

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.ДВ.01.01
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электрохимическая кристаллизация металлов и сплавов
(наименование дисциплины)

по направлению подготовки (специальности)

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

направленность (профиль)/специализация

Современные материалы и технологии их производства

Форма обучения: очная

Год набора: 2020

Общая трудоемкость: 2 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	7	Итого
Форма контроля	зачет	
Вид занятий		
Лекции	16	16
Лабораторные		
Практические	16	16
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	32,25	32,25
Самостоятельная работа	39,75	39,75
Контроль		
Итого	72	72

Рабочую программу составил(и):

Доцент, доцент, д.ф.-м.н. Грызунова Н.Н.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☐

Отсутствует

☐

Рецензент

Профессор, профессор, д.ф.-м.н. Викарчук А.А.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки (специальности) 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2024 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры «Нанотехнологии, материаловедение и механика»

(протокол заседания № 1 от «30» августа 2019 г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование представлений об особенностях получения электроосажденных металлов и сплавов, их кинетики роста и морфологии, а также области их применения.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: Физика конденсированного состояния Физика, Химия, Материаловедение и ТКМ, Введение в профессию, Метрология, стандартизация и сертификация.

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: для написания выпускной квалификационной работы; Механические и физические свойства материалов; Металлические и неметаллические материалы

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-7 способностью выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов	-	Знать: элементы электрохимической кинетики и морфологические характеристики компактных электролитических осадков; основные понятия и термины, применяемые в электрохимии
		Уметь: используя современные представления об электролитических материалах ориентироваться в основных методиках получения и методах моделирования физико-химических процессов
		Владеть: способностью получать и обобщать экспериментальные данные
ПК-9 готовностью участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них, систем управления технологическими процессами	-	Знать: технологических процессов производства и обработки покрытий.
		Уметь: использовать современные представления об электролитических материалах, для прогнозирования возможности применения их для решения практических задач
		Владеть: современными представлениями об электролитических материалах и материалов и изделий из них, систем управления технологическими процессами.

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Введение Тема 1 Строение границы раздела металл-водный раствор электролита	Лек Пр Ср	1.1. Пространственное распределение зарядов 1.2. Специфическая адсорбция	7	1 1 5		2	Собеседование
	Лек Пр Ср	1.3 Адсорбция поверхностно-активного вещества (ПАВ)	7	1 1 2			Собеседование
Тема 2 Электрохимическая кинетика	Лек Пр Ср	2.1. Основы теории переноса заряда через границу электрод - раствор 2.2. Ток обмена. перенапряжение	7	2 2 2		2	Собеседование
	Лек Пр Ср	2.3. Кинетика заряда в присутствии ПАВ 2.4 Особенности осаждения металлов из комплексных электролитов	7	2 2 2		2	Собеседование
Тема 3 Влияние массопереноса на скорость электрохимического процесса	Лек Пр Ср	3.1. Стационарная диффузия и миграция. Диффузионный слой 3.2. Толщина диффузионного слоя	7	1 1 3			Собеседование
	Лек Пр Ср	3.3. Предельный диффузионный ток, диффузионное перенапряжение 3.4 Рабочая и предельная диффузионная плотность тока	7	1 1 4			Собеседование
Тема 4 Морфология	Лек Пр Ср	4.1 Ступени, изломы, ад-атомы, ад-ионы 4.2 Нормальный и слоевой рост	7	2 2 2		2	Собеседование

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
растущей поверхности металла	Лек Пр Ср	4.3 Влияние адсорбции на скорость электролиза 4.4 Морфологические характеристики компактных электролитических осадков	7	2 2 2			Собеседование
Тема 5 Электроосаждение сплавов	Лек Пр Ср	5.1 Основные области применения электрохимически полученных сплавов 5.2 Условия сплавообразования	7	1 1 4			Собеседование
	Лек Пр Ср	5.3 Технологический процесс нанесения гальванических покрытий 5.4 Типы структуры электрохимически осажденных сплавов	7	2 2 2			Собеседование
	Лек Пр Ср	5.5 Основы и отличительные особенности моделирования электрохимических и технологических процессов	7	1 1 2			Собеседование
Подготовка к зачету	Ср		7	10			
Итого:				72			

5. Образовательные технологии

Основной деятельностью в процессе обучения данной дисциплине, является учебная деятельность, характеризующаяся системой познавательных процессов.

