



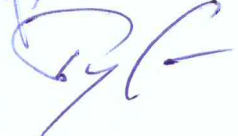
Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Структурное подразделение	Подпись
1	Останина Татьяна Николаевна	Д.х.н., профессор	Профессор	Кафедра технологии электрохимических производств	
2	Рудой Валентин Михайлович	Д.х.н., профессор	Профессор	Кафедра технологии электрохимических производств	

Рекомендовано учебно-методическим советом Химико-технологического института
Протокол № 6 от 30.05.2022 г.

Председатель учебно-методического совета
Согласовано:

Начальник ОПНПК

 [А.Б. Даринцева]
 [Е.А. Бутрина]

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕХНОЛОГИЯ СИЛИКАТНЫХ И ТУГОПЛАВКИХ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Технология электрохимических процессов и защита от коррозии» (СиТНМ) относится к базовой части программы аспирантуры.

Цель дисциплины: формирование у аспирантов компетенций в области технологии электрохимических процессов и защиты материалов от коррозионного разрушения и деградации.

Изучение дисциплины предполагает выполнение следующих задач:

- изучение теоретических основ электрохимических процессов для модернизации существующих и разработки новых высокоэффективных электрохимических технологий;
- изучение теоретических основ коррозионных процессов для разработки новых и повышение эффективности используемых методов защиты от коррозионного разрушения материалов;
- приобретение новых научных знаний в области перспективных направлений совершенствования электрохимических процессов и технологий;
- формирование умений по созданию инновационных электрохимических систем и методов исследования электрохимических процессов.

1.2. Язык реализации дисциплины – русский.

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

Знать:

- теоретические основы и механизм процессов, протекающих при электроосаждении металлов, синтезе водорода, неорганических и органических веществ, а также процессов преобразования химической энергии в электрическую в химических источниках тока;
- закономерности коррозионных процессов и методы защиты материалов от коррозии и деградации;
- проблематику и направления совершенствования основных электрохимических технологий.

Уметь:

- применять современные методы исследования в области электрохимических процессов и технологий металлов;
- использовать электрохимические, химические и комбинированные методы для защиты конструкционных материалов от коррозии.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- современными методами исследования термодинамики и кинетики электродных процессов, протекающих на границе раздела фаз;
- современными методами исследования состояния поверхности, состава и свойств материалов;
- навыками работы с научной литературой с целью определения направления исследования и решения специализированных задач.

1.4. Объем дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины в 6 семестре (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	
1.	Аудиторные занятия	4		4
2.	Лекции	4	4	4
3.	Самостоятельная работа аспи-	104	1	104

	рантов, включая все виды текущей аттестации			
4.	Промежуточная аттестация	104	1	Э
5.	Общий объем по учебному плану, час.	108		108
6.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

*Контактная работа составляет:

в п/п 2,3, - количество часов, равное объему соответствующего вида занятий;

в п.4 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на консультации в группе (15% от объема аудиторных занятий).

в п.5 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на проведение соответствующего вида промежуточной аттестации одного аспиранта.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Основы электрохимии	<p>Законы Фарадея. Природа и механизм возникновения электродного потенциала. Уравнение Нернста. Электроды первого, второго и третьего рода. Стандартные потенциалы, ряд активностей металлов. Электроды сравнения.</p> <p>Классификация электрохимических систем. Гальванический элемент - простые и сложные химические цепи. Термодинамика гальванического элемента; уравнение Гиббса-Гельмгольца. Термодинамическое уравнение для обратимой ЭДС электрической системы. Диффузионный потенциал.</p> <p>Электрокапиллярные явления. Общее уравнение электрокапиллярности Фрумкина. Уравнение Липпмана. Влияние поверхностно-активных веществ на электрокапиллярные кривые. Емкость двойного электрического слоя, импеданс электрода и эквивалентные электрические схемы. Теории строения двойного электрического слоя на границе электрод-электродлит.</p>
P2	Кинетика электродных процессов	<p>Стадии электродных процессов, понятие о лимитирующей стадии. Электродная поляризация, классификация поляризационных явлений. Виды перенапряжений. Поляризационные кривые. Экспериментальные методы определения потенциала электрода под током.</p> <p>Диффузионное перенапряжение. Теория стационарной конвективной диффузии. Естественная конвекция. Нестационарная диффузия реагирующих веществ к электроду. Хронопотенциометрия. Основные положения теории замедленного разряда. Энергия активации. Влияние двойного электрического слоя на электрохимическое перенапряжение. Уравнение Фрумкина. Основные закономерности смешанной кинетики. Замедленное протекание гомогенной и гетерогенной химических стадий. Влияние комплексообразования на кинетику электродных реакций. Уравнение химического перенапряжения. Перенапряжение кристаллизации. Образование и рост двумерных и трехмерных зародышей. Роль дислокаций и поверхностной диффузии ад-атомов и ад-ионов в процессе кристаллизации.</p> <p>Стадийный перенос электронов в электрохимических реакциях. Совместное протекание и косвенное взаимовлияние катодных процессов: выделения водорода и осаждения металла, выделения водорода и восстановления кислорода. Теория совместного разряда ионов. Электроосаждение сплавов. Электрокристаллизация и структура сплавов. Основные закономерности анодного растворения металлов. Перенапряжение диффузии при анодном растворении металлов. Пассивность ме-</p>

