

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра физической химии

Авторы-составители: Петухов Игорь Валентинович

Рабочая программа дисциплины

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Код УМК 95895

Утверждено
Протокол №6
от «14» мая 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Электрохимическая кристаллизация металлов и сплавов

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в базовую часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление подготовки: **04.04.01** Химия

направленность Химия, физика и механика материалов

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Электрохимическая кристаллизация металлов и сплавов** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

04.04.01 Химия (направленность : Химия, физика и механика материалов)

ПК.3 Способен проводить экспериментальные работы и обрабатывать полученные данные в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках с использованием различных методов и подходов

Индикаторы

ПК.3.1 Проводит экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в выбранной области химии с использованием различных методов и подходов

ПК.3.2 Обрабатывает полученные данные с использованием современных методов анализа информации

4. Объем и содержание дисциплины

Направление подготовки	04.04.01 Химия (направленность: Химия, физика и механика материалов)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	1,2
Объем дисциплины (з.е.)	7
Объем дисциплины (ак.час.)	252
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	84
Проведение лекционных занятий	36
Проведение практических занятий, семинаров	24
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	24
Самостоятельная работа (ак.час.)	168
Формы текущего контроля	Защищаемое контрольное мероприятие (2) Итоговое контрольное мероприятие (2) Письменное контрольное мероприятие (2)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (1 триместр) Экзамен (2 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Гальванотехника. Электродные процессы. Механизм электрокристаллизации.

Рассматривается механизм электрокристаллизации металлов. Катодные и анодные процессы при электроосаждении металлов и сплавов. Двух- и трехмерное зародышеобразование при электрокристаллизации. Механизмы роста кристаллов при электроосаждении покрытий.

Влияние состава электролита на структуру и свойства покрытий.

Обсуждается влияние природы и концентрации ионов металла, влияние концентрации ионов водорода, поверхностно-активных веществ (ПАВ), плотности тока, температуры электролита, перемешивания на структуру и свойства покрытий.

Микро и микрораспределение металла по поверхности катода. Рассеивающая способность электролита. Получение блестящих покрытий

Рассеивающая способность электролитов и факторы ее определяющие. Макро- и микрораспределение металла и тока по поверхности катода. Факторы, влияющие на получение блестящих покрытий. Механизм действия блескообразующих добавок. Многослойные электролитические покрытия.

Подготовка поверхности перед осаждением покрытий.

Основные стадии подготовки поверхности перед осаждением покрытий: механическая обработка, обезжиривание, травление, промывка.

Процессы получения различных видов покрытий

Электролитическое цинкование и кадмирование. Свойства Zn- и Cd-покрытий. Сравнительная характеристика электролитов. Пассивация Zn- и Cd-покрытий. Электролитическое оловянирование. Электролитическое меднение. Характеристика электролитов и покрытий. Покрытия металлами группы железа. Электролитическое хромирование.

Методы контроля качества покрытий.

Контроль внешнего вида покрытий, толщины, пористости, прочности сцепления, коррозионной стойкости, микротвердости и др. свойств покрытий.

Наводороживание в процессе осаждения покрытий.

Наводороживание покрытия и подложки в процессе электроосаждения. Различные формы поглощенного водорода. Методы исследования наводороживания. Различные механизмы наводороживания осадка и подложки.

Формирование поликристаллических покрытий.

Рассматриваются процессы формирования структуры покрытий. Классификация структур различных покрытий.

Электроосаждение сплавов.

Различные виды сплавов, получаемых путем электроосаждения, и их применение. Методы позволяющие сблизить области выделения металлов, деполяризация и сверхполяризация при осаждении сплавов. Структура электролитических сплавов. Эмпирические зависимости между условиями осаждения и составом электролитических сплавов.

Начальные стадии образования покрытий

В данном курсе рассматриваются процессы образования новой фазы, происходящие при осаждении металлов и сплавов на катоде. Процесс электрокристаллизации рассматривается в хронологическом порядке от образования на катоде зародышей новой фазы до формирования сплошных, достаточно толстых покрытий. Целью данного курса является рассмотрение явления электрокристаллизации как

процесса имеющего, с одной стороны, электрохимическую природу, с другой стороны, подчиняющегося общим закономерностям фазообразования. Одной из задач курса является рассмотрение современных теоретических представлений, касающихся процессов нуклеации и механизмов последующего роста кристаллов. Кинетика нуклеации и роста кристаллов, в значительной степени, определяют как структуру, так и дефектность, образующихся электролитических покрытий. Поэтому другой задачей курса является рассмотрение взаимосвязи структуры покрытий и их свойств, а также методов исследования структуры покрытий.

