

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева»



Председатель приемной комиссии
Яковлев А.Н.
« 16 » 2024 г.

Председатель экзаменационной
комиссии
Тихонов В.В.
« 16 » 2024 г.

ПРОГРАММА

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

Направленность (профиль)
«Машины и аппараты химических производств»

Кемерово 2024

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 В КузГТУ по направлению подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии образовательная деятельность осуществляется по направленности (профилю): «Машины и аппараты химических производств». Профилирующей (выпускающей) кафедрой является кафедра «Энергоресурсосберегающих процессов в химической и нефтегазовой технологиях».

1.2 Вступительные испытания для поступающих в магистратуру проводятся с целью определения степени готовности поступающего к освоению основной образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

1.3 Для всех поступающих на направление подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии обязательным является прохождение вступительного испытания в форме электронного тестирования, которое включает общие вопросы по выбранной направленности (профилю).

Вступительные испытания проводятся в электронной форме в формате АСТ-Тестов. Поступающий, прошедший идентификацию личности и включивший веб-камеру, в Moodle отвечает на вопросы, выбирая правильный ответ из предложенных вариантов.

1.4 Создан банк вопросов для формирования тестов по принципу случайной выборки. В тестах предложено ответить на двадцать вопросов.

1.5 Раздел 2 включает полную программу испытаний. Темы тестов составляются из вопросов, перечисленных в разделе 3.

1.6 Перечень вопросов для тестирования по каждой дисциплине разрабатывается кафедрой на основе данной программы, и утверждается председателем приемной комиссии.

1.7 Каждый вариант АСТ-Тестов содержит два вида вопросов:

- вопрос типа «Множественный выбор», включающий вопрос и пять ответов;

- вопрос типа «На соответствие» имеет количество вариантов ответов большее, чем количество вопросов;

1.8 Результаты тестирования оцениваются по **100 балльной шкале**. Общее количество баллов распределяется следующим образом: **в тесте 20 вопросов**, каждый правильный ответ на заданный вопрос оценивается в **5 баллов**, т.е., максимальное количество баллов за ответы на вопросы – **100 баллов**. Минимальный пороговый балл для прохождения вступительного испытания в форме ответа на тесты составляет **40 баллов**.

1.9 В Приложении 1 представлен пример тестов для прохождения вступительных испытаний.

2 СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ В МАГИСТРАТУРУ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ 18.04.02 ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ПРОЦЕССЫ В ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ, НЕФТЕХИМИИ И BIOTEХНОЛОГИИ, НАПРАВЛЕННОСТЬ (ПРОФИЛЬ) «МАШИНЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ»

2.1 Гидравлика двухфазных систем

Газожидкостные системы. Пленочное течение жидкостей. Режимы течения. Профиль скоростей в пленке. Расчет средней скорости течения и толщины пленки. Пленочные аппараты. Структура барботажного слоя и его основные характеристики (газосодержание, удельная поверхность контакта фаз и др.). Гидравлическое сопротивление барботажных аппаратов. Характеристики неподвижного зернистого слоя (эквивалентный диаметр частиц, удельная поверхность и др.). Гидравлическое сопротивление слоя. Структура потоков в слое. Структура и характеристики псевдооживленного слоя. Гидравлическое сопротивление. Принципы конструирования аппаратов кипящего слоя. Пневмо- и гидротранспорт, схемы установок и их расчет.

2.2 Гидромеханические процессы

Классификация процессов разделения неоднородных систем. Кинетика гравитационного осаждения. Расчет отстойников и осадительных камер. Осаждение в поле центробежной силы. Фактор разделения. Осадительные центрифуги. Разделение газовзвесей в циклонах. Жидкостные сепараторы. Теория и практика фильтрования. Конструкции фильтров. Основы расчетов фильтров. Фильтрующие центрифуги, расчет производительности центрифуг.

2.3 Процессы теплопереноса

Основы теории теплопередачи. Три механизма переноса теплоты. Теплопроводность. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Уравнение стационарной теплопроводности, его решение. Теплопроводность через многослойные плоские и цилиндрические стенки. Термическое сопротивление тел различной конфигурации. Отвод теплоты

по ребрам и стержням. Общие сведения о нестационарной теплопроводности в изотропных средах. Тепловое излучение. Лучеиспускательная способность тел. Закон Стефана-Больцмана. Соотношение между лучеиспускательной и поглощательной способностями тел (закон Кирхгофа).

