

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**

ПРОГРАММА
вступительного испытания по специальной дисциплине по программе
подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Научная специальность	2.6.13 Процессы и аппараты химических технологий
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Процессы и аппараты химических технологий
Обеспечивающие кафедры:	Оборудование и автоматизация химических производств (ОАХП)

Руководитель программы: Загидуллин С.Х, профессор. каф. ОАХП

Пермь 2023

**Для поступающих на кафедру
«ОБОРУДОВАНИЕ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ»**

1.1 Вопросы по дисциплине *Процессы и аппараты химических технологий*

1. Законы гидростатики. Пример практического применения основного закона гидростатики.
2. Расчет гидравлического сопротивления в трубопроводах.
3. Основы теории подобия, гидродинамическое подобие.
4. Псевдооживление: гидродинамика, критические скорости, их расчёт. Аппараты с псевдооживленным слоем.
5. Насадочные колонны: области применения, типы насадок, их характеристики; гидродинамические режимы.
6. Разделение неоднородных систем под действием силы тяжести и инерции: кинетика процесса, конструкция основных аппаратов.
7. Мокрая очистка газа.
8. Теплопередача, основные способы передачи тепла, пути интенсификации тепловых процессов.
9. Основное уравнение теплопередачи и теплоотдачи, физический смысл и размерность коэффициентов теплопередачи, теплоотдачи и теплопроводности.
10. Трубчатые теплообменники: конструктивное исполнение, выбор.
11. Аппараты воздушного охлаждения.
12. Конденсация паров, особенность конденсации пара из парогазовых смесей. Оборудование для конденсации.
13. Абсорбция: законы Генри и Дальтона, материальный баланс, определение расхода абсорбента, равновесные рабочие линии.
14. Движущая сила процесса абсорбции, средняя движущая сила. Конструкции абсорбторов.
15. Равновесие в системе пар - жидкость, законы Рауля и Дальтона, диаграммы равновесия. Флегма и флегмовое число. Конструкции ректификационных колонн.
16. Флегма, флегмовое число, влияние флегмового числа на высоту колонны и расход греющего пара.
17. Экстрактивная ректификация.
18. Фильтрование, кинетика процесса и оборудование.
19. Сушка, кинетика процесса и оборудование.

1.2 Вопросы по дисциплине *Математические методы в инженерии*

1. Использование метода Эйлера для решения дифференциальных уравнений (на примере модели идеального вытеснения для теплообменника типа «труба в трубе»).
2. Аппроксимация точечных данных. Практическое применение аппроксимации в инженерных расчётах.
3. Квантиль, сущность и определение.
4. Доверительный интервал, сущность и определение.
5. Моменты S-кривой, физический смысл и определение.
6. Оценка адекватности аппроксимирующих зависимостей с помощью критерия Фишера.

1.3 Вопросы по дисциплине *Современные агрегаты большой единичной мощности*

1. Физико-химические основы получения синтез-газа из твёрдого топлива, жидких нефтепродуктов и природного газа. Типы и характеристики используемых катализаторов.
2. Типы реакторов для паровой и паровоздушной конверсии природного газа. Принцип действия, конструктивное оформление, сопоставительный анализ работы.
3. Типы реакторов для паровой конверсии оксида углерода. Принцип действия, конструктивное оформление, сопоставительный анализ работы. Типы и характеристики используемых катализаторов.

4. Принципиальные технологические схемы и типы аппаратов для очистки синтез-газа от диоксида углерода. Принцип действия, конструктивное оформление, сопоставительный анализ работы.
5. Физико-химические основы синтеза аммиака. Типы и характеристики используемых катализаторов. Принципиальные технологические схемы производства.
6. Колонны синтеза, конденсации, испарители аммиака и др. Основные типы и принцип действия, показатели эффективности работы. Конструктивное оформление. Сопоставительный анализ работы.
7. Физико-химические основы синтеза карбамида из аммиака и диоксида углерода. Принципиальные технологические схемы производства.
8. Колонны синтеза, дистилляторы в производстве карбамида. Основные типы и принцип действия, показатели эффективности работы. Конструктивное оформление.
9. Вакуумные испарители, сушилки, плавители, грануляторы в производстве карбамида. Основные типы и принцип действия, показатели эффективности работы. Конструктивное оформление.

1.4 Вопросы по дисциплине *Логистическая поддержка оборудования химико-технологических процессов*

1. Жизненный цикл оборудования нефтегазопереработки как организационно-технологический процесс.
2. Комплексная модель процесса интегрированной логистической поддержки оборудования нефтехимических производств.
3. Модели представления неформализованных знаний в виде фреймов и их примеры.
4. Понятие и область применения функционального моделирования. Правила описания функциональных моделей. Пример функциональной модели.
5. Функциональное моделирование, методология IDEF0.

1.5 Вопросы по дисциплине *Моделирование технологических процессов*

1. Физическое моделирование (ФМ) и его сущность. Теория подобия как научная основа ФМ. Преимущества и недостатки ФМ. Примеры физических моделей.
2. Математическое моделирование (ММ) и его сущность. Понятие математической модели. Преимущества и недостатки математического моделирования.
3. Методы исследования структуры потока в аппаратах.
4. Модель идеального перемешивания. Сущность, параметры и отклики модели на типовые возмущения.
5. Модель идеального вытеснения. Сущность, параметры и отклики модели на типовые возмущения.
6. Ячеечная модель. Сущность, параметры и отклики модели на типовые возмущения.
7. Ячеечная модель с рециркуляцией. Сущность, параметры и отклики модели на типовые возмущения.
8. Диффузионная модель. Сущность, параметры и отклики модели на типовые возмущения.
9. Планирование эксперимента, планы эксперимента 1-го и 2-го порядка, их геометрическая интерпретация.
10. Методы оптимизации эксперимента.

1.6 Вопросы по дисциплине *Системный анализ химико-технологических систем*

1. Химико-технологическая система: пример, определение и составляющие.
2. Основопологающие принципы системного анализа: представление объекта как системы; исследование объекта как системы; оптимальности; системности; иерархии; интеграции; формализации; развития; функциональности; конечной цели.
3. Построить топологическую модель одноходового кожухотрубчатого теплообменника.
4. Построить топологическую модель двухходового кожухотрубчатого теплообменника с распределительной камерой.
5. Построить топологическую модель колонного аппарата.

6. Построить информационную модель одноходового кожухотрубчатого теплообменника.

2. Рекомендуемая литература, информационные ресурсы

1. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: учебник для вузов / А. Г. Касаткин. - Москва: Альянс, 2009.
2. Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию: учебное пособие для вузов / Г. С. Борисов [и др.]. – Москва: Альянс, 2010.
3. Павлов К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: учебное пособие для вузов / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков. - М.: Альянс, 2006.
4. Основы теории процессов химической технологии / Д. А. Баранов [и др.]. – Москва: Логос, 2000. – (Процессы и аппараты химической технологии. Явления переноса, макрокинетика, подобие, моделирование, проектирование: учебное пособие для вузов; Т. 1).
5. Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа: учебное пособие для вузов / С.А. Ахметов [и др.]. - Санкт-Петербург: Недра, 2006.
6. Кутепов А. М. Общая химическая технология: учебник для вузов / А.М. Кутепов, Т. И. Бондарева, М. Г. Беренгартен. - М.: Академкнига, 2007.
7. Кафаров В. В. Математическое моделирование основных процессов химических производств : учебное пособие для академического бакалавриата / В. В. Кафаров, М. Б. Глебов. – Москва: Юрайт, 2019.
8. Закгейм А. Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие для вузов / А. Ю. Закгейм. - Москва: Логос, 2017.
9. Загидуллин С. Х. Основное технологическое оборудование нефтеперерабатывающих заводов: учебное пособие / С.Х. Загидуллин, И. Г. Ложкин, А. В. Беляев. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2011.
10. Поникаров И. И. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: учебник для вузов / И.И. Поникаров, М.Г. Гайнуллин. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2017.
11. Кафаров В. В. Анализ и синтез химико-технологических систем: учебник для вузов / В.В. Кафаров, В. П. Мешалкин. - Москва: Химия, 1991.
12. Кафаров В. В. Системный анализ процессов химической технологии: основы стратегии: коллективная монография / В. В. Кафаров, И.Н. Дорохов. - Москва: Юрайт, 2019.
13. Мошев Е. Р. Моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие / Е.Р. Мошев. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2006.
14. Сидняев Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных: учебное пособие для магистров / Н.И. Сидняев. – Москва: Юрайт, 2012.
15. Ахназарова С. Л. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии: учебное пособие / С. Л. Ахназарова, В. В. Кафаров. – Москва: Высш. шк., 1978.
16. Соловьёв В. П. Организация эксперимента: учебное пособие для вузов / В. П. Соловьёв, Е. М. Богатов. - Старый Оскол: ТНТ, 2015.
17. Гумеров А. М. Математическое моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие / А. М. Гумеров. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2014.
18. Буренок В. М. Математические методы и модели в теории информационно-измерительных систем: справочное издание / В. М. Буренок, В. Г. Найдёнов, В. И. Поляков. - Москва: Машиностроение, 2011.
19. Деменков Н. П. Управление техническими системами: учебник для вузов / Н. П. Деменков, Г. Н. Васильев. - Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013.
20. Инженерная логистика: логистически-ориентированное управление жизненным циклом продукции: учебник для вузов / Л. Б. Миротин [и др.]. - Москва: Горячая линия-Телеком, 2011.

Интернет-ресурсы ПНИПУ

<http://lib.pstu.ru/>

3. Пример экзаменационного билета

ПЕРМСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ	Вступительные испытания по специальной дисциплине, соответствующей группе научных специальностей <u>«2.6 Химические технологии, науки о материалах, металлургия»</u> <i>(наименование группы научных специальностей)</i> <u>2.6.13 Процессы и аппараты химических технологий</u> <i>(шифр и наименование научной специальности)</i>
---	--

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой оборудования и автоматизации химических производств

_____ Е.Р. Мошев

«__» _____ 202__ г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Основное уравнение теплопередачи и теплоотдачи, физический смысл и размерность коэффициентов теплопередачи, теплоотдачи и теплопроводности.
2. Движущая сила процесса абсорбции, средняя движущая сила. Конструкции абсорберов.
3. Модель идеального перемешивания. Сущность, параметры и отклики модели на типовые возмущения.