

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»**

ПРИНЯТО

Решением Ученого совета
ФГБОУ ВО «Тамбовский
государственный университет
имени Г.Р. Державина»
«24» мая 2022 г.
(протокол № 13)

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. ректора
ФГБОУ ВО «Тамбовский
государственный университет
имени Г.Р. Державина»



И.В. Налетова

**ПРОГРАММА
КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА
ПО НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

**2.6.9. Технология электрохимических процессов и защита от
коррозии**

Автор программы:

Доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой химии Цыганкова Л.Е.

Программа принята на заседании кафедры химии «20» апреля 2022 года, протокол № 6.

Содержание

Тема 1. Теоретические основы электрохимии, металловедения, физической и органической химии

Термодинамическая возможность химических реакций. Основные закономерности гомогенных и гетерогенных химических реакций. Адсорбция на энергетически однородных и неоднородных поверхностях. Электрохимические системы и их термодинамическая особенность.

Двойной электрический слой на границе твердое тело-раствор. Зарядение и разряд ДЭС.

Кинетика электрохимических процессов. Лимитирующая стадия.

Кинетика реакции восстановления растворенного кислорода и разряда ионов водорода. Поляризация и перенапряжение.

Металлическая связь. Зонная теория металлов и полупроводников. Кристаллическая структура и дефекты кристаллической решетки. Диаграммы состояния и фазовый состав сплавов. Интерметаллические соединения. Твердые растворы замещения, внедрения и вычитания. Объемная и граничная диффузия в металлах и сплавах. Сегрегация фаз по границам зерен.

Строение и классификация органических соединений. Кинетика и механизм анодных реакций с участием органических соединений с различными функциональными группами. Современное состояние и проблемы электрохимии органических соединений.

Тема 2. Теоретические основы химического и электрохимического получения металлических покрытий

Виды гальванических покрытий и их назначение. Механизм и кинетика электрокристаллизации. Влияние природы и состава электролитов, условий осаждения на структуру и свойства гальванических покрытий. Блестящие осадки. Губчатые осадки и порошки. Рассеивающая способность электролитов. Электролиты и условия цинкования, меднения, никелирования, хромирования, получение осадков благородных металлов. Получение сплавов. Свойства гальванических осадков: твердость, пористость, структура

Тема № 3 . Электролиз, электрохимический синтез и размерная обработка материалов

Особенности процессов электролиза. Законы электролиза. Электродные материалы и диафрагмы. Конструкции электролизеров с твердым катодом. Электролизеры для процессов в расплавленных средах на примере получения алюминия и магния.

Характерные особенности процессов электросинтеза органических соединений. Много-

стадийные анодные и катодные процессы. Селективность процессов электрохимического

окисления и восстановления. Электролиз при контролируемом постоянном потенциале.

Электролиз на переменном токе. Примеры электросинтеза: кислородное соединение хлора. Димеризация, конденсация.

Тема № 4. Химические источники электрической энергии

Основные типы гальванических элементов. Сухие элементы. Наливные и резервные гальванические элементы. Свинцовые (кислотные), кадмий- и железо-никелевые аккумуляторы. Реакции токообразования. Электрические характеристики. Аккумуляторы с литиевыми электродами и литиевыми сплавами. Неводные электролиты. Топливные элементы. Пористые диафрагмы и электроды.

Тема № 5. Коррозия металлов в растворах электролитов

Химический и электрохимический механизмы растворения металлов. Коррозия с кислородной и водородной деполяризацией. Другие активаторы коррозии (H_2S , CO_2 , SO_2 , оксиды азота).

Анодные процессы при коррозии металлов. Диаграммы Пурбе. Обобщенное кинетическое уравнение и кривые анодной поляризации активного и пассивного электрода.

Механизмы пассивации. Вторичные процессы, влияние продуктов электрохимических реакций на их кинетику и механизм.

Анодные процессы в органических и водно-органических средах. Анодное окисление. Электрополировка.

Тема №6 Коррозионная стойкость металлов и сплавов.

Анодное растворение сплавов в активном состоянии. Избирательное растворение: варианты и особенности. Коэффициент селективности. Механизм объемной диффузии. Влияние пассивации на коэффициент селективности.

Питтинговая и межкристаллитная коррозия. Методы исследования и защиты металлов и сплавов от подобного поражения. Коррозия металлов в природных и промышленных средах.

Классификация и механизм атмосферной коррозии. Коррозия под пленками влаги различного типа. Особенности катодного процесса на металлах, покрытых тонкими пленками влаги. Работы Ю.Н. Михайловского с сотрудниками. Аналитические выражения кинетики. Аналитические выражения кинетики атмосферной коррозии, учитывающие влияние природы пленок влаги, продолжительности процесса, природы и концентрации активатора.

Подземная коррозия металлов. Почва как коррозионная среда. Механизм и контролируемые факторы подобного типа коррозии. Электролитическое сопротивление грунта и его влияние на уровень подземной коррозии.

Коррозионно-стойкие сплавы на основе железа. Классификация их по химическому и фазовому составу. Структура и коррозионная стойкость, хромистые, хромоникелевые и хромоникельмолибденовые сплавы. Коррозионно-стойкие чугуны. Коррозионная стойкость сплавов на основе меди. Латунь, их обесцинкование. Магний, его сплавы и их коррозия в нейтральных и кислых средах. Титан, его сплавы, их коррозионная стойкость. Влияние фторид-ионов в нейтральных и кислых средах на коррозионное поведение титана, его сплавов и электронных аналогов (цирконий, гафний).

