

Тигаренко Н.Х.

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР

Грозненский ордена Трудового Красного Знамени
нефтяной институт

На правах рукописи

А. Н. АНАНЬЕВ

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ
ТЕРМОСТОЙКОСТИ ХЛОРКАЛЬЦИЕВЫХ
ПРОМЫВОЧНЫХ РАСТВОРОВ

*Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук*

Научный руководитель — доктор технических наук,
профессор В. С. БАРАНОВ

Грозный — 1965

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР

Грозненский ордена Трудового Красного Знамени
нефтяной институт

*Многоуважаемый
Надежде
Анатолий*
*Харьковский
автор
13.11.65.*

На правах рукописи

А. Н. АНАНЬЕВ

**РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ
ТЕРМОСТОЙКОСТИ ХЛОРКАЛЬЦИЕВЫХ
ПРОМЫВОЧНЫХ РАСТВОРОВ**

*Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук*

Научный руководитель — доктор технических наук,
профессор В. С. БАРАНОВ

Грозный — 1966

Работа выполнена в лаборатории промывочных растворов Волгоградского научно-исследовательского института нефтяной и газовой промышленности.

Просим Вас и сотрудников Вашего учреждения, интересующихся темой диссертации, принять участие в заседании Ученого совета или прислать свои отзывы.

О дне и времени защиты за 10 дней будет опубликовано в газете «Грозненский рабочий».

Защита намечается на *9 декабря* 1965 г.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГНИ.

Отзывы просьба направлять по адресу:
г. Грозный, пр. Орджоникидзе, 100, ГОТКЗНИ

Секретарь Ученого совета
кандидат геолого-минералогических наук
СМИРНОВА М. Н.

ВВЕДЕНИЕ

Семилетним планом развития народного хозяйства СССР в 1970 г. намечается увеличить добычу нефти до 390 млн. тонн в год, а в 1980 г. — 690 — 710 млн. т. Для выполнения этой задачи необходимо повысить темп буровых работ. В последние годы значительно выросли глубины разведочного и эксплуатационного бурения. В районе Волгоградского Поволжья в 1965 г. предусмотрено бурение более 20 скважин глубиной 4000 — 5000 м.

С ростом глубин скважин появляются новые задачи, связанные со стабилизацией промывочных растворов при высоких температурах и давлениях. В условиях Волгоградского Поволжья данная проблема осложняется дополнительно тем, что на больших глубинах вскрываются неустойчивые глинистые породы (аргиллиты девона и карбона, пластичные пестроцветные глины пермотриаса), осыпи и обвалы которых представляют главную трудность при проводке скважин. Для предупреждения указанных осложнений успешно применяются хлоркальциевые глинистые растворы (ХКР), термостойкость которых значительно ниже, чем у обычных промывочных жидкостей.

Наиболее перспективными стабилизаторами хлоркальциевых растворов при высоких температурах являются реагенты на основе лигно-сульфонатов и, в частности, КССБ-1. Однако система хлоркальциевых растворов, стабилизированных КССБ-1, мало изучена. Не исследованы особенности приготовления и регулирования основных показателей этих растворов в условиях температур, превышающих 100°С; не изучено влияние различных факторов на их термостойкость. Отсутствовал промышленный опыт применения этой системы. Наиболее серьезным недостатком лигносульфонатных реагентов является вспенивание обработанных ими растворов, что и

КССБ - ФСБ - фенат - формалин
КССБ-1 ССБ. нет (423) + формалин Кудыкин
КССБ-2 - и фенат
КССБ-3 - и - - - - - + Халимак

сдерживало широкое внедрение КССБ-1 в промышленную практику для стабилизации хлоркальциевых растворов.

В связи с этим в задачу данной работы входит решение следующих двух основных вопросов:

1. Разработка эффективных методов стабилизации хлоркальциевых растворов при высоких температурах.
2. Разработка эффективных методов дегазации промывочных растворов, обработанных лигносульфонатными реагентами.

Глава I

ГЕОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ БУРЕНИЯ ГЛУБОКИХ СКВАЖИН В ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Проведение работ по глубокому разведочному и эксплуатационному бурению в районе Волгоградского Поволжья связано с вскрытием осадочной толщи, представленной комплексом пород различных по мощности, устойчивости и физико-химической характеристике. Наряду с прочными и устойчивыми породами: известняками, доломитами, песчаниками вскрываются мощные толщи пластичных и сланцевых глин, а также сульфаты, каменная соль и др. Глубины залегания и чередование указанных отложений самые разнообразные.

Характерной особенностью района является обильная водонасыщенность всего разреза и рост минерализации вод с глубиной.

Наибольшие осложнения при проводке глубоких скважин возникают в результате осыпей и обвалов неустойчивых глинистых пород. Особенно склонны к осыпям и обвалам аргиллиты девона, мощность которых на различных площадях области колеблется от 800 до 1500 м, при глубинах залегания от 1500 до 4000 м. Бурение в аргиллитах девона сопровождается выносом большого количества чешуйчатого и пластинчатого шлама. В стволе скважины образуются большие каверны, в результате чего ухудшается вынос шлама. Размер шламowych пробок растет с глубиной, что приводит к длительным проработкам ранее пробуренного интервала и основное время работы долота затрачивается на дохождение до забоя. Постоянные осыпи затрудняют спуско-подъемные операции и наращивание бурового инструмента.

Аналогичные осложнения возникают при бурении сква-

жин в пестроцветных глинах пермотриаса. Кроме осыпей и обвалов в этих условиях происходит интенсивное обогащение бурового раствора глиной с повышением структурно-механических показателей, регулирование которых становится весьма затруднительным.

Работами ряда отечественных и зарубежных исследователей было установлено, что значительное уменьшение осложнений из-за осыпей и обвалов неустойчивых глинистых пород достигается применением для промывки скважин ингибированных промывочных жидкостей (известковых, гипсовых, хлоркальциевых).

