

ВЫБОР МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ РАБОТЫ В АГРЕССИВНЫХ СРЕДАХ ПРИ ДОБЫЧЕ НЕФТИ

Гаффар Абирович Авалбаев

Старший преподаватель, Джизакский политехнический институт

avalbaev54@mail.ru

Шахноза Иззатиллаевна Мамадиярова

Ассистент, Джизакский политехнический институт, Республика

АННОТАЦИЯ

При истощении запасов нефти на небольших глубинах начинают поиски новых ресурсов на больших глубинах. Бурение и добыча при этом требует использования новых материалов, так как в скважине наблюдаются более высокие давления и температуры, увеличивается содержание кислых газов, таких, как CO_2 и H_2S . С увеличением глубины скважины растут требования к механическим свойствам материалов для промышленного оборудования.

Ключевые слова: методы испытания, конструкционные материалы, питтинги, локальная коррозия, электрохимические методы, потенциодинамическая поляризация.

SELECTION OF MATERIALS FOR WORKING IN AGGRESSIVE ENVIRONMENTS DURING OIL PRODUCTION

ABSTRACT

When oil reserves are depleted at shallow depths, the search for new resources at great depths begins. Drilling and production simultaneously require the use of new materials, as higher pressures and temperatures are observed in the well, and the content of acid gases such as CO_2 and H_2S increases. With an increase in the depth of the well, the requirements for the mechanical properties of materials for field equipment increase.

Keywords: test methods, structural materials, pitting, local corrosion, electrochemical methods, potentiodynamic polarization.

ВВЕДЕНИЕ

Для правильного выбора материалов необходимо иметь четкое представление о механизме возможного повреждения материала, данные о работе того или иного материала и той или иной среде и влиянии на работу материала изменения этой среды. Для получения таких данных необходимо проведение лабораторных или натурных испытаний наиболее перспективных материалов.

При проведении лабораторных испытаний необходимо как можно точнее воспроизвести условия окружающей среды, включая парциальное давление кислых газов, состав пластовой воды, условия потока и фазовое поведение флюидов. Критическими параметрами часто являются геометрия и состояние поверхности металла.

ЛИТЕРАТУРНЫЙ АНАЛИЗ И МЕТОДОЛОГИЯ

Методы испытаний (как в лабораторных, так и в полевых условиях) делятся на три основные категории: испытания образцов для определения общей или местной коррозии, испытания на растрескивание и электрохимические испытания.

Скорость коррозии определяется путем замеров потери массы образцов, находящихся в испытательной среде.

Испытания проводятся в соответствии с рекомендованной ASTM практикой для лаборатории коррозионных испытаний металлов методом погружения. Время проведения испытаний колеблется от нескольких часов до нескольких месяцев, в зависимости от условий применения.

Испытания на местную коррозию аналогичны испытаниям на потерю массы с той разницей, что на образцы наносят искусственную трещину в соответствии со стандартами ASTM G-46 и G-78. Измеряется снижение толщины образца у трещины. Наблюдение за образованием питтинговой коррозии можно осуществить и на образцах для определения потери массы, но оценить ее значение можно только замерив глубину питтинга. Скорость проникновения питтингов нельзя точно определить по потере массы.

Возможность успешного применения результатов испытаний на практике во много зависит от точности воспроизведения условий окружающей среды. Как правило, в условиях добываемых жидкостей быстрой общей коррозии не

наблюдается, а морфология коррозии часто является функцией характеристик отложений. Карбонатные и сульфидные отложения значительно отличаются по их способности защищать поверхность металлов. Поэтому при разработке экспериментов для определения коррозии труб необходимо оговорить требование об имитации многофазного потока, обеспечивающего условия для образования отложений на поверхности образцов. Однако в случае применения нержавеющей сталей критическими для локальной коррозии являются застойные условия, т.е. условия во время отключения скважины.

ОБСУЖДЕНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Межфазные условия являются даже более критическими для оценки ингибиторов коррозии. Специфическая адсорбционная взаимосвязь между органическими ингибиторами коррозии (аминами) и металлическими поверхностями весьма сложная и зависит от многих факторов, таких, как состав жидкого углеводорода, ионная сила и pH добываемого рассола, состав газовой фазы и температура.

