ИССЛЕДОВАНИЕ ИНГИБИРУЮЩИХ РАСТВОРОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ СТЕНОК СТВОЛА СКВАЖИНЫ В СЛОЖНЫХ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Батюшкин Сергей Витальевич

студент, Тюменский Индустриальный Университет, РФ, г. Тюмень

Паникаровский Евгений Валентинович

научный руководитель, доцент, Тюменский Индустриальный Университет, РФ, г. Тюмень

Проведенные за последнее время исследования, а также накопленный опыт бурения позволяют выделить основные виды нарушений целостности стенок скважин при бурении глинистых пород: желообразование и кавернообразование, сужение ствола, осыпи и обвалы, которые приводят к ухудшению технико-экономических показателей бурения и увеличению стоимости строительства скважины. На устойчивость ствола скважины оказывают влияние поровые и боковые горные давления, тектонические напряжения, характер залегания глинистой толщи и степень ее уплотнения. Кроме того, большое значение имеет взаимодействие бурового раствора с горными породами. С целью исключения потенциальных осложнений, связанных с бурением глинистых больших интервалов глинистых пород, необходим тщательный выбор типа и параметров бурового раствора. Выбор типа бурового раствора чаще базируется на практическом опыте исполнителей работ и зачастую ограничивается наличием тех или иных материалов и реагентов. Такой подход нередко является причиной применения либо бурового раствора с завышенными ингибирующими свойствами, что приводит к необоснованно высоким затратам средств и материалов, либо раствора, обладающего недостаточными ингибирующими свойствами, и, как результат этого, не достижение поставленной цели – предотвращения ожидаемых осложнений. Поэтому научный подход к разработке составов буровых промывочных растворов, использование при этом актуальной геолого-технической информации строительства скважин в регионе, проведение исследований с применением естественных керновых или шламовых материалов позволяет получить оптимальные составы, соответствующие конкретным горно-геологическим условиям строительства скважин. Задачи предотвращения набухания и диспергирования глины при контакте с буровым раствором сводятся к поиску реагентов или их сочетанию, способных эффективно улучшить ингибирующие свойства раствора. Такое сочетание позволит получить высокоэффективный буровой раствор и обеспечит стабилизацию глинистых отложений при контакте с ним. При бурении горизонтальных и пологих наклонно-направленных скважин на месторождениях Западной Сибири отмечены осложнения, связанные с затяжками и посадками, отсутствием свободного хождения инструмента без циркуляции. Осложненные интервалы при этом представлены как активными глинами в интервалах березовской и кузнецовской свит верхнемеловых отложений, так и прослаиванием легко осыпающихся аргиллитов и глинистых алевролитов нижнемеловых и верхнеюрских отложений. Для решения данной проблемы было предложено использование бурового раствора с добавлением многофункционального комплексного реагента «PolySilpotassium», содержащего в своем составе высокомодульные силикаты, полимер, модифицированный битум и добавки. При этом каждая добавка выполняет определенную функцию:

1) силикат натрия или калия – подавляет гидратацию и набухание глин, оказывает крепящее действие на глинистые породы;

2) полимер – снижает показатель фильтрации, уменьшает глубину проникновения фильтрата раствора в микротрещиноватые глинистые породы за счет увеличения его вязкости,

Батюшкин С.В. Исследование ингибирующих растворов для повышения устойчивости стенок ствола скважины в сложных горно-геологических условиях // Студенческий форум: электрон. научн. журн. 2020. № 42(135). URL: https://nauchforum.ru/journal/stud/135/83066 (дата обращения: 05.09.2025).

инкапсулирует выбуренную породу;

3) гидрофобизаторы (модифицированный битум) – блокируют микротрещины в глинистых породах на стенках скважины, предотвращает осыпи и обвалы, а также гидратацию глин.

Многофункциональный комплексный реагент «PolySilpotassium» представляет собой синергетическую смесь компонентов.При растворении в пресной воде образующих пространственные структуры, устойчивые к солевой агрессии щелочных металлов и действию высоких температур (до 150 °С), препятствующие глубокому проникновению раствора в поры и микротрещины, поддерживающие структурно-реологические свойства раствора, ингибирующие увлажнение и разупрочнение глинистых пород на стенках скважины.

В настоящее время существуют различные методы определения эффективности реагентов-ингибиторов в буровых растворах, такие как:

- оценка величины набухания образцов пород в среде буровых растворов (как с использованием цельного кернового материала, так и подготовленных из дезинтегрированного керна/шлама);

- изменение реологических свойств и содержания коллоидной глинистой фазы раствора при добавлении глинопорошка или измельченной глинистой породы;

- изменение геометрических размеров и физико-механических свойств образцов пород (визуально и с использованием лабораторных приборов и оборудования) после воздействия бурового раствора.

