

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**Аннотированная рабочая программа дисциплины
Физикохимия границ раздела фаз**

Направление подготовки
04.03.01 Химия

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Томск – 2016

1. **Код и наименование дисциплины (модуля) Б1.В.ДВ.4.3.1 «Физикохимия границ раздела фаз»**
2. **Цель изучения дисциплины (модуля)** освоение теории кинетики и термодинамики электродных процессов, строения границы раздела фаз, закономерностей перехода электрохимических процессов в микроплазменные, ознакомление с новейшими достижениями в развитии теории микроплазменных процессов, освоение моделирования физикохимических процессов на границе раздела фаз под воздействием высокоэнергетических потоков, локализованных в нанослоях границы раздела фаз, с учетом гидродинамики и распределения концентрации в приэлектродной области, получении необходимых практических навыков в области микроплазменного оксидирования материалов с целью получения материалов и покрытий с заданными свойствами.
3. **Год/годы и семестр/семестры обучения:** 4 курс, 7 и 8 семестры.
4. **Общая трудоемкость дисциплины (модуля)** составляет 6 зачетных единиц, 216 часов, из которых 96 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (62 часа – занятия лекционного типа, 32 часа – лабораторные занятия, в том числе коллоквиум и защита индивидуального задания – 4 часа), 120 часов – самостоятельная работа обучающегося (в том числе 72 часа – подготовка к экзамену).
5. **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы** *(заполняется в соответствии с картами компетенций)*

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень (этап) освоения)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
Первый уровень (пороговый) (ПК-1) – I способность выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам	У (ПК-1) – I – Уметь: объяснить суть методик определения физико-химических свойств материалов и покрытий В (ПК-1) – I – Владеть: техникой исследования процессов формирования материалов и покрытий с заданными свойствами
Второй уровень (углубленный) (ПК-3) – II владение системой фундаментальных химических понятий	У (ПК-3) – II – Уметь: применять фундаментальные знания для описания кинетики электродных процессов и перехода электрохимических процессов в микроплазменные при высокоэнергетическом воздействии на границу раздела фаз
Первый уровень (пороговый) (СК-1) – I Второй уровень (углубленный) (СК-1) – II способность использовать в исследованиях и расчётах приобретённые знания о физических и химических процессах получения веществ и материалов, их анализе, прогнозировании свойств	З (СК-1) – I – Знать: теоретические основы формирования материалов и покрытий при локализации высокоэнергетических потоков на границе раздела фаз У (СК-1) – II – Уметь: прогнозировать физические и физико-химические свойства материалов и покрытий на основе знания их химического, фазового состава, структуры и вольтамперных зависимостей процесса формирования материала и покрытия В (СК-1) – II – Владеть: способностью оптимизировать состав электролитов и режимы формирования материалов и покрытий с целью синтеза их с заданными функциональными свойствами

6. Содержание дисциплины (модуля) и структура учебных видов деятельности

6.1. Структура учебных видов деятельности

Наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)			Самостоятельная работа (час.)
		Лекции	Лабораторные работы	Коллоквиум, защита ИЗ	
Модуль 1. Физикохимия процессов на границе раздела фаз при локализации на ней высокоэнергетических потоков.	6	2			4
Строение границы раздела фаз. Кинетика и термодинамика электродных процессов	18	10	4		4
Закономерности перехода электрохимических процессов в микроплазменные при прохождении токов большой плотности	30	16	4	2	8
Высоковольтные микроплазменные процессы, разработка измерительного, исследовательского и технологического оборудования для исследования процессов формирования наноструктурных неметаллических функциональных покрытий	40	16	12		12
Модуль 2. Методы исследования свойств и области применения наноструктурных неметаллических неорганических функциональных покрытий	8	4			4
Конструирование наноструктурных неметаллических неорганических покрытий на сплавах алюминия, магния, титана, циркония.	20	8	4	2	6
Методы исследования толщины, пористости, морфологии, адгезии нанотвердости, износостойкости ННН покрытий.	14	4	4		6
Свойства и области применения наноструктурных неметаллических неорганических покрытий на сплавах алюминия, магния, титана, циркония.	8	4			4
Промежуточная аттестация (экзамен)	72				72
Итого:	216	64	28	4	120

6.2. Содержание дисциплины «Физикохимия границы раздела фаз»

Модуль 1. Введение. Физикохимия процессов на границе раздела фаз при локализации на ней высокоэнергетических потоков.