В условиях Волгоградского Поволжья наиболее эффективной оказывается система хлоркальцевого раствора. Исследованиями М. И. Липкеса было показано, что при бурении в глинистых сланцах оптимальное содержание ионов кальция в фильтрате растворов составляет 0,1—0,2%. При бурении же в вязких пластичных глинах уровень ингибирования должен быть несколько выше (0,2—0,3%). Высокое содержание ионов кальция в фильтрате растворов предотвращает набухание и значительно сокращает переход глинистого шлама в раствор, что обеспечивает высокую стабильность его структурно-механических показателей. Оказывая ингибирующее действие на стенки скважины, ионы кальция в то же время вызывают коагуляцию глинистого раствора. Поэтому для регулирования показателей ХКР вместе с хлористым кальцием к глинистому раствору добавляют реагенты-стабилизаторы: КМЦ, КССБ и некоторые другие. В обычных условиях стабилизация хлоркальциевых растворов этими реагентами не вызывает особых затруднений. Однако при повышенных температурах эффективность их снижается.

На большинстве площадей Волгоградской области рост температуры с глубиной не является аномальным. Геотермический градиент изменяется в сравнительно небольших пределах от 2,2 до 3,4°/100 м. Наибольшая статическая температура ожидается на Коробковской площади и составит 153°C. Несмотря на сравнительно невысокие температуры, низкая термостойкость хлоркальциевых растворов сдерживает широкое внедрение этой системы при бурении глубоких скважин.

Таким образом, наиболее важной задачей при бурении глубоких скважин в условиях Волгоградского Поволжья является разработка эффективных методов стабилизации хлоркальциевых растворов в диапазоне температур 100—150°C.

Глава II

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА СВОЙСТВА ПРОМЫВОЧНЫХ ЖИДКОСТЕЙ

При нагревании глинистых растворов резко возрастает интенсивность процессов, происходящих в обычных условиях. В основе происходящих при нагревании изменений лежит несколько взаимосвязанных процессов. Чрезвычайно усиливается пептизация и диспергирование глинистых частиц, усиливается коагуляционная активность электролитов и ослабевает защитное действие реагентов, резко падает вязкость дисперсионной среды. Все это приводит к интенсивному загустеванию и повышению водоотдачи промывочных жидкостей.

В связи с этим основная задача химической обработки глинистых растворов для бурения глубоких скважин заключается в изыскании таких реагентов, которые бы не разлагались при высоких температурах и сохраняли в этих условиях достаточно прочные защитные адсорбционные слои на поверхности глинистых частиц.

Вопросами повышения термостойкости промывочных растворов занимались многие отечественные и зарубежные исследователи: И. Б. Адель, В. С. Баранов, З. П. Букс, Г. Я. Дедусенко, К. Ф. Жигач, Д. Е. Злотник, С. Ю. Жуховицкий, Э. Г. Кистер, Л. К. Мухин, Р. И. Шищенко, Е. А. Яишникова, Г. Грей, Дж. Келли, Дж. Кован, Ф. Чисолм, У. Уейс и др.

В последние годы разработан ряд рецептур термостойких промывочных растворов. В. С. Барановым и З. П. Букс были получены весьма эффективные реагенты на основе лигносульфонатов (КССБ-1, КССБ-2, КССБ-3). Эти реагенты успешно применяют во многих нефтяных районах нашей страны при бурении глубоких скважин с высокими забойными температурами. Высокой термостойкостью обладают разработанные во ВНИИБТ глинистые растворы, стабилизированные гипаном. В МИНХ и ГП разработаны термостойкие промывочные жидкости, обработанные жидким стеклом и КМЦ, а также растворы на нефтяной основе. В КФ ВНИИ получен термостойкий и солестойкий фурило-наволачный реагент.

В американской практике широко применяется комбинированная обработка глинистых растворов хромлигнитом (ХГ) и хромлигносульфонатом (ХЛС). Эти растворы применяются в скважинах с забойными температурами 200°C и выше.

Одним из методов повышения термостойкости растворов

явилось индивидуальное применение хроматов и бихроматов. В сочетании с УЩР, КССБ и гипаном хроматы успешно применяются во многих нефтяных районах страны.

Хлоркальциевые растворы обладают значительно меньшей термостойкостью, чем обычные промывочные жидкости, и проблема стабилизации этой системы при высоких температурах пока не решена. Так, если обычные глинистые растворы, обработанные КМЦ, термостойки до 120°C, то водоотдача ХКР, стабилизированных этим реагентом, резко повышается уже при температурах 70—80°C. Поэтому для стабилизации хлоркальциевых растворов при высоких температурах особые требования предъявляются к реагентам.

В американской буровой практике для регулирования основных показателей ХКР применяются такие реагенты, как феррохромлигносульфонаты, КМЦ и декстран. С помощью этих реагентов фильтрацию по АНИ удавалось поддерживать на уровне 10—15 см³ и только в отдельных случаях наблюдалось снижение до 4—5 см³. Регулирование структурно-механических показателей не вызывало особенных затруднений.

В отечественной практике для стабилизации хлоркальциевых растворов применяют в основном КМЦ. Исследованиями М. И. Липкеса и А. И. Пенькова была показана низкая термостойкость этих растворов. Работами Э. Г. Кистера, Д. Е. Злотника и М. И. Липкеса установлено, что при повышенных температурах более эффективна комбинированная стабилизация хлоркальциевых растворов КМЦ в сочетании с ПАВ-ами, такими как ОФ, ОП и хлорлигнин. Последние синергетически улучшают стабилизирующую активность КМЦ как в обычных условиях, так и при нагревании.

