородной агрессии ТПНГП» изложены: исследование горно-геологических и технико-технологических условий крепления скважин на месторождениях Денисовской впадины ТПНГП, коррозия цементного камня при сероводородной и углекислотной, обоснование требований к тампонажным материалам для крепления скважин в агрессивных и высокопроницаемых средах.

В подразделе «Тампонажные материалы и технологии крепления высокопроницаемых отложений, вмещающих сероводород и диоксид углерода» приведен обзор тампонажных материалов и технологий крепления высокопроницаемых отложений, вмещающих сероводород и диоксид углерода.

В подразделе «Разработка состава облегченной тампонажной смеси» изложены результаты исследований по разработке состава облегченной тампонажной смеси.

В подразделе «Исследование коррозионной стойкости камня облегченной тампонажной смеси» изложены результаты исследований коррозионной стойкости камня облегченной тампонажной смеси.

В подразделе «Изучение физико-механических свойств коррозионностойкого цементного камня» изложены результаты изучения физико-механических свойств коррозионностойкого цементного камня.

В подразделе «Рецептура и свойства облегченной тампонажной смеси для цементирования высокопроницаемых горных пород, содержащих сероводород» приведены рецептура и свойства облегченной тампонажной смеси для цементирования высокопроницаемых горных пород, содержащих сероводород.

Завершается раздел выводами.

Шестой раздел (стр. 242-245) посвящен обоснованию комплекса буровых технологических жидкостей для повышения качества строительства скважин в условиях сероводородной агрессии и повышенных рисков поглощений и дифференциальных прихватов.

Завершается раздел выводами.

В *седьмом разделе* (стр. 246-261) приведены результаты промысловых испытаний и промышленного внедрения комплекса буровых технологических жидкостей на месторождениях ТПНГП, а именно: промысловые испытания буровых технологических жидкостей (высокощелочной буровой раствор, кольматирующая смесь, многофункциональная буферная жидкость, облегченная тампонажная смесь), промышленного внедрения комплекса буровых технологических жидкостей.

Завершается раздел выводами.

Диссертация содержит *заключение* (стр. 262, 263, в котором, в частности, констатируется, что:

1. Выполненный анализ результатов применения буровых технологических жидкостей позволил установить, что они не обеспечивают качественного вскрытия и крепления высокопроницаемых пластов, вмещающих H_2S .

2. Обоснованы методы проведения экспериментальных исследований буровых технологических жидкостей.

3. Разработан состав высокощелочного бурового раствора с повышенными кольматирующими свойствами для бурения в агрессивных средах.

4. Разработана рецептура многофункциональной буферной жидкости для повышения качества подготовки ствола скважины к цементированию в условиях сероводородной агрессии и поглощений.

5. Разработан состав облегченной тампонажной смеси для цементирования обсадных колонн и в высокопроницаемых пластах, содержащих сероводород.

6. Сформирован комплекс буровых технологических жидкостей для повышения качества строительства скважин в условиях сероводородной агрессии и повышенных рисков поглощений и дифференциальных прихватов.

7. Промысловые испытания и внедрение комплекса технологических жидкостей в условиях сероводородной агрессии на нефтяных месторождениях ТПНПП позволили получить экономию материальных средств; увеличение площади и прочности сцепления цементного камня с сопрягающими поверхностями; повышение проектных дебитов восстановления проницаемости коллекторов кислотной обработкой.

Публикация научных результатов и оформление диссертации

Результаты исследований, представленных в диссертации, в целом отражены в 76 научных работах, в том числе в 2 монографиях, 2 патентах РФ, 34 статьях, опубликованных в изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России. Основные результаты и положения диссертационной работы неоднократно докладывались и обсуждались на международных и всероссийских конференциях и семинарах.

Представленная на отзыв диссертационная работа состоит из введения, семи глав, заключения, библиографического списка, включающего 253 наименования, четырех приложений, Она изложена на 263 страницах машинописного текста (не включая библиографический список и приложения), содержит 124 таблицы и 225 рисунков.

