

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
по направлению подготовки
18.04.01 Химическая технология
магистерская программа
«Технология обезвреживания и переработка техногенных отходов»**

Москва 2022

1. Введение

Программа вступительных испытаний по образовательной программе высшего образования – программе магистратуры «Технология обезвреживания и переработка техногенных отходов» предназначена для лиц, желающих поступить в магистратуру РХТУ им. Д.И. Менделеева по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология.

Программа рекомендуется для подготовки к вступительным испытаниям выпускников классических университетов, технологических и технических вузов, в основных образовательных программах подготовки которых содержатся дисциплины (модули), рабочие программы которых аналогичны по наименованию и основному содержанию рабочим программам перечисленных ниже учебных дисциплин, преподаваемых в РХТУ им. Д.И. Менделеева по уровню бакалавриата. Содержание программы базируется на следующих учебных дисциплинах, преподаваемых в РХТУ им. Д.И. Менделеева:

«Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия», «Коллоидная химия», «Процессы и аппараты химической технологии», «Общая химическая технология», «Системы управления химико-технологическими процессами», «Моделирование химико-технологических процессов», «Теоретические основы технологии неорганических веществ», «Техника экспериментальных исследований», «Оборудование и основы проектирования», «Электрохимические технологии», «Коррозия и защита металлов», «Ресурсосбережение и экологическая безопасность электрохимических производств» и других специальных учебных дисциплинах, преподаваемых в РХТУ им. Д.И. Менделеева в рамках направления подготовки 18.03.01 Химическая технология.

2. Содержание программы

Сточные воды: характеристика сточных вод отдельных производств, классификация примесей по фазово-дисперсному составу. Показатели качества воды. Методы их определения. Требования к качеству воды: питьевой, для промышленности и энергетики, для гальванических производств, для электронной техники, особо чистой. Примеси в природной воде. Методы их удаления.

Сравнение методов очистки воды. Способы водоподготовки. Методы очистки от взвешенных частиц. Физические методы очистки: отстаивание, фильтрование через зернистые загрузки (насыпные фильтры периодического действия, фильтры с плавающей загрузкой, фильтры непрерывного

действия). Мембранные методы. Виды баромембранных процессов водоочистки (микрофильтрация, ультрафильтрация, нанофильтрация, обратный осмос).

Химические методы очистки воды. Процессы окисления. Осадительные методы. Коагуляция. Флокуляция. Методы обеззараживания воды. Физико-химические методы очистки воды. Электрофлотация. Дистилляционные (ректификационные) методы.

Основные каталитические методы обезвреживания сточных вод химических предприятий. Термоокислительные методы обезвреживания: жидкофазное окисление, парофазное каталитическое окисление. Современные передовые окислительные методы обезвреживания органических веществ с помощью пероксида водорода, озона (AOPS). Фотокаталитическое окисление, механизм, условия проведения, фотокатализаторы.

Гетерогенный процесс типа Фентона для очистки сточных вод от органических веществ. Совмещение фотокатализа и процесса Фентона. Требования, предъявляемые к катализаторам для жидкофазных процессов. Технологические подходы к получению катализаторов для жидкофазных процессов. Методы анализа органических веществ в водной фазе.

Адсорбция. Виды адсорбции и их применение в очистке газовых и жидких выбросов; используемые сорбенты. Ионный обмен. Особенности использования ионообменных процессов в получении неорганических веществ. Типы ионитов. Катионообменные, анионообменные и аморфные ионообменные смолы. Свойства ионитов, обменная емкость, термодинамическая стабильность, механическая прочность, осмотическая стабильность. Термодинамика и кинетика ионного обмена. Коэффициент распределения ионов. Селективность. Разделение смеси ионов.

Катализ и каталитические процессы. Виды катализа: гомогенный и гетерогенный, окислительно-восстановительный, кислотно-основной, полифункциональный. Гетерогенный катализ. Основные факторы, влияющие на свойства промышленных катализаторов. Состав, пористая структура, форма и размер зерен. Кинетика каталитических реакций. Степень превращения, скорость и константа скорости реакций.

Кинетика гетерогенно-каталитических реакций, основные стадии, понятие лимитирующей стадии реакции. Основные механизмы гетерогенно-каталитических реакций. связь между механизмом реакции и формой кинетического уравнения.

Классификацию техногенных отходов, состав, их влияние на окружающую среду и области их возможного применения. Комплексная

переработка фосфатного сырья с извлечением редкоземельных элементов. Извлечение редкоземельных элементов из технологических растворов, фосфогипса и твердого остатка после упаривания экстракционной фосфорной кислоты.

Извлечение цветных металлов из отработанных катализаторов. Переработка красного шлама как отхода производства алюминия. Технологии минеральных пигментов из огарков. Переработка отходов производства калийных удобрений. Переработка отходов производства кальцинированной соды. Переработка отходов нефтепереработки и процессов газификации топлив. Технологии утилизации серы. Переработка производств материалов и изделий на основе резины.

