

Энгельсский технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Саратовский государственный технический
университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Технология и оборудование химических нефтегазовых и пищевых
производств»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

по дисциплине

М.1.3.3.1. «Теоретические основы электроосаждения металлов и сплавов»
Направление подготовки 18.04.01 «Химическая технология»

Профиль «Химическая технология композиционных материалов и
покрытий»

Квалификация - МАГИСТР

Форма обучения - очная

Энгельс 2026

Цель преподавания дисциплины состоит в изучении теоретических основ электрохимического осаждения металлов и сплавов, установлении взаимосвязи экспериментальных данных по составу, структуре и свойствам осадков с механизмом и кинетикой образования новой фазы.

Задачами изучения дисциплины являются освоение научной методологии современной теоретической электрохимии применительно к процессам электрокристаллизации и фазообразования, и выработка у студентов магистерской подготовки навыков самостоятельной постановки, организации и проведения теоретических и экспериментальных исследований, умения интерпретации и обобщения полученных результатов.

Работа на практических занятиях направлена на закрепление теоретических знаний, развития творческого подхода к решению проблем, выработки умения анализировать, систематизировать теоретический материал, проводить необходимые расчёты на формирование указанных компетенций.

Критериями оценки результатов работы студента на практических занятиях являются:

- умение студента использовать теоретические знания при проведении семинаров;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- аргументированное представление решённых задач;

Перечень практических занятий

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Наименование практического занятия	Объем дисциплины в акад. часах
			очная форма обучения
1	Тема1. Современные проблемы теории электрохимического осаждения металлов и сплавов	Перспектива развития гальванического модифицирования поверхности. Сравнительная характеристика гальванического способа с вакуумным напылением,	2

		лазерным нанесением, термическим способом и др. Предоставление отчёта по теме 1	
2	Тема 2. Процессы на межфазной границе электрод-электролит при катодной поляризации.	Решение задач по определению лимитирующей стадии электрохимического процесса. Расчёт перенапряжения диффузии, предельного тока диффузии, переходного времени процесса. Расчёт энергии активации электрохимического процесса..	4
3	Тема3.Кинетические закономерности электроосаждения металлов	Семинар по теме «Кинетические закономерности электроосаждения металлов». Решение задач по определению перенапряжения электрохимического процесса перенапряжения кристаллизации (использование экспериментальных данных). Анализ механизма зародышеобразования по экспериментальным гальваностатического и потенциостатического исследований.	4
4	Тема4.Совместный разряд ионов металлов. Электроосаждение сплавов	Семинар по теме «Кинетические закономерности совместного электроосаждения металлов». Способы сближения электродных потенциалов при электроосаждении сплавов. Влияние состава электролита и режима электролиза на состав, , структуру и свойства сплавов.	2

5	Тема5.Катодное внедрение металлов в твердые электроды	Катодное внедрение как метод модифицирования поверхностных свойств изделий. Механизм и кинетические закономерности катодного внедрения. Потенциостатический метод изучения процесса (анализ механизма катодного внедрения по представляемым экспериментальным данным.)	2
6	Тема7. Механизм формирования гальванических осадков металлов и сплавов в условиях совместного выделения водорода	Роль сопутствующего процесса выделения водорода в формировании катодного осадка. Решение задач по определению перенапряжения выделения водорода, кинетических характеристик процесса.электровосстановления водорода .	2
	Итого		16

Практические задания для текущего контроля

Задание 1. Рассчитать силу тока при электроосаждении металла, если известны предельная плотность тока и диффузионное перенапряжение процесса.

Данные для расчёта предоставляются преподавателем.

3 варианта.

Задание 2. Определить предельную диффузионную плотность тока при электроосаждении металла с учётом и без учёта миграции ионов. Известны коэффициент диффузии, толщина диффузионного слоя, число переноса катионов. Данные для расчёта предоставляются преподавателем.

3 варианта.