Значительно большей термостойкостью обладают хлоркальциевые растворы, стабилизированные лигносульфонатными реагентами, что обусловлено физико-химическими свойствами последних. Реагенты КССБ-1, КССБ-2 и ряд других производных лигносульфонатов имеют достаточно высокий молекулярный вес и в связи с этим обладают хорошими защитными свойствами. Сульфогруппа является основной полярной функциональной группой макромолекул лигносульфонатных реагентов. Это обеспечивает высокую гидрофильность и устойчивость к кальциевой агрессии, в отличие от реагентов с карбоксильной функциональной группой (гипан, УЩР, КМЦ). Лигносульфонатные реагенты отличаются высокой устойчивостью к термической деструкции, что имеет особенное

значение при стабилизации хлоркальциевых растворов в условиях высоких температур.

Учитывая указанные свойства лигносульфонатов, нами разрабатывались рецептуры термостойких ХКР на базе существующих в практике и вновь синтезированных реагентов на этой основе.

Глава III

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОСТОЙКОСТИ ХЛОРКАЛЬЦИЕВЫХ РАСТВОРОВ, СТАБИЛИЗИРОВАННЫХ ЛИГНОСУЛЬФОНАТНЫМИ РЕАГЕНТАМИ

Термостойкость глинистых растворов оценивалась по водоотдаче и статическому напряжению сдвига, замеряемых при температуре нагрева, а также путем сопоставления основных показателей исходных и охлажденных после нагревания растворов.

Измерение водоотдачи и статического напряжения сдвига при температурах нагрева производилось на специальных приборах, разработанных во ВНИИНГе на основе существующих приборов подобного типа ГрозНИИ и ВНИИ БТ. Приборы позволяют производить измерения в диапазоне температур до 200°C и перепадах давления до 100 кг/см².

Наряду с КССБ-1 в качестве стабилизаторов хлоркальциевых растворов исследовались реагенты КССБ-2, лигнол № 2 и хромлигносульфонатный реагент (ХЛС-4). КССБ-2 так же, как и КССБ-1, впервые был получен в ГрозНИИ и в отличие от КССБ-1 содержит фенол, добавляемый к реакционной смеси перед началом конденсации в количестве 1—3% к объему ССБ 30%-ной концентрации. Реагенты типа лигнол впервые были синтезированы нами в 1963 г. Эти реагенты представляют собой сополимеры лигносульфонатов с сульфированным новолаком (СНЛ). Путем изменения свойств новолака и варьированием соотношения ССБ:СНЛ в сополимере можно регулировать свойства получаемых реагентов в направлении повышения их термостойкости и снижения пенообразующей способности.

Детально изучался лигнол № 2, который наиболее эффективен при минимальном расходе СНЛ. Соотношение ССБ:СНЛ в лигноле № 2 равно 1:0,5. Из числа хромлигносульфонатных реагентов наиболее активен ХЛС-4, который содержит 4% бихромата калия в расчете на ССБ 30%-ной концентрации. Реакция проводится при температуре 95°C и РН-2,

величина которой регулируется серной кислотой. Условия синтеза и основные свойства большого числа реагентов каждого типа приведены в работе.

Исследование стабилизирующих свойств реагентов при высоких температурах проводилось на растворах, приготовленных из местных: амелинской и медведицкой, а также бентонитовой глин.

Наибольшей термостойкостью обладают хлоркальциевые растворы, стабилизированные лигнолом № 2. В диапазоне температур 100—150°C водоотдача этих растворов изменяется с 13 до 22 см³. Несколько выше водоотдачи у растворов, обработанных ХЛС-4 и КССБ-2. Менее термостойки ХКР, стабилизированные КССБ-1. В тех же температурных условиях водоотдача этих растворов почти в 1,5 выше, чем у растворов с лигнолом № 2. Повышение концентрации хлористого кальция до 1% существенно не отражается на термостойкости растворов, стабилизированных лигнолом № 2, ХЛС-4 и КССБ-2. В тех же условиях водоотдача ХКР, обработанных КССБ-1, резко повышается и при температуре 150°C достигает 80 см³. Важной особенностью КССБ-2, ХЛС-4 и лигнола № 2 в отличие от КССБ-1 является то, что во всем исследуемом диапазоне температур и концентраций хлористого кальция имеет место высокая обратимость водоотдачи растворов, обработанных этими реагентами. Это свидетельствует о значительной термостойкости последних в связи с особенностями их химического строения.

У растворов, обработанных КССБ-1, при температурах, превышающих 100°C, наблюдается значительное необратимое увеличение водоотдачи. В работе приведены результаты детального исследования этих явлений. На основании анализа характера кривых $V=f(\Delta P)$ показано, что необратимое повышение водоотдачи растворов, с КССБ-1, связано термической деструкцией этого реагента. Предполагается, что глина оказывает каталитическое действие на процесс деструкции. Установлено, что термостойкость растворов в значительной степени зависит от свойств применяемых глин. На каталитическую активность глин оказывают влияние электролиты. Особый интерес представляют растворы, обработанные сульфатом натрия. Добавки этой соли в количестве 3—5% вызывают повышение термостойкости. Так, при температуре 150°C водоотдача раствора, обработанного 2% КССБ-1 и 5% сульфата натрия в 1,5 раза ниже, чем у раствора, не содержащего никаких электролитов. Важным свойством раст-

воров, содержащих сульфат натрия, является обратимость их водоотдачи после нагревания, что, вероятно, является следствием уменьшения каталитической активности глины в присутствии этой соли. Сульфат натрия существенно повышает термостойкость и кальциевых растворов (гипсовых и ХКР), о чем свидетельствует уменьшение водоотдачи при температуре нагрева и обратимость этого показателя после термообработки. Однако в этом случае уровень ингибирования ограничен растворимостью сульфата кальция.

