

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 НКТТ
Мустафин Т.Н.
«28» 02 2025 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В МАГИСТРАТУРУ

НАПРАВЛЕНИЕ 15.04.02 «Технологические машины и оборудование»

Программа подготовки

«Оборудование для подготовки, транспортировки,
переработки газа и нефти»

Институт химического и нефтяного машиностроения

Кафедра-разработчик программы:

Низкотемпературной и компрессорной техники и технологии

Казань, 2025

1. Вопросы программы вступительного экзамена в магистратуру по направлению

15.04.02 «Технологические машины и оборудование», Программа подготовки «Оборудование для подготовки, транспортировки, переработки газа и нефти».

1. Возможные неисправности поршневого компрессора, причины их возникновения и способы устранения.
2. Осевое усилие, действующее на ротор центробежного компрессора и способы его уравнивания. Влияние протечек на осевое усилие.
3. Скорость звука, максимальная и критическая скорости. Безразмерные скорости: число Маха, приведенные скорости A и λ . Скачки уплотнений.
4. Неразрушающие методы контроля деталей. Магнитопорошковый метод. Магнитографический метод. Капиллярный метод контроля поверхностей. Ультразвуковая дефектоскопия.
5. Индикаторная диаграмма действительного рабочего процесса поршневого компрессора. Отличия действительного и теоретического рабочих процессов. Анализ индикаторной диаграммы.
6. Особенности сжатия газа и конструкции мембранных компрессоров. Термодинамический расчёт.
7. Классификация и конструкция рабочих колес центробежных компрессоров. Кинематика потока. Степень реактивности. Параметры рабочего колеса.
8. Как изменятся параметры поршневого компрессора (центробежного, осевого, винтового, мембранного) при работе в зимних и летних условиях?
9. «Сухой» винтовой компрессор. Принцип действия и особенности конструкции.
10. Способы регулирования турбокомпрессоров.
11. Способы восстановления деталей компрессоров при ремонте.
12. Появилась вибрация фундамента центробежного (поршневого, винтового) компрессора. Укажите возможные причины?
13. Необходимость уравнивания поршневого компрессора. Влияние схемы машины на её уравниваемость. Уравнивание однорядных и многорядных поршневых компрессоров.
14. Пароструйная откачка. Схемы насосов и их характеристики.
15. Определение зазоров в подшипниках при ремонте. Ремонт подшипников скольжения.
16. Как изменятся параметры компрессора (поршневого, осевого, центробежного, винтового) при уменьшении сечений всасывающего, нагнетательного патрубков?
17. Методы испытаний воздушных компрессоров по ГОСТ 20073-81. Способы замера производительности, мощности, температуры, давления. Рабочие коэффициенты. Пересчёт основных показателей компрессора.
18. Торцовые уплотнения с гидравлическим затвором для валов компрессоров. Конструкция и принцип работы. Область применения.
19. Параметры торможения. Процесс течения газа в диффузоре. Конструкции диффузоров.
20. Выверка и закрепление оборудования на фундаменте. Способы выверки. Разметка фундамента под компрессор. Требования к фундаментам.
21. Роторный компрессор с внутренним сжатием газа. Принцип действия и конструктивные особенности. Привести пример компрессорной машины. Особенности расчёта параметров машины.
22. Осевые подшипники скольжения с неподвижными и самоустанавливающимися

подушками. Использование подшипников в компрессорах различных типов.

23. Подготовка компрессоров к монтажу. Техническая документация.

24. Спроектированная ступень центробежного компрессора состоит из рабочего колеса закрытого типа, безлопаточного диффузора, выходного устройства в виде кольцевой камеры. Сжимаемый газ — воздух, угол выхода лопатки колеса $\beta_2=45^\circ$, угол выхода потока $\alpha_2=15^\circ$, $b_2/D_2=0,05$. Ступень работает постоянно при одном расходе. Что нужно изменить в ступени с целью получения более высокого КПД?

