

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ В
МАГИСТРАТУРУ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ
16.04.03 ХОЛОДИЛЬНАЯ, КРИОГЕННАЯ ТЕХНИКА И СИСТЕМЫ
ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ**

(Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения)

профиль «Перспективные холодильные системы»

1. На отборочное испытание поступающие допускаются при наличии документа, удостоверяющего личность и гражданство (паспорта), и расписки в подаче документов.

2. Форма проведения отборочного испытания: экзамен в форме письменного ответа и собеседования. Экзаменационные билеты содержат 3 контрольных вопроса по дисциплинам направления.

3. По результату отборочного испытания поступающему выставляется оценка от нуля до 100 баллов. Минимальный положительный балл по 100-балльной системе составляет 40 баллов, ниже которого отборочное испытание считается несданным.

Критерии выставления баллов за вступительное испытание:

Баллы	Критерий выставления оценки
81-100	Демонстрация отличных знаний по заданному вопросу. Умение иллюстрировать теоретические положения эскизами, графиками, формулами. Широкий кругозор по обсуждаемым вопросам.
61-80	Демонстрация твердых знаний по заданному вопросу. Наличие мелких неточностей в ответе и в иллюстративном материале.
51-60	Неплохое знание вопроса, но с заметными ошибками.
41-50	Слабое знание и понимание рассматриваемого вопроса, со значительными ошибками
0-40	Незнание и непонимание рассматриваемого вопроса.

4. На отборочном испытании использование справочной литературы, калькуляторов, персональных компьютеров, средств связи и прочих дополнительных источников информации запрещено.

5. Вступительные испытания проводятся по расписанию приемной комиссии. Перед началом отборочного испытания поступающим сообщается время и место получения информации о результатах испытания.

6. Поступающий, нарушающий правила поведения на отборочном испытании, может быть удален из аудитории БЕЗ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ. У такого поступающего отбираются все экзаменационные материалы. Фамилия, имя, отчество удаленного из аудитории поступающего и причина его удаления заносятся в протокол проведения отборочного испытания. Поступающий может покинуть аудиторию только тогда, когда он окончательно сдаст все экзаменационные материалы.

7. При проведении отборочного испытания вопросы поступающих по содержанию экзаменационных вопросов членами отборочной комиссии не рассматриваются. При обнаружении опечатки или другой неточности какого-либо

задания отборочного испытания, члены отборочной комиссии обязаны отметить этот факт в протоколе проведения отборочного испытания. Отборочной комиссией будут проанализированы все замечания; при признании вопроса некорректным он засчитывается поступающему, как выполненный правильно.

8. Для прохождения вступительного испытания в магистратуру по направлению 16.04.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения, абитуриент должен знать основные понятия следующих дисциплин:

Дисциплина 1. Теоретические основы холодильной техники.

Дисциплина 2. Основы теории кондиционирования.

Дисциплина 3. Криомедицинская техника.

Содержание разделов дисциплин, включённых в испытание

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ХОЛОДИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

1.1. Содержание разделов дисциплины

Введение в низкотемпературные технологии

Естественное и искусственное охлаждение. Непрерывное и однократное искусственное охлаждение. Виды холодильных машин. Сущность и температурные границы глубокого и умеренного охлаждения. Применение искусственного холода в различных отраслях народного хозяйства. Роль холодильной техники в создании новых технологических процессов и в интенсификации производств. Основные направления и тенденции развития холодильного машиностроения.

Физические основы получения низких температур

Классификация процессов, используемых для получения низких температур. Охлаждение при фазовых превращениях рабочих веществ: кипение, испарение, откачка паров, плавление, сублимация.

Охлаждение при расширении газов: дросселирование, расширение с совершением внешней работы, вихревой эффект, пульсационный эффект.

Охлаждение с использованием электрических и магнитных эффектов: термоэлектрический эффект, электрокалорический эффект, магнитокалорический эффект.

Охлаждение в процессе десорбции: десорбция водорода из активированного угля, металлгидридный эффект. Прочие процессы охлаждения: процессы растворения, электрохимические процессы.

Термодинамические основы холодильных машин

Окружающая среда и ее свойства. Классификация обратных циклов.

Второе начало термодинамики в применении к обратным циклам. Внутренняя и внешняя необратимости. Необратимые процессы обратных циклов. Оценка необратимости.

Энтропийный метод анализа термодинамического совершенства процессов и циклов. Обратимые обратные циклы в условиях различных внешних источников теплоты: цикл Карно, цикл Лоренца, обобщенный цикл Карно. Основы эксергетического метода анализа обратных циклов.

