

ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ УСТОЙЧИВОСТЬ ГЛИНИСТЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ БУРЕНИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИХ УСТОЙЧИВОСТИ

Чумак Андрей Иванович

магистрант, Тюменский Индустриальный Университет, РФ, г. Тюмень

Овчинников Василий Павлович

научный руководитель, д-р. техн. наук, профессор, Тюменский Индустриальный Университет, РФ, г. Тюмень

Влияние буровых растворов на устойчивость глинистых отложений в процессе бурения

Особенность состояния стенок скважины, сложенных глинами заключается в их склонности к потере устойчивости после вскрытия [1÷10]. Потеря устойчивости глинистых отложений обусловлена их деформацией под действием напряженного состояния пород, являющегося результатом действия горного давления.

Напряженно-деформированное состояние горных пород вблизи скважины меняется под воздействием бурового раствора.

Большую роль в передаче горного давления играет влажность породы [11].

Исследования специалистов показали, что деформация горных пород не всегда связана с наличием в ней глинистых минералов. Погружение отдельных образцов глины в деионизированную воду показало отсутствие их взаимодействия с водой, т.е. глина была не набухающей. Это позволило авторам данной работы утверждать, что вопрос о понимании физической характеристики глины, способной описать ее способность к разрушению при контакте с жидкостью, стоит особо остро.

Одни исследователи за основную причину неустойчивости принимают набухание и размокание глинистых пород. Другие [12] приходят к выводу, что утяжеление бурового раствора не препятствует кавернообразованию в глинистых отложениях, а минимизация водоотдачи буровых растворов не обеспечивает сохранения устойчивости стенок скважин. Третьи [13] считают, что на устойчивость глинистых пород сильно влияет величина водоотдачи бурового раствора.

Поэтому ряд исследователей [2, 8, 11] за основную причину неустойчивости приняли совместное действие двух факторов: напряженное состояние горных пород на стенках скважин и физико-химическое воздействие фильтрата промывочных жидкостей.

Процесс разрушения глины при взаимодействии глины с водой принято разбивать на два макроэтапа. Первым этапом является всасывание глиной воды и ее разбухание, вторым этапом является диспергирование гидратированных частиц глины. Факторы, определяющие процесс разрушения глины, в виде схемы, приведены на рисунке 2.1 [4].

Выделяются следующие особенности процесса разрушения глины. Объемное разрушение глины происходит при гидратации и набухании глины, а также при восстановлении воды из

деформированного состояния (металлизированная вода) в состояние атомного вещества.

**Процесс разрушения стенок скважины в
глинистых отложениях**

Изменение объема при
вскрытии

Диспергирование

Появление напряжений,
приводящих к
разрушению стенок
скважины

Гидратация -
впитывание воды,
сопровожающееся
упрочнением связей
воды в глине

Деформация связей в
глине под действием
перепада давления между
скважиной и в горном
массиве

Набухание

Степень деформации
связей - металлизация

Показатель текучести

$P=100 \div 200$ МПа при
 $\rho=2300$ кг/м³, $H=4800$ м

Число пластичности

Геотектоническое
движение

Рисунок 2.1. Факторы, определяющие процесс разрушения стенок скважины, сложенных глинистыми отложениями

Увеличение объема глины в процессе гидратации, т.е. появление деформаций, способствует появлению напряжений в породе на стенке скважины и ее последующему разрушению. Все эти процессы характеризуют глины, отличающиеся высоким показателем пластичности и малым показателем текучести, т.е. способные впитать в себя значительные количества воды.

С увеличением влажности глины, т.е. показателя текучести, роль степени увеличения объема глины будет снижаться. Величина напряжений, способных привести к появлению усилий, разрушающих глину на стенке скважины, будет падать. Значительное разбавление глины инертным компонентом (обломки горной породы, песком и др.), последние будут составлять структурный каркас глинистых отложений, определяют их поведение под действием горного давления. В этом случае, устойчивость стенок скважины будет определяться, состоянием каркаса, создаваемого инертными компонентами глинистых отложений.

Несколько иным поведением, в пластовых условиях, будут характеризоваться глины, обладающие малыми величинами показателя пластичности, т.е. обладающие малой впитывающей способностью по отношению к воде. При контакте с водой и впитывании малого количества воды подобные глины, увеличиваясь в объеме, разрушают стенки скважины. Но их, относительно низкая гидрофильность, заставляет такую глину сразу диспергировать, независимо от их влажностного состояния, т.е. показателя текучести. Для стабилизации ствола скважины в подобных глинистых отложениях, должны использоваться технические мероприятия, отличные по методам воздействия на глину, обладающую высокими показателями пластичности.

Рассмотрим, какие виды буровых растворов рекомендуются для бурения в глинистых отложениях.