Тема 7. Методы исследования электрохимических процессов и способы коррозионных испытаний

Метод поляризационных кривых. Стадийное растворение металлов. Роль энергетической неоднородности. Кинетические уравнения процесса. Параллельно-последовательные реакции.

Механизмы анодного растворения железа Хойслера, Бокриса, Колотыркина.

Аномальное растворение металлов. Работы Я.М. Колотыркина с сотрудниками.

Кинетика растворения металлов по химическому механизму. Деструкция растворителя и

радикальные процессы при химическом растворении металлов. Роль растворителя, его природы и состава.

Работы Фрумкина, Фольмера, Гейровского. Лимитирующая стадия реакции выделения водорода: Фольмера, Гейровского, Тафеля, латеральной диффузии. Критерии, характеризующие природу замедленной стадии. Катодное выделение водорода при сравнимых скоростях последовательных стадий.

Особенности кинетики реакции выделения водорода на углеродных материалах и композитах на их основе. Диффузия водорода через мембрану. Различные формы

адсорбированного водорода. Их роль в кинетике выделения водорода в газовую и твердую фазы. Классификация методов испытаний устойчивости конструкционных материалов к различным видам коррозии. Гравиметрические испытания на коррозию в электролитических средах.

Метод поляризионного сопротивления. Состояние молекул растворителя в ДЭС и их роль в кинетике ионизации металлов. Закономерности ионизации сольвофильных металлов.

Вопросы к кандидатскому экзамену

1. Электромембранные технологии.
2. Электродиализ и электродиализаторы.
3. Электродные материалы. Конструкции электролизеров. Выход по току и энергии.
4. Электрический баланс электролизеров.
5. Аккумуляторы и топливные элементы.
6. Механизмы анодного растворения железа Хойслера, Бокриса, Колотыркина.
7. Химическая и электрохимическая полировка.
8. Анодный и катодный процессы при меднении. Качество осадков и природа электролита.
9. Механизмы реакции выделения водорода.
10. Электролитическое получение хлора и щелочи.
11. Электролитическое получение алюминия. Ванны с верхним и боковым подводом то-
ка к аноду.
12. Химическое (аномальное) растворение металлов. Радикальный механизм процесса.
13. Современные представления о пассивации металлов.
14. Бескислородная пассивация металлов органическими соединениями.
15. Состояние молекул растворителя в двойном электрическом слое и их роль кинетике
ионизации металлов.
16. Механизм анодного растворения меди в кислых средах. Роль природы среды.
17. Диффузия водорода через мембрану. Представления Пиккеринга. Влияние природы
замедленной стадии и растворителя.
18. Высокие, средние и низкие энергии адсорбции растворителя и их роль в кинетике
и
механизме анодного растворения металлов.
19. Ингибиторы сероводородной коррозии металлов.
20. Ингибирование кислотной коррозии металлов.
21. Методы исследования коррозионной стойкости неметаллических материалов.
22. Защита от атмосферной коррозии ингибированными масляными пленками.

Основная литература

1. В.И. Вигдорович, Л.Е. Цыганкова. Электрохимическое и коррозионное поведение металлов в кислых спиртовых и водно-спиртовых средах. Монография. – М.: Радиотехника, 2009. 328 с. <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyj-katalog/>
2. В.И. Вигдорович, Л.Е. Цыганкова. Кинетика и механизм электродных реакций в процессах коррозии металлов. Тамбов. Изд-во ТГУ им. Г.Р. Державина. 2010. 127 с. <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyj-katalog/>
3. Ангал, Р. Коррозия и защита от коррозии [Текст] : [учеб. пособие] / Р. Ангал ; пер. с

англ. А.Д. Калашникова . Долгопрудный : Издат. Дом "Интеллект", 2013 .— 344 с. (Книгафонд) <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog/>

Дополнительная литература

1. Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е., Таныгина Е.Д., Шель Н.В., Зазуля А.Н. Анतिकоррозионные тонкопленочные материалы на основе индивидуальных парафиновых углеводородов. Изд-во Першина Р.В. 2013. 24.7 п.л. <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog/>
2. Л.Е. Цыганкова, В.И. Вигдорович. Лабораторный практикум по химическому сопротивлению материалов и защите от коррозии. Тамбов. 2010. 197 с. Изд-во Першина Р.В. (эл. фонд). <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog/>
3. В.И. Вигдорович, Л.Е. Цыганкова. Ингибирование сероводородной и углекислотной коррозии. Универсализм ингибиторов. М.: КАРТЭК. 2011. 243 с. <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog/>
4. В.И. Вигдорович, Л.Е. Цыганкова, Н.В. Шель, Князева Л.Г., Зазуля А.Н. Защита металлов от атмосферной коррозии масляными покрытиями (теория, практика, экологические аспекты). ISBN 978-5-9901582-5-2. М. Изд-во «КАРТЭК» 2014. 220 с. <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog/>
5. Л.Е. Цыганкова Лабораторные работы по импедансной спектроскопии. 2008. 2 печ. Л. Изд-во Першина Р.В. <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog/>