Начальные стадии электроосаждения металлов и сплавов. Термодинамика нуклеации
ачальные стадии электроосаждения металлов и сплавов. Термодинамика нуклеации. Гомогенная и гетерогенная нуклеация. Механизмы Фольмера-Вебера, Франка ван-дер Мерве, Странского-Крастанова.

Кинетика нуклеации. Флуктуационная и атомистическая теории
Флуктуационная и атомистическая теории.

Содержание темы: Скорость зародышеобразования в рамках классической флуктуационной и атомистической теорий.

Электрохимическая нуклеация. Стадии, предшествующие образованию новой фазы.
Электрохимическая нуклеация. Стадии, предшествующие образованию новой фазы (underpotential deposition). Классическая теория электрохимической нуклеации. Учет радиуса кривизны зарождающихся кластеров на кинетику нуклеации. Атомистическая теория электрохимической нуклеации. Зоны исключения зарождения.

Рост кристаллов при электроосаждении
В данном разделе рассматриваются различные механизмы роста кристаллов в процессе формирования гальванических покрытий, а также механизмы формирования гальванических осадков с развитой поверхностью и причины, вызывающие такой необычный рост покрытий.

Теории роста кристаллов при электроосаждении. Эпитаксия
Теории роста кристаллов при электроосаждении. Механизмы нормального, слоистого, слоисто-спирального роста. Эпитаксия. Эпитаксиальный рост в условиях электрокристаллизации. Дислокации несоответствия.

Рост кристаллов дендритного типа
Рост осадков дендритного типа (губчатые осадки, нитевидные кристаллы, разветвленные дендриты).

Структура, свойства и методы исследования структуры покрытий
В данном разделе рассмотрены процессы формирование поликристаллических осадков, а также дефекты кристаллического строения и причины их образование при электроосаждении металлов. Рассмотрены методы исследования структуры и свойств гальванических покрытий. Обсуждаются причины образования внутренних напряжений в гальванических покрытиях и методы их измерения.

Формирование поликристаллических покрытий. Дефекты кристаллического строения и их образование при электроосаждении металлов
Формирование поликристаллических осадков. Дефекты кристаллического строения и их образование при электроосаждении металлов.
Формирование поликристаллических осадков. Дефекты кристаллического строения различной размерности и их образование при электроосаждении металлов. Макроскопические дефекты покрытий. Использование методов рентгеноструктурного анализа для изучения структуры гальванических

покрытий. Взаимосвязь между структурой и свойствами покрытий.

Внутренние напряжения в электролитических покрытиях

Внутренние напряжения в электролитических покрытиях и причины их возникновения в процессе электрокристаллизации. Методы определения внутренних напряжений: механические и рентгенографические методы, лазерная интерферометрия и голографическая интерферометрия.

Методы исследования структуры покрытий

Рассматриваются различные методы исследования структуры покрытий, в том числе, сканирующая туннельная и атомно-силовая микроскопии, их принципы действия, области применения и возможности методов.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Петухов И. В., Медведева Н. А. Электроосаждение металлов и сплавов: теория и практика: учебное пособие для студентов химического факультета, обучающихся по направлению подготовки "Химия"/И. В. Петухов, Н. А. Медведева.-Пермь, 2013, ISBN 978-5-7944-2083-8.-175.-Библиогр. в конце глав

Дополнительная:

1. Гамбург Ю. Д. Электрохимическая кристаллизация металлов и сплавов/Ю. Д. Гамбург.-Москва: Янус - К, 1997, ISBN 5-88929-035-5.-384.

