

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой ТНВМ

А.И. Хацринов

« ____ » _____ 2026 г.

Программа вступительных испытаний в магистратуру

Направление **18.04.01 «Химическая технология»**

Программа подготовки **«Перспективные электрохимические технологии»**

Институт нефти, химии и нанотехнологий

Кафедра-разработчик программы:

«Технология неорганических веществ и материалов»

1. Вопросы программы вступительного экзамена в магистратуру по направлению 18.04.01 «Химическая технология», Программа подготовки «Перспективные электрохимические технологии»

1. Электрохимические системы и их термодинамическая особенность. Равновесные и неравновесные электродные потенциалы. Различные типы равновесных потенциалов. Электроды сравнения, ряд стандартных потенциалов. Водородный и кислородный электроды. Термодинамическая оценка возможности электрохимических реакций.

2. Двойной слой на границе электрод-раствор. Процессы заряжения и разряда двойного слоя, фарадеевские процессы. Принцип независимости электрохимических реакций. Ток обмена. Перенапряжение. Уравнение Тафеля. Массоперенос в электродных процессах. Диффузионный слой.

3. Виды перенапряжений. Природа металлического перенапряжения. Анодное растворение и пассивность металлов. Влияние различных факторов на кинетику анодного и катодного процесса.

4. Определение скорости электродного процесса по току поляризации. Электродная поляризация и перенпряжение. Поляризационные кривые и методы их получения.

5. Механизм процесса электрокристаллизации металлов. Влияние состава электролита и режима электролиза на структуру электролитических осадков.

6. Основные закономерности совместного разряда ионов металлов и водорода. Электрокристаллизация сплавов.

7. Основные особенности процессов электрохимической технологии. Принципиальные отличия химической технологии от электрохимической. Преимущества и недостатки электрохимических технологий. Закон сохранения вещества в электрохимических процессах (законы Фарадея).

8. Особенности электрохимического синтеза. Электрохимическое получение водорода. Диаграмма Пурбэ, напряжение разложения воды. Электродные процессы при электролизе воды. Принцип выбора катодных и анодных материалов в процессе электролиза воды.

9. Традиционные электролизеры для процесса электролиза воды. Баланс напряжения монополярного и биполярного электролизера. Обратимые и необратимые составляющие баланса. Способы снижения составляющих баланса.

10. Причины появления утечки тока. Влияние технологических и конструктивных факторов. Пути снижения утечки тока при электролизе воды.

11. Основные электрохимические процессы, имеющие место при электролизе водных растворов хлоридов щелочных металлов. Принципиальные различия трех типов электролизеров при производстве хлора и щелочи. Принцип выбора электролизера.

12. Электролитическое производство хлора, щелочи, кислородных соединений хлора. Катодные и анодные процессы. Оптимальные условия электролиза. Электродные материалы и диафрагмы. Сравнительный анализ способов получения хлора и щелочи (различные конструкции электролизеров).

13. Пути снижения энергетических затрат в производстве хлора и щелочи. Способы повышения эффективности и срока службы электродов. Преимущества и недостатки промышленных анодов. Критерии выбора анодного материала. Основные преимущества малоизнашиваемых анодов.

14. Гидроэлектрометаллургическое получение металлов. Теоретические основы, особенности электродных процессов. Условия образования на катоде металлических порошков и компактных осадков.

15. Электролитическое получение металлических порошков (на примерах меди и никеля).

16. Электрорафинирование металлов (медь, металлы подгруппы железа). Электроэкстракция металлов (медь, цинк). Электродные материалы. Технологические показатели процессов. Влияние различных факторов на качество катодного осадка. Классификация примесей. Состав анодного шлама.

17. Гальванический метод нанесения покрытий. Классификация и область применения гальванических покрытий. Типовой технологический процесс получения. Обоснование выбора покрытия, его толщины и технологической схемы получения.

18. Методы подготовки (механические, химические, электрохимические) поверхности перед нанесением гальванического покрытия. Методы контроля состояния поверхности.

19. Распределение тока и металла на поверхности катода, методы изучения. Способы оценки рассеивающей способности электролита. Влияние различных факторов на рассеивающую способность. Способы регулирования распределения тока и металла. Технологические приемы повышения равномерности покрытий.

20. Электролитическое осаждение металлов (цинк, кадмий, никель, железо, хром, медь, олово, серебро) и сплавов на их основе. Электродные процессы, электролиты, технологические особенности.

21. Гальваническое покрытие изделий из легких металлов (алюминий, цинк, титан). Особенности подготовительных и заключительных операций.

22. Классификация и область применения неметаллических неорганических покрытий. Оксидирование, хромирование, фосфатирование черных и цветных металлов. Анодирование алюминия.