Строение границы раздела фаз. Кинетика и термодинамика электродных процессов. Строение, вид и величина границы раздела фаз Дисперсные системы и растворы. Деление и применение дисперсных систем. Термодинамика растворения, электрохимические и электродные реакции, потенциал, напряжение. Закон Фарадея. Электрохимическая термодинамика и стационарные процессы. Поляризация, перенапряжение ячейки, равновесный потенциал. Кинетика электродных реакций, равновесный потенциал, плотность тока обмена. Двойной электрический слой и электрокапиллярные явления. Кинетическая теория коррозии. Методы защиты от коррозии. Пассивность металлов. Уравнение Липпмана. Емкость двойного электрического слоя. Строение границы раздела фаз без каких-либо воздействий. Модель Штерна, Гуи - Чапмэна, Гельмгольца. Функция Бесселя. Гугенгейма. Электрохимическая термодинамика. Напряжение Гальвани, ячейки, Вольта. Равновесный потенциал. Электродная реакция и реакция ячейки. Анодный и катодный ток. Перенапряжение, поляризация. Плотность тока обмена. Изобарно-изотермический потенциал. Зависимость напряжения ячейки от температуры и выделение тепла в гальванической цепи. Электрохимический потенциал. Зависимость равновесного напряжения ячейки от давления и от концентрации. Теория ДЛФО. Эффект Марангони-Бренстеда. Движение жидкости по твердой поверхности. Гидродинамический аспект. Кинетика. Типовые, режимы (потенциодинамический, потенциостатический, гальваностатический, кулоностатический) воздействия на границу раздела металл оксид раствор при микроплазменных процессах в электролитах. Кинетика капиллярного поднятия. Термокапиллярное пленочное течение. Осмотический эффект. Течение под действием концентрационных изменений. Нерастворимые монослои на поверхности жидкости. Монослои и их состояние. Различные виды перехода. Перенапряжение перехода, диффузии, реакции, кристаллизации. Общее перенапряжение. Линейная диффузия. Электродные процессы в условиях линейной, сферической и цилиндрической диффузии (хроноамперометрия, хронопотенциометрия, хроновольтамперометрия, полярография, вращающийся дисковый электрод). Электродные процессы, протекающие в условиях ограниченной области диффузии. Электродные процессы, контролируемые скоростью переноса заряда в условиях линейной диффузии. Электродные процессы с предшествующими химическими реакциями первого порядка. Электродные процессы с последующими химическими реакциями первого порядка (хроноамперометрия, хронопотенциометрия, хроновольтамперометрия). Каталитические электродные процессы.

Закономерности перехода электрохимических процессов в микроплазменные при прохождении токов большой плотности. Формирование барьерного слоя, пробой, факторы очистки. Плазменные процессы на границе жидкость-жидкость. Уравнение для напряжения электрического поля. Теоретические основы моделирования состояния границы раздела при высокоэнергетическом воздействии. Импульсные процессы на поверхности твердое тело – жидкость. Параметрическая теория вольтамперных зависимостей импульсных процессов в растворах.

Физико-химические закономерности процессов на границе раздела фаз. Процессы доставки, миграции, кристаллизации. Моделирование физических и химических процессов в единичном нитевидном канале при его росте в оксидном слое. Математическая задача, ее решение и анализ полученных соотношений. Высокоэнергетическое воздействие на границе раздела фаз. Стационарные и

нестационарные режимы воздействия на границу раздела электрод-раствор при микроплазменной обработке металлов. Методы воздействия на границу раздела фаз. Микроплазменные системы для нанесения и формирования функциональных наноструктурных покрытий.

Влияние амплитуды и длительности импульса поляризирующего напряжения на форму вольтамперных характеристик микроплазменного формирования биокерамических покрытий на титане и морфологию этих покрытий. Влияние времени микроплазменной обработки на вольтамперные зависимости и свойства биокерамических покрытий на титане и его сплавах. Закономерности образования биокерамических покрытий на титане в электролитах различного состава. Влияние концентрации электролита в процессе микроплазменного формирования биокерамического покрытия на форму циклических вольтамперных характеристик.

Высоковольтные микроплазменные процессы *Разработка измерительного и технологического оборудования для исследования процессов формирования покрытий.* Методы исследования параметров микроплазменных процессов на границе раздела фаз при формировании покрытий. Параметрическая теория вольтамперных зависимостей импульсных процессов в растворах. Параметры микроплазменных систем для получения слоистых градиентных оксидных покрытий на сплавах алюминия. Физико-химические закономерности на границе металл-оксид-раствор при микроплазменной обработке. Теоретические исследования термодинамического состояния поверхности металла в растворе под потенциалом в процессах ее обработки токами большой плотности. Методы определения механизма электрохимической реакции. Определение вида перенапряжения. Измерения с постоянным, переменным током. Сравнение различных методов. Нахождение порядка электрохимической реакции. Нахождение порядка замедленно протекающих предшествующих химических реакций. Выявление кинетики реакции. Закономерности перехода электрохимических процессов в микроплазменные при прохождении токов большой плотности. Теоретические основы очистки и стерилизации медицинского инструмента. Диффузионные Модели образования градиентных слоистых керамических покрытий. Скорость электродных процессов. Диффузионная модель в случае образования слоистых градиентных оксидных покрытий с порами большой величины. Постановка задачи. Расчет скорости роста слоистого градиентного оксидного покрытия из раствора. Распределение концентрации ионов кислорода в градиентном слое. Диффузионная модель в случае образования слоистого градиентного оксидного покрытия с порами малой величины. Распределение концентрации ионов. Определение зависимости скорости роста оксидного покрытия от времени и концентрации. Многостадийные электродные процессы. Моделирование процессов роста многокомпонентных микроплазменных покрытий. Закономерности образования и осаждения дисперсных частиц в покрытие.