Указанные методы исследований, в целом, учитывают физико-химические факторы, влияющие на ингибирующую способность буровых растворов, и определяют степень эффективности реагентов по их непосредственному назначению. Так же могут применяться более сложные способы: определение прочности пород на сжатие, динамика деформации и разрушения под нагрузкой до и после воздействия бурового раствора и другие. Первоначальным этапом процесса изучения гидратации глин в присутствии различных реагентов-ингибиторов проводилось на приборе OFITE для определения набухания глинистых пород в динамических условиях, конструкция которого позволяет одновременно испытывать до четырех образцов при температурах до 80°С в динамических условиях, приближенных к скважинным. Данный метод испытаний заключается в определении линейного увеличения образца породы при воздействии бурового раствора. Прибор предназначен для измерения величины и динамики набухания искусственно приготовленных глинистых образцов или образцов керна в среде исследуемого флюида (бурового раствора). Результаты испытания представляются в графическом виде и отображают степень набухания образца в зависимости от времени его нахождения в растворе. Тестер позволяет определить ингибирующую способность бурового раствора по отношению к набуханию глинистых минералов. Тестер оснащается измерительными головками для одновременного исследования до четырех проб керна или проб буровых растворов. Данные, поступающие с измерительных головок, регистрируются, обрабатываются и отображаются в графическом виде при помощи специализированного программного обеспечения, установленного на персональном компьютере. Образец породы истирали при помощи ротационной мельницы до размера частиц < 0,07 мм, чтобы в дальнейшем создать модельный однородный образец, затем высушивали в термошкафу при t = 105±5°С и помещали в эксикатор. Для проведения испытания образцы изготавливали (спрессовывали в цилиндрические таблетки) при помощи двухместного гидравлического компактора (пресса). Порошкообразный материал помещали в цилиндрическую пресс-форму, создавали сжимающее давление 68,9 МПа (10000 psi), которое поддерживали постоянным на протяжении всего времени формирования образцов – 1,5 часа. Создаваемое при помощи ручного гидравлического насоса давление контролируется по стрелочным манометрам. Суть исследований заключается в определении линейного увеличения образца породы (относительные значения, по сравнению с исходной высотой) под воздействием тестируемого бурового раствора. При проведении лабораторных испытаний был использован образец шлама, отобранный в интервале 2650–2800 м на Пякяхинском месторождении. Установлено, что неустойчивые отложения рассматриваемого интервала представлены легко осыпающимися переслаивающимися аргиллитами и глинистыми

алевролитами. Основными глинистыми минералами, образующими данные породы, являются каолинит, хлорит и гидрослюда, присутствующие в различных количествах.

Лабораторные испытания проводились в водных растворах различных реагентов в концентрации 2%. Результаты исследований свидетельствуют о том, что наиболее эффективным реагентом, предотвращающим набухание глин, является комплексный «PolySilpotassium», величина «набухания» глин составляет 13,7%. При комбинировании различных реагентов также не удалось достичь максимального значения ингибирующей способности, полученного при испытании «PolySilpotassium».

Простейшим буровым раствором, применяемым при бурении в глинистых разрезах Западной Сибири, является трехкомпонентная инкапсулирующая система, состоящая из воды, азотсодержащего полимера и модифицированного бентонитового глинопорошка. Стабилизирующие, флоккулирующие и гидрофобизирующие свойства этих растворов дают возможность свести к минимуму обогащение раствора выбуренной породой, сохранить устойчивость стенок скважин. Для проведения исследований был использован шлам Повховского месторождения в интервале отбора 750–1200 м (таллицкая, ганькинская и березовская свиты). Образец породы истирали при помощи ротационной мельницы до размера фракции < 0,07 мм, чтобы в дальнейшем создать модельный однородный образец. Далее порошкообразный материал спрессовывали в цилиндрические таблетки при помощи двухместного гидравлического компактора при давлении 68,9 МПа (10000 psi). Это говорит о низкой ингибирующей способности ПГК. По полученным результатам можно судить о преимуществе растворов на основе комплексного PolySilpotassium и высокомолекулярного азотсодержащего полимера марки Flodrill 1040. Хорошим показателем является и то, что образец глинистой породы после воздействия данных типов растворов остался твердым.

Список литературы:

1. Методические указания по научно-исследовательской работе для магистров всех форм обучения направления 21.04.01 Нефтегазовое дело по программам кафедры «Бурение нефтяных и газовых скважин»/ И.И. Клещенко, доктор геолого-минералогических наук, Ю.В. Ваганов кандидат технических наук. – Тюмень: ТИУ, 2017 г.

2. Интернет ресурс: Источник: https://elibrary.ru

3. Петров Н.А. Повышение качества первичного и вторичного вскрытия нефтяных пластов / Н. А. Петров, В. Г. Султанов, В. Г. Конесев, И. Н. Давыдова; под ред. проф. Г. В. Конесева. – СПб.: ООО «Недра», 2007. – 544 с.