

- установка в КНБК забойных амортизаторов (виброгасителей) [7];
- применение наддолотноэжекторного насоса (ЭЖГ) [8];
- оптимальная рецептура бурового раствора;
- создание новых конструкций долот;
- высокоэффективное распределение гидромониторных насадок;
- усовершенствованная схема размещения износостойких резцов в долоте.

Анализ производственного опыта применения долот различного типа, приведенного в литературных источниках, позволяет предположить, что в скором времени применение используемых долот, даже типа PDC, сократится до минимума. Необходимо отметить, что технология бурения скважин долотами любого типа имеет достаточно высокую аварийность, существенно снижающую производительность буровых работ. Кроме того, по-прежнему является неразрешенной проблемой эффективного бурения современными долотами в крепких горных породах. Все эти факты говорят о том, что необходимо проводить исследования по выявлению новых альтернативных способов бурения в интервалах крепких горных, совершенствовать конструкцию долот, технологию бурения.

Одним из перспективных направлений решения данной проблемы является исследования в области шароструйного бурения, которые проводятся нами на кафедре бурения скважин.

Литература

1. Сулакшин С.С. Разрушение горных пород при бурении скважин: учебное пособие/Томск. – Изд-во ТПУ. – 2008. – 136 с.
2. Спивак А. И. Разрушение горных пород при бурении скважин: учебное пособие / А. И. Спивак, А. Н. Попов. — М. : Недрa, 1994. — 260 с.
3. Владиславлев В.С. Разрушение пород при бурении скважин // Гостоптехиздат, 1958.
4. Николаев Л.А. Повышение эффективности бурения за счет применения долот типа PDC// Бурение и нефть. - №1. – 2011. – С. 45-48.
5. Сулейманов А. А., Хабибуллин Р. Р. «Буринтех» расширяет область применения PDC долот: [Электронный ресурс] / Oil & Gas Eurasia. Электронный журнал. (Дата обращения: 02.04.2014 г.).
6. Хлебников Д.А., Мяслицин Н.Ю. Методы совершенствования турбобура для бурения в крепких породах// Бурение и нефть. - №6. – 2013. – С. 32-35.
7. Чулкова В.В. Ресурсосберегающая технология бурения скважин долотами PDC в условиях перемежающихся по твердости горных пород// Бурение и нефть. - №5. – 2012. – С. 48.
8. Штыфель А.П., Минигуллов М.Х., Евстифеев С.В., Ахметов Б.И. Увеличение скорости бурения//Нефть. Газ. Новации. - №3. – 2013. – С. 23-28.

ОСОБЕННОСТИ ЭФФЕКТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ ПРИ БУРЕНИИ

В.В. Андреев

Научный руководитель: ассистент Ю.А. Максимова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Коррозия металлов это процесс разрушения поверхности металлов в результате химического или электрохимического взаимодействия с агрессивной средой. Термодинамически коррозия металлов возможна в том случае, если в результате коррозионного процесса происходит уменьшение свободной энергии системы. Чем меньше значение свободной энергии – тем больше возможность разрушения металла под действием коррозии и высокую термодинамическую устойчивость продуктов коррозии, и, наоборот, большое значение свободной энергии системы говорит о невозможности протекания коррозионного разрушения металла и появляется вероятность обратного процесса, а именно восстановление продуктов реакции до первоначального состояния.

Коррозия под действием буровых растворов является одной из основных причин разрушения буровых труб и бурового оборудования. К примеру, существует статистика, что при роторном бурении около 60% всех аварий происходит из-за нарушения прочности буровых труб и, реже, при спускоподъемных операциях и эти нарушения носят усталостный характер. В результате воздействия буровых растворов происходит интенсивная коррозия и гидроабразивный износ проточной части рабочих ступеней турбобура.^[1]

Коррозионная активность буровых растворов напрямую зависит от их состава. Разнообразные требования, предъявляемые к промывочным жидкостям на разных этапах бурения, привели к созданию систем, состав и свойства которых могут изменяться в широком диапазоне. В настоящее время в основном используются следующие виды промывочных жидкостей: азрированные промывочные жидкости, вода, естественные растворы неглинистых пород, глинистые растворы, растворы на углеводородной основе и эмульсионные растворы.^[2]

Величина pH буровых растворов может изменяться в широких пределах в зависимости от применяемых реагентов, позволяющих регулировать основные технологические параметры жидкостей на водной основе. Большинство буровых промывочных жидкостей, применяемых при строительстве скважины, имеют

повышенную щёлочность. Углеродистые конструкционные стали слабо стойки в кислых, недостаточно стойки в нейтральных и коррозионностойки в щелочных средах. Установлена зависимость, что в диапазоне pH=4-11 исследованные алюминиевые сплавы в растворах с концентрацией ионов хлора 0,1 имеют плохую коррозионную стойкость, с повышением концентрации ионов водорода (более 4) и снижением её (менее 11) коррозия алюминиевых сплавов системы Al-Zn-Mg перед сплавами Д16 и АК8 особенно значительно.

