

Определение потенциалов металлов

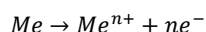
Цели эксперимента

- Проследить коррозию металлов
- Продемонстрировать поведение различных металлов в электролитах

Введение

Под термином "коррозия" следует понимать нежелательную реакцию материала с окружающей средой (например, водой или кислородом), которая медленно ведет к его разрушению. Коррозионные повреждения оказывают далеко идущее воздействие на экономику.

Большинство металлов окисляются в воде или воздухе, тем самым возвращаясь в свое первоначальное стабильное состояние. Они преобразуются в ионное состояние и образуют соединения, такие как оксиды или сульфиды, из которых они первоначально были получены промышленным способом с потреблением энергии.



Весь процесс коррозии зависит от соответствующего металла и от окружающей среды.

Металлы растворяются в кислотах. В кислой среде с достаточно высокой концентрацией ионов H_3O^+ в принципе могут быть подвержены разрушению все металлы с отрицательным стандартным электродным потенциалом. Но даже встречающиеся в природе слабые кислоты, такие как дождь, содержащий, например, диоксид углерода со значением pH 5-6, могут со временем повредить незащищенные металлы – тем более

"кислотный дождь", содержащий серную и азотную кислоты со значением pH 4 и ниже. Комбинации различных металлов в электропроводящих контактах обладают особенно неблагоприятным (способствующим коррозии) эффектом. Набор для коррозии будет использоваться для демонстрации того, что кислотная коррозия берет свое начало в электрохимических процессах. Когда различные металлы одновременно присутствуют в электропроводящей среде, такой как разбавленная серная кислота, они генерируют электрическое напряжение. Это напряжение увеличивается по мере удаления металлов друг от друга в электрохимическом ряду. Каждый металл может отдавать электроны всем другим металлам, находящимся ниже в электрохимическом ряду, и сам преобразуется в ионное состояние. Когда благородный элемент погружают в раствор, содержащий ионы более благородного элемента, заряд снимается с ионов; более благородный элемент осаждается в виде металла, а атомы менее благородного элемента переходят в раствор в виде ионов.

В результате протекания тока от менее благородного металла к более благородному металлу может наблюдаться разложение менее благородного металла. Чем больше разность потенциалов между двумя металлами, тем интенсивнее происходит это разложение.