Высоковольтные электрохимические процессы. Разработка измерительного и технологического оборудования для исследования процессов формирования покрытий. Вольтамперные характеристики – новый инструмент процесса формирования покрытий. Связь вольтамперных характеристик с параметрами микроплазменных процессов

Модуль 2. Методы исследования свойств и области применения наноструктурных материалов и покрытий

Конструирование наноструктурных неметаллических неорганических покрытий на сплавах алюминия, магния, титана, циркония. Микроплазменные системы для получения покрытий с высокой адгезией, стойких к износу, коррозии, высоким температурам, с низкой шероховатостью, биоактивных, декоративных и других. Очистка поверхности стальных изделий. Конструирование многокомпонентных

износостойких покрытий на сплавах алюминия. Конструирование покрытий с квазипериодическим распределением пор. Способ модифицирования поверхности медицинских изделий, выполненных из титана и его сплавов лекарственными препаратами для кардиохирургических имплантатов – стентов. Микроплазменные процессы и мембраны. Микроплазменные процессы на мембранах.

Керамические структуры с атомарной точностью. Развитие научных методов производства функциональных наноматериалов с атомарной точностью. Химические, физические и механические методы синтеза. Молекулярная эпитаксия с ЧПУ. Механосинтез алмазоподобных материалов посредством сканирующего зонда. Ограничения метода сборки «снизу вверх».

Методы исследования свойств покрытий: толщины, пористости, морфологии, микротвердости и нанотвердости, элементного и фазового состава и нанокристаллической структуры, отражения и поглощения света неметаллических неорганических покрытий на сплавах алюминия, магния, титана, циркония. Исследование толщины, пористости, морфологии, нанотвердости, элементного и фазового состава и нанокристаллической структуры биокерамических покрытий, клинические испытания на животных, нанесение биокерамических покрытий на реальные ортопедические и стоматологические имплантаты. Методы измерения микротвердости, износостойкости, термостойкости, отражения и поглощения света, элементного состава, коррозионных испытаний наноструктурных неметаллических неорганических функциональных покрытий на алюминии, титане и цирконии.

Свойства и области применения наноструктурных неметаллических неорганических покрытий на сплавах алюминия, магния, титана, циркония.

6.3. Форма промежуточной аттестации – зачёт (2), экзамен (2)

7. Ресурсное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Мамаев А.И. Формирование наноструктурных неметаллических неорганических покрытий путем локализации высокоэнергетических потоков на границе раздела фаз: учеб. пособие / В.А. Мамаева, В.Н. Борилов, Т.И. Дорофеева. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2010 – 360 с.
2. Дамаскин Б.Б. Электрохимия / Б.Б. Дамаскин, О.А. Петрий, Г.А. Цирлина. М.: Химия, КолосС, 2006. – 672 с
3. Гаврилов С.А. Электрохимические процессы в технологии микро- и наноэлектроники: учеб. пособие для вузов / С.А. Гаврилов, А.Н. Белов. М.: Высшее образование, 2009. – 257 с.
4. Ролдугин В.И. Физикохимия поверхности: Учебник-монография / В.И. Радугин. Долгопрудный: ИД «Интеллект», 2011. – 564 с.
5. Суминов И.В. Плазменно-электролитическое модифицирование поверхности металлов и сплавов / И.В. Суминов [и др.]. М.: Техносфера, 2011. – 464 с.

7.2. Дополнительная литература

1. Мамаев А.И. Сильноточковые процессы в растворах электролитов / В.А. Мамаева. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. - 254 с. (20 экз. на кафедре)
2. Дамаскин Б.Б. Введение в электрохимическую кинетику: учебное пособие / Б.Б. Дамаскин, О.А. Петрий. М.: Высшая школа, 1983. – 401 с.
3. Суминов А.В. Микродуговое оксидирование (теория, технология, оборудование) / А.В. Суминов [и др.]. М.: ЭКОМЕТ, 2005. – 368с.
4. Compton R.G. Dickinson Understanding Voltammetry - Problems and Solutions World Scientific / Batchelor-McAuley Ch. Dickinson Ed. J. F. (2012)

<http://www.worldscibooks.com/chemistry/p783.html>

7.3. Электронные ресурсы

1. Compton R. G., Dickinson Understanding Voltammetry - Problems and Solutions World Scientific / Batchelor-McAuley Ch. Dickinson Ed. J. F. (2012)
<http://www.worldscibooks.com/chemistry/p783.html>
2. Compton R. G., Understanding Voltammetry - Simulation of Electrode Processes. World Scientific (2014) / Laborda E., Ward K. R.
<http://www.worldscientific.com/worldscibooks/10.1142/p910>
3. Гудымович Е.Н. Применение методов литографии в процессах нанесения слоев, формирования и переноса наноразмерного изображения на покрытия различного рода. Томск, 2010 (электронное учебное пособие)
<https://www.startbase.ru/download.html?file...title>

8. Преподаватели (авторы): д.х.н., профессор А.И. Мамаев, д.т.н., профессор В.А. Мамаева, к.х.н., доцент Т.И. Изаак.