		таллов. Пленочная, адсорбционная теория пассивности. Солевая пассивность. Нерастворимые аноды.
P3	Методы исследования электрохимических систем	Метод стационарных поляризационных кривых. Нестационарные методы: хронопотенциометрия, хроноамперометрия, циклическая вольтамперометрия, импедансная спектроскопия. Метод вращающегося дискового электрода. Основные положения методов и интерпретации результатов. Оборудование для проведения электрохимических исследований.
P4	Современные представления о коррозионных и защитных процессах	<p>Физико-химические причины коррозии металлов. Ущерб от коррозии, прямые и косвенные потери. Различные подходы к классификации коррозионных процессов.</p> <p>Механизм и основные закономерности, используемые для описания электрохимической коррозии металлов в водных и высокотемпературных средах. Описание кинетики электродных процессов, образование продуктов коррозии на поверхности металла, возникновение периодических колебаний коррозионного тока и потенциала, формирование рельефа поверхности и возникновение локальных дефектов, стохастические явления в процессе коррозии. Определение механизма коррозии (химическая, электрохимическая, смешанная), контролирующей стадии процесса. Классификация коррозионных испытаний. Основные принципы выбора метода ускоренного испытания. Показатели скорости коррозии металлов (качественные и количественные).</p> <p>Металлическая связь. Понятие о зонной теории металлов. Кристаллическая структура и дефекты решетки металлов. Диаграммы состояния и свойства сплавов. Твердые растворы, фазы внедрения, интерметаллические соединения. Объемная и граничная диффузия в металлах и сплавах. Сегрегация и выделение фаз по границам зерен. Основные виды термической обработки сплавов. Прочность и деформируемость металлов и сплавов. Долговечность металлов под нагрузкой. Усталость металлов.</p> <p>Методика коррозионных испытаний в условиях свободной коррозии. Основные методы коррозионных испытаний: при полном погружении образцов в раствор, при переменном погружении в электролит, испытания на коррозию по ватерлинии, испытания на атмосферную коррозию. Оценка термодинамической вероятности протекания коррозионных процессов. Анализ коррозионных диаграмм и определение коррозионного тока и потенциала. Уравнение Стерна - Гири для расчета коррозионного тока по начальным участкам поляризационных кривых. Уравнения Мансфельда и Оулдема. Определение склонности металлов к межкристаллитной коррозии. Механизм питтинговой коррозии. Методы исследования питтинговой коррозии. Использование потенциодинамического и гальваностатического метода для оценки состояния пассивных пленок. Проявление периодических и стохастических явлений в процессах коррозии. Динамика образования питтингов. Электрохимические, химические и физико-химические процессы, лежащие в основе периодических явлений.</p>
P5	Технология электрохимических процессов	
P5.1	Электрохимические методы нанесения металлических покрытий	<p>Назначение металлических покрытий. Механизм защитного действия, в том числе многослойных. Требования к качеству металлических покрытий. Различные подходы к классификации металлических покрытий по способам нанесения.</p> <p>Первичное и вторичное распределение металла по поверхности. Рассеивающая и кроющая способности, их роль в улучшении качества покрытия и экономии цветных металлов. Механизм выравнивающей способности. Теория микрораспределения. Рассеивающая способность по металлу, по току.</p> <p>Влияние различных факторов электролиза на распределение металла на катоде (поляризации, выхода по току, электропроводности электролита, геометрии электролизера и электродов). Геометрическое выравни-</p>