Рабочие вещества холодильных машин

Требования, предъявляемые к рабочим веществам. Применяемые холодильные агенты, их классификация и обозначение. Азеотропные и зеотропные смеси холодильных агентов. Термодинамические свойства холодильных агентов, их влияние на выбор и эффективность термодинамических циклов, на конструкцию и эффективность холодильных машин.

Теплофизические свойства рабочих веществ: вязкость, теплопроводность, поверхностное натяжение и др., их влияние на процессы теплообмена.

Химические и физико-химические свойства: химическая стабильность, взаимодействие с водой и материалами, воздействие на озонный слой земли, влияние на глобальное потепление земли, растворимость и смешиваемость с смазочными материалами, температура разложения, взрывоопасность, воспламеняемость и др.

Физиологические свойства рабочих веществ (ядовитость). Принципы выбора рабочих веществ и области их применения в холодильной технике. Принципы выбора и области применения холодильных агентов.

Вещества, применяемые в качестве теплоносителей. Требования к теплоносителям. Свойства и критерии эффективности основных теплоносителей.

Циклы и схемы паровых холодильных машин

Циклы и принципиальные схемы паровых холодильных машин с одноступенчатым сжатием. Холодильная машина с детандером. Холодильная машина с дросселированием в области влажного и сжатием в области перегретого пара. Необратимые потери в цикле. Методы сокращения необратимых потерь. Влияние переохлаждения жидкости после конденсатора. Регенеративный цикл. Методы сокращения необратимых потерь отвода теплоты от источников переменной температуры.

Циклы и принципиальные схемы паровых холодильных машин с многоступенчатым сжатием. Условия для перехода к многоступенчатому сжатию рабочего вещества.

Сокращение необратимых потерь при многоступенчатом сжатии путем перехода к сложным циклам.

Элементы сложного цикла: ступенчатое дросселирование, переохлаждение жидкости, промежуточное охлаждение сжатого пара впрыском жидкого холодильного агента, промежуточное охлаждение сжатого пара сторонним источником, производство холода на нескольких температурных уровнях. Система обозначений и комплекс уравнений для расчета характеристик сложных циклов. Метод анализа эффективности сложных циклов. Выбор принципиальной схемы холодильной машины и цикла в зависимости от числа ступеней сжатия, типа компрессора, принятого холодильного агента. Цикл углекислотной холодильной машины.

Каскадные холодильные машины. Условия перехода к каскадным схемам. Принципиальная схема и цикл каскадной холодильной машины, области применения. Выбор холодильных агентов. Расчет каскадных циклов.

Холодильные машины на зеотропных смесях холодильных агентов. Особенности принципиальных схем термодинамического цикла.

Циклы и схемы газовых холодильных машин

Классификация газовых холодильных машин. Циклы и схемы газовых холодильных машин с детандером: разомкнутые и замкнутые, регенеративные, разомкнутый вакуумный. Циклы и схемы газовых холодильных машин с вихревыми трубами. Сравнительный анализ газовых и паровых холодильных машин.

2. ОСНОВЫ ТЕОРИИ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

2.1. Содержание разделов дисциплины

Введение. Значение кондиционирования воздуха. Комфортное и технологическое кондиционирование воздуха. Комплексное влияние температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха на теплоощущения человека. Нормы газового состава воздуха в жилых помещениях.

Требования по кондиционированию и вентиляции жилых, общественных, административно-бытовых и производственных помещений. Санитарно-гигиенические требования. Строительно-монтажные и архитектурные требования. Противопожарные требования. Основные эксплуатационные и экономические требования.

Классификация систем кондиционирования воздуха

- по назначению (комфортные, технологические);
- по расположению (центральные, местные, мобильные, оконные, настенные, потолочные и др.);
- по наличию собственного источника холода (автономные, неавтономные);
- по принципу действия (прямоточные рециркуляционные, комбинированные);

- по способу регулирования (с качественным регулированием – одноканальные, с количественным регулированием – 2-х трубные);
- по количеству обслуживаемых помещений (зон) (однозональные, многозональные)
- по количеству каналов (многоканальные, двухканальные, одноканальные).

Система кондиционирования воздуха для особо чистых помещений. Система кондиционирования воздуха для термоконстантных помещений. Хладоснабжение систем кондиционирования. Системы хладоснабжения кондиционеров (децентрализованное холоднооснабжение, децентрализованное холоднооснабжение, холодильные станции).

Бытовые кондиционеры (оконные и мобильные). Их основные достоинства и недостатки. Конструкция и особенности монтажа.

Сплит- и мульти-сплит-системы. Их общие характеристики, достоинства и недостатки. Основные и дополнительные режимы работы. VRV-системы.

