

## **ОТЗЫВ**

**официального оппонента** – доктора технических наук, доцента **Хузина Рината Раисовича** 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 диссертационного исследования.**

Несмотря на негативное влияние сероводорода на свойства и параметры буровых, буферных и тампонажных растворов, объем информации об исследованиях процессов их взаимодействия относительно невелик и требует совершенствования уже существующих и разработки новых технологических жидкостей для качественной проводки скважин в условиях сероводородной агрессии. Положение осложняется тем, что сероводород аккумулирован в высокопроницаемых пластах, в которых возможны поглощения от частичных до катастрофических и дифференциальные прихваты. Все это приводило к приготовлению новых порций технологических жидкостей и их постоянной обработке специальными реагентами; недоподъему цементного раствора до проектных глубин и некачественному цементированию; заколонным и межколонным проявлениям и перетокам; а также другим негативным последствиям. Поэтому разработка комплекса технологических жидкостей, включающего буровой, буферный и тампонажный растворы, обеспечивающих качественную кольматацию и герметичное разобщение высокопроницаемых пластов, содержащих сероводород, является актуальной задачей.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверность и новизна.**

Методологический подход к решению основных задач диссертационного исследования является научно обоснованным. Решение задач, поставленных



автором, обеспечивалось за счет применения общих принципов методологии научных исследований, включающих анализ и обобщение литературных источников, теоретических, лабораторных и производственных данных, посвященных проблеме повышения качества строительства скважин в условиях сероводородной агрессии и повышенных рисков поглощений и дифференциальных прихватов. Данный подход позволил автору сформулировать цель и задачи исследований и наметить пути разработки составов технологических жидкостей. Экспериментальные исследования выполнены автором на кафедре бурения и в центре по исследованию керна ФГБОУ ВО «УГТУ» с использованием современного сертифицированного оборудования, способного моделировать скважинные условия, в соответствии с действующими нормативными документами, инструкциями, регламентами, ГОСТ, ОСТ и ТУ. Это позволяет утверждать, что степень достоверности научных положений и полученных автором результатов исследований достаточно высока, выводы и рекомендации обоснованы.

Научная новизна диссертационной работы заключается в разработке на основании проведенных теоретических и лабораторных исследований научно обоснованных комплексных решений, позволяющих повысить качество строительства скважин в условиях сероводородной агрессии и повышенных рисков поглощений и дифференциальных прихватов за счет исследования особенностей физико-химического взаимодействия технологических жидкостей с агрессивными флюидами.

Автором диссертационной работы при проведении экспериментальных исследований:

1. Доказано, что ферментативная устойчивость бурового раствора к сероводородной агрессии обеспечивается увеличением водородного показателя до 12,0-12,5 за счет 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.



2. Установлено, что 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  $CaO$  (0,5-0,7 %).

3. Экспериментально установлено, что в условиях сероводородной агрессии и поглощений 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 за счет увеличения прочности сцепления цементного камня с сопрягаемыми поверхностями более 30 %.

4. Установлено, 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 пеностекло (6 %), имеет пониженную плотность ( $1670 \text{ кг/м}^3$ ) и формирует при температурах до  $100^\circ\text{C}$  коррозионностойкий цементный камень ( $KK_{C_{36}}=0,97$ ) за счет низкой проницаемости (0,81 мД), связывания гидроксида кальция и образования низкоосновных гидросиликатов кальция в зоне контакта между цементной матрицей и микросферами.

5. Доказано, что в условиях сероводородной агрессии и повышенных рисков поглощений и дифференциальных прихватов комплекс технологических жидкостей повышает качество строительства скважин за счет нейтрализации биогенного и природного сероводорода гидроксидом кальция; кольматации проницаемых пород сульфидами кальция; качественной подготовки ствола скважины к цементированию; формирования коррозионностойкого цементного камня; восстановления проницаемости пластов кислотной обработкой.

Научная новизна технических решений диссертационного исследования подтверждается заявкой на изобретение № 2020138560 и патентами РФ № 2016126737 А, 2741890 С2.



**Личный вклад автора** заключается в постановке цели и задач диссертационного исследования; проведении лабораторных и промысловых экспериментов; обработке результатов испытаний и получении физико-математических зависимостей; установлении особенностей физико-химического взаимодействия сероводорода с высокощелочными растворами; разработке, апробации и внедрении комплекса технологических жидкостей.

#### **Значимость для науки и практики полученных результатов.**

Разработанные автором безглинистый высокощелочной буровой раствор, биополимерная кольматирующая смесь, многофункциональная буферная жидкость и облегченный тампонажный состав обеспечили качественное бурение и крепление 9 скважин и 13 боковых стволов на месторождениях Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции (ТПНГП) в условиях сероводородной агрессии и повышенных рисков поглощений и дифференциальных прихватов.

