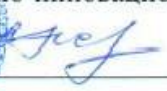


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Кемеровский государственный университет»



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по
научно-инновационной работе

 Е.А. Жидкова

ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

Группа научных специальностей
2.4 - Энергетика и электротехника

Научная специальность
**2.4.8 - Машины и аппараты, процессы холодильной
и криогенной техники**

Программа составлена на основании паспорта научной специальности
2.4.8. «Машины и аппараты, процессы холодильной и криогенной техники»

Разработчик: зав.кафедрой теплохладотехники, д.т.н., профессор Короткий И.А.

1. Общие положения

Программа кандидатского экзамена по специальности 2.4.8. «Машины и аппараты, процессы холодильной и криогенной техники» предназначена для аспирантов и соискателей ученой степени кандидата наук в качестве руководящего учебно-методического документа для целенаправленной подготовки к сдаче кандидатского экзамена.

Кандидатский экзамен представляет собой форму оценки степени подготовленности соискателя ученой степени кандидата наук к проведению научных исследований по конкретной научной специальности и отрасли науки, по которой подготавливается или подготовлена диссертация. Сдача кандидатского экзамена по специальности обязательна для присуждения ученой степени кандидата наук.

Кандидатский экзамен сдаётся в соответствии с научной специальностью и отраслью науки, предусмотренными номенклатурой научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, утверждаемой Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (далее соответственно - научная специальность, номенклатура), по которым осуществляется подготовка (подготовлена) диссертации.

Для проведения экзамена приказом ректора (курирующего проректора) создается экзаменационная комиссия, которая формируется из высококвалифицированных научно-педагогических и научных кадров, осуществляющих научную деятельность в соответствии с паспортом научной специальности. Комиссия правомочна принимать кандидатский экзамен, если в её заседании участвуют не менее 3 специалистов, имеющих ученую степень кандидата или доктора наук по научной специальности, соответствующей специальной дисциплине, в том числе 1 доктор наук.

Кандидатский экзамен проводится по билетам. Решение экзаменационных комиссий оформляется протоколом, в котором указываются шифр и наименование научной специальности и отрасли науки, по которым сдан кандидатский экзамен; оценка уровня знаний; фамилия, имя, отчество (последнее - при наличии), ученая степень каждого члена экзаменационной комиссии. Уровень знаний соискателя ученой степени оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Протоколы заседаний экзаменационных комиссий после утверждения ректором (курирующим проректором) хранятся по месту сдачи кандидатского экзамена. Сдача кандидатского экзамена подтверждается выдаваемой на основании решения экзаменационной комиссией справки установленной КемГУ формы.

2. Содержание программы

Настоящая экзаменационная программа соответствует утвержденному паспорту научной специальности шифр: 2.4.8. «Машины и аппараты, процессы холодильной и криогенной техники». В основу программы положены следующие разделы:

Теоретические основы низкотемпературной техники и технологии.

Законы термодинамики.

Состояние и фазовые переходы рабочих веществ.

Циклы одноступенчатых низкотемпературных систем умеренного холода. Двухступенчатые низкотемпературные системы умеренного холода. Каскадные низкотемпературные системы.

Термодинамический анализ циклов низкотемпературных систем. Оптимизация циклов низкотемпературных систем

Конструктивные особенности элементов низкотемпературных систем.

Основные элементы низкотемпературных систем.

Особенности подбора и использования низкотемпературных систем. Методика их расчета и проектирования в зависимости от назначения и условий эксплуатации низкотемпературной системы. Основные тенденции в проектировании низкотемпературных систем.

Рабочие вещества низкотемпературных систем.

Холодильные агенты их особенности и классификация.

Анализ экологических и эксплуатационных характеристик рабочих веществ. Природные и синтетические хладагенты. Ограничения при использовании холодильных агентов

Правила безопасности и экологические аспекты применения холодильных агентов. Озоноразрушающий потенциал и потенциал глобального потепления холодильных агентов.

Правила работы с холодильными агентами и современные тенденции их использования.

Хладоносители – понятие и классификация. Физико-химические свойства хладоносителей.

Выбор хладоносителей для конкретных систем.

Системы вентиляции и кондиционирования.

Назначение систем вентиляции и кондиционирования. Классификация вентиляционных систем. Классификация систем кондиционирования.

Основные элементы систем вентиляции и кондиционирования.

Параметры воздуха. Процессы тепловлажностной обработки воздуха. Методы расчета процессов тепловлажностной обработки воздуха.

