

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижнекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»



УТВЕРЖДАЮ

Директор

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

И.Г. Ахметов

06 Марта 2024 г.

Программа вступительных испытаний в магистратуру

Направление 15.04.02 «Технологические машины и оборудование»
Программа подготовки «Химическое машино- и аппаратостроение»

Факультет механический

Кафедра-разработчик программы:
Машин и аппаратов химических производств
Заведующий кафедрой к.т.н., доцент И.Н. Мадьшев

Нижнекамск, 2024

1. Вопросы программы вступительного экзамена в магистратуру по направлению

15.04.02 «Технологические машины и оборудование», Программа подготовки «Химическое машино- и аппаратостроение».

1. Конструкционные материалы в химическом машиностроении. Критерии работоспособности материала. Основные конструкционные материалы в химической промышленности.
2. Основные конструкционные материалы в химической промышленности. Стали. Классификация сталей, границы применимости различных марок сталей.
3. Основные конструкционные материалы в химической промышленности. Чугуны. Цветные металлы и сплавы, области их применения.
4. Основные конструкционные материалы в химической промышленности. Неметаллические конструкционные материалы и области их применения.
5. Основные расчетные параметры химического оборудования.
6. Расчет химического оборудования на механическую прочность. Основные понятия и расчетные закономерности.
7. Безмоментная теория расчета оболочек вращения. Уравнения равновесия элемента оболочки. Уравнение равновесия зоны оболочки.
8. Безмоментная теория расчета оболочек вращения. Расчет напряжений в цилиндрической и сферической оболочке.
9. Безмоментная теория расчета оболочек вращения. Расчет напряжений в конической оболочке.
10. Безмоментная теория расчета оболочек вращения. Основы расчета тонкостенных сосудов работающих под внутренним давлением.
11. Основы расчета тонкостенных аппаратов работающих под наружным давлением. Понятие «коротких» и «длинных» цилиндров и особенности их расчета.
12. Конструирование и расчет элементов тонкостенных сосудов и аппаратов. Расчет цилиндрических обечаек.
13. Конструирование и расчет элементов тонкостенных сосудов и аппаратов. Крышки и днища химических аппаратов. Расчет на прочность выпуклых крышек и днищ.
14. Конструирование и расчет элементов тонкостенных сосудов и аппаратов. Крышки и днища химических аппаратов. Расчет на прочность плоских крышек и днищ.
15. Моментная теория расчета оболочек вращения. Основы теории расчета, понятия и определения. Расчет краевых сил и моментов.
16. Моментная теория расчета оболочек вращения. Порядок определения краевых напряжений от известных сил и моментов.
17. Укрепления отверстий в стенке оболочки. Расчет укрепления отверстий. Основные конструкции укрепления отверстий.
18. Основные разъемные соединения химической аппаратуры. Основные типы фланцев и их применение.
19. Основные разъемные соединения химической аппаратуры. Специальные типы фланцев. Выбор типа и материала прокладки.
20. Конструкции опор аппаратов химической промышленности.
21. Расчет аппаратов на ветровую нагрузку.
22. Сосуды и аппараты высокого давления. Конструкции аппаратов высокого давления их достоинства и недостатки.
23. Сосуды и аппараты высокого давления. Напряжения в стенке толстостенного цилиндра.
24. Сосуды и аппараты высокого давления. Повышение несущей способности сосудов высокого давления.
25. Днища и крышки сосудов высокого давления. Достоинства и недостатки применяемых конструкций.
26. Сосуды и аппараты высокого давления. Затворы аппаратов высокого давления.
27. Расчет на вибростойкость машин химической промышленности. Понятие критической скорости.
28. Расчет на вибростойкость машин химической промышленности. Свободные и вынужденные колебания системы с одной степенью свободы.
29. Приближенные методы расчета критической скорости вращения вала.

30. Факторы, влияющие на критическую скорость вращения вала. Методы борьбы с вибрациями.
31. Процесс массообмена в химической технологии. Сущность и виды массообменных процессов. Движущая сила процесса и основное уравнение массопередачи. Классификация массообменных аппаратов.
32. Разделение смесей методом перегонки. Физические основы процесса, схема проведения простой перегонки. Достоинства и недостатки, пути улучшения качества разделения смесей методами перегонки.
33. Сущность и область применения процесса ректификации. Схемы проведения ректификации бинарных и многокомпонентных смесей. Уравнения материального баланса процесса ректификации.
34. Аппаратурное оформление процесса ректификации: полная и неполная; простая и сложная ректификационная колонны; их область применения, достоинства и недостатки.
35. Насадочные колонны. Устройство, назначение, принцип действия основных элементов. Режимы работы насадок, выбор оптимального режима.
36. Явление «сухого конуса» (пристеночный эффект) в насадочных колоннах. Причины появления, его влияние на работу колонны, практические методы устранения.
37. Виды и характеристики насадок. Требования, предъявляемые к насадкам. Регулярные и нерегулярные насадки. Область применения, достоинства и недостатки, рекомендации по выбору различных видов насадок.
38. Распределительные устройства для жидкости в насадочных колоннах (оросители). Назначение и требования к оросителям; их виды, сравнительная характеристика; область применения, достоинства и недостатки.
39. Опорные устройства под насадку. Назначение и предъявляемые требования к опорным решеткам. Конструктивное исполнение опорных решеток под насадку, их достоинства и недостатки.
40. Назначение, принцип действия и виды перераспределительных устройств в насадочных колоннах. Различные методы укладки насадок в колонне.
41. Тарельчатые колонны, их устройство, принцип действия, область применения. Показатели, определяющие геометрические размеры тарельчатых колонн: производительность; эффективность (КПД); межтарельчатое расстояние; унос жидкости.
42. Показатели, определяющие гидродинамику потоков на тарелке: диапазон устойчивой работы; гидравлическое сопротивление; градиент жидкости на тарелке. Их влияние на работу тарелок; методы снижения вредных факторов.
43. Ситчатые тарелки с переливами, их устройство, принцип работы, основные показатели. Достоинства и недостатки. Комбинированная (колпачково-ситчатая) тарелка Веста.
44. Барботажные тарелки с капсульными колпачками. Устройство, принцип действия и режимы работы колпачков, выбор оптимального режима. Тарелки с желобчатыми колпачками, их сравнительные показатели, область применения.
45. Тарелки из S-образных элементов (Uniflux), их устройство, принцип действия, основные показатели, достоинства и недостатки. Комбинированная тарелка из S-образных элементов с отбойниками.
46. Струйные тарелки. Устройство, принцип действия, сравнительные показатели различных видов струйных тарелок: язычковых; арочных; пластинчатых; из просечно-вытяжных листов с отбойниками. Их область применения; преимущества и недостатки.
47. Провальные тарелки (без переливов). Устройство, принцип действия, сравнительные показатели, достоинства и недостатки различных конструкций провальных тарелок. Тарелки Киттеля.
48. Клапанные тарелки: особенности конструкции; режимы работы; сравнительные показатели; область применения. Клапанная балластная; жалюзийно-клапанная тарелка с отбойниками, их преимущества и недостатки.
49. Тарелка с двумя зонами контакта. Устройство, принцип действия, основные показатели, достоинства и недостатки тарелок с желобчатыми и цилиндрическими переливами.
50. Прямоточные тарелки: трубчатые; с завихрителями; с секционированием потоков (Азизова). Принцип действия, сравнительные показатели, преимущества и недостатки.
51. Переливные устройства тарелок. Назначение, требования, предъявляемые к переливам, классификация. Устройство, принцип действия основных элементов переливов: приемный карман, сливная планка (порог).

