

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЁВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

КОРРОЗИЯ И ЗАЩИТА МЕТАЛЛОВ

*Утверждено Редакционно-издательским советом университета
в качестве практикума по химии*

САМАРА
Издательство СГАУ
2012

УДК СГАУ: 620.19: 669(075)

Составители: *Н.А. Расщепкина, Г.А. Алемаскина*

Рецензент: д-р хим. наук, проф. В. В. С л е п у ш к и н

КОРРОЗИЯ И ЗАЩИТА МЕТАЛЛОВ: практикум по химии /
сост.: Н. А. Расщепкина, Г.А. Алемаскина. – Самара: Изд-во Самар. гос.
аэрокосм. ун-та, 2012. - 24 с.

Практикум включает теоретические основы эксперимента и указания по проведению лабораторных работ «Электрохимическая коррозия металлов» и «Химическая коррозия металлов», а также задания разного уровня сложности для самостоятельной работы.

Предназначены для студентов 1-го курса 2-го факультета очного обучения. Подготовлены на кафедре «Химия».

© Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2012

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	4
1. Электрохимическая коррозия металлов.....	5
2.Химическая коррозия металлов.....	15
3. Задания для самостоятельной работы.....	18
4. Результаты обучения	20
5. Стационарные и стандартные потенциалы некоторых металлов.....	21
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	22

ПРЕДИСЛОВИЕ

Коррозия (от лат. *corrosio* — разъедание) металлов - самопроизвольное разрушение металлов и сплавов в результате химического или физико-химического взаимодействия с окружающей средой. Причина коррозии – термодинамическая неустойчивость металла в среде. Коррозия металлов протекает всюду, где обрабатываются металлы или эксплуатируются металлические изделия и конструкции, при этом изменяется внешний вид изделия, цвет, масса и механические свойства. Для процесса коррозии следует применять термин «коррозионный процесс», а для результата процесса — «коррозионное разрушение». Коррозионные процессы отличаются не только широким распространением, но и разнообразием условий и сред, в которых они протекают. Поэтому пока нет единой и всеобъемлющей классификации встречающихся случаев коррозии. По типу агрессивных сред, в которых протекает процесс разрушения, коррозия может быть следующих видов: газовая коррозия; атмосферная коррозия; коррозия в неэлектролитах; коррозия в электролитах и другие. По условиям протекания коррозионного процесса различаются следующие виды коррозии: контактная коррозия; щелевая коррозия; коррозия при неполном погружении и другие. По характеру разрушения коррозия может быть сплошной и локальной (местной). Главная классификация видов коррозии производится по механизму ее протекания. По механизму протекания коррозионного процесса различают химическую и электрохимическую коррозии.

Основной ущерб, причиняемый коррозией, заключается не в потере металла как такового, а в огромной стоимости изделий, разрушаемых коррозией. Вот почему ежегодные потери от неё в промышленно развитых странах столь велики. По оценкам специалистов различных стран эти потери составляют от 2 до 4 % валового национального продукта. При этом потери металла, включающие массу вышедших из строя металлических конструкций, изделий, оборудования, составляют от 10 до 20 % годового производства стали. Истинные убыт-

ки от коррозии нельзя определить, оценив только прямые потери, к которым относятся стоимость разрушившейся конструкции, стоимость замены оборудования, затраты на мероприятия по защите от коррозии. Ещё больший ущерб составляют косвенные потери. Это простой оборудования при замене разрушенных деталей и узлов, утечка продуктов, нарушение технологических процессов.

Коррозия приводит ежегодно к миллиардным убыткам, и защита от нее является важной задачей. Без понимания механизма процесса коррозии металла или сплава невозможно обеспечить его эффективную защиту.

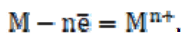
1. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ

Цель работы: изучение природы и механизма контактной коррозии металлов и защитного действия металлических покрытий.