Основы проектирования систем вентиляции и кондиционирования.

Основы тепло- и массообменных процессов в низкотемпературных системах.

Роль тепло- и массообменных процессов в низкотемпературных системах.

Виды теплообмена.

Массообмен в низкотемпературных системах.

Расчетные методы и моделирование процессов тепло- и массообмена.

Теория подобия при расчете процессов тепло- и массообмена.

Основы теории и расчета криогенных систем.

Понятие и область применения криогенных систем. Особенности криоагентов. Параметры состояния и термодинамические свойства криоагентов.

Термодинамические циклы криогенных систем. Основные компоненты криогенных систем.

Теплоизоляция криогенных систем.

Требования к безопасности криогенных систем.

Тепло- и гидроизоляция низкотемпературных систем

Теплопритоки в низкотемпературных системах. Расчет теплопритоков. Требования к гидроизоляции низкотемпературных систем.

Теплоизоляционные материалы низкотемпературных систем. Требования к теплоизоляционным материалам. Критерии подбора теплоизоляционных материалов.

Паропроницаемость теплоизоляционных ограждений.

Виды теплопритоков в охлаждаемый объем. Расчет теплопритоков в низкотемпературных системах.

Холодильная технология пищевых продуктов.

Применение низкотемпературных систем в пищевой технологии.

Влияние температуры на активность ферментов, бактерий и окислительные процессы. Криоскопические температуры продуктов и материалов. Скорость и продолжительность низкотемпературной обработки. Понятие скорости замораживания. Расчетные методики определения продолжительности замораживания.

Вакуумное охлаждение, вакуумное замораживание.

Вакуумная и сублимационная сушка влагосодержащих материалов.

Разделительное вымораживание водных растворов.

Влияние низкотемпературной обработки на качественные показатели пищевых продуктов.

Применение низкотемпературных систем в агропромышленном комплексе.

Непрерывная холодильная цепь. Назначение непрерывной холодильной цепи, принципы ее формирования. Роль холодильной цепи в сохранении качества продукции агропромышленного комплекса.

Заготовительные холодильники. Низкотемпературные системы перерабатывающих предприятий агропромышленного комплекса. Применение систем вентиляции и кондиционирования в агропромышленном комплексе.

Транспортные низкотемпературные системы. Назначение, классификация. Системы низкотемпературного хранения и реализации продукции агропромышленного комплекса.

Тепловые насосы.

Назначение и классификация, принцип работы тепловых насосов.

Области применения тепловых насосов. Термодинамические циклы и основы расчета теплового насоса. Рабочие вещества тепловых насосов.

3. Рекомендуемая литература

Основная:

1. Антонов, А. Н. Машины низкотемпературной техники. Криогенные машины и инструменты: учебник / А. Н. Антонов, А. М. Архаров, И. А. Архаров. — 2-е изд., испр. — Москва: МГТУ им. Баумана, 2015. — 533 с.

2. Акулов, Л. А. Теплофизические свойства криопродуктов : учебное пособие / Л. А. Акулов, Е. И. Борзенко, В. Н. Новотельнов, А. В. Зайцев. — Санкт-Петербург: Политехника, 2012. — 243 с.

3. Архаров, А. М. Основы криологии. Энтропийно-статистический анализ низкотемпературных систем : монография / А. М. Архаров. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2014. — 507 с. — ISBN 978-5-7038-3842- 6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/106386> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Бараненко, А.В. Холодильные машины: учебник для студ. вузов, обуч. по спец. «Техника и физика низких температур»/ А.В. Бараненко Н.Н. Бухарин, В.И.Пекарев. 2-е изд., перер. и доп.. - СПб.: Политехника, 2007. -994 с.

5. Курылев Е. С. Холодильные установки: Учебник для студ. вузов, обуч. по спец. «Техника и физика низких температур» и «Холодильная, криогенная техника и кондиционирование»/ Е. С. Курылёв, Е. С. Осоновский, Ю. Д. Румянцев. -2-е изд., стер . -СПб.: Политехника, 2004. -576 с.

6. Сергеев, А. А. Холодильная техника и технологии / А. А. Сергеев, Н. Ю. Касаткина ; Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. — Ижевск : Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2021. — 163 с.

7. Данин, В.Б. Техника измерений холодильных установок и пищевых производств : Учебное пособие / В. Б. Данин, В. В. Данин, А. А. Малышев, В. О. Мамченко. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2015. — 197 с.

