

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

Кафедра «Технология и оборудование химических, нефтегазовых и пищевых
производств»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине М.1.3.3.1 «Теоретические основы электрохимического осаждения
металлов и сплавов»

Направление подготовки 18.04.01 «Химическая технология»

Профиль: "Химическая технология композиционных материалов и покрытий"

форма обучения – очная

курс – 1

семестр – 2

зачетных единиц – 4

часов в неделю – 4

всего часов – 144

в том числе:

лекции – 32

практические занятия – 16

лабораторные занятия – 16

самостоятельная работа – 80

зачет – 2 семестр

экзамен – нет

РГР – нет

курсовая работа – нет

курсовой проект – нет

Рабочая программа обсуждена на заседании
кафедры ТОХП

20.06.2022 года, протокол №10

Зав. кафедрой Левкина Н.Л.Левкина

Рабочая программа утверждена
на заседании УМКН направления ХМТН

27.06.2022 года, протокол №5

Председатель УМКН Левкина Н.Л.Левкина

Энгельс 2022

1. Цели и задачи дисциплины

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

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

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Теоретические основы электрохимического осаждения металлов и сплавов» относится к дисциплинам по выбору профессиональной части учебного цикла образовательной программы магистратуры по направлению 18.04.01 «Химическая технология». Для ее освоения необходимы знания по дисциплинам учебного плана подготовки бакалавров: «Физика», «Общая и неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Физическая химия», «Коллоидная химия», «Физико-химические методы анализа», а также по дисциплинам магистерской подготовки: «Приоритетные электрохимические технологии», «Инструментальные методы исследования в химической технологии».

Знания, полученные обучающимися по дисциплине, развиваются и углубляются в дальнейшем при изучении студентами профильных дисциплин.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует компетенцию при освоении ООП ВО, реализующей Федеральный Государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО):

ПК-2: Способен к проведению работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследования.

В результате изучения дисциплины «Теоретические основы электрохимического осаждения металлов и сплавов» студент должен демонстрировать следующие результаты обучения.

Обучающийся должен:

Знать основные уравнения электрохимической термодинамики, кинетики и механизма электрохимического фазообразования.

Уметь использовать теоретические основы электрохимического осаждения металлов и сплавов при анализе накопленных экспериментальных данных по кинетике процесса, составу, структуре и свойствам новой фазы.

Владеть навыками использования методов и методик проведения экспериментов по изучению кинетики электрохимического нанесения металлов и сплавов, анализу структуры и свойств формирующихся покрытий.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
ПК-2 - Способен к проведению работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследования	ИД-4_{ПК-2} Способен использовать теоретические основы электрохимического осаждения металлов и сплавов, современную интерпретацию кинетики и механизма процесса с позиции обобщения накопленных экспериментальных данных по составу, структуре и свойствам осадков во взаимосвязи с механизмом и кинетикой образования новой фазы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результаты обучения по дисциплине)
ИД-4_{ПК-2} Способен использовать теоретические основы электрохимического осаждения металлов и сплавов, современную интерпретацию кинетики и механизма процесса с позиции обобщения накопленных экспериментальных данных по составу, структуре и свойствам осадков во взаимосвязи с механизмом и кинетикой образования новой фазы	Знать: основные уравнения термодинамики, кинетики и механизма в процессах электрохимического фазообразования; Уметь: применять научно-техническую информацию по кинетике и механизму образования и роста новой фазы к анализу результатов исследования; Владеть: навыками интерпретации и обобщения результатов исследований для установления взаимосвязи свойств электрохимических осадков с кинетикой и механизмом их образования.

**4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам
и видам занятий**

№ Мод уля	№ Не де ли	№ Те мы	Наименование темы	Часы				
				Всего	Лек- ции	Лабора- торные	Прак- тичес- кие	CPC
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	1	Современные проблемы теории электрохимического осаждения и анодного растворения металлов и сплавов	6	2			4
	2,3	2	Процессы на межфазной границе электрод-электролит при катодной поляризации	16	4		2	10
	4-7	3	Кинетические закономерности электроосаждения металлов	36	8	8	4	16
2	8,9	4	Совместный разряд ионов металлов. Электроосаждение сплавов	20	4	4	2	10
	10, 11	5	Катодное внедрение металлов в твердые электроды	24	4	4	4	12
	12, 13	6	Разряд-ионизация металлов на полупроводниковых электродах	20	4			16
	14-16	7	Механизм формирования гальванических осадков металлов и сплавов в условиях совместного выделения водорода	22	6	-	4	12
Всего				144	32	16	16	80

