

3. Концепция инновационно-системного развития экосистем и безопасности жизнедеятельности в Кузбассе на период до 2030 г. (в контексте Послания Президента РФ В.В. Путина Федеральному Собранию РФ от 12 декабря 2012г.) / А.С. Голик // ТЭК и ресурсы Кузбасса. – 2013. – № 1 (66). – С. 38–49.
4. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2014 году / Департамент природных ресурсов и экологии Кемеровской области. – Режим доступа: <http://kuzbasseco.ru/wp-content/uploads/2015/02/ДОКЛАД-за-2014-на-01.03.2015.pdf>. Дата обращения: 18.12.2015 г.
5. Экологическая оценка размещения и переработки шлаков металлургического предприятия / А.В. Романенко, Л.Ф. Гордийчук, И.В. Николаева // Вісник Криворізького національного університету. – 2012. – Вип. 31. – С. 3–6.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ КОРРОЗИИ МЕТАЛЛОВ

*А.В. Судариков, С.В. Мергалиев, студенты группы 10А52,
научный руководитель: Деменкова Л.Г.*

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

В общем случае коррозия металлов – это физико-химическое взаимодействие металлического материала и среды, приводящее к ухудшению эксплуатационных свойств материала, среды или технической системы, частями которой они являются [1]. В основе коррозии металлов лежит химическая реакция между материалом и средой или между их компонентами, протекающая на границе раздела фаз.

Механизм коррозии определяется прежде всего типом агрессивной среды. В электролитических средах (растворах электролитов) суммарный процесс коррозии можно записать в виде реакции:

$$\text{Me}^0 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Me}^{n+} + 4\text{OH}^- \quad (1)$$

Таким образом, процесс фактически состоит из двух реакций:



Скорость каждой реакции определяется собственным кинетическим уравнением и в этом смысле процессы полностью независимы. Однако при совместном протекании реакции связаны условием электронейтральности системы. В электрохимических процессах скорость реакции принято характеризовать величиной плотности тока I_{max} . Ток, протекающий за счет растворения металла (процесса окисления), называется анодным, а протекающий за счет восстановления окислителя – катодным. Если металлический электрод просто погружен в раствор, содержащий окислитель, суммарный ток через его поверхность равен нулю. В этом случае сколько электронов ушло с электрода с анодным током по реакции (2), столько же пришло на электрод с катодным током по реакции (3). Таким образом, система находится в стационарном состоянии, при котором анодный и катодный токи по модулю равны. Модуль соответствующей величины называется током коррозии. В стационарном состоянии на электроде устанавливается стационарный потенциал, который называется потенциалом коррозии.

Рассмотрим механизм электрохимической коррозии на примере цинка. При погружении пластины цинка в раствор его соли, например, хлорид цинка, устанавливается соответствующий уравнению Нернста равновесный потенциал, при котором скорости растворения и осаждения равны. Если от внешнего источника тока подавать электроны (катодный ток или катодная поляризация) на металл, скорость осаждения цинка становится больше скорости его растворения, происходит осаждение металла, потенциал электрода уменьшается. Если электроны удалять с металла (анодный ток, анодная поляризация), происходит анодное растворение металла, а потенциал электрода возрастает. При добавлении кислоты к раствору хлорида цинка, на поверхности цинка происходит разряд ионов водорода по реакции:

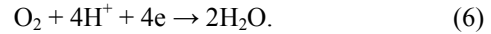
$$2\text{H}^+ + 2e \rightarrow \text{H}_2 \quad (4)$$

Источником электронов при этом является цинк. Если к цинку не подводится достаточно электронов, он растворяется (корродирует):

$$\text{Zn}^0 - 2e \rightarrow \text{Zn}^{2+} \quad (5)$$

В результате отрыва электронов от металла его потенциал увеличивается. При этом скорость выделения водорода снижается, а скорость растворения цинка растет. Наконец, устанавливается стационарное состояние, при котором скорости выделения водорода и растворения цинка равны. При этом электрод приобретает некоторый потенциал, промежуточный между потенциалами цинка и водорода, называемый стационарным потенциалом.

Особенно распространенным и важным в практическом отношении процессом является коррозия (разрушение, растворение) металла в присутствии растворенного кислорода воздуха. В этом случае необходимо учитывать реакцию:



Потенциал кислорода выше, чем потенциал H^+ (особенно в нейтральных средах), поэтому в присутствии кислорода возможна коррозия даже тех металлов, которые не способны вытеснить водород из воды при данном рН.

Существуют многочисленные способы защиты металлов от коррозии. Один из способов основан на явлении пассивации, которое состоит в том, что по достижении определенного значения потенциала скорость анодного растворения металла резко падает. Металл переходит в так называемое пассивное состояние, характеризующееся незначительными скоростями растворения. Практическое значение пассивации исключительно велико, т.к. все конструкционные металлы без их самопроизвольного пассивирования подвергались бы быстрой коррозии не только в агрессивных химических средах, но и во влажной земной атмосфере или пресной воде.

Природа этого явления до конца не выяснена, но основной причиной можно, по-видимому, считать образование различного рода оксидных или солевых пленок. Большое влияние на коррозию металлов оказывает состав электролита. В частности известно, что концентрированная азотная и серная кислоты вызывают пассивацию алюминия, железа, хрома. Присутствие галогенид-ионов в растворе, наоборот, способствует растворению металла. Пассивное состояние металла можно вызвать путем смещения его электродного потенциала в положительную область с помощью внешнего источника тока. При этом регистрируют поляризационные кривые, имеющие четыре характерные области. Типичная поляризационная кривая пассивирующегося металла показана на рис. 1 [2]. Линия AC – область активного растворения металла. В точке C при значении потенциала $E_{\text{нас}}$ возможна адсорбция кислорода на поверхности металла, что приводит к торможению анодной реакции в местах осаждения кислорода. С изменением потенциала от $E_{\text{нас}}$ до $E_{\text{пп}}$ наряду с растворением происходит формирование защитной пленки адсорбционного или оксидного типа на металлах, способных пассивироваться в данном растворе.