В последнее время становится обычной практикой применение при закачивании скважины различных конструкционных материалов: хвостовики из высоколегированного сплава используются совместно с насосно-компрессорными трубами из низколегированного сплава; забойное оборудование обычно изготавливается из легированных материалов. Проблемой с инженерной точки зрения в этом случае является гальваническая коррозия: низколегированные материалы корродируют быстрее при контакте с высоколегированными сплавами.

Как правило, растрескивание нефтепромысловых материалов связывалось с наличием H_2S вследствие частых разрушений высокопрочных сталей, подвергавшихся воздействию кислых жидкостей. На протяжении ряда лет были разработаны надежные методы испытаний (NACE, TM-01-77) и технические условия (NACE, MR-01-75), позволяющие предотвратить использование чувствительных к растрескиванию материалов.

Выбор конфигурации образцов для испытания на растрескивание часто диктуется конфигурацией заготовки (лист, труба или брусок).

Образцы из трубных заготовок имеют форму полукольца (ASTM G-38) или коромыслообразные (ASTM G-39). Первые используются для определения

чувствительности к растрескиванию при низких и высоких температурах. Коромыслообразные образцы испытывают на растяжение.

При выборе материалов большое значение придется методам испытаний при медленной скорости деформации, при которых образцы, находящиеся в коррозионной среде, подвергаются динамической нагрузке. Эти методы сильно отличаются от испытаний, при которых используется статическое нагружение образцов.

Эксперимент состоит из замера прочности на растяжение на воздухе, используя небольшой образец (диаметром 0,3-0,6см) и небольшую скорость удлинения (10^{-7} - 10^{-5} с⁻¹).

Этот эксперимент повторяется с образцом, подверженным воздействию коррозионной среды. Путем сравнения прочности на воздухе и в коррозионной среде определяют чувствительность материала к растрескиванию. Кроме того, с помощью испытаний при медленной скорости деформации можно определить критические уровни хлорида, H₂S, pH, элементарной серы или другие факторы, влияющие на растрескивание того или иного материала.

Для определения коррозионных свойств металлов в водных растворах, содержащих H₂S, используются и некоторые электрохимические методы испытаний, включая линейную поляризацию для замера скорости коррозии; потенциодинамическую поляризацию для определения активно-пассивных переходов, чувствительности к питтинговой коррозии, питтингового потенциала и т.д.; потенциостатическую или гальваностатическую поляризацию напряженных образцов для замера чувствительности к коррозионному растрескиванию под напряжением (КРН); замеры проницаемости водорода для получения информации относительно механизма коррозии. Электрохимические методы испытаний материалов, работающих в растворах, содержащих H₂S, аналогичны методам, используемым для исследований, проводимых для растворов, не содержащих H₂S. Однако два обстоятельства требуют особого внимания: электроды сравнения и эксперименты в высокотемпературной среде при высоких давлениях.

РЕЗУЛЬТАТЫ

На обычно используемые электроды сравнения (например, хлорсеребряные, каломельные) оказывает вредное влияние сульфидный анион. Для решения этой

проблемы разработаны электрохимические элементы для отделения системы сравнения от испытательной среды барьерами, замедляющими диффузию сульфидов в камеру, где находится электрод сравнения. При температуре и давлении окружающей среды требуется незначительная модификации обычных электрохимических элементов. В средах с высокой температурой и высоким давлением (ВТВД) загрязнение сульфидами является основным препятствием для использования электрохимических методов исследований. Для такого случая эффективна система сравнения, которая состоит из хлорсеребряного электрода сравнения, отделенного капилляром от испытательной среды. Насос высокого давления используется для подачи раствора из камеры сравнения к испытательной среде с очень низкой скоростью (несколько миллилитров в час), предотвращая таким образом миграцию сульфидов к электроду сравнения. Этот метод полезен при отсутствии загрязнения испытательной среды нежелательными ионами из камеры электрода сравнения. Во время большинства электрохимических исследований, включающих H_2S , это не проблема, так как хлориды уже есть в испытательной среде.