Бихромат калия повышает термостойкость по водоотдаче обычного глинистого раствора, обработанного 2% КССБ-1, и не оказывает практически никакого действия в кальциевых растворах.

Изучалось также действие температуры на структурно-механические свойства хлоркальциевых растворов. Для сопоставления проводились опыты с другими типами промывочных жидкостей. Наибольшие изменения при нагревании происходят у обычных и известковых растворов, обработанных УЩР. Особенно интенсивно загустевают известковые растворы, резкое повышение СНС которых начинается уже при температурах 100—120°C. Менее чувствительны к нагреванию известковые растворы, стабилизированные КССБ-1.

Значительно меньшее влияние оказывает температура на СНС хлоркальциевых растворов, особенно стабилизированных лигносульфонатными реагентами. При этом разжижающая способность всех исследуемых реагентов примерно одинакова.

При нагревании до 100°C СНС растворов, содержащих 0,5% хлористого кальция и 2% реагента, снижается в 1,5—2 раза и в диапазоне температур 100—150°C практически не изменяется. Повышение концентрации CaCl_2 до 1% существенных изменений не вызывает. Величины СНС охлажденных после нагревания растворов несколько ниже, чем у исходных. В хлоркальциевых растворах в меньшей степени проявляется загущающее действие извести.

Таким образом, реагенты на основе лигносульфонатов являются эффективными стабилизаторами хлоркальциевых растворов при высоких температурах. Наиболее эффективны лигнол № 2, ХЛС-4 и КССБ-2. Хлоркальциевые растворы, стабилизированные этими реагентами, обладают сравнительно низкими значениями водоотдачи и статического напряжения сдвига в диапазоне температур 100—150°C, что позволяет рекомендовать их для стабилизации хлоркальциевых ра-

створов при бурении скважин глубиной 4500—5000 м в условиях Волгоградского Поволжья.

Стабилизация хлоркальциевых растворов КССБ-1 эффективна при температурах, не превышающих 100°C. Термостойкость этих растворов может быть повышена сульфатом натрия, однако уровень ингибирования в этом случае ограничен пределом растворимости сульфата кальция.

Глава IV МЕТОДЫ ДЕГАЗАЦИИ ПРОМЫВочНЫХ РАСТВОРОВ, ОБРАБОТАННЫХ ЛИГНО- СУЛЬФОНАТНЫМИ РЕАГЕНТАМИ

В период с 1960 г. по 1963 г. предпринимались неоднократные попытки применения КССБ-1 без пеногасителей. В широких пределах варьировались концентрации реагентов (от 0,5 до 2%), технология их ввода в раствор. Однако во всех случаях через несколько долблений происходило вспенивание бурового раствора. Содержание воздуха при этом достигало 10—15%, что вызывало необходимость замены раствора. Малоэффективным оказалось и применение гидроциклонов для дегазации раствора.

Вопросы пенообразования в различных средах изучались многими исследователями. Наиболее глубокая и многообразная трактовка вопросов образования пен дана в работах П. А. Ребиндера, Д. Л. Талмуда, Б. В. Дерягина, С. С. Воюцкого, В. М. Классена, В. А. Глембодского и др. Согласно учению П. А. Ребиндера пенообразующая способность растворов обуславливается двумя факторами: а) поверхностной активностью растворенного вещества; б) значительной механической прочностью и вязкостью образуемого адсорбционного слоя. Поверхностная активность пенообразователя является необходимым, но недостаточным условием создания обильной и устойчивой пены. Наиболее сильным фактором стабилизации пен является структурно-механический фактор. Хотя ССБ и ее производные обладают малой поверхностной активностью, они образуют стойкие пены в водных растворах, вследствие высокой прочности образующихся адсорбционных пленок на поверхности пузырьков.

Вспенивание в глинистых растворах характеризуется образованием трехфазной пены, отличительной особенностью которой является высокая стабильность. Определяющее значение в образовании трехфазных пен имеет степень гидрати-

рованности глинистых частиц. Наличие гидрофобных участков на поверхности последних является необходимым условием для прилипания частиц к пузырьку воздуха. Поэтому устойчивость трехфазных пен зависит от природы глин, физико-химического состава системы, температуры и других факторов.

Исследование вспениваемости глинистых растворов и эффективности пеногасителей производилось по методике ГрозНИИ.

Опыты проводились, в основном, на глинистых растворах, приготовленных из местной амелинской глины, 30%-ной концентрации.

Исследованиями было установлено, что наибольшей пенообразующей способностью обладают растворы, обработанные ССБ. При концентрации этого реагента 1% содержание воздуха во вспененном растворе достигает 19%. Меньше пенят растворы, обработанные КССБ-1, КССБ-2 и ХЛС-4. Добавки этих реагентов в количестве 0,3—0,5% не вызывают вспенивания глинистых растворов, а при концентрации 2% содержание воздуха составляет 10—13%. У реагентов типа лигнол пенообразующая способность уменьшается по мере увеличения концентрации сульфированного новолака (СНЛ). Содержание воздуха во вспененном растворе, обработанном 2% лигнола № 2, не превышает 2—3%. Такой раствор можно применять в промышленных условиях без пеногасителей.

Добавки хлористого кальция и увеличение его концентрации вызывает повышение вспениваемости растворов с КССБ-1. Агрессивное действие электролитов может быть снижено реагентами-стабилизаторами. Весьма эффективно уменьшает пенообразование в глинистых растворах — КМЦ. Добавка этого реагента в количестве 0,3—0,4% в 2—3 раза уменьшает вспениваемость растворов, содержащих 1—1,5% КССБ-1. На основании этих данных в промышленной практике применялась комбинированная стабилизация хлоркальциевых растворов КМЦ—КССБ. Существенное влияние на вспениваемость растворов оказывает концентрация твердой фазы. Чем она выше, тем меньше пенит раствор.