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно- методическое обеспечение
			4	
1	2	3	4	5
1	2	1	Современные проблемы теории электрохимического осаждения металлов и сплавов Основные направления развития современной теоретической электрохимии: кинетика и механизм электродных процессов; квантово-химические подходы; структура поверхности и ее роль в электрохимических превращениях; многостадийные электрохимические реакции применительно к ион-металлическим электродам. Спирообразование путем катодного внедрения, соосаждения из растворов смеси солей, контактного вытеснения.	1-5
2	4	2,3	Процессы на межфазной границе электрод-электролит при катодной поляризации Реакционный слой на межфазной границе в системах с водным, аprotонным и твердым электролитом. Основные стадии электрохимического процесса разряда-ионизации на границе раздела фаз. Лимитирующая стадия процесса. Роль ионов промежуточной валентности, методы их обнаружения. Энергия активации. Определение механизма процесса из экспериментальных зависимостей.	1,2,4-8, 13-18, 19-25
3	8	4-7	Кинетические закономерности электроосаждения металлов Кинетика реакций при электроосаждении металлов на твердых катодах. Стадии процесса при электроосаждении металлов на твердых катодах. Работа образования зародыша. Разряд ионов и поверхностная диффузия. Механизм образования и роста зародыша. Физическая неоднородность поверхности. Влияние ПАВ на процесс формирования новой фазы. Работы Лошкарева. Перенапряжение кристаллизации. Состояния «ад-ион» и «ад-атом». Механизм роста дву- и трехмерных зародышей и рост катодного осадка. Активные центры кристаллизации. Образование зародышей кристаллов в гальваниостатических условиях и в потенциостатическом режиме. Физическая неоднородность поверхности. Влияние ПАВ на процесс формирования новой фазы. Работы Лошкарева	1,2,4-8, 13-18, 19-25

			<p>Периодические явления при электроосаждении металлов. Осаждение металлов переменной валентности.</p> <p>Особенности кинетики электроосаждения металлов из комплексных электролитов. Вторичные химические и электрохимические процессы в прикатодном слое и пассивация катода. Зависимость катодной пассивации от pH, природы аниона, интенсивности перемешивания.</p> <p>Электроосаждение металлов из органических растворителей, влияние диэлектрической проницаемости и донорно-акцепторных свойств растворителя.</p>	
4	4	8,9	<p>Совместный разряд ионов металлов. Электроосаждение сплавов</p> <p>Механизм и кинетика электроосаждения сплавов путем совместного выделения из растворов смеси солей. Влияние состава электролита и режима электролиза на состав, структуру и свойства сплавов.</p>	1,2,4-8, 13-18, 19-25
5	4	10,11	<p>Катодное внедрение металлов в твердые электроды</p> <p>Отличительные особенности процесса катодного внедрения. Развитие теоретических представлений. Научное и практическое значение явления катодного внедрения. Механизм катодного внедрения. Вакансационный механизм диффузии. Междоузельный механизм. Стадии процесса катодного внедрения. Диффузионная и электрохимическая инжекция вакансий в электрод. «Разработка» электродов. Кинетика катодного внедрения. Влияние обработки поверхности электрода. Степень насыщения поверхности вакансиями. Кинетические зависимости при замедленной стадии диффузии химической реакции. Использование уравнений Нернста для определения поверхностной активности внедрившихся атомов. Квадратичный закон изменения плотности тока с потенциалом. Влияние адсорбционных процессов на кинетику катодного внедрения. Роль растворителя. Влияние природы катиона внедряющегося металла и природы аниона. Гомогенные системы-твердые растворы и интерметаллические соединения. Фазовые диаграммы потенциал-состав.</p>	1,2,4,5, 7,8
6	4	12,13	<p>Разряд-ионизация металлов на полупроводниковых электродах</p> <p>Особенности межфазной границы. Критерий стадийности. Ионы в неустойчивом промежуточном валентном состоянии. Явление интеркалирования. Роль диффузионного массопереноса в реакции</p>	1,2,4-8, 13-18, 19-25