Структура диссертации содержит все необходимые этапы в последовательности научного исследования, достаточно проиллюстрирована. Диссертационная работа выполнена автором самостоятельно на надлежащем научном уровне.

Автореферат изложен на 47 страницах, в целом соответствует основному содержанию диссертации и отражает наиболее значимые результаты.

Замечания по диссертации:

1. Первое, на что обращаешь внимание при чтении диссертации, – это не свойственные научному произведению вольное обращение автора с терминами и понятиями (а), несоблюдение принципа единства терминологии (б).

Примеры, относящиеся к (а).

Стр. 63. «Для качественного изучения и разработки буровых технологических жидкостей ... необходимо проведение исследований ... в соответствии с действующими нормативными документами, инструкциями, регламентами, ГОСТ, ОСТ и ТУ.». Из этого следует, что понятие «нормативный документ» не является родовым понятием по отношению к инструкциям, регламентам, ГОСТ, ОСТ и ТУ. Однако далее (стр. 64) подраздел 2.1 называется «ГОСТы и регламенты», то есть здесь ГОСТы и регламенты уже являются родовыми понятиями по отношению к перечисляемым в подразделе документам.

В приведенных примерах допущены следующие несоответствия.

Название подраздела 2.1 предполагает, что будут указаны используемые в диссертации ГОСТ и регламенты. ГОСТ – это межгосударственный стандарт, то есть автор изначально исключает возможность применения национальных стандартов – ГОСТ Р. При этом автор указывает на необходимость проведения исследований в соответствии с отраслевыми стандартами (ОСТ), но в библиографическом списке нет ни одного ОСТ. Их и не может быть в библиографическом списке, так как этот вид документов по стандартизации был законодательно отменен 1 июля 2003 г.

В подразделе 2.1 вопреки названию нет ни одного документа со статусом «регламент». В библиографическом списке такой документ есть [187]. В этом подразделе есть ссылки на стандарты, руководящий документ, патенты на изобретение и диссертации. Эти документы не могут быть обобщены названием «ГОСТы и регламенты».

В тексте подраздела 2.1 указано «... согласно методике, разработанной Р.Г. Ахмадеевым и И.В. Куваевым (RU 1772699).», «... согласно методике, разработанной О.К. Ангелопуло, В.С. Данюшевским и др. [10].».

Методики с реквизитами RU 1772699 (стр. 64), инструкции по оценке адгезионных свойств технологических жидкостей (RU 1772699) (стр. 67), «... методику, разработанную на кафедре бурения «УИИ» Р. Г. Ахмадеевым и И. В. Куваевым (RU 1772699) ...», не существует. Во всяком случае, в библиографическом списке они не указаны. Предполагаю, что RU 1772699 – это номер патента на изобретение «Способ определения адгезии смазочных добавок к поверхности твердого тела».

Аналогичная ситуация с методикой [10], которая по факту является описанием изобретения «Устройство для определения тампонирующей способности цементных растворов».

Согласно статье 2 Федерального закона от 26.06.2008 № 102-ФЗ (ред. от 11.06.2021) «Об обеспечении единства измерений» «методика (метод) измерений – совокупность конкретно описанных операций, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с установленными показателями точности». Полагаю, что отождествление описания изобретения на способ или устройство с методикой измерения является ошибочным или, по крайней мере, дискуссионным. Прежде всего, в отношении получения результатов измерений с установленными показателями точности.

Стр. 24. «... установлено, что прихваты занимают от 32 до 47 % (ТПНГП, Тюмень, Башкортостан) общего баланса аварийного времени ...». Здесь автор одновременно рассматривает три несопоставимых в данном контексте объекта (нефтегазоносная провинция, город, республика). При этом обещающий показатель (доля прихватов в общем балансе аварийного времени) применим только к одному из них – нефтегазоносной провинции.

Примеры, относящиеся к (б).

Стр. 64. «буровых промывочных жидкостей», «буровых растворов».