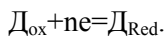
Теоретические основы эксперимента

Электрохимическая коррозия наблюдается в электропроводящих средах (в растворах электролитов). Коррозионный процесс представляет собой совокупность двух сопряженно протекающих реакций.

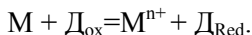
Металл является восстановителем и на его поверхности протекает анодная реакция (окисление металла):



Катодная реакция, которую называют катодной деполяризующей реакцией, протекает с участием компонентов электролита. Восстановление окислителя или деполяризатора (Д), присутствующего в электролите, электронами, поступившими от металла, можно представить реакцией:



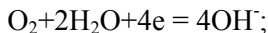
Суммарно коррозионный процесс можно записать так:



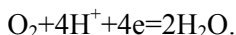
Наиболее распространены следующие катодные реакции:

1. Восстановление молекул кислорода, растворенного в коррозионной среде:

а) в нейтральном и щелочном электролите



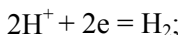
б) в кислом электролите



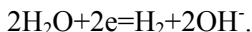
В этом случае говорят, что коррозионный процесс протекает с кислородной деполяризацией. Это происходит, например, во влажной атмосфере, воде, водных растворах солей, почве.

2. Восстановление ионов водорода:

а) в кислой среде



б) в нейтральной среде



Это коррозия с водородной деполяризацией. Например, коррозия аппаратуры химических и нефтехимических предприятий, цистерн для перевозки кислот, оборудования травильных отделений гальванических цехов и т.д.

Величины потенциалов водородного и кислородного электродов зависят от рН среды. В табл. 1 приведены значения потенциалов водородного и кислородного электродов в различных средах.

Таблица 1. Значения потенциалов водородного и кислородного электродов в различных средах

рН	$E_{\text{вод}}, \text{В}$	$E_{\text{кисл}}, \text{В}$
0	0	+1,23
7	-0,41	+0,82
14	-0,82	+0,41

Движущим фактором процесса коррозии является термодинамическая неустойчивость коррозионной системы, которая измеряется разностью потенциалов катодной и анодной реакций

$$\Delta E = E_K - E_A \quad (1)$$

и связана с энергией Гиббса уравнением

$$-\Delta G = \Delta E n F, \quad (2)$$

где F – число Фарадея, равное 96500 Кл, n – число электронов, участвующих в реакции.

Электрохимическая коррозия, вызванная контактом металлов, имеющих разные электродные потенциалы в данном электролите, называется контактной коррозией. При этом возникает коррозионный гальванический элемент, работа которого влияет на скорость коррозии одного из контактирующих металлов.

Скорость процесса коррозии – разрушения металла, на котором протекает анодная реакция, – определяется количеством электричества, проходящего через поверхность анодных участков в единицу времени, т.е. током, протекающим в коррозионном гальваническом элементе.

Электродные потенциалы металлов

Электродные потенциалы металлов, находящиеся в равновесии с собственными ионами в растворе, называются обратимыми или равновесными электродными потенциалами.

Стандартным электродным потенциалом называется равновесный потенциал металла, находящегося в растворе собственных ионов с концентрацией (активностью) ионов, равной 1 моль/л.

Потенциалы электродов, у которых в процессе взаимодействия металла и электролита участвуют не только собственные, но и другие ионы и атомы, являются необратимыми или неравновесными электродными потенциалами. Их нельзя рассчитать, а можно определить только опытным путем. Устойчивое значение необратимого электродного потенциала металла, устанавливающееся при равенстве сумм скоростей анодных и катодных процессов, называется стационарным электродным потенциалом.

Величина стационарного электродного потенциала зависит от природы металла, состояния его поверхности, природы и концентрации электролита, физических условий и т.д.

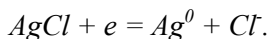
Пассивность – это состояние высокой коррозионной стойкости металлов и сплавов, находящихся в агрессивной среде, в определенной области потенциалов. Переход металлов в пассивное состояние связан с образованием на поверхности металлов оксидных пленок.

Ингибитором коррозии металла называют вещество, которое, адсорбируясь (накапливаясь) на поверхности металла, делает его стационарный потенциал более положительным, тем самым замедляя коррозионный процесс.

Для определения электродного потенциала коррозионного процесса с участием того или иного металла нужно составить гальванический элемент из электрода, сделанного из интересующего металла, и электрода сравнения, а затем измерить ЭДС этого элемента.

В качестве электродов сравнения чаще всего применяют хлорсеребряный и каломельный электроды.

Хлорсеребряный электрод обладает постоянным и хорошо воспроизводимым потенциалом. Он представляет собой серебряную проволоку, покрытую слоем хлорида серебра ($AgCl$) и погруженную в раствор соляной кислоты или ее соли. При замкнутой цепи на нем протекает реакция



При 25°C величина потенциала хлорсеребряного электрода равна + 0,22В.

Металлические защитные покрытия

Одним из основных способов защиты от коррозии является нанесение металлических покрытий. Металлические покрытия по характеру защиты могут быть катодными и анодными.

Катодными называются такие покрытия, электродный потенциал которых больше, чем потенциал основы. В случае нарушения покрытия коррозировать будет металл основы, так как в образовавшемся гальваническом элементе он будет анодом. Катодные покрытия защищают основной металл от коррозии механически при отсутствии пор, трещин, царапин.

Анодными называются такие покрытия, электродный потенциал которых меньше, чем потенциал основы. При нарушении такого покрытия в образовавшемся гальваническом элементе металл покрытия является анодом и подвергается разрушению. Анодное покрытие защищает основной металл электрохимически, выступая в роли протектора.

Протектором называют металл или сплав с более отрицательным значением электродного потенциала, чем у металла изделия, который присоединяют к изделию для его защиты.

УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Опыт 1. Измерение стационарных электродных потенциалов металлов

Оборудование

Компьютер с измерительным блоком (рис.1), приставка для измерения электрохимических потенциалов (рис.2), металлические электроды, химические стаканы.

Назначение и устройство измерительного блока

Измерительный блок (рис.1) предназначен для оцифровки сигналов с датчиков и передачи их в компьютер, а также для питания датчиков и управления ими. Блок имеет кабель питания 1, разъем для подсоединения к компьютеру через кабель 2, два рабочих разъема для подключения датчиков 3 и 4, управляющий разъем 5.

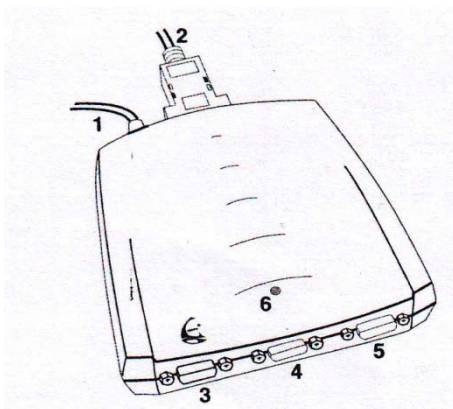


Рис. 1. Измерительный блок:

- 1 – кабель; 2 – СОМ - кабель; 3, 4 – разъемы для подключения датчиков;
5 – управляющий разъем; 6 – индикаторная лампочка

Назначение и устройство приставки для измерения электрохимических потенциалов

Приставка предназначена для измерения электродвижущей силы (ЭДС) гальванических элементов. Состоит из двух штырьковых разъемов 1 и 2, на которые могут быть надеты зажимы-«крокодилы», и разъема 3 для подключения к компьютерному блоку. Красный разъем считается положительным полюсом, разность потенциалов измеряется относительно него. В разьеме 3 находится схема согласования сигнала. Через него же приставка подсоединяется к измерительному блоку. По сути, приставка представляет собой вольтметр с достаточно большим внутренним сопротивлением, что позволяет измерять ЭДС гальванических элементов, не допуская падения напряжения.

Подготовка к работе

1. Металлические электроды, соответствующие заданию (табл.1), тщательно зачистите наждачной бумагой, промойте дистиллированной водой.

2. Откройте программу «L – химия – практикум», подведите курсор мыши на экранную кнопку «Выбор работы» и щелкните левой кнопкой мыши. Подведите курсор мыши на “+” слева от названий: «Датчики: приставка для измерения электрохимических потенциалов: зависимость от времени». Щелкните левой кнопкой мыши и выйдите в окно измерений.

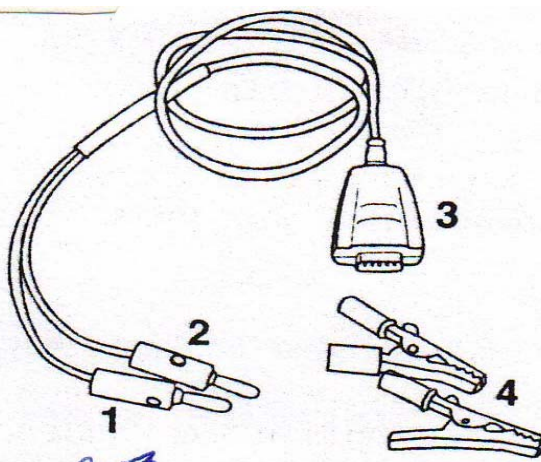


Рис. 2. Приставка для измерения электрохимических потенциалов:
1,2 – штырьковые разъемы; 3 – разъем для подключения к компьютерному блоку; 4 – зажимы – «крокодилы»

Таблица 2. Варианты задания

Вариант	Электроды	Раствор
1	Zn, Cu	10 % KCl
2	Al, Cu	10 % KCl
3	Al, Fe	10 % KCl
4	Fe, Ni	10 % KCl
5	Zn, Cu	10 % K ₂ SO ₄
6	Al, Fe	10 % K ₂ SO ₄
7	Al, Cu	10 % K ₂ SO ₄
8	Al, Fe	1% NaF
9	Al, Cu	1% NaF
10	Zn, Fe	10 % KCl

Методика измерения потенциалов

В стакан примерно на 2/3 его объема налейте раствор электролита и погрузите в него хлорсеребряный и исследуемый электроды (рис.3). Закрепите зажимы – «крокодилы» 4 (рис.2) на выводах электродов 1 и 2 приставки. Затем красный разъем присоедините к хлорсеребряному электроду, а синий разъем - к исследуемому. Запустите процесс измерения, подведя курсор мыши на экранную кнопку «Пуск» и щелкнув левой кнопкой мыши. Когда значение ЭДС стабилизируется, отметьте его в тетради. Остановите измерение нажатием экранной кнопки «Стоп».

После окончания измерений установку разберите, электролит вылейте, солевой мостик погрузите в раствор KCl.

При оформлении отчета:

- 1) нарисуйте схему установки;
- 2) запишите схему гальванического элемента в виде цепи. Например, $Ni \left| \begin{array}{c} KCl \\ 10\% p - p \end{array} \right|$ хлорсеребряный электрод;
- 3) запишите измеренную величину ЭДС ($E_{изм}$);
- 4) вычислите величину стационарного потенциала по водородной шкале по уравнению

$$E_{стац} = E_{эл-да сравнения} - E_{изм}; \quad (3)$$

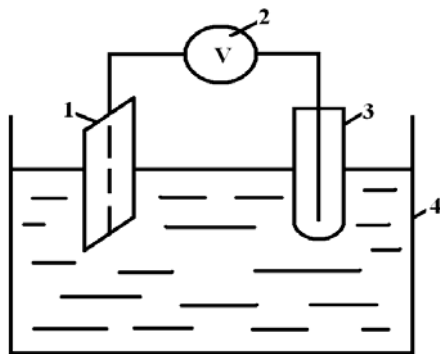


Рис. 3. Схема установки: 1 – исследуемый электрод; 2 – измерительный блок и приставка; 3 – электрод сравнения; 4 – сосуд с раствором

5) сравните найденную величину стационарного потенциала со стандартным равновесным потенциалом данного металла и сформулируйте вывод;

6) сравните изученные металлы по способности корродировать.

Опыт 2. Контактная коррозия

Изучите процесс контактной коррозии металлической пары (две металлические пластинки, соединенные между собой проводником) в растворе электролита. Для этого в стакан емкостью 200 мл налейте раствор соответствующего электролита примерно на 1/2 объема, добавьте несколько капель индикатора фенолфталеина, раствор перемешайте, а затем погрузите в него металлическую пару в соответствии с рис.4 и заданием преподавателя (табл.2). Через некоторое время около одной из пластин появится малиновое окрашивание.

При оформлении отчета:

1) напишите, что такое контактная коррозия;

2) нарисуйте схему коррозионного гальванического элемента по аналогии с примером, приведенным на рис. 4;

3) исходя из измеренных в опыте 1 стационарных электродных потенциалов, обозначьте на рисунке анод и катод, учитывая, что анодом является металл с меньшим потенциалом;

4) запишите анодный и катодный процессы;

5) зафиксируйте электрод, у которого появилась малиновая окраска;

6) объясните появление малиновой окраски у одного из электродов, учитывая, что фенолфталеин - индикатор, который имеет малиновую окраску только в щелочной среде, т.е. в присутствии избытка ионов OH^- ;

7) вычислите ЭДС коррозионного гальванического элемента по уравнению (1);

8) напишите суммарную химическую реакцию, протекающую в гальваническом элементе. Для этого сложите катодный и анодный

процессы, предварительно уравнив их по числу отданных и принятых электронов;

9) вычислите энергию Гиббса по уравнению (2);

10) сформулируйте вывод.

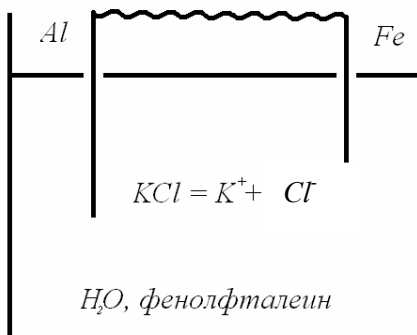


Рис. 4. Схема контактной коррозии пары алюминий – железо

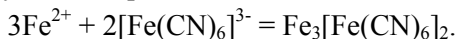
Таблица 3. Варианты задания

Вариант	Пара	Раствор
1	Zn - Cu	10 % KCl
2	Al - Cu	10 % KCl
3	Al - Fe	10 % KCl
4	Fe - Ni	10 % KCl
5	Zn - Cu	10 % K ₂ SO ₄
6	Al - Fe	10 % K ₂ SO ₄
7	Al - Cu	10 % K ₂ SO ₄
8	Al - Fe	1% NaF
9	Al - Cu	1% NaF
10	Zn - Fe	10 % KCl

Опыт 3. Коррозия луженого и оцинкованного железа

1. На поверхности образца луженого железа сделайте несколько царапин. В стакан емкостью 100 мл с подкисленным серной кислотой раствором гексацианоферрата (III) калия K₃[Fe(CN)₆] опустите образец луженого железа. Через некоторое время (1-2 мин) зафиксируйте

цвет тех мест, где сделаны царапины. Учтите, что ионы железа (II) образуют турнбулеву синь по реакции:



Объясните появление или отсутствие ионов железа (II). Для этого нарисуйте схему коррозионного гальванического элемента, состоящего из металла основы и металла покрытия. Используя электродные потенциалы, помещенные в табл. 4, укажите анод и катод, напишите электродные процессы. Каким будет рассмотренное покрытие (катодным или анодным)?