Из отечественной и зарубежной практики известно много различных способов дегазации промывочных растворов: механический, акустический, вакуумный, физико-химический и другие. Широкое распространение нашли физико-химические методы дегазации. В основе действия пеногасителей лежит разрушение стабилизирующей адсорбционной пленки на

поверхности пузырьков воздуха. Во многих нефтяных районах в качестве пеногасителей применяют сивушные масла. Однако, несмотря на большой расход (0,5—1%), действие их непродолжительно. В. С. Барановым предложен в качестве пеногасителя 1%-ный раствор стеариновой кислоты в соляровом масле. С. С. Сухаревым для пеногашения предложены кальциевые мыла нафтеновых кислот. УкрВНИИГАЗом разработаны пеногасители на основе кремнийорганических полимеров. В промышленной практике используются также такие пеногасители, как парафин, соапсток, синтетические жирные кислоты, различные жиры и др. Наиболее существенным недостатком большинства приведенных пеногасителей является уменьшение их активности при нагревании.

Нами разработан новый класс пеногасителей на основе гидрофобных полимеров. Из их числа детально были исследованы полиэтилен и резины различного химического состава. Пеногасителями являются 10%-ные суспензии этих веществ в соляровом масле или керосине. Наибольший практический интерес представляют пеногасители на основе резин (РС). Изучалось влияние химического состава каучуков на активность пеногашения резин. Опытами было установлено, что наибольшей эффективностью обладает пеногаситель на основе сополимера бутадиена со стиролом марок СКС-30 и СКС-30-АРМ-15. Несколько ниже активность пеногасителей из резин натурального и На-бутадиенового каучуков. Почти не гасят пену пеногасители на основе резин, приготовленных из нитрильного и хлорпренового каучуков, вследствие снижения их гидрофобности полярными заместителями. Каучуки марок СКС-30 и СКС-30-АРМ-15 являются основными материалами, используемыми для производства резин в отечественной шинной промышленности. В связи с этим детально изучался пеногаситель РС, приготовленный из резиновых отходов шиноремонтной промышленности. Добавка этого пеногасителя в количестве 0,1—0,2% обеспечивает почти полную дегазацию обычного глинистого раствора, обработанного 2% КССБ-1. Содержание воздуха в растворе при этом уменьшается с 13% до 1,5—1%. В присутствии хлористого кальция в количестве 0,5—1% оптимальная концентрация РС в два раза больше. Несколько выше эффективность пеногасителя, приготовленного из полиэтилена (ПЭС). При дегазации как обычных, так и хлоркальциевых растворов расход его, примерно, в 1,5 раза ниже, чем РС.

Проводились сравнительные опыты с другими известными

ми в практике пеногасителями, такими как соапсток, парафин, АГ-2, полиметилсилоксан (ПМС-4000). В обычных условиях большинство из них обеспечивают эффективную дегазацию глинистых растворов, обработанных КССБ. Несмотря на то, что они различаются по расходным коэффициентам для достижения одинаковой степени дегазации. Однако, при нагревании растворов происходят значительные изменения. В диапазоне температур 20—60°C полностью теряют активность пеногасители АГ-2 и парафин. В тех же условиях остаточное содержание воздуха в растворах с пеногасителями соапсток и ПМС-4000 повышается в 2,5—3 раза. Совершенно не влияет нагревание на эффективность пеногасителей РС и ПЭС. В исследуемом диапазоне температур содержание воздуха в растворах с пеногасителями РС и ПЭС не изменяется. Было установлено также, что пеногасители РС и ПЭС могут с успехом использоваться для дегазации высокоминерализованных растворов, обработанных КССБ-1. При этом расход их примерно такой же, как в хлоркальциевых растворах. Выявлена универсальность действия пеногасителей РС и ПЭС. Так, добавка РС в количестве 0,3% уменьшает содержание воздуха в растворе, обработанном 0,1% сульфанола, с 40% до 3—4%.

Таким образом, при бурении глубоких скважин наиболее эффективная дегазация промывочных растворов может осуществляться с помощью разработанных нами пеногасителей на основе резины и полиэтилена.

Глава V

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ХЛОРКАЛЬЦИЕВЫХ РАСТВОРОВ, СТАБИЛИЗИРОВАННЫХ КССБ-1 С ПЕНОГАСИТЕЛЯМИ РС И ПЭС

Испытания проводились в 1964—1965 гг. на ряде глубоких разведочных скважин объединения «Нижевожскнефть». Вследствие отсутствия КССБ-2 применялось только КССБ-1, хотя в отдельных случаях требовались более термостойкие реагенты.

Целью испытаний было:

а) определить порог термостойкости хлоркальциевых растворов, стабилизированных КССБ-1, в промысловых условиях; изучить влияние различных факторов на термостойкость этой системы;

б) выявить эффективность и особенности технологии применения пеногасителей РС и ПЭС в условиях скважин.

В течение указанного периода времени ХКР, стабилизированные КССБ с пеногасителями РС и ПЭС были внедрены на 18 скважинах.

С применением КССБ-1 значительно облегчилось регулирование основных показателей ХКР. Так, при бурении скважин на Паникской и Шляховской площадях глубиной 3000—3300 м с помощью КМЦ водоотдачу ХКР удавалось регулировать лишь на уровне 15—25 см³. Содержание ионов кальция в фильтрате этих растворов не превышало 0,12—0,15%. Водоотдача буровых растворов, измеренная при соответствующих забойных температурах 80—100°C, повышается до 80—90°C. В скважине № 182 Паникско-Шляховской площади, пробуренной в аналогичных условиях с промывкой ХКР, стабилизированной КССБ-1, показатели раствора были значительно лучше.