При реализации учебной дисциплины используются следующие образовательные технологии:

Технология традиционного обучения – предлагает традиционную последовательность изучения нового материала.

Информационные технологии – предлагают использование компьютера.

Интерактивные технологии – предлагают диалоговое обучение, в ходе которого осуществляется взаимодействие между студентом и преподавателем, между самими студентами.

В разделе 1 используется интерактивная и информационная технология (Лекция – беседа с использованием презентации);

В разделах 2-3 используются традиционная, информационная и интерактивная технологии (лекция, практическое занятие, семинар-дискуссия, лекция – беседа с использованием презентации, проблемный семинар).

6. Методические указания по освоению дисциплины

Цели, поставленные при изучении курса, достигаются за счет комплексного подхода к обучению студентов, основанного на сочетании теоретического курса, практических занятий и самостоятельной познавательной деятельности студентов.

Изучение теоретического курса проводится в специализированных лекционных аудиториях с использованием видеотехники, позволяющей транслировать через монитор рисунки, схемы, модели, которые в значительной степени облегчают понимание курса.

На практических занятиях студенты приобретают навыки исследовательской деятельности и умения объяснять результаты эксперимента, основываясь на знаниях теоретической части курса.

Индивидуальная самостоятельная познавательная деятельность студентов заключается в подборе литературы по разделам курса и ее изучении. При этом предусмотрены индивидуальные и групповые консультации по изучаемым разделам курса. В результате изучения данной дисциплины студенты должны приобрести знания, умения и определенный опыт, необходимые для будущей инженерной деятельности.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
7	ПК-7	Вопросы для собеседования: тема 1 вопросы с 1-16 тема 2 вопросы с 1-6 тема 3 вопросы с 1-6 тема 5 вопрос 11 Тест: вопросы 1-50 Вопросы к зачету 1,3-10
7	ПК-9	Вопросы для собеседования: тема 4 вопросы с 1-10 тема 5 вопросы с 1-10 Тест: вопросы 51-100 Вопросы к зачету 2, 11-24

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1. Собеседование

(наименование оценочного средства)

Тема 1 Строение границы раздела металл-водный раствор электролита

Вопросы для проработки

1. Электрохимические процессы, примеры электрохимических процессов.
2. Электрокристаллизация – определение. Примеры электрокристаллизации.
3. Особенности электрокристаллизации по сравнению с другими электродными процессами.
4. Образование кристаллических зародышей.
5. Понятие докритическая, закритическая стадии электроосаждения
6. Гомогенная нуклеация в электролизе
7. Выводы уравнения изменения свободной энергии при образовании критического зародыша.
8. График изменения свободной энергии в зависимости от размера зародыша.
9. Гетерогенная нуклеация при электроосаждении
10. Вывод уравнения изменения свободной энергии образования трехмерного сферического зародыша.
11. Графическая зависимость фактора гетерогенности от угла смачивания.
12. Двумерная нуклеация. Определение и проявление.
13. Механизм нуклеации Фольмера – Вебера; Франке – Ван – дер – Мерве; Странского – Крыстанова.
14. Атомистический подход к термодинамике нуклеации.
15. Особенности термодинамики электрокристаллизации.
16. Функция распределения зародышей по размерам.

Тема 2 Электрохимическая кинетика

Вопросы для проработки

1. Скорость перехода в закритическую область при электрокристаллизации металлов.
2. Стационарная нуклеация при электрокристаллизации металлов.
3. Поток зародышей, переходящих в закритическую область.

4. Вычисление стационарного тока при электрокристаллизации металлов.
5. Нестационарная нуклеация при электрокристаллизации металлов.
6. Время ожидания первого зародыша; рост изолированного зародыша; рост ансамблей независимых зародышей; учет перекрытия зародышей.

Тема 3 Влияние массопереноса на скорость электрохимического процесса

Вопросы для проработки

1. Распределение потенциала по объёму электролита и распределение тока по поверхности электродов.
2. Краевые задачи для стационарного электрического поля.
3. Первичное и предельное поля.
4. Вторичные поля; поле поляризации; третичные поля и третичное распределение тока.
5. Основные принципы расчета электрических полей в электролизерах.
6. Случаи распределения тока при электрохимическом процессе.