2.2.2 Буровые растворы, используемые для разбуривания глинистых отложений

Традиционно, проблему ингибирования гидратации глин решают преимущественно путем электростатической защиты, использованием растворов, содержащих ионы: Ca^{++} , Mg^{++} , Na^{+} , K^{+} , полиакриламид и гидролизированный по-

лиакриламид, а также различных растворов на углеводородной основе. В РФ наибольшее распространение получили калиевые буровые растворы, а также растворы, содержащие жидкое стекло.

Известно техническое направление, направленное на управление прочностью стенок скважины, основанное на применении жидкого стекла. Это направление предлагает использовать силикатные буровые растворы для бурения в глинах. В Башкирии, при бурении параметрических скважин глубиной до 5500 м [3] были успешно применены малосиликатные и полимерсиликатные глинистые и меловые буровые растворы в интервалах бурения неустойчивых аргиллитовых и габбро-диабазовых горных породах.

Данное направление на сегодняшний день получило широкое и успешное распространение, но в ряде горно-геологических условий оно не всегда себя оправдывает. На наш взгляд, это обусловлено высокой гидрофильностью гидрата кремнезема. Высокая гидрофильность гидрата кремнезема приводит к разрушению исходной структуры воды в буровом растворе и последующему резкому снижению его реологических параметров в процессе обработки раствора жидким стеклом, что способствует формированию сальников из-за не выноса крупноразмерного шлама и его накопления в скважине. Другим осложняющим фактором является резкое загущение раствора из-за особенностей его полимеризации в присутствии некоторых полимеров и при большом содержании твердой фазы в составе раствора.

Для стабилизации твердых глин в Западном Казахстане было предложено использовать в

качестве углеводородного кольматанта нефть или окисленный битум. Аналогичное решение предлагает компания Везерфорд, применяя для стабилизации глинистых отложений сульфированный битум.

Некоторый успех в борьбе с осложнениями при бурении неустойчивых глиноаргиллитовых пород в США наметился после применения хлоркалийевых буровых растворов. Положительные результаты были получены в Урало-Поволжье и, в частности, в Пермской области при обработке этих растворов полиакриламидом. Однако полностью исключить осложнения, применяя данный состав растворов, не удалось.

За рубежом и в РФ с целью предотвращения разрушения глин в составе буровых растворов применяли многоатомные спирты (глицерин, триэтленгли-коль и др.) в количествах 20÷35 %, что обеспечило устойчивость глинистых сланцев. Однако использование спиртовых буровых растворов сдерживалось из-за высокого расхода спиртов и регулирования его параметров с увеличением температуры. В дальнейшем получение новых систем буровых растворов было связано с применением многоатомных спиртов на основе полиалкиленгликоля [3].

Новым направлением в создании буровых растворов, обеспечивающих устойчивость глинистых отложений в процессе их разбуривания, являются спиртосодержащие буровые растворы. Данное направление интенсивно развивается как отечественными исследователями (БашНИПИнефть, УГНТУ, НПО «Бурение») так и зарубежными компаниями Baroid drilling fluids, M-I SWACO, Бейкер Хьюз Дриллинг Флюидс (Glydril; AQUA-DRILLSM). Специалисты сходятся во мнении, что буровой раствор, содержащий гликоли – высокоэффективная, экологически безопасная альтернатива традиционным буровым растворам на нефтяной и синтетической основе.

Компания M-I SWACO для стабилизации ствола скважины, сложенного глинами, предлагает для использования несколько типов бурового раствора. SILDRILL – данная система разработана на основе использования жидкого стекла с высоким силикатным модулем. Буровой раствор M-I SWACO Ultradril отмечается как система на водной основе с уникальным подходом тройного ингибирования.

Бейкер Хьюз Дриллинг Флюидс предлагает буровой раствор PERFORMAXSM, объявляемый буровым раствором на водной основе 3-го поколения. Он обладает характеристиками, которые ранее были возможны только у растворов на основе эмульсий.

Baroid drilling fluids для бурения в глинах предлагается буровой раствор BOREMAX. Степень разбавления данного раствора при бурении в глинах в 2 раза ниже в сравнении с KCl-полимерным раствором. На месторождении компании «EDC (Europe) Ltd» при бурении скважины в неустойчивых сланцах использовался ингибитор PerformaTrol™ в сочетании с гликолем общего назначения (GEM GP). Другим предложением фирмы Baroid drilling fluids для бурения в глинистых отложениях является буровой раствор «Hydro-Guard».

Применение буровых растворов на водной основе не всегда позволяет обеспечить стабильность глинистых отложений в процессе бурения. Поэтому применяют буровые растворы на основе эмульсий или углеводородных жидкостей [2, 5, 7, 13]. Использование углеводородных жидкостей в виде нефти, дизельного топлива и др., а также эмульсий на их основе в качестве буровых растворов требует решения сложных экологических и технологических вопросов, связанных с их утилизацией. Поэтому необходимо выбирать экологически безопасные, нетоксичные и пожаровзрывобезопасные углеводороды. Растворы на основе подобных соединений именуют синтетическими буровыми растворами.