Несмотря на более высокое содержание ионов кальция в фильтрате (0,2—0,25%), водоотдача по ВМ-6 в процессе всего бурения (до 3070 м) не превышала 4—6 см³. Аналогичные результаты были получены при бурении скважин № 228, 296, 297 Жирновской площади, № 305 и 355 Бахметьевской площади и др., забойные температуры в которых не превышали 100°C. Водоотдача буровых растворов, измеренная при соответствующих забойных температурах (80—100°C), равнялась 10—15 см³. Расход КССБ-1 по указанным скважинам составил 100—150 л на 1 м проходки. Лабораторными исследованиями этих растворов было установлено, что пределом их термостойкости являются температуры 100—120°C, выше которых происходит необратимое увеличение водоотдачи. Эти данные подтвердились при бурении скважин на Коробковской площади.

В скважине № 85 при глубине 3900 м температура достигла 140°C. Несмотря на значительный расход КССБ-1 (более 200 л на 1 м проходки), водоотдачу ХКР по ВМ-6 удавалось поддерживать лишь на уровне 14—18 см³, величина этого показателя при температуре 140°C повышалась до 32—35 см³. В этих условиях необходимы более термостойкие реагенты, такие как КССБ-2, лигнол № 2, ХЛС-4. При бурении всех скважин с промывкой хлоркальциевыми растворами с КССБ-1 регулирование структурно-механических показателей особых затруднений не вызывало. При нагревании растворов до 100°C их статическое напряжение сдвига

несколько снижается и практически не изменяется в диапазоне температур 100—150°C.

Другой важной задачей промысловых испытаний было выявление эффективности пеногасителей РС и ПЭС в условиях скважины. Особый интерес представляют результаты работ при бурении скважины № 182 Паникско-Шляховской площади, где в системе высококальциевого раствора, стабилизированного КССБ-1, применялись оба пеногасителя РС и ПЭС. Интервал 1589—2911 м, представленный, в основном, аргиллитами девона, был пробурен с применением указанной системы промывочной жидкости. Основные показатели бурового раствора в процессе бурения всего интервала поддерживались на следующем уровне: удельный вес — 1,25—1,28 г/см³; вязкость — 40—50 сек; водоотдача 4—6 см³, СНС₁ — 80—100 мг/см²; СНС₁₀ — 90—120 мг/см²; содержание ионов кальция в фильтрате 0,2—0,25%. Концентрация КССБ-1 в растворе регулировалась в пределах 2—2,5%, концентрация хлористого кальция 0,7—1%.

При бурении интервала 1589—2240 м предотвращение вспенивания бурового раствора осуществлялось пеногасителем ПЭС. Концентрация его в растворе не превышала 0,1% (в расчете на полиэтилен). Содержание воздуха в растворе при этом лишь иногда поднималось до 2%, что свидетельствует о весьма высокой эффективности применяемого пеногасителя. Добавление КССБ-1 к раствору в количестве 0,5—0,7% не вызывало необходимости дополнительного ввода пеногасителя. Чаше, наоборот, это приводило к уменьшению вспенивания бурового раствора вследствие его разжижения.

При бурении указанного интервала (651 м) было израсходовано 400 кг полиэтилена и 5 т солярового масла, что на 1 м проходки составляет соответственно 0,61 кг и 7,7 кг.

В интервале 2240—2911 м дегазация бурового раствора осуществлялась пеногасителем РС. В процессе испытания было установлено, что пеногаситель РС обладает примерно такой же активностью, как ПЭС. Расход его несколько выше и составляет 0,2—0,3% к объему бурового раствора (в расчете на резину). Как и при бурении предыдущего интервала содержание воздуха в растворе не превышало 0—2%. Расход резинового порошка на 1 м проходки составил 2,1 кг, солярового масла 22,3 кг.

Высокоэффективным оказался пеногаситель РС и при бурении скважин с промывкой ХКР, стабилизированных КССБ-1, в условиях интенсивных газопроявлений (ск. № 228,

296 и 297 Жирновской площади и скв. № 85 и 86 Коробковской площади). Содержание газа в выходящем из скважины растворе достигало 20—30%, забойные температуры до 140°C. Однако и в этих жестких условиях в процессе движения по желобной системе буровой раствор эффективно дегазировался. Остаточное содержание газа не превышало 3—4%.

Таким образом, проведенные испытания выявили высокую эффективность пеногасителей РС и ПЭС. Важной особенностью пеногасителя РС является его доступность и низкая стоимость.

В течение 1964—65 гг. с промывкой ХКР, стабилизированными КССБ-1 с пеногасителями РС и ПЭС, по объединению «Нижевожскнефть» пробурено более 15.000 м. Применение этой системы растворов позволило значительно сократить затраты времени на осложнения из-за осыпей и обвалов неустойчивых глинистых пород. Экономическая эффективность от внедрения хлоркальциевых растворов только в 1964 г. составила более 120 тыс. рублей.

Разработанные нами рецептуры хлоркальциевых растворов, стабилизированных лигносульфонатными реагентами с пеногасителем РС, нашли широкое применение не только в Волгоградской области, но и во многих других нефтяных районах страны (Саратов, Куйбышев, Украина и др.).

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Разработаны эффективные методы стабилизации хлоркальциевых растворов в диапазоне температур 100—150°C, для бурения скважин глубиной 4500—5000 м в условиях Волгоградского Поволжья.

2. Из числа исследованных лигносульфонатных реагентов наиболее активными являются лигнол № 2, ХЛС-4, КССБ-2. Хлоркальциевые растворы, стабилизированные этими реагентами, обладают сравнительно низкими значениями водоотдачи и статического напряжения сдвига при исследуемых температурах.

3. Стабилизация глинистых растворов КССБ-1 эффективна при температурах, не превышающих 100—120°C. При более высоких температурах происходит необратимое увеличение водоотдачи. Сульфат натрия существенно повышает термостойкость растворов, стабилизированных КССБ-1, однако

несколько снижается и практически не изменяется в диапазоне температур 100—150°C.

