

Во время эксплуатации газовых скважин метан – газообразный и находится при температуре выше критической, этан – на грани парообразного и газообразного состояния, а пропаны и бутаны – в паровом. С повышением давления и понижением температуры компоненты, входящие в состав природных газов чисто газовых месторождений, могут переходить в жидкое состояние. При эксплуатации газоконденсатных месторождений с понижением давления до определенного значения (давление максимальной конденсации) обычно наблюдается переход тяжелых углеводородов в жидкое состояние, при последующем уменьшении давления часть их переходит обратно в газообразное состояние.

Это приводит к тому, что состав газа, а также состав и количество конденсата в процессе разработки газоконденсатных месторождений без поддержания давления изменяются, что следует учитывать при проектировании заводов по переработке газа и конденсата. Если газоконденсатные месторождения разрабатывают с поддержанием давления путем закачки газа в пласт (сайклинг-процесс), состав конденсата практически не изменяется, а состав газа может изменяться при прорыве сухого газа в эксплуатационные скважины. Если для поддержания пластового давления закачивают в пласт воду, состав газа и конденсата в процессе разработки остаются неизменными.

Таким образом, физико-химические свойства газа и его состав необходимо знать не только при его использовании, но и как на стадии разведки, так и при эксплуатации месторождения.

Литература.

1. Асеев И.Н. Газогидраты [Электронный ресурс]. – <http://biofile.ru/geo/15406.html>
2. Квеско, В.В. Разработка газовых и газоконденсатных месторождений [Электронный ресурс]. – <http://www.svoeuem.com/users/kveskobrazrobtokagazovyhikondesatnyshmestorjdenij>
3. Новиков, А.И. Состав и физико-химические свойства природных газов [Электронный ресурс]. – <http://oilloot.ru/77-geologiya-geofizika-razrabotka-neftyanykh-i-gazovykh-mestorozhdenij/236-sostav-i-fiziko-khimicheskie-svoystva-prirodnkh-gazov>
4. Останин, А.А. Природный газ – сырьё, а не готовое топливо [Электронный ресурс]. – <http://greenologia.ru/eko-problemy/dobycha-gaza/syre-a-ne-gotovoe-toplivo.html>
5. Островский, А.И. Физико-химические свойства природного газа [Электронный ресурс]. – <http://lngas.ru/natural-gas-lng/fiziko-ximicheskie-svoystva-spg.html>

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ РАЗМЕРНОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛА

*А.А. Садыков, студент группы 10741, А.З. Ишанов, студент группы 10А42,
научный руководитель: Деменкова Л.Г.*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

К числу современных технологических процессов, сокращающих трудоемкость обработки металлических материалов, относится электрохимическая обработка (ЭХО) заготовок и деталей в токопроводящем растворе (электролите). В настоящее время область практического применения ЭХО распространяется от простых операций по отрезке заготовок из труднообрабатываемых сталей и сплавов вплоть до операций по формообразованию сложнопрофильных деталей, например турбинных лопаток. Созданы и успешно эксплуатируются станки для электрохимического формообразования профиля пера лопаток турбин и компрессоров, отрезки заготовок, заточки режущих инструментов, формообразования отверстий, пазов и щелей и для других технологических операций; разрабатываются и осваиваются новые и совершенствуются существующие технологические процессы и оборудование; повышаются технико-экономические и эксплуатационные характеристики станков и установок для ЭХО.

Теоретические основы метода ЭХО объясняются с позиций электрохимии. На границе металла с раствором, содержащим ионы его соли, устанавливается электрохимическое равновесие за счет перехода потенциалопределяющих ионов Me^{n+} из раствора на металл или же, наоборот, го кристаллической решетки металла в раствор: $Me^{n+} + z e \rightleftharpoons Me$. В результате на электроде возникает некоторый потенциал, который называется равновесным, если на границе электрод-раствор протекает одна обратимая электрохимическая реакция. Если протекает несколько реакций (например, одновременное

выделение/растворение меди и никеля), то говорят о стационарном потенциале электрода ($E_{ст}$). И в том, и в другом случае, суммарный ток через поверхность электрода равен нулю.