			разряда-ионизации. Участие дефектов структуры в твердой фазе. Влияние природы катиона разряжающегося металла на величину плотности тока обмена. Влияние состава раствора и pH. Роль ПАВ.	
7	6	14-16	<p>Механизм формирования гальванических осадков металлов и сплавов в условиях совместного выделения водорода</p> <p>Механизм формирования гальванических осадков металлов и сплавов в условиях совместного выделения водорода. Методы синтеза ИМС металлов с водородом. Преимущества электрохимических методов. «Накопители» водорода. Практическое значение проблемы. Кинетические закономерности диффузии катодно выделяющегося водорода через металлические мембранны.</p>	1,2,4-8, 13-18, 19-25

6. Содержание коллоквиумов

Учебным планом не предусмотрены

7. Практические занятия

№ темы	Всего часов	Тема практического занятия. Задания, вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	
2	2	<p>Процессы на межфазной границе электрод-электролит при катодной поляризации</p> <p>Двойной электрический слой на границе раздела фаз. Современные представления о строении ДЭС. Связь электрических и адсорбционных процессов на границе раздела фаз. Механизм адсорбции воды. Реорганизация растворителя в двойном слое. Влияние состава электролита, физико-химических превращений в объеме раствора на процессы на межфазной границе электрод-электролит.</p>	1-8
3	4	<p>Кинетические закономерности электроосаждения металлов</p> <p>Механизм и кинетика стадии разряда-ионизации. Энергия активации. Способы её определения. Образование ионов промежуточной валентности при электровосстановлении многовалентных металлов и методы их обнаружения. Роль диффузии в электрохимических процессах. Законы Фика. Объединенный закон Фика-Фарадея. Перенапряжение диффузии, предельный ток диффузии, переходное время процесса. Влияние состава электролита на скорость электрохимической реакции.</p>	1-8

4	2	Совместный разряд ионов металлов Электроосаждение сплавов. Кинетические закономерности совместного электроосаждения металлов. Способы сближения электродных потенциалов при электроосаждении сплавов. Влияние состава электролита и режима электролиза на состав, структуру и свойства сплавов.	1-8
5	4	Катодное внедрение металлов в твердые электроды. Термодинамика катодного внедрения. Стадии реакции взаимодействия катиона раствора с металлом электрода. Методы изучения кинетики катодного внедрения. Роль вакансий в кристаллической решетке металла электрода. Сплавы, образующиеся при катодном внедрении. Свойства материалов, полученных путём катодного внедрения. Их применение. Состав, структура, свойства соединений внедрения графита. Электрохимический синтез соединений внедрения графита.	1,2,4,5
7	4	Механизм формирования гальванических осадков металлов и сплавов в условиях совместного выделения водорода Механизм электровосстановления водорода из кислой, нейтральной и щелочной сред. Роль сопутствующего процесса выделения водорода в формировании катодного осадка. Состав формирующихся фаз. Диффузия и растворение водорода в металлах. Водородные соединения металлов (гидриды, интерметаллические соединения). Влияние водорода на свойства гальванических осадков.	1-8

8. Перечень лабораторных работ

№ темы	Всего часов	Наименование лабораторной работы. Задания, вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
3	8	Определение коэффициента диффузии из электрохимических измерений: - гальваностатический метод; - потенциостатический метод; - потенциодинамический метод.	10-12
4	4	Композиционные электрохимические покрытия	10-12
5	4	Дофазовое осаждение металлов	10-12
Всего	16		