Другой важной задачей промысловых испытаний было выявление эффективности пеногасителей РС и ПЭС в условиях скважины. Особый интерес представляют результаты работ при бурении скважины № 182 Паникско-Шляховской площади, где в системе высококальциевого раствора, стабилизированного КССБ-1, применялись оба пеногасителя РС и ПЭС. Интервал 1589—2911 м, представленный, в основном, аргиллитами девона, был пробурен с применением указанной системы промывочной жидкости. Основные показатели бурового раствора в процессе бурения всего интервала поддерживались на следующем уровне: удельный вес — 1,25—1,28 г/см³; вязкость — 40—50 сек; водоотдача 4—6 см³, СНС₁ — 80—100 мг/см²; СНС₁₀ — 90—120 мг/см²; содержание ионов кальция в фильтрате 0,2—0,25%. Концентрация КССБ-1 в растворе регулировалась в пределах 2—2,5%, концентрация хлористого кальция 0,7—1%.

При бурении интервала 1589—2240 м предотвращение вспенивания бурового раствора осуществлялось пеногасителем ПЭС. Концентрация его в растворе не превышала 0,1% (в расчете на полиэтилен). Содержание воздуха в растворе при этом лишь иногда поднималось до 2%, что свидетельствует о весьма высокой эффективности применяемого пеногасителя. Добавление КССБ-1 к раствору в количестве 0,5—0,7% не вызывало необходимости дополнительного ввода пеногасителя. Чаше, наоборот, это приводило к уменьшению вспенивания бурового раствора вследствие его разжижения.

При бурении указанного интервала (651 м) было израсходовано 400 кг полиэтилена и 5 т солярового масла, что на 1 м проходки составляет соответственно 0,61 кг и 7,7 кг.

В интервале 2240—2911 м дегазация бурового раствора осуществлялась пеногасителем РС. В процессе испытания было установлено, что пеногаситель РС обладает примерно такой же активностью, как ПЭС. Расход его несколько выше и составляет 0,2—0,3% к объему бурового раствора (в расчете на резину). Как и при бурении предыдущего интервала содержание воздуха в растворе не превышало 0—2%. Расход резинового порошка на 1 м проходки составил 2,1 кг, солярового масла 22,3 кг.

Высокоэффективным оказался пеногаситель РС и при бурении скважин с промывкой ХКР, стабилизированных КССБ-1, в условиях интенсивных газопроявлений (ск. № 228,

296 и 297 Жирновской площади и скв. № 85 и 86 Коробковской площади). Содержание газа в выходящем из скважины растворе достигало 20—30%, забойные температуры до 140°C. Однако и в этих жестких условиях в процессе движения по желобной системе буровой раствор эффективно дегазировался. Остаточное содержание газа не превышало 3—4%.

Таким образом, проведенные испытания выявили высокую эффективность пеногасителей РС и ПЭС. Важной особенностью пеногасителя РС является его доступность и низкая стоимость.

В течение 1964—65 гг. с промывкой ХКР, стабилизированными КССБ-1 с пеногасителями РС и ПЭС, по объединению «Нижевожскнефть» пробурено более 15.000 м. Применение этой системы растворов позволило значительно сократить затраты времени на осложнения из-за осыпей и обвалов неустойчивых глинистых пород. Экономическая эффективность от внедрения хлоркальциевых растворов только в 1964 г. составила более 120 тыс. рублей.

Разработанные нами рецептуры хлоркальциевых растворов, стабилизированных лигносульфонатными реагентами с пеногасителем РС, нашли широкое применение не только в Волгоградской области, но и во многих других нефтяных районах страны (Саратов, Куйбышев, Украина и др.).

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Разработаны эффективные методы стабилизации хлоркальциевых растворов в диапазоне температур 100—150°C, для бурения скважин глубиной 4500—5000 м в условиях Волгоградского Поволжья.

2. Из числа исследованных лигносульфонатных реагентов наиболее активными являются лигнол № 2, ХЛС-4, КССБ-2. Хлоркальциевые растворы, стабилизированные этими реагентами, обладают сравнительно низкими значениями водоотдачи и статического напряжения сдвига при исследуемых температурах.

3. Стабилизация глинистых растворов КССБ-1 эффективна при температурах, не превышающих 100—120°C. При более высоких температурах происходит необратимое увеличение водоотдачи. Сульфат натрия существенно повышает термостойкость растворов, стабилизированных КССБ-1, однако

уровень ингибирования в этом случае ограничен пределом растворимости сульфата кальция.

4. Лигносульфонатные реагенты образуют устойчивые пены в глинистых растворах. Пенообразующая способность лигносульфонатов уменьшается при повышении степени их укрупнения. Низкой вспениваемостью обладают растворы, обработанные реагентами типа лигнол. Реагент лигнол № 2 можно применять в промышленных условиях без пеногасителей.

5. Вспениваемость глинистых растворов зависит от качества и концентрации твердой фазы, характера и степени минерализации, температуры и других факторов. При повышении концентрации твердой фазы вспениваемость растворов уменьшается.

6. Разработаны и исследованы новые пеногасители РС и ПЭС, представляющие собой суспензии резины и полиэтилена в соляровом масле или керосине. Изучено влияние химического состава каучуков на пеногасящие свойства резины. Пеногасители РС и ПЭС отличаются высокой активностью при дегазации обычных, хлоркальциевых и высокоминерализованных растворов, стабилизированных лигносульфонатными реагентами.

7. Сопоставление новых пеногасителей с другими известными в практике бурения, такими, как парафин, АГ-2 и ПМС-4000, показывает более высокую эффективность РС и ПЭС, особенно при повышенных температурах.

