

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Электрохимические свойства пористых и неэквипотенциальных электродов

Код модуля
1153997

Модуль
Химические преобразователи энергии

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Даринцева Анна Борисовна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	технологии электрохимических производств

Согласовано:

Управление образовательных программ

С.А. Иванченко

Авторы:

- Даринцева Анна Борисовна, Доцент, технологии электрохимических производств

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Электрохимические свойства пористых и неэквивпотенциальных электродов

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	3	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Лабораторные занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Зачет	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	2
		Коллоквиум	2

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Электрохимические свойства пористых и неэквивпотенциальных электродов

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-2 -Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа	З-1 - Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности П-1 - Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ	Зачет Коллоквиум № 1 Коллоквиум № 2 Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Лабораторные занятия Лекции

	У-1 - Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа	
ПК-4 -Способность осуществлять выбор электродных материалов для химических источников тока на основе экспериментальных данных, проводить испытания электродных материалов, делать оценку их свойств	З-2 - Описывать основные требования к электродным материалам, способы исследования их свойств П-3 - Проводить исследования каталитических свойств материалов для химических источников тока У-3 - Анализировать данные по исследованию свойств материалов, рекомендуемых к использованию в химических источниках тока	Зачет Коллоквиум № 1 Коллоквиум № 2 Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Лабораторные занятия Лекции

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.50		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа "Подвижный многоэлементный электрод"</i>	3,18	50
<i>контрольная работа "Высокомный неэквивалентный электрод"</i>	3,18	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.40		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.60		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – не предусмотрено		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах

Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –0.50		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>коллоквиум "Определение предельной стационарной плотности тока"</i>	3,18	20
<i>коллоквиум "Экспериментальное определение глубины проникновения электрохимического процесса на трехмерном электроде"</i>	3,18	20
<i>Лабораторная работа "Экспериментальное определение глубины проникновения электрохимического процесса на трехмерном электроде"</i>	3,18	60
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1.00		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий – не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта – не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта – защиты – не предусмотрено		

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-

оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)

3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Экспериментальное определение глубины проникновения электрохимического процесса на трехмерном электроде

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Контрольная работа № 1

Примерный перечень тем

1. Высокоомный неэквивипотенциальный электрод

Примерные задания

Задача 1					
Какой длины должна быть лента при нанесении на нее при температуре $t, ^\circ\text{C}$ слоя металла толщиной y_0 , если плотность тока обмена наносимого металла равна i_0 , коэффициент переноса равен α , а удельное сопротивление наносимого металла равно ρ					
Металл покрытия	$y_0, \text{мм}$	$i_0, \text{A}/\text{м}^2$	α	$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{Ом}\cdot\text{м}$
Cu	0,050	5	0,30	35	$1,8\cdot 10^{-8}$
Задача 2					
Какой толщины электрод длиной l станет эквипотенциальным при нанесении покрытия. Удельное сопротивление катода-основы ρ , плотность тока обмена i_0 , температура t .					
Металл покрытия	$l, \text{м}$	$\rho, \text{Ом}\cdot\text{м}$	$i_0, \text{mA}/\text{см}^2$	α	$t, ^\circ\text{C}$
Cu	0,30	$2,5\cdot 10^{-5}$	0,02	0,30	28
Задача 3					
Выбрать электролит для нанесения покрытия толщиной h на материал, если удельное сопротивление его ρ , длина образца l . Коэффициент переноса α известен. Электрод при покрытии должен оставаться эквипотенциальным. Температуру можно принять равной $25 ^\circ\text{C}$, $z = 2$.					
$\rho, \text{Ом}\cdot\text{м}$	$l, \text{м}$	$h, \text{мкм}$	α		
$6,8\cdot 10^8$	2,0	30	0,34		
Задача 4					
На какое расстояние распространяется защита трубопровода станцией катодной защиты при подаваемом перенапряжении $\eta(0)$, коэффициенте b , известном удельном сопротивлении материала трубопровода ρ , толщине стенки трубопровода h и плотности тока обмена i_0 .					
$\rho, \text{Ом}\cdot\text{м}$	$h, \text{мм}$	$b, \text{В}$	$i_0, \text{A}/\text{м}^2$	$\eta(0), \text{В}$	
$1,2\cdot 10^{-7}$	7	0,68	2,0	2	
Задача 5					
Среди предложенных металлов, напыляемых на диэлектрик перед нанесением на него тонкого слоя металла h , выбрать такой, при котором электрод длиной l при нанесении покрытия останется эквипотенциальным. Известны также i_0 – плотность тока обмена и $b=RT/(azF)$.					
<i>Справочные данные к задаче 3</i>					
Напыляемый металл	Cu	Ni	Cr	Pd	
$\rho(\text{Me}), \text{Ом}\cdot\text{м}$	$2,5\cdot 10^{-8}$	$6,8\cdot 10^{-8}$	$2,7\cdot 10^{-8}$	$2,3\cdot 10^{-8}$	
$h, \text{мкм}$	$l, \text{м}$	$b, \text{В}$	$i_0, \text{A}/\text{м}^2$		
3,0	0,80	0,10	18		