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)		Учебно- методическо е обеспечение	
		1	2	3	4
1	4	Использование электрохимии и электрохимических технологий в современном обществе: разработка новых материалов, обладающих заданными функциональными свойствами, химических источников тока, решении вопросов возобновляемых энергетических ресурсов, решении экологических проблем.			1-9,13-18, 19-25
2	10	Энергия активации электрохимического процесса. Роль ионов промежуточной валентности при электроосаждении металлов и методы их обнаружения. Роль диффузии в электрохимических процессах. Законы Фика. Объединенный закон Фика-Фарадея.			1-9,13-18, 19-25
3	16	Кинетика и механизм электроосаждения металлов и сплавов: - кинетические зависимости, их графическая интерпретация, определение α , i_0 , k_s , $D_{\text{Эфф}}$, энергия активации, взаимосвязь между $i_{\text{пред}}$, τ и C_s ; -определение параметров зародышеобразования; - механизм сплавообразования; - природа лимитирующей стадии, ее влияние на характер зависимостей $i-E$, $i-t$, ($E=\text{const}$), $E-t$ ($i=\text{const}$), $1/\omega C-R$, - критерии стадийности.			1-9,13-18, 19-25
4	10	Кинетические закономерности электроосаждения сплавов. Способы сближения электродных потенциалов при электроосаждении сплавов. Типы сплавов. Ориентированное электроосаждение металлов и сплавов. Методы исследования состава, структуры и свойств сплавов. Периодические явления при электрохимическом сплавообразовании.			1-9,13-18, 19-25
5	12	Катодное внедрение металлов в твердые электроды (металлы, сплавы, оксиды, графит): термодинамика, механизм, кинетические зависимости области применения. Твердые растворы и интерметаллические соединения			1-9,13-18, 19-25
6	16	Анодное окисление металлов и сплавов. Катодная пассивация. Природа пассивирующих слоев. Роль дефектов структуры. Самоорганизующиеся и самосогласующиеся системы. Модели пассивации. Многокомпонентные системы металл-кислород, их практическое значение, особенности строения, нестехиометрия по кислороду, влияние состава на критическую температуру перехода в состояние ВТСП, области применения. Колебательные окислительно-восстановительные процессы в многокомпонентных сплавах оксидных систем.			1-9,13-18, 19-25
7	12	Роль водорода при нанесении металлических осадков. Адсорбция водорода на металлах и сплавах. Кинетика и механизм. Гидриды, интерметаллические соединения с водородом. Их свойства и применение. Проницаемость водорода через металлические мембранны и гальванические покрытия. Взаимодействие водорода с металлами при электровыделении металлов из водных растворов. Роль			1-9,13-18, 19-25

		структурных дефектов. Механизм внедрения водорода в металл, массоперенос электронов, адсорбционные слои.	
--	--	--	--

10. Расчетно-графическая работа
учебным планом не предусмотрена

11. Курсовая работа
учебным планом не предусмотрена

12. Курсовой проект
учебным планом не предусмотрен

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины М.1.3.3.1 «Теоретические основы электрохимического осаждения металлов и сплавов» должна сформироваться профессиональная компетенция ПК-2.

Под компетенцией ПК-2 понимается способность к проведению работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследования научно-исследовательской работы. Формирования данной компетенции параллельно происходит в рамках учебных дисциплин М.1.1.7 Интенсификация химико-технологических процессов физическими методами воздействия, М.1.2.4 «Приоритетные электрохимические технологии», М.1.2.5 «Инновационные технологии получения полимерных композиционных материалов», М.1.3.1.1 «Методика организации научных исследований», М.1.3.1.2 «Основы методики научных исследований», «Структура и свойства электрохимических покрытий», М.1.3.4.2 Научные основы технологии модификации полимеров и композитов, М.2.2.3 Производственная (преддипломная) практика.

Код компетенции	Этап формирования	Цели освоения	Критерии оценивания		
			Промежуточная аттестация	Типовые задания	Шкала оценивания
ПК-2	2 семестр	Формирование способности к проведению работ по обработке и анализу научно-технической информации и	Текущий контроль в форме: - отчет по лабораторным работам,	Вопросы, задачи	4-х бальная шкала

		результатов исследования	- реферат, - дифференцированный зачет по дисциплине,		
--	--	--------------------------	--	--	--

Для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины «Теоретические основы электрохимического осаждения металлов и сплавов», проводится промежуточная аттестация в виде зачета (с оценкой). Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине М.1.3.3.1 «Теоретические основы электрохимического осаждения металлов и сплавов» включает учет успешности работы студента на лабораторных и практических занятиях, выполнения самостоятельной работы, тестовых заданий и сдачу зачета (с оценкой).