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://elibrary.ru> Научная электронная библиотека
<http://www.galvanotehnika.info/> Гальванотехника и обработка поверхности
<http://www.galvanotehnika.info/> Журнал "Гальванотехника и обработка поверхности"
<http://maik.ru/ru/journal/zamet> Журнал "Физикохимия поверхности и защита материалов"
<http://www.galvanotehnika.info/> Журнал "Гальванотехника и обработка поверхности"
<http://elibrary.ru> Научная электронная библиотека
<http://www.galvanotehnika.info/> Журнал «Гальванотехника и обработка поверхности»
<http://www.galvanotehnika.info/> Журнал «Гальванотехника и обработка поверхности»
<http://www.maik.ru/cgi-perl/journal.pl?lang=rus&name=elchem> Журнал «Электрохимия»
<http://www.galvanotehnika.info/> Журнал "Гальванотехника и обработка поверхности"
<http://elibrary.ru> Научная электронная библиотека
<http://elibrary.ru> Научная электронная библиотека
<http://www.maik.ru/cgi-perl/journal.pl?lang=rus&name=elchem> Журнал «Электрохимия»
<http://elibrary.ru> Научная электронная библиотека
<http://www.maik.ru/cgi-perl/journal.pl?lang=rus&name=elchem> Журнал «Электрохимия»
<http://elibrary.ru> Научная электронная библиотека
<http://www.maik.ru/cgi-perl/journal.pl?lang=rus&name=elchem> Журнал «Электрохимия»
<http://elibrary.ru> Научная электронная библиотека
<http://www.galvanotehnika.info/> Журнал «Гальванотехника и обработка поверхности»
<http://www.maik.ru/cgi-perl/journal.pl?lang=rus&name=elchem> Журнал «Электрохимия»
<http://www.galvanotehnika.info/> Журнал «Гальванотехника и обработка поверхности»
<http://elibrary.ru> Научная электронная библиотека
<http://www.galvanotehnika.info/> Журнал «Гальванотехника и обработка поверхности»
<http://maik.ru/ru/journal/zamet> Журнал "Физикохимия поверхности и защита материалов"
<http://elibrary.ru> Научная электронная библиотека
<http://www.galvanotehnika.info/> Журнал «Гальванотехника и обработка поверхности»
<http://elibrary.ru> Научная электронная библиотека
<http://maik.ru/ru/journal/zamet> Журнал "Физикохимия поверхности и защита материалов"

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Электрохимическая кристаллизация металлов и сплавов** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

Образовательный процесс предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);

доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);

доступ в электронную информационно-образовательную образовательную среду университета.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (student.psu.ru)

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование

материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (student.psu.ru).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Лекционные занятия: Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

2. Занятий семинарского типа (семинары, практические занятия):

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

3. Лабораторные занятия: «Лабораторный практикум по электрохимическим методам исследования», оснащенный специализированным оборудованием. Состав оборудования определен в Паспорте лаборатории.

4. Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

5. Для проведения текущего контроля - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

6. Самостоятельная работа: «Лабораторный практикум по электрохимическим методам исследования», оснащенный специализированным оборудованием. Состав оборудования определен в Паспорте лаборатории.

Аудитория для самостоятельной работы, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченная доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещения Научной библиотеки ПГНИУ"

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Электрохимическая кристаллизация металлов и сплавов**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ПК.3

Способен проводить экспериментальные работы и обрабатывать полученные данные в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках с использованием различных методов и подходов

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ПК.3.2 Обрабатывает полученные данные с использованием современных методов анализа информации	Знает методы статистической обработки экспериментальных результатов, умеет применять методы математической статистики для обработки экспериментальных результатов, владеет навыками обработки экспериментальных результатов с использованием методов математической статистики.	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> Не знает методы статистической обработки экспериментальных результатов, не умеет применять методы математической статистики для обработки экспериментальных результатов, не владеет навыками обработки экспериментальных результатов с использованием методов математической статистики. <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> Знает методы статистической обработки экспериментальных результатов с большими пробелами, имеются отдельные умения в применении методов математической статистики для обработки экспериментальных результатов, владеет отдельными навыками обработки экспериментальных результатов с использованием методов математической статистики. <p style="text-align: center;">Хорошо</p> Знает методы статистической обработки экспериментальных результатов с небольшими пробелами, умеет применять методы математической статистики для обработки экспериментальных результатов с небольшими пробелами, владеет навыками обработки экспериментальных результатов с использованием методов математической статистики с небольшими пробелами. <p style="text-align: center;">Отлично</p> Знает методы статистической обработки экспериментальных результатов, умеет применять методы математической