2. В другой стакан с таким же раствором, что и в первой части опыта 3, погрузите образец оцинкованного железа, на поверхности которого предварительно нанесены царапины. Наблюдается ли появление синего осадка в местах царапин? Зафиксируйте и объясните свои наблюдения.

Составьте схему коррозионного гальванического элемента. Напишите электродные процессы. Каким является цинковое покрытие на изделии из железа?

2. ХИМИЧЕСКАЯ КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ

Цель работы: обнаружение одного из последствий химической коррозии металла.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКСПЕРИМЕНТА

Химическая коррозия металлов – это самопроизвольный окислительно-восстановительный процесс, подчиняющийся законам гетерогенных химических реакций, которые осуществляются одновременно в одном акте в точке взаимодействия металла с компонентом агрессивной среды. Металл в этом процессе выступает в роли восстановителя, он отдает электроны и окисляется. Компонент агрессивной среды выступает в роли окислителя, принимает электроны. В процессе реакции

он восстанавливается. В роли окислителей могут быть O_2 , Cl_2 , HCl , SO_2 и т. д.

Мерой возможности самопроизвольного протекания химической коррозии при температуре T является стандартное изменение энергии Гиббса при протекании окислительно-восстановительного процесса ΔG_T^0 , которое измеряется в кДж и рассчитывается по уравнению Гиббса:

$$\Delta G_T^0 = \Delta H_T^0 - T\Delta S_T^0,$$

где ΔH_T^0 , ΔS_T^0 – стандартная энтальпия и стандартная энтропия процесса при температуре T соответственно. Если $\Delta G_T^0 < 0$, то химическая коррозия может протекать самопроизвольно при данных условиях.

Этот вид коррозии наблюдается в сухих газах, особенно при высоких температурах (газовая коррозия), или в жидкостях, не проводящих электрического тока (жидкостная коррозия в неэлектролитах). Химическая коррозия возможна при термической обработке металлов, при работе деталей конструкций в турбореактивных и ракетных двигателях, в энергетических установках и т. д.

Алюминий, хром, титан корродируют в сухом воздухе при комнатной температуре, образуя на своей поверхности плотные, хорошо сцепленные с основой оксидные пленки.

УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Опыт 1

Что произойдет, если в раствор сульфата меди (II) погрузить алюминий? Можно ли полностью растворить алюминий в водном растворе сульфата меди (II)? Дайте теоретически обоснованный ответ и проведите его экспериментальную проверку.

При оформлении отчета напишите цель вашей работы в соответствии с заданием. Оцените возможность протекания реакции на основе расчета ΔG_{298}^0 реакции по уравнению

$$-\Delta G^0 = nF \Delta E^0,$$

где n - число молей перенесенных электронов, F - число Фарадея (количество электричества в 1 моле электронов, выраженное в Кл и равное 96500) и ΔE^0 - электродвижущая сила процесса, вычисляемая на основании стандартных электродных потенциалов (табл. 4) по уравнению

$$\Delta E^0 = E_{Ox}^0 - E_{Red}^0.$$

Составьте уравнение реакции, если она возможна. Предложите план эксперимента по изучению взаимодействия алюминия с сульфатом меди, обсудите его с преподавателем, а затем проверьте свои предположения экспериментально. В отчете зафиксируйте свои наблюдения, сопоставьте теорию и практику, объясните свои наблюдения и сформулируйте выводы. Дайте название опыту. Как можно использовать изученное явление на практике?