52. Назначение и требования, предъявляемые к теплообменной аппаратуре. Движущая сила процесса, основное уравнение теплопередачи. Классификация теплообменных аппаратов.
53. Кожухотрубчатые теплообменники. Устройство, принцип действия, область применения, основные показатели. Маркировка кожухотрубчатых теплообменников.
54. Температурные напряжения в кожухотрубчатых теплообменниках. Причины возникновения и методы компенсации температурных деформаций в теплообменниках жесткого, полужесткого и нежесткого типов.
55. Теплообменники жесткой конструкции типа Н. Устройство, принцип действия, область применения. Достоинства и недостатки.
56. Теплообменники полужесткого типа с компенсатором в корпусе типа К. Устройство, принцип действия, область применения, достоинства и недостатки различных видов компенсаторов.
57. Теплообменники полужесткого типа: с гибкой мембраной в трубной решетке; с изогнутыми трубками. Их достоинства и недостатки, область применения.
58. Теплообменники нежесткой конструкции с U-образными трубками типа У. Устройство, принцип действия, область применения, достоинства и недостатки.
59. Теплообменники с внутренней плавающей головкой марки П. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки различных конструкций плавающей головки.
60. Теплообменник нежесткого типа с внешним и внутренним сальниковым уплотнением плавающей головки. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки.
61. Конструктивное исполнение основных узлов кожухотрубчатых теплообменников: кожух и трубный пучок, рекомендации по их выбору. Методы интенсификации теплообмена в трубках. Оребренные трубки.
62. Требования, предъявляемые к размещению труб в трубных решетках. Типовые схемы размещения труб, их преимущества и недостатки, область применения.
63. Требования, предъявляемые к соединению труб с трубной решеткой. Методы соединения: развальцовкой, сваркой, пайкой, склеиванием. Область применения, преимущества и недостатки.
64. Назначение и виды перегородок в трубном пространстве кожухотрубчатых теплообменников. Методы размещения продольных перегородок в одно- и многоходовом теплообменниках.
65. Назначение и виды поперечных перегородок в межтрубном пространстве кожухотрубчатых теплообменников. Их принцип действия и способы размещения в межтрубном пространстве теплообменников.
66. Теплообменники с плоской поверхностью теплообмена: пластинчатые; спиральные; пластинчато-ребристые. Устройство, принцип действия, сравнительная характеристика, область применения.
67. Назначение, место и роль реакторов в химической технологии. Основные отличия реакторов от других типов тепло- и массообменных аппаратов. Классификация химических реакций по различным признакам.
68. Элементы кинетики химических реакций. Понятие скорости и стехиометрическом и кинетическом порядке реакций. Дифференциальное уравнение скорости реакции.
69. Влияние температуры на скорость химической реакции. Уравнение Аррениуса. Признаки сложности реакций.
70. Классификация химических реакторов по тепловому режиму; методам подвода и отвода тепла; способу работы; агрегатному состоянию веществ; по конструктивным признакам.
71. Реактор идеального вытеснения (РИВ). Гидравлический режим и изменение параметров в идеальной модели и реальном аппарате вытеснения.
72. Реактор идеального смешения (РИС). Гидравлические режимы и изменение параметров в идеальной модели и реальном аппарате смешения. Многокаскадный реактор с мешалкой.
73. Конструкции жидкостных реакторов. Основные характеристики, назначение элементов, особенности конструкции емкостных (кубовых) реакторов.
74. Назначение перемешивающих устройств в реакторах. Устройство, основные характеристики, область применения различных видов механических мешалок и смесителей.
75. Способы теплообмена в реакторах. Устройство, принцип действия, область применения, достоинства и недостатки внутренних и наружных теплообменных устройств в реакторах.
76. Газожидкостные реакторы, их сравнение с абсорберами. Конструктивные особенности колонных тарельчатых и насадочных реакторов.

2. Учебно-методическое и информационное обеспечение программы вступительного экзамена в магистратуру по направлению 15.04.02 «Технологические машины и оборудование», Программа подготовки «Химическое машино- и аппаратостроение».

а) основная литература:

1. Поникаров, И.И. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки [Электронный ресурс]: учеб. / И.И. Поникаров, М.Г. Гайнуллин. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург: Лань, 2017. - 604 с.
2. Закиров, М.А. Теплообменные аппараты: учеб. пособие / М.А. Закиров, Э.Ш. Теляков, Э.В. Осипов. - Казань: Академия наук РТ, 2021. - 196 с.
3. Основы проектирования химических производств и оборудования. [Электронный ресурс] : учеб. / В.И. Косинцев [и др.]. — Электрон. дан. — Томск : ТПУ, 2017. — 395 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>
4. Закиров, М.А. Машины и аппараты нефтегазопереработки. Часть 2: учеб. пособие / М.А. Закиров, Э.В. Осипов. – Нижнекамск: НХТИ, 2016. – 155 с.

б) дополнительная литература:

1. Закиров, М.А. Машины и аппараты нефтегазопереработки. Часть 2: методические указания / М.А. Закиров. – Нижнекамск: НХТИ, 2017. – 16 с.
2. Гильманов Х.Х. Машины и аппараты химических производств и нефтепереработки; учебное пособие / Х.Х. Гильманов, М.А. Закиров. – Нижнекамск; НХТИ, 2013. – 128 с.
3. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки [Электронный ресурс]; учебник / И.И. Поникаров, С.И. Поникаров, С.В. Рачковский, А.А. Хоменко. – 3-е изд. в электрон. варианте. – Казань: КНИТУ, 2014.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 14 млн научных статей и публикаций - Режим доступа: <http://elibrary.ru/>
2. Журнал «Химическое и нефтегазовое машиностроение». Сайт журнала «Химическое и нефтегазовое машиностроение». – Доступ свободный: <http://www.himnef.ru/>
3. Журнал «Машиностроение и инженерное образование». Сайт журнала «Машиностроение и инженерное образование». – Доступ свободный: <https://old.mospolytech.ru/index.php?id=4088>