Интенсивность излучения (закон Ламберта). Лучистый теплообмен. Действие экранов. Тепловое излучение газов. Излучение запыленных потоков. Конвективный теплообмен. Механизм переноса тепла. Закон теплоотдачи. Основное уравнение теплопередачи. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена, его решение методами теории подобия. Критерии теплового подобия. Обобщенное критериальное уравнение конвективного теплообмена. Теплоотдача при движении однофазных потоков. Теплоотдача при кипении жидкостей, при конденсации паров. Влияние геометрии поверхности на теплоотдачу. Теплообмен с зернистыми материалами и насадками. Теплообменные аппараты. Оценка эффективности теплообменников. Схемы движения теплоносителей в теплообменниках. Расчет средней разности температур. Выбор теплоносителей. Способы экономии тепловой энергии. Применение котлов-утилизаторов. Термосифоны. Тепловые насосы. Выпарка. Материальный и тепловой балансы выпарки. Многокорпусные выпарные установки. Выпарные аппараты с циркуляционным контуром. Пленочные выпарные аппараты.

2.4 Основы теории массообменных процессов

Основы массопередачи. Общая характеристика массообменных процессов, их назначение и области применения. Фазовое равновесие в гетерогенных системах. Линия фазового равновесия. Модели механизма массопередачи в двухфазных системах. Уравнения массоотдачи и массопередачи. Фазовые сопротивления. Закон аддитивности фазовых сопротивлений. Дифференциальное уравнение конвективной диффузии. Критерии подобия диффузионных процессов. Обобщенное критериальное уравнение массоотдачи. Уравнения материальных балансов процессов массопередачи. Уравнения рабочих линий. Способы выражения движущей силы и кинетики массопередачи. Концепция теоретической тарелки. КПД реальной тарелки. Определение числа действительных ступеней контакта. Число единиц переноса (ЧЕП). Соотношение между ЧЕП и КПД ступени контакта. Расчет ЧЕП. Высота единицы переноса (ВЕП). Связь ВЕП с высотами единиц переноса в фазах.

2.5 Процессы массопередачи в системах "газ (пар) - жидкость" и "жидкость-жидкость".

Физическая абсорбция и хемосорбция. Особенности механизма массопередачи в системе газ-жидкость. Принципиальная технологическая схема абсорбционно-десорбционной установки. Материальный баланс абсорбции. Минимальный расход абсорбента. Тепловой баланс абсорбции. Влияние теплового эффекта растворения газа на движущую силу абсорбции. Насадочные абсорберы. Типы насадок, их сравнительная характеристика, критерии выбора. Гидродинамические режимы работы насадочных аппаратов. Оценка эффективности скрубберов. Распылительные абсорберы. Скруббер Вентури. Эмульгационные колонны. Сравнительная характеристика и схемы конструкций колонных аппаратов с контактными устройствами различных типов. Расчет основных размеров абсорберов с непрерывным контактом фаз. Расчет тарельчатых абсорберов. Масштабирование колонных аппаратов. Гидродинамическое моделирование.

Перегонка жидкостей. Технологические схемы ректификации. Материальный и тепловой балансы ректификации бинарных смесей. Уравнения рабочих линий ректификации. Флегмовое число. Периодическая ректификация, области применения. Разделение близкокипящих и азеотропных смесей. Многокомпонентная ректификация. Составление уравнений материального баланса. Расчет числа тарелок и режимных параметров ректификации многокомпонентных смесей.

Жидкостная экстракция. Подбор экстрагентов. Экстракция в перекрестном токе растворителей. Материальный баланс экстракции. Расчет числа ступеней экстракции. Экстракционные аппараты

2.6 Процессы массопередачи в системах с участием твердой фазы

Адсорбционно-десорбционные процессы. Природные и синтетические сорбенты. Структура сорбентов. Изотермы адсорбции. Уравнения Лэнгмюра, Фрейндлиха. Микропористые сорбенты. Уравнение Дубинина. Кинетика адсорбции. Динамика адсорбции. Уравнение Шилова. Схемы конструкций адсорберов. Математическое описание и расчеты адсорбционных установок с неподвижным слоем, с движущимся слоем, с кипящим слоем адсорбента.

Термическая сушка. Сушительные агенты. Исследование кинетики сушки дисперсных материалов. Параметры влажного воздуха. Термодинамическая диаграмма влажного воздуха (диаграмма Рамзина). Точка росы. Температура мокрого термометра. Потенциал сушки.

Аппаратура для конвективной сушки. Определение расхода воздуха и тепла на сушку.