Характеристики, особенности конструкций следующих типов сплит-систем:

- настенные кондиционеры;
- напольные кондиционеры;
- потолочные кондиционеры;
- кассетные кондиционеры;
- колонные кондиционеры;
- канальные кондиционеры.

Промышленные кондиционеры. Их основные достоинства и недостатки. Конструкция и особенности монтажа.

- крышные кондиционеры (ROOF-TOP);
- шкафные кондиционеры;
- прецизионные кондиционеры.

Центральные кондиционеры. Чиллеры. Фанкойлы. Характеристики систем с чиллерами и фанкойлами. Насосные станции. Выбор насосной станции. Определение ёмкости аккумулирующего бака.

Основные характеристики влажного воздуха.

Влажный воздух. Закон Дальтона. Весовая (объёмная) влажность. Влагосодержание. Абсолютная и относительная влажность. Плотность. Удельный объём и удельная энтальпия воздуха.

Диаграмма I-d влажного воздуха.

Различие используемых в разных странах диаграмм. Температура точки росы. Температуры сухого и мокрого термометров. Процессы тепловлажностной обработки влажного воздуха в I-d диаграмме. Процессы охлаждения, нагревания,

увлажнения, осушения, смешения. Тепловлажностной коэффициент. Примеры применения I-d диаграммы. Расчет основных процессов и циклов с помощью I-d диаграммы.

Основные методы определения влажности воздуха.

- психометрический метод. Психрометры Августа и Ассмана;
- метод точки росы;
- гигроскопический метод;
- массовый (абсолютный) метод.

Расчёт систем кондиционирования и вентиляции.

Расчёт теплового баланса помещения.

- теплопоступления и теплопотери

Расчет тепловлажностного баланса помещения.

- влаговыведения в помещении;
- приток влаги с инфильтрационным воздухом;

Расчёт воздухообмена.

Аэродинамический расчёт воздушных сетей.

- метод допустимых скоростей;
- метод постоянной потери напора.

Гидравлический расчёт жидкостных коммуникаций.

- потери давления на трение;
- потери в местных сопротивлениях.

3. КРИОМЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНИКА

3.1. Содержание разделов дисциплины

Область применения и перспективы развития криомедицинской техники.

Основные задачи криомедицинской техники. Области применения и перспективы развития криомедицинской техники.

Основы общей теории охлаждения и замораживания биологических систем.

Низкотемпературная кристаллизация в биологических системах. Свойства и роль воды в биологических системах. Структурные модели и свойства воды. Влияние ионов и ионных соединений. Состояние и свойства воды на поверхности, в капиллярных системах и клетках.

Молекулярная структура и физико-химические свойства льда. Термические свойства льда. Механизмы зародышеобразования кристаллов льда и роста кристаллов льда. Кристаллизация растворов. Кинетика роста кристаллов льда. Вязкостные свойства растворов и кристаллизация.

Замораживание биологических суспензий. Кинетика зарождения кристаллов льда в биологических суспензиях. Кинетика роста и плавление кристаллов льда в биологических суспензиях. Зависимость жизнеспособности клеток от скорости замораживания и отогрева. Аппаратура и методы исследования кристаллизационных процессов при замораживании. Криомикроскопия. Рентгенография. Вискозиметрия. Термография. Электрометрия. Охлаждение биологических систем. Продолжительность охлаждения. Темп охлаждения. Замораживание биологических систем. Продолжительность процесса замораживания. Замораживание при незначительной и принудительной циркуляции воздуха. Замораживание иммерсионным способом с применением различных хладагентов. Методика аппаратов и конструкции аппаратов для замораживания для замораживания биологических систем. Морозильные камеры.

Методика расчета процесса и оборудование для криоконсервации биологических систем.

Консервация биологических систем. Факторы, влияющие на сохранность клеток микроорганизмов при действии низких температур. Методы криоконсервации биологических систем. Классификация оборудования для криоконсервации биологических систем. Системно-структурный анализ процесса криоконсервирования биологических систем. Методы расчета и оптимизации процесса и аппаратов криоконсервации биологических систем.

Криобанки для различных биологических объектов. Кассетные системы для хранения микроорганизмов в жидком азоте.

Методика расчета процесса и аппаратов для деструкции тканей и низкотемпературного воздействия на биологические системы.

Основная цель криохирургического метода. Классификация скоростей охлаждения. Хирургические криоприборы. Криоэкстремальная терапия. Классификация криомедицинского инструмента и оборудования. Криомедицинский аппарат как аппарат криогенной техники. Методы расчета процесса охлаждения и замораживания при осуществлении криомедицинских технологий. Методы расчета аппаратов и инструментов криомедицинской техники.

Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Холодильные машины : учебник / под ред. Л. С. Тимофеевского. — Санкт-Петербург : Политехника, 2006.
2. Быков, А. В. Холодильные машины и тепловые насосы / А. В. Быков, И. М. Калнинь, А. С. Крузе. — Москва : ВО Агропромиздат, 1988.

3. Калнинь, И. М. Расчёт винтовых холодильных компрессоров / И. М. Калнинь, К. Н. Фадеков. — Москва : МГУИЭ, 2006. — 105 с.
4. Курылев, Е. С. Холодильные установки : учебник для студентов вузов / Е. С. Курылев, Н. А. Герасимов. — 3-е изд., перераб. и доп. — Ленинград : Машиностроение, Ленингр. отд., 1980. — 622 с.
5. Холодильные установки / И. Г. Чумак, В. П. Чепурненко и др. ; под ред. И. Г. Чумака. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Агропромиздат, 1991. — 495 с.
6. Ананьев, В. А. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика / В. А. Ананьев и др. — Евроклимат, 2001.
7. Мааке, В. Учебник по холодильной технике / В. Мааке, Г. Ю. Эккерт, Жан-Луи Кошкин. — Москва : Изд. МГУ, 1998.
8. Машины низкотемпературной техники : учебник / под ред. А. М. Архарова и И. К. Буткевича. — Москва : МГТУ, 2011. — 582 с.
9. Тепловые и конструктивные расчёты холодильных машин : учебное пособие / под ред. И. А. Сакуна. — Ленинград : Машиностроение, 1987. — 423 с.
10. Теплофизические основы получения искусственного холода : справочник / под ред. А. В. Быкова. — Москва : Пищевая промышленность, 1980. — 232 с.
11. Холодильные машины : справочник / под ред. А. В. Быкова. — Москва : Пищевая промышленность, 1992. — 302 с.
12. Холодильные компрессоры : справочник / под ред. А. В. Быкова. — Москва : Колос, 1992. — 302 с.
13. Калнинь, И. М. Термодинамические циклы холодильных машин и тепловых насосов / И. М. Калнинь, К. Н. Фадеков. — Москва : МГУИЭ, 2006. — 91 с.
14. Курылев, Е. С. Примеры, расчёты и лабораторные работы по холодильным установкам / Е. С. Курылев, Н. А. Герасимов. — Ленинград : Машиностроение, 1971. — 315 с.
15. Богданов, С. Н. Холодильная техника. Кондиционирование воздуха. Свойства веществ : справочник / С. Н. Богданов, С. И. Бурцев, И. П. Иванов, А. В. Куприянова. — СПГАХПТ, 1999. — 308 с.
16. Васютин, В. А. Расчёт и анализ низкотемпературных циклов : методические указания / В. А. Васютин, Г. В. Никиткина. — Москва : МИХМ, 1991. — 32 с.
17. Аметистов, Е. В. Монодисперсные системы и технологии / Е. В. Аметистов, А. С. Дмитриев. — Москва : Издательство МЭИ, 2002. — 392 с.

Дополнительная литература

1. Баркалов, Б. В. Кондиционирование воздуха в промышленных, общественных и жилых зданиях / Б. В. Баркалов, Е. С. Карпис. — Москва : Стройиздат, 1988.
2. Богословский, В. Н. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение / В. Н. Богословский, О. Я. Кокорин, Л. В. Петров. — Москва : Стройиздат, 1985.
3. Аметистов, Е. В. Основы теории теплообмена : учебное пособие / Е. В. Аметистов. — Москва : Издательство МЭИ, 2000. — 247 с.
4. Вентиляция, кондиционирование и очистка воздуха на предприятиях пищевой промышленности / Е. А. Штокман. — Москва : АСВ, 2001. — 688 с.
5. Проектирование холодильных сооружений : справочник / под ред. А. В. Быкова. — Москва : Пищевая промышленность, 1978.
6. Сильман, М. А. Пароводяные эжекторные холодильные машины / М. А. Сильман, М. Г. Шумелишский. — Москва : Лёгкая и пищевая промышленность, 1984. — 272 с.
7. Холодильная техника / В. Ф. Лебедев, И. Г. Чумак, Г. Д. Аверин ; под ред. В. Ф. Лебедева. — Москва : Агропромиздат, 1986.
8. Щербин, В. А. Холодильные станции и установки / В. А. Щербин, Я. И. Гринберг. — Москва : Химия, 1979. — 376 с.