		<p>вание. Методы измерения рассеивающей способности и их использование для анализа качества электролитов гальванических ванн.</p> <p>Технологические операции подготовки поверхности (механическая подготовка, обезжиривание, травление, химическое и электрохимическое полирование). Технология нанесения электролитических и химических покрытий (цинкование, никелирование, меднение, свинцевание, лужение и хромирование). Влияние различных параметров технологического процесса на качество и свойства гальванических покрытий.</p> <p>Совместный разряд ионов металлов и водорода. Совместный разряд нескольких ионов металлов. Эффекты взаимовлияния при сплавообразовании и образовании продуктов в растворе. Условия сплавообразования. Деполяризация и сверхполяризация. Типы структуры электролитически осажденных сплавов. Фазовые диаграммы состояния сплавов. Сплавы типа механической смеси. Сплавы типа твердого раствора. Субпотенциальное выделение металла. Интерметаллические соединения и аморфные сплавы. Влияние различных факторов на состав сплавов. Химическое и электрохимическое оксидирование и фосфатирование металлов. Назначение и сущность процессов. Металлизация пластмасс. Гальванопластика</p>
P5.2	Получение чистых металлов электролизом	<p>Общие вопросы электроэкстракции, электрорафинирования. Принципы избирательности и совместного протекания электродных реакций.</p> <p>Закономерности электрокристаллизации металлов из водных растворов, влияние условий электролиза, состава электролита на структуру катодных осадков. Поведение примесей в электролите и пути перехода их в катодный осадок. Добавки ПАВ в электролите, их назначение и влияние на катодный процесс и поведение примесей при электролизе.</p> <p>Многостадийные электрохимические процессы. Особенности кинетики в присутствии поверхностно-активных веществ.</p> <p>Кинетика анодных процессов. Растворимые и нерастворимые аноды. Анодная пассивность. Влияние примесей в металлах, условий электролиза (плотность тока, температура, перемешивание) и состава электролита, а также ПАВ на анодное растворение металлов. Анодное растворение сплавов. Механизм образования шлама на аноде.</p> <p>Теоретические основы процесса электролитического рафинирования меди. Примеси в аноде, их распределение в анодах из черновой и вторичной меди. Формирование анодного шлама, фазовый и гранулометрический состав частиц шлама. Механизм включения примесей в катодную медь. Влияние ПАВ на качество поверхности катодного осадка и химический состав катодной меди. Требования к составу электролита. Влияние состава электролита и условий электролиза на выход по току, удельный расход электроэнергии и качество катодного осадка.</p> <p>Технология производства. Матричные товарные и регенеративные ванны. Безосновная технология. Аппаратурное оформление процесса электролиза. Конструкции электролизеров, электродов, виды циркуляции. Электрическое соединение ванн и электродов. Перспективы совершенствования технологии электрорафинирования меди.</p> <p>Электролитическое рафинирование серебра и золота.</p> <p>Технологическая схема получения меди методом электроэкстракции.</p> <p>Технологическая схема получения кадмия. Теоретические основы и электродные процессы при электроизвлечении кадмия. Электролиты и применяемые режимы электролиза.</p> <p>Особенности электролиза расплавленных сред. Физико-химические свойства расплавов. Выход по току и удельный расход энергии при электролизе расплавов. Кинетика электродных процессов (катодные процессы на твердых и жидкометаллических электродах, катодная ионизация газов, анодные процессы на жидких и жидкометаллических электродах, газовыделение на аноде).</p> <p>Получение алюминия. Теоретические основы процесса электролиза</p>

		<p>криолито-глиноземных расплавов. Состав и физико-химические свойства электролитов. Влияние солевых добавок примесей в электролите на процесс электролиза. Катодный выход по току и потери металла. Анодный эффект. Конструкции электролизеров. Рафинирование алюминия.</p> <p>Получение магния. Состав и физико-химические свойства электролитов. Влияние добавок и примесей на выход металла по току. Конструкция электролизеров и технология электролиза.</p> <p>Получение натрия и лития электролитическим методом. Условия электролиза. Особенности технологического процесса. Конструкции электролизеров.</p> <p>Кальций. Общая характеристика кальция и его соединений. Физические и химические свойства кальция и его применение. Сырье для получения кальция. Получение безводного хлорида кальция. Электролиз с «катодом касания» и с «жидким катодом». Влияние примесей на работу электролизера. Дистилляция кальция из медно-кальциевого сплава. Другие способы получения кальция. Недостатки и перспективы развития производства кальция.</p> <p>Получение кремния электролизом расплавов.</p>
Р6.3	Электроосаждение рыхлых осадков металлов и металлических пен	<p>Закономерности электрокристаллизации металлов в виде дендритов. Условия кристаллизации металла в виде дендритного осадка. Технологические параметры порошков, методы их определения. Методы определения технологических свойств порошка. Возможность стабилизации свойств дендритного осадка на стадии электролиза. Модельное описание динамики формирования дендритного электролитического осадка из водного раствора</p> <p>Потенциостатический режим электролиза. Гальваностатический режим электролиза. Изучение динамики изменения структуры осадка во времени. Модели роста дендритного осадка при единственном катодном процессе. Формирования дендритного электролитического осадка с учетом его структурных изменений в ходе гальваностатического электролиза. Динамика изменения выхода по току дендритного осадка. Распределение тока между выделением металла и водорода. Расчет динамики изменения выхода по току дендритного осадка. Оценка структурных изменений дендритного осадка на стержневом электроде в ходе гальваностатического электролиза. Оценка эффективной продолжительности роста дендритного осадка с помощью хронопотенциограмм.</p> <p>Методы внешнего управления структурой дендритного осадка. Гальванодинамический режим в водном растворе. Режим поднимающегося катода при электролизе расплавов.</p> <p>Технологические схемы производства электролитического медного порошка. Методы стабилизации медного порошка против окисления. Электролизер для получения медного порошка.</p> <p>Производство электролитического никелевого порошка.</p> <p>Производство электролитического порошка кобальта.</p> <p>Роль водорода в формировании рыхлых осадков и пен. Dynamic Hydrogen Bubble Template technique (ДНВТ) - метод динамической матрицы) синтеза металлических пен электролизом. Основные закономерности электроосаждения никелевых пен. Синтез биметаллических пен. Структура и каталитические свойства пен никеля как электродных материалов для получения водорода электролизом.</p> <p>Контактное вытеснение металлов или цементация</p>
Р6.4	Химические источники электрической энергии	<p>Номенклатура современных ХИТ: герметичные и не герметичные, первичные, вторичные, с водным и неводным электролитом, кислотные, щелочные, литиевые; резервные ХИТ и топливные элементы. Характеристики ХИТ напряжение разомкнутой цепи, разрядное напряжение, поляризационное, активное и внутреннее сопротивление, емкость, мощность, коэффициент использования активного материала, отдача по емкости/току, глубина разряда и степень заряженности, вольтамперная</p>