25. Порядок запуска и обслуживание поршневого компрессора. Изменение давления газа по ступеням при пуске, установившемся режиме и нагнетании газа в баллон. Нерасчётные режимы работы поршневого компрессора.

26. Технические требования к механически обработанным деталям компрессоров.

27. Центровка ротора в статоре центробежного компрессора.

28. Основные способы получения холода и низких температур. Классификация холодильных машин по принципу действия и виду потребляемой энергии.

29. Роторный компрессор с частичным внутренним сжатием. Принцип действия и конструктивные особенности. Привести пример конструкции машины. Особенности расчета параметров машины.

30. Конструкции и принцип работы радиальных гидродинамических подшипников скольжения. Использование подшипников в компрессорах различных типов.

31. Испытание трубопроводов при пуско-наладочных работах.

32. Нерегенеративная газовая компрессорная холодильная машина, работающая по замкнутому циклу.

33. Регулирование производительности поршневого компрессора. Требования, предъявляемые к регулированию. Способы регулирования.

34. Система смазки подшипников и уплотнений центробежных компрессоров.

35. Ступень осевого компрессора. Геометрические параметры. Кинематика потока. Напор. Схемы ступеней с различной степенью реактивности.

36. Какими показателями должны быть технологически обоснованы изделия при конструировании?

37. Спиральный компрессор. Конструктивное устройство и принцип действия. Преимущества и недостатки СК по сравнению с ПК.

38. Вибрационная диагностика турбокомпрессоров. Параметры вибраций. Методы и средства контроля и измерения диагностических параметров. Нормирование вибраций роторов, опор, фундаментов.

39. График ППР. Структура ремонтного цикла. Текущий и капитальный ремонты. Ремонтная документация.

40. Частота вращения ротора центробежного компрессора увеличилась в 2 раза. Насколько или во сколько раз изменятся при этом производительность компрессора, теоретический напор ψ_{2U} , мощность сжатия газа. Влиянием потерь пренебречь.

41. Поршневой компрессор без смазки цилиндров и сальников. Особенности конструкции узлов и деталей, применяемые материалы. Преимущества и недостатки компрессора.

42. Конструкция и принцип работы вихревого компрессора. Преимущества и недостатки вихревых компрессоров. Область применения. Формы проточной части.

43. Конструкция центробежного компрессора. Основные элементы. Принцип работы. Область применения.

44. САПР: цели, основные этапы проектирования.

45. Принцип действия и типы конструкций клапанов поршневого компрессора. Методика подбора клапанов. Принудительное газораспределение.

46. Понятие вакуума. Основы физики вакуума. Степени вакуума. Парциальное давление.

47. Расчёт вариантов и компоновка проточной части центробежного компрессора. Исходные данные. Выбор окружной скорости и параметров ступеней. Расчёт числа диаметров колёс. Сравнительный анализ.
48. Виды испытаний смонтированного оборудования и оформление приёмосдаточной документации.
49. Конструктивное устройство поршневого компрессора. Конструкции элементов механизма движения, сальников, цилиндров, поршней. Применяемые материалы.
50. Уплотнения с плавающими кольцами и гидравлическим затвором. Область применения. Конструкция и принцип работы.
51. Последовательность монтажа комплекса компрессор-мультипликатор-электродвигатель. Центровка по полумуфтам. Влияние расцентровки на колебания роторов.
52. Появился стук в поршневом компрессоре. Укажите возможные причины и методы их устранения.
53. Объёмные и энергетические характеристики роторных компрессоров. Анализ характеристик на примере любого РК.
54. Концевые уплотнения с газовым затвором. Система газовых уплотнений. Конструкция газового уплотнения с плавающими кольцами.
55. Машинный зал компрессорной станции и основные требования, предъявляемые к нему.
56. Одноступенчатая паровая компрессионная холодильная машина с дроссельным вентилем. Назначение её элементов.
57. Системы смазки поршневого компрессора. Функции смазки. Нормы расхода и применяемые масла.
58. Методы измерения вакуума. Газовый поток. Основные методы измерения газового потока.
59. Эксплуатация центробежного компрессора. Возможные неисправности и причины их возникновения.
60. Естественное и искусственное охлаждение. Идеальный цикл холодильной машины.
61. Основные направления развития поршневых, винтовых и центробежных компрессоров.
62. Технологическая схема и работа промежуточной компрессорной станции магистральных газопроводов.
63. Классификация обратных циклов. Циклы холодильной машины, теплового насоса и комбинированный цикл.
64. Привести схему и выполнить тепловой расчёт одноступенчатой паровой компрессионной холодильной машины с дроссельным вентилем по следующим исходным данным: хладагент R717 (аммиак), холодопроизводительность $Q_0=100$ кВт, температура кипения $t_0=-15^{\circ}\text{C}$, температура конденсации $t=+30^{\circ}\text{C}$, температура переохлаждения $t_{n0}=+15^{\circ}\text{C}$. Использовать p-h диаграмму R717.
65. Термодинамический расчёт поршневого компрессора. Определение основных размеров. Мощность и к.п.д. компрессора.
66. Принцип молекулярной откачки. Основные конструктивные схемы молекулярных насосов.
67. Демпфирование колебаний роторов. Конструкции упруго-демпферных опор турбомашин.
68. Байпасирование поршневого компрессора (центробежного, осевого, винтового) для снижения производительности.
69. Причины перехода к многоступенчатому сжатию в поршневых компрессорах.
70. Технические требования к заготовкам деталей компрессоров
71. Конструкция и принцип действия лабиринтных уплотнений. Использование в

различных типах компрессоров.

72. Имеются два центробежных компрессора. В одном сжимают водород ($R=4124$ Дж/кг*К, $\kappa=1.4$), а в другом фреон ($R=60.5$ Дж/кг*К, $\kappa=1.1$).

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?

73. Многоступенчатый поршневой компрессор. Теоретический процесс многоступенчатого поршневого компрессора. Оптимальное распределение давлений между ступенями. Выбор числа ступеней.

74. Классификация вакуумных насосов. Основные характеристики.

75. Классификация и область применения турбокомпрессоров. Принцип действия и устройство. Сравнение с объёмными компрессорами.

76. Холодильная и криогенная техника. Области применения.

77. Типы профилей зубьев роторов винтовых компрессоров. Влияние типа профиля на характеристики ВК. Способы изготовления.

78. Лопаточный и безлопаточный диффузоры. Физический процесс течения газа в диффузоре. Определение основных параметров. Основные направления совершенствования диффузора.

79. Монтаж компрессорных агрегатов и установок.

80. Можно ли использовать поршневой компрессор, спроектированный на 0.5 МПа, производительностью 100 м³/мин для сжатия газа на давление 0.4 МПа. (Тот же вопрос: винтовой, центробежный, мембранный, ротационный, осевой и др.).

81. Роторный компрессор с внешним сжатием. Принцип действия и конструктивные особенности. Привести пример конструкции машины. Особенности расчёта.

82. Освобождающая частота вращения. Способы крепления рабочих колёс на валу.

83. Системы водоснабжения, охлаждения компрессорной станции. Свойства, эксплуатация и хранение масел. Применяемые масла в различных типах компрессоров.

84. Поступило предложение увеличить рабочую частоту вращения ротора центробежного компрессора с целью повышения конечного давления газа и производительности. Какие факторы, влияющие на экономичность, безопасность, надёжность, ограничивают повышение частоты вращения? Какие узлы, детали и комплексы нужно заменить в компрессоре и всей компрессорной установке, чтобы увеличить частоту вращения?

85. Поршневой компрессор. Область применения, конструкция, принцип действия. Преимущества и недостатки поршневого компрессора по сравнению с другими типами компрессоров.

86. Внутренняя и внешняя степени сжатия винтового компрессора. Нерасчётные режимы работы ВК. Индикаторные диаграммы.

87. Напор и коэффициент напора ступени центробежного компрессора. Основное уравнение турбомашин. Способы увеличения напора.

88. Резко упала производительность поршневого компрессора (винтового, центробежного, ротационного). Укажите наиболее вероятные причины.

89. Маслозаполненный и холодильный винтовые компрессоры. Особенности работы и отличия в конструкции компрессоров по сравнению с «сухим» ВК.

90. Характеристики турбокомпрессора и сети. Неустойчивые режимы работы турбокомпрессора.

91. Системы всасывания и фильтры, отделители масла, влаги и воздухоотделители. Конструкции охладителей газа.

92. Регенеративная схема одноступенчатой паровой компрессорной холодильной машины. Назначение её элементов.

93. Производительность поршневого компрессора. Факторы, влияющие на производительность. Определение объёмов всасывания ступеней. Способы оценки

совершенства ПК. Характеристики ПК.

94. Жидкостно-кольцевые вакуумные насосы и компрессоры. Рабочий процесс, особенности конструкции и работы.

95. Технологические схемы компрессорной станции и работа КС общего назначения. Виды и типы схем. Требования к выполнению схем. Условные обозначения основных элементов КС и трубопроводной арматуры.

96. Как изменятся параметры поршневого (центробежного, осевого, мембранного) компрессора для сжатия гелия при сжатии воздуха?

97. Проектирование поршневого компрессора. Базы компрессоров. Средняя скорость поршня, ход поршня, частота вращения. Преимущества многорядного выполнения ПК.

98. Принцип объёмной откачки. Основные конструктивные варианты объёмных вакуумных насосов.

99. Неуравновешенность ротора. Вынужденные колебания и их причины. Критическая частота ротора. Жёсткий и гибкий роторы.

100. Произвести обоснованный выбор компрессора для сжатия чистого азота $p_{вс}=0.1$ МПа; $p_n=1.4$ МПа; $V=60$ м³/мин. Определить мощность сжатия.

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

а) основная литература:

1. Пластинин П.И. Поршневые компрессоры. Теория и расчет. Том1 - М: Машиностроение, 2006. - 456 с.
2. Центробежные компрессоры / К.Л. Селезнев, Ю.Б. Галеркии // Машиностроение. 1982 – 271с.
3. Газовые турбины двигателей летательных аппаратов / Г.С. Жирицкий, В.И. Локай, М.К. МаксUTOва, В.А. Стрункин // Изд. 2-е. - М.: Машиностроение, 1971.-620с.
4. Двухроторные винтовые и прямозубые компрессоры / И.Г. Хисамеев, В.А. Максимов // - Казань: ФЭН, 2000, -640с.
5. Теоретические основы холодильной техники / А.М. Ибраев, М.С. Хамидуллин, И.Г. Хисамеев [Учебник] учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и сист. жизнеобеспечения": Казань : Слово, 2016.
6. 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.

б) дополнительная литература:

1. Пластинин П.И. Поршневые компрессоры. Основы проектирования. Конструкции. Том2 - М: Колос, 2008. -711с. 2008г.
2. Теория авиационных газотурбинных двигателей / Ю.Н. Нечаев, Р.М. Федоров // М. Машиностроение 1977.-312с.
3. Компрессорные машины: Учебник для вузов / А.К. Михайлов, В.П. Ворошилов // М. Энергоатомиздат, 1989.288с.
4. Центробежные компрессорные машины. / Ф.М. Чистяков, В.В. Игнатенко и др. // М.; Машиностроение., 1969,-328с.
5. Основы термодинамических расчетов парокомпрессионных холодильных машин / С.В. Визгалов, А.М. Ибраев, А.А. Сагдеев [и др.] // [Учебник] учеб. пособие: Казань : Слово, 2016.