Опыт 2

В три пробирки, содержащие по 2 мл раствора серной кислоты, опустите стержни из алюминия, железа и меди. Наблюдайте за течением реакций при комнатной температуре. Сделайте заключение о том, какие металлы взаимодействуют с серной кислотой. Какова особенность этих реакций? Рассчитайте ΔG_{298}^0 реакций по уравнению

$$-\Delta G^0 = nF \Delta E^0,$$

где n - число молей перенесенных электронов, F - число Фарадея (количество электричества в 1 моле электронов, выраженное в Кл и равное 96500) и ΔE^0 - электродвижущая сила процесса, вычисляемая на основании стандартных электродных потенциалов (табл. 4) по уравнению

$$\Delta E^0 = E_{Ox}^0 - E_{Red}^0$$

В отчете зафиксируйте свои наблюдения, напишите уравнения протекающих реакций, приведите свои расчеты, сопоставьте теорию и практику, объясните свои наблюдения и сформулируйте выводы. Предложите практическое использование изученного явления. Дайте название опыту.

3. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Олово спаяно с серебром. Какой из элементов будет окисляться, если эта пара металлов попадает в щелочную среду? Ответ дайте на основании работы гальванического элемента. Напишите электродные процессы. Вычислите ЭДС.

2. Железо покрыто никелем. Какой из металлов будет корродировать в случае разрушения поверхности покрытия? Составьте схему гальванического элемента, если образец находится в кислой среде. Напишите электродные процессы. Дайте характеристику покрытия.

3. Железо покрыто хромом. Какой из металлов будет корродировать в случае разрушения поверхностного слоя в атмосфере влажного воздуха? Составьте схему гальванического элемента, напишите электродные процессы. Дайте характеристику покрытия.

4. Изделие из бронзы (сплав меди и олова) эксплуатируется в морской воде (H_2O , $NaCl$, Na_2SO_4 , O_2). Какой из металлов будет окисляться? Ответ дайте на основании работы гальванического элемента. Напишите электродные процессы. Вычислите ЭДС.

5. Изделие из латуни (сплав цинка и меди) эксплуатируется во влажном воздухе. Какой из металлов будет окисляться? Ответ дайте на основании работы гальванического элемента. Напишите электродные процессы. Вычислите ЭДС.

6. Олово спаяно с цинком. Какой из металлов будет окисляться, если эта пара металлов попадает во влажную среду, рН которой

равен 7? Ответ дайте на основании работы гальванического элемента. Напишите электродные процессы. Вычислите ЭДС.

7. Изделие из латуни (сплав цинка и меди) эксплуатируется во влажном воздухе. Для изделия подберите подходящий протектор. Как этот металл может защитить изделие? Ответ обоснуйте на основе работы гальванического элемента, который образуется при присоединении протектора к изделию.

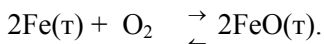
8. Изделие из бронзы (сплав меди и олова) эксплуатируется в морской воде (H_2O , NaCl , Na_2SO_4 , O_2). Для изделия подберите подходящий протектор. Как этот металл может защитить изделие? Ответ обоснуйте на основе работы гальванического элемента, который образуется при присоединении протектора к изделию.

9. Изделие из дюралюминия (сплав алюминия и меди) эксплуатируется во влажном воздухе. Какой из металлов будет окисляться? Ответ дайте на основании работы гальванического элемента. Напишите электродные процессы. Вычислите ЭДС.

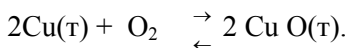
10. Подберите протектор для днища лодки, сделанного из алюминиевого сплава. Дайте обоснованный ответ.

11. Подберите протектор для памятника из бронзы. Дайте обоснованный ответ.

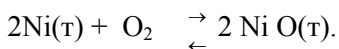
12. Определите направление процесса на воздухе при 600°C и атмосферном давлении 100 кПа:



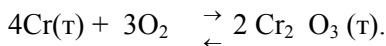
13. Определите направление процесса на воздухе при 500°C и атмосферном давлении 100 кПа:



14. Определите направление процесса на воздухе при 700°C и атмосферном давлении 100 кПа:



15. Определите направление процесса на воздухе при 25°C и атмосферном давлении 100 кПа:



16. Объясните коррозионную стойкость стали X18H10T (18% хрома, 10% никеля, менее 1% титана, остальное - железо) во влажном воздухе при комнатной температуре.