Равновесие можно сместить, если от внешнего источника тока подавать электроны на металл (проводить его катодную поляризацию). В этом случае равновесие смещается вправо и происходит осаждение металла, а потенциал электрода уменьшается. Если электроны удалять с металла (анодная поляризация), происходит растворение металла, а потенциал электрода возрастает. Таким образом, при потенциале выше $E_{ст}$ может происходить анодное растворение металла. Анодное растворение металла может проявиться в образовании или растворимых форм Me^{z+} или нерастворимых оксидов на поверхности металла. Оксиды можно удалять с поверхности потоком электролита, что часто делают в промышленности.

Часто при анодной поляризации могут одновременно происходить несколько процессов. Так, анодное растворение металла в водных растворах может сопровождаться образованием молекулярного кислорода из воды по реакции: $2 H_2O - 4 e \rightarrow O_2 + 4 H^+$. Эта реакция снижает выход по току целевой реакции растворения металла.

Анодное растворение металлов находит промышленное применение в электрохимической размерной обработке металлов, которое проводят в специфических условиях – малые расстояния между анодом (деталью) и катодом (инструментом), высокие плотности тока. Чтобы придать куску металла сложную форму, металл должен растворяться только на определенных участках. Для этого катод помещают очень близко к этим участкам и подбирают максимальные плотности тока. При этом если поддерживать заданный минимальный зазор, форма катода будет копироваться на аноде. Для точности копирования очень важен состав электролита, от которого зависит, насколько различается интенсивность растворения анода на разном расстоянии от катода. В качестве электролитов для размерной ЭХО используются растворы, перечисленные в таблице 1.

Таблица 1

Электролиты для размерной ЭХО

Растворённое вещество	Концентрация, %	Удельная электропроводность при 20 °С, Ом ⁻¹ ·см ⁻¹	Область применения
NaNO ₃	30	0,1606	Обработка полостей ковочных штампов, пресс-форм и т.п.
KCl	21	0,281	Формообразование отверстий
NaCl	25	0,2135	Обработка профиля пера турбинных лопаток
NH ₄ NO ₃	50	0,3633	Обработка полостей в деталях из перлитовой стали
HCl	10	0,6302	Формообразование отверстий небольшого диаметра
HNO ₃	2	0,17	Отделочные операции заготовок из алюминиевых сплавов

Кроме состава электролита, размерная обработка в значительной степени определяется природой анода и зависимостью выхода по току от потенциала анода (или плотности тока, в зависимости от способа электрохимического воздействия).

При ЭХО железа (стали) в водном растворе хлорида натрия характерны следующие реакции электролитической диссоциации: $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$ и $NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$, приводящие к образованию отрицательно заряженных анионов OH^- , Cl^- и положительно заряженных катионов H^+ и Na^+ на катоде. На аноде протекает реакция $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e$, а на катоде – реакция образования водорода и гидроксильных ионов:

$2 H_2O + 2e \rightarrow H_2 + 2OH^-$. Результирующим эффектом этих реакций является соединение ионов железа с анионами, сопровождающееся выделением гидроксида железа (II) $Fe(OH)_2$. Соль, например NaCl, не расходуется в электрохимическом процессе, поэтому для поддержания концентрации электролита на заданном уровне обычно требуется только добавлять воду. При данном сочетании «металл-электролит» в результате электролиза происходит растворение железа на аноде и выделение водорода на катоде. Никакие другие процессы на электродах не протекают. Из этого следует, что

форма катода не изменяется при использовании электролита на основе NaCl и он может быть использован в качестве инструмента для формоизменения детали-анода [3].