Задание 3. Чему равен предельный диффузионный ток при условии, что катодная плотность тока составляет половину от предельной диффузионной плотности тока. Перенапряжения разряда и диффузии равны.

Данные для расчёта предоставляются преподавателем.

3 варианта.

Задание 4. Определить соотношение концентраций ионов металла в растворах с индифферентным электролитом и без него, если величины предельной плотности тока диффузии одинаковы. Коэффициенты диффузии ионов и толщину диффузионного слоя считать одинаковыми.

Задание 5. Проверить зависимость тока обмена водорода от природы раствора при комнатной температуре, при известных значениях константы «а» уравнения Тафеля в этих растворах и коэффициенте переноса.

Данные для расчёта предоставляются преподавателем.

3 варианта.

Задание 6. Проводится электроосаждение металла из электролита заданного состава и известной плотности тока. Рассчитать толщину диффузионного слоя, если известно, что концентрация ионов металла у поверхности электрода в 4 раза меньше, чем в объёме раствора. Известен коэффициент диффузии.

Задание 7. Приведены результаты измерения перенапряжения выделения водорода от плотности тока из кислого раствора. Построить графическую зависимость и определить коэффициенты уравнения Тафеля.

Данные для расчёта предоставляются преподавателем.

3 варианта.

Задание 8. Используя константы уравнения Тафеля, рассчитать плотность тока обмена, коэффициент переноса выделения водорода на различных катодах. Данные для расчёта предоставляются преподавателем.

3 варианта.

Задание 9. Используя предоставленные экспериментальные данные, определить перенапряжение кристаллизации и перенапряжение процесса.

Данные для расчёта предоставляются преподавателем.

3 варианта

Задание 10. Привести алгоритм расчёта парциальных плотностей тока при электроосаждении сплавов.

Данные для расчёта предоставляются преподавателем.

3 варианта

Задание 11. Используя экспериментальные данные по величине катодной плотности тока, составу сплава, выхода по току, провести расчёт парциальных плотностей тока для электроосаждаемого сплава.

Данные для расчёта предоставляются преподавателем.

3 варианта

Задание 12. Используя предоставленные экспериментальные данные, определить металл, осаждение которого происходит со сверхполяризацией.

Данные для расчёта предоставляются преподавателем.

3 варианта

1. Определение коэффициента диффузии из электрохимических измерений:
 - гальваностатический метод;
 - потенциостатический метод;
 - потенциодинамический метод.
2. Композиционные электрохимические покрытия
3. Дофазовое осаждение металлов

Рекомендуемая литература

1. Еремин, В. В. Основы физической химии. В 2 ч. Ч. 1 : Теория : учебник / Еремин В. В. и др. - 5-е изд., перераб. и доп. - Москва : Лаборатория знаний, 2019. - 351 с. Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". (Учебник для высшей школы) - ISBN 978-5-00101-634-2. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001016342.html>. - Режим доступа: по подписке.

2. Салем, Р. Р. Физическая химия: Начала теоретической электрохимии / Р. Р. Салем. - 2-е изд. - М. : КомКнига, 2010. - 320 с. : ил. ; 21 см. - ISBN 978-5-484-01153-7: Экземпляры всего: 8

3. Гамбург, Ю. Д. Теория и практика электроосаждения металлов / Ю. Д. Гамбург, Дж. Зангари; пер. с англ. - 2-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2020. - 441 с. Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". - ISBN 978-5-00101-809-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/ru/doc/ISBN9785001018094-SCN0002.html?SSr=57013463c6086bbb69c550fyalyanova>. - Режим доступа: по подписке.

4. Теоретическая электрохимия / А.Л. Ротинян, К.И. Тихонов, И.А. Шошина А.М. Тихонов. – М.: Студент, 2013. – 496 с. – 10 экз.

5. Газенаур, Е.Г. Методы исследования материалов: учебное пособие / Е.Г. Газенаур, Л.В. Кузьмина, В.И. Крашенинин. — Электрон. дан. — Кемерово : Издательство КемГУ (Кемеровский государственный университет), 2013.—336с.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=44317. - Режим доступа: по подписке.