Тема 4 Морфология растущей поверхности металла

Вопросы для проработки

1. Морфология и скорость роста поверхности металла при электрокристаллизации.
2. Ступени и изломы. Характер строения грани с большими индексами.
3. Важнейшие особенности поверхности кристалла.
4. Нормальный и слоевой рост. Скорость нормального роста металлических осадков.
5. Морфологические характеристики поверхности компактных электролитических осадков.
6. Основные морфологические типы осадков. Пирамиды и спирали.
7. Слоистый, пластинчатый рост кристаллов.
8. Природа макроступеней на поверхности электролитических осадков
9. Кристаллическая шероховатость.
10. Технологический процесс нанесения гальванических покрытий

Тема 5 Электроосаждение сплавов

Вопросы для проработки

1. Электроосаждение сплавов.
2. Условия сплавообразования.
3. Парциальные поляризационные кривые для компонентов сплава.
4. Равновесные и стационарные потенциалы сплавов.
5. Учет энергии сплавообразования при расчете потенциалов выделения сплавов.
6. Влияние различных факторов (состав раствор, температура, потенциал, плотность тока, перемешивание, электрический режим) на состав сплавов.
7. Поверхностные сплавы.
8. Структура электрохимических осадков металлов и сплавов.
9. Образование поликристаллического осадка. Границы зерен, дефекты упаковки кристаллической решетки, точечные дефекты, двойниковые границы, дислокации
10. Изменение структуры после окончания электролиза.
11. Основы и отличительные особенности моделирования электрохимических и технологических процессов

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если студент дал полные исчерпывающие ответы на 4 вопроса или если студент дал полные исчерпывающие ответы на 3 вопроса или ответил на три или четыре вопроса с небольшими замечаниями (не существенными замечаниями);
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент дал полный исчерпывающий ответ только на один или два вопроса.

7.2.2. Тестирование

(наименование оценочного средства)

(Банк тестовых заданий размещен на Образовательном портале ТГУ или в системе электронного обучения Moodle)

Примеры тестовых заданий ПК 7

ОМ закрытого типа

Задание 1

Заполните пропуск: вставьте пропущенные слова.

Процесс удаления тончайших окисных пленок с поверхности детали в гальванических технологиях называется _____

Правильный ответ: декапированием

Задание 2

Заполните пропуск: вставьте пропущенные слова.

Сосуд с раствором электролита, в который погружены два или более электрода, называются _____

Правильный ответ: электрохимическая ячейка

Задание 3

Выберите один правильный вариант ответа.

Выберите основные узлы приборов для электрохимических методов анализа (ЭМА).

- а) электроды сравнения
- б) электрохимическая ячейка
- в) устройство для поддержания температуры электролита

Правильный ответ: б

Задание № 4

Выберите один правильный вариант ответа.

Из чего состоит электрохимическая ячейка?

- а) сосуд с раствором электролита и электродами
- б) термостат
- в) источник тока

Правильный ответ: а.

Задание № 5

Выберите один правильный вариант ответа

Какие вещества называются электроактивными?

- а) вещества, способные участвовать в электродной окислительной или восстановительной реакции.
- б) вещества, способные участвовать в электродной реакции разложения.
- в) вещества, способные участвовать в электродной окислительной реакции.

Правильный ответ: а

Задание № 6

Выберите один правильный вариант ответа

Какой процесс определяет стандартный электродный потенциал?

- а) восстановления
- б) окисления
- в) разложения

Правильный ответ: а

Задание № 7

Выберите один правильный вариант ответа

От чего зависит знак заряда равновесного электродного потенциала на границе раздела металла с водным раствором его соли?

- а) от энергии гидратации ионов
- б) энергии выхода ионов металла из кристаллической решетки
- в) от соотношения энергии выхода ионов металла из кристаллической решетки и энергии гидратации ионов

Правильный ответ: в

Задание № 8

Выберите один правильный вариант ответа

Какой знак имеют заряды стандартных электродных потенциалов активных металлов при контакте с растворами собственных солей?