Экологические проблемы производства воды. Источники загрязнения окружающей среды. Пути снижения количества отходов, выбросов и сточных вод.

Классификация техногенных отходов, методики расчетов. Информационные системы учета и переработки техногенных отходов. Централизованные системы сбора, транспортировки и переработки техногенных отходов. Переработка техногенных отходов непосредственно на предприятиях их производящих. Технологии обезвреживания жидких неорганических отходов I-II класса опасности с получением целевых продуктов с высокой добавленной стоимостью (металлы, оксиды, соли, удобрения). Каталитические и адсорбционные процессы очистки газовых выбросов, образующихся при термическом обезвреживании промышленных и бытовых отходов. (Оксид азота, углерода, серы, углеводороды.) Технологии регенерации жидких техногенных отходов.

3. Вопросы для подготовки к вступительным испытаниям

1. Образование жидких и твердых техногенных отходов на химическом производстве. Экологическая опасность. Подходы к обезвреживанию.
2. Промышленные техногенные отходы, в том числе I-II класса опасности. Примеры источников образования отходов.
3. Реагентные методы очистки сточных вод (окисление, восстановление, нейтрализация, химическое осаждение). Характеристики, область применения.
4. Мембранные методы очистки сточных вод. Характеристики, область применения.
5. Сравнение методов водоочистки (ионный обмен, обратный осмос). Эффективность, энергозатраты.

6. Современные методы очистки сточных вод химических производств от органических и неорганических загрязнений.
7. Подходы к обезвреживанию и утилизация твердых органических и неорганических отходов.
8. Твердые техногенные отходы в химической технологии и электрохимических производствах.
9. Предварительные методы очистки сточных вод (фильтрация, коагуляция, флокуляция и др.).
10. Методы обессоливания воды. Принципы работы. Достоинства и недостатки.
11. Каталитические процессы. Окислительные методы удаления органических веществ из сточных вод и технологических растворов, примеры.
12. Ионный обмен, основы, области применения для очистки сточных вод, примеры.
13. Физико-химические основы адсорбции, адсорбенты, водоочистка.
14. Флотационные технологии очистки сточных вод, электрофлотация, примеры.
15. Электрохимические технологии очистки сточных вод, примеры.
16. Биологические методы очистки, примеры.
17. Осадительные методы очистки сточных вод, коагуляция, флокуляция, реагенты.
18. Примеси, присутствующие в газовых выбросах, каталитические методы очистки.
19. Механические методы очистки сточных вод, отстаивание, фильтрование, примеры.
20. Примеси, присутствующие в газовых выбросах, адсорбционные методы очистки, примеры.

4. Рекомендованная литература

1. Рябчиков Б.Е. Современная водоподготовка. - М.: ДеЛи плюс, 2013. 680 с.
2. Копылов А.С., Лавыгин В.М., Очков В.Ф. Водоподготовка в энергетике. М. МЭИ. 2006, 309 с.
3. Пантелеев А.А., Рябчиков Б.Е., Хоружий О.В., Громов С.Л., Сидоров А.Р. Технологии мембранного разделения в промышленной водоподготовке. - М.: ДеЛи плюс, 2012. 429 с.

4. Десятов А.В., Баранов А.Е., Баранов Е.А., Какуркин Н.П., Казанцева Н.Н., Асеев А.В. Опыт использования мембранных технологий для очистки и опреснения воды. Под ред. акад. А.С. Коротеева. М.: Химия, 2008. 240 с.
5. Орлов Н.С. Промышленное применение мембранных процессов: учебное пособие. М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2007. 168 с.
6. Родионов А.И., Клушин В.Н., Систер В.Г. Технологические процессы экологической безопасности/ Учебник для студентов технических и технологических специальностей. Калуга: Издательство Н.Ф. Бочкаревой, 2007. 800 с.
7. Милютин В.В., Алехина М.Б. Рябчиков Б.Е. Современные методы очистки техногенных сточных вод от токсичных примесей: учеб. пособие / М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева. 2016. 132 с.
8. А.В. Десятов, А.Е. Баранов, Е.А. Баранов, Н.П. Какуркин, Н.Н. Казанцева, А.В. Асеев. Опыт использования мембранных технологий для очистки и опреснения воды. Под ред. А.С. Коротеева. М.: Химия, 2008. 240 с.
9. Зайцев В.А. Промышленная экология: Учебное пособие/ В.А. Зайцев. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. 383 с.
10. Вода техногенная: проблемы, технологии, ресурсная ценность / З.М. Шуленина, В. В. Багров, А.В. Десятов и др. Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015. 401 с.
11. Колесников В. А., Меньшутина Н. В., Десятов А. В. Оборудование, технологии и проектирование систем очистки сточных вод. М: ДеЛи плюс, 2016. 289 с.
12. Позин М.Е., Зинюк Р.Ю. Физико-химические основы неорганической технологии. Л.: Химия, 1985. 384 с.