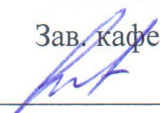


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой ХТТ


_____ Т.Н. Мустафин
« 06 » 03 _____ 2023 г.

Программа вступительных испытаний в магистратуру

Направление 15.04.02 «Технологические машины и оборудование»
Программа подготовки «Сжижение и низкотемпературная переработка
природного газа»

Институт: Химического и нефтяного машиностроения

Кафедра-разработчик программы: Холодильной техники и технологии

Казань, 2023

1. Вопросы программы вступительного экзамена в магистратуру по направлению 15.04.02 - «Технологические машины и оборудование», программа подготовки «Сжижение и низкотемпературная переработка природного газа».

Теоретические основы низкотемпературной техники

1. Идеальные циклы Карно в области газа и в области влажного пара.
2. Основные условия функционирования холодильной установки как термодинамической системы.
3. Использование фазовых переходов рабочего тела в холодильных циклах. Т-s диаграмма фазовых состояний вещества.
4. Теоретический цикл одноступенчатой парокompрессионной холодильной машины.
5. Теоретический цикл двухступенчатой парокompрессионной холодильной машины со змеевиковым промежуточным сосудом и неполным промежуточном охлаждении.
6. Теоретический цикл двухступенчатой парокompрессионной холодильной машины на базе турбокомпрессора с поплавковым баком.
7. Одноступенчатый холодильный цикл с регенерацией теплоты.
8. Системы с непосредственным охлаждением и с промежуточным хладоносителем.

Компрессорные машины и агрегаты

1. Термо- и газодинамические основы сжатия газа в центробежных компрессорах.
2. Ступень центробежного компрессора: план скоростей в рабочем колесе, коэффициенты теоретического напора, расхода, теоретический напор рабочего колеса.
3. Диффузоры ступени центробежного компрессора: типы, параметры, преимущества и недостатки.
4. Влияние угла выхода лопаток рабочего колеса на напор ступени ЦК.
5. Регулирование производительности ЦК за счет ВНА.
6. Напорно-расходная характеристика ЦК, неустойчивые режимы работы, защита от них.
7. Обратный направляющий аппарат ступени ЦК, функции, расчет.
8. Типы компоновок ЦКМ, компоновки корпусов сжатия.
9. Опорные узлы ЦК, уплотнительные узлы ЦК их характеристики.
10. Определение диаметра рабочего колеса на заданное отношение давлений и расход ступени.
11. Винтовые маслозаполненные и «сухие» компрессоры. Устройство, область применения. Режимы работы и характеристики винтового компрессора.
12. Поршневые компрессоры в газопереработке. Устройство, классификация, область применения и характеристики поршневого компрессора.

13. Опозитный многоступенчатый поршневой газовый компрессор.

Механика жидкости и газа

1. Модель сплошной среды.
2. Законы сохранения. Явления переноса.
3. Уравнение неразрывности. Уравнение движения.
4. Уравнение энергии. Уравнение Бернулли. Уравнение состояния.
5. Движение жидкой частицы.
6. Уравнения движения вязкой жидкости.
7. Газодинамические функции.

Тепломассообменные аппараты

1. Классификация теплообменных аппаратов.
2. Конвективный теплообмен при вынужденном течении, критерии подобия ламинарный и турбулентный режимы.
3. Теплообмен при свободной конвекции, основные критерии подобия и уравнения.
4. Теплообмен при кипении жидкости. Теплообмен при конденсации пара.
5. Проектировочный и поверочный расчет теплообменных аппаратов.
6. Регенераторы принцип действия, область применения, коэффициент теплоотдачи в регенераторах.

Криогенные системы

1. Использование расширения газа в холодильных машинах. Изэнтропное расширение газа. Газовая холодильная машина по циклу Лоренца.
2. Использование расширения газа в холодильных машинах. Дросселирование газа.
3. Холодильная машина по циклу Линде.
4. Идеальный цикл ожижения, процессы, работа, холодопроизводительность, холодильный коэффициент цикла. Сравнение идеального цикла ожижения с циклом Карно.
5. Типы ступеней охлаждения и их холодопроизводительность (ступень с внешним источником охлаждения, детандерная ступень, дроссельная ступень конечная и промежуточная).
6. Турбодетандер, назначение, типы, конструкция, холодопроизводительность.
7. Криогенные циклы на смесевых хладагентах: схема, область применения.

8. Перенос теплоты в низкотемпературной изоляции криорезервуаров, криостатов и ожижителей. Виды и типы теплоизоляции: вакуумная, вакуумно-порошковая, многослойная экранно-вакуумная.

9. Методики и технологии изолирования, свойства теплоизоляционных материалов, применяемых для изолирования при криотемпературах.

10. Методы и способы очистки природного газа от примесей в циклах сжижения.

2. Учебно-методическое и информационное обеспечение программы вступительного экзамена в магистратуру по направлению 15.04.02 - «Технологические машины и оборудование», программа подготовки «Сжижение и низкотемпературная переработка природного газа».

Основная литература

1. Виноградов Б.С. Прикладная газовая динамика. М.: Изд-во университета дружбы народов им. П. Лумумбы, 1965.- 348 с.
2. Самойлович Г.С. Газодинамика: Учебник по спец. «Турбостроение». М.: Машиностроение, 1990. – 382 с.
3. Холодильные машины: Учебник для студентов вузов по специальности «Техника и физика низких температур» / А.В. Бараненко, Н.Н. Бухарин, В.И. Пекарев и др.; Под общ. ред. Л.С. Тимофеевского. – Спб. : Политехника, 1997. – 992 с.
4. Хисамеев И.Г. Проектирование и эксплуатация промышленных центробежных компрессоров/ Казан. гос. технолг. ун-т. – Казань. – 2010. – 672 с.
5. Теория и расчет турбокомпрессоров: Учебное пособие для студентов ВУЗов машиностроительных специальностей / Под общ. ред. К.П. Селезнева. – Л.: Машиностроение, 1986. – 392 с.
6. Чистяков Ф.М. Холодильные турбоагрегаты. – М. : Машиностроение, 1967. – 288 с.
7. Визгалов С.В. и др. Теоретические основы холодильной техники/ С.В. Визгалов, А.М. Ибраев, М.С. Хамидуллин, И.Г. Хисамеев/ Учебник. – Казань. Изд-во «Слово». - 2019. – 304 с.
8. Архаров А.М. и др. Криогенные системы: Учебник для студентов ВУЗов по специальности «Криогенная техника». М.: Машиностроение. – 1996. – 575 с.
9. Филин Н.В. Жидкостные криогенные системы. Л.: Машиностроение, 1985. – 246 с.
10. Архаров А.М., Буткевич К.С., Головинцов А.Г. и др. Техника низких температур. М.: Энергия. – 1975. – 511 с.
11. Григорьев В.А., Крохин Ю.И. Тепло- и массообменные аппараты криогенной техники. Учебное пособие для студентов вузов. - М.: Энергоиздат. – 1982. – 312 с.
12. Основы теплопередачи и массообмена : Учебное пособие. В.Г. Дьяконов, О.А. Лончаков. – Казань, Изд-во КНИТУ. – 2015. – 244 с.
13. Баррон Р.Ф. Криогенные системы. М.: Энергоатомиздат, 1989. – 408 с.