В результате анализа исследований установлено, что увеличение скорости коррозии в кислых средах напрямую связано с облегчением катодной реакции восстановления водорода. В щелочной среде повышение скорости коррозии алюминиевых сплавов сопровождается резким ослаблением потенциалов, вызванным растворением окислой плёнки на поверхности сплава и переходом его в активное состояние. В сильнощелочных средах потенциал активированной поверхности смещается в отрицательную сторону до тех пор, пока не достигается потенциал выделения водорода из молекул воды.

Значительное влияние растворы с различными pH оказывают на изменение механических свойств сплавов, а также их коррозионно-усталостную выносливость. Максимальная усталостная выносливость алюминиевых сплавов наблюдается при pH среды, равных от 8 до 10. В кислых и сильно щелочных, где концентрация ионов водорода колеблется в пределах от 1 до 3 и от 13 до 14, соответственно, усталостная выносливость алюминиевых сплавов резко падает.

Также необходимо отметить тот факт, что состав и свойства буровых промывочных жидкостей, включая устойчивость к коррозии, могут значительно изменяться в процессе строительства скважины, при разбуривании пород, например солевых пластов, из которых в скважину, а равно и в промывочную жидкость могут поступать такие вещества как гипс, ангидрид, галит, сильвин, карпаллит, бишофит, полиголит и тахидрит, а так же из пластовых вод хлориды кальция и магния. Рост забойных температур усиливает растворимость солей и их агрессивное действие. Понижители вязкости не затормаживают коррозионное разрушение буровых труб в пресных промывочных жидкостях, однако защитные реагенты, такие как КМЦ, КССБ, могут снизить коррозионное воздействие солевых буровых растворов до уровня пресных суспензий. Как показывает опыт исследований, тормозящее влияние оказывает повышение щёлочности буровых растворов с концентрацией ионов равно 11, а так же введение в жидкость смазывающих добавок, в то время как добавки небольших количеств нефти к соленым и пресным глинистым суспензиям несколько увеличивают их коррозионную активность.^[1]

Однако растворы на нефтяной основе, в частности нефтеэмульсионные и инвертные эмульсии с содержанием вода от 40 до 60 % успешно применяются при вскрытии нефтегазоносных горизонтов, а так же при бурении горизонтальных и сверхглубоких скважин. Анализ усталостных испытаний гладких образцов из стали «Д» показал, что наибольшее напряжение, при котором образцы не разрушались на воздухе при базе 10 миллионов циклов составило 260 МН/м², а в среде бурового раствора на водной основе условный предел коррозионно-усталостной прочности снизился до 90 МН/м². Однако в дизельном топливе, содержащем 50% минерализованной воды, этот предел составил 160 МН/м². Введение в нефтеэмульсионный раствор 2% окисленного парафина или его заменителя создают благоприятные условия для смачивания стальной поверхности углеводородным компонентом, а так же повысило коррозионно-усталостную прочность образцов стали «Д» до 240 МН/м².^[2]

Анализ исследований выносливости стали класса «Д» в естественной обратимой эмульсии, содержащей 40% воды, показало высокую эффективность этой среды. Условный предел коррозионно-усталостной прочности в ней составил 210 МН/м², то есть снизился всего на 20% по сравнению с испытаниями на открытом воздухе. При этом следов коррозии на поверхности образца во время испытаний не обнаружено, а излом имел три отчетливые зоны – зарождения, развития трещины и хрупкого слома.

Коррозионная агрессивность буровых растворов, ускоряющая разрушение бурового оборудования и инструмента, в значительной степени определяется наличием в них такого агента, как сероводород, попадающий в растворы при разбуривании сероводородсодержащих пластов. Причиной разрушения стального оборудования в присутствии этого газа является либо коррозионное растрескивание под напряжением, либо водородное охрупчивание, либо комплексное их слияние. Так же, скорость коррозионного разрушения металлов под действием сероводорода ускоряется в присутствии такого газа как кислород.

Сероводород обладает уникальными агрессивными свойствами и вызывает коррозионные повреждения оборудования в результате электрохимической коррозии водородного охрупчивания. Растворяясь в воде, он диссоциирует как слабая кислота на ионы. В зависимости от величины концентрации ионов водорода равновесие реакции может сдвигаться. Так, в нейтральных и щелочных средах содержится больше всего ионов гидросульфидов, а в кислых – молекулярный сероводород, а в сильнощелочных электролитах появляются ионы сульфидов в небольших количествах.