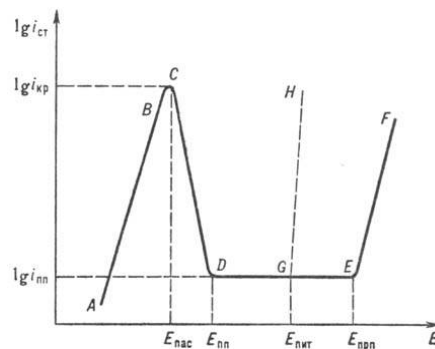


Рис. 1. Типичная поляризационная кривая

Линия CD – область формирования пассивного состояния, которое наступает после достижения потенциала пассивации $E_{\text{пп}}$ и плотности тока пассивации $i_{\text{пп}}$; при этом реализуется так называемый пленочно-адсорбционный механизм возникновения пассивного состояния, связанный с возникновением на поверхности металлического материала, например, оксидов Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , слоя адсорбированного кислорода и других образований [3].

Линия DE соответствует области пассивности, наступающей при достижении потенциала полной пассивации $E_{\text{пп}}$. В этой области скорость растворения металла минимальна и определяется плотностью тока полной пассивации $i_{\text{пп}}$; при этом если в коррозионной среде присутствуют активные ионы, например, Cl^- , то состояние пассивности преждевременно нарушается, происходит прорыв пассивной пленки, сформировавшейся во второй области. При этом характер разрушения металла – пит-

тинговая коррозия. Линия EF – область перепассивации, начинающаяся по достижении потенциала перепассивации $E_{\text{прп}}$. Скорость коррозии вновь возрастает при увеличении потенциала анода. Подъем тока при значительных анодных поляризациях обычно связан с выделением кислорода.

В данной работе была исследована коррозия различных металлов в электролите методом снятия поляризационных кривых, определены потенциалы коррозии и пассивации, величина области пассивации. В эксперименте был использован потенциостат Р8-папо, а также графитовый электрод и хлорсеребряный электрод [2]. В качестве рабочих электродов применяли распрямленные стальные скрепки (среднего размера, без покрытия), цинковые, алюминиевые и свинцовые пластины. Перед использованием рабочие электроды обрабатывали раствором соды (20 г/л) при нагревании для обезжиривания. В качестве электролита использовали раствор 0,05М КС1 в 0,5М КОН. Для разных рабочих электродов получили поляризационную кривую, на основании которой определили потенциал коррозии, потенциал пассивации и величину области пассивации. Установлены закономерности изменения потенциала коррозии, потенциала пассивации и величины области пассивации в зависимости от значения стандартного электродного потенциала соответствующего металла. Результаты эксперимента приведены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты анализа поляризационных кривых

Материал электрода	$E_{\text{кор}}$, В	$E_{\text{пас}}$, В	$E_{\text{прп}}$, В	$E_{\text{прп}}$, В
Сталь	-0,30	0,5	0,7	1,65
Цинк	-0,80	0,9	1,3	1,9
Алюминий	-0,73	1,6	1,8	2,6
Свинец	-0,30	0,4	0,9	1,6

Полученные результаты могут быть использованы при практическом применении стальных, цинковых, алюминиевых, свинцовых изделий и сплавов, содержащих данные металлы, с целью предупреждения коррозионных процессов.

В дальнейшем работа будет продолжена в направлении определения влияния состава электролита на электрохимическую коррозию различных металлов.

Литература.

1. Слепченко Т.В. Влияние режима электролиза [Электронный ресурс]. – <http://msd.com.ua/proizvodstvo-elektricheskix-akkumulyatorov/vliyanie-rezhima-elektroliza/>.
2. Лебедева, О.К., Кульгин, Д.Ю., Жилин, Д.М. Электрохимия [Текст]: Руководство для студентов. – М.: Научные развлечения, 2014. – 44 с.
3. Томашов Н.Д., Чернова Г.П. Пассивность и защита металлов от коррозии. – М.: Наука, 2013. – 318 с.

ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ ПУЛИ НА ДАЛЬНОСТЬ ЕЁ ПОЛЁТА

А.В. Судариков, студент группы 10А52,

научный руководитель: Полицинский Е.В., к.пед.н., доцент

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

Человечество использует огнестрельное оружие уже более 8 веков – первые упоминания о китайских «огненных копьях» появились в 1200-х годах. За это время из бамбуковой палки, набитой кустарным порохом, «огнестрел» превратился в совершенное оружие, способное поражать цель на расстоянии более 2 км. Первая пуля, выпущенная из огнестрельного оружия, изменила судьбу нашей цивилизации не меньше, чем изобретение колеса. Эволюция пули, простого на первый взгляд предмета, является результатом напряженной работы изобретателей, ученых и инженеров.

Установившийся с конца 19 века тип патрона к пехотному оружию разных стран – это единый предмет, состоящий из следующих четырех составляющих:

- цельнометаллической гильзы бутылочной формы с фланцем или проточкой в донной части;
- пули со свинцовым сердечником и оболочкой из более прочного металла;