		<p>характеристика и разрядная кривая. Надежность ХИТ. Пористые и дисперсные системы. Макрокинетика процессов в пористых средах.</p> <p>Характеристика источников тока системы диоксид марганца-цинк с соевым и щелочным электролитами. Электроды, электролит, конструкция, параметры. Особенности серебряно-цинковых и воздушно-цинковых первичных ХИТ.</p> <p>Первичные литиевые элементы: сравнение характеристик, классификация по типам окислителя, сольвенты и соли для электролитов ЛХИТ. Образование пассивной пленки на литии. Твердые окислители: полифторуглероды, оксосоли, оксиды, сульфиды; жидкие и растворимые катодные материалы: диоксид серы, тионилхлорид, сульфурил- и фосфорилхлорид, их физические свойства.</p> <p>Аккумуляторы с литиевым анодом: катодные материалы, электродные реакции, основные проблемы функционирования, инкапсуляция, меры по предотвращению; удельные характеристики; перспективные системы.</p> <p>Литий ионные аккумуляторы: отрицательный электрод, материалы и токообразующие реакции, положительный электрод, материалы и токообразующие реакции, вспомогательные вещества активных масс; конструкции; удельные характеристики.</p> <p>Никель-металлогидридные аккумуляторы: электрохимическая система, замкнутый кислородный цикл; отрицательный электрод, положительный электрод, токообразующие реакции. Конструкции НМА, материалы, удельные характеристики, деградация отрицательного электрода, контроль заряда.</p> <p>Никель-кадмиевые аккумуляторы: электрохимическая система, электродные реакции, отрицательный электрод, конструкции, удельные характеристики, контроль заряда НКА, тепловой разгон, «эффект памяти»; основные закономерности отказов и уравнение надежности НКА.</p> <p>Резервные ХИТ: основные особенности, классификация, водоактивируемые, ампульные водные и неводные, газоактивируемые, тепловые; способы активации, электродные материалы и их свойства, токообразующие реакции, конструктивное исполнение, удельные характеристики.</p> <p>Преимущества и особенности топливных элементов. Принцип действия топливных элементов: твердополимерный водородно-кислородный элемент, топливные элементы прямого окисления жидкого топлива, твердооксидные топливные элементы, расплавленные карбонатные топливные элементы. Назначение элементов системы, катализаторы, токообразующие реакции.</p> <p>Методы испытаний ХИТ.</p>
Р6.5	Получение водорода электролизом	<p>Получение водорода электролизом. Основные реакции на катоде и аноде. Основные пути повышения эффективности процесса получения водорода электролизом. Водно-щелочные электролизеры. Преимущества и недостатки. Типы катодных и анодных материалов. Особенности электролизера с твердополимерным электролитом. Принципиальная схема. Высокотемпературные твердооксидные электролизеры.</p>
Р6.6	Технология защитных процессов	<p>Коррозионный мониторинг. Выбор способа коррозионной защиты. Классификация ингибиторов, механизм их защитного действия. Теоретические основы катодной защиты. Защитный потенциал и защитная плотность тока. Перезащита и критический потенциал. Распределение тока и потенциала по поверхности защищаемого сооружения. Основные модельные представления, положенные в основу расчета катодной защиты трубопроводов. Распределение потенциала в случае полубесконечной зоны защиты. Электрохимический механизм протекторной защиты. Протекторные металлы и сплавы. Основные показатели эффективности протекторов. Расчет протекторной защиты подземных сооружений. Особенности анодной защиты от коррозии. Источники блуждающих токов и их механизм коррозионного воздействия. Четырех-</p>

3. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1. Практические занятия

Не предусмотрено.

3.2. Примерная тематика самостоятельной работы

3.2.1. Примерный перечень тем рефератов

Тематика рефератов должна рассматривать аналитический обзор научно-технической и патентной литературы по проблеме, решаемой аспирантом при работе над кандидатской диссертацией.

1. Закономерности электродных процессов при получении кремния электролизом расплавленных солей.
2. Влияние режима электроосаждения никелевых пен на их каталитические свойства, как катодного материала при получении водорода.
3. Коррозионная устойчивость конструкционных материалов в высокотемпературных средах.

Объем реферата 20-25 страниц машинописного текста формата А-4.

3.2.2. Примерная тематика *индивидуальных* или *групповых* проектов

Не предусмотрено.

4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 1)

4.1. Критерии оценивания результатов контрольно-оценочных мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

Применяются утвержденные критерии оценивания достижений аспирантов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Аспирант демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Аспирант демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Аспирант может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Аспирант умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в не-	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)

	числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	предсказуемо изменяющейся ситуации	
Личностные качества	Аспирант имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Аспирант имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Аспирант имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

4.2. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации

4.2.1. Перечень примерных вопросов для зачета

Не предусмотрено.