К зачету по дисциплине обучающиеся допускаются при условии:

1. Выполнения лабораторных работ, предоставления оформленных отчетов и выполнения заданий по всем лабораторным работам;
2. Проработки теоретического материала по каждой теме в соответствии с пунктом 9 рабочей программы
3. Выполнения текущего контроля знаний

Зачет сдается устно, по билетам, в которых представлено 3 вопроса из перечня вопросов к зачету. Оценивание проводится по принципу «отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно».

«Отлично» ставится, когда обучающийся глубоко и прочно усвоил весь программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, тесно увязывает теорию с практикой. Обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с заданиями, владеет навыками и приемами выполнения практических работ, обнаруживает умение самостоятельно обобщать и излагать материал, не допуская ошибок;

«Хорошо» ставится, когда обучающийся твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми навыками при выполнении практических заданий;

«Удовлетворительно» ставится, когда обучающийся усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно

правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий

«Неудовлетворительно» ставится, когда обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические работы.

Примерная тематика рефератов

1. Теория процесса электрохимического выделения металлов на твердых электродах
2. Возможности электрохимических способов при получении новых материалов с заданными функциональными свойствами.
3. Кинетика и механизм катодного внедрения и интеркалирования.
4. Теории образования зародышей при электроосаждении металлов..
5. Интерметаллические соединения и твердые растворы.
6. Хемосорбция
7. Морфология поверхности и влияние структуры осадка.
8. Взаимодействие водорода с металлами. Электронное строение систем металл-водород. Водородные соединения металлов (гидриды, интерметаллические соединения)
9. Диффузия и растворение водорода в металлах. Влияние данного процесса на свойства металла.
10. Водородная энергетика. Практическое значение проблемы.
11. Интерметаллические соединения металлов – «накопители» водорода. Методы синтеза ИМС. Преимущества электрохимических методов.
12. Влияние состава материала электрода на кинетику электроосаждения металлов из водных растворов.
13. Электросинтез оксидных ВТСП.
14. Строение двойного электрического слоя на ВТСП – оксидах. Исследование переноса заряда на электродах в сверхпроводящем состоянии- новый раздел кинетики электродных процессов.
15. Размерные эффекты. Наноструктуры, наноматериалы, нанотехнологии. Наноструктурирование.
16. Электрохимическое получение интерметаллических соединений методом катодного внедрения.

17. Исследование механизма зародышеобразования при электролитическом выделении металлов и сплавов в условиях гальвано- и потенциостатического режима.

18. Определение поверхностной концентрации дефектов и коэффициента диффузии в твердой фазе методом тонкопленочной хронопотенциометрии. Роль вакансий

Перечень вопросов к зачету

1. Современные проблемы теоретической электрохимии в гальванотехнике.
2. Строение двойного электрического слоя по теории Гельмгольца, Гуи-Чапмена, Штерна, Грэма.
3. Основные стадии электрохимического процесса разряда-ионизации на границе раздела фаз.
4. Лимитирующая стадия процесса. Природа лимитирующей стадии.
5. Роль диффузии в электрохимических процессах. Законы Фика.
6. Объединенный закон Фика-Фарадея.
7. Перенапряжение диффузии, предельный ток диффузии,
8. Переходное время процесса.
9. Электрохимический метод определения коэффициентов диффузии в электролите.
10. Механизм твердофазных процессов массопереноса, методы его исследования. Роль структурных дефектов.
9. Образование ионов промежуточной валентности при электроосаждении многовалентных ионов, методы их обнаружения.
10. Критерий стадийности процесса переноса заряда.
11. Энергия активации электрохимической реакции, способы её определения.
12. Определение механизма процесса из экспериментальных данных потенциостатического исследования.
13. Определение механизма процесса из экспериментальных данных гальваностатического исследования.
14. Ион-молекулярное взаимодействие в растворах. Сольватация и гидратация ионов.
14. Состояния «ад-ион» и «ад-атом». Разряд ионов и поверхностная диффузия
15. Механизм образования дву- и трехмерных зародышей. Рост катодного осадка.
16. Перенапряжение кристаллизации. Понятие. Определение.