17. Объясните коррозионную стойкость силумина (сплав алюминия и кремния) во влажном воздухе при комнатной температуре.

18. Каким металлом следует покрыть марганец, чтобы защитить его от коррозии во влажном воздухе?

1) Cu ; 2) Ni; 3) Zn; 4) Ag. Дайте обоснованный ответ.

19. Покрытие из какого металла на никеле является анодным?

1) Sn; 2) Cu; 3) Ag; 4) Cr; 5) Pb. Дайте обоснованный ответ.

20. Подшипники из баббита (сплав свинец-медь) эксплуатируются во влажной среде. Составьте и обоснуйте уравнение возможного коррозионного процесса.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Студентам следует знать:

1. Определение терминов: коррозия, коррозионный процесс, коррозионное разрушение, контактная коррозия, щелевая коррозия, коррозия при неполном погружении, сплошная коррозия, локальная коррозия, химическая коррозия, электрохимическая коррозия, анодная реакция, катодная реакция, деполяризатор, скорость коррозионного процесса, стационарный электродный потенциал, пассивность, ингибитор коррозии металла, катодные покрытия, анодные покрытия, протектор.

2. Направление и механизмы коррозионных процессов.

Студент должен уметь:

1. Выдвигать гипотезы о механизме коррозионного процесса в данных условиях и проверять их.

2. Составлять уравнения анодной и катодной реакций.

3. Рассчитывать ЭДС коррозионного гальванического элемента.
4. Рассчитывать энергию Гиббса коррозионного процесса в данных условиях.
5. Объяснять механизм защиты основы с помощью покрытия из заданного металла.
6. Подобрать протектор для изделия.

Студент должен овладеть методикой оценки возможности протекания химической или электрохимической коррозии металла (сплава), его защиты с помощью покрытия из другого металла или протектора в случае электрохимической коррозии.

5. СТАЦИОНАРНЫЕ И СТАНДАРТНЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ НЕКОТОРЫХ МЕТАЛЛОВ

Таблица 4

Металлы	$E_{\text{стац}}, \text{В}$	$E^0, \text{В}$
Mg	-1.45	-2.30
Al	-0.63	-1.67
Mn	-0.05	-1.05
Zn	-0.83	-0.76
Cr	-0.02	-0.71
Fe	-0.50	-0.44
Pb	-0.26	-0.13
Ni	-0.02	-0.25
Co	-0.17	-0.28
Sn	-0.25	-0.14
Cu	+0.05	+0.34
Ag	+0.20	+0.80

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коровин, Н.В. Общая химия [Текст]/ Н.В. Коровин. – М.: Высшая школа, 1999. – 559с.
2. Глинка, Н.Л. Общая химия [Текст]/ Н.Л. Глинка. – М.: Интеграл-Пресс, 2000. – 720с.
3. Жилин, Д.М. Общая химия. Практикум L-микро [Текст] / Д.М. Жилин. – М.: МГИУ, 2006. – 322 с.
4. Коровин, Н.В. Задачи и упражнения по общей химии [Текст]/ Н.В. Коровин. – М.: Высшая школа, 2003. – 254 с.

Учебное издание

КОРРОЗИЯ И ЗАЩИТА МЕТАЛЛОВ

Практикум по химии

Составители: *Расщепкина Наталья Афанасьевна,
Алемаскина Галина Алексеевна*

Редактор Т.К. Кретинина
Компьютерная верстка А.В. Ярославцева

Подписано в печать 18.06.2012. Формат 60x84 1/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Печ. л. 1,5.
Тираж 100 экз. Заказ . Арт. – М20/2012.

Самарский государственный аэрокосмический университет.
443086, Самара, Московское шоссе, 34.

Изд-во Самарского государственного аэрокосмического университета.
443086, Самара, Московское шоссе, 34.