4.2.2. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Законы Фарадея. Причины кажущихся отклонений от закона Фарадея. Понятие выхода по току. Производительность и удельный расход электроэнергии.
2. Природа и механизм возникновения электродного потенциала. Уравнение Нернста. Электроды первого, второго и третьего рода. Стандартные потенциалы, ряд активностей металлов. Электроды сравнения.
3. Классификация электрохимических систем. Гальванический элемент - простые и сложные химические цепи.
4. Электрокапиллярные явления. Общее уравнение электрокапиллярности Фрумкина. Уравнение Липпмана. Влияние поверхностно-активных веществ на электрокапиллярные кривые.
5. Емкость двойного электрического слоя, импеданс электрода и эквивалентные электрические схемы. Теории строения двойного электрического слоя на границе электрод-электролит.
6. Стадии электродных процессов, понятие о лимитирующей стадии. Электродная поляризация, классификация поляризационных явлений. Виды перенапряжений. Поляризационные кривые.
7. Диффузионное перенапряжение. Теория стационарной конвективной диффузии. Естественная конвекция.
8. Нестационарная диффузия реагирующих веществ к электроду. Хронопотенциометрия.
9. Основные положения теории замедленного разряда. Энергия активации.
10. Основные закономерности смешанной кинетики. Уравнение Есина. Влияние комплексобразования на кинетику электродных реакций.
11. Перенапряжение кристаллизации. Образование и рост двумерных и трехмерных зародышей. Роль дислокаций и поверхностной диффузии ад-атомов и ад-ионов в процессе кристаллизации.
12. Стадийный перенос электронов в электрохимических реакциях.
13. Совместное протекание и косвенное взаимовлияние катодных процессов: выделения водорода и осаждения металла, выделения водорода и восстановления кислорода.
14. Теория совместного разряда ионов. Электроосаждение сплавов. Электrokристаллизация и структура сплавов.
15. Основные закономерности анодного растворения металлов. Пассивность металлов. Пленочная, адсорбционная теория пассивности. Солевая пассивность.
16. Метод стационарных поляризационных кривых.
17. Метод циклической вольтамперометрии. Основные положения и интерпретации результатов.
18. Импедансная спектроскопия.
19. Физико-химические причины коррозии металлов. Ущерб от коррозии, прямые и косвенные потери. Различные подходы к классификации коррозионных процессов. Показатели скорости коррозии.

20. Механизм и основные закономерности, используемые для описания электрохимической коррозии металлов в водных.
21. Особенности высокотемпературной коррозии конструкционных материалов.
22. Кристаллическая структура и дефекты решетки металлов.
23. Диаграммы состояния и свойства сплавов. Твердые растворы, фазы внедрения, интерметаллические соединения.
24. Характеристика основных методов коррозионных испытаний.
25. Уравнение Стерна - Гири для расчета коррозионного тока по начальным участкам поляризационных кривых.
26. Механизм питтинговой коррозии. Методы исследования питтинговой коррозии.
27. Назначение металлических покрытий. Механизм защитного действия, в том числе многослойных.
28. Первичное и вторичное распределение металла по поверхности. Рассеивающая и кроющая способности, их роль в улучшении качества покрытия и экономии цветных металлов. Рассеивающая способность по металлу, по току.
29. Влияние различных факторов электролиза на распределение металла на катоде (поляризации, выхода по току, электропроводности электролита, геометрии электролизера и электродов).
30. Технологические операции подготовки поверхности перед нанесением покрытий.
31. Технология нанесения электролитических и химических покрытий (цинкование, никелирование, меднение, свинцевание, лужение и хромирование). Влияние различных параметров технологического процесса на качество и свойства гальванических покрытий.
32. Совместный разряд нескольких ионов металлов. Условия сплавообразования. Деполяризация и сверхполяризация.
33. Типы структуры электролитически осажденных сплавов. Фазовые диаграммы состояния сплавов. Сплавы типа механической смеси. Сплавы типа твердого раствора. Интерметаллические соединения и аморфные сплавы.
34. Химическое и электрохимическое оксидирование и фосфатирование металлов. Назначение и сущность процессов.
35. Металлизация пластмасс. Гальванопластика.
36. Общие вопросы электроэкстракции, электрорафинирования. Принципы избирательности и совместного протекания электродных реакций.
37. Закономерности электрокристаллизации металлов из водных растворов, влияние условий электролиза, состава электролита на структуру катодных осадков.
38. Поведение примесей в электролите и пути перехода их в катодный осадок.
39. Добавки ПАВ в электролите, их назначение и влияние на катодный процесс и поведение примесей при электролизе.
40. Кинетика анодных процессов. Растворимые и нерастворимые аноды. Механизм образования шлама на аноде.
41. Теоретические основы процесса электролитического рафинирования меди. Примеси в аноде, их распределение в анодах из черновой и вторичной меди.. Влияние состава электролита и условий электролиза на выход по току, удельный расход электроэнергии и качество катодного осадка.
42. Электролитическое рафинирование серебра и золота.
43. Технологическая схема получения меди методом электроэкстракции.
44. Особенности электролиза расплавленных сред. Физико-химические свойства расплавов. Выход по току и удельный расход энергии при электролизе расплавов.
45. Кинетика электродных процессов (катодные процессы на твердых и жидкометаллических электродах, катодная ионизация газов, анодные процессы на жидких и жидкометаллических электродах, газо-выделение на аноде).
46. Получение алюминия. Теоретические основы процесса электролиза криолито-глиноземных расплавов. Состав и физико-химические свойства электролитов. Катодный выход по току и потери металла. Анодный эффект.
47. Получение магния. Состав и физико-химические свойства электролитов. Влияние добавок и примесей на выход металла по току.
48. Получение натрия и лития электролитическим методом. Условия электролиза. Особенности технологического процесса.
49. Физические и химические свойства кальция и его применение.. Электролиз с «катодом касания» и с «жидким катодом». Влияние примесей на работу электролизера. Дистилляция кальция из медно-кальциевого сплава. Другие способы получения кальция.