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>статистики для обработки экспериментальных результатов, владеет навыками обработки экспериментальных результатов с использованием методов математической статистики.</p>
<p>ПК.3.1 Проводит экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в выбранной области химии с использованием различных методов и подходов</p>	<p>Проводит экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в области теоретической и прикладной электрохимии с использованием различных электрохимических методов и методов исследования структуры гальванических покрытий, владеет методами исследований, умеет применять на практике и знает области их применения.</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Отсутствие знаний в области электрокристаллизации, гальванотехники, теоретической и прикладной электрохимии, алгоритмов постановки и достижения цели, не знает терминологию и основные понятия, используемые в теории и практике изучаемой дисциплины. Отсутствие умений осуществлять мыслительную деятельность, выделять главное и определять второстепенное, ставить цели и выбирать пути их достижения при выборе процессов для осаждения покрытий с заданными функциональными свойствами. Не владеет навыками практической деятельности для исследования свойств электролитов и покрытий.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Фрагментарные знания в области электрокристаллизации, гальванотехники, теоретической и прикладной электрохимии, Частично сформированное умение осуществлять мыслительную деятельность, выделять главное и определять второстепенное, ставить цели и выбирать пути их достижения при выборе процессов для осаждения покрытий с заданными функциональными свойствами. Фрагментарное применение навыков мыслительной деятельности для прогнозирования поведения покрытий в различных условиях эксплуатации и выбора методов исследования свойств электролитов и покрытий.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основ теории электрокристаллизации, гальванотехники, теоретической и прикладной электрохимии,</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>алгоритмов постановки и достижения цели, знание терминологии и основных понятий, используемых в теории и практике изучаемой дисциплины. В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения осуществлять мыслительную деятельность, выделять главное и определять второстепенное, ставить цели и выбирать пути их достижения при выборе процессов для осаждения покрытий с заданными функциональными свойствами. В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков мыслительной деятельности для прогнозирования поведения покрытий в различных условиях эксплуатации и выбора методов исследования свойств электролитов и покрытий.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Сформированные систематические знания в области электрокристаллизации, гальванотехники, теоретической и прикладной электрохимии, алгоритмов постановки и достижения цели, знает терминологию и основные понятия, используемые в теории и практике изучаемой дисциплины.</p> <p>Сформированное умение осуществлять мыслительную деятельность, выделять главное и определять второстепенное, ставить цели и выбирать пути их достижения при выборе процессов для осаждения покрытий с заданными функциональными свойствами. Успешное и систематическое применение навыков мыслительной деятельности для прогнозирования поведения покрытий в различных условиях эксплуатации и выбора методов исследования свойств электролитов и покрытий.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.3.1 Проводит экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в выбранной области химии с использованием различных методов и подходов	Процессы получения различных видов покрытий Письменное контрольное мероприятие	Знать влияние основных параметров процесса электроосаждения на структуру и свойства покрытий, на микро- и макрораспределение тока и металла по поверхности катода. Знать основные процессы получения гальванических покрытий, их функциональные свойства и области применения.
ПК.3.2 Обрабатывает полученные данные с использованием современных методов анализа информации	Методы контроля качества покрытий. Защищаемое контрольное мероприятие	Знать особенности работы электролитов для получения Zn, Cd, Ni, Cu, Sn, Cr покрытий. Уметь объяснить назначение каждого из компонентов электролита для получения покрытий. Знать основные методы контроля гальванических покрытий и уметь применять данные методы для оценки свойств покрытий.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.3.1 Проводит экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в выбранной области химии с использованием различных методов и подходов	Электроосаждение сплавов. Итоговое контрольное мероприятие	Знать основные закономерности формирования поликристаллических покрытий, особенности их структуры, классификацию структуры гальванических покрытий. Знать причины наводороживания покрытий и основы при электроосаждении, механизмы наводороживания, владеть методами определения содержания водорода в покрытиях и методами его удаления из покрытий и основы. Знать и владеть методами сближения потенциалов металлов, совместно осаждаемых в виде сплавов. Знать структуру электролитических сплавов, их свойства и области применения. Уметь применять эмпирические уравнения, связывающие параметры процесса электроосаждения с химическим составом, осаждаемых сплавов.