8. Доссат, Р. Д. Основы холодильной техники / Р. Д. Доссат ; Рой Дж. Доссат, Томас Дж. Хоран ; пер. с англ. С. В. Аникина под ред. Л. Г. Каплана]. — Москва : Техносфера, 2008. — 821 с. — (Мир физики и техники).

9. Бараненко, А.В. Примеры и задачи по холодильной технологии пищевых продуктов. Теплофизические основы / А. В. Бараненко, В. Е. Куцакова, Е. И. Борзенко, С. В. Фролов. — Санкт-Петербург : ГИОРД, 2012. — 272 с.

10. Рогов, И.А. Консервирование пищевых продуктов холодом (теплофизические основы) / И.А. Рогов, В.Е. Куцакова, В.И. Филиппов, С.В. Фролов. — Москва: Колос, 1999. -176 с.

11. Калнинь, И. М. Термодинамические циклы холодильных машин и тепловых насосов : расчет, оценка эффективности : учебное пособие / И. М. Калнинь, К. Н. Фадеков ; И. М. Калнинь, К. Н. Фадеков ; Федеральное агентство по образованию, Московский гос. ун-т инженерной экологии, Фак. техники и физики низких температур, Каф. «Холодильная и криогенная

техника». – Москва: МГУИЭ, 2006. – 91 с. – ISBN 5-9513-0109-2.

12. Трухачев, В. И. Эксплуатация и обслуживание холодильного оборудования на предприятиях АПК / В. И. Трухачев, И. В. Атанов, И. В. Капустин, Д. И. Грицай. – 3-е, стер.. – Санкт-Петербург : Издательство "Лань", 2023. – 192 с.

Дополнительная литература

1. Бараненко, А.В. Примеры и задачи по холодильной технологии пищевых продуктов. Теплофизические основы / А. В. Бараненко, В. Е. Куцакова, Е. И. Борзенко, С. В. Фролов. – Санкт-Петербург : ГИОРД, 2012. – 272 с.

2. Буянов, О. Н. Холодильное технологическое оборудование. Учебное пособие / О. Н. Буянов, Н. Н. Воробьева, А. В. Усов. – Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2009. – 200 с. – ISBN 978-5-89289-542-2. – EDN RBVXEN.

3. Бабакин, Б.С. Теплонасосные установки в отраслях агропромышленного комплекса: учебник / Б.С. Бабакин, А.Э. Суслов, Ю.А. Фатыхов, В.Н. Эрлихман. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 336 с.

4. Вопросы к кандидатскому экзамену

1. Назначение компрессорных машин. Основные типы компрессоров, их классификация. Применение компрессоров в низкотемпературной технике.
2. Термодинамические основы расчетов процессов сжатия газов в компрессоре и расширения в детандере. Уравнение состояния газов. Идеальный компрессор и детандер.
3. Техничко-экономическая характеристика холодильных поршневых компрессоров. Конструкции поршневых компрессоров и их классификация. Действительные рабочие процессы поршневого компрессора.
4. Производительность действительного поршневого компрессора. Индикаторный коэффициент подачи. Мощность и КПД действительного поршневого компрессора.
5. Устройство и принцип действия, конструкции винтовых компрессоров. Производительность и коэффициент подачи компрессора. Мощность, потребляемая компрессором.
6. Получение и применение водного льда. Теплофизические свойства водного льда. Естественные и искусственные ледники.
7. Стационарные камеры торговых предприятий. Централизованное и децентрализованное холодоснабжение.
8. Строительные конструкции, применяемые при проектировании зданий холодильных предприятий. Определение основных размеров охлаждаемых помещений холодильника.
9. Теплоизоляционные конструкции ограждений. Требования, предъявляемые к изоляционным конструкциям. Расчет толщины теплоизоляционного материала.
10. Взаимная растворимость масел и хладагентов. Маслоотделение при

нерастворимости масла и хладагента. Маслоотделители. Гидроциклоны.

11. Растворимость воды в хладагентах. Удаление воды. Контроль содержания влаги в системе холодильной установки. Влияние механических загрязнений. Фильтры.

12. Идеальный и реальный циклы тепловых насосов. Основные виды процессов в тепловых насосах.

13. Понятие «холода». Искусственный холод. Способы получения искусственного холода. Холодильная машина. Типы холодильных машин. Процессы охлаждения в холодильных машинах. Дросселирование. Расширение в детандере. Термоэлектрический эффект. Вихревой эффект.

