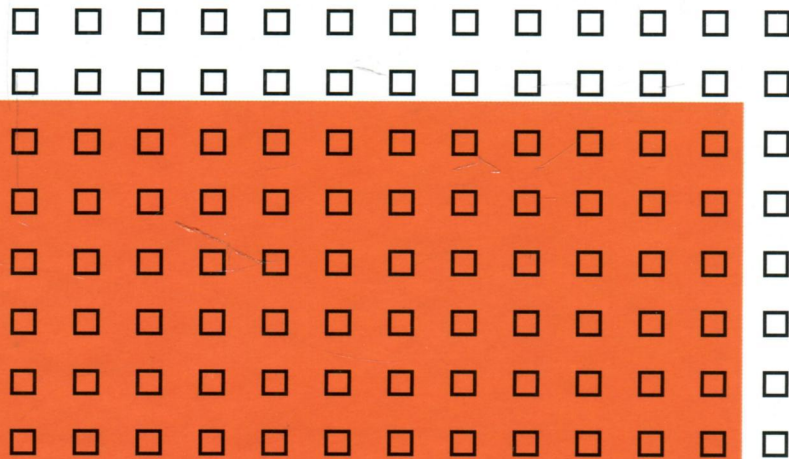


В. А. Сафонов
М. А. Чоба

КОРРОЗИЯ И ЗАЩИТА МЕТАЛЛОВ



В. А. Сафонов, М. А. Чоба

КОРРОЗИЯ И ЗАЩИТА МЕТАЛЛОВ

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 Вологда
«Инфра-Инженерия»
2023

УДК 544.63
ББК 34.66
С21

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

Сафонов, В. А.
С21 Коррозия и защита металлов : учебник / В. А. Сафонов, М. А. Чоба.
– Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 184 с. : ил., табл.
ISBN 978-5-9729-1496-8

Рассмотрены вопросы, связанные с использованием электрохимических и физико-химических подходов к описанию механизма коррозионных процессов, которые реализуются на металлах и сплавах в местах их контакта с жидкими ион-проводящими средами. Изложены основы линейной и циклической вольтамперометрии и принципы конструирования и работы приборов для коррозионно-электрохимических исследований. Содержит теоретические материалы, примеры и задачи для самостоятельной работы студентов.

Для аудиторной и внеаудиторной работы студентов, обучающихся по направлению подготовки 04.00.00 «Химия».

УДК 544.63
ББК 34.66

ISBN 978-5-9729-1496-8

© Сафонов В. А., Чоба М. А., 2023
© Издательство «Инфра-Инженерия», 2023
© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2023

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
ГЛАВА I. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КОРРОЗИИ МЕТАЛЛОВ	8
I.1. Определения и измерения потенциалов	8
I.1.1. Особенности понятия потенциала в электрохимии	8
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+}).....	11
I.1.3. Измерения потенциалов в электрохимических и коррозионных исследованиях.....	12
I.1.4. Электрохимические принципы работы электродов сравнения	15
I.2. Диаграммы Пурбэ	17
I.2.1. Построение диаграммы Пурбэ для системы Zn-вода	18
I.2.2. Построение диаграммы Пурбэ для системы Fe-вода.....	21
I.3. Основные термодинамические соотношения.....	24
Задачи к главе I.....	28
ГЛАВА II. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА В ПРИЛОЖЕНИИ К КОРРОЗИОННЫМ ПРОЦЕССАМ	29
II.1. Основные понятия, используемые для описания кинетики электрохимических и коррозионных процессов.....	29
II.1.1. Особенности понятия константы скорости электрохимического процесса	29
II.1.2. Кинетический вывод уравнения Нернста	32
II.1.3. Измерение поляризационных кривых. Тафелевские координаты	33
II.2. Коррозия металла в растворе кислоты. Понятие коррозионного (стационарного) потенциала	38
II.2.1. Качественное описание коррозии цинка с использованием поляризационных кривых	38
II.2.2. Аналитическое описание коррозионного процесса. Построение тафелевских зависимостей.....	40
II.3. Описание кинетики электрохимических процессов, контролируемых диффузионной стадией.....	43
II.3.1. Вывод уравнения зависимости плотности диффузионного тока реакции $M^{n+} + ne \rightarrow M$ от концентрационной поляризации	43
II.3.2. Вывод уравнения зависимости плотности стационарного диффузионного тока реакции $Ox_{(v)} \rightarrow Ox_{(s)} \xrightarrow{+ne} Red_{(s)} \rightarrow Red_{(v)}$ от концентрационной поляризации.....	47
II.3.3. Особенности реакции восстановления кислорода. Смешанная кинетика.....	50

Задачи к главе II.....	53
ГЛАВА III. ПАССИВНОЕ СОСТОЯНИЕ МЕТАЛЛОВ	54
III.1. Пассивация металлов в сернокислых и буферных растворах	54
III.1.1. Методы <i>in situ</i> исследования кинетики формирования, состава и свойств пассивных пленок	57
III.1.2. Роль молекул воды в формировании пассивного состояния металлов	65
III.1.3. Влияние кинетики водородной реакции на формирование пассивного состояния металлов в кислых растворах	67
III.2. Моделирование процессов роста пассивных пленок на металлах.....	71
III.2.1. Приближения «сильных» и «слабых полей».....	71
III.2.2. Теория Хауффе и Ильшнера роста тонких оксидных пленок.....	76
III.2.3. Теория «точечных дефектов» Д. Макдональда и ее использование для описания кинетики роста оксидных пленок на металлах	77
ГЛАВА IV. ИНГИБИТОРНАЯ ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ. СТРОЕНИЕ ГРАНИЦЫ РАЗДЕЛА ЭЛЕКТРОД-РАСТВОР И МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АДСОРБЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ	80
IV.1. Понятие эффективности ингибитора и классификация ингибиторов кислотной коррозии	80
IV.2. Влияние адсорбции органических веществ на коррозию металлов.....	82
IV.3. Применение импедансного метода для изучения коррозионных процессов. Обоснование простейшей эквивалентной схемы.....	90
Задачи к главе IV	97
ГЛАВА V. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТИ КОРРОЗИИ МЕТАЛЛОВ	98
V.1. Весовой метод.....	98
V.2. Метод поляризационных кривых	99
V.3. Импедансный метод.....	100
V.4. Особенности измерения скорости коррозии в малопроводящих средах	105
ГЛАВА VI. КОНТАКТНАЯ КОРРОЗИЯ	107
VI.1. Моделирование контактной коррозии	107
VI.2. Контактная коррозия металлов при кислородной деполяризации	109
VI.3. Некоторые простые пути снижения скорости контактной коррозии.....	111
VI.4. Контактная коррозия под действием кислородных концентрационных элементов	112
VI.5. Моделирование распределения потенциала и тока при контактной коррозии	115
ГЛАВА VII. ПИТТИНГОВАЯ КОРРОЗИЯ	121
VII.1. Качественное описание процессов, протекающих при питтинговой коррозии	121
VII.2. Механизмы процессов формирования питтингов.....	123

VII.3. Методы защиты от питтинговой коррозии	125
ГЛАВА VIII. КРАТКИЙ ОБЗОР ДРУГИХ ВИДОВ ЛОКАЛЬНОЙ КОРРОЗИИ МЕТАЛЛОВ. СВЯЗЬ КОРРОЗИИ С МЕХАНИЧЕСКИМИ НАПРЯЖЕНИЯМИ	127
VIII.1. Щелевая коррозия	127
VIII.2. Межкристаллитная коррозия	127
VIII.3. Селективное растворение сплавов.....	130
VIII.4. Коррозия под напряжением и коррозионное растрескивание под напряжением.....	132
VIII.5. Водородное охрупчивание	134
ГЛАВА IX. МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ	138
IX.1. Методы повышения коррозионной стойкости металлов и материалов	138
IX.2. Методы снижения агрессивности среды, контактирующей с металлами	142
IX.3. Методы изоляции металлов от внешней среды	143
IX.4. Электрохимические методы защиты от коррозии.....	143
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	149
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА	151
Приложение 1. ОСНОВЫ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИИ	152
Приложение 2. ПРИБОРЫ ДЛЯ КОРРОЗИОННО- ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ (ПРИНЦИПЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ И РАБОТЫ).....	165