23. Химические методы осаждения металлов (медь, никель, серебро). Механизм процессов, технологические особенности.

24. Контроль качества и методы испытаний покрытий.

25. Электролитическое формование и гальванопластика. Металлизация (химическая и электрохимическая) диэлектриков.

26. Электрохимическая размерная обработка материалов.

27. Ресурсосбережение в электрохимических технологиях. Экологические проблемы гальванотехники, электросинтеза, производства ХИТ. Причины и источники потерь материальных ресурсов и основные направления их экономии. Методы очистки, утилизации, регенерации технологических растворов, промывных и сточных вод.

28. Оборудование цехов металлопокрытий и для гидроэлектрометаллургических процессов. Основные материалы и конструкции ванн, электродов, технологической оснастки.

29. Оборудование для электролиза водных растворов без выделения металлов. Материал и конструкция электродов и электролизеров.

30. Материальные и энергетические расчеты электрохимического аппарата.

31. Химический и электрохимический механизм растворения металлов. Электрохимическая коррозия. Коррозия с водородной и кислородной деполяризацией. Термодинамическая возможность самопроизвольного протекания коррозионного процесса.

32. Классификация коррозионных процессов по условиям протекания и характеру коррозионного разрушения. Показатели коррозии, оценка коррозионной стойкости металлов (десятибалльная шкала).

33. Методы защиты от коррозии. Рациональное конструирование изделий. Легирование металлических материалов. Изменение свойств коррозионной среды. Электрохимическая защита. Защитные покрытия и консервация.

2. Учебно-методическое и информационное обеспечение программы вступительного экзамена в магистратуру по направлению 18.04.01 «Химическая технология», Программа подготовки «Перспективные электрохимические технологии»

а) основная литература:

1. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия. – М.: Химия, КолосС, 2008. – 672 с.

2. Ротинян А.Л., Тихонов К.И., Шошина И.А. Тимонов А.М. Теоретическая электрохимия. – М.: ООО «ТИД «Студент», 2013. – 496с.

3. Дикусар А.И., Бобанова Ж.И., Ющенко С.П. Основы электрохимии и электрохимической технологии: Учебное пособие для ВУЗов. – Тирасполь, 2005. – 210 с.

4. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Подловченко Б.И. и др. Практикум по электрохимии. – М.: Высшая школа, 1991. – 288 с.

5. Прикладная электрохимия: Учебник / Под ред. Н.Т. Кудрявцева. – М.: Химия, 1982. – 520 с.

6. Бахчисарайцян Н.Г., Борисоглебский Ю.В., Буркат Г.К. и др. Практикум по прикладной электрохимии: Учебное пособие / Под ред. В.Н. Варыпаева. – Л.: Химия, 1990. – 304 с.

7. Прикладная электрохимия: Учебник для хим.-технол. спец. вузов. 3-е изд., перераб. /Под ред. А.П. Томилова. – М.: Химия, 1984. – 520 с.

8. Кудрявцев Н.Т. Электролитические покрытия металлами. – М.: Химия, 1979. – 351 с.

9. Гальванотехника. Справочник /Под ред. А.М. Гинберга и др. – М.: Металлургия. 1987. – 735 с.

10. Мирзоев Р.А., Давыдов А.Д. Анодные процессы электрохимической и химической обработки металлов. Учеб. пособие. – Москва: Лань, 2016 – 384с.

11. Неверов, А.С., Родченко, Д.А., Цырлин, М.И. Коррозия и защита материалов. – Минск: Вышэйшая школа, 2007. – 222 с.

12. Семенова, Л.В., Флорианович, А.В., Хорошилов, А.В. Коррозия и защита от коррозии. – 2 изд. – М.: Физматлит, 2006. – 427 с.

13. Жарский И. М., Куис Д. В., Иванова Н. П. Коррозия и защита металлических конструкций и оборудования. – М.: Высшая школа, 2012. – 304 с.

б) дополнительная литература:

1. Виноградов С.С. Экологически безопасное гальваническое производство. – М.: Глобус, 1998. – 302 с.

2. Мельников П.С. Справочник по гальванопокрытиям в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1991. – 380 с.

3. Гамбург Ю.Д. Электрохимическая кристаллизация металлов и сплавов. – М.: Янус-К, 1997. – 384 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ: Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>

2. ЭБС «Лань»: Режим доступа: <https://e.lanbook.com>

3. Образовательная платформа «Юрайт»: Режим доступа: <https://urait.ru/>

4. ЭБС «Znaniy.com»: Режим доступа: <http://znanium.com/>

5. ЭБС Университетская библиотека онлайн: Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>

6. ЭБС IPRbooks: Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>

7. ЭБС BOOK.ru : Режим доступа: <https://www.book.ru/>

8. Научная электронная библиотека <https://elibrary.ru/>