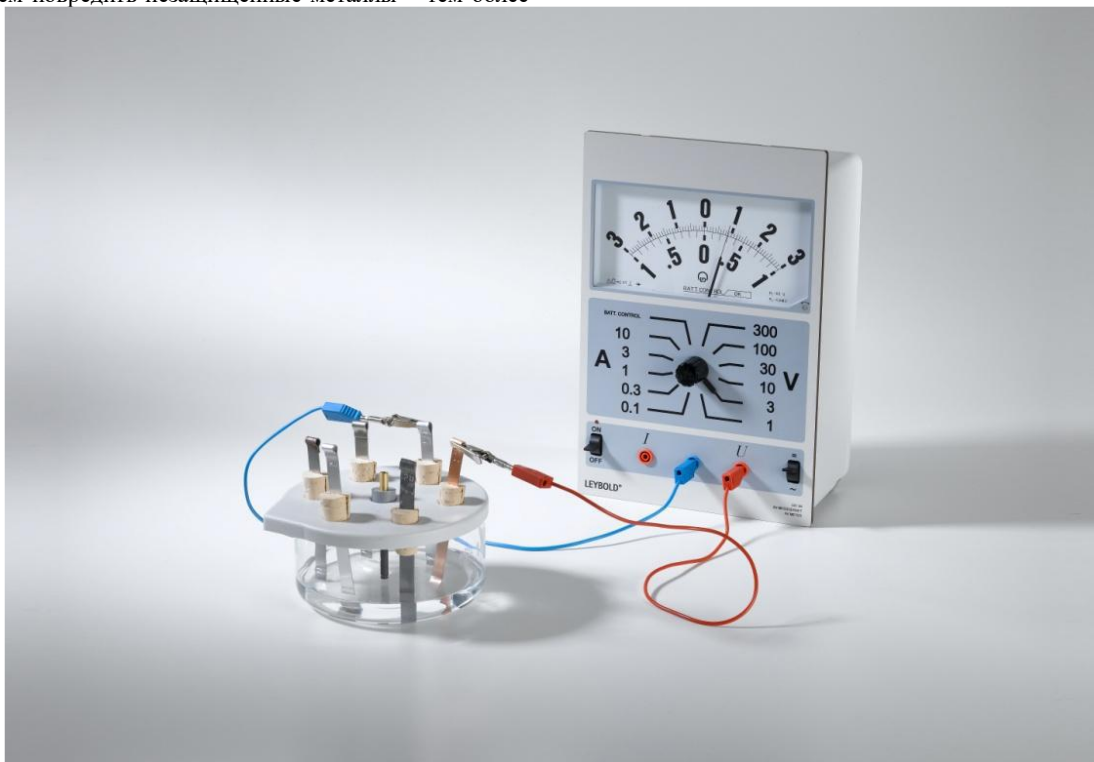



Рисунок 1 Экспериментальная установка.

Меры предосторожности

Серная кислота в концентрации, используемой в эксперименте, вызывает коррозию. При работе надевайте защитные очки и перчатки.

Водород	
 <p>Опасно</p>	<p>Факторы опасности</p> <p>H290 может вызывать коррозию металлов.</p> <p>H315 Вызывает раздражение кожи.</p> <p>H319 Вызывает серьезное раздражение глаз.</p> <p>Меры предосторожности</p> <p>P280 Наденьте защитные перчатки / средства защиты глаз.</p> <p>P305+P351+P338 ПРИ ПОПАДАНИИ В ГЛАЗА: Непрерывно промывать глаза водой в течение нескольких минут. Снимите контактные линзы, если они есть, и это легко сделать. Продолжайте полоскание.</p> <p>P337+P313 Если раздражение глаз не проходит: Обратитесь за медицинской помощью.</p> <p>P302+P352 ПРИ ПОПАДАНИИ НА КОЖУ: Промыть водой с мылом.</p>

<p>Оборудование и химикаты</p> <p>1 Вольтметр</p> <p>1 Соединительный провод 50 см, красный/синий</p> <p>1 Зажимы "Крокодил", полированные, 6 шт.</p> <p>1 Точильный камень</p> <p>1 Серная кислота, 2 N (=10%), 500 мл</p> <p>1 Мерный цилиндр 500 мл</p> <p>1 Градуированная пипетка 10 мл</p> <p>1 Стеклоянная мешалка</p>
--

Подготовка к эксперименту

Коррозионный набор содержит набор из семи электродов, при этом углеродный электрод является стержневым электродом. Потрите металлические электроды точильным камнем до тех пор, пока они не станут чистыми. Затем вставьте каждый электрод между двумя половинками пробки и вдавите их в крышку. Заполните стеклянную чашу антикоррозионного набора примерно наполовину 1 %-ной серной кислотой. (Лабораторная серная кислота имеет концентрацию 10% и разбавляется водой 1:10. Это делается путем помещения 270 мл воды в стеклянную посуду и добавления 30 мл 10 %-ной серной кислоты. Перемешайте смесь стеклянной мешалкой.)

Поместите крышку с электродами на стеклянную тарелку так, чтобы электроды были погружены в жидкость.

Прикрепите крокодиловые зажимы к одному концу соединительных проводов. Установите вольтметр рядом с комплектом защиты от коррозии (см. рис.1). Подключите синий провод к разьему заземления вольтметра, а красный – к входному разьему для измерения напряжения.

Проведение эксперимента

1. Выберите угольный электрод в качестве эталона. Подсоедините угольный электрод к красному проводу, который подсоединен к красному входному разьему U на

вольтметре. Используя зажимы типа "крокодил", закрепите синий провод, например, на цинковом электроде, а затем вставьте его в синее гнездо заземления вольтметра. Включите вольтметр и установите его на постоянный ток с помощью переключателя переключения. Выберите подходящий диапазон измерений с помощью поворотного переключателя выбора.

