

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт высокотемпературной электрохимии
Уральского отделения Российской академии наук
(ИВТЭ УрО РАН)

УТВЕРЖДАЮ

Директор

П.А. Архипов

“30” Март 2022 г.



ПРОГРАММА

вступительного испытания в аспирантуру

по научной специальности

2.6.9. Технология электрохимических процессов и защита от коррозии

Екатеринбург

2022

Содержание

1. Назначение и область применения.....	3
2. Научная специальность 2.6.9 «Технология электрохимических процессов и защита от коррозии»	4
Вопросы для вступительных испытаний.....	6
3. Рекомендуемые Интернет – ресурсы	8
4. Критерии оценки знаний претендентов на поступление в аспирантуру по научной специальности 2.6.9. «Технология электрохимических процессов и защита от коррозии»	9

1. Назначение и область применения

Программа определяет требования к содержанию вступительных испытаний в аспирантуру по научной специальности 2.6.9. Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Программа предназначена для подготовки к вступительному экзамену в аспирантуру по научной специальности 2.6.9. Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Целью вступительного экзамена является проверка способности и готовности претендента к обучению по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), в соответствии с федеральными государственными требованиями (приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951), выполнению профессиональных задач в сфере научной деятельности.

Форма проведения вступительного экзамена

Вступительные испытания проводятся в устно-письменной форме по вопросам. Претенденту предлагается два вопроса, перечень которых доводится до сведения поступающих путем публикации программ вступительных испытаний на официальном сайте. Поступающий готовит письменные ответы на экзаменационных листах, отвечает в устной форме.

При необходимости вступительные испытания могут быть проведены в дистанционном формате. Перед началом дистанционных вступительных испытаний члены экзаменационных комиссий идентифицируют поступающего путем визуальной сверки предъявляемой через видеосвязь фотографии в паспорте с абитуриентом, вышедшим на связь. В случае не прохождения (отказа от прохождения) абитуриентом идентификации, вступительное испытание для данного абитуриента прекращается с оформлением документов о выбытии абитуриента из конкурса.

Требования к процедуре вступительного экзамена

Требования к порядку планирования, организации и проведения вступительного экзамена, к структуре и форме документов по его организации определены Правилами приема поступающих на обучение по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре.

2. Научная специальность 2.6.9 «Технология электрохимических процессов и защита от коррозии»

Содержание программы

Раздел 1. Теоретические основы электрохимических процессов

1.1 Электрохимическая термодинамика. Типы равновесных потенциалов. Уравнение Нернста. Термодинамическая оценка возможности электрохимических реакций, включая анодное растворение и катодное осаждение металлов.

1.2 Электрохимическая термодинамика расплавленных солевых сред. Химические цепи с индивидуальными солями и солевыми смесями. Концентрационные цепи. Электроды сравнения.

1.3 Электрохимическая кинетика. Скорость реакции. Перенапряжение переноса заряда. Перенапряжение диффузии. Влияние массопереноса на кинетику электродных процессов.

1.4 Особенности электрохимической кинетики в расплавленных солях. Активационная и концентрационная поляризации. Двойной слой и его строение.

1.5 Методы исследования электрохимических процессов в расплавленных солях. Вольтамперометрия. Хронопотенциометрия. Электрохимическая импедансная спектроскопия.

Раздел 2. Теоретические основы электроосаждения металлов

2.1 Стадии процесса электроосаждения металлов. Перенапряжение. Механизм процесса электрокристаллизации. Теория устойчивости плоского фронта роста А.Н. Барабошкина. Факторы, влияющие на перенапряжение, кристаллизацию, структуру и качество осадков.

2.2 Катодные процессы при электроосаждении металлов. Механизм разряда комплексных анионов на катоде. Влияние поверхностно-активных веществ.

2.3 Анодные процессы при электроосаждении металлов. Растворимые и нерастворимые аноды. Пассивация.

2.4 Макрораспределение тока и металла по поверхности катода. Влияние различных факторов. Методы определения.

2.5 Механизм микрораспределения и выравнивания металла на катоде. Теория выравнивания поверхности осадков. Методы измерения.

Раздел 3. Технология нанесения гальванических и химических покрытий металлами и сплавами

3.1 Механические, химические и электрохимические методы подготовки поверхности перед нанесением покрытий. Химическое и электрохимическое полирование.

3.2 Электрохимический метод нанесения покрытий: цинкование, кадмирование, свинцование, никелирование

3.3 Электрохимическое покрытие сплавами. Основы теории процесса осаждения сплавов. Влияние различных факторов на совместный разряд ионов металлов, состав, структуру и свойства сплавов. Анодный процесс при электроосаждении сплавов.

3.4 Гальванопластика. Стадии процесса получения металлических копий. Механизм осаждения каталитических и автокаталитических покрытий. Металлизация диэлектриков.

Раздел 4. Электрохимический синтез неорганических веществ

4.1 Гидроэлектрометаллургия. Электрохимические способы извлечения металлов из растворов. Особенности катодных и анодных процессов при получении металлов рафинированием и электролитической экстракцией.

4.2 Гидрометаллургические технологии получения меди, никеля, свинца, цинка.

4.3 Электролитическое производство хлора, водорода, щелочи. Механизм катодных и анодных процессов. Принципы электролиза растворов хлоридов с фильтрующей диафрагмой, твердым катодом, ртутным катодом.

4.4 Электролиз расплавленных солей. Особенности катодных и анодных процессов. Материал и характеристика электродов.

4.4 Технологические процессы получения алюминия, кальция, магния, свинца в расплавленных средах.

Раздел 5. Химические источники электрической энергии

5.1 Основные типы и принцип работы химических источников тока.

5.2 Свинцовые аккумуляторы. Реакции токообразования, электрические характеристики, устройство.

5.3 Щелочные аккумуляторы. Кадмий-никелевые и железо-никелевые аккумуляторы. Реакции токообразования. Электрические характеристики.

5.4 Цинк-никелевые и цинк-серебряные аккумуляторы. Электрические характеристики и устройство.

5.5 Химические источники тока с расплавленными электролитами. Характеристики. Преимущества и недостатки.

5.6 Топливные элементы. Классификация топливных элементов. Устройство и принцип действия. Перспективы их применения.

Раздел 6. Коррозия и защита от коррозии

6.1 Основные виды коррозии. Электрохимическая коррозия. Водородная и кислородная деполяризация. Пассивность металлов. Теория пассивации.

6.2 Особенности коррозии металлов в расплавленных солях.

6.3 Методы оценки коррозионных поражений. Основные показатели скорости коррозии. Виды коррозионных испытаний. Электрохимические методы испытаний.

6.4 Понятие о локальной коррозии. Виды. Методы испытаний.

6.5 Основные методы защиты от коррозии.

Вопросы для вступительных испытаний

1. Способы получения водорода и кислорода. Свойства водорода и кислорода, требования к сырью. Теоретические основы процесса.

2. Производство продуктов хлора и их применение.

3. Электрохимический синтез неорганических соединений. Влияние различных электрохимических факторов на процессы электролиза. Природа материала электрода и состояние его поверхности. Влияние электродной и объемной плотности тока. Влияние температуры. Влияние состава электролита, примесей и добавок к нему.

4. Электролиз расплавленных сред. Свойства расплавленных электролитов. Влияние температуры на процесс. Выбор электролита. Катодные процессы при электролизе расплавов.

5. Электролиз расплавленных сред. Свойства расплавленных электролитов. Влияние температуры на процесс. Выбор электролита. Анодные процессы при электролизе расплавов.

6. Технологические и аппаратные особенности электролиза расплавленных сред.

7. Производство натрия. Технология производства

8. Производство калия. технология производства.

9. Производство тройного сплава свинец-натрий-калий. Теоретические основы процесса получения электролитического тройного сплава. Технология производства.

10. Получение кальция. Теоретические основы получения кальция. Технология процесса получения кальция электролизом с жидким катодом. Новые технологии получения кальция.

11. Производство фтора. Технология и технологическая схема производства

12. Производство алюминия. Теоретические основы процесса. Технология производства алюминия.

13. Производство магния. Теоретические основы процесса электролиза. Технология производства магния.

14. Электроосаждение из расплавленных солей. Образование поликристаллических осадков; влияние природы ионов, состава электролита, температуры его и перемешивания на структуру осаждаемого металла.

15. Гальванотехника. Типы гальванических покрытий. Рассеивающая способность электролитов. Особенности нанесения покрытий из расплавленных

солей электролизом. Влияние природы подслоя на кристаллизацию металла. Ориентирующее действие подслоя на рост кристаллов, текстура осадков. Влияние поверхностно-активных веществ на кинетику процесса электроосаждения и структуру осадков.

16. Диффузионные покрытия из расплавленных солей. Кинетика цементации.

17. Электрохимическое окисление металлов и сплавов. Электрохимическая размерная обработка.

18. Химические источники тока. Топливные элементы

19. Химические источники тока. Свинцовые аккумуляторы. Серебряно-цинковые аккумуляторы.

20. Химические источники тока. Литиевые источники тока.

21. Химические источники тока. Кадмий-никелевые аккумуляторы и их аналоги.

22. Химические источники тока. Металл-воздушные системы.

23. Коррозия металлов и сплавов Химическая и электрохимическая виды коррозии. Электрохимический механизм коррозии и его примеры.

24. Электроосаждение сплавов. Электrokристаллизация и структура сплавов.

25. Пассивность металлов. Пленочная, адсорбционная теория пассивности. Солевая пассивность. Нерастворимые аноды.

26. Электрохимическая коррозия металлов. Электрохимические методы снижения скорости коррозии.

27. Механизмы и кинетика коррозионных процессов. Схема и особенности электрохимического коррозионного процесса.

28. Влияние внешних факторов на коррозионный процесс Деполяризаторы коррозионных процессов.

29. Термодинамика высокотемпературного окисления металлов и сплавов в газах. Классификация оксидных пленок. Причины разрушения оксидных пленок.

30. Кинетика газовой коррозии. Контролирующие стадии процессов окисления металлов в газах. Основные законы окисления металлов

31. Закономерности и особенности высокотемпературного окисления сплавов, растворимость кислорода в металлической матрице и внутреннее окисление.

32. Специфические виды коррозии Пассивность металлов, определение и характеристики пассивного состояния металлов. Теории пассивности, пассиваторы и депассиваторы

33. Способы защиты от коррозии Классификация методов защиты от электрохимической коррозии.

34. Принципы противокоррозионного легирования. Подбор конструкционного материала для конкретных условий эксплуатации.

35. Классификация защитных покрытий. Металлические покрытия: анодные и катодные

36. Классификация защитных покрытий. Неметаллические покрытия: достоинства и недостатки

37. Обработка коррозионной среды и электрохимическая защита: катодная, протекторная и анодная.

38. Защита металлов от газовой коррозии. Основной принцип жаростойкого легирования. Жаростойкие сплавы. Защитные покрытия.

39. Деградационные процессы в керамических материалах. Особенности

Список рекомендуемой литературы (основная и дополнительная)

1. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия: Учебник для вузов. М.: Химия, 2010.
2. Лукомский Ю.Я., Гамбург Ю.Д.. Физико-химические основы Электрохимии. Долгопрудный: Изд. дом «Интеллект», 2008.
3. Рогинян А.Л., Тихонов К.И., Шошина И.А., Тимонов А.М. Теоретическая электрохимия. М.: Студент, 2013.
4. Байрамов В.М. Основы электрохимии. М.: Изд. центр «Академия», 2005.
5. Семенова И.В., Флорианович Г.М., Хорошилов А.В. Коррозия и защита от коррозии. М.: Физматлит, 2010.
6. Плит В. Электрохимия в материаловедении. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014.
7. Бонд А.М., Инцельт Д., Калерт Х. и др. Электролитические методы. Теория и практика/Под. Ред. Ф Щольц. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012.
8. Степанов В.П. Основные вопросы электрохимии расплавленных солей. Екатеринбург: УрО РАН, 2012.
9. Химические источники тока. Справочник под редакцией Н.В. Коровина, А.М. Скундина. М.: Изд. МЭИ, 2003.
10. Коровин Н.В. Топливные элементы и электрохимические энергоустановки. М.: изд. МЭИ, 2005.
11. Гамбург Ю.Д. Электрохимическая кристаллизация металлов и сплавов. М.: Янус-К, 1997.
12. Баймаков Ю.В., Журин А.И. Электролиз в гидрометаллургии. М.: Metallurgia, 1977.
13. Ю.Д. Гамбург Гальванические покрытия. Справочник по применению. М.: Техносфера, 2006.
14. Лебедев В.А. Электрохимия расплавов: учебн. пособие. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2004

3. Рекомендуемые Интернет – ресурсы

1. Инженерный справочник - <http://www.dpva.info/>.
2. Физический справочник - http://www.all-fizika.com/article/index.php?id_article=3.
3. XuMuK.ru - САЙТ О ХИМИИ - <http://www.xumuk.ru/>.
4. Каталог химических ресурсов - http://www.chemport.ru/catalog_tree.php.

5. WebElements Онлайн - <http://www.webelements.narod.ru/>.
6. Государственная публичная научно-техническая библиотека России
URL: <http://www.gpntb.ru/>. Интернет-портал «Информационно-коммуникационные технологии в образовании» [сайт]. URL: www.ict.edu.ru
7. Научная электронная библиотека <http://www.eLIBRARY.ru/>.
8. Российская Государственная библиотека URL:<http://www.rsl.ru/>.
9. Российская национальная библиотека URL: <http://www.nlr.ru/>.
10. Российский портал открытого образования [сайт]. URL: www.openet.edu.ru;

4. Критерии оценки знаний претендентов на поступление в аспирантуру по научной специальности 2.6.9. «Технология электрохимических процессов и защита от коррозии»

Оценка ответов претендентов на поступление в аспирантуру по данной научной специальности производится по пятибалльной шкале и выставляется согласно критериям, приведенным в таблице. Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительных испытаний - 3 (три) балла.

Критерии оценки ответов претендентов при поступлении в аспирантуру

Оценка	Критерии
5 баллов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. 2. Демонстрируются глубокие знания по дисциплине. 3. Делаются обоснованные выводы. 4. Ответ самостоятельный, при ответе использованы знания, приобретённые ранее.
4 балла	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. 2. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. 3. Материал излагается уверенно, в основном правильно даны все определения и понятия. 4. Допущены небольшие неточности при выводах и использовании терминов.
3 балла	<ol style="list-style-type: none"> 1. Допускаются нарушения в последовательности изложения при ответе.

	<ol style="list-style-type: none">2. Демонстрируются поверхностные знания дисциплины.3. Имеются затруднения с выводами.4. Определения и понятия даны не чётко.
2 балла	<ol style="list-style-type: none">1. Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определённой системы знаний по дисциплине.2. Не даны ответы на дополнительные вопросы комиссии.3. Допущены грубые ошибки в определениях и понятиях.

Программу вступительного испытания в аспирантуру по специальности 2.6.9 «Технология электрохимических процессов и защита от коррозии» разработали:

Вед. науч. сотр., д-р хим. наук

Ткачева О.Ю.

(подпись)

Науч. сотр., канд. хим. наук,
доцент

Никитина Е.В.

(подпись)

Лист согласования

Программа одобрена на заседании Ученого совета Института
(Протокол № 5 от 24 марта 2022 г.)

Ученый секретарь, канд. хим.
наук

Кодинцева А.О.

(подпись)