- а) отрицательное значение электродного потенциала
- б) положительное значение электродного потенциала
- в) нейтральное значение электродного потенциала

Правильный ответ: в

Задание № 9

Выберите один правильный вариант ответа

Из какого материала должен быть изготовлен металлический электрод, чтобы при погружении в дистиллированную воду его поверхность заряжалась отрицательно?

- а) активный металл
- б) малоактивный металл
- в) любой металл

Правильный ответ: в

ОМ открытого типа

Задание 13

Дайте развернутый ответ.

Перечислите устройства, используемые в электрохимических приборах для измерения электрических параметров.

Правильный ответ: микроамперметры, милливольтметры, мосты сопротивления переменного тока, кондуктометры.

Задание № 14

Дайте развернутый ответ.

Перечислите основные виды электрохимических ячеек:

Правильный ответ: гальванический элемент, электролитическая ячейка, кондуктометрическая ячейка

Задание № 15

Дайте развернутый ответ.

Перечислите этапы, которые предполагает математическое моделирование электрохимических процессов

Правильный ответ: I. Переход от технологического объекта (ТО), к его расчетной схеме. II. Математическое (формальное) описание расчетной схемы в виде математических соотношений, устанавливающих связь между параметрами объекта, т. е. создание математической модели (ММ). III. Качественный и оценочный количественный анализ упрощенной модели с целью выявления возможных противоречий, требующих пересмотра расчетной схемы, и обоснованного выбора рабочей модели ТО. IV. Разработка алгоритма вычислительного эксперимента. V. Создание программы, позволяющей реализовать

выбранный алгоритм моделирования средствами вычислительной техники. VI. Доработка алгоритма и ММ на основе сопоставления результатов расчета по упрощенной и рабочей моделям. VII. После устранения недочетов триаду «модель – алгоритм – программа» используют для проведения вычислительного эксперимента и выработки практических рекомендаций, направленных на совершенствование ТО.

Примеры тестовых заданий ПК 9

ОМ закрытого типа

Задание 51

Заполните пропуск: вставьте пропущенные слова.

Технологический процесс нанесения гальванических покрытий на детали состоит из _____ основных этапов.

Правильный ответ: трех

Задание 52

Заполните пропуск: вставьте пропущенные слова.

Обезжиривание деталей (при гальванической технологии нанесения покрытий) производится в щелочных растворах с последующей _____ деталей и воде.

Правильный ответ: промывкой

Задание 53

Выберите один правильный вариант ответа.

Вариационные методы расчета электрических полей в электролизерах основаны на

- а) том, что реальное объемное распределение тока соответствует минимуму суммарно выделяемого джоулева тепла
- б) замене частных производных отношениями конечных разностей
- в) преобразовании заданной плоской области сложной формы в более простую область

Правильный ответ: а

Задание № 54

Выберите один правильный вариант ответа.

Методы конечных разностей при расчете электрических полей в электролизерах основаны на

- а) том, что реальное объемное распределение тока соответствует минимуму суммарно выделяемого джоулева тепла
- б) замене частных производных отношениями конечных разностей
- в) преобразовании заданной плоской области сложной формы в более простую область

Правильный ответ: б

ОМ открытого типа

Задание 63

Дайте развернутый ответ.

Перечислите основные этапы технологического процесса нанесения гальванических покрытий на детали

Правильный ответ: Процесс состоит из трех основных этапов:

- подготовки деталей гальваническому нанесению покрытий;
- гальваническое нанесение покрытия;
- обработка детали после нанесения покрытия.

Задание № 64

Дайте развернутый ответ.

Какие операции включает подготовка детали к нанесению покрытия?

Правильный ответ: механическую обработку поверхности (пескоструйная обработка, шлифование, полирование) с целью восстановления правильной геометрической формы и требуемой шероховатости; установку на подвесном приспособлении; изолирование непокрываемых участков; обезжиривание и декапирование поверхности детали.

Задание № 65

Дайте развернутый ответ.

Метод конформных отображений при расчете электрических полей в электролизерах основан на

Правильный ответ: преобразовании заданной плоской области сложной формы в более простую область

Задание № 66

Дайте развернутый ответ.