2. Считайте значение и запишите его.

3. Повторите процедуру для других электродов.

В дальнейших экспериментах в качестве электрода сравнения может быть использован, например медный электрод.

Наблюдение

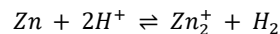
Отчетливое образование газа можно наблюдать на цинковом электроде вскоре после погружения его в кислоту. Это происходит без подключения его к другому электроду. На других электродах не наблюдается видимого газообразования.

На вольтметре измеряются следующие значения:

Электродная пара	Разность потенциалов [В]
C/Cu	0.35
C/Ag	0.25
C/Ni	0.40
C/Fe	0.85
C/Zn	1.30
C/Al	1.05

Оценка

Цинковый электрод растворяется в кислоте без подключения ко второму электроду.



Образуется газообразный водород, который пузырится на электроде.

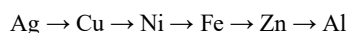
Комбинация углеродного и металлического электрода создает различные напряжения, в зависимости от металла. Металлы по-разному реагируют в кислотах. Это зависит от их электродного потенциала.

Если расположить металлы в порядке возрастания измеренной разности потенциалов, то получится следующий ряд:

Металл	Ag	Cu	Ni	Fe	Al	Zn
Разность потенциалов [В]	0.25	0.35	0.40	0.85	1.05	1.30

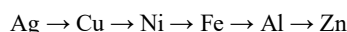
Результаты

В литературе по металлам можно найти следующие электрохимические ряды:



Стандартные потенциалы, приведенные в литературе, могут быть реализованы только с использованием специального оборудования (например, рабочей станции электрохимии 664 3951). Напротив, фактическая коррозия измеряется с помощью набора коррозии. Однако в этой установке особенно четко прослеживается взаимосвязь напряжений различных металлов друг с другом.

Исходя из разности потенциалов используемых металлов, в этой экспериментальной установке можно построить следующие серии:



В нашем эксперименте алюминий реагирует с более высоким потенциалом, чем указано в литературе. Только поверхность алюминия вступает в реакцию с воздухом и водой при комнатной температуре (пассивация). Этот пассивированный оксидный слой делает чистый алюминий очень устойчивым к коррозии при значениях pH от 4 до 9.

Если два металла соприкасаются друг с другом и добавляется электролит, менее благородный металл растворяется, а более благородный металл остается нетронутым.

Менее благородный металл, в нашем случае цинк, имеет большую тенденцию превращаться в более стабильные ионы металла или обладать валентными электронами. Однако в ходе этого процесса они оставляют металл, и благодаря хорошим свойствам электропроводности перетекают в более благородный металл. Отток электронов теперь приводит к тому, что еще больше атомов менее благородного металла переходит в ионную форму, и металл разлагается еще больше. Затем более благородный металл становится отрицательно заряженным за счет притока электронов, поэтому ионы металла не могут образовываться. Возникает разность потенциалов.

Защита от коррозии

Существует несколько возможностей для обеспечения защиты поверхностей от коррозии. Покрытие поверхности

непроницаемым защитным слоем (например, покраской) может предотвратить попадание влажного воздуха на поверхность. Эта защита перестает работать как только защитный слой становится пористым. Затем коррозия продолжается под слоем краски. Другим вариантом поверхностного покрытия является цинкование (например, покрытие поверхности железа цинком). Многие оксиды металлов кинетически инертны, т.е. они прилипают к поверхности металла и образуют непроницаемый слой, который эффективен в широком диапазоне pH. Это называется пассивацией. В случае катодной защиты от коррозии объект соединяется с другим металлом, стандартный электродный потенциал которого более отрицательный, чем у защищаемого объекта. Например, магний используется в качестве гальванического элемента. Он отдает свои электроны железу и сам окисляется в процессе. Однако блок магния, который необходимо время от времени заменять, намного дешевле, чем корабль, здание или

Очистка и утилизация

Осторожно вылейте содержимое стеклянной посуды в лабораторную канализацию и промойте ее большим количеством воды. Промойте электроды под проточной водой и дайте им высохнуть.