Кристаллизация из растворов. Диаграммы растворимости. Модели механизма кристаллообразования. Влияние режимно-технологических параметров процесса на качество кристаллов. Основные технологические схемы кристаллизации. Аппаратура для кристаллизации.

Мембранные процессы разделения. Классификация мембранных процессов. Структура и свойства мембран. Оценка эффективности мембранных процессов. Баромембранные процессы, области применения. Капиллярнофильтрационная теория проницаемости. Диффузионномембранные процессы.

2.7 ЛИТЕРАТУРА

2.7.1 Основная литература

1. Романков П.Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи): учеб. пособие для студентов вузов/ П.Г Романков, В.Ф. Фролов, О.М. Флисюк // СПб. : Химиздат, 2010.

2.7.2 Дополнительная литература

1. Дытнерский Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии: учебное пособие по проектированию / Ю.И. Дытнерский // М.: Химия, 2007.

2. Павлов К. Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков // М.: Альянс, 2005, 576 с.

3. Плановский А. Н. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии: учебник для вузов - 3-е изд., перераб. и доп. / А. Н. Плановский, П. И. Николаев // М.: Химия, 1987. - 496 с.

4. Дытнерский Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии: учебник для вузов: в 2 кн. - 2-е изд. / Ю.И. Дытнерский // М.: Химия, 1995.

5. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: учебник для вузов / А.Г. Касаткин // М.: Альянс, 2005, 753 с.

2.8 Перечень вопросов, выносимых на тестирование для поступающих в магистратуру по направлению подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, направленность (профиль) «Машины и

аппараты химических производств»

1. Классификация основных процессов химической технологии.
2. Методы составления уравнений балансов массы, количества движения и энергии.
3. Размерности физических величин.
4. Физическое моделирование. Основные сведения из теории подобия и анализа размерностей.
5. Пленочное течение жидкостей. Режимы течения.
6. Пленочные аппараты.
7. Структура барботажного слоя и его основные характеристики (газосодержание и удельная поверхность контакта фаз и др.). Гидравлическое сопротивление барботажных аппаратов.
8. Характеристики неподвижного зернистого слоя (эквивалентный диаметр частиц, порозность, удельная поверхность и др.). Гидравлическое сопротивление слоя. Структура потоков в слое.
9. Структура и характеристики псевдооживленного слоя. Гидравлическое сопротивление. Принципы конструирования аппаратов кипящего слоя.
10. Пневмо- и гидротранспорт, схемы установок и их расчет.
11. Классификация процессов разделения неоднородных систем.
12. Кинетика гравитационного осаждения.
13. Осаждение в поле центробежной силы. Фактор разделения. Осадительные центрифуги.
14. Разделение газовзвесей в циклонах.
15. Теория и практика фильтрования. Конструкции фильтров.
16. Основы расчетов фильтров.
17. Фильтрующие центрифуги.
18. Основы теории теплопередачи. Три механизма переноса теплоты.
19. Теплопроводность. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
20. Уравнение стационарной теплопроводности, его решение.
21. Теплопроводность через многослойные плоские и цилиндрические стенки.
22. Общие сведения о нестационарной теплопроводности в изотропных средах.
23. Тепловое излучение. Лучеиспускательная способность тел.
24. Лучистый теплообмен. Действие экранов. Тепловое излучение газов.

25. Конвективный теплообмен. Механизм переноса тепла. Закон теплоотдачи.
26. Основное уравнение теплопередачи.
27. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена. Критерии теплового подобия. Обобщенное критериальное уравнение конвективного теплообмена.
28. Теплоотдача при движении однофазных потоков.
29. Теплоотдача при кипении жидкостей.
30. Теплоотдача при конденсации паров.
31. Теплообменные аппараты. Оценка эффективности теплообменников.
32. Схемы движения теплоносителей в теплообменниках. Расчет средней разности температур.
33. Способы экономии тепловой энергии. Применение котлов - утилизаторов. Термосифоны. Тепловые насосы.
34. Выпарка. Материальный и тепловой балансы выпарки.
35. Конструкции выпарных аппаратов.
36. Общая характеристика массообменных процессов, их назначение и области применения.
37. Фазовое равновесие в гетерогенных системах. Линия фазового равновесия.
38. Модели механизма массопередачи в двухфазных системах.
39. Уравнения массоотдачи и массопередачи. Фазовые сопротивления. Закон аддитивности фазовых сопротивлений.
40. Дифференциальное уравнение конвективной диффузии. Критерии подобия диффузионных процессов. Обобщенное критериальное уравнение массоотдачи.
41. Уравнения материальных балансов процессов массопередачи. Уравнения рабочих линий.
42. Способы выражения движущей силы массопередачи.
43. Концепция теоретической тарелки. КПД реальной тарелки. Определение числа действительных ступеней контакта.
44. Принципиальная технологическая схема абсорбционно-десорбционной установки.
45. Материальный баланс абсорбции. Минимальный расход абсорбента.
46. Тепловой баланс абсорбции. Влияние теплового эффекта растворения газа на движущую силу абсорбции.
47. Насадочные абсорберы. Типы насадок, их сравнительная характеристика, критерии выбора.
48. Распылительные абсорберы.

