

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 2024

*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 Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ от 5 апреля 2017 № 301.

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. Особенности коррозии и защиты от коррозии в различных условиях. 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. Коррозионно-стойкие металлы и сплавы.

### **2.2. Теоретические основы электроосаждения металлов**

Классификация покрытий по природе, назначению, механизму защиты основы. Выбор покрытий в зависимости от условий эксплуатации. 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. Сплавы на основе цинка.

Меднение. Свойства, назначение и области применения медных покрытий. Электролиты для осаждения медных покрытий. Серноокислые электролиты. Борфтористоводородные электролиты. Цианидные электролиты. Аммиачные электролиты. Пирофосфатные электролиты. Электролиты меднения на основе комплексных соединений с органическими лигандами. 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. Электролиты для осаждения никелевых покрытий. Серноокислые 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 вещества, 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. Коррозионно-стойкие 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 кислотности 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. Свойства, назначение и области применения адгезионных фосфатных покрытий, самостоятельных противокоррозионных фосфатных покрытий, экструзионных фосфатных покрытий, антифрикционных фосфатных покрытий.

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

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

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

18. Химическая стойкость полимерных материалов. Полимерные материалы, используемые для защиты от коррозии.

## Блок II

1. Физические методы нанесения защитных покрытий. Примеры.

2. Химические методы нанесения защитных покрытий. Примеры.

3. Электролитическое нанесение металлических покрытий. Примеры.

4. Оксидирование стали.

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

6. Механизм процесса оксидирования 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. Травление. Виды травления, растворы. Активация.

10. 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. Пассивация цинковых покрытий (хроматирование).

11. 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. Пассивация кадмиевых покрытий (хроматирование).

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

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

14. Химическое меднение. Достоинства и недостатки по сравнению с электрохимическим способом. Растворы химического меднения. Механизм процесса. Влияние состава раствора и режима на скорость осаждения покрытий.

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

16. Химическое никелирование. Достоинства и недостатки по сравнению с электрохимическим способом. Растворы химического никелирования. Механизм процесса. Влияние состава раствора и режима на скорость осаждения покрытий.

17. Электролитические покрытия серебром. Электролиты для нанесения серебряных покрытий, достоинства и недостатки. Назначение и области применения покрытий.

18. Электролитические покрытия золотом. Электролиты для нанесения золотых покрытий, достоинства и недостатки. 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.