

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

И.о. зав. кафедрой НКТТ

Т.Н. Мустафин

« 16 » февраля 2026 г.

Программа вступительных испытаний в магистратуру

Направление 15.04.02 «Технологические машины и оборудование»

Программа: «Оборудование для подготовки, транспортировки и хранения природного газа»

Институт: Химического и нефтяного машиностроения

Кафедра-разработчик программы: Низкотемпературной и компрессорной техники и технологии

Казань, 2026 г.

1. Вопросы программы вступительного экзамена в магистратуру по направлению 15.04.02 - «Технологические машины и оборудование», программа «Оборудование для подготовки, транспортировки и хранения природного газа»

Компрессорное оборудование, газоперекачивающие агрегаты для транспортирования природного газа

1. Термо- и газодинамические основы сжатия газа в центробежных компрессорах.
2. Ступень центробежного компрессора ГПА: 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 компрессоры с одной и двумя системами смазки.
12. Основные типы профилей винтового компрессора.
13. Режимы работы винтового компрессора.
14. Определение базы винтового компрессора на заданную производительность.
15. Влияние угла выхода лопаток рабочего колеса на степень реактивности РК ЦК.
16. Осевое усилие, действующее на ротор центробежного компрессора и способы его уравнивания. Влияние протечек на осевое усилие.
17. Индикаторная диаграмма действительного рабочего процесса поршневого компрессора. Отличия действительного и теоретического рабочих процессов.
18. «Сухой» винтовой компрессор. Принцип действия и особенности конструкции.
19. Пароструйная откачка. Схемы пароструйных насосов и их характеристики.
20. Процесс течения газа в диффузоре ЦК. Конструкции диффузоров ЦК.
21. Конструкции и принцип работы радиальных гидродинамических подшипников скольжения.
22. Регулирование производительности поршневого компрессора. Требования, предъявляемые к регулированию. Способы регулирования.
23. Принцип действия и типы конструкций клапанов поршневого компрессора. Методика подбора клапанов.

24. Конструктивное устройство поршневого компрессора. Конструкции элементов механизма движения, сальников штоков, цилиндров, поршней. Применяемые материалы.
25. Термодинамический расчёт поршневого компрессора. Определение основных размеров. Мощность и КПД компрессора.
26. Многоступенчатый поршневой компрессор. Теоретический процесс многоступенчатого поршневого компрессора. Оптимальное распределение давлений между ступенями. Выбор числа ступеней.
27. Роторный компрессор с внешним сжатием. Принцип действия и конструктивные особенности. Привести пример конструкции машины. Особенности расчёта.
28. Системы водоснабжения, охлаждения компрессорной станции. Свойства, эксплуатация и хранение масел. Применяемые масла в различных типах компрессоров.
29. Характеристики турбокомпрессора и сети нагнетания. Неустойчивые режимы работы турбокомпрессора, причины, выход из них.
30. Проектирование поршневого компрессора. Базы компрессоров. Средняя скорость поршня, ход поршня, частота вращения. Преимущества многорядного выполнения ПК.
31. Классификация и область применения турбокомпрессоров. Принцип действия и устройство. Сравнение с объёмными компрессорами.
32. Имеются два центробежных компрессора. В одном сжимают водород ($R=4124$ Дж/кг*К, $k=1.4$), а в другом фреон ($R=60.5$ Дж/кг*К, $k=1.1$).
 - а) Поясните в каком компрессоре можно применить более высокую окружную скорость рабочего колеса u_2 ?
 - б) Поясните какой газ требует затратить больше работы на сжатие?
33. Схема и принцип действия осевого компрессора ГТД.

Механика жидкости и газа

1. Скорость звука, максимальная и критическая скорости. Безразмерные скорости: число Маха, приведенные скорости A и λ . Скачки уплотнений.
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, использование их в расчетах.

Теплообменные 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.
7. Кожухотрубные аппараты в компрессорной и низкотемпературной технике. Типы, схемы, задачи и принципы проектировочного и поверочного расчетов.
8. Испарительные конденсаторы, схема, устройство, преимущества и недостатки, основы расчета.
9. Спиральновитые теплообменники, схема, устройство, преимущества и недостатки, области применения, основы расчета.
10. Аппараты воздушного охлаждения газа и масла компрессорных установок. Схема, устройство, преимущества и недостатки, области применения, основы расчета.

Низкотемпературная техника

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. Идеальные циклы Карно в области газа и в области влажного пара.
5. Идеальный цикл ожижения, процессы, работа, холодопроизводительность, холодильный коэффициент цикла. Сравнение идеального цикла ожижения с циклом Карно.
6. Типы ступеней охлаждения и их холодопроизводительность (ступень с внешним источником охлаждения, детандерная ступень, дроссельная ступень концевая и промежуточная).
7. Турбодетандер, назначение, типы, конструкция, холодопроизводительность.
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.
11. Схема одноступенчатой паровой компрессорной холодильной машины с регенерацией теплоты. Схема и цикл, назначение элементов, области применения.

12. Одноступенчатая паровая компрессионная холодильная машина. Схема и цикл, назначение элементов.
13. Паровая компрессионная холодильная машина с ПЖТО, одноступенчатым винтовым компрессором и двукратным дросселированием. Назначение её элементов.
14. Двухступенчатая паровая компрессионная холодильная машина со змеевиковым промсосудом и двукратным дросселированием. Назначение её элементов.
15. Фреоновая турбохолодильная машина с двухсекционным ЦК, поплавковым баком. Схема, цикл, назначение элементов.
16. Спиральные компрессоры в холодильной технике, схема холодильного спирального компрессора, принцип действия, разгрузка при пуске, возможности работы с впрыском пара и жидкости.
17. Холодильные поршневые компрессоры, типы, особенности по сравнению с воздушными компрессорами, характеристики холодильных ПК.

2. Учебно-методическое и информационное обеспечение программы вступительного экзамена в магистратуру по направлению 15.04.02 - «Технологические машины и оборудование», программа «Оборудование для подготовки, транспортировки и хранения природного газа»

Основная и дополнительная 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. Лонцаков. – Казань, Изд-во КНИТУ. – 2015. – 244 с.
13. Баррон Р.Ф. Криогенные системы. М.: Энергоатомиздат, 1989. – 408 с.
14. Пластинин П.И. Поршневые компрессоры. Теория и расчет. Том1 - М: Машиностроение, 2006. - 456 с.
15. Пластинин П.И. Поршневые компрессоры. Основы проектирования. Конструкции. Том 2 - М: Колос, 2008. -711с. 2008г.
16. Двухроторные винтовые и прямозубые компрессоры / И.Г. Хисамеев, В.А. Максимов // - Казань: ФЭН, 2000, - 640с.
17. Компрессорные машины: Учебник для вузов / А.К. Михайлов, В.П. Ворошилов // М. Энергоатомиздат, 1989. - 288с.
18. Решетов А.А. Неразрушающий контроль и техническая диагностика энергетических объектов: учеб. пособие /АА Решетов, АК. Аракелян; под ред. проф. А.К. Аракеляна. - Чебоксары: Изд-во Чуваш, ун-та. 2010.-470с.