50. Получение кремния электролизом расплавов.
51. Закономерности электрокристаллизации металлов в виде дендритов. Условия кристаллизации металла в виде дендритного осадка.
52. Модельное описание динамики формирования дендритного электролитического осадка из водного раствора
53. Методы внешнего управления структурой дендритного осадка. Гальванодинамический режим в водном растворе. Режим поднимающегося катода при электролизе расплавов.
54. Роль водорода в формировании рыхлых осадков и пен. Синтез металлических пен методом динамической матрицы (ДНВТ). Основные закономерности электроосаждения никелевых пен.
55. Структура и каталитические свойства пен никеля как электродных материалов для получения водорода электролизом.
56. Моделирование процессов цементации
57. Номенклатура современных ХИТ. Энергетические характеристики и надежность ХИТ.
58. Первичные литиевые элементы: сравнение характеристик, классификация по типам окислителя, сольвенты и соли для электролитов ЛХИТ. Образование пассивной пленки на литии.
59. Аккумуляторы с литиевым анодом: катодные материалы, электродные реакции, основные проблемы функционирования, инкапсуляция, меры по предотвращению, удельные характеристики.
60. Литий ионные аккумуляторы: токообразующие реакции, материалы отрицательного и положительного электродов, удельные характеристики.
61. Никель-металлогидридные аккумуляторы: электрохимическая система, замкнутый кислородный цикл; отрицательный электрод, положительный электрод, токообразующие реакции.
62. Резервные ХИТ: основные особенности, классификация, водоактивируемые, ампульные водные и неводные, газоактивируемые, тепловые; способы активации, электродные материалы и их свойства, токообразующие реакции, конструктивное исполнение, удельные характеристики.
63. Преимущества и особенности топливных элементов. Принцип действия топливных элементов: твердополимерный водородно-кислородный элемент.
64. Топливные элементы прямого окисления жидкого топлива, твердооксидные топливные элементы, расплавленные карбонатные топливные элементы. Назначение элементов системы, катализаторы, токообразующие реакции.
65. Получение водорода электролизом. Основные реакции на катоде и аноде. Основные пути повышения эффективности процесса получения водорода электролизом.
66. Водно-щелочные электролизеры. Преимущества и недостатки. Типы катодных и анодных материалов.
67. Особенности электролизера с твердополимерным электролитом. Принципиальная схема.
68. Высокотемпературные твердооксидные электролизеры.
69. Коррозионный мониторинг. Выбор способа коррозионной защиты.
70. Классификация ингибиторов, механизм их защитного действия.
71. Теоретические основы катодной защиты. Защитный потенциал и защитная плотность тока. Перезащита и критический потенциал.
72. Распределение тока и потенциала по поверхности защищаемого сооружения. Основные модельные представления, положенные в основу расчета катодной защиты трубопроводов. Распределение потенциала в случае полубесконечной зоны защиты.
73. Электрохимический механизм протекторной защиты. Протекторные металлы и сплавы. Основные показатели эффективности протекторов.
74. Источники блуждающих токов и их механизм коррозионного воздействия.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Рекомендуемая литература

5.1.1. Основная литература

1. Дамаскин, Борис Борисович. Электрохимия : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению "Химия" / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина .— Изд. 3-е, испр. — Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2015 .— 672 с. : ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература) .— Библиогр.: с. 659-665 .— Предм. указ.: с. 666-670 .— ISBN 978-5-8114-1878-7.