Метод граничных элементов при расчете электрических полей в электролизерах основан на

Правильный ответ: замене реальной границы множеством ориентированных отрезков

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр _____ 7 _____

№ п/п	Вопросы к зачету
1.	Специфическая адсорбция в электрохимии. Адсорбция поверхностно-активного вещества (ПАВ)
2.	Технологический процесс нанесения гальванических покрытий
3.	Основы и отличительные особенности моделирования электрохимических и технологических процессов
4.	Основы теории переноса заряда через границу электрод - раствор
5.	Ток обмена. Перенапряжение. Пространственное распределение зарядов при электролизе
6.	Каким образом происходит процесс осаждения гальванического покрытия
7.	Какие факторы влияют на структуру осадка полученного в процессе электроосаждения металла
8.	Кинетика заряда в присутствии ПАВ при электроосаждении
9.	Особенности осаждения металлов из комплексных электролитов
10.	Стационарная диффузия и миграция заряженных частиц при электролизе
11.	Диффузионный слой и толщина диффузионного слоя при электролизе
12.	Автоматизация технологического процесса нанесения гальванических покрытий
13.	Предельный диффузионный ток, диффузионное перенапряжение
14.	Рабочая и предельная диффузионная плотность тока
15.	Основные понятия применяемые в электролизе: ступени, изломы, ад-атомы, ад-ионы
16.	Нормальный рост кристаллов. Скорость нормального роста кристаллов.
17.	Влияние адсорбции на скорость электролиза
18.	Морфологические характеристики компактных электролитических осадков
19.	Основные области применения электрохимически полученных сплавов
20.	Условия сплавообразования в процессе электроосаждения
21.	Типы структуры электрохимически осажденных сплавов
22.	Основные морфологические типы осадков. Пирамиды и спирали в электролитических покрытиях
23.	Слоистый, пластинчатый рост кристаллов. Природа макроступеней электролитических осадков
24.	Кристаллическая шероховатость электролитических покрытий

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
7	Зачет (в устной форме)	«зачтено»	Студент показал понимание вопроса (проблемы) и хорошие знания при ответе на него. Ответ полный, исчерпывающий

		«не зачтено»	Студент ответил на вопросы с грубыми ошибками, показал плохие знания по вопросам экзаменатора
--	--	--------------	---

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Р. А. Мирзоев, А. Д. Давыдов	Анодные процессы электрохимической и химической обработки металлов	Учебное пособие	2016	ЭБС «Лань»

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	А. К. Федотов, В. М. Анищик, М. С. Тиванов	Физическое материаловедение	Учебное пособие	2015	ЭБС «IPRbooks»
2	Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина	Электрохимия	Учебное пособие	2015	ЭБС «Лань»

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- Металлообработка [Электронный ресурс] : научно-произв. журн. / Электрон. журн. — Издательство «Политехника», 2001— . — Режим доступа к журн.: <http://www.polytechnics.ru/magazine/met.html>

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc	договор № 757 от 04.07.2018г., срок действия – бессрочно; контракт №1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно;
2	Office Standart: Office Standart 2016 Russian	договор № 757 от 04.07.2018г., срок действия - бессрочно; контракт № 727 от 20.07.2016, срок действия – бессрочно;
3	Mirapolis Human Capital Management	договор № 42/02/22 - К от 02.02.2022 до 31.08.2022

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

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Лаборатория «Методы исследования физических свойств перспективных материалов» Е-403	Столы ученические письменные , стулья-, доска аудиторная (меловая), стол преподавательский, стул преподавательский, шкафы для учебных пособий, лабораторные установки, ПК, проектор, экран, коммутатор.
2	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. Е-214	Столы ученические двухместные , столы ученические, стол компьютерный, стол преподавательский, ПК ,доска трехсекционная аудиторная (меловая), стул преподавательский, проектор мультимедийный ,экран для проектора, тумба выкатная
3	Помещение для самостоятельной работы	Столы ученические, стулья

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
	обучающихся Г-401	ученические, ПК с выходом в сеть Интернет.
4	Помещение для самостоятельной работы обучающихся Д-409	Стол-парта двухместные, стулья, стол преподавательский-, стул преподавательский, передвижная доска, экран, процессор, проектор, компьютерные столы, компьютеры для студентов с выходом в сеть интернет, компьютер преподавателя.