Стр. 66. «буровых промывочных растворов».

Стр. 72. «технологических жидкостей», «композиций».

Стр. 73. «буферной жидкости», «буферного состава».

Стр. 76. «буровых технологических жидкостей».

Стр. 111. «композиций (растворов)».

В этих примерах в отношении одного и того же объекта используются разные названия.

2. По моей оценке у С.В. Каменских более двух десятков соавторов. Например, из анализа библиографического списка следует, что в 76 публикациях автора А.М. Вороник является соавтором 23 публикаций, а Н.М. Уляшева – 22. Однако в диссертации нет характерных для научно-квалификационной работы словосочетаний «в соавторстве с», «совместно с» или иных, указывающих на исследования, выполненные в соавторстве.

Цитирований (фрагментов текста, заключенных в кавычки с указанием источника заимствования) в диссертации я не обнаружил. Ссылки на работы предшественников есть, желательно было сопроводить их указанием конкретной страницы, таблицы, иллюстрации.

В отдельных случаях источник заимствования материалов не указан. Так, на стр. 25 приведена таблица 1.7 с показателями аварийности на площадях и месторождениях Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции (ТПНГП) с 1971 по 2013 годы. В диссертации источник заимствования этих данных автором не указан, но опубликована работа [85] Каменских С.В. Анализ аварийности на буровых предприятиях Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции // Ресурсы Европейского Севера. Технология и экономика освоения. – 2015. – № 2. – С. 104-111, в которой сказано, что анализ аварий проведен автором [85, стр. 105]. Статистика аварий в этой публикации (таблица 2) не совпадает данными аналогичной таблицы 1.7 в диссертации. Так, согласно публикации [85] на площадях и месторождениях ТПНГП в 2011-2013 годах произошли 92 аварии, а в диссертации их количество возросло до 100. Поскольку одной из задач диссертационного исследования является повышение «... качества строительства скважин в условиях сероводородной агрессии и

повышенных рисков поглощений и дифференциальных прихватов» (стр. 7), то представляет интерес оценка актуальности снижения рисков дифференциальных прихватов. В публикации 2015 года [85] указано, что в 2011-2013 годах произошли 25 прихватов, в диссертации их количество за этот же период возросло до 34.

Следует отметить, что данные об авариях в публикации [85, таблица 2] и в диссертации недостоверны. По факту аварии в обязательном порядке проводится ее техническое расследование. Поэтому единственным легитимным источником сведений об аварии является акт ее технического расследования. Количество аварий не может по усмотрению автора увеличиваться после завершения их технического расследования. Согласно официальной статистике Ростехнадзора в 2011-2013 годах на всех опасных производственных объектах нефтегазодобывающей промышленности России произошли 50 аварий (Годовой отчет о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2014 году, стр. 140. https://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports).

В таблице 1.7 диссертации есть еще одно несоответствие. С вступлением в силу Федерального закона от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» авария – это «разрушение сооружений и (или) технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, неконтролируемые взрыв и (или) выброс опасных веществ» (статья 1). Таким образом, указанные в таблице 1.7 в качестве аварий происшествия, например, прихваты, падение посторонних предметов в скважину авариями, по крайней мере с даты вступления в силу указанного закона, не являются.

3. В разделе 2 «Анализ и обоснование методов проведения экспериментальных исследований буровых технологических жидкостей» не указаны ряд методик проведения экспериментальных исследований. Например, не указаны методики планирования и статистической обработки результатов исследований. Вместо методики измерения показателя свойств объекта

исследования приводится ссылка на описание изобретения. Описание изобретения и диссертация – это разные по функциональному назначению документы. Поэтому, если в описании изобретения на «Устройство для определения тампонирующей способности цементных растворов» [10] конструктивный элемент устройства 3 указан как «фильтр для моделирования пласта», то это соответствует требованиям к описанию изобретения на устройство. Но, когда в диссертации при изложении методики измерений с помощью установки для определения показателя тампонирующей способности цементных растворов указано, что конструктивный элемент 3 – это «фильтр, моделирующий пласт» (стр. 71), то это не соответствует требованиям к экспериментальным исследованиям в рамках научно-квалификационной работы. Отсутствие описания фильтра, моделирующего пласт, во-первых, исключает возможность воспроизведения результатов диссертационного исследования, во-вторых, ставит под сомнение применимость этих результатов для условий ТПНГП.