Термин «синтетические» означает, что дисперсионная среда подобных растворов получена искусственным (синтетическим) путем. Ограничителем их использования является стоимость. Однако если при строительстве скважин ограничить их потери и обеспечить многократное использование, то вопрос стоимости растворов не будет стоять столь остро.

В качестве синтетических растворов M-I SWACO предлагаются: Ecogreen – система на основе сложного эфира для обеспечения оптимальной продуктивности скважин при бурении в условиях повышенных экологических требований; Paraland – экологически чистая неводная

система для достижения лучших результатов бурения; системы Nova – экологически безопасная альтернатива традиционным буровым растворам; Rheliant – безводная система с плоской реологией, позволяющей снизить затраты на потери дорогостоящих растворов.

В качестве синтетического раствора Бейкер Хьюз Дриллинг Флюидс предлагается буровой раствор SYN-TEQ® CF. Раствор рекомендован для глубоководного бурения, кроме того, дает оптимальные результаты при использовании на шельфе.

Предложением Baroid drilling fluids по использованию синтетических буровых растворов является раствор ENCORE® на основе высокоэффективного изомеризованного олефина, а также (ИО) INNOVERT™ – буровой раствор на основе жидких парафинов/минеральных масел.

Буровые растворы, предлагаемые различными специалистами и компаниями, не описывают, для бурения в каких глинах они предназначены. Как правило, описывается лишь то, что крайним случаем для бурения в глинах считаются буровые растворы на основе эмульсий, на углеводородной основе или синтетические растворы.

Буровые растворы, рекламируемые M-I SWACO, Бейкер Хьюз Дрил- линг Флюидс, Baroid drilling fluids применялись на Астраханском АГКМ, месторождениях «Кубаньгазпром», в Западной Сибири, на газовых месторождениях Заполярья. Опыт их применения не является однозначно положительным. Данные растворы были эффективны в Западной Сибири, в остальных случаях были не редки случаи их неэффективности.

Рассмотрим исходя, из каких посылок разрабатывались данные буровые растворы.

Список литературы:

1. Байдюк, Б.В. Вопросы деформации и разрушения горных пород при бурении / Б.В. Байдюк, Л.А. Шрейнер. –ГОСИНТИ, 1961. – 126 с.
2. Байдюк, Б.В. О влиянии на механические свойства горных пород все-стороннего сжатия непосредственного контакта с жидкостями, создающими давление / Б.В. Байдюк, Л.А. Шрейнер // В сб.: Исследование физико- механических свойств горных пород применительно к задачам управления горным давлением. – М.: изд. АН СССР, 1982. – С. 58-64.
3. Байдюк, Б.В. О некоторых факторах нарушения устойчивости стенок скважины /Б.В. Байдюк, Л.А. Шиц, М.Г. Талахадзе // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. –2005. –№7. –С. 12-14.
4. Булатов, А.И. Справочник инженера по бурению. В 2-х томах / А.И. Булатов, О. М. Аветисов. – М: Недра, 1985. – 414 с.
5. Вадецкий Ю.В. Классификация осложнений, вызывающих нарушение целостного ствола скважин/ Ю.В. Вадецкий. Бурение: Реф. науч-техн. сб. М.: ВНИИОЭНГ, 1969. –№ 3.
6. Г. Потапов, А.Н. Гноевых. – М.: ИРЦ Газпром, 1998.– 83 с.
7. Войтенко В.С. Управление горным давлением при бурении скважин. М.: Недра, 1985. –180 с.
8. Дорофеева Т.В. Тектоническая трещиноватость горных пород и условия формирования трещинных коллекторов. /М.: Недра, 1966. –224 с.
9. Еременко, Т.Е. Деформация обсадной колонны в зоне текущего пласта / Т.Е. Еременко, В.А. Вислобицкий, Л.Т. Грицук // Труды УКРНИИНП, вып. 13. Киев, 1973. – С.35-42.
10. Иносаридзе, Е.М. Развитие техники и технологии строительства скважин в Сургутском УБР-1 ОАО «Сургутнефтегаз» / Е.М.Иносаридзе //Бурение и нефть. – 2005. –№10. –С. 6-9.

11. Куксов А.К., Рябоконь С.А., Гноевых А.Н. Совершенствование технологии заканчивания — главный резерв, повышения их производительности. Доклад. /А.К. Куксов, С.А. Рябоконь, А.Н. Гноевых // Всероссийская научная конференция. Фундаментальные проблемы нефти и газа. Т. 3. М., 1996. – С. 9-20.
12. Баранов, В.С. Глинистые растворы для бурения скважин в осложненных условиях / В.С. Баранов. – М.: Гостоптехиздат, 1959. – 199 с.
13. Глинка, Н.Л. Общая химия / Н.Л. Глинка. Л.: Химия, Издание 23-е, испр., 1983. – 704 с.