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Подвижный многоэлементный электрод

Примерные задания

<p>Задача 1 Стальные детали (Ст3) покрывают цинком в барабане диаметром 30 см при 30 °С. Определить среднюю плотность тока нанесения покрытия толщиной 15 мкм, если дисперсия толщины слоя покрытия составляет 8 мкм², скорость вращения барабана – 5,5 об/мин, а выход по току 72 %, степень загрузки барабана – 48 %. Электропроводность электролита равна 20 См/м, ток обмена – 6,3 мА/см², $\alpha = 0,45$. Удельная поверхность деталей составляет 12 см²/см³</p>																									
<p>Задача 2 Рассчитать дисперсию и построить график распределения толщины покрытия в партии мелких деталей, если никелирование проводили в барабане диаметром D_B при степени загрузки U, %. Средняя толщина покрытия составляла h_{cp}, время нанесения покрытия t_p, мин. Величина x_{max} известна, скорость вращения барабана – 6 об/мин</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>D_B, см</th> <th>U, %</th> <th>h_{cp}, мкм</th> <th>t_p, мин</th> <th>x_{max}, см</th> <th>ω, об/мин</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>55</td> <td>65</td> <td>20</td> <td>20</td> <td>2,0</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table>								D_B , см	U , %	h_{cp} , мкм	t_p , мин	x_{max} , см	ω , об/мин	55	65	20	20	2,0	6						
D_B , см	U , %	h_{cp} , мкм	t_p , мин	x_{max} , см	ω , об/мин																				
55	65	20	20	2,0	6																				
<p>Задача 3 Сколько времени (мин) надо проводить покрытие мелких деталей никелем в барабане диаметром D_B, чтобы получить среднюю толщину покрытия h_{cp}, мкм при заданном среднеквадратичном отклонении толщины от средней, σ, если известна глубина проникновения процесса L, см, выход по току W_t, %, скорость вращения барабана ω, об/мин, степень загрузки барабана U, % средняя плотность тока составляла i_{cp}, А/дм²</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>D_B, см</th> <th>W_t, %</th> <th>σ, мкм</th> <th>ω, об/мин</th> <th>L, см</th> <th>h_{cp}, мкм</th> <th>U, %</th> <th>i_{cp}, А/дм²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>42</td> <td>95</td> <td>1,33</td> <td>1</td> <td>1,95</td> <td>17</td> <td>85</td> <td>3,00</td> </tr> </tbody> </table>								D_B , см	W_t , %	σ , мкм	ω , об/мин	L , см	h_{cp} , мкм	U , %	i_{cp} , А/дм ²	42	95	1,33	1	1,95	17	85	3,00		
D_B , см	W_t , %	σ , мкм	ω , об/мин	L , см	h_{cp} , мкм	U , %	i_{cp} , А/дм ²																		
42	95	1,33	1	1,95	17	85	3,00																		
<p>Задача 4 Каким должен быть диаметр барабана, мм, при его длине l, мм, чтобы при нанесении гальванического покрытия толщиной h_{cp}, мкм можно было обеспечить дисперсию D, мкм² при средней плотности тока i_{cp}, А/дм², продолжительности нанесения покрытия t_p, мин, скорости вращения барабана ω об/мин, известном x_{max}, равном 1,5 см и степени загрузки барабана U, %.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Металл-покрытие</th> <th>l, мм</th> <th>h_{cp}, мкм</th> <th>D, мкм²</th> <th>i_{cp}, А/дм²</th> <th>t_p, мин</th> <th>ω, об/мин</th> <th>x_{max}, см</th> <th>U, %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cu</td> <td>8900</td> <td>8</td> <td>11,0</td> <td>2,5</td> <td>15</td> <td>6,0</td> <td>1,5</td> <td>40</td> </tr> </tbody> </table>								Металл-покрытие	l , мм	h_{cp} , мкм	D , мкм ²	i_{cp} , А/дм ²	t_p , мин	ω , об/мин	x_{max} , см	U , %	Cu	8900	8	11,0	2,5	15	6,0	1,5	40
Металл-покрытие	l , мм	h_{cp} , мкм	D , мкм ²	i_{cp} , А/дм ²	t_p , мин	ω , об/мин	x_{max} , см	U , %																	
Cu	8900	8	11,0	2,5	15	6,0	1,5	40																	
<p>Задача 5 С какой скоростью ω, об/мин должен вращаться барабан при нанесении на стальные детали медного покрытия в барабане диаметром D_B, мм при средней плотности тока i_{cp}, А/дм², продолжительности электролиза t_p, мин, чтобы обеспечить дисперсию толщины покрытия D, мкм², если известны выход по току W_t, %, степень загрузки барабана U, % и x_{max}, см.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Металл-покрытие</th> <th>D_B, см</th> <th>W_t, %</th> <th>D, мкм²</th> <th>x_{max}, см</th> <th>t_p, мин</th> <th>i_{cp}, А/дм²</th> <th>U, %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cu</td> <td>20</td> <td>80</td> <td>8,5</td> <td>0,87</td> <td>20</td> <td>2,8</td> <td>55</td> </tr> </tbody> </table>								Металл-покрытие	D_B , см	W_t , %	D , мкм ²	x_{max} , см	t_p , мин	i_{cp} , А/дм ²	U , %	Cu	20	80	8,5	0,87	20	2,8	55		
Металл-покрытие	D_B , см	W_t , %	D , мкм ²	x_{max} , см	t_p , мин	i_{cp} , А/дм ²	U , %																		
Cu	20	80	8,5	0,87	20	2,8	55																		