2. Степанов, Виктор Петрович. Основные вопросы электрохимии расплавленных солей / В. П. Степанов ; [отв. ред. Ю. П. Зайков] ; Рос. акад. наук, Урал. отд-ние, Ин-т высокотемператур. электрохимии .— Екатеринбург : УрО РАН, 2012 .— 291 с. : ил. — Библиогр.: с. 288 .— ISBN 978-5-7691-2304-7, 200 экз.
3. Плит, Вальдфрид. Электрохимия в материаловедении : [учебное пособие для студентов и аспирантов университетов, химических и технических вузов] / В. Плит ; пер. с англ. О. Д. Чаркина, Л. А. Фишгойт, А. А. Митрофанова .— Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014 .— 446 с. : ил. — Пер. изд.: *Electrochemistry for Materials Science* / W. Plieth. Amsterdam etc., 2008 .— Библиогр. в конце гл. — ISBN 978-5-9963-0387-8.
4. Лукомский, Юрий Яковлевич. Физико-химические основы электрохимии : [учебное пособие] / Ю. Я. Лукомский, Ю. Д. Гамбург .— 2-е изд., испр .— Долгопрудный : Интеллект, 2013 .— 448 с. : ил. — Библиогр. в конце гл. — ISBN 978-5-91559-162-1.
5. Электроаналитические методы. Теория и практика : [учеб. пособие] / [А. М. Бонд, Д. Инцельт, Х. Калерт и др.] ; ред. Ф. Шольц ; пер. с англ под ред. В. Н. Майстренко .— Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012 .— 326 с. : ил. — (Методы химии) .— Авт. указаны на обороте тит. л. — Пер. изд.: *Electroanalytical Methods* . / A. M. Bond, R. G. Compton, D. A. Fiedler at al., F. Scholz (ed.), 2002. — Библиогр. в конце гл., библиогр.: с. 306-310 .— Предм. указ.: с. 311-320 .— ISBN 978-5-94774-257-2.
6. Химические источники тока : Справочник / Под ред. Н. В. Коровина, А. М. Скундина .— М. : МЭИ, 2003 .— 740 с. : ил. ; 22 см .— Слов. терминов: с. 728-733. Предм. указ.: с. 734-739. — Библиогр. в конце разд. — ISBN 57046-0899-x : 892.00.
7. Коровин, Николай Васильевич. Топливные элементы и электрохимические энергоустановки / Н. В. Коровин .— М. : Издательство МЭИ, 2005 .— 280 с. : ил. ; 23 см .— Библиогр.: с. 266-278. — ISBN 5-7046-1185-0.
8. Лебедев, Владимир Александрович. Электрохимия расплавов : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 150100 - Metallургия, специальность 150102 - Metallургия цветных металлов / В. А. Лебедев ; Урал. гос. техн. ун-т - УПИ им. первого Президента России Б. Н. Ельцина .— 2-е изд., доп. — Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2009 .— 66 с. : ил. ; 21 см .— Библиогр.: с. 65 (9 назв.). — Допущено в качестве учебного пособия .— ISBN 978-321-01612-1.
9. Семенова, И. В. Коррозия и защита от коррозии / И.В. Семенова ; Г.М. Флорианович ; А.В. Хорошилов .— 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Физматлит, 2010 .— 416 с.
10. Плит, Вальдфрид. Электрохимия в материаловедении : [учебное пособие для студентов и аспирантов университетов, химических и технических вузов] / В. Плит ; пер. с англ. О. Д. Чаркина, Л. А. Фишгойт, А. А. Митрофанова .— Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014 .— 446 с. : ил. — Пер. изд.: *Electrochemistry for Materials Science* / W. Plieth. Amsterdam etc., 2008 .— Библиогр. в конце гл. — ISBN 978-5-9963-0387-8.
11. Иванов-Шиц, Алексей Кириллович. Ионика твердого тела : в 2 т. Т. 2 / А. К. Иванов-Шиц, И. В. Мурин ; С.-Петерб. гос. ун-т, Ин-т кристаллографии РАН .— Санкт-Петербург : Издательство Санкт-Петербургского университета, 2010 .— 1000 с. : ил. ; 25 см .— Тираж 500 экз. — Библиогр. в конце гл. — ISBN 978-5-288-04966-8.
12. Электроаналитические методы. Теория и практика : [учеб. пособие] / [А. М. Бонд, Д. Инцельт, Х. Калерт и др.] ; ред. Ф. Шольц ; пер. с англ под ред. В. Н. Майстренко .— Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012 .— 326 с. : ил. — (Методы химии) .— Авт. указаны на обороте тит. л. — Пер. изд.: *Electroanalytical Methods* . / A. M. Bond, R. G. Compton, D. A. Fiedler at al., F. Scholz (ed.), 2002. — Библиогр. в конце гл., библиогр.: с. 306-310 .— Предм. указ.: с. 311-320 .— ISBN 978-5-94774-257-2.
13. Теоретическая электрохимия : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Химическая технология" / [А. Л. Ротинян, К. И. Тихонов, И. А. Шошина, А. М. Тимонов] .— Изд. 2-е , перераб. и доп. — Москва : Студент, 2013 .— 496 с. : ил. — Авт. указаны на обороте тит. л. — Авт. 1-го изд. (1981): А. Л. Ротинян, К. И. Тихонов, И. А. Шошина .— Библиогр.: с. 485-487 (93 назв.). — Предм. указ.: с. 488-492 .— ISBN 978-5-4363-0047-4.