Большинство нефтегазовых месторождений содержат большое количество сероводорода. А если учесть тот факт, что этот газ обладает хорошей растворимостью в воде, то происходит уменьшение величины концентрации водородных ионов водной фазы в продукции скважины, из-за чего основная часть абсорбируется водной и углеводородной фазами и находится не в молекулярной форме.^[1]

Так же, следует отметить, что сероводород, содержащийся в пластах, имеет биогенное происхождение. И из всех существующих бактерий наибольший вред наносят сульфатвосстанавливающие и тионовые бактерии. Около 80% всех коррозионных поражений связано с деятельностью этих бактерий. Сульфатвосстанавливающие бактерии в процессе своей жизнедеятельности превращают сульфаты и сульфиты в сероводород, окисляя природный водород, который всегда присутствует в водных пластах, а так же выделяющийся в процессе катодной реакции при коррозии стального инструмента, т.е. характер и скорость коррозионного разрушения

резко возрастает при попадании в раствор сульфатовосстанавливающих бактерий или окисляющих серу и сульфиды тионовых бактерий.

Ингибиторами коррозии называют вещества, введение которых в небольшом количестве в агрессивную среду тормозит процесс коррозионного разрушения и изменения механических свойств металлов и сплавов. Использование ингибиторов коррозии в нефтегазовой промышленности можно объяснить тем, что оборудование и сооружения, произведенные в основном из конструкционных углеродистых сталей, эксплуатируются в условиях агрессивных коррозионных сред. Отличительной чертой метода защиты с помощью ингибиторов – возможность при небольших капитальных затратах замедлять коррозионное разрушение оборудования, тем самым продлевая ресурс работы этого оборудования. [1]

Учитывая тот факт, что изменяя скоротечность протекания коррозии, ингибиторы должны видоизменять кинетику электрохимической реакции. Так, ингибиторы коррозии неорганического происхождения могут подразделяться на анодные ингибиторы, тормозящие только анодный процесс, когда скорость коррозии замедляется за счет уменьшения скорости перехода ионов металла в раствор, а так же из-за сокращения активной части электрода вследствие пассивации, катодные ингибиторы, которые при любой концентрации помогают снизить скорость коррозионного процесса во всех случаях катодной деполяризации, смешанные ингибиторы, а так же появившиеся относительно недавно бактерициды - поглотители сероводорода, подавляющих рост сульфатовосстанавливающих бактерий.

Литература

1. Энциклопедия по буровым растворам. – Я.А.Рязанов. – Оренбург: Летопись, 2005. 664с.
2. Буровые промывочные жидкости. Учебное пособие. – В.П.Овчинников, Н.А.Аксенова.- Тюмень, 2008. 309с.

ОБЗОР СПОСОБОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ПОРОДОРАЗРУШАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ СООРУЖЕНИИ СКВАЖИНЫ

А.В. Анисимов, А.В. Епихин

Научный руководитель: ассистент А.В. Епихин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время сложно представить процесс разрушения горной породы без использования вращения породоразрушающего инструмента. Частота вращения инструмента является одним из ключевых параметров режима бурения и в совокупности с грамотно выбранной осевой нагрузкой и расходом бурового раствора обеспечивает эффективное разрушение породы на забое.

Каждому классу пород и типу долот соответствуют свои оптимальные частоты вращения инструмента, при которых разрушение горных пород максимально. Расчет частоты вращения для шарошечных долот производится из условий:

- создания оптимальной линейной скорости на периферийном венце шарошки (статистический метод)

(1):

$$n_1 = 19,1 \frac{V_d}{D_d}, \quad (1)$$

где V_d – рекомендуемая линейная скорость на периферии долота, м/с; D_d – диаметр долота, м.

- по времени контакта зубьев долота с горной породой (аналитический метод) (2):

$$n_2 = 0,6 \cdot 10^5 \frac{d_{ш}}{\tau \cdot z \cdot D_d}, \quad (2)$$

где $d_{ш}$ – диаметр шарошки, мм; τ – минимальное время контакта зуба долота с породой, мс; z – число зубьев на периферийном венце шарошки; D_d – диаметр долота, мм.

- по стойкости опор (технологический метод) (3):

$$n_3 = \frac{T_o}{0,02(\alpha + 2)}, \quad (3)$$

где α – коэффициент, характеризующий свойства горной породы; T_o – стойкость опоры, которая определяется по формуле (4), час.

$$T_o = 0,0935 D_d, \quad (4)$$

где D_d – диаметр долота, мм.

Для безопорных долот (в том числе долот типа БИТ/PDC) расчет производится только из условия создания необходимой линейной скорости на периферии долота.

Анализ представленной методики показывает, что для безопорных долот методика выбора частоты вращения является скудной и не позволяет учесть технические особенности долота, его состояние, степень износа.

В целом, все приведенные выше алгоритмы выбора частот вращения породоразрушающего инструмента имеют существенные недостатки по причине того, что не учитывают его технического состояния, износа и