17. Физическая неоднородность поверхности. Влияние ПАВ на процесс формирования новой фазы. Работы Лошкарева.
18. Механизм действия ПАВ.
19. Электроосаждение металлов из комплексных электролитов.
20. Кинетические закономерности совместного электроосаждения металлов.
21. Способы сближения электродных потенциалов при электроосаждении сплавов.
22. Влияние состава электролита и режима электролиза на состав, структуру и свойства сплавов.
23. Термодинамика катодного внедрения. Стадии реакции взаимодействия катиона раствора с металлом электрода.
24. Методы изучения кинетики катодного внедрения. Роль вакансий в кристаллической решетке металла электрода.
25. Сплавы, образующиеся при катодном внедрении.
26. Свойства материалов, полученных путём катодного внедрения. Их применение.
27. Механизм электровосстановления водорода из кислой, нейтральной и щелочной сред.
28. Роль сопутствующего процесса выделения водорода в формировании катодного осадка.
29. Водородные соединения металлов (гидриды, интерметаллические соединения). Примеры.
30. Анодное окисление металлов и сплавов.
31. Пассивация. Модели для описания механизма процесса пассивации. Оксидные и солевые слои.
32. Термодинамическая устойчивость электродов в водных растворах. Диаграммы Пурбе.
33. Твердые электролиты.
34. Особенности электрохимического равновесия на мембранных электродах

14. Образовательные технологии

В рамках учебного курса, с целью повышения степени усвоения материала, предусмотрено чтение лекций с применением мультимедийных технологий.

Для выполнения задач и достижения цели обучения в учебной программе предусматривается самостоятельная работа магистранта, которая включает подготовку к практическим и лабораторным занятиям, самостоятельное изучение и анализ литературных источников по выбранной теме, оформление результатов самостоятельной работы в виде реферата.

Отчетность по самостоятельной работе проводится на зачетных конференциях. Проводится текущий контроль с целью оценки глубины усвоения материала по результатам и качеству оформления лабораторного практикума, эффективности работы на практических занятиях.

15. Список основной и дополнительной литературы по дисциплине

1. Еремин, В. В. Основы физической химии. В 2 ч. Ч. 1 : Теория : учебник / Еремин В. В. и др. - 5-е изд., перераб. и доп. - Москва : Лаборатория знаний, 2019. - 351 с. Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". (Учебник для высшей школы) - ISBN 978-5-00101-634-2. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001016342.html>. - Режим доступа: по подписке.
2. Салем, Р. Р. Физическая химия: Начала теоретической электрохимии / Р. Р. Салем. - 2-е изд. - М. : КомКнига, 2010. - 320 с. : ил. ; 21 см. - ISBN 978-5-484-01153-7: Экземпляры всего: 8
3. Гамбург, Ю. Д. Теория и практика электроосаждения металлов / Ю. Д. Гамбург, Дж. Зангари; пер. с англ. - 2-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2020. - 441 с. Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". - ISBN 978-5-00101-809-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/ru/doc/ISBN9785001018094-SCN0002.html?SSr=57013463c6086bbb69c550fyalyanova>. - Режим доступа: по подписке.
4. Теоретическая электрохимия / А.Л. Ротинян, К.И. Тихонов, И.А. Шошина А.М. Тихонов. – М.: Студент, 2013. – 496 с. – 10 экз.
5. Газенаур, Е.Г. Методы исследования материалов: учебное пособие / Е.Г. Газенаур, Л.В. Кузьмина, В.И. Крашенинин. — Электрон. дан. — Кемерово : Издательство КемГУ (Кемеровский государственный университет), 2013.—336с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=44317. - Режим доступа: по подписке.
6. Ялымова, Т.Ю. Теоретические и технологические основы получения композиционных электрохимических покрытий: учебное пособие для студентов направлений 18.04.01, 18.03.01 - Химическая технология, 18.04.02, 18.03.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, 20.03.01 - Техносферная безопасность, 21.03.01 - Нефтегазовое дело, перераб. и доп. /Ялымова Т.Ю., Соловьева Н.Д., Яковлев А.В. - Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2022. - 60 с. (3,75 печ. л.). - ISBN 978-5-9907993-2-5. Экземпляры всего: 30.
7. Ролдугин В.И. Физикохимия поверхности / В.И. Ролдугин. – Долгопрудный: Изд-кий Дом «Интеллект», 2008. - 568 с. Экземпляры всего: 9.