Целью данной работы является изучение возможности ЭХО металла в различных электролитах. В качестве электродов используются медные пластинки размером 2×7см. Перед началом работы электроды необходимо подготовить: обезжиривают в растворе, содержащем Na₂CO₃ – 20-30 г/л, Na₃PO₄ – 25-30 г/л. В стакан на 100 мл наливают 50 мл раствора для обезжиривания и нагревают на электроплитке до 60-70°C. Медные пластинки помещают в стакан и продолжают нагревать еще 5-10 минут. Затем их вынимают и промывают дистиллированной водой, промывают спиртом или ацетоном для высушивания и помещают на листок фильтровальной бумаги.

В стакане на 100 мл на плитке или газовой горелке расплавляют парафин. В него погружают одну медную пластинку до половины, извлекают ее и дают парафину застыть, после этого на застывшей поверхности парафина наносят произвольный рисунок и скальпелем счищают парафин до поверхности медной пластинки по контуру рисунка. Электрод кладут на фильтровальную бумагу, сверху к непарафинированной части пластины прикладывают изолирующую прокладку, на нее помещают вторую медную пластинку (катод) и полученный «сэндвич» скрепляют с помощью изоленты (рис. 1).

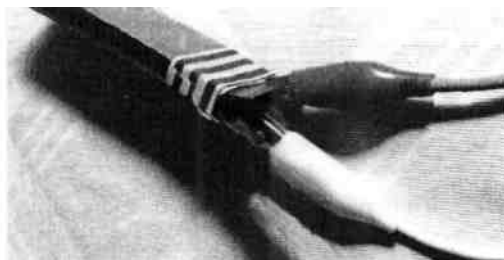


Рис. 1. Электродная система для размерной обработки металлов

Для проведения размерной обработки в стакан на 50 мл наливают 25% раствор хлорида натрия NaCl. Скрепленные электроды зажимают непарафинированной стороной в штативе ШУ-98, подбирая подходящий диаметр вкладыша. Далее их погружают парафинированной стороной в стакан, таким образом, что часть парафинового покрытия анода остается над поверхностью раствора. Электроды подсоединяют к потенциостату при помощи проводов с зажимами-«крокодилами». Схема – двух-электродная, режим работы – гальваностат ($I = +20\text{mA}$), время опыта 15 мин. Парафинированную пластинку подсоединяют к разъему «Work», а вторую пластинку – к разъему «Counter». Проводят ЭХО одного медного анода в хлоридном электролите. По окончании электроосаждения электрод вынимают из ячейки, промывают дистиллированной водой, ацетоном или спиртом.

Аналогично проводят ЭХО в нитратном электролите (30% раствор NaNO₃). По окончании опытов с пластинок счищают парафин, сравнивают с помощью лупы вид полученных поверхностей и делают заключение о влиянии электролита на качество обработки.

Установлено, что лучшее качество электрохимической размерной обработки достигается при применении ЭХО в нитратном электролите. В дальнейшем работа может быть продолжена в направлении подбора других электролитов для ЭХО, а также применения анодов из алюминия и его сплавов.

Литература.

1. Девис С., Джеймс А. Электрохимический словарь. – М.: Технический мир, 2009. – 288 с.
2. Артамонов, Б. А., Волков, Ю. С., Дрожалова, В. И. и др. Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов. Учебное пособие / под ред. В. П. Смоленцева. – М.: Высшая школа, 2010. – 372 с.
3. Бирюков, Б. Н. Электрофизические и электрохимические методы размерной обработки / Б. Н. Бирюков. – М.: Машиностроение, 2012. – 432 с.
4. Мороз, И. И. Электрохимическая размерная обработка металлов / И. И. Мороз. – М.: Машиностроение, 2009. – 279 с.
5. Невский, О.И. Электрохимическая размерная обработка металлов и сплавов. Проблемы теории и практики / О.И. Невский. – Иваново: Изд-во ИГХТУ, 2006. – 256 с.
6. Попилов, Л. Я. Электрофизическая и электрохимическая обработка материалов. / Л. Я. Попилов. Справочник. 2-е изд. доп. и перераб. – М.: Машиностроение, 2009. – 328 с.