49. Расчет основных размеров абсорберов с непрерывным контактом фаз.
50. Расчет тарельчатых абсорберов.
51. Перегонка жидкостей. Технологические схемы ректификации.
52. Материальный и тепловой балансы ректификации бинарных смесей. Уравнения рабочих линий ректификации. Флегмовое число.
53. Периодическая ректификация, области применения.
54. Жидкостная экстракция. Подбор экстрагентов.
55. Материальный баланс экстракции.
56. Экстракционные аппараты.
57. Адсорбционно-десорбционные процессы.
58. Природные и синтетический сорбенты. Структура сорбентов.
59. Схемы конструкций адсорберов.
60. Термическая сушка. Сушильные агенты. Исследование кинетики сушки дисперсных материалов.
61. Параметры влажного воздуха. Термодинамическая диаграмма влажного воздуха (диаграмма Рамзина). Точка росы. Температура мокрого термометра.
62. Аппаратура для конвективной сушки. Определение расхода воздуха и тепла на сушку.
63. Кристаллизация из растворов. Диаграммы растворимости. Модели механизма кристаллообразования. Влияние режимно-технологических параметров процесса на качество кристаллов.
64. Основные технологические схемы кристаллизации. Аппаратура для кристаллизации.
65. Мембранные процессы разделения. Классификация мембранных процессов.

Приложение 1

Пример тестов для прохождения вступительных испытаний (максимально 100 баллов)

Инструкция: В заданиях 1-20 необходимо выбрать один правильный ответ и нанести соответствующую метку из предлагаемых ответов.

1. При движении газа через слой сыпучего материала происходит процесс:

Выберите один ответ:

- гидравлический удар;
- кавитация;
- барботажное перемешивание.
- псевдоожижение;

2. Чем характерен турбулентный режим движения жидкой субстанции?

Выберите один ответ:

- послойным движением частиц жидкой субстанции;
- беспорядочным и одновременно послойным движением частиц жидкой субстанции;
- бессистемным движением частиц жидкости внутри трубопровода;
- послойным движением частиц жидкой субстанции исключительно в центральной части трубопровода.

3. Чем характерен ламинарный режим движения жидкой субстанции?

Выберите один ответ:

- послойным перемещением частиц жидкой субстанции исключительно рядом со стенками трубопровода;
- беспорядочным перемещением частиц жидкой субстанции внутри трубопровода;
- беспорядочным перемещением частиц жидкой субстанции исключительно рядом со стенками трубопровода;
- сохранение жидкой субстанцией определённого строя собственных частиц.

4. Влияет ли режим движения жидкой субстанции на гидравлическое сопротивление?

Выберите один ответ:

- да;
- если есть локальные гидравлические сопротивления.
- нет;
- исключительно в ряде условий;

5. Какой коэффициент характеризует сжимаемость жидкой субстанции?

Выберите один ответ:

- объёмного сжатия;
- температурный;
- Джоуля;
- возрастания.

6. Компрессор, в котором все процессы обратимы, отсутствуют потери рабочего тела и потери на трение, поршень подходит к крышке цилиндра вплотную, т. е. без зазора, считается

Выберите один ответ:

- вымышленным
- действительным
- реальным
- идеальным

7. В каком состоянии находятся рабочие тела Термодинамической системы

Выберите один ответ:

- в твердом
- в газообразном
- в жидком
- в любом из трех состояний

8. Перенос теплоты в пространстве перемещающейся жидкостью или газом, называется

Выберите один ответ:

- тепловым излучением
- тепловым потоком
- теплопроводностью
- конвекцией

9. Термодинамическим параметром состояния является давление
Выберите один ответ:

- атмосферное давление
- абсолютное давление
- избыточное давление
- вакуумное давление

10. Выделяют следующие виды теплоемкости
Выберите один ответ:

- массовую, молярную, объемную
- массовую
- объемную
- молярную