8. Проведенные промышленные испытания разработанных рецептур хлоркальциевых растворов полностью подтвердили результаты лабораторных исследований. Применение КССБ-1 в качестве стабилизатора позволило на большинстве скважин легко регулировать основные показатели ХКР на заданном уровне. Порогом термостойкости этой системы в промышленных условиях определены температуры 100—120°C. Выявлена высокая эффективность пеногасителей РС и ПЭС в системе ХКР, стабилизированных КССБ-1, а также в условиях интенсивных газопроявлений и высоких температур.

9. Внедрение хлоркальциевых растворов, стабилизированных КССБ-1 с пеногасителями РС и ПЭС, позволило значительно сократить осложнения, связанные с осыпями и обвалами неустойчивых глин. В настоящее время эта система растворов является основным типом промывочных жидкостей, применяемых при бурении глубоких скважин в осложненных условиях Волгоградского Поволжья.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ ОПУБЛИКОВАНЫ:

1. Аваньев А. Н., Липкес М. И. «Стабилизация промывочных растворов при высоких температурах», труды ВНИИНГ, вып. 5, 1965.
2. Аваньев А. Н., Липкес М. И., Носова Р. С. «Новые пеногасители для промывочных растворов», там же.
3. Липкес М. И., Гайнцев А. Ф., Аваньев А. Н., Духон П. Ю. «Опыт применения высококальциевых растворов при бурении в пестроцветных глинах пермтриаса», там же.
4. Нестеренко И. С., Аваньев А. Н., Глубоков А. А. «Приборы для измерения показателей глинистых растворов при высоких температурах», там же.
5. Липкес М. И., Аваньев А. Н. «Комбинированная стабилизация кальциевых растворов КССБ и КМЦ при высоких температурах и давлениях». Совершенствование проводки нефтяных и газовых скважин, 1965 г. Недра.
6. Аваньев А. Н. «Стабилизация промывочных растворов при бурении глубоких скважин». Сборник материалов научно-технической сессии по повышению термостойкости и солестойкости промывочных растворов. ЦНИИТЭнефтегаз, 1965 г. (в печати).
7. Липкес М. И., Аваньев А. Н. «Способ приготовления реагента для глинистых растворов». Бюллетень изобретений и товарных знаков, № 9, 1964.

уровень ингибирования в этом случае ограничен пределом растворимости сульфата кальция.

4. Лигносульфонатные реагенты образуют устойчивые пены в глинистых растворах. Пенообразующая способность лигносульфонатов уменьшается при повышении степени их укрупнения. Низкой вспениваемостью обладают растворы, обработанные реагентами типа лигнол. Реагент лигнол № 2 можно применять в промышленных условиях без пеногасителей.

5. Вспениваемость глинистых растворов зависит от качества и концентрации твердой фазы, характера и степени минерализации, температуры и других факторов. При повышении концентрации твердой фазы вспениваемость растворов уменьшается.

6. Разработаны и исследованы новые пеногасители РС и ПЭС, представляющие собой суспензии резины и полиэтилена в соляровом масле или керосине. Изучено влияние химического состава каучуков на пеногасящие свойства резины. Пеногасители РС и ПЭС отличаются высокой активностью при дегазации обычных, хлоркальциевых и высокоминерализованных растворов, стабилизированных лигносульфонатными реагентами.

7. Сопоставление новых пеногасителей с другими известными в практике бурения, такими, как парафин, АГ-2 и ПМС-4000, показывает более высокую эффективность РС и ПЭС, особенно при повышенных температурах.

8. Проведенные промышленные испытания разработанных рецептур хлоркальциевых растворов полностью подтвердили результаты лабораторных исследований. Применение КССБ-1 в качестве стабилизатора позволило на большинстве скважин легко регулировать основные показатели ХКР на заданном уровне. Порогом термостойкости этой системы в промышленных условиях определены температуры 100—120°C. Выявлена высокая эффективность пеногасителей РС и ПЭС в системе ХКР, стабилизированных КССБ-1, а также в условиях интенсивных газопроявлений и высоких температур.

9. Внедрение хлоркальциевых растворов, стабилизированных КССБ-1 с пеногасителями РС и ПЭС, позволило значительно сократить осложнения, связанные с осыпями и обвалами неустойчивых глин. В настоящее время эта система растворов является основным типом промывочных жидкостей, применяемых при бурении глубоких скважин в осложненных условиях Волгоградского Поволжья.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ ОПУБЛИКОВАНЫ:

1. Аваньев А. Н., Липкес М. И. «Стабилизация промывочных растворов при высоких температурах», труды ВНИИНГ, вып. 5, 1965.
2. Аваньев А. Н., Липкес М. И., Носова Р. С. «Новые пеногасители для промывочных растворов», там же.
3. Липкес М. И., Гайнцев А. Ф., Аваньев А. Н., Духон П. Ю. «Опыт применения высококальциевых растворов при бурении в пестроцветных глинах пермотриаса», там же.
4. Нестеренко И. С., Аваньев А. Н., Глубоков А. А. «Приборы для измерения показателей глинистых растворов при высоких температурах», там же.
5. Липкес М. И., Аваньев А. Н. «Комбинированная стабилизация кальциевых растворов КССБ и КМЦ при высоких температурах и давлениях». Совершенствование проводки нефтяных и газовых скважин, 1965 г. Недра.
6. Аваньев А. Н. «Стабилизация промывочных растворов при бурении глубоких скважин». Сборник материалов научно-технической сессии по повышению термостойкости и солестойкости промывочных растворов. ЦНИИТЭнефтегаз, 1965 г. (в печати).
7. Липкес М. И., Аваньев А. Н. «Способ приготовления реагента для глинистых растворов». Бюллетень изобретений и товарных знаков, № 9, 1964.