Для некоторых электрохимических измерений в средах с ВТВД сравнение с абсолютным потенциалом не является необходимостью при проведении определенных электрохимических испытаний (например, линейной полимеризации). В таких случаях используется псевдоэлектрод сравнения, показывающий стабильный потенциал при интересующих условиях. Успешно использовались активно корродирующие металлы, такие, как Fe или Ni.

Электрическая изоляция электродов от автоклава при испытаниях в средах с ВТВД обеспечивается использованием специальных фитингов в головке автоклава.

Локальная коррозия (питтинговая и щелевая) часто возникает в металлах, работающих в средах, содержащих H_2S . Использование потенциодинамической поляризации для определения чувствительности к питтинговой коррозии затрудняется реакциям, которые происходят одновременно с локальным анодным растворением активных и пассивных металлов. Обычно методы обнаружения питтинговой коррозии на низкие фоновые токи, т.е. когда анодное растворение является преобладающей реакцией, способствующей измеряемому току при при потенциалах возможного образования питтингов. Окисление H_2S, HS^-, S^{2-} до S^0 или

образование сульфида металла дает анодные токи в дополнение к получаемым от анодного растворения образца металла. Дополнительный ток может быть достаточно большим в этих системах, чтобы сделать активные/пассивные металлы и сплавы активными при всех потенциалах выше Φ_{corr} (коррозионного потенциала).

ВЫВОД

Правильная интерпретация результатов экспериментов потенциодинамической поляризации является весьма сложной задачей. Однако, она может дать полезную информацию о коррозионной характеристике материала, которая не может быть получена другими методами.

При окончательном выборе материалов необходимо учитывать экономический аспект. При сравнении стоимости использования коррозионно-стойких легированных материалов и стали нельзя забывать о стоимости ингибиторов коррозии. Методы экономического анализа приведены в стандарте NACE RPO 475.

REFERENCES

1. Защита от коррозии магистрального водопровода в области переходов”грунт-вода”/О.Р.Латыпов[и др] //Нефтегазовое дело.-2016.-Т.М.,№4.-С.151-157.
2. Латыпова Д.Р. Влияние Электродного потенциала на глубину проникновения питтинговой коррозии в поверхностные структуры лакированной стали/Д.Р.Латыпова, О.Р.Латыпов, Д.Е.Бугай//Нанотехнологии в строительстве.-2008.-Т.10.№3.-с.167-178.
3. ГОСТ Р 53679-2009.(ИСО 15156-1:2009 “Промышленность нефтяная и газовая .Материалы для применения в средах, содержащих сероводород, при нефте-и газодобыче. Часть1.Общие принципы выбора трещиностойких материалов”.
4. ГОСТ Р 53679-2009.(ИСО 15156-1:2001 “Нефтяная и газовая промышленность. .Материалы для применения в средах, содержащих сероводород, при добыче нефти и газа. Часть1.Общие принципы выбора материалов, стойких к растрескиванию”.

5. Стандарт NASE .RPO475. Выбор металлических материалов, предназначенных для использования во всех стадиях транспортирования воды для введения в нефтяные залежи.

6. ASTM A 106/A106M-08. Стандартные технические условия на бесшовные трубы из углеродистой стали для эксплуатации при высоких температурах.

7. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений/И.Р.Юшков, Г.П.Хижняк, П.Ю.Илюшин.- 2013.-175.

8. Авалбаев Г.А. Выбор материалов для работы в агрессивных средах при добыче нефти. «Dynamics of the development world science» Abstracts of IX International Scientific and Practical Conference. Vancouver, Canada, 13-15 May, 2020, 268-274p.

Авалбаев Г.А. Комплексная подготовка нефтепромысловых сточных вод, заряженных сульфат восстанавливающими бактериями. "INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL" INNOVATION TECHNICAL AND TECHNOLOGY. VOL.1, №4, 2020, 14-17 с