6. Ялымова, Т.Ю. Теоретические и технологические основы получения композиционных электрохимических покрытий: учебное пособие для студентов направлений 18.04.01, 18.03.01 - Химическая технология, 18.04.02, 18.03.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, 20.03.01 - Техносферная безопасность, 21.03.01 - Нефтегазовое дело, перераб. и доп. / Ялымова Т.Ю., Соловьева Н.Д., Яковлев А.В. - Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2022. - 60 с. (3,75 печ. л.). - ISBN 978-5-9907993-2-5. Экземпляры всего: 30.

7. Ролдугин В.И. Физикохимия поверхности / В.И. Ролдугин. – Долгопрудный: Изд-кий Дом «Интеллект», 2008. - 568 с. Экземпляры всего: 9.

8. Лукомский Ю.Я. Физико-химические основы электрохимии / Ю.Я. Лукомский, Ю.Д. Гамбург. - Долгопрудный: Издат. Дом «Интеллект», 2008. - 424 с. Экземпляры всего: 9.

9. Материаловедение и технология металлов / Г.П. Фетисов, М.Г. Карпов, В.М. Матюнин; под ред. Г.П. Фетисова. – М.: Высшая школа, 2008. - 864 с. Экземпляры всего: 17.

10. Ялымова Т.Ю. Дофазовое осаждение металла и его влияние на скорость и свойства электроосаждаемого покрытия: Методические указания к лабораторным работам по курсам «Приоритетные электрохимические технологии», «Теоретические основы электрохимического осаждения металлов и сплавов» для студентов направления 18.04.01 – Химическая технология, «Электрохимические технологии», «Методы исследования в

электрохимии» для студентов направления 18.03.01 - Химическая технология, «Основы электрохимической технологии» для студентов направления 22.03.01 - Материаловедение и технология материалов / Т.Ю. Ялымова, Н.Д. Соловьева – Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2022. – 16 с. Экземпляры всего: 30

11. Ялымова Т.Ю. Композиционные электрохимические покрытия»: Методические указания к лабораторным работам по курсам «Приоритетные электрохимические технологии», «Теоретические основы электрохимического осаждения металлов и сплавов» для студентов направления 18.04.01 – Химическая технология; «Электрохимические технологии», «Методы исследования в электрохимии» для студентов направления 18.03.01 - Химическая технология, «Основы электрохимической технологии» для студентов направления 22.03.01 - Материаловедение и технология материалов / Т.Ю. Ялымова, Н.Д. Соловьева – Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2022. – 20 с. Экземпляры всего: 30

12. Савельева Е.А. Самостоятельная работа студентов: методические рекомендации к выполнению самостоятельной работы студентов, обучающихся по направлениям подготовки 18.03.01 Химическая технология Е.А. Савельева, Л.Н. Ольшанская, Н.Д. Соловьева, И.И. Фролова: - Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., кафедра «Химические технологии», 2021. - 37 с. — URL: <http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=1008&tip=6> (дата обращения: 30.06.2021). Режим доступа: для авторизованных пользователей

Периодические издания

1. Гальванотехника и обработка поверхности. Издательство ООО "Гальванотех" Режим доступа: https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=7759 Доступные архивы 20051-2020гг.

2. Журнал прикладной химии. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=7798> Доступные архивы 2003 – 2020гг.

3. Журнал физической химии:- РАН. - М.: Наука, 1930 - Выходит ежемесячно. - ISSN 0044-4537 Режим доступа: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7802> Доступные архивы 2001-2020гг.

4. Известия высших учебных заведений. Серия Химия и химическая технология. Режим доступа: <https://elibrary.ru/contents.asp?issueid=942222> Доступные архивы 2000-2020гг.

5. Электрохимия Режим доступа: https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=8297 Доступные архивы 2000-2020гг.

6. Электрохимическая энергетика Режим доступа: https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=8296 Доступные архивы 2007-2020гг.