

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

имени М.В. Ломоносова

В.А.Сафонов, М.А. Чоба

ОСНОВЫ КУРСА «КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ»

Допущено Федеральным учебно-методическим объединением в системе высшего образования по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки 04.00.00 Химия в качестве учебника для обучающихся по основным образовательным программам высшего образования уровня магистратура и специалитет по направлению подготовки 04.04.01 и специальности 04.05.01

МОСКВА

2018

УДК 620.197(075.8)

ББК 34.66я73

С21

Коллектив авторов:

В.А. Сафонов, М.А. Чоба

Рецензент: д.х.н., профессор А.Д. Давыдов

Работа подготовлена на кафедре общей химии Химического факультета МГУ для студентов, обучающихся по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки 04.00.00 Химия.

С21 Основы курса «Коррозия металлов и сплавов». / В.А. Сафонов, М.А. Чоба. – М. : ООО «САМ Полиграфист», 2018. – 200 с., илл.

ISBN 978-5-00077-810-4

Учебник разработан в соответствии с требованиями, предъявляемыми в самостоятельно устанавливаемом стандарте по направлениям подготовки 04.04.01 и 04.05.01.

Учебник содержит теоретические материалы, примеры и задачи для самостоятельной работы студентов.

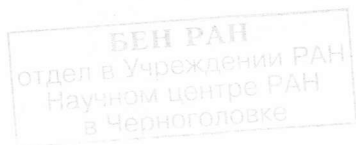
Учебник предназначен для аудиторной и внеаудиторной работы студентов.

ISBN 978-5-00077-810-4

УДК 620.197(075.8)

ББК 34.66я73

С/инв.



© Сафонов В.А., Чоба М.А., 2018,
МГУ имени М.В. Ломоносова, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
ГЛАВА I. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КОРРОЗИИ МЕТАЛЛОВ.....	9
I.1. Определения и измерения потенциалов.....	9
I.1.1. Особенности понятия потенциала в электрохимии.....	9
I.1.2. Гальвани-потенциалы на границах металл-металл (M_1/M_2) и металла с раствором, в котором присутствуют ионы того же металла (M/M^{z+}).....	13
I.1.3. Измерения потенциалов в электрохимических и коррозионных исследованиях.....	15
I.1.4. Электрохимические принципы работы электродов сравнения.....	18
I.2. Диаграммы Пурбе.....	21
I.2.1. Построение диаграммы Пурбе для системы Zn-вода.....	22
I.2.2. Построение диаграммы Пурбе для системы Fe-вода.....	26
I.3. Основные термодинамические соотношения.....	30
Задачи к главе I.....	35
ГЛАВА II. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА В ПРИЛОЖЕНИИ К КОРРОЗИОННЫМ ПРОЦЕССАМ.....	36
II.1. Основные понятия, используемые для описания кинетики электрохимических и коррозионных процессов.....	36
II.1.1. Особенности понятия константы скорости электрохимического процесса.....	37
II.1.2. Кинетический вывод уравнения Нернста.....	40
II.1.3. Измерение поляризационных кривых. Тафелевские координаты.....	42

II.2. Коррозия металла в растворе кислоты. Понятие коррозионного (стационарного) потенциала.....	47
II.2.1. Качественное описание коррозии цинка с использованием поляризационных кривых.....	48
II.2.2. Аналитическое описание коррозионного процесса. Построение тафелевских зависимостей.....	50
II.3. Описание кинетики электрохимических процессов, контролируемых диффузионной стадией.....	54
II.3.1. Вывод уравнения зависимости плотности диффузионного тока реакции $M^{n+} + ne \rightarrow M$ от концентрационной поляризации.....	54
II.3.2. Вывод уравнения зависимости плотности диффузионного тока реакции $Ox_{(v)} \rightarrow Ox_{(s)} \xrightarrow{+ne} Red_{(s)} \rightarrow Red_{(v)}$ от концентрационной поляризации.....	59
II.3.3. Особенности реакции восстановления кислорода. Смешанная кинетика.....	63
Задачи к главе II.....	67
ГЛАВА III. ПАССИВНОЕ СОСТОЯНИЕ МЕТАЛЛОВ.....	68
III.1. Пассивация металлов в сернокислых и буферных растворах.....	68
III.1.1. Методы <i>in situ</i> исследования кинетики формирования, состава и свойств пассивных пленок.....	72
III.1.2. Роль молекул воды в формировании пассивного состояния металлов.....	84
III.1.3. Влияние кинетики водородной реакции на формирование пассивного состояния металлов в кислых растворах.....	87
III.2. Моделирование процессов роста пассивных пленок на металлах.....	92
III.2.1. Приближения «сильных» и «слабых полей».....	92
III.2.2. Теория Хауффе и Ильшнера роста тонких оксидных пленок.....	98
III.2.3. Теория «точечных дефектов» Д. Макдональда и ее	

использование для описания кинетики роста оксидных пленок на металлах.....	99
ГЛАВА IV. ИНГИБИТОРНАЯ ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ. СТРОЕНИЕ ГРАНИЦЫ РАЗДЕЛА ЭЛЕКТРОД-РАСТВОР И МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АДСОРБЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ.....	104
IV.1. Понятие эффективности ингибитора и классификация ингибиторов кислотной коррозии.....	104
IV.2. Влияние адсорбции органических веществ на коррозию металлов.....	107
IV.3. Применение импедансного метода для изучения коррозионных процессов. Обоснование простейшей эквивалентной схемы.....	118
Задачи к главе IV.....	127
ГЛАВА V. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТИ КОРРОЗИИ МЕТАЛЛОВ.....	128
V.1. Весовой метод.....	128
V.2. Метод поляризационных кривых.....	129
V.3. Импедансный метод.....	130
V.4. Особенности измерения скорости коррозии в малопроводящих средах.....	136
ГЛАВА VI. КОНТАКТНАЯ КОРРОЗИЯ.....	139
VI.1. Моделирование контактной коррозии.....	139
VI.2. Контактная коррозия металлов при кислородной деполяризации.....	141
VI.3. Некоторые простые пути снижения скорости контактной коррозии.....	143
VI.4. Контактная коррозия под действием кислородных концентрационных элементов.....	145
VI.5. Моделирование распределения потенциала и тока при контактной коррозии.....	150

ГЛАВА VII. ПИТТИНГОВАЯ КОРРОЗИЯ	156
VII.1. Качественное описание процессов, протекающих при питтинговой коррозии.....	156
VII.2. Механизмы процессов формирования питтингов.....	159
VII.3. Методы защиты от питтинговой коррозии.....	162
 ГЛАВА VIII. КРАТКИЙ ОБЗОР ДРУГИХ ВИДОВ ЛОКАЛЬНОЙ КОРРОЗИИ МЕТАЛЛОВ. СВЯЗ КОРРОЗИИ С МЕХАНИЧЕСКИМИ НАПРЯЖЕНИЯМИ	165
VIII.1. Щелевая коррозия.....	165
VIII.2. Межкристаллитная коррозия.....	166
VIII.3. Селективное растворение сплавов.....	170
VIII.4. Коррозия под напряжением и коррозионное растрескивание под напряжением.....	172
VIII.5. Водородное охрупчивание.....	175
 ГЛАВА IX. МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ	180
IX.1. Методы повышения коррозионной стойкости металлов и материалов.....	180
IX.2. Методы снижения агрессивности среды, контактирующей с металлами.....	186
IX.3. Методы изоляции металлов от внешней среды.....	188
IX.4. Электрохимические методы защиты от коррозии.....	188
 ЗАКЛЮЧЕНИЕ	196
 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА	198