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.3. Коллоквиум № 1

Примерный перечень тем

1. Определение предельной стационарной плотности тока

Примерные задания

Для подготовки к коллоквиуму необходимо изучить следующие разделы.

1. Основы методы хроновольтамперометрии при линейной развертке потенциала.
 2. Определение плотности тока пика
 3. Зависимость плотности тока от скорости развертки потенциала
 4. Причины отклонения зависимости плотности тока пика от корня из скорости развертки потенциала в области малых скоростей развертки.
 5. Установление величины предельной стационарной плотности тока
 6. Схема подключения трехэлектродной электрохимической ячейки к потенциостату.
- LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.4. Коллоквиум № 2

Примерный перечень тем

1. Экспериментальное определение глубины проникновения электрохимического процесса на трехмерном электроде

Примерные задания

Для подготовки к коллоквиуму необходимо изучить следующие разделы:

1. Определение глубины проникновения электрохимического процесса
 2. Причины неравномерности работы пористого электрода для разных электрохимических реакций
 3. Возможные варианты установления величины глубины проникновения электрохимической реакции на пористом электроде
 4. Влияние глубины проникновения электрохимической реакции на скорость электрохимического процесса и технологический процесс в целом.
 5. Типы пористых электродов. Особенности их использования в электрохимической технологии
- LMS-платформа – не предусмотрена

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Зачет

Список примерных вопросов

1. Активационно-омический контроль электрохимического процесса на трехмерном электроде
2. Глубина проникновения процесса
3. Поляризация пористого электрода при активационно-омическом контроле его работы
4. Внутрикинетический, внутриомический, внешнекинетический и внешне-диффузионный режимы работы электрода. Условия эффективности использования пористого электрода
5. Статистические характеристики равномерности распределения толщины покрытия по деталям
6. Зоны внутри гипотетического многоэлементного электрода по Кайдрикову
7. Расчет дисперсии распределения толщины покрытия по деталям

8. Меры, способствующие уменьшению разброса деталей по толщине покрытия
 9. Высокоомный пленочный электрод
 10. Неэквипотенциальный электрод с постоянным сопротивлением
 11. Характеристическая длина. Линейная плотность тока. Распределение перенапряжения по длине пленочного электрода. Условие эквипотенциальности высокоомного электрода
 12. Модель пористого электрода при осаждении металла в режиме предельного тока. Степень извлечения металла и толщина пористого электрода, на которой металл восстанавливается в режиме предельного тока
- LMS-платформа – не предусмотрена

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.