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

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

Методические указания

10. Ялымова Т.Ю. Дофазовое осаждение металла и его влияние на скорость и свойства электроосаждаемого покрытия: Методические указания к лабораторным работам по курсам «Приоритетные электрохимические технологии», «Теоретические основы электрохимического осаждения металлов и сплавов» для студентов направления 18.04.01 – Химическая технология, «Электрохимические технологии», «Методы исследования в электрохимии» для студентов направления 18.03.01 - Химическая технология, «Основы электрохимической технологии» для студентов направления 22.03.01 - Материаловедение и технология материалов / Т.Ю. Ялымова, Н.Д. Соловьева – Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2022. – 16 с. Экземпляры всего: 30

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

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

Периодические издания

13. Гальванотехника и обработка поверхности. Издательство ООО "Гальванотех" Режим доступа: https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=7759 Доступные архивы 20051-2020гг.
14. Журнал прикладной химии. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=7798> Доступные архивы 2003 –2020гг.
15. Журнал физической химии:- РАН. - М.: Наука, 1930 - Выходит ежемесячно. - ISSN 0044-4537 Режим доступа: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7802> Доступные архивы 2001-2020гг.
16. Известия высших учебных заведений. Серия Химия и химическая технология. Режим доступа: <https://elibrary.ru/contents.asp?issueid=942222> Доступные архивы 2000-2020гг.
17. Электрохимия Режим доступа: https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=8297 Доступные архивы 2000-2020гг.
18. Электрохимическая энергетика Режим доступа: https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=8296 Доступные архивы 2007-2020гг.

Помимо этого с литературой по электрохимии и электрохимической технологии можно ознакомиться на сайтах:

19. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
20. ГАЛЬВАНОТЕХНИКА И ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТИ Режим доступа: <http://www.galvanotehnika.info/>
21. НПП Электрохимия. Режим доступа: <https://zctc.ru/>
22. Электрохимический портал. Режим доступа: <http://echemistry.ru/>
23. <https://docplayer.ru/26878071-Metodicheskie-materialy-po-discipline-funktionalnaya-galvanotehnika.html>
24. [Электронно-библиотечная система Лань](#)
25. ЭБС "Электронная библиотека технического ВУЗа"

16. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 18 рабочих мест обучающихся; рабочее место преподавателя; классная доска; проекционный экран; мультимедийный проектор; ноутбук, подключенный в сеть с

выходом в Интернет и доступом в информационно-образовательную среду ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А.

Программное обеспечение: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint).

Учебная аудитория для проведения занятий практического типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 18 рабочих мест обучающихся; рабочее место преподавателя; классная доска; проекционный экран; мультимедийный проектор; ноутбук, подключенный в сеть с выходом в Интернет и доступом в информационно-образовательную среду ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А.

Программное обеспечение: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint).

Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 20 рабочих мест обучающихся; рабочее место преподавателя; классная доска; демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины.

Оборудование

1. Фотометр фотоэлектрический КФК-3-01
2. Источник питания HY1502D 0-15V-2A 2xLCD
3. Потенциостат IPC Compact
4. Потенциостат IPC Micro
5. Термостат LT-116в циркуляционный, цифровой терморегулирующий
6. Устройство зарядно-выпрямительное «Электроника»
7. Толщиномер покрытий TT210
8. Исследовательский автоматизированный комплекс на базе прямого материаловедческого микроскопа Axio Imager.A2m с оптикой от Zeiss отраженного света светлого/темного поля, с общим увеличением 100x, 1000x, с высокоразрешающей видеокамерой, ПК и весовым столом

Анализатор металлов X-MET 7500 (рентгенофлуоресцентный портативный энергодисперсионный спектрометр)

9. Ультразвуковой дефектоскоп A1214 EXPERT
10. Профилометр TR220
11. Весы электронные ВК - 600
12. Весы аналитические РА64С

Рабочую программу составил:

Профессор кафедры ТОХП



Соловьева Н.Д.

17. Дополнения и изменения в рабочей программе

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры

«_____» 202 ____ года, протокол № _____

Зав. кафедрой _____ / _____ /

Внесенные изменения утверждены на заседании УМКН

«_____» 202 ____ года, протокол № _____

Председатель УМКН _____ / _____ /