Теоретическая и практическая значимость результатов работы, полученных автором в диссертации, заключается в следующем:

- установление общих закономерностей нейтрализации сероводорода в высокощелочных средах ( $\text{pH}=12-13$ ) с превращением в кольматирующие сульфидные соединения, придающие тампонирующие свойства буровым технологическим жидкостям, особенно важные при вскрытии напорных высокопроницаемых пластов, содержащих сероводород;

- разработка технологических жидкостей (безглинистый высокощелочной буровой раствор, биополимерная кольматирующая смесь, многофункциональная буферная жидкость, облегченная тампонажная смесь);

- формирование комплекса буровых технологических жидкостей, повышающего качество строительства скважин в условиях сероводородной агрессии и повышенных рисков поглощений и дифференциальных прихватов;

- улучшение технико-экономических и технологических показателей бурения и крепления скважин в условиях сероводородной агрессии на месторождениях ТПНГП (им. Андрея Алабушина, Верхне-Возейское,



Кочмесское, Леккерское и другие месторождения), которые заключаются в экономии материальных средств в размере 544 млн. руб. от применения безглинистого высокощелочного бурового раствора и биополимерной кольматирующей смеси, увеличении площади и прочности сцепления цементного камня с ограничивающими поверхностями на 21-46 и 31 % соответственно от использования многофункциональной буферной жидкости и облегченной тампонажной смеси, повышение проектных дебитов на 10-20 % после восстановления проницаемости коллекторов;

- издание двух монографий и трех учебных пособий, получивших гриф УМО вузов РФ по нефтегазовому образованию, которые обеспечили научное и методическое сопровождение учебного процесса ФГБОУ ВО «УГТУ» и курсов повышения квалификации специалистов ООО «Лукойл-Коми» и ПАО «Газпром».

#### **Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.**

Полученные в диссертационной работе результаты исследований позволят повысить качество бурения и крепления скважин в условиях сероводородной агрессии и повышенных рисков поглощений и дифференциальных прихватов на месторождениях Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции за счет разработки комплекса буровых технологических жидкостей. Сформированный комплекс, включающий безглинистый высокощелочной буровой раствор, биополимерную кольматирующую смесь, многофункциональную буферную жидкость и облегченный тампонажный состав, может эффективно использоваться буровыми компаниями при строительстве скважин в условиях температур до 100°C, нормальных и низких пластовых давлениях.

#### **Публикация научных результатов и оформление диссертации.**

Основное содержание диссертации изложено в 76 научных работах, в том числе в 2 монографиях, 2 патентах РФ, 34 статьях, опубликованных в изданиях, рекомендованных ВАК РФ и рецензируемых в базе SCOPUS. Основные



результаты и положения работы неоднократно докладывались и обсуждались на международных и всероссийских конференциях и семинарах.

Диссертационная работа состоит из введения, 7 глав, заключения, библиографического списка из 253 наименований и 4 приложений; изложена на 327 страницах и включает 124 таблицы и 225 рисунков.

Автореферат изложен на 48 страницах, соответствует основному содержанию диссертации и отражает наиболее значимые результаты. Диссертация и автореферат написаны грамотным техническим языком, выполнены самостоятельно на высоком научно-техническом уровне.

#### **Замечания по диссертации:**

1. В разделах 2.3 (стр. 72) и 3.1.1 (стр. 78-88) указано, что исследование ферментативной деструкции полимерных композиций проводилось при температурах 20°, 60° и 100°C. Из текста диссертации не понятно чем обусловлен выбор конкретно этих температур.

2. В разделе 3.4 (стр. 134) представлен состав безглинистого высокощелочного бурового раствора, включающего ряд зарубежных реагентов, что может затруднить его применение в современных условиях санкционного давления.

3. В промышленных условиях сероводород довольно часто присутствует совместно с углекислым газом, поэтому автору следовало бы в диссертационной работе также рассмотреть и данный вид агрессии.

4. В работе следовало бы провести исследование образцов цемента с использованием рентгенофазового анализа.

Вышеуказанные замечания не сказываются на общей положительной оценке рецензируемой диссертационной работы, которая выполнена на актуальную тему, характеризуется научной и практической значимостью.

#### **Соответствие диссертации научной специальности.**

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



1. Осложнения и предупреждение осложнений (сероводородная агрессия, поглощения, дифференциальные прихваты, проявления) при строительстве скважин в высокопроницаемых пластах, содержащих сероводород.

2. Физико-химические процессы взаимодействия гидроксида кальция с сероводородом в объеме технологических жидкостей. Составы, свойства высокощелочных технологических жидкостей, химических реагентов для бурения скважин. Фильтрационные процессы в высокопроницаемых пластах, содержащих  $H_2S$ .

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.**

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 научной специальности 2.8.2. Технология бурения и освоения скважин, является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технические, технологические решения, позволяющие повысить качество строительства скважин в условиях сероводородной агрессии и повышенных рисков поглощений и дифференциальных прихватов, 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 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.

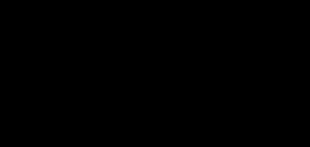
**Официальный оппонент:**

генеральный директор общества с ограниченной ответственностью «Карбон-Ойл»,

доктор технических наук по специальностям:

25.00.17 Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений, 25.00.15 Технология

бурения и освоения скважин, доцент

 Хузин

Ринат Раисович

«15» «апреля» 2024 г.

Контактная информация:

Юридический адрес: 423450, Республика Татарстан, г. Альметьевск, ул. Сургутская, д. 25.

Почтовый адрес: 423452, Республика Татарстан, г. Альметьевск-2, а/я 427.

Общество с ограниченной ответственностью «Карбон-Ойл»,

телефон: +7 (8553) 37-47-00,

E-mail: [karbon@tatais.ru](mailto:karbon@tatais.ru)

Подпись Хузина Рината Раисовича заверяю:

Помощник генерального директора

ООО «Карбон-Ойл»

 Вальщикова Венера Самигулловна

«15» «апреля» 2024 г.