Спецификация мероприятий текущего контроля

Процессы получения различных видов покрытий

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
15 теоретических вопросов по 1 баллу и 3 расчетных задачи по 5 баллов каждая на определение следующих параметров покрытий: расчет выхода по току, толщины покрытий, времени осаждения покрытия заданной толщины.	30

Методы контроля качества покрытий.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Реферат по тематике, связанной с получением одного из видов гальванических покрытий, их свойствами и применением - 13 баллов. Дополнительно за полноту изложения	30

<p>материала, учет последних достижения в рассматриваемой области - 5 баллов. Правильно оформленный список литературы, включающий последние публикации по тематике реферата - 2 балла. Презентация, составленная по материалам реферата - 5 баллов.</p> <p>Выступление с докладом по теме реферата - 5 баллов.</p>	
--	--

Электроосаждение сплавов.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
16 теоретических вопросов по 1 баллу и 4 расчетных задачи по 6 баллов каждая на расчет рассеивающей способности электролитов, внутренних напряжений в гальванических покрытиях, состава, выхода по току, толщины осаждаемых покрытий, времени осаждения гальванических покрытий в виде сплавов и композиционных электролитических покрытий.	40

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
------------------------------------	--	---

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.3.1 Проводит экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в выбранной области химии с использованием различных методов и подходов</p>	<p>Электрохимическая нуклеация. Стадии, предшествующие образованию новой фазы. Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Знать механизмы гомогенного и гетерогенного зародышеобразования из газовой фазы и в условиях электрокристаллизации, флуктуационную теорию зародышеобразования. Знать особенности процессов электрокристаллизации. Знать области применения классической и атомистической теории электрокристаллизации. Знать основные теоретические положения атомистической теории электрокристаллизации. Владеть методами исследования процессов электрокристаллизации и уметь применять их на практике. Знать причины, вызывающие процессы дофазового осаждения, владеть методами изучения процессов дофазового осаждения.</p>
<p>ПК.3.2 Обрабатывает полученные данные с использованием современных методов анализа информации</p>	<p>Формирование поликристаллических покрытий. Дефекты кристаллического строения и их образование при электроосаждении металлов Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>Уметь получать гальванических покрытия различных металлов. Знать методы исследования структуры и свойств гальванических покрытий, уметь применять их на практике. Владеть методами определения внутренних напряжений в гальванических покрытиях и уметь применять их в практической деятельности.</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.3.1 Проводит экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в выбранной области химии с использованием различных методов и подходов	Методы исследования структуры покрытий Итоговое контрольное мероприятие	Знать основные механизмы роста кристаллов при электроосаждении, причины, вызывающие рост осадков дендритного типа, механизм их роста и применение. Знать основные дефекты структуры гальванических покрытий, причины, вызывающие их образование при электроосаждении. Знать причины, вызывающие возникновение внутренних напряжений в покрытиях. Владеть методами изучения дефектов структуры гальванических покрытий и определения внутренних напряжений и уметь применять их на практике.

Спецификация мероприятий текущего контроля

Электрохимическая нуклеация. Стадии, предшествующие образованию новой фазы.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
3 теоретических вопроса по 5 баллов, 3 теоретических вопроса по 3 балла, 2 расчетных задачи по 3 балла	30

Формирование поликристаллических покрытий. Дефекты кристаллического строения и их образование при электроосаждении металлов

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Выполнение 5 лабораторных работ по получение гальванических покрытий и исследованию их свойств, по изучению рассеивающей способности электролитов, внутренних напряжений в покрытиях, кинетике процессов электроосаждения и оформление краткого отчета по выполненным работам - 13 баллов. Наличие необходимого теоретического материала в отчете к каждой из выполненных лабораторных работ - 5 баллов. Наличие четко сформулированных выводов к каждой из выполненных лабораторных работ - 5 баллов. Ответы на вопросы преподавателя по каждой из выполненных лабораторных работ, касающиеся теоретических вопросов, методики	30

выполнения лабораторных работ, обработки полученных результатов. 1 вопрос по каждой лабораторной работе по 1 баллу. Всего 5 баллов. Статистическая обработка результатов лабораторных работ - 2 балла.	
--	--

Методы исследования структуры покрытий

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
6 теоретических вопросов по 5 баллов.	30
Расчетная задача по определению внутренних напряжений в гальванических покрытиях методом рентгеноструктурного анализа.	7
Расчетная задача по определению концентрации дефектов структуры в гальванических покрытиях.	3