В разделе 2 диссертации не указаны методики статистической обработки промысловых данных, например определения стойкости (ресурса) опор и вооружения шарошечных долот (стр. 130), показателей отработки долот PDC (стр. 131).

4. Результаты исследований представлены в диссертации десятками уравнений регрессии. Методической основой их построения является источник [135] (стр. 116) (Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул: учебное пособие. – М.: Высшая школа, 1982), а проверки адекватности полученных моделей с помощью F-критерия Фишера источник [122] (стр. 124) (Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004). Однако фактически ни одна из многочисленных эмпирических формул не является уравнением, так как коэффициенты регрессии при независимых переменных не имеют размерности. Поэтому правая и левая части формул имеют разные размерности.

В автореферате неоднократно указывается, что «В работе установлены значения коэффициентов a , [1/сут.²]; b , [1/сут.]» (стр. 19), «В работе определены значения коэффициентов b , [1/сут.]; c , [1/°C]» (стр. 20), «... работе определены значения коэффициентов уравнения регрессии (5): a , [ч]; b , [ч/Д]; c_1 , [ч/МПа]; c_2 , [ч/МПа²]».

Подтверждение этим утверждениям в диссертации я не нашел. Например, в таблицах 3.9, 3.10 и 3.11 размерность коэффициентов не указана.

5. На стр. 37 автор сделал вывод, что «В действующих нормативных документах РФ отсутствует *один из важнейших параметров тампонажного раствора – фильтрация (водоотдача)*» и предложил определять этот параметр путем измерения на приборе ВМ-6 согласно РД-39-00147001-773-2004 по формуле (1.16).

Во-первых, в буровой практике водоотдачу тампонажного раствора определяют. Это предусмотрено, например, международным стандартом ISO 10426-2 (п. 16.7 Водоотдача), который указан в диссертации (стр. 31). Есть также СТО Газпром РД 2.1-156-2005 Тампонажные растворы. Методика выполнения измерений водоотдачи тампонажного раствора на тестере М 7120 фирмы «CHANDLER ENGINEERING» (США).

Что касается использования для измерения водоотдачи тампонажного раствора прибора ВМ-6 и регламентирования величины водоотдачи, то такие публикации есть, например, Белей И.И. и др. Тампонажные растворы с пониженной водоотдачей // Бурение и нефть. – 2008. – № 5. – С. 16-19; диссертация и автореферат Комлевой С.Ф. «Тампонажные растворы с пониженной водоотдачей», Уфа, 2007.

Во-вторых, автор поступил не логично. В действующих нормативных документах федерального уровня нет, например, использованных им методик оценки адгезионных характеристик буровых технологических жидкостей, суффозионной устойчивости тампонажных растворов, адгезионного сцепления цементного камня с ограничивающими поверхностями. В этих случаях при проведении исследований автор считал возможным руководствоваться

описаниями изобретений и диссертациями [126, 206]. Но, при этом методику, изложенную в диссертации С.Ф. Комлевой, автор не счел целесообразным использовать.

В-третьих, вывод, что «В действующих нормативных документах РФ отсутствует один из важнейших параметров тампонажного раствора – фильтрация (водоотдача)» не является оригинальным. В диссертации нет ссылок на указанные выше публикации (СТО Газпром РД 2.1-156-2005; Белей И.И. и др.; С.Ф. Комлева), в которых рассматриваются вопросы измерения и регламентирования водоотдачи тампонажных растворов. При этом, например, в СТО Газпром РД 2.1-156-2005 (стр. IV) отмечается, что «ГОСТ 1581/96 предусматривает установление требований к тампонажному цементу, однако такой важнейший параметр, как водоотдача цементного раствора, не входит в стандарт, хотя необходимость в нем очевидна». И.И. и др. (стр. 17) также отмечают, что «В настоящее время отсутствуют достаточно обоснованные требования к показателю водоотдачи тампонажных растворов для цементирования обсадных колонн в интервалах продуктивных пластов».

6. В диссертации (стр. 34) сделан вывод, что «... нормативные методы (государственные стандарты) не позволяют в полной мере оценить процессы физико-химического взаимодействия буровых технологических жидкостей с агрессивными пластовыми флюидами. Поэтому необходимо проанализировать существующие регламентирующие и методические документы, а при отсутствии таковых усовершенствовать «старые» (известные) ...».

На стр. 39 автор делает вывод что «... усовершенствованы регламентирующие и методические документы по оценке ферментативной деструкции буровых растворов; адгезионных характеристик технологических жидкостей; скорости коррозии стали в агрессивных средах; моющей способности буферных составов; фильтрации и тампонирующей способности цементных растворов; коррозионной стойкости, физико-механических свойств тампонажного камня и прочности его адгезионного сцепления с

ограничивающими поверхностями». Из этого следует, что усовершенствования внесены практически во все методики экспериментальных исследований. В отдельных случаях в диссертации, действительно, это отмечено. Например, «Учитывая недостатки известных методик, предлагается оценивать отмывающую способность буферных составов по разрушению структуры фильтрационной корки и изменению ее массы до и после воздействия буферной жидкости при различных скоростях течения с помощью фильтр-пресса, весов и лабораторной мешалки с регулируемой частотой вращения» (стр. 37).

Однако в целом приведенное на стр. 39 утверждение противоречит содержанию раздела 2, где приведены ссылки на используемые методики, например, RU 1772699, [10], [126], [206] без указания на то, что они усовершенствованы автором. Более того, на стр. 39 утверждается, что усовершенствованы не методики, а «регламентирующие и методические документы». В диссертации не указаны регламентирующие и методические документы, усовершенствованные автором, в библиографическом списке их нет.

7. В раздел 2 Анализ и обоснование методов проведения экспериментальных исследований буровых технологических жидкостей включен подраздел 2.4 Моделирование процессов и параметров технологических жидкостей. Логично предположить, что в этом подразделе должно быть обоснование моделирования процессов и параметров технологических жидкостей. Однако непосредственно такому обоснованию посвящен лишь один абзац (стр. 75, 76), состоящий из шести предложений. Весь остальной текст подраздела – это краткие выводы будущих исследований, например, «В результате проведенных экспериментов ... установлены ...», «Исследования высокощелочного бурового раствора ... показали ...», «... получена квадратичная функция ... проведены расчеты ферментативной устойчивости ...», «Исследования величины pH ... показали ...».

8. Разработка высокощелочного бурового раствора осуществлялась, в том числе, путем сравнения эффективности отечественных и зарубежных

реагентов, например, стр. 79-83, 88, 95-98, табл. 3.11, 3.12. В результате разработан безглинистый высокощелочной буровой раствор (изобретение RU № 2 691 417, дата подачи заявки 04.07.2016) (стр. 8, 262). Согласно формуле изобретения буровой раствор содержит ингредиенты: Duovis, Dextrid, PAC-R, PAC-LV, Defoamer, CaO, воду. Производителями основных реагентов являлись зарубежные компании M-I SWACO, а Schlumberger (реагент Duovis) и Baroid Technology, Inc (реагенты PAC-R, PAC-LV, Dextrid, Defoamer). По независящим от автора причинам перспектив применения этого бурового раствора нет.

Невозможность практического применения указанного бурового раствора влечет за собой и невозможность его трансформирования в кольматирующую смесь по заявке на изобретение № 2020 138 560 от 24.11.2020 (стр. 262).

Эта ситуация была предсказуема, поскольку с 2014 года, то есть еще до подачи заявок на эти изобретения, Минэнерго России в сотрудничестве с Минпромторгом России и компаниями ТЭК ведет работу по импортозамещению (<https://minenergo.gov.ru/activity/import-substitution-in-fuel-and-energy-complex>). Результатом этой работы является полное замещение зарубежной химической продукции для бурения скважин отечественной. Поэтому в диссертации следовало ориентироваться на применение не зарубежной, а отечественной химической продукции.

9. В Приложении А представлены Технологический регламент на буровой раствор интервал 1464-1990 м по стволу скв. № 101 Кочмесское месторождение от 25 августа 2011 г. и Акт внедрения результатов научно-исследовательской работы от 28 февраля 2012 г. Акт подтверждает, что «результаты диссертационных исследований на соискание ученой степени доктора технических наук ... использованы при разработке технологического регламента на буровой раствор для осложненных интервалов бурения (поглощения и сероводородная агрессия до 1% об.).»

Состав бурового раствора в Технологическом регламенте не соответствует составу безглинистого высокощелочного бурового раствора, на

который впоследствии была подана заявка на изобретение (RU № 2016 126 737, дата подачи заявки 04.07.2016) (стр. 8). Буровой раствор, применявшийся на скв. № 101, не идентичен буровому раствору по изобретению RU № 2 691 417, так как дополнительно содержит Глитал и Drilling Detergent. Следовательно, результаты диссертационных исследований могут быть достигнуты не только путем применения бурового раствора, защищенного патентом на изобретение RU № 2 691 417, но и другими высокощелочными буровыми растворами.

10. В подразделе 3.3 содержится оценка влияния сероводорода (до 6% об.) и высокощелочного бурового раствора (pH = 6-10) на породоразрушающий инструмент. Приведены результаты оценки влияния дискретных значений pH (6, 7, 8, 9, 10, 11) на стойкость вооружения (фрезерованное, твердосплавное) шарошечных долот и на ресурс их опор (открытых типов В и Н и герметизированные типов НУ и АУ) (стр. 130, 131). Для этого «... использованы результаты статистического анализа результатов отработки шарошечных долот на 16 месторождениях ТПНГП [96, 107, 112]» (стр. 130).

В автореферате используется формулировка, не соответствующая тексту диссертации, а именно: «Статистический анализ результатов отработки долот на месторождениях ТПНГП выявил ...». Таким образом, в автореферате утверждается, что диссертация содержит «статистический анализ результатов отработки долот», а в диссертации – только то, что использованы результаты статистического анализа результатов отработки долот. Статистического анализа результатов отработки долот на месторождениях ТПНГП диссертация не содержит, даются ссылки на работы [96, 107, 112]», в которых, по утверждению автора, статистический анализ результатов отработки долот содержится.

Что касается работ [96, 107, 112], то:

– в [96] (Моторесурс опоры шарошечных долот / С.В. Каменских, П.Ф. Осипов, И.И. Волкова // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 1996. – № 4. – С. 7-9) приведены результаты влияния

сероводорода только на моторесурс опоры типа В (табл. 2). «Влияние H_2S на ресурсы опор других типов не удалось установить ввиду малого числа данных» (стр. 8). Стойкость вооружения шарошечных долот, а также влияние рН бурового раствора на моторесурс опоры типа В в данной работе не рассматривается.

– в [107] (Каменских С.В. Развитие методики оптимизации режимов бурения скважин трехшарошечными долотами: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.15.10. – Ухта, 1998. – 24 с.) промысловые данные не приведены, но указывается, что «На основании анализа и обработки результатов бурения 16 площадей Усинского района и Ненецкого автономного округа установлена количественная зависимость ресурсов опор и вооружения от режима отработки долота, категории разбуриваемых пород по твердости и абразивности, типа и параметров бурового агента (глинистый, полимерный и раствор на нефтяной основе, входящих в него смазывающих добавок, степени очистки, наличия сероводорода» (стр. 17). Таким образом, влияние рН бурового раствора на ресурс опор и вооружения шарошечных долот в данной работе не рассматривается.

– работа [112] (Совершенствование режимов бурения на площадях Восточная Возейю и Кыртаель с использованием методов математического моделирования / С.В. Каменских, Ю.Л. Логачев, П.Ф. Осипов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 1994. – № 11-12. – С. 6-8) отношения к подразделу 3.3 не имеет, так как в ней даже нет слов «сероводород», «показатель рН».

Наиболее близкими к теме подраздела 3.3 являются публикации:

[x] Каменских С.В. Исследование и анализ влияния сероводорода на породоразрушающий и бурильный инструмент // Ресурсы Европейского Севера. Технологии и экономика освоения. – 2017. – № 2 (08). – С. 83-93;

[100] Каменских С.В. Оценка влияния сероводорода на породоразрушающий и бурильный инструмент // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2017. – № 3. – С. 21-27.

Эти публикации, в отличие от работ [96, 107, 112], не только совпадают с названием подраздела 3.3, но и практически полностью воспроизводят его содержание. Например, таблицы 1 и 2 в [x] – это таблицы 3.25 и 3.26 в диссертации, а рисунки 1-8 в [x] – это рисунки 3.109-3.116 в диссертации.

В публикациях [x] и [100] нет первичных промысловых данных и методики их обработки, а приводится ссылка на работу [3] (автореферат [107]), в которой этого нет. Более того, в публикации [100] утверждается следующее:

«На основании статистического анализа [3], несмотря на относительно малое время работы шарошечных долот в скважине (около 1...3 сут), установлена зависимость ресурса вооружения долот с фрезерованными зубьями от значения рН раствора» (стр. 22);

«На основании статистического анализа [3] установлено, что ресурс опор типов В и Н зависит от значения рН бурового раствора, имея наибольшее значение в щелочной среде при рН = 10, минимальное – кислотной при рН = 6» (стр. 23).

Эта информация, воспроизведенная в диссертации, не соответствует действительности, так как в автореферате [107] указанных результатов влияния рН бурового раствора на ресурс опор и вооружения шарошечных долот нет.

В автореферате [107, стр. 12] под ресурсом вооружения M_v и ресурсом опоры долота понимается величина, равная произведению $M_v = g \times n \times t$. Здесь: g – удельная нагрузка на долото, кН/мм; n – частота вращения долота, мин⁻¹; t – стойкость долота до полного износа вооружения, мин.

В диссертации не указана дефиниция понятий «стойкость вооружения» и «ресурс вооружения» (таблица 3.25), а также «стойкость опоры» и «ресурс опоры» (таблица 3.26). Не приведена методика определения этих показателей по промысловым данным для всех вариантов отработки долот.

Промысловые данные в диссертации не приведены, но указано, что «... использованы результаты статистического анализа результатов отработки шарошечных долот на 16 месторождениях ТПНГП [96, 107, 112]». Это заведомо предопределяет широкий диапазон прочностных свойств горных

пород, типов долот, режимов бурения, режимов промывки и свойств буровых растворов. Как при таком разнообразии значимых факторов были сформированы выборки для анализа с дискретными значениями pH (6, 7, 8, 9, 10, 11) в диссертации сведений нет. Оценить же достоверность этих результатов при отсутствии первичных промысловых данных и методики их обработки не представляется возможным.

На рисунке 3.115 приведена зависимость проходки на долото PDC от концентрации H_2S , а на рисунке 3.116 аналогичная зависимость для времени долбления. При этом указано, что это результаты исследований [100]. Однако в [100] процедура оценки ограничена следующей информацией «Для оценки влияния сероводорода на показатели отработки долот PDC были проанализированы результаты бурения трех месторождений ТПНПП (Северо-Ипатское, Баяндыское, Южно-Баяндыское), т.е. более 11 скважин, расположенных в Усинском районе». Таким образом, в диссертации выводы о влиянии сероводорода на породоразрушающий инструмент сделаны на основании недостоверной ссылки и не могут быть верифицированы.

Для оценки обоснованности, достоверности и новизны научных положений подраздела 3.3 диссертации указанных в нем сведений недостаточно.

11. В отношении разработанного высокощелочного бурового раствора для бурения в агрессивных средах по патенту РФ на изобретение RU № 2 691 417 в автореферате указано, что «Пониженная материалоемкость и отсутствие токсичных реагентов делают буровой раствор экономически и экологически более привлекательным по сравнению с другими промывочными жидкостями» (стр. 21, 22). Вывод в отношении токсичности реагентов не соответствует тексту диссертации, так как в ней не приведены токсикологические характеристики реагентов, на основании сопоставительного анализа которых можно было сделать такой вывод. Буровой раствор – это сложная физико-химическая система, в которой индивидуальные токсикологические свойства ингредиентов могут как усиливаться, так и

ослабляться. Скважина – своеобразный химический реактор. Умозрительно предугадать токсичность бурового раствора, например, если удалить или заменить его компонент невозможно, нужны исследования.

12. Формулировка п. 2 научной новизны (стр. 7) не отражает суть полученного в диссертации результата. Из п. 2 следует, что повысить качество подготовки ствола к цементированию и увеличить прочность сцепления цементного камня с сопрягающими поверхностями можно путем применения многофункциональной буферной жидкости, включающей моюще-эрозионную, вытесняюще-кольматирующую и адгезионно-кольматирующую порции. В диссертации же показано, что для достижения указанного эффекта нужно применять не любые моюще-эрозионную, вытесняюще-кольматирующую и адгезионно-кольматирующую порции, а только те, состав которых разработан в рамках данного диссертационного исследования.

13. Формулировка п. 4 научной новизны (стр. 8) не отражает суть полученного в диссертации результата. Из п. 4 следует, что для достижения целей диссертации достаточно применять любой комплекс технологических жидкостей. Это противоречит содержанию раздела 6 диссертации, в котором показано, что положительный результат можно получить только в случае последовательного выполнения 7 процессов (стр. 242-243).

14. Название, цель и задачи диссертации сформулированы не корректно. Тимано-Печорская нефтегазоносная провинция характеризуется широким разнообразием условий бурения скважин в условиях сероводородной агрессии. В диссертации нет обоснования применимости ее результатов при любых возможных сочетаниях условий бурения скважин в условиях сероводородной агрессии в ТПНГП.

15. Структурный элемент автореферата «Основные выводы и рекомендации» (стр. 41-43) не содержит рекомендаций по дальнейшему использованию результатов диссертационного исследования. Приведена лишь констатация того, что сделано автором.

Соответствие диссертации научной специальности

Диссертация Каменских С.В. соответствует следующим пунктам паспорта научной специальности 2.8.2. Технология бурения и освоения скважин:

5. Осложнения и предупреждение осложнений при строительстве скважин.

7. Физико-химические процессы в объеме технологических жидкостей. Составы, свойства и технологии применения технологических жидкостей, химических реагентов для бурения и освоения скважин.

8. Крепление скважин. Технология, технические средства и материалы для цементирования обсадных колонн, установки цементных мостов. Буферные жидкости. Тампонажные цементы и составы на их основе.

Заключение


Диссертационная работа Каменских Сергея Владиславовича на тему: «Буровые технологические жидкости для строительства скважин в условиях сероводородной агрессии на месторождениях Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.8.2. Технология бурения и освоения скважин, является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технические, технологические решения, позволяющие повысить эффективность бурения скважин в условиях сероводородной агрессии на месторождениях Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие 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 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» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина», доктор технических наук по специальности 25.00.15 Технология бурения и освоения скважин, профессор
Балаба Владимир Иванович

«23» апреля 2024 г. 

Контактная информация:

Адрес: 119991, г. Москва, Ленинский проспект, д. 65, корпус 1.
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина»,
кафедра «Бурение нефтяных и газовых скважин»,
телефоны: +7 (499) 507-88-28, +7 (499) 507-83-54,
E-mail: balaba.v@.ru