14. Юшина, Людмила Дмитриевна. Пленки твердооксидных электролитов / Л. Д. Юшина ; [отв. ред. Э. Х. Курумчин] ; Рос. акад. наук, Урал. отд-ние, Ин-т высокотемпературной электрохимии .— Екатеринбург : УрО РАН, 2012 .— 137с. : ил. — Библиогр.: в конце гл., библиогр. в тексте .— ISBN 978-5-7691-2294-1, 200 экз.
15. Буркат, Галина Константиновна. Электроосаждение драгоценных металлов / Г. К. Буркат .— 6-е изд. — Санкт-Петербург : Политехника, 2009 .— 188 с. : ил. ; 20 см .— (Библиотечка гальванотехника ; вып.1) .— Библиогр.: с. 185-186 (20 назв.). — ISBN 978-5-7325-0919-9.
16. Гамбург, Юлий Давыдович. Гальванические покрытия. Справочник по применению / Ю. Д. Гамбург .— Москва : Техносфера, 2006 .— 216 с. : ил. ; 22 см .— (Мир материалов и технологий. VI ; 07) .— Библиогр.: с. 214. — ISBN 5-94836-079-2.
17. Гамбург, Юлий Давыдович. Теория и практика электроосаждения металлов : [монография] / Ю. Д. Гамбург, Д. Зангари ; пер. с англ. Ю. Д. Гамбурга .— Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015 .— 438 с. : ил. — Пер. изд.: Theory and practice of metal electrodeposition / Y. D. Gamburg, G. Zangari. New York, 2011 .— Библиогр. в конце гл. — ISBN 978-5-9963-0515-5.
18. Ковенский, Илья Моисеевич. Металловедение покрытий : Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Материаловедение в машиностроении" / И. М. Ковенский, В. В. Поветкин .— М. : СП Интернет Инжиниринг, 1999 .— 296 с.

5.1.2. Дополнительная литература

1. Слепушкин, Вячеслав Васильевич. Локальный электрохимический анализ / В. В. Слепушкин, Ю. В. Рублинецкая .— М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010 .— 308 с. : ил. — Библиогр.: с. 287-308 (322 назв.) .— ISBN 978-5-9221-1251-2.
2. Баймаков, Юрий Владимирович. Электролиз в гидрометаллургии : Учеб. пособие для вузов / Ю. В. Баймаков, А. И. Журин .— 2-е, изд., перераб. и доп. — М. : Metallurgia, 1977 .— 336 с.
3. Ковенский, Илья Моисеевич. Испытания гальванических покрытий : Справ. изд. / И.М. Ковенский, В.В. Поветкин .— М. : Интернет Инжиниринг, 2001 .— 136 с. :
4. Грилихес, Семен Яковлевич. Электролитические и химические покрытия : Теория и практика / С. Я. Грилихес, К. И. Тихонов .— Л. : Химия, 1990 .— 288 с
5. Багоцкий, Владимир Сергеевич. Основы электрохимии / В. С. Багоцкий .— М. : Химия, 1988 .— 400 с.
6. Галюс, Збигнев. Теоретические основы электрохимического анализа. Полярография, хроновольтамперометрия, хронопотенциометрия, метод вращающегося диска / З. Галюс; Пер. с пол. Б.Я. Каплана .— М. : Мир, 1974 .— 552 с. : черт. ; 20 см .— Библиогр. в конце гл. Предм. указ.: с. 543-546. — без грифа .— 2.89.
7. Робинсон, Р. Растворы электролитов : перевод с английского / Р. Робинсон, Р. Стокс ; под ред. А. Н. Фрумкина .— Москва : Издательство иностранной литературы, 1963 .— 646 с. : ил. — Библиогр. в конце гл.
8. Феттер, К. Электрохимическая кинетика / К. Феттер ; пер. с нем. с доп. авт. для рус. изд. под ред. Я. М. Колотыркина .— Москва : Химия, 1967 .— 856 с. : черт. ; 22 см .— Пер. изд.: Elektrochemische Kinetik / V. K. J. Vetter .— Библиогр. в конце гл. — Предм. указ.: с. 849-856..
9. Козлов, Валерий Александрович. Рафинирование меди / В.А. Козлов, С.С. Набойченко, Б.Н. Смирнов .— М. : Metallurgia, 1992 .— 268 с.
10. Окулов, В. В. Цинкование. Техника и технология / В. В. Окулов ; под ред. В. Н. Кудрявцева .— Москва : Глобус, 2008 .— 248 с. : ил. ; 21 см .— (Приложение к журналу "Гальванотехника и обработка поверхности") .— Библиогр.: с. 240-244 (80 назв.). — ISBN 978-5-7237-0690

5.2. Методические разработки

Не используются.

5.3. Программное обеспечение

1. Microsoft office (Word, Excel, Power point);
2. Adobe Reader.

5.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>;
2. Web of Science: <http://apps.webofknowledge.com>;
3. Scopus: <http://www.scopus.com>;
4. Reaxys: <http://reaxys.com>;
5. Поисковая система EBSCO Discovery Service <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=141>;
6. Федеральный институт промышленной собственности <http://www1.fips.ru>;
7. Интеллектуальная поисковая система Нигма.РФ . режим доступа: <http://www.nigma.ru>.

5.5. Электронные образовательные ресурсы

1. Зональная научная библиотека <http://lib.urfu.ru>;
2. Каталоги библиотеки <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=76>;
3. Электронный каталог <http://opac.urfu.ru>;
4. Электронно-библиотечные системы <http://lib.urfu.ru/mod/resource/view.php?id=2330>;
5. Электронные ресурсы свободного доступа <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=75>;
6. Электронные ресурсы по подписке <http://lib.urfu.ru/mod/data/view.php?id=1379>.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Уральский федеральный университет имеет специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования.