

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

**Программа вступительных испытаний в магистратуру
по направлению
18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,
нефтехимии и биотехнологии**

*Магистерская программа
«Химическая и электрохимическая обработка материалов»*

Москва 2026

Разработчики программы:

- заведующий кафедрой инновационных материалов и защиты от коррозии, д.т.н., профессор Ваграмян Т.А.;
- доцент кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии, к.т.н., доцент Абрашов А.А.
- профессор кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии, к.х.н., доцент Григорян Н.С.

1. Введение

Программа вступительных испытаний предназначена для лиц, желающих поступить в магистратуру ФГБОУ ВО «РХТУ им. Д.И. Менделеева» по направлению подготовки 18.04.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» Магистерская программа «Химическая и электрохимическая обработка материалов».

Программа разработана в соответствии с Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года № 245 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры».

Программа рекомендуется для подготовки к вступительным испытаниям выпускников бакалавриата и специалитета классических университетов, технических и технологических вузов. Содержание программы базируется на следующих учебных дисциплинах: «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия», «Материаловедение и защита от коррозии» и других учебных дисциплинах подготовки бакалавров и специалистов, указанных в программах вступительных испытаний по программе: «Основы проектирования энерго- и ресурсосберегающих инновационных химических производств».

Форма проведения вступительных испытаний - устная.

2. Содержание программы

2.1. Принципы и методы защиты от коррозии

Концепция ресурсосбережения объектов химической технологии. Основные причины коррозии металлов. Показатели коррозии. Классификация коррозионных процессов. Коррозия металлов в условиях технологических сред химических производств. Принципы и методы защиты от коррозии в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии. Рациональное противокоррозионное конструирование (защита металла от коррозии на стадии проектирования и изготовления). Противокоррозионное легирование. Коррозионностойкие металлы и сплавы.

2.2. Теоретические основы электроосаждения металлов

Классификация покрытий по природе, назначению, механизму защиты основы. Выбор покрытий в зависимости от условий эксплуатации. *Способы нанесения металлических покрытий.* Структура и свойства электролитических осадков металлов.

Основные требования, предъявляемые к покрытиям. Функциональные характеристики металлических покрытий. Защитная способность и коррозионная стойкость Пк.

Законы электролиза. Основные и побочные катодные и анодные реакции при электроосаждении металлов и сплавов. Выход по току – как критерий эффективности электролитического процесса осаждения металлов.

Электродный потенциал. Стандартный водородный электрод. Равновесный, стационарный (квазиравновесный, бестоковый) потенциалы (определение, схемы установления). Поляризационные кривые (ПК) катодного и анодного процессов при электроосаждении металлов и сплавов. Суммарные и парциальные поляризационные кривые. Способы получения ПК. Перенапряжение, поляризация, поляризуемость, их определение с помощью ПК.

Виды разряжающихся на катоде ионов, особенности осаждения металлов из комплексных ионов.

Влияние состава электролита и режима процесса на структуру и свойства осадков.

Способы интенсификации процессов электроосаждения металлов и сплавов.

Определение понятия рассеивающая способность (РС). Первичное и вторичное распределение тока. Показатель рассеивающей способности, его влияние на РС электролитов. Влияние различных факторов на величину РС по току и металлу. Методы исследования рассеивающей способности электролитов.

2.3. Защитные металлические и конверсионные покрытия

Подготовка металлических и неметаллических поверхностей к гальванической обработке. Механическая подготовка поверхности металлов. Химическая и электрохимическая очистка поверхности изделий. Химическое обезжиривание. Электрохимическое обезжиривание. Химическое травление и электрохимическое травление черных металлов.

Цинкование и кадмирование. Свойства, назначение и области применения цинковых и кадмиевых покрытий. Поведение цинковых и кадмиевых покрытий в различных коррозионных средах, в наружной атмосфере и внутри помещений. Влияние составов электролитов, параметров осаждения цинковых и кадмиевых покрытий и способов их нанесения на свойства покрытий. Методы цинкования. Сравнительная характеристика электролитов цинкования. Кислые электролиты. Щелочные цианидные электролиты. Щелочные бесцианидные (цинкатные) электролиты. Электролиты кадмирования. Последующая пассивирующая обработка цинковых и кадмиевых покрытий. Электролитические сплавы на основе цинка.

Меднение. Свойства, назначение и области применения медных покрытий. Электролиты для осаждения медных покрытий. Сернокислые электролиты. Борфтористоводородные электролиты. Цианидные электролиты. Пирофосфатные электролиты. Электролиты меднения на основе комплексных соединений с органическими лигандами. Электролитические сплавы на основе меди.

Химическое меднение. Свойства химических медных покрытий. Механизм процесса, зависимость скорости осаждения от состава раствора и параметров процесса. Подготовка поверхности перед химическим меднением диэлектриков.

Электролитическое никелирование. Свойства, назначение и области применения никелевых покрытий. Виды никелевых покрытий. Электролиты для осаждения никелевых покрытий. Сернокислые электролиты. Сульфаминовые электролиты. Вредные примеси в никелевых электролитах. Анодный процесс.

Химическое никелирование. Свойства химических никелевых покрытий. Механизм процесса, зависимость скорости осаждения от состава раствора и параметров процесса. Подготовка поверхности перед химическим никелированием диэлектриков.

Электролитическое хромирование. Свойства, назначение и области применения хромовых покрытий. Особенности процесса хромирования. Электролиты для осаждения хромовых покрытий. Аноды. Интенсификация процесса хромирования. Удаление хромовых покрытий.

Электролитические покрытия серебром и золотом. Электролиты для нанесения покрытий благородными металлами, достоинства и недостатки. Назначение и области применения покрытий.

Хроматная и хромитная пассивация цинковых и кадмиевых покрытий.

Оксидирование (воронение) стали. Оксидирование алюминия. Анодное оксидирование алюминия и его сплавов. Состав, свойства, назначение и области применения оксидных покрытий. Механизм формирования анодных пленок. Сравнительная характеристика электролитов. Последующая обработка оксидных пленок.

Фосфатирование. Типы фосфатных покрытий. Теоретические основы фосфатирования, состав, свойства, назначение и области применения фосфатных покрытий. Растворы фосфатирования. Подготовка поверхности перед фосфатированием. Особенности стадии активации в процессе фосфатирования. Последующая обработка фосфатных покрытий.

2.4. Защитные лакокрасочные и полимерные материалы

Классификация лакокрасочных материалов по преимущественному назначению. Компоненты лакокрасочных материалов: пленкообразователи, растворители, разбавители, пластификаторы, пигменты и наполнители, а также добавки-поверхностно-активные вещества ПАВ, отвердители, инициаторы, активаторы, ингибиторы, вулканизаторы, обеспенивающие и

коалесцирующие и тиксотропные добавки и вещества, предотвращающие образование корки при хранении ЛКМ, а также сиккативы (катализаторы).

Лакокрасочные материалы. Основные свойства и виды лакокрасочных материалов и покрытий. Пленкообразующие вещества. Специальные добавки к лакокрасочным материалам. Пигменты к лакокрасочным материалам. Лаки, грунтовки, шпатлевки. Лакокрасочные материалы, используемые для защиты от коррозии. Подготовка поверхности перед нанесением ЛКП.

Классификация полимерных материалов, структура, виды, свойства, применение промышленных полимеров и пластмасс. Химическая стойкость полимерных материалов. Полимерные материалы, используемые для защиты от коррозии.

3. Примерные вопросы к вступительному экзамену

Блок I

1. Принципы и методы защиты от коррозии в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

2. Рациональное противокоррозионное конструирование (защита металла от коррозии на стадии проектирования и изготовления). Противокоррозионное легирование.

3. Коррозионностойкие металлы и сплавы. Применение, примеры.

4. Законы Фарадея. Физический смысл констант, входящих в закон Фарадея. Выход по току. Способы определения выхода по току.

5. Рассеивающая способность (РС) электролитов, определение и методы измерения.

6. Первичное и вторичное распределение тока. Показатель рассеивающей способности, его влияние на РС электролитов. Влияние различных факторов на величину РС по току и металлу.

7. Способы интенсификации процессов электроосаждения металлов и сплавов. Влияние режима электролиза и состава электролита на скорость восстановления металлов и качество получаемых металлических покрытий.

8. Особенности электроосаждения металлов из комплексных электролитов.

9. Классификация покрытий по природе, назначению и характеру защиты. Защитная способность и коррозионная стойкость покрытий. Защитные металлические и конверсионные покрытия.

10. Классификация коррозионных процессов.

11. Показатели скорости коррозии, их классификация, размерность. Приведите примеры.

12. Состав фосфатирующего раствора (в общем виде). Теоретические основы фосфатирования. Реакции, протекающие на межфазной границе и в объеме раствора.

13. Равновесные растворы фосфатирования. Общая и свободная кислотность фосфатирующих растворов. Фосфатирование, как электрохимический процесс. Катодная и анодная реакции при фосфатировании. Ускорители процесса фосфатирования, механизм их действия.

14. Стадии технологического процесса фосфатирования, в т.ч. стадия активации и последующая обработка фосфатных слоев.

15. Свойства, назначение и области применения адгезионных фосфатных покрытий, самостоятельных противокоррозионных фосфатных покрытий, экструзионных, антифрикционных и электроизоляционных фосфатных покрытий.

16. Основные свойства и виды лакокрасочных материалов и покрытий. Пленкообразующие вещества. Специальные добавки к лакокрасочным материалам. Пигменты к лакокрасочным материалам

17. Основные свойства и виды лакокрасочных материалов и покрытий. Лаки, грунтовки, шпатлевки.

18. Основные свойства и виды лакокрасочных материалов и покрытий. Лакокрасочные материалы, используемые для защиты от коррозии.

19. Основные свойства и виды полимерных материалов. Полимерные материалы, используемые для изготовления оборудования химических производств.

Блок II

1. Физические методы нанесения защитных покрытий. Примеры.

2. Химические методы нанесения защитных покрытий (в т.ч. иммерсионное осаждение). Примеры.

3. Электролитическое нанесение металлических покрытий. Примеры.

4. Оксидирование стали.

5. Оксидирование алюминия и его сплавов (анодирование). Электролиты оксидирования алюминия.

6. Механизм процесса анодирования алюминия. Влияние состава раствора и режима процесса на свойства оксидной пленки.

7. Оксидирование алюминия и его сплавов. Свойства, назначение и области применения оксидных покрытий на алюминии. Последующая обработка оксидных покрытий на алюминии.

8. Подготовка металлических поверхностей перед нанесением химических, электрохимических и лакокрасочных покрытий. Механическая обработка.

9. Подготовка металлических поверхностей перед нанесением химических, электрохимических и лакокрасочных покрытий. Обезжиривание, виды обезжиривания, растворы.

10. Подготовка металлических поверхностей перед нанесением химических, электрохимических и лакокрасочных покрытий. Травление. Виды травления, растворы. Активация.

11. Электрохимическое цинкование. Физико-химические и механические свойства покрытий, назначение и область их применения. Электролиты цинкования. Достоинства, недостатки. Основные закономерности при электроосаждении цинка из различных электролитов.

12. Электрохимическое кадмирование. Физико-химические и механические свойства покрытий, назначение и область их применения. Электролиты кадмирования. Достоинства, недостатки. Основные закономерности при электроосаждении кадмия из различных электролитов.

13. Пассивация цинковых и кадмиевых покрытий (хроматирование, бесхроматная пассивация).

14. Электрохимическое хромирование. Виды хромовых покрытий, назначение и области применения. Особенности электролитов хромирования.

15. Электрохимическое меднение. Назначение и области применения. Электролиты меднения, достоинства, недостатки.

16. Химическое меднение. Растворы химического меднения. Механизм процесса. Влияние состава раствора и режима на скорость осаждения покрытий. Стабилизаторы процесса, механизм их действия.

17. Электрохимическое никелирование. Назначение и области применения. Электролиты никелирования, достоинства, недостатки (сульфатные, сульфаматный и никель-страйк).

18. Химическое никелирование. Достоинства и недостатки по сравнению с электрохимическим способом. Растворы химического никелирования. Механизм процесса. Влияние состава раствора и режима на скорость осаждения покрытий. Стабилизаторы процесса, механизм их действия.

19. Электроосаждение драгоценных металлов. Электролитическое серебрение. Электролитическое золочение. Назначение и области применения покрытий.

4. Литература

Основная литература

1. Гамбург Ю. Д., Зангари Дж. Теория и практика электроосаждения металлов [Электронный ресурс]; пер. с англ. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2016. 438 с.
2. Бельский М.А., Иванов А.Ф. «Электроосаждение металлических покрытий», Справочник. – М.: Металлургия. 1985. 294 с.
3. «Прикладная электрохимия» (учебник). Под ред. д.т.н. проф. Томилова А.П. – 3-е. изд., перераб. – М.: Химия. 1984. 520 с.
4. Яковлев А.Д., Яковлев С.А. Лакокрасочные покрытия функционального назначения. - СПб.: Химиздат, 2016. 272 с.
5. Пахомов В.С., Шевченко А.А. Химическое сопротивление материалов и защита от коррозии. М.: Химия, КолосС, 2009. 444 с.: ил.
6. Жук Н.П. Курс теории коррозии и защиты металлов. М.: ООО ТИД "Альянс", 2006. 472 с.
7. Ангал Р. Коррозия и защита от коррозии. Учебное пособие. М.: Интеллект, 2014. 344 с.
8. Стойе Д., Фрейтаг В. Краски, покрытия и растворители. СПб.: Профессия. 2007. 528 с.

Дополнительная литература

1. «Гальванотехника». Справочник под ред. А.А. Гинберга, А.Ф. Иванова, Л.А. Кравченко. - М.: Металлургия, 1987. -735 с.
2. Яковлев А.Д. Химия и технология лакокрасочных покрытий. Л.: Химия. 1981. 352 с.
3. Розенфельд И.Б., Рубинштейн Ф.И. Антикоррозионные грунтовки и пигментированные лакокрасочные покрытия. М.: Химия. 1980. 200 с.
4. Фокин М.Н., Емельянов Ю.В. Защитные покрытия в химической промышленности. М.: Химия. 1981. 304 с.
5. Коррозионная стойкость оборудования химических производств. Способы защиты от коррозии. Справ. Изд./Под. ред. Стокана Б.В., Сухотина А.М. Л.: Химия. 1987. 280 с.