14. Устройство и основные элементы парокompрессионных холодильных машин. Рабочие вещества холодильных машин.

15. Изображение рабочих процессов на диаграммах состояния. Рабочие характеристики холодильных машин.

16. Действительный цикл реальной одноступенчатой парокompрессионной холодильной машины. Влияние качества топлива и смазочных материалов на долговечность работы двигателей и машин в целом.

17. Идеальные циклы криостатирования.

18. Ступени с внешним охлаждением криогенных циклов.

19. Ступени с расширением газа в детандере.

20. Цикл высокого давления Гейландта.

21. Цикл низкого давления П.Л. Капицы.

22. Принцип действия газовой холодильной машины, работающей по обратному циклу Стирлинга.

23. Назначение регенератора в криогенной газовой машине.

24. Каково назначение аппарата внешнего теплообмена в криогенной газовой машине.

25. Опишите последовательность рабочих тактов криогенной газовой машины, работающей по обратному циклу Стирлинга.

26. Принцип действия криогенной газовой машины Гиффорда - Мак-Магона.

27. Назначение ресиверов в криогенной газовой машине Гиффорда - Мак-Магона.

28. Опишите последовательность рабочих тактов в криогенной газовой машине Гиффорда - Мак-Магона.

29. Приведите схемы практической реализации криогенной газовой машины, работающей по обратному циклу Стирлинга.

30. Особенности криогенных теплообменников, их классификация и эффективность.

31. Ректификационные колонны воздухоразделительных установок.

32. Перечислите основные виды теплопритоков в низкотемпературных системах. Как рассчитываются эти теплопритоки.

33. Какие требования предъявляются к гидроизоляции низкотемпературных систем? Объясните, как влияет отсутствие гидроизоляции на состояние теплоизоляционных ограждений.

34. Назовите ключевые требования к теплоизоляционным материалам для

низкотемпературных систем. Как рассчитываются теплоизоляционные ограждения.

35. Объясните основное назначение систем вентиляции и кондиционирования. Дайте классификацию систем вентиляции и кондиционирования.

36. Параметры состояния влажного воздуха, их взаимосвязь. Диаграмма температура-влажность влажного воздуха.

37. Процессы тепловлажностной обработки воздуха в системах кондиционирования. Графоаналитический метод представления процессов тепловлажностной обработки.

38. Влияние температуры на биохимические процессы в пищевых продуктах. Какие температуры следует использовать для увеличения продолжительности хранения пищевых продуктов.

39. Что такое криоскопическая температура. Факторы влияющие на криоскопическую температура. Эвтектическая температура и эвтектическая концентрация. Зависимость криоскопической температуры от массовой доли растворенного вещества.

40. Что такое вакуумное охлаждение, вакуумное замораживание. Какие преимущества и недостатки этих типов низкотемпературной обработки. Каковы ключевые параметры, влияющие на эффективность этих процессов.

41. Что такое разделительное вымораживание. Физическая сущность процесса. Область применения разделительного вымораживания в пищевой промышленности.

42. Понятие непрерывной холодильной цепи и её роль в агропромышленном комплексе. Какие принципы лежат в основе её формирования?

43. Применение низкотемпературных систем на предприятиях агропромышленного комплекса. Отличия и характерные особенности систем хладоснабжения различных типов агропромышленных предприятий.

44. Что такое транспортные низкотемпературные системы. Классификация. Способы энергоснабжения транспортных низкотемпературных систем. Требуемые режимы работы таких систем. Роль холодильного транспорта в непрерывной холодильной цепи.

45. Что такое тепловой насос. Виды тепловых насосов. Конструктивные особенности тепловых насосов различного назначения.

5. Шкала и критерии оценивания ответа

Шкала	Критерии оценивания
Оценка 5 (отлично)	обучающийся полно усвоил материал; – проявляет навыки анализа, обобщения, критического осмысления и восприятия информации; – материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология; – показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации; – могут быть допущены одна-две неточности при освещении второстепенных вопросов.
Оценка 4 (хорошо)	– ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет место один из недостатков: – в усвоении материала допущены небольшие пробелы, не искажившие содержание ответа.
Оценка 3 (удовлетворительно)	– неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; – имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов; – неполное знание теоретического материала.
Оценка 2 (неудовлетворительно)	